

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA  
UNAN - MANAGUA**

**FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA  
FAREM - ESTELÍ**



**Tema:**

Evaluación del funcionamiento energético en los sistemas tecnológicos instalados en el hospital adventista del municipio de Estelí durante el periodo comprendido agosto –noviembre del año 2013

Trabajo monográfico para optar al título de Ingeniería en Energías Renovables.

Autores:

1. José Antonio Castillo Hernández.
2. Glorismars Antonio Carmona González.
3. Francisco José López Cano.

Tutor: M.Sc. Emilio Martín Lanuza

Asesor: M.Sc. Edwin Antonio Reyes

Enero, 2014



## Índice

<b>I. Resumen .....</b>	<b>1</b>
<b>II. Introducción .....</b>	<b>2</b>
<b>III. Antecedentes .....</b>	<b>3</b>
<b>IV. Justificación .....</b>	<b>4</b>
<b>V. Planteamiento del Problema.....</b>	<b>5</b>
<b>VI. Objetivos .....</b>	<b>6</b>
<b>Objetivo General .....</b>	<b>6</b>
<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>6</b>
<b>VII. Marco Teórico.....</b>	<b>7</b>
7.1. Sistema energético.....	7
7.2. Sistema .....	7
7.3. Energía .....	7
7.4 Electricidad.....	7
7.5. Sistema eléctrico .....	8
7.6. Sistemas de alta tensión.....	8
7.6. Sistemas de baja tensión.....	8
7.7. Sistema térmico .....	8
7.8. Sistemas de refrigeración .....	9
7.8.1. Sistemas de refrigeración ambiental .....	9
7.8.2 Refrigeración centralizada.....	9
7.9. Sistemas mecánicos.....	9
7.10. Potencia Activa .....	10
7.11. Potencia Reactiva .....	10
7.12. Potencia Aparente .....	10
7.13. Factor de Potencia .....	11
7.14. Sistemas de iluminación.....	11
7.15. Lux .....	11
7.16. La eficacia .....	12
7.17. Niveles recomendados de iluminación.....	12
7.18. Calidad de iluminación.....	13
7.19. Uniformidad .....	13
7.20. Deslumbramientos.....	14
7.21. Dispositivos de visualización .....	14

7.22. Color.....	15
7.23. Auditoría.....	15
<b>7.24. Climatización .....</b>	<b>15</b>
<b>7.25. Mantenimiento predictivo .....</b>	<b>15</b>
<b>7.26. Mantenimiento preventivo .....</b>	<b>16</b>
<b>7.27. Mantenimiento correctivo .....</b>	<b>16</b>
<b>7.28. Ventilación natural.....</b>	<b>16</b>
<b>7.29. Confort lumínico .....</b>	<b>17</b>
<b>VIII. Hipótesis.....</b>	<b>18</b>
<b>Hipótesis de investigación.....</b>	<b>18</b>
<b>Variables: .....</b>	<b>18</b>
<b>IX. Diseño Metodológico.....</b>	<b>19</b>
9.1. Área de estudio.....	19
9.2. Tipo de investigación .....	19
9.3. Enfoque del estudio .....	19
9.4. Unidad de análisis .....	19
9.5. Universo .....	20
9.6. Muestra.....	20
9.7. Tipo de muestreo .....	20
9.8. Métodos teóricos y empíricos .....	20
9.8.1 Métodos empíricos .....	20
9.8.2 Entrevista.....	20
9.8.3 Observación visual .....	20
9.9. Métodos Teóricos.....	21
9.9.1. Programa Excel .....	21
9.9.2. Triangulación de la información .....	21
9.9.3 Procedimiento metodológico para cada objetivo específico .....	21
<b>9.9.4. OE1: Identificar los factores que intervienen en el consumo energético del hospital Adventista del municipio de Estelí.....</b>	<b>21</b>
9.9.5. OE2: Analizar el funcionamiento de la red eléctrica y los equipos conectados a la misma.	
9.9.6 OE3: Comprobar la relación entre el consumo histórico del funcionamiento energético del hospital con los datos obtenidos en el censo de carga. ....	22
<b>9.9.7 OE4: Proponer medidas que contribuyan al ahorro energético en el hospital Adventista del municipio de Estelí.....</b>	<b>22</b>

Charlas de ahorro energético hacia el personal que labora para esta empresa, con el objetivo de minimizar el consumo de energía así como la concientización de este personal.....22

**X. Análisis y discusión de resultados ..... 23**

10.1. En relación al primer objetivo se identificaron que los factores que inciden en el alto consumo energético como son: .....23

10.2. En relación al segundo objetivo se analizó el funcionamiento de la red eléctrica y los equipos conectados a la misma. ....26

En el análisis se determinó que la falta de mantenimiento de los equipos y que la vida útil de los sistemas que consumen energía eléctrica caducó, ocasionando un incremento en el consumo energético.....26

10.2.1. Registro histórico del consumo del edificio. ....29

10.4. En relación al cuarto objetivo se proponen medidas que contribuyan al ahorro energético en el hospital Adventista del municipio de Estelí. ....31

10.4.1. Mejoras inmediatas: .....31

10.4.2. Mejoras a mediano plazo (1 a 3 años).....31

10.4.3. Plan de mejoras en el uso energético del edificio. ....32

**XI. Conclusiones..... 33**

**XII. Recomendaciones ..... 34**

**XIII. Bibliografía ..... 35**

**Anexos ..... 36**

## **I. Resumen**

La energía es un elemento clave en el desarrollo económico y social de un país, por lo tanto es importante hacer un uso racional y eficiente de la misma ya que la mayor parte de la producción de energía es a base del derivado del petróleo el cual produce varios contaminaste de efecto invernadero propiciando así el cambio climático el cual nos afecta a todos, siendo otro aspecto relevante el precio que este tiene.

Nuestro propósito investigativo se centró en la evaluación del funcionamiento energético en los sistemas tecnológicos instalados en el hospital adventista de la ciudad de Estelí, departamento de Estelí durante el periodo comprendido agosto-noviembre del año 2013.

La metodología de trabajo consistió primeramente en encontrar los factores que intervienen en el alto consumo energético del hospital adventista; se hizo un análisis del funcionamiento de la red eléctrica y equipo conectados a la misma empleando técnicas que facilitaron la recolección de datos, además de comparar el consumo histórico de energía eléctrica con el actual mediante el censo de carga con facturación eléctrica de los cuatro últimos años. A partir de estos análisis se buscaron soluciones a corto, mediano y largo plazo para el uso eficiente de la energía eléctrica que contribuyen al ahorro energético del hospital.

Como principales resultados en nuestra investigación obtuvimos que las condiciones energéticas del hospital Adventista de la Ciudad de Estelí, debido a la falta de mantenimiento, del sistema eléctrico antiguo; así como sus conductores, lámparas y toma corrientes. Todo el análisis nos lleva a concluir que todo el sistema eléctrico del hospital se encuentra en condiciones regulares, determinados por técnicas, inspecciones y cuadro del formato evaluativo del sistema energético el cual nos brindó los criterios de evaluación energética del estado actual del hospital adventista.

## **II. Introducción**

La evaluación energética permite conocer y comprender los flujos energéticos de una infraestructura o instalación, no sólo que cumpla con criterios de sostenibilidad, sino que además ahorre parte de la energía que consume en la actualidad.

El presente trabajo de investigación está orientado a la evaluación del funcionamiento energético en los sistemas tecnológicos instalados en el hospital adventista de la ciudad de Estelí, entre el periodo comprendido agosto – noviembre del 2013, así como proponer un plan de ahorro y eficiencia derivados de la evaluación realizada.

Esta investigación para mejor comprensión se ha dividido en diferentes apartados como:

La identificación y análisis de los factores que pueden intervenir en los consumos energéticos como son: equipos obsoletos, estructuras no concebidas para el ahorro, un mantenimiento deficiente, mal uso de las instalaciones, inexistencia de dispositivos de ahorro, entre otras razones.

El estudio de los datos históricos de consumo energético para ver el comportamiento y analizar la relación que se puede presentar con el censo de carga realizado, por tanto la realización de una recogida de información, análisis, clasificación.

Todo estudio de sistema energético requiere de un análisis para determinar el estado actual del edificio mediante propuestas que disminuirán el consumo energético y la concientización del personal, siendo estas a corto mediano y largo plazo que en conjunto son alternativas de ahorro energético.

### **III. Antecedentes**

Algunos de los trabajos procedentes a nuestra investigación se encontraron en la biblioteca Urania Zelaya de la Facultad Regional Multidisciplinaria FAREM-Estelí los cuales mencionamos a continuación:

El trabajo de proyecto de final de maestría con el título: “Aplicación de técnicas y métodos de auditorías energéticas en el Hospital San Juan de Dios del municipio de Estelí” fue presentado por el M.Sc Emilio Lanuza, M.Sc Orbelith Murillo en el año 2009. En ese proyecto se estudiaba el consumo energético de todos los equipos y sistemas ubicados en las diferentes unidades y áreas, mediante la intervención directa de los investigadores.

El trabajo de proyecto de final de maestría con el título: “Estudio de Auditoría energética y propuesta de aplicación de energías Renovables en el Hospital Pedro Altamirano del municipio La Trinidad departamento de Estelí” fue presentado por Ing. Erick José Calderón Salgado, María Trinidad Jiménez Soto, Ing. Edgardo Eduardo Lira Ruiz, Ing. Bayardo Jesús Meza Ruíz en el año 2012. En ese proyecto se estudiaba el consumo energético de todos los equipos y sistemas ubicados en las diferentes unidades y áreas, mediante la intervención directa de los investigadores.

El trabajo de proyecto de final de maestría: “Diagnóstico energético en el centro de salud Leonel Rugama, Estelí, Nicaragua”, fue presentado por Ing. Néstor Saavedra, Ing. Guillermo Masís, Germán Ardila en el año 2010. En ese proyecto se estudiaba el consumo energético de todos los equipos y sistemas ubicados en las diferentes unidades y áreas, mediante la intervención directa de los investigadores.

En el hospital adventista de la ciudad de Estelí ya se había realizado un proyecto de la asignatura de auditoría energética en el período comprendido de marzo a junio del 2013 este estudio se retomó para realizar nuestra investigación.



## **IV. Justificación**

La crisis energética es un problema que a todos nos afecta, pues los costos de la energía eléctrica ha aumentado por la subida de precio del petróleo que se cotiza a nivel internacional a \$ 106 por barril; en Nicaragua se consumen 377 barriles de petróleo al día para la producción de energía, correspondiente a \$ 39,962.00, costo que se incrementa por dos razones, uno por la depreciación de la moneda y dos por el incremento del precio del petróleo.(INE, 2014)

Las autoridades nacionales en su plan de desarrollo humano durante el período de los años comprendidos 2013 – 2016 se han planteado la búsqueda de alternativas que permitan reducir estos costos, con la implementación de proyectos que lleven al cambio de la matriz energética y la disminución del consumo del petróleo, mediante el uso racional de la energía, utilizando dispositivos eléctricos y electrónicos eficientes, además de utilizar algunas formas de energía alternativa como energía solar, energía eólica, energía mareomotriz, energía geotérmica, entre otras.(Gobierno, 2014)

El presente trabajo de investigación responde a la necesidad de evaluar el funcionamiento energético del hospital Adventista, mediante la aplicación de métodos y técnicas con el propósito de dar soluciones viables que contribuyan al ahorro.

Es importante porque además se manifiesta en la aplicación de los conocimientos adquiridos a largo de la carrera, así como poder contribuir a una información que será de gran utilidad a los encargados del hospital y servirá como base de futuras investigaciones. Brindando alternativas de ahorro económico los cuales se podrán utilizar para la compra de nuevos equipos y así brindar un mejor servicio a la población.

## V. Planteamiento del Problema

El estudio energético en edificios responden a la evaluación sistemática de los mismos, en el que se obtienen datos fiables del consumo energético como: uso de tecnologías de baja eficiencia, prácticas inadecuadas de la utilización de la energía, falta de planificación energética para el ahorro, poco conocimiento del funcionamiento de equipos por parte de los usuarios, falta de mantenimiento de los equipos, entre otros. Además en Nicaragua no se aplica en lo general el código técnico de la construcción, (Presidente Alemán, 1997) haciendo que los edificios demanden mayor consumo de energía para su funcionamiento, que expresa en el costo de la factura eléctrica.

En base a lo que se expresó anteriormente el problema central de nuestra investigación se enuncia de la siguiente manera:

¿Cuál es el funcionamiento energético en los sistemas tecnológicos instalados en el hospital Adventista del municipio de Estelí durante el período comprendido agosto - noviembre del año 2013?

Con el propósito de precisar el problema central de investigación se plantean algunas preguntas específicas encaminadas a indagar aspectos concretos del mismo:

- ¿Cuáles son los factores que intervienen en el consumo energético del hospital Adventista?
- ¿Cómo es el funcionamiento de la red eléctrica y de los equipos conectados a la misma?
- ¿Cuál es la relación del consumo histórico de funcionamiento del hospital y el censo de carga realizado?
- ¿Qué medidas se deben aplicar para mejorar el consumo energético en el hospital Adventista del municipio de Estelí?

## **VI. Objetivos**

### **Objetivo General**

Evaluar el funcionamiento energético en los sistemas tecnológicos instalados en el hospital adventista del municipio de Estelí durante el período comprendido agosto – noviembre del año 2013.

### **Objetivos Específicos.**

1. Identificar los factores que intervienen en el consumo energético del hospital Adventista del municipio de Estelí.
2. Analizar el funcionamiento de la red eléctrica y los equipos conectados a la misma.
3. Comprobar la relación entre el consumo histórico del funcionamiento energético del hospital con los datos obtenidos en el censo de carga.
4. Proponer medidas que contribuyan al ahorro energético en el hospital Adventista del municipio de Estelí.

