

**Diseño de una Estrategia para la Revisión Energética de la Clínica  
Nuestra Señora del Rosario, Cali, Colombia**

**LUCY FERNANDA MILLÁN CASTAÑO**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA  
SANTIAGO DE CALI  
2013**

**Diseño de una Estrategia para la Revisión Energética de la Clínica  
Nuestra Señora del Rosario, Cali, Colombia**

**LUCY FERNANDA MILLÁN CASTAÑO**

**Pasantía Institucional para optar por el título de  
Ingeniero Biomédico**

**Director  
YURI ULIANOV LOPÉZ  
Ingeniero Electricista  
Energías Renovables y Eficiencia Energética**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA  
SANTIAGO DE CALI  
2013**

**Nota de aceptación:**

**Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniero Biomédico**

**FABIOLA OBANDO**

---

**Jurado**

**YURI ULIANOV LOPÉZ**

---

**Director**

**Santiago de Cali, 2 de Agosto de 2013**

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero que todo gracias a Dios, quien con su perfecta voluntad me puso donde estoy hoy en día, gracias a mis padres por su paciencia, a mi tía Deisy Castaño por su apoyo, a mi familia por estar siempre pendiente, a mi directora de programa Paola Neuta y al Ing. José Ricardo Díaz por esta grata oportunidad, a mi director de trabajo de grado y amigo Yuri Ulianov López por creer en mi propuesta, a cada uno de los profesores que con los brazos abiertos atendieron cada una de mis dudas Fabiola Obando, Cesar Marino Rojas, Ernesto Rodríguez Denis y Ing. Velandia , a mis compañeros de la Clínica Nuestra Señora del Rosario Tec. Olguer Serna, Ing. Esneider Rodríguez y Ing. Ana María Sánchez gracias por estar dispuestos a colaborar siempre, por enseñarme, y por acogerme de esa manera tan amena, sin ustedes no habría sido igual, a la Ing. Sandra Suarez y al Departamento de mantenimiento por cada minuto de su tiempo, gracias también a cada uno de mis amigos(as) por sus palabras de ánimo y también a quienes más que comprender la importancia de esto en mi vida, estuvieron siempre al pie del cañón conmigo a Martha Fajardo, Paulehet Castillo y David Quintero.

Le dedico este proyecto a mi abuelo Gilberto Millán Triana, quien sé que desde el cielo me apoyo y me acompaño en cada proceso por el que tuve que pasar para poder llevarlo a cabo, para el con todo mi corazón.

## CONTENIDO

	PÁG
GLOSARIO	13
RESUMEN	15
INTRODUCCIÓN	16
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
2. JUSTIFICACIÓN	19
3. OBJETIVOS	20
3.1 OBJETIVO GENERAL	20
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	20
4. MARCO DE REFERENCIA	21
4.1 MARCO TEORICO	21
4.2 PRINCIPALES SERVICIOS ENERGETICOS	24
4.2.1 Luminarias	24
4.2.1.1 Lámpara fluorescente	24
4.2.1.2 Lámpara LED	24
4.2.2 Aire acondicionado	25
4.2.3 Esterilización	27
4.2.3.1 Hanshin Medical hs 5020	27
4.2.3.2 Sturdy SA600A	28
4.2.4 Planta de emergencia	30
5. METODOLOGIA	32
5.1 METODOLOGIA PARA LUMINARIAS	33
5.1.1 Guía para la revisión energética de luminarias	33
5.1.1.1 Paso 2 “Realizar un inventario en cada una de las áreas de la clínica”	34
5.1.1.2 Paso 3 “ Clasificación de los tipos de luminaria”	35
5.1.1.3 Paso 4 “Determinar las horas de trabajo en cada una de las áreas”	36
5.1.1.4 Paso 5 “Determinar el número de luminarias por área”	36
5.1.1.5 Paso 6 “ Solicitar el historial de consumo de la clínica al encargado” y Paso 7 “Determinar el promedio de la tarifa por, unidad, por parte de Emcali”	37
5.1.1.6 Paso 8 “Calcular el consumo kWh al año teniendo en cuenta las horas de uso para cada uno de los tipos de luminaria, para determinar el desempeño energético”	37
5.1.1.7 Paso 9 “Calcular el consumo al año en pesos, teniendo en cuenta el promedio de la tarifa por unidad”.	41