## **VII. Marco Teórico**

### **7.1. Sistema energético**

Es un conjunto de dispositivos que trabajan relacionados, cada uno de ellos realizando una función específica como parte de ese todo, su función principal es proveer de energía ya sea eléctrica, térmica, radiante, sonora, mecánica, entre otras. (Murillo, 2009)

### **7.2. Sistema**

Es un conjunto de cosas o partes afines que, ordenadas, relacionadas o dispuestas según una ley o principio, sirven a un fin o función, funcionando como un todo.

También se puede definir como “grupo de elementos o componentes interdependientes que pueden ser identificados y tratados como conjunto. En un sistema se pueden identificar entradas, procesos y salidas, entre los cuales se establecen relaciones de intercambio entre energía y materia”. (Murillo, 2009)

### **7.3. Energía**

En física la energía se conceptualiza como la capacidad que tiene un cuerpo para realizar trabajo, movimiento, fuerza. La energía se manifiesta de diferentes maneras que son aprovechables para realización de diversas actividades que necesita la humanidad para solucionar sus problemas.(Murillo, 2009)

### **7.4 Electricidad**

La electricidad es la forma de energía generada por el movimiento de los electrones a través de un conductor. Al dirigirse estos electrones por un circuito, podemos realizar trabajo. La electricidad puede producir luz, calor, magnetismo o fuerza mecánica.(Murillo, 2009)

## **7.5. Sistema eléctrico**

Se entiende por sistema eléctrico a un conjunto de dispositivos como cables (conductores), tomacorrientes, interruptores, medidor de energía, sistemas de protección (fusibles o breaker), etc., cuya función es proveer la energía necesaria para el arranque y correcto funcionamiento de los accesorios eléctricos tales como luces, equipos eléctricos y electrónicos, y diversos instrumentos que así lo requieran. (Murillo, 2009)

## **7.6. Sistemas de alta tensión**

(66,000 V), que generalmente son utilizados por las empresas transmisoras de energía eléctrica para transportar la misma a grandes distancias. Por ejemplo la distribución de energía eléctrica en todo un país; sistema de media tensión (entre 14,000 V y 24,000 V) que es la energía transformada de alta tensión a media tensión en subestaciones comúnmente utilizadas en Nicaragua en los diferentes departamentos para llevar la energía por las zonas urbanas o bien zonas rurales cercanas a la subestación transformadora. (Murillo, 2009)

## **7.6. Sistemas de baja tensión**

Es la energía transformada de media tensión a baja tensión, mediante dispositivos especializados para tal fin. Estos sistemas eléctricos generalmente conducen tensiones de 120 V, 240 V monofásico y trifásico y 360 V trifásico. Estos sistemas se pueden ejemplificar con los sistemas de interconexión de cables que garantiza la energía eléctrica que se consume a diario en los hogares, empresas industriales, hospitales, etc. (Murillo, 2009)

## **7.7. Sistema térmico**

Un Sistema Térmico es un conjunto de máquinas trabajando interconectadas por medio de tuberías o ductos. De forma general, estos sistemas térmicos se pueden dividir: Sistemas de Potencia o de Conversión de Energía y Sistemas HVAC/R (Calefacción, Ventilación, Aire Acondicionado/Refrigeración).

Como ejemplos en potencia se pueden mencionar: centrales de vapor o gas (calderas de vapor), centrales de bombeo, sistemas de aire comprimido, un gasoducto o un poliducto. (Catells, 2012)

En sistemas HVAC/R los ejemplos se pueden ver en aires acondicionados, sistemas de climatización, calefacción. Otras aplicaciones están en los sistemas de aislamiento térmico, usados para almacenar Oxígeno líquido (usado en clínicas y hospitales), y tuberías para transportarlo. Los Sistemas Térmicos pueden ser modelados, simulados o diseñados usando técnicas de optimización, investigación de operaciones, control óptimo, o programación dinámica, usando el análisis de su ciclo de vida.(Catells, 2012)

## **7.8. Sistemas de refrigeración**

Un sistema de refrigeración consiste en una máquina refrigeradora y una serie de dispositivos para aprovechar el frío “producido” (en realidad, la absorción de cal. (Lesur, 2012)

### **7.8.1. Sistemas de refrigeración ambiental**

Dentro de los sistemas de refrigeración también tenemos los, que se utilizan para bajar la temperatura de los ambientes habitables. Puede hacerse con: aparatos unitarios (llamados de ventana) que sirven para un solo local, aparatos partidos (Split), en los que hay un aparato que contiene el compresor, el condensador y laválvula, y que se sitúa en un lugar donde el ruido del compresor no moleste y pueda disipar fácilmente el calor, y otro, u otros, aparato/s con un evaporador y un ventilador, situado en los locales a enfriar.(Lesur, 2012)

### **7.8.2 Refrigeración centralizada**

Máquina refrigeradora, produce agua fría, que se lleva por conducciones aisladas a unos aparatos terminales, donde se enfría y trata el aire. (Lesur, 2012)

## **7.9. Sistemas mecánicos**

Un sistema mecánico es un conjunto de elementos dinámicamente relacionados, que permiten producir, transmitir, regular o modificar movimiento. Cada operador cumple una función específica dentro del sistema.(Shigley, 2004)

### **7.10. Potencia Activa**

Es la potencia que representa la capacidad de un circuito para realizar un proceso de transformación de la energía eléctrica en trabajo. Los diferentes dispositivos eléctricos existentes convierten la energía eléctrica en otras formas de energía tales como: mecánica, lumínica, térmica, química, etc. Esta potencia es, por lo tanto, la realmente consumida por los circuitos. Cuando se habla de demanda eléctrica, es esta potencia la que se utiliza para determinar dicha demanda. (Theodore, 2007)

### **7.11. Potencia Reactiva**

Esta potencia no tiene tampoco el carácter realmente de ser consumida y sólo aparecerá cuando existan bobinas o condensadores en los circuitos, de esto se deriva que existen dos tipos de potencia reactiva: Potencia reactiva inductiva que la producen los equipos que utilizan bobinas (motores), y potencia reactiva capacitiva que la producen los condensadores o bancos acumuladores de energía. La potencia reactiva tiene un valor medio nulo, por lo que no produce trabajo útil. Por ello que se dice que es una potencia devastada (no produce vatios), se mide en voltamperios reactivos (VAR) y se designa con la letra Q. (Theodore, 2007)

### **7.12. Potencia Aparente**

La potencia aparente (también llamada compleja) de un circuito eléctrico de corriente alterna es la suma (vectorial) de la energía que disipa dicho circuito en cierto tiempo en forma de calor o trabajo y la energía utilizada para la formación de los campos eléctricos y magnéticos de sus componentes que fluctuara entre estos componentes y la fuente de energía. (Theodore, 2007)

Esta potencia no es la realmente consumida "útil", salvo cuando el factor de potencia es la unidad ( $\cos \phi = 1$ ), y señala que la red de alimentación de un circuito no sólo ha de satisfacer la energía consumida por los elementos resistivos, sino que también ha de contarse con la que van a "almacenar" bobinas y condensadores. Se la designa con la letra S y se mide en voltamperios (VA). (Theodore, 2007)

### **7.13. Factor de Potencia**

Denominamos factor de potencia al cociente entre la potencia activa y la potencia aparente, que es coincidente con el coseno del ángulo entre la tensión y la corriente cuando la forma de onda es sinusoidal pura, etc.

Es aconsejable que en una instalación eléctrica el factor de potencia sea alto y algunas empresas de servicio electro energético exigen valores de 0,85 y más. O es simplemente el nombre dado a la relación de la potencia activa usada en un circuito, expresada en vatios o kilovatios (kW), a la potencia aparente que se obtiene de las líneas de alimentación, expresada en voltio-amperios o kilovoltio-amperios (kVA).(Theodore, 2007)

### **7.14. Sistemas de iluminación**

Es la cantidad de luz provista a un ambiente. La cantidad de luz es expresada básicamente por tres tipos de unidades: vatio, lumen y lux. (Anonimo., 2008)

El vatio es la unidad de medida de la potencia eléctrica y define la tasa de consumo de energía de un dispositivo eléctrico en funcionamiento. La cantidad de vatios consumidos representa la entrada eléctrica al elemento de iluminación. La salida del componente de iluminación es medida en lumen, y representa su brillo; la cantidad de lúmenes también puede ser utilizada para describir la salida de un conjunto de lámparas, es decir, la cantidad de lúmenes específica qué cantidad de luz está siendo generada por la fuente. (Anonimo., 2008)

### **7.15. Lux**

Los lux son el resultado final de los vatios (potencia eléctrica) que se convierten a lúmenes, la cantidad de lúmenes que salen del aparato de alumbrado y alcanzan el área de trabajo. Por ejemplo, en una sala determinada el área de trabajo es el nivel de los escritorios. La determinación de los lux es importante ya indica la salida y no el esfuerzo del sistema de iluminación. La IES (Illuminating Engineering Society) recomienda niveles de luz para tareas específicas en lux, no en vatios o en lúmenes. (Anonimo., 2008).



## 7.16. La eficacia

La eficacia describe una relación de salida/entrada, manteniendo constante la entrada cuanto mayor sea la salida, mayor es la eficacia del sistema. La eficacia de una fuente luminosa es la cantidad de lúmenes por vatios que es capaz de proporcionar.

Comúnmente se considera erróneo que una fuente de luz de mayor potencia puede proveer de mayor cantidad de luz sin tomar en cuenta que fuentes de luz de mayor eficacia pueden proveer más luz, con la misma cantidad de potencia, que fuentes con baja eficacia. (Anonimo., 2008)

## 7.17. Niveles recomendados de iluminación

Actualmente se sabe que el confort de los ocupantes de un entorno decae cuando se encuentra demasiado iluminado por ello es importante destacar, que los niveles de iluminación se corresponden con determinadas tareas visuales; por ejemplo, en el hospital se realizan varias tareas: caminar, visualizar las diferentes áreas y equipos del mismo, leer y escribir sobre papel. Cada una de estas tareas requiere de un cierto nivel de iluminación. (Anonimo., 2008)

Existen niveles recomendados de iluminación para tareas visuales según la IES aplicados para cada tarea, estos se muestran en la siguiente tabla:

<b>Niveles de iluminación recomendados para tareas visuales. (Anonimo., 2008).</b>	
<b>Edificio/ tipo de entorno</b>	<b>Rango guía de Luminancia (lux)</b>
Interiores de Instituciones	
Hospitales (Áreas generales)	110-160
Laboratorios/ Áreas de tratamiento	540-1100
Bibliotecas	330-1100
Auditorios/Montajes	160-330
Despachos/Oficina	330-1100
Lecturas y escrituras	540-810
Corredores	100-200

Salas con computadores	220-540
Restaurantes (Áreas de cenar)	220-540
Almacenes	220-540
Exteriores	
Seguridad de edificios	10-50
patios traseros	50-330
Estacionamientos	10-50

### **7.18. Calidad de iluminación**

La calidad de iluminación puede tener gran influencia sobre la actitud y el rendimiento de los ocupantes de un determinado entorno ya que estos pueden ser influenciados a trabajar más eficientemente si el ambiente es más adecuado a la tarea a realizar. Con base a esto se puede decir que la calidad de la luz puede determinarse considerando tres características fundamentales que son: uniformidad, deslumbramiento y color. (Anonimo., 2008)

### **7.19. Uniformidad**

La uniformidad de iluminación describe que tan igualmente se distribuye la luz sobre un área determinada. Generar una iluminación uniforme requiere de un espaciado uniforme de las luminarias de lo contrario se crean puntos claros y oscuros, los cuales pueden distraer y crear sensación de incomodidad de los usuarios.(Anonimo., 2008)

La implementación de iluminación uniforme en áreas de trabajo además de eliminar los problemas anteriormente mencionados proporciona de suficiente flexibilidad el entorno local del mismo. Esto lleva a consumos energéticos elevados.(Anonimo., 2008)

## **7.20. Deslumbramientos**

El deslumbramiento es la sensación que se presenta cuando en el campo de la visión existen objetos iluminados o manantiales luminosos con grandes diferencias de brillo. Por ejemplo, en una sala completamente a oscuras la luz directa de una lámpara incandescente de 75 W produce deslumbramiento, no así en una habitación bien iluminada; la luz de la misma lámpara no provocará ese fenómeno. (Anónimo., 2008)

El contraste es la relación entre el brillo de un objeto y su fondo. Por lo general, la mayoría de las tareas visuales se realizan más fácilmente cuando se incrementa el contraste ya que un brillo excesivo puede causar deslumbramientos y provocar que la tarea sea más difícil de realizar ocasionando incomodidad y reducción en la productividad de los usuarios. (Anónimo., 2008)

Un ambiente con un alto grado de deslumbramiento es caracterizado por su alto grado de iluminación y reflexión, o por la existencia de áreas brillantes generalmente entorno a las luminarias, para reducir este efecto, las lámparas y demás objetos deben quedar ocultos a los ojos del observador, reubicar luminarias o reemplazarlas por otras con un mejor VPC (Probabilidad de confort visual). (Marincoff, 1997).

## **7.21. Dispositivos de visualización**

En las visitas realizadas a las oficinas administrativas del hospital se pudo observar que son áreas con mucha iluminación con lámpara tubulares fluorescentes de 40 W. El personal de estas áreas debe ejecutar una serie de tareas visuales, las que incluyen el uso de monitores de computadoras. Este tipo de personal por lo general está expuesto a deslumbramientos e incomodidades cuando las luces del techo se reflejan en la pantalla de las computadoras lo que hace difícil leer el contenido de la misma por lo que la localización de las computadoras es frecuentemente flexible para permitir modificaciones y mejorar la situación. (Marincoff, 1997)

## **7.22. Color**

El color influye sobre la calidad de iluminación. Las fuentes de luz son especificadas considerando dos parámetros relacionados al color: índice de reproducción de color (CRI) y temperatura del color (CCT). (Marincoff, 1997)

En el mercado existen diferentes tipos de lámparas poco eficientes que se utilizan para iluminación artificial, principalmente lámparas de descargas que tienen distintas características lumínicas y energéticas como: vapor de mercurio alta presión, vapor de sodio alta presión, vapor de sodio baja presión, halogenuros metálicos, halógenos, fluorescentes, incandescentes, bajo consumo, entre otros.(Marincoff, 1997).

## **7.23. Auditoría**

Se denomina Auditoria Energética a la recolección de datos sobre el suministro y consumo de todas las formas de energía con el propósito de evaluar las posibilidades de ahorro de energía y la cuantificación de las mismas, así como para determinar la conveniencia de la oportunidad económica.(Murillo, 2009)

## **7.24. Climatización**

La climatización consiste en crear unas condiciones de temperatura, humedad y limpieza del aire adecuadas para la comodidad dentro de los espacios habitados.(Huerta, 2013)

## **7.25. Mantenimiento predictivo**

En las operaciones de mantenimiento, el mantenimiento predictivo es el que está basado en la determinación del estado de los aparatos en operación. El concepto se basa en que las máquinas darán un tipo de aviso antes de que fallen y este mantenimiento trata de percibir los síntomas para después tomar acciones.

El mantenimiento predictivo permite que se tomen decisiones antes de que ocurra el fallo cambiar o reparar la máquina en una parada cercana, detectar cambios anormales en las condiciones del equipo y subsanarlos.(Huerta, 2013).

#### **7.26. Mantenimiento preventivo**

Es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento, por oposición al mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados. El primer objetivo del mantenimiento es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. (Huerta, 2013)

#### **7.27. Mantenimiento correctivo**

Es aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos. Este mantenimiento que se realiza luego que ocurra una falla o avería en el equipo que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo, presenta costos por reparación y repuestos no presupuestadas, pues implica el cambio de algunas piezas del equipo.(Huerta, 2013)

#### **7.28. Ventilación natural**

La ventilación natural, una medida denominada pasiva, permite refrigerar y renovar el aire interior de los edificios, sin realizar ningún consumo energético. Gracias a este tipo de soluciones se pueden conseguir ahorros energéticos de entre el 10 y el 30% en concepto de refrigeración.(Izard y Jean Louis y Guyot, 1998)

### **7.29. Confort lumínico**

Es la consecuencia del reparto de energía en las diferentes longitudes de onda del espectro: para tener una buena reproducción del color, la luz ha de tener energía suficiente en todas ellas. La sensibilidad más alta del ojo humano corresponde al color amarillo-verdoso. (Shigley, 2004)

## VIII. Hipótesis

### Hipótesis de investigación.

El funcionamiento energético del hospital Adventista en los diferentes sistemas tecnológicos instalados, es deficiente.

### Variables:

- Funcionamiento energético.
- Nivel de deficiencia de los sistemas tecnológicos instalados.

Variable	Concepto	Indicadores	Técnica / Instrumentos
VARIABLES	CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	PLAN DE INTERVENCIÓN
Funcionamiento energético	Es la utilización de la energía en las diferentes aéreas del edificio para el funcionamiento del edificio	CO <sub>2</sub> kWh	Ecuación. Censo de carga.
Nivel de deficiencia de los sistemas tecnológicos instalados	Una deficiencia es una falla o un desperfecto. En los sistemas tecnológicos instalados en diferentes niveles	Escala de 1 al 5	Inspección visual Censo de carga.

## **IX. Diseño Metodológico**

### **9.1. Área de estudio**

Este trabajo se realizó en el hospital adventista el cual se encuentra ubicado en el centro de la ciudad de Estelí costado oeste de donde fue el Hospital Dávila Bolaños con una extensión de 400m<sup>2</sup>. Cuenta con 10 áreas tales como: administración, recepción, emergencia, laboratorio, farmacia, quirófano, cuartos, lavandería, consultorios entre otros.

### **9.2. Tipo de investigación**

La investigación aplicada, según (Murillo, 2009) se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. Por lo tanto nuestro trabajo es aplicado porque se emplearan métodos y técnicas específicas para el análisis del comportamiento energético del edificio en estudio, además que se aplican conocimiento previo.

### **9.3. Enfoque del estudio**

El enfoque mixto es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder una problema de investigación (Hernández, Fernández, Baptista, 2006). Se eligió este enfoque debido a que se recolecta información cuantitativa mediante la utilización de ecuaciones, censo de carga que serán analizados estadísticamente y cualitativa porque se aplican guía de observación y entrevistas mediante la triangulación de la información, con el objetivo de brindar mayor validez a este trabajo.

### **9.4. Unidad de análisis**

La unidad de análisis de esta investigación es el hospital Adventista del municipio de Estelí para evaluar su comportamiento energético.



## **9.5. Universo**

El municipio de Estelí cuenta con tres hospitales: dos públicos y un privado.

## **9.6. Muestra**

Hospital Adventista.

## **9.7. Tipo de muestreo**

El tipo de muestreo es no probabilístico, “llamadas también muestras por conveniencia, los elementos son escogidos con base en la opinión del investigador y se desconoce la probabilidad que tiene cada elemento de ser elegido para la muestra. En este tipo de muestreo existen el intencional (o deliberado) y los accidentales(o por comodidad)”. Este estudio es no probabilístico intencional, porque en el hospital Adventista no se ha realizado ningún estudio relacionado con el consumo energético.

## **9.8. Métodos teóricos y empíricos**

### **9.8.1 Métodos empíricos**

En esta investigación se utilizaron los siguientes métodos empíricos:

#### **9.8.2 Entrevista**

Realizada a director o responsable del hospital, administrador, técnico de mantenimiento, y algunos usuarios en las áreas en que se divide en hospital. (Ver Anexo N<sup>0</sup>1).

#### **9.8.3 Observación visual**

Esta se realizó a las diferentes áreas que conforman el hospital, instalaciones eléctricas, equipos y cerramientos.(Ver Anexo N<sup>0</sup>2).

## **9.9. Métodos Teóricos**

### **9.9.1. Programa Excel**

Utilizado para procesar los datos obtenidos en el censo de carga, mediante tablas y gráficos estadísticos.

### **9.9.2. Triangulación de la información**

Utilizada para analizar la información recolectada en la entrevista, los planos del edificio y la observación visual.

### **9.9.3 Procedimiento metodológico para cada objetivo específico**

Para evaluar el funcionamiento energético en los sistemas tecnológicos instalados en el hospital Adventista del municipio de Estelí, debemos identificar los diferentes factores que intervienen en el consumo energético y analizar el funcionamiento de la red eléctrica, equipos conectados a la red; comprobando la relación entre el consumo histórico de energía con los datos obtenidos en el censo de carga.

### **9.9.4. OE1: Identificar los factores que intervienen en el consumo energético del hospital Adventista del municipio de Estelí.**

Para la identificación de los factores que intervienen en el consumo energético, se tomó muy en cuenta la inspección visual, el mantenimiento, la manipulación, las condiciones de infraestructura del edificio, normas de seguridad, el comportamiento de operario y el consumo energético con el fin de reflejar el estado actual de deficiencia que presenta el hospital adventista.

**9.9.5. OE2: Analizar el funcionamiento de la red eléctrica y los equipos conectados a la misma.**

Para el análisis del funcionamiento de la red eléctrica se utiliza el analizador de redes, el cual indica el comportamiento energético del hospital mediante el cuadro evaluativo del funcionamiento energético.

En cuanto al funcionamiento de los equipos conectados a la red eléctrica se utilizó el vatímetro y voltímetro.

**9.9.6 OE3: Comprobar la relación entre el consumo histórico del funcionamiento energético del hospital con los datos obtenidos en el censo de carga.**

Para la comprobación se recolecto los datos del consumo energético de los años comprendido 2010, 2011, 2012, hasta octubre del 2013.

Luego realizamos una relación de estos datos con el censo de carga que se realizó en el hospital.

**9.9.7 OE4: Proponer medidas que contribuyan al ahorro energético en el hospital Adventista del municipio de Estelí.**

Charlas de ahorro energético hacia el personal que labora para esta empresa, con el objetivo de minimizar el consumo de energía así como la concientización de este personal.

La creación de un comité de energía el cual sería el encargado de controlar la contabilidad energética.

La implementación de energías renovables para el sistema de iluminación del hospital.

## **X. Análisis y discusión de resultados**

### **10.1. En relación al primer objetivo se identificaron que los factores que inciden en el alto consumo energético como son:**

**Mantenimiento:** Con respecto al mantenimiento el hospital cuenta con personal de mantenimiento el cual solo se hace presente cuando ocurre un desperfecto en algún equipo o en la infraestructura o ya sea en los sistemas eléctricos esto quiere decir que el mantenimiento del hospital es correctivo.

**Manipulación de equipos:** En cada área hay diferentes equipos los cuales son manipulados por las personas que laboran en estas, ellos manejan el funcionamiento de los equipos que se utilizan.

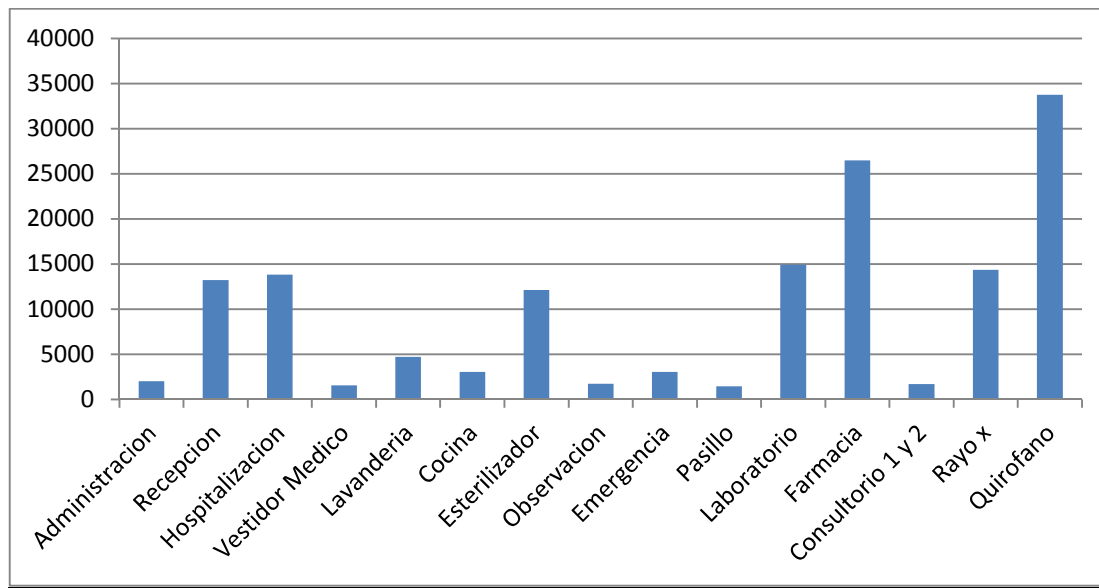
**Condiciones de infraestructura:** Hay que hacer mención que esta infraestructura fue adecuada para funcionar como hospital ya que es de una casa de habitación, tiene más de 60 años de construcción, las paredes no son de concreto, no posee ventilación artificial esto debido a que fue construida como casa, no para este tipo de actividades, en general debido a sus años de vida útil está demasiado deteriorada.

**Condiciones de seguridad:** Esto radica en que todo el sistema eléctrico este en óptima condición, que existan señalizaciones de peligro así como las rutas de evacuaciones en caso de alguna emergencia o desastre natural. A nivel del sistema eléctrico del hospital, el sistema de tomacorrientes no posee a polo tierra siendo esto un peligro en caso de alguna descarga eléctrica, otro aspecto importante es que no posee señalizaciones de peligro eléctrico en los paneles de alimentación eléctrico, ni señalizadas las rutas de evacuación en caso de alguna emergencia.

**Consumo energético:** Presenta un alto consumo energético por las distintas actividades que se realizan en este edificio, aparte de eso hay que hacer mención del sistema eléctrico muy antiguo en este sentido los conductores ya perdieron su vida útil.

**Posición del edificio:** El Hospital Adventista se encuentra en el centro de la ciudad de Estelí costado oeste de donde fue el Hospital Dávila Bolaños con una extensión del edificio de 400m<sup>2</sup>.

Una vez realizada la visita e inspección al hospital, nos dimos cuenta que la única fuente de energía que existe en este es la suministrada por la empresa distribuidora de electricidad (T S K dueños actuales), ya que no cuentan con ninguna otra fuente de energía ya sea en la utilización de bunker gasolina ni gas licuado del petróleo.



El gráfico nos muestra el área que consume más energía es el área de Quirofano siendo el consumo de 33750.3 W/h esto debido a que está es muy utilizada por los equipos que consumen gran cantidad de energía, como las lámparas ciéltica (300W), aire acondicionado etc. El área de menor consumo es el pasillo. Siendo el consumo de 1440W/h debido a que mantener estas luminarias encendidas no es prioridad. El área que consume mayor potencia reactiva es el área de laboratorio con 14,275W/h debido a que en este se encuentran equipos que consumen potencia reactiva. Así mismo el área de mayor potencia activa se encuentra en Quirofano con 21755W/h debido a que cuenta con equipos que consumen una cantidad de energía considerable. Además no existen medidores que registren el consumo de potencia reactiva, ya que el medidor que se encuentra instalado es el utilizado por la empresa distribuidora el cual solo registra el consumo eléctrico. Siendo el tipo de contrato con la empresa distribuidora el de general mayor el cual es

mayor a 25 KW (Ver Anexo N°6) para centros de salud e hospitales todos los datos mencionados anteriormente se obtuvieron al realizar el censo de carga en la instalación en estudio.

Una vez realizadas las visitas al edificio e inspecciones visuales pertinentes nos dimos cuenta que una de las causas principales del alto consumo de energía en el edificio es debido a que su construcción inicial se realizó aproximadamente 60 años y debido a esto los conductores han perdido de una u otra manera su vida útil, recalentándose.

Al estudiar el diseño del alumbrado de un centro hospitalario, observamos la existencia de distintas tareas en diferente área, que requieren una cantidad de lux para cada área, ya que no es igual la iluminación de un quirófano, que de la lavandería, una sala de consulta o la cafetería.

Cada espacio y las tareas que en él se desarrollan tienen requisitos de iluminación y particulares y específicos.

A continuación una tabla que muestra los parámetros de lux recomendables con los ya existentes en el hospital Adventista de la ciudad de Estelí en diferentes áreas.

Aéreas	Cantidad de Lux actuales	Cantidad de Lux recomendables
Quirófano	875	1000
Cama de operación	127x10	20000-1000000
Lavandería	113	200
Cocina	43.7	300
Esterilizado	72	500
Cuarto 1	59	350-750
Consultorio 2	133	500
Cuarto 2	84	350-750
Baños	19	200
Sala de recepción	60	350
Auto clave	47	500-1000
Cuarto 5	87	350-750
Farmacia	107	500
Laboratorio	108	540-1100
Observaciones	104	500
Dirección	133	110-160
Emergencias	80	500
Cuarto 3	64	350-750
Recepción	160	200
Cuarto 4	62	350-750

Una iluminación inadecuada puede originar fatiga ocular, cansancio, dolor de cabeza, estrés y accidentes. El trabajo con poca luz daña la vista. También cambios bruscos de luz pueden ser peligrosos, pues ciegan temporalmente, mientras el ojo se adapta a la nueva iluminación. El grado de seguridad y confort con el que se ejecuta el trabajo o tarea depende de la capacidad visual y ésta depende, a su vez, de la cantidad y calidad de la iluminación. Un ambiente bien iluminado no es solamente aquel que tiene suficiente cantidad de luz, sino aquel que tiene la cantidad de luz adecuada a la actividad que ahí se realiza.

Los datos obtenidos en esta tabla nos demuestran que no existe el nivel recomendado de iluminación, en las distintas aéreas del hospital adventista, a excepción de la cama del quirófano y dirección, lo cual afecta enormemente el desempeño en las diferentes tareas o atención del hospital. Cada área tiene un nivel recomendado de iluminación, mas aun cuando se trata de atención pre hospitalario, hay déficit de daños en la iluminación en la mayor parte de las áreas de acuerdo a medición y la inspección visual de los sistemas de iluminación.

## **10.2. En relación al segundo objetivo se analizó el funcionamiento de la red eléctrica y los equipos conectados a la misma.**

En el análisis se determinó que la falta de mantenimiento de los equipos y que la vida útil de los sistemas que consumen energía eléctrica caducó, ocasionando un incremento en el consumo energético.

Para el análisis energético del edificio no fue posible mediante el analizador de redes debido a que por parte de la dirección no fue posible, pero se buscaron otras alternativas para dar un previo cumplimiento, como el uso del cuadro evaluativo de criterio eléctrico. El cual nos permitirá identificar los siguientes criterios: Acometida de mediana tensión, plano eléctrico de diseño del edificio, panel eléctrico general de alimentación, tomas corriente alimentación, certificación de parte de cuerpo de bomberos, sistema de iluminación, criterios de iluminación, y planificación de todo el sistema eléctrico.

La evaluación de criterios eléctricos o llamado cuadro guía de evaluación de sistemas eléctricos instalados, nos permitió observar la existencia de los sistemas eléctricos, su condición instalada actual.

En el edificio existe: Acometida de mediana tensión, el panel general de alimentación al igual que su nomenclatura del circuito en la panel bien explicado, la capacidad de los disyuntores es la adecuada, polarización y puesto a tierra del panel, los balances por fase en el panel eléctrico, hay tomas corrientes de alimentación instalados, sistemas de iluminación al igual que una uniformidad en el tipo de lámparas.

Todo lo anterior representa la parte del cumplimiento de las normas de sistemas eléctricos, pero hay criterios que no cumplen debido a la falta de conocimiento de las autoridades del hospital como son: no existe un plano eléctrico del edificio, el panel eléctrico se recalienta, no cuenta con certificación por parte del cuerpo de bomberos, los criterios de iluminación según normas para diseño eléctrico para diferentes espacios, la potencia de las lámparas no es uniforme, la planificación del mantenimiento del sistema eléctrico es correctico. Un factor que influye en tantos daños y criterios sin cumplir se debe a que el administrador del hospital no es el dueño del edificio.

Concluimos este análisis de los criterios eléctricos que todos los sistemas están en condición regular ya que presenta deterioros, pero al mismo tiempo no presenta deterioro completamente.

La realización de la evaluación energética en el hospital adventista nos permitió conocer actualmente el funcionamiento energético, condiciones de infraestructura, orientación de la construcción del edificio y eficiencia de los equipos que se utilizan para realizar las distintas funciones de cada área. Con respecto a la evaluación por áreas del hospital Adventista se realizó una inspección visual y un inventario de lámparas y toma corrientes, para determinar su estado físico y eléctrico a nivel general de sus instalaciones. (Ver Anexo N°4).



Áreas	Lámparas	Toma Corrientes	Estado: BE Buen estado. RE Regular Estado. ME Mal Estado		
			BE	RE	ME
Dirección	1	2		X	
Recepción	5	3		X	
Emergencia	2	1		X	
Observaciones	1	1		X	
Farmacia	3	2		X	
Ultra sonido	2	2		X	
Laboratorio	2	5		X	
Operaciones	1	3		X	
Cama de Operación	1	3	X		
Rayos X	2	2		X	
Consultorio #1	2	2		X	
Consultorio #2	2	2		X	
Cuarto #1	2	2		X	
Cuarto #2	2	2		X	
Cuarto #3	2	2		X	
Cuarto #4	2	2		X	
Lavandería	1	2		X	
Corredor	5	0		X	
Cocina	1	4		X	
<b>Total de Áreas: 19</b>	<b>39</b>	<b>42</b>	<b>1</b>	<b>18</b>	<b>0</b>
<b>Estado actual del Edificio según</b>					
<b>criterio Eléctrico RE</b>					

Para la realización del inventario reflejado en el cuadro anterior fue necesaria la inspección visual así como la prueba técnica de sistema de iluminación y toma corrientes de todas las aéreas del hospital.

Se refleja la cantidad de lámparas de las cuales todas se encuentran en estado regular debido que su vida útil ya caduco mas sin embargo se siguen utilizando dándonos un total de 39 lámparas de las cuales 4 no funcionan, así mismo la cantidad de toma corriente es de 42 de los cuales solo 4 están en buen estado ya que se encuentran polarizados debido que son 220V y los 38 restante se encuentran regular ya que no tienen conexión a polo tierra. Teniendo como resultado que las condiciones del edificio se encuentra en estado regular tomando en cuenta todo lo anterior.

**En relación al tercer objetivo: comprobar la relación entre el consumo histórico del funcionamiento energético del hospital con los datos obtenidos en el censo de carga.**

Para el registro histórico se recolectaron los datos facilitados por la delegación del INE de esta ciudad. Solicitamos los datos del consumo energético del Hospital Adventista de los 3 años anteriores los cuales corresponden del año 2010 al 2012 y los meses del año en curso. (Ver Anexo N°7).

Según los datos ya recolectados e información requerida, podemos observar que el año con el mayor consumo energético es el 2013, esto debido a que en ese año se realizaron más servicios de atención como cirugías, atenciones de emergencias y otras actividades similares a estas y por ende requieren de utilizar los aparatos que consumen mayor energía.

En cuanto a la comparación de facturación del consumo energético del hospital con respecto al censo de carga realizado obtuvimos que hay una diferencia entre la facturación y censo que se realizó debido a que hay un factor que influye en la variación de datos como fue la horas de uso de los equipos ya que la información brindada por los trabajadores no es exacta.

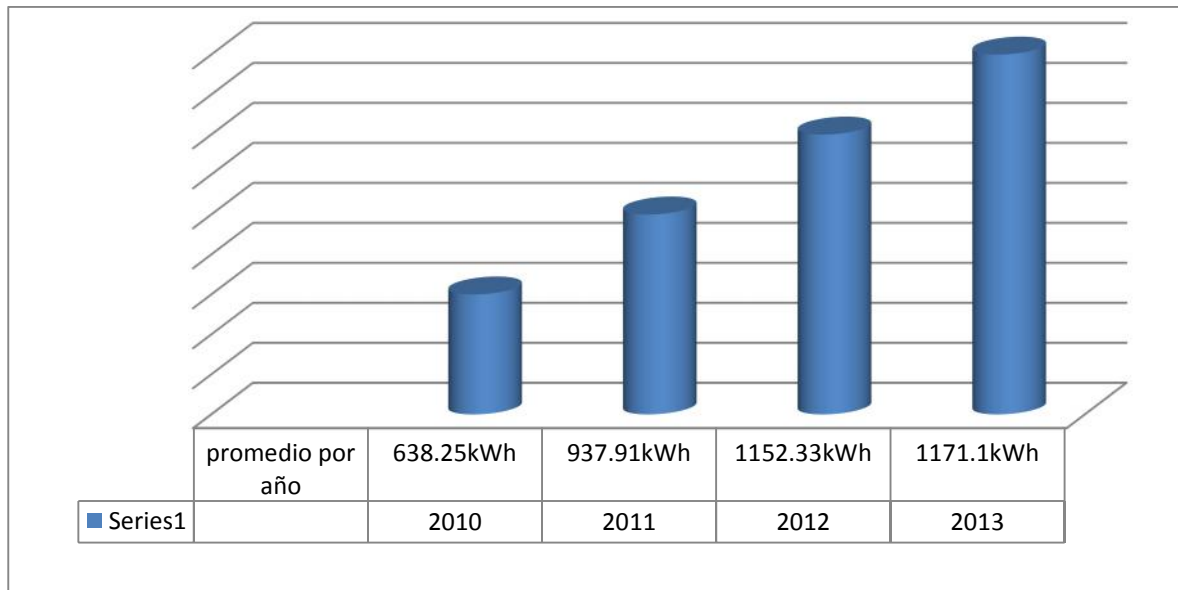
**10.2.1. Registro histórico del consumo del edificio.**

En el año 2010 podemos observar que el mes de más alto consumo energético fue julio con 777 kWh debido a que según registros del hospital se realizaron operaciones así como atención médica y el mes con menor consumo fue enero con 536 kWh.

Según datos el mes de mayor consumo durante el año 2011 es noviembre con 1287 kWh debido que en este mes se realizó mayor atención en el hospital y así mismo el de menor consumo es enero con un consumo de 485kWh.

En el año 2012 según datos recolectados observamos que el mes de mayor consumo es julio con 1397 kWh debido a que igual que los años anteriores en este mes se realizaron más atenciones en el hospital y el de menor consumo es abril con 815 kWh.

El consumo de los meses comprendido de enero a octubre del año 2013 siendo febrero el mes más bajo de consumo energético con 907kWh y el de mes de mayo consumo es octubre con 1322kWh.



Según los datos ya recolectados e información requerida, podemos observar que el año con el mayor consumo energético del periodo de enero a octubre del 2013, esto debido a que en ese año se realizaron más servicios de atención como cirugías, atenciones de emergencias y otras actividades similares a estas y por ende requieren de utilizar los aparatos que consumen mayor energía.

En cuanto a la comparación de facturación del consumo energético del hospital con respecto al censo de carga realizado (ver Anexo N<sup>o</sup>3), obtuvimos que hay una diferencia entre la facturación y censo que se realizó debido a que hay un factor que influye en la variación de datos como fue la horas de uso de los equipos ya que la información brindada por los trabajadores no es exacta.

#### **10.4. En relación al cuarto objetivo se proponen medidas que contribuyan al ahorro energético en el hospital Adventista del municipio de Estelí.**

La formulación de propuestas de mejoras es de gran importancia teniendo consigo un impacto positivo para el hospital adventista desde el ahorro de energía eléctrica así como el sistema de protección para el personal que labora en él, y a las personas que acuden por el servicio que brinda este hospital.

En cuanto a las fases de propuestas de mejoras se pueden clasificar en las siguientes: Encontrar propuestas de mejora con el objetivo de identificar y cuantificar el potencial de ahorro de energía en las diferentes áreas divididas del edificio, según los elementos ineficientes, ya que en todo el edificio hablando a nivel de iluminación no existe, el rendimiento adecuado ya que los años, el descuido, y la falta mantenimiento. No se cumple con los niveles estándares de iluminación, presentes en la tabla lo cual es necesario mejoras inmediatas, cambio de lámparas, mantenimiento, limpieza.

##### **10.4.1. Mejoras inmediatas:**

Charlas de ahorro energético hacia el personal que labora para esta empresa, con el objetivo de minimizar el consumo de energía así como la concientización de este personal.

Una de estas mejoras sería en el laboratorio ya que la puerta no posee cerradura por lo cual se encuentra un orificio donde hay un intercambio de aire del ambiente con el área climatizada esto conlleva a que el sistema no haga los ciclos de refrigeración adecuado lo cual aumenta el 10% del consumo de energía. Por cada grado aumentado lleva a un ahorro energético del 7%.

##### **10.4.2. Mejoras a mediano plazo (1 a 3 años)**

Las mejoras que se pueden realizar son las siguientes:

Sustitución de lámpara de F40T12 Bi-fosforo a F32T8Tri-fosforo lo cual tiene un consumo menor de electricidad en comparación a las demás lámparas y mayor luminosidad. A si también el cambio del circuito eléctrico en el edificio por los aspectos ya antes mencionado, se puede sustituir el sistema de iluminación de 110v a 12v con sistema fotovoltaico.

Al realizarse esta mejora se estaría reduciendo el consumo energético de 10 kWh mes. (Ver Anexo N°8).

Con el objetivo de Identificar y cuantificar el potencial de ahorro de energía en las diferentes áreas divididas del edificio, según los elementos ineficientes, ya que en todo el edificio hablando a nivel de iluminación no existe, el rendimiento adecuado ya que los años, el descuido, y la falta mantenimiento. No se cumple con los niveles estándares de iluminación, presentes en la tabla lo cual es necesario mejoras inmediatas, cambio de lámparas, mantenimiento, limpieza.

#### **10.4.3. Plan de mejoras en el uso energético del edificio.**

En cuanto al plan de ejecución, para llevar a cabo las mejoras inmediatas, a mediano plazo y largo plazo consideramos que tienen que implementarse en el edificio las mejoras inmediatas ya que son de prioridad del mismo. Ya una vez realizadas estas mejoras se procederá a realizar las mejoras a mediano plazo que se consideran muy importantes a realizar como la sustitución de equipos para mejorar el sistema y contribución tanto en el aspecto económico como ambiental.

Todo lo anterior beneficiara al edificio en el consumo energético, las mejoras a largo plazo que se consideran son las que ayudarían al edificio por que se propone el reemplazo de lámparas el cual será el ahorra del 70% del consumo actual del sistema de iluminación. En cuanto a la implementación de sistemas solares fotovoltaicos para iluminación lo reducirá considerablemente el consumo energético en iluminación en un 85% reflejado en el censo de carga teniendo en cuenta que al implementarse todas estas mejoras se estarían ahorrando un 22% del consumo energético total de todo el hospital.

Es importante hacer mención al aporte ambiental que contribuiría con este cambio ya que el ahorro anual es de 964 kW haciendo mención que 1kWh equivale a 0,40KG CO<sub>2</sub>eq, se dejaría de emitir 386KG CO<sub>2</sub>eq siendo este un aporte aunque no muy alto pero si hacemos mención para los próximos años será una cantidad considerable de emisiones las cuales estaría dejando de emitir al ambiente.

## **XI. Conclusiones**

El circuito eléctrico de este edificio no cuenta con las normas requerido para las instalaciones eléctricas, como códigos de colores conductores adecuados para el uso que se le brinda.

La comparación de facturación del consumo energético del hospital con respecto al censo de carga realizado obtuvimos que haya una diferencia entre la facturación y censo que se realizó debido a la información brindada por los trabajadores de cada área del hospital.

La formulación de propuestas de mejoras es de gran importancia teniendo consigo un impacto positivo para el hospital adventista desde el ahorro de energía eléctrica.

Las propuestas de mejoras de este estudio energético se hizo en busca de alternativas como son el uso de energía renovables el cual al ser implementadas se ahorrarían el 85% en la facturación actual.

Así mismo alternativas medioambientales para la reducción de CO<sub>2</sub>, el uso eficiente y responsable de la energía eléctrica:

- Los equipos de potencia reactiva.
- El sistema de iluminación que ya caduco su vida útil.
- El sistema energético de este edificio es muy antiguo.

## **XII. Recomendaciones**

Charlas de ahorro energético hacia el personal que labora para esta empresa, con el objetivo de minimizar el consumo de energía así como la concientización de este personal.

- La creación de un comité de energía que este sería el encargado de la contabilidad energética así como de la regulación de cada equipo.
- El reemplazo inmediato de algunos equipos (lámparas, cableado) que se encuentren en mal estado o su vida útil ya haya caducado.
- Hacer conexiones de polo a tierra a los sistemas en nuevas construcciones para evitar cualquier peligro tanto de las personas como hacia los equipos.
- Cubrir aquellas áreas donde se encuentren orificios y poseen aires acondicionados.
- Implementación de energías renovables (sistemas Fotovoltaicos) para mejoras del edificio, aporte socioeconómico y sobre todo disminución del CO<sub>2</sub> y dependencia de los combustibles fósiles.

### XIII. Bibliografía

- Anonimo. (16 de noviembre de 2008). *http://definicion.de/iluminacion/*. Recuperado el 10 de noviembre de 2013, de <http://definicion.de/iluminacion/>: <http://definicion.de/iluminacion/>
- Catells, X. E. (2012). *Sistemas termicos*. Madrid: Diaz d Santos.
- Energia, I. I. (13 de enero de 2014). *Hidrocarburos*. Recuperado el 20 de noviembre de 2013, de Direccion general de hidrocarburos, precios: [https://www.google.com.ni/search?q=www.ine.gov.ni&ie=utf-8&oe=utf-8&rls=org.mozilla:es-ES:official&client=firefox-a&channel=np&source=hp&gws\\_rd=cr&ei=4A\\_UUpiEM5S1sASA6YD4Cw](https://www.google.com.ni/search?q=www.ine.gov.ni&ie=utf-8&oe=utf-8&rls=org.mozilla:es-ES:official&client=firefox-a&channel=np&source=hp&gws_rd=cr&ei=4A_UUpiEM5S1sASA6YD4Cw)
- Espinoza, S. F. (2012). *Analisis financieros de proyectos e inversion*. San Jose, Costa Rica: Tecnologia de CR.
- Gobierno. (13 de enero de 2014). *Plan nacional de desarrollo humano*. Recuperado el 20 de noviembre de 2013, de Desarrollo humano: <http://www.pndh.gob.ni>
- Huerta, M. A. (2013). *Instalaciones y Servicios Técnico de espacios, y mantenimientos*. Barcelona: RITE.
- INE. (10 de enero de 2014). *Hidrocarburos*. Recuperado el 20 de noviembre de 2013, de Direccion general de hidrocarburos, precios: <http://www.ine.gov.ni>
- Izard y Jean Louis y Guyot, A. (1998). *climatizacion y arquitectura*. Barcelona: H. Blume.
- Lesur, L. (2012). *Manual de refrigeracion* (Volumen 4 ed.). Mexico D.F.: Trillas Sa De Cv.
- Marincoff, D. E. (1997). *Deslumbramiento y confort*. Buenos Aires: Asociacion REFA.
- Murillo, M. E. (2009). *Aplicacion de tecnicas y metodos de auditorias energeticas en el Hospital San Juan de Dios del Municipio de Esteli*. Esteli, Esteli, Nicaragua.
- Presidente Alemán, A. A. (1997). *Primer informe de gobierno* (primera edicion ed., Vol. I). (A. C. República de Nicaragua, Ed.) Managua, Managua, Nicaragua: República de Nicaragua, América Central, 1997.
- Shigley, J. J. (2004). *Teorias de maquinas y mecanismos* (1 ed.). Los Angeles.
- Theodore, W. (2007). *Maquinas electricas y sistemas de potencia* (Sexta edicion ed.). Mexico, Mexico, Mexico: Pearson educacion.



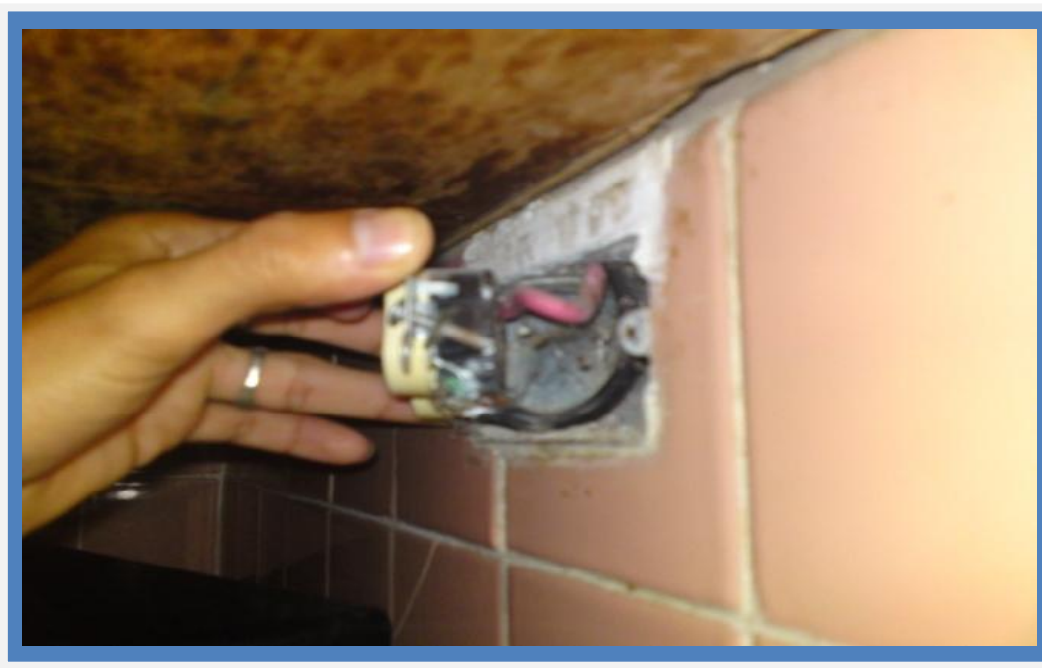
# Anexos

**Anexo N° 1 Entrevista realizada al personal del hospital Adventista de la ciudad de Esteli.**

1. ¿Cuántos años tiene el edificio desde su construcción?
2. ¿Cuál tiempo tienen de brindar el servicio pre-hospitalario?
3. ¿Se ha realizado en el edificio trabajos de auditoría energética, consultoría o gestión energéticas?
4. ¿Qué planes de ahorro energético se implementan en este hospital?
5. ¿Cuáles son las horas de uso de los equipos en las diferentes áreas del hospital?
6. ¿Cuáles son las fallas que se presentan en el sistema eléctrico del hospital?
7. ¿Qué importancia tiene para su negocio tener un eficiente sistema eléctrico?
8. ¿Cómo está afectando el alza del precio del petróleo con respecto al pago de la factura eléctrica?
9. ¿Le gustaría implementar el uso de energías renovables en su edificio?
10. ¿En este hospital se emplea el Código Técnico de la Edificación?
11. ¿Considera de importancia la realización de esta evaluación del funcionamiento energético instalado en este hospital?

**Anexo N° 2 Inspección visual.**

Prueba de conexión a polo tierra:



### Anexo N° 3 Censo de carga por sector.

Equipos	Estado	Voltaje[V]	Cantidad	Potencia[W]	Hrs de uso diario	W/h	Energía[KWh]		
							Diario	Mensual	Anual
Lámpara	B/E	120	1	45	2	90	0,09	1,98	23,76
Abanico	B/E	120	1	63	8	504	0,504	11,088	133,056
Computadora	B/E	120	2	80	8	1280	1,28	28,16	337,92
Impresoras	B/E	120	1	60	0,25	15	0,015	0,33	3,96
Ventilador	B/E	120	1	15	8	120	0,12	2,64	31,68
<b>Total</b>				<b>263</b>		<b>2009</b>	<b>2,009</b>	<b>44,198</b>	<b>530,376</b>

Equipos Eléctricos y Electrónicos. Sector: Administración

Equipos	Estado	Voltaje[V]	Cantidad	Potencia[W]	Hrs de uso diario	W/h	Energía[KWh]		
							Diario	Mensual	Anual
Lámpara	B/E	120	3	45	3	405	0,405	8,91	106,92
Oasis	B/E	120	1	490	24	11760	11,76	258,72	3104,64
Ventilador	B/E	120	1	15	3	45	0,045	0,99	11,88
Computadoras	B/E	120	1	80	8	640	0,64	14,08	168,96
Televisor	B/E	120	1	53	8	424	0,424	9,328	111,936
<b>Total</b>				<b>683</b>	<b>46</b>	<b>13274</b>	<b>13,274</b>	<b>292,028</b>	<b>3504,34</b>

Equipos Eléctricos y Electrónicos. Sector: Recepción

Equipos	Estado	Voltaje[V]	Cantidad	Potencia[W]	Hrs de uso diario	W/h	Energía[KWh]		
							Diario	Mensual	Anual
Lámpara	B/E	120	9	45	5	2025	2,025	44,55	534,6
Ducha eléctrica	B/E	120	1	5500	1	5500	5,5	121	1452
Ducha eléctrica	B/E	120	1	5500	1	5500	5,5	121	1452
Abanica	B/E	120	1	83	10	830	0,83	18,26	219,12
Ducha eléctrica	M/E	120	1			0	0	0	0
Abanico	B/E	120	1	83	5	415	0,415	9,13	109,56
Ducha eléctrica	M/E	120	1			0	0	0	0
<b>Total</b>				<b>11211</b>		<b>14270</b>	<b>14,27</b>	<b>313,94</b>	<b>3767,28</b>

Equipos Eléctricos y Electrónicos. Sector: Hospitalización

Equipos	Estado	Voltaje[V]	Cantidad	Potencia[W]	Hrs de uso diario	W/h	Energía[KWh]		
							Diario	Mensual	Anual
Secadora	B/E	220	1	220	4	880	0,88	19,36	232,32
Lavadora	B/E	120	1	960	4	3840	3,84	84,48	1013,76
						0	0	0	0
						0	0	0	0
<b>Total</b>				<b>1180</b>		<b>4720</b>	<b>4,72</b>	<b>103,84</b>	<b>1246,08</b>

Equipos Eléctricos y Electrónicos. Sector: Lavandería

Equipos	Estado	Voltaje[V]	Cantidad	Potencia[W]	Hrs de uso diario	W/h	Energía[KWh]		
							Diario	Mensual	Anual
Lámpara	B/E	120	1	45	2	90	0,09	1,98	23,76
Microonda	B/E	120	1	1500	1	1500	1,5	33	396
<b>Total</b>				<b>1545</b>		<b>1590</b>	<b>1,59</b>	<b>34,98</b>	<b>419,76</b>

Equipos Eléctricos y Electrónicos. Sector: Cocina

Equipos	Estado	Voltaje[V]	Cantidad	Potencia[W]	Hrs de uso diario	W/h	Energía[KWh]		
							Diario	Mensual	Anual
Lámpara	B/E	120	1	45	3	135	0,135	2,97	35,64
Autoclave	B/E	220	1	8000	1,5	12000	12	264	3168
						0	0	0	0
<b>Total</b>				<b>8045</b>		<b>12135</b>	<b>12,135</b>	<b>266,97</b>	<b>3203,64</b>

Equipos Eléctricos y Electrónicos. Sector: Esterilizador

Equipos	Estado	Voltaje[V]	Cantidad	Potencia[W]	Hrs de uso diario	W/h	Energía[KWh]		
							Diario	Mensual	Anual
Lámpara	B/E	120	1	45	5	225	0,225	4,95	59,4
Electrocauterio	B/E	120	1	350	2	700	0,7	15,4	184,8
Abanico	B/E	120	1	62	6	372	0,372	8,184	98,208
Electrochop	B/E	120	1	280	1,5	420	0,42	9,24	110,88
Nebulizador	B/E	120	1	16	1	16	0,016	0,352	4,224
<b>Total</b>				<b>753</b>		<b>1733</b>	<b>1,733</b>	<b>38,126</b>	<b>457,512</b>

Equipos Eléctricos y Electrónicos. Sector: Observación

Equipos	Estado	Voltaje[V]	Cantidad	Potencia[W]	Hrs de uso diario	W/h	Energía[KWh]		
							Diario	Mensual	Anual
Lámpara	B/E	120	2	45	11	990	0,99	21,78	261,36
Lámpara	B/E	120	1	22	11	242	0,242	5,324	63,888
Abanico	B/E	120	1	63	4	252	0,252	5,544	66,528
Refrigeradora	B/E	120	1	70	24	1680	1,68	36,96	443,52
						0	0	0	0
<b>Total</b>				<b>200</b>		<b>3164</b>	<b>3,164</b>	<b>69,608</b>	<b>835,296</b>

Equipos Eléctricos y Electrónicos. Sector: Emergencia

Equipos	Estado	Voltaje[V]	Cantidad	Potencia[W]	Hrs de uso diario	W/h	Energía[KWh]		
							Diario	Mensual	Anual
Lámpara	B/E	120	2	45	8	720	0,72	15,84	190,08
Máquina de escribir	B/E	120	1	4,7	1	4,7	0,0047	0,1034	1,2408
Refrigeradora	B/E	120	1	350	24	8400	8,4	184,8	2217,6
Abanico personal	B/E	120	1	15	1	15	0,015	0,33	3,96
Microscopio	B/E	120	1	34	3	102	0,102	2,244	26,928
Microsentrifuga	B/E	120	1	172	3	516	0,516	11,352	136,224
Equipo de Química	B/E	120	1	51	3,5	178,5	0,1785	3,927	47,124
Aire Acondicionado	B/E	120	1	633	8	5064	5,064	111,408	1336,9
						0	0	0	0
						0	0	0	0
<b>Total</b>				<b>1304,7</b>		<b>15000</b>	<b>15,0002</b>	<b>330,0044</b>	<b>3960,05</b>

Equipos Eléctricos y Electrónicos. Sector: Laboratorio

Equipos	Estado	Voltaje[V]	Cantidad	Potencia[W]	Hrs de uso diario	W/h	Energía[KWh]		
							Diario	Mensual	Anual
Lámpara	B/E	120	1	45	20	900	0,9	19,8	237,6
Oasis	B/E	120	1	420	24	10080	10,08	221,76	2661,12
Abanico personal	B/E	120	1	15	2	30	0,03	0,66	7,92
Computadoras	B/E	120	1	80	12	960	0,96	21,12	253,44
Refrigeradora	B/E	120	1	609	24	14616	14,616	321,552	3858,62
<b>Total</b>				<b>1169</b>		<b>26586</b>	<b>26,586</b>	<b>584,892</b>	<b>7018,7</b>

Equipos Eléctricos y Electrónicos. Sector: Farmacia

Equipos	Estado	Voltaje[V]	Cantidad	Potencia[W]	Hrs de uso diario	W/h	Energía[KWh]		
							Diario	Mensual	Anual
Lámpara	B/E	120	2	45	20	1800	1,8	39,6	475,2
Negatoscopio	B/E	120	1	76	0,33	25,08	0,02508	0,55176	6,62112
Electrocardiograma	B/E	120	1	5,6	0,33	1,848	0,00185	0,040656	0,48787
Lámpara incandescente	B/E	120	1	100	0,33	33	0,033	0,726	8,712
Negatoscopio	B/E	120	1	76	0,33	25,08	0,02508	0,55176	6,62112
<b>Total</b>				<b>302,6</b>		<b>1885</b>	<b>1,88501</b>	<b>41,47018</b>	<b>497,642</b>

Equipos Eléctricos y Electrónicos. Sector: Consultorio 1 y 2

Equipos	Estado	Voltaje[V]	Cantidad	Potencia[W]	Hrs de uso diario	W/h	Energía[KWh]		
							Diario	Mensual	Anual
Lámpara	B/E	120	1	45	12	540	0,54	11,88	142,56
Lámpara	B/E	120	4	22	12	1056	1,056	23,232	278,784
<b>Total</b>				<b>67</b>		<b>1596</b>	<b>1,596</b>	<b>35,112</b>	<b>421,344</b>

Equipos Eléctricos y Electrónicos. Sector: Pasillo

Equipos	Estado	Voltaje[V]	Cantidad	Potencia[W]	Hrs de uso diario	W/h	Energía[KWh]		
							Diario	Mensual	Anual
Lámpara	B/E	120	2	45	3	270	0,27	5,94	71,28
Equipo de Rayos X	B/E	220	1	3300	2	6600	6,6	145,2	1742,4
camilla de rayo X	B/E	220	1	1775	1	1775	1,775	39,05	468,6
Bukin	B/E	120	1	600	0,5	300	0,3	6,6	79,2
Ultrasonido Fijo	B/E	120	1	78,3	3	234,9	0,2349	5,1678	62,0136
Monitor	B/E	120	1	57	3	171	0,171	3,762	45,144
Impresora	B/E	120	1	7,2	0,5	3,6	0,0036	0,0792	0,9504
CPU	B/E	120	1	70,6	3	211,8	0,2118	4,6596	55,9152
Ultrasonido Móvil	B/E	120	1	240	2	480	0,48	10,56	126,72
Monitor	B/E	120	1	48,7	2	97,4	0,0974	2,1428	25,7136
CPU	B/E	120	1	10,3	2	20,6	0,0206	0,4532	5,4384
Aire Acondicionado	B/E	220	1	1200	3,5	4200	4,2	92,4	1108,8
						0	0	0	0
<b>Total</b>				<b>7432,1</b>		<b>14364</b>	<b>14,3643</b>	<b>316,0146</b>	<b>3792,18</b>

Equipos Eléctricos y Electrónicos. Sector: Rayo X

Equipos	Estado	Voltaje[V]	Cantidad	Potencia[W]	Hrs de uso diario	W/h	Energía[KWh]		
							Diario	Mensual	Anual
Lámpara	B/E	120	3	45	20	2700	2,7	59,4	712,8
Televisor	B/E	120	1	76	0,33	25,08	0,02508	0,55176	6,62112
Monitor	B/E	220	1	1760	0,33	580,8	0,5808	12,7776	153,331
Electro Cauterio	B/E	220	1	330	6	1980	1,98	43,56	522,72
Lámpara Cie lítica	B/E	220	1	150	6	900	0,9	19,8	237,6
Maquina Anestésica	B/E	220	1	2640	6	15840	15,84	348,48	4181,76
Aire Acondicionado	B/E	220	1	1850	6,5	12025	12,025	264,55	3174,6
<b>Total</b>				<b>6851</b>		<b>34051</b>	<b>34,0509</b>	<b>749,1194</b>	<b>8989,43</b>

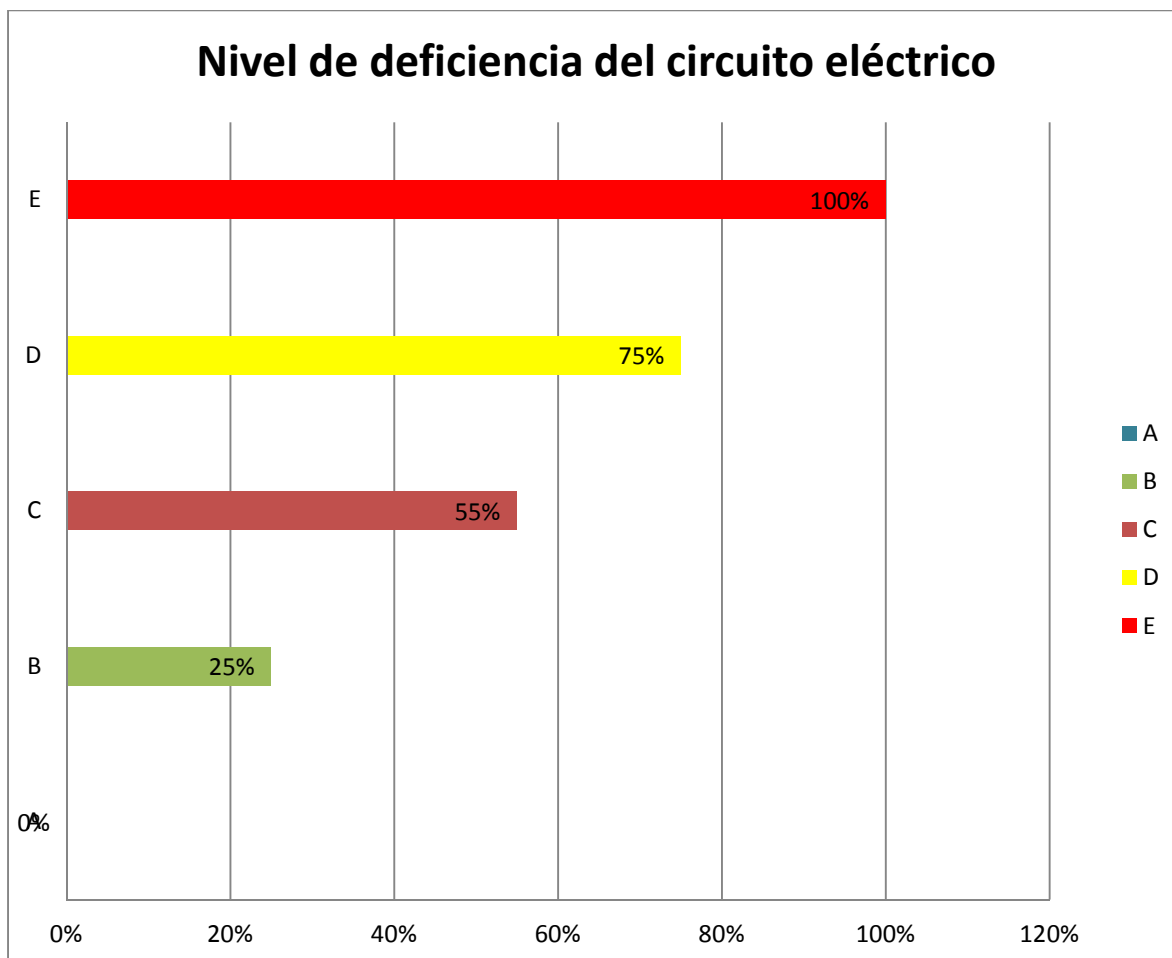
Equipos Eléctricos y Electrónicos. Sector: Quirófano



## Anexo N° 4 Formato de evaluación del sistema eléctrico.

Guía de evaluación de sistema eléctrico instalado								
Aspectos	Evaluación Criterios eléctricos							
	Ítem	Tipos/ sistemas	Existencia		Condición de la instalación			Observaciones
			Si	No	B	R	D	
<b>I.</b>	1	<b>Acometida de mediana tensión</b>	x		x			Buen estado.
	2	<b>Plano eléctrico de diseño del edificio</b>		x				No existe plano eléctrico.
	3	<b>Panel eléctrico general de alimentación</b>	x			x		Mas demanda de energía, se disparan los disyuntores.
	3.1	Nomenclatura y definición del circuito en el panel	x			x		Existe pero debido al mantenimiento de pintura borraron parte de la misma.
	3.2	Capacidad de los disyuntores	x			x		La capacidad de interrupción no es acorde a la demanda actual.
	3.3	Calentamiento del panel	x				x	Debido a la capacidad de los conductores el panel se recalienta.
	3.4	Polarización y puesta a tierra del panel	x		x			Del panel existe
	3.5	Balance por fase en el Panel eléctrico	x		x			Dos fases de 110v
	4	<b>Tomas corrientes alimentación</b>	x		x			Para los equipos 220v en buena condición, pero el 110v sin conexión a polo tierra.
	4.1	Instalación de toma corriente	x			x		No cumple las normas
	5	<b>Certificación de por parte del cuerpo de bomberos</b>	x					Esta sin revisión por parte de los bomberos
				x				
<b>II.</b>	1	<b>Sistema de iluminación</b>						Verificación física
	1.1	Uniformidad en el tipo de lámparas de iluminación		x			x	Verificación física, correcta por áreas
	1.2	Uniformidad según potencia de lámparas de iluminación		x		x		Verificación física, no cumple porque existen lámparas de diferentes potencias
	2	<b>Criterio de iluminación según norma para el diseño eléctrico para diferentes espacios</b>		x				Verificar según norma eléctrica (Cantidad de luxes, lúmenes, candelas) no cumple.
<b>III.</b>	1	<b>Planificación del mantenimiento del sistema eléctrico</b>						
	1.1	Tipo de Mantenimiento:						
	1,1,1	Predictivo		x				
	1,1,2	Preventivo		x				
	1,1,3	Correctivo	x				x	Mantenimiento en caso de urgente necesidad de algún equipo eléctrico.
<b>Recomendaciones:</b>								

**Anexo N° 5** Tabla Evaluativa del estado de electrificación del edificio.



Regla para la medición de eficiencia del circuito electrico

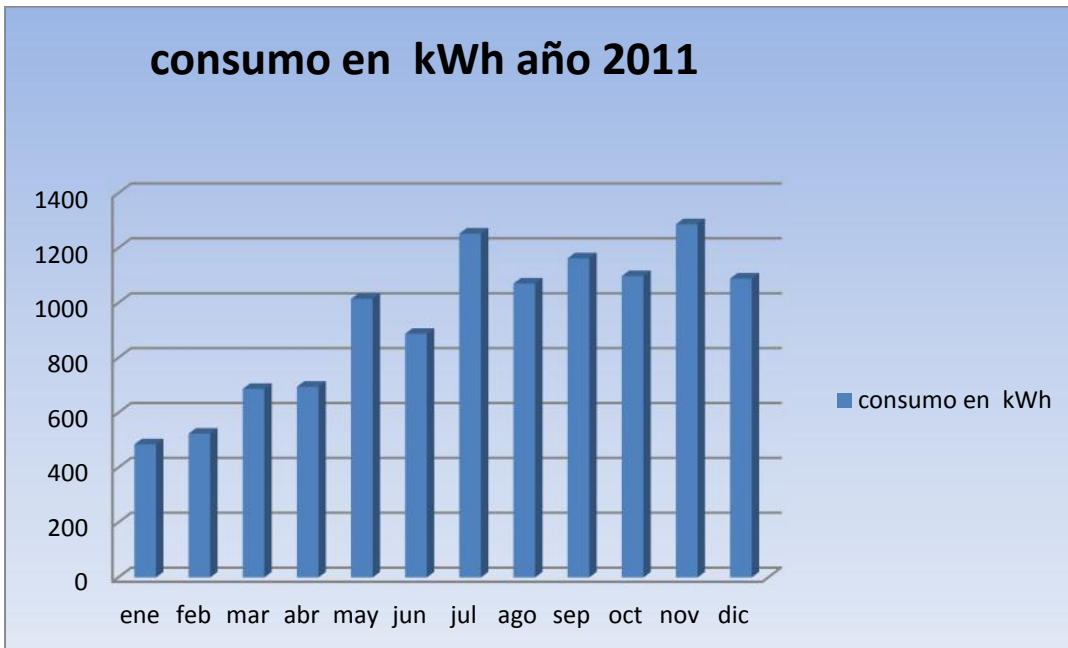
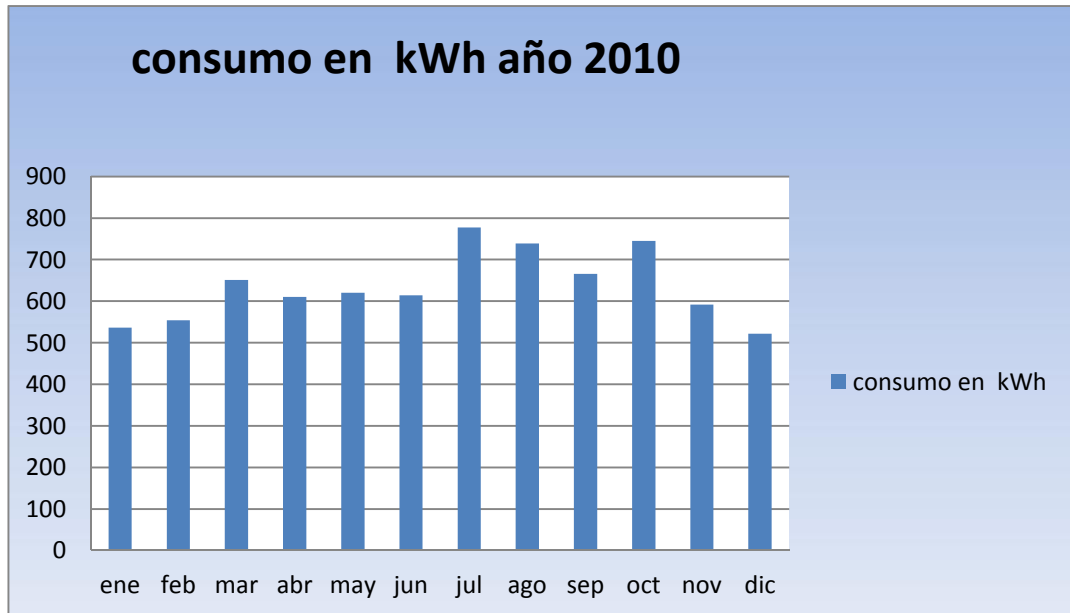
## Anexo N° 6 Consumo histórico del funcionamiento energético del hospital.

### INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ENERGÍA ENTE REGULADOR

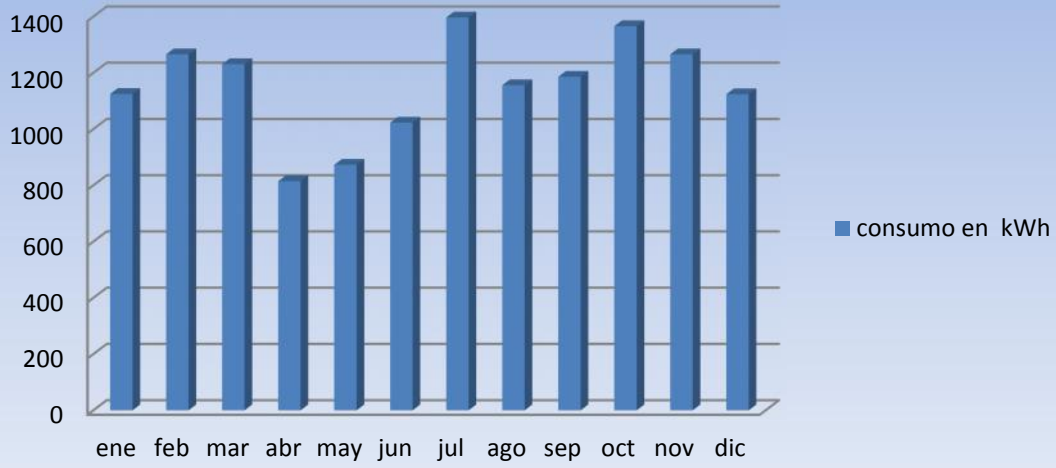
TARIFAS ACTUALIZADAS A ENTRAR EN VIGENCIA EL 15 DE ABRIL DE 2013  
AUTORIZADAS PARA LAS DISTRIBUIDORAS DISNORTE Y DISSUR

BAJA TENSION (120,240 y 480 V)					
TIPO DE TARIFA	APLICACIÓN	TARIFA		CARGO POR	
		CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENERGÍA (C\$/kWh)	POTENCIA (C\$/kW-mes)
RESIDENCIAL	Exclusivo para uso de casas de habitación urbanas y rurales	T-0	Primeros 25 kWh	2.3563	
			Siguientes 25 kWh	5.0763	
			Siguientes 50 kWh	5.3166	
			Siguientes 50 kWh	7.0265	
			Siguientes 350 kWh	6.5535	
			Siguientes 500 kWh	10.4091	
			Adicionales a 1000 kWh	11.6673	
GENERAL MENOR	Carga contratada hasta 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas, Centros de Salud, Centros de Recreación, etc.)	T-1	TARIFA MONOMIA		
			0-150 kWh	4.4140	
		T-1A	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh	4.9942	
	kW de Demanda Máxima		595.0814		
GENERAL MAYOR	Carga contratada mayor de 25 kW para uso general (Establecimientos Comerciales, Oficinas Públicas y Privadas, Centros de Salud, Hospitales, etc.).	T-2	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh	5.0522	
	kW de Demanda Máxima		602.2111		
INDUSTRIAL MENOR	Carga contratada hasta 25 kW para uso industrial (Talleres, Fabricas, etc).	T-3	TARIFA MONOMIA		
			Todos los kWh	6.0173	
		T-3A	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh	4.2443	
	kW de Demanda Máxima		565.3210		
INDUSTRIAL MEDIANA	Carga contratada mayor de 25 kW y hasta 200 kW para uso industrial (Talleres, Fábricas, etc.)	T-4	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh	4.6281	
	kW de Demanda Máxima		551.6900		
INDUSTRIAL MAYOR	Carga contratada mayor de 200 kW para uso Industrial (Talleres, Fábricas, etc)	T-5	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh	4.7269	
	kW de Demanda Máxima		520.6663		
IRRIGACION	Para irrigación de campos agrícolas	T-6	TARIFA MONOMIA		
			Todos los kWh	5.1691	
		T-6A	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh	3.7949	
			kW de Demanda Máxima		440.8782
		T-6B	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Verano Punta	4.9631	
			Invierno Punta	4.8018	
			Verano Fuera de Punta	3.6726	
			Invierno Fuera de Punta	3.6166	
Verano Punta			834.5653		
Invierno Punta			521.2601		
Verano Fuera de Punta			0.0000		
Invierno Fuera de Punta		0.0000			

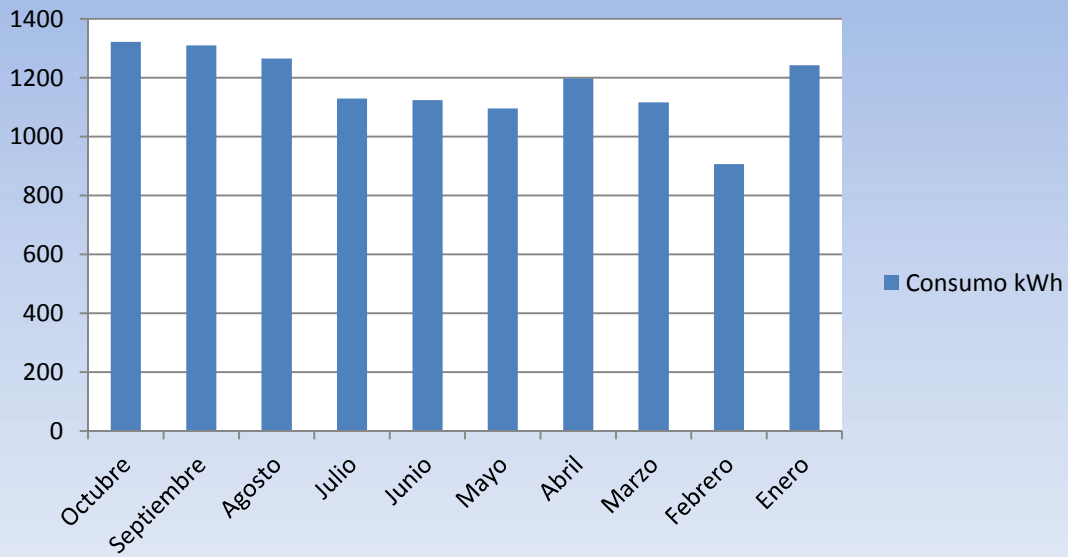
**Anexo N° 7 Registro de facturación 2010 – 2013**



### consumo en kWh año 2012



### Meses año 2013



## Anexo N° 8 Propuesta del sistema:

### Calculo de sustitución de luminarias

#### Datos iniciales

33 lámparas de 40

10 horas de promedio de uso

Consumo 20% de lámpara de 32 Watt

#### Ahorro en vatios por luminarias

$33 \times 40 = 1320$  Watt

$1320 \times 0.2 = 264 / 33 = 8$  Watt

#### Ahorro en Kw

$33 \text{ lamp} \times 8 \text{ Watt} = 264 \text{ Watt} / 1000 = 0.264$  Kw

#### Ahorro energía por año

$0.264 \text{ Kw} \times 10 \text{ hrs} \times 365 \text{ dias} = 964 \text{ kWh}$

#### Ahorro en dinero por año debido a que el costo del kWh es de C\$7

$964 \text{ kWh} \times 7 = 6748$

#### Costo total por remplazo por lámpara

$(33 \times 21 \times 3650 / 20000) - (33 \times 36 \times 3650 / 20000)$

126.47 - 216.81

**-90.34 significa ahorro**

Código	Descripción	vida útil	Lúmenes	
			iniciales	Finales
FT40T12	Lámpara Fluorescente de 40 W y 1,5" de diámetro	20000	2550	2240
FT40T32	Lámpara Fluorescente de 32 W y 1" de diámetro	20000-24000	2850	2565

<b>Datos Técnicos</b>		
No de lámpara FT40T12	33	Unidades
No de lámpara F32T8	33	Unidades
Costo unitario FT40T12 [C\$]	21	C\$
Costo unitario FT32T8 [C\$]	36	C\$
Vida promedio Ft40T12[h]	2000	Horas
Vida promedio FT32T8[h]	2000	Horas
Potencia FT40T12	40	W
Potencia FT32T8	32	W
Costo <sup>(a)</sup> del kWh [C\$]	7	C\$
Horas anuales de operación	3650	Horas/años
<b>Cálculos de operación</b>		
Ahorro anual de energía [kWh]	964	kWh
Ahorro anual de costo de energía[C\$]	6748	C\$
Ahorro por remplazo de lámpara/año [C\$/año]	-90.34	

Fuente: Propia

#### Consumo 120v

Sector	Cantidad	Potencia	Hora de uso	W/h
Administración	1	40	2	80
Recepción	3	40	3	360
Hospitalización	9	40	5	1800
Vestidor Medico	2	40	12	960
Cocina	1	40	3	120
Esterilizador	1	40	5	200
Observación	1	40	11	440
Emergencia	4	40	12	1920
Pasillo	2	40	8	640

Laboratorio	2	40	20	1600
Farmacia	1	40	20	800
Consultorio 1 y 2	2	40	20	1600
Rayo x	2	40	3	240
Quirófano	3	40	20	2400
<b>Total</b>	<b>34</b>			<b>13160</b>
<b>Total kWh</b>				<b>13.16</b>

### Consumo a 12v

Sector	Cantidad	Potencia	Hora de uso	W/h
Administración	1	11	2	22
Recepción	3	11	3	99
Hospitalización	9	11	5	495
Vestidor Medico	2	11	12	264
Cocina	1	11	3	33
Esterilizador	1	11	5	55
Observación	1	11	11	121
Emergencia	4	11	12	528
Pasillo	2	11	8	176
Laboratorio	2	11	20	440
Farmacia	1	11	20	220
Consultorio 1 y 2	2	11	20	440
Rayo x	2	11	3	66
Quirófano	3	11	20	660
<b>Total</b>	<b>31</b>			<b>3619</b>
<b>Total kWh</b>				<b>3.619</b>



### Potencia del arreglo de los paneles

Para conocer la potencia del arreglo fotovoltaico se utiliza la ecuación.

$$P_{gen}(W) = f \cdot \frac{E_{tot}(Wh)}{\lambda t_{sol}(h)}$$

Factor de corrección= 1.2

### Tamaño del arreglo.

Utilizamos el mes más desfavorable en este caso noviembre que es 4.58 kWh/m<sup>2</sup>.dia

$$P_{gen} = \frac{1.2 * 3619Wh}{4.58h} = 948.20W$$

Calculo para conocer el número de paneles que tendrán una potencia de 200 W.

$$P_{gen} = \frac{948.20W}{200W} = 5 \text{ paneles}$$

Se escogieron paneles de 200 Wp, para colocar menos de paneles sobre el tejado.

### Capacidad del acumulador.

Para este cálculo se utiliza la ecuación

La potencia de la batería es igual a la multiplicación del V de la batería \* I de la batería

$$12V * 200A = 2400W$$

$$E_{bat}(Wh) = \frac{E_{tot}(Wh/dia) \cdot \tau(dia)}{\delta_p}$$

$$E_{bat} = \frac{948.20Wh * 3}{0.8} = 13571.25Wh$$

$$N^{\circ}de baterias = \frac{E_{bat}}{P_{bat}}$$

$$N^{\circ}de baterias = \frac{135/1.25Wh}{2400W} = 6$$

### Sistema de regulación de carga

Para calcular este sistema se utilizará la ecuación número 3 esto es para saber la intensidad que tiene que soportar el regulador de carga en el arreglo FV.

$$I_{max} = \frac{P}{V}$$

P= potencia de los paneles

V= voltaje del arreglo FV

I<sub>max</sub>= intensidad máxima

$$I_{max} = \frac{1000W}{12V} = 83A$$

EN LA SIGUIENTE TABLA, SE PRESENTA EL ESTADO DE INVERSIÓN Y RETORNO: FLUJO ECONOMICO DEL PROYECTO

CONCEPTO	PERÍODO EN AÑOS					TOTAL
	2013	2014	2015	2016	2017	\$
<b>INGRESOS</b>						
Ahorro anual	1379.15	1517.06	1654.97	1792.88	1930.79	<b>8274.78</b>
Total de Ingresos del Proyecto	137.91	1517.06	1654.97	1792.88	1930.79	
<b>EGRESOS</b>						
Instalación de sistema fotovoltaico	6186.19	0	0	0	0	
Total de Egresos del Proyecto	6186.19	0	0	0	0	<b>6186.19</b>
Utilidad Bruta						
Impuesto (IR 30%)						
Utilidad después de impuesto						
<b>FLUJO DEL PROYECTO</b>	<b>4807.04</b>	<b>1517.06</b>	<b>1654.97</b>	<b>1792.88</b>	<b>1930.79</b>	<b>11702.74</b>

Fuente propia

Para efectuar estos cálculos se toma el consumo, del sistema de iluminación del hospital adventista que es de 13.6 kW/d, asumiendo que el costo por kW para hospitales según pliego tarifario de INE, sea de C\$ 7.00, el costo total será de \$ 1379.15 dólares americanos al año, para los años siguientes se asume un aumento del costo de la energía eléctrica de 10%.

Evaluación de sistemas de energía renovable en el edificio (costos beneficio VAN/TIR) del sistema de iluminación. (Espinoza, 2012)

El valor actual neto (V.A.N)

VAN (12%)

$$VAN = -I + \frac{FN1}{1+i} + \frac{FN2}{1+i^2} + \frac{FN3}{1+i^3} + \frac{FN4}{1+i^4}$$

I=Inversión

FN=Fondo neto

$i$  =Interés

$$VAN = (-4807.04) + 1517 \cdot \frac{06}{1 + 0.12} + 1654 \cdot \frac{97}{1 + 0.12^2} + 1792 \cdot \frac{8}{1 + 0.12^3} + 1930 \cdot \frac{79}{1 + 0.12^4}$$

$$VAN = (-4807.04) + 1517 \cdot \frac{06}{1} \cdot 12 + 1654 \cdot \frac{97}{1} \cdot 2544 + 1792 \cdot \frac{8}{1} \cdot 4049 + 1930 \cdot \frac{79}{1} \cdot 5735$$

$$VAN = (-4807.04) + 1354.51 + 1319.33 + 1276.10 + 1270.06$$

$$VAN = (-4807.04) + 5520$$

$$VAN = 712.96$$

VAN (15%)

$$VAN = -I + \frac{FN1}{1+i} + \frac{FN2}{1+i^2} + \frac{FN3}{1+i^3} + \frac{FN4}{1+i^4}$$

$$VAN = (-4807.04) + 1517 \cdot \frac{06}{1 + 0.15} + 1654 \cdot \frac{97}{1 + 0.15^2} + 1792 \cdot \frac{8}{1 + 0.15^3} + 1930 \cdot \frac{79}{1 + 0.15^4}$$

$$VAN = (-4807.04) + 1517 \cdot \frac{06}{1} \cdot 15 + 1654 \cdot \frac{97}{1} \cdot 3225 + 1792 \cdot \frac{8}{1} \cdot 5208 + 1930 \cdot \frac{79}{1} \cdot 7490$$

$$VAN = (-4807.04) + 1319.18 + 1251.39 + 1178.85 + 1103.93$$

$$VAN = (-4807.04) + 4853.35$$

$$VAN = 46.31$$

### VAN (16%)

$$VAN = -I + \frac{FN1}{1+i} + \frac{FN2}{1+i^2} + \frac{FN3}{1+i^3} + \frac{FN4}{1+i^4}$$

$$VAN = (-4807.04) + 1517 \cdot \frac{06}{1+0.16} + 1654 \cdot \frac{97}{1+0.16^2} + 1792 \cdot \frac{8}{1+0.16^3} + 1930 \cdot \frac{79}{1+0.16^4}$$

$$VAN = (-4807.04) + 1517 \cdot \frac{06}{1} \cdot 16 + 1654 \cdot \frac{97}{1} \cdot 3456 + 1792 \cdot \frac{8}{1} \cdot 5608 + 1930 \cdot \frac{79}{1} \cdot 8106$$

$$VAN = (-4807.04) + 1307.81 + 1229.91 + 1148.64 + 1066.38$$

$$VAN = (-4807.04) + 4752.74$$

$$VAN = -54.3$$

### **Análisis general del VAN**

El valor actual neto (VAN) también denominado valor presente neto (VPN), en un proyecto de inversión, no es otra cosa que su valor medido en dinero de hoy, o el equivalente en moneda actual, de todos los ingresos presentes y futuros, restados de los egresos presentes y futuros, que genera el proyecto. Es por esta razón que el cálculo del VAN es de gran importancia en este tipo de propuestas ya que facilita datos. Se dice que si el VAN es mayor que cero el proyecto es rentable, si el VAN es igual a cero significa que existe incertidumbre e indiferencia respecto a la rentabilidad del proyecto y si el VAN es menor que cero definitivamente el proyecto no es rentable. (Espinoza, 2012)

### **TIR**

$$TIR = i1 + \frac{(i2 - i1)VAN1}{VAN1 + VAN2}$$

$$\text{TIR} = 0.15 + (0.16 - 0.15)46 \cdot \frac{31}{46.31 + 54.3}$$

$$\text{TIR} = 0.15 + (0.16 - 0.15)46 \cdot \frac{31}{100} \cdot 61$$

$$\text{TIR} = 0.15 + (0.16 - 0.15)|0.46|$$

$$\text{TIR} = 0.1546$$

### Análisis TIR

Conocida como tasa de rentabilidad financiera y representa aquella tasa porcentual que reduce a cero el valor actual neto del proyecto. Esta tasa sirve como base en la determinación del interés que ganara la inversión. De igualmente hacer mención que este cálculo a igual que el VAN es de gran importancia ya que hace mención y sobre todo la representación porcentual y sobre todo porque reduce a cero el valor actual del proyecto. (Espinoza, 2012)

### Relación beneficio costo

$$\text{Rb/c} = \frac{\text{FN1}}{(1+i)} + \frac{\text{FN2}}{(1+i)^2} + \frac{\text{FN3}}{(1+i)^3} + \frac{\text{FN4}}{(1+i)^4}$$

$$\text{Rb/c} = 1517 \cdot \frac{06}{1} \cdot 12 + 1654 \cdot \frac{97}{1} \cdot 2544 + 1792 \cdot \frac{8}{1} \cdot 4049 + 1930 \cdot \frac{79}{1} \cdot 5739$$

$$\text{Rb/c} = \frac{1354.51 + 1319.33 + 1276.10 + 1226.75}{4807} \cdot 01$$

$$Rb/c = 5176 \cdot \frac{69}{1807} \cdot 04$$

$$Rb/c = 1.07$$

### **Análisis de relación beneficio costo**

La relación beneficio costo muestra la cantidad de dinero actualizado que recibirá el proyecto por cada unidad monetaria invertida. Se determina dividiendo los ingresos brutos actualizados (beneficios), entre los costos actualizados. Este indicador mide la relación que existe entre los ingresos de un proyecto y los costos incurridos a lo largo de su vida útil incluyendo la inversión.

### **Recuperación de la inversión total:**

$$RI = \frac{IT}{FNP}$$

$$RI = 6186 \cdot \frac{19}{6895.90/4}$$

$$RI = 6186 \cdot \frac{19}{1723} \cdot 90$$

$$RI = 3.5$$

La recuperación de la inversión total, nos muestra que es corto en un periodo de 3.5 años, lo cual es rentable tomando en cuenta que los sistemas solares fotovoltaicos tienen una vida útil de 25 años.

## Presupuesto del sistema solar fotovoltaico.

Ítem	Descripción	U/M	Cantidad	Costo Unitario \$	Costo Total \$
1	Modulo solares de 200 W Komaes	Und	5	500	2500
2	Batería de 200 Ah seca, Mastersafe	Und	6	330	1980
3	Protoduro condulac 2*10	Mt	250	1,8	450
4	Regulador Morningstar 85 Ah	Und	1	300	300
6	Luminarias tecnosol 11 W 12 V	Und	33	5,76	190,08
7	Wirenoc	Und	220	0,1	22
8	Cable Nº 8	Mt	30	1,8	54
9	Varilla de polo a tierra	Und	1	5	5
10	Kit de estructura	Und	1	7,29	7,29
11	Bs1Jumpers	Und	10	11	110
12	Cable Nº6	Mt	20	1,9	38,4
13	Apagadores ticino	Und	10	2,02	20,2
14	Cajas U.L 4*4	Und	80	0,9	76,9
15	Conectores romex	Und	320	0,27	88,8
16	Bridas EMT ½	Und	240	0,05	12,8
17	Golosos ½	Docena	500	0,01	6,41
18	Caja de breaker CH 6 circuitos	Und	1	45,7	45,7
19	Breakers 40 A CH	Und	2	8,11	16,23
20	Cajas de 2*4	Und	10	0,85	8,54
21	Tubos conduit ½	Und	10	0,64	6,41
22	Conector conduit	Und	10	0,12	1,28
23	Tapas siegas 4*4	Und	80	0,57	46,15
<b>Sub-Total</b>					<b>5986.19</b>
	<b>Mano de obra</b>			<b>200</b>	<b>200</b>
	<b>Gran total</b>				<b>6186.19</b>