5.1.1.8 Paso 10 “Identificación de posibles mejoras de ahorro para las luminarias”.	41
5.2 AIRE ACONDICIONADO	41
5.2.1 Guía para la revisión energética de aire acondicionado	42
5.2.1.1 Aplicación de los pasos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 de la guía para la revisión energética de aires acondicionados	49
5.3 SISTEMA (VAPOR) AUTOCLAVE	49
5.3.1 Guía para la revisión energética de autoclave	49
5.3.1.1 Paso 2 “Identificación de las marcas y los modelos de los autoclave con los que cuenta la clínica” Paso 3 “Solicitar los datos de placa de cada uno de los equipos”	49
5.3.1.2 Paso 4 “solicitar el historial de consumo de la clínica, de al menos 6 meses” Paso 5 “fijar el promedio de tarifa en pesos, del costo kWh establecido por Emcali”	50
5.3.1.3 Paso 6 “Precisar las horas de trabajo de cada uno de los equipos”	50
5.3.1.4 Paso 7 “Realizar los cálculos de kWh al año teniendo en cuenta la potencia de cada equipo y las horas de trabajo” Paso 7 “Determinar el consumo \$/año teniendo en cuenta el promedio de la tarifa”	52
5.4 PLANTA DE EMERGENCIA	52
5.4.1 Guía para la revisión energética de una planta de emergencia	53
5.4.1.1 Paso 2 “Clasificar la planta dependiendo del tipo de combustible automático, semiautomático o manual, y del tipo de motor que usa para su funcionamiento”	53
5.4.1.2 Paso 3 “Identificar las partes que la componen”	53
5.4.1.3 Paso 4 “Proponer algunas mejoras de ahorro en cuanto al cambio de tecnología o a un plan de mantenimiento detallado”	
6. RESULTADOS	54
6.1 RESULTADOS LUMINARIAS	54
6.1.2 Cálculos para luminarias LED	54
6.1.3 Recomendaciones para la compañía de ahorro de energía en la clínica Nuestra Señora del rosario	58
6.2 RESULTADOS AIRE ACONDICIONADO	59
6.4 RESULTADOS AUTOCLAVE	64
6.4 RESULTADOS PLANTA DE EMERGENCIA	64
6.5COMPARACION DE LA METODOLOGIA DE REVISION CON LA METODOLOGIA PROPUESTA DESDE LA ING. CLINICA	65
7. CONCLUSIONES	67
BIBLIOGRAFIA	69
ANEXOS	73

## LISTA DE CUADROS

	PÁG
<b>Cuadro 1. Características Lámparas fluorescentes</b>	<b>23</b>
<b>Cuadro 2. Ventajas y desventajas de las lámparas fluorescentes y lámpara led.</b>	<b>24</b>
<b>Cuadro 3. Inventario de Luminarias Clínica nuestra señora del rosario.</b>	<b>33</b>
<b>Cuadro 4. Tipos de luminaria.</b>	<b>34</b>
<b>Cuadro 5. Determinación de horarios y de horas al año.</b>	<b>34</b>
<b>Cuadro 6. Clasificación de numero de iluminaria por las horas de uso.</b>	<b>35</b>
<b>Cuadro 7. Calculo de consumo en kWh como en pesos para la luminaria tipo 32WT8D.</b>	<b>37</b>
<b>Cuadro 8. Calculo de consumo en kWh como en pesos para la luminaria tipo 17WT8S.</b>	<b>37</b>
<b>Cuadro 9. Calculo de consumo en kWh como en pesos para la luminaria tipo 17WT8D.</b>	<b>38</b>
<b>Cuadro 10. Calculo de consumo en kWh como en pesos para la luminaria tipo 17WT8x4.</b>	<b>38</b>
<b>Cuadro 11. Calculo de consumo en kWh como en pesos para la luminaria tipo 20Wspiralx2.</b>	<b>39</b>
<b>Cuadro 12. Calculo de consumo en kWh como en pesos para la luminaria tipo 20Wspiralx1.</b>	<b>39</b>
<b>Cuadro 14. Consumo aire acondicionado anualmente.</b>	<b>42</b>
<b>Cuadro 15. Consumo de autoclaves anualmente.</b>	<b>49</b>
<b>Cuadro 16. Calculo kWh al año y en pesos, para todas las luminarias de la clínica.</b>	<b>53</b>
<b>Cuadro 17. Calculo de consumo según las horas de uso, tanto en kWh como en pesos para luminarias fluorescentes.</b>	<b>54</b>

<b>Cuadro 18. Calculo de consumo según las horas de uso, tanto en kWh como en pesos para luminarias LED.</b>	<b>54</b>
<b>Cuadro 19. Calculo de consumo según las horas de uso, tanto en kWh como en pesos.</b>	<b>55</b>
<b>Cuadro 20. Cálculo de consumo en kWh como en pesos, del total de luminarias de la Clínica Nuestra Señora del Rosario.</b>	<b>55</b>
<b>Cuadro 21. Cantidad de lúmenes medidos con luxómetro.</b>	<b>57</b>
<b>Cuadro 22. Cuadro comparativo entre la metodología NTC-ISO 50 001 y la metodología propuesta.</b>	<b>64</b>



## LISTA DE FIGURAS

	PÁG
<b>Figura 1. Aire acondicionado tipo Split Fan Coil expansión directa York.</b>	<b>25</b>
<b>Figura 2. Autoclave Hanshin medical hs-5020</b>	<b>27</b>
<b>Figura 3. Autoclave Sturdy sA600A</b>	<b>28</b>
<b>Figura 4. Metodología del proyecto</b>	<b>31</b>
<b>Figura 5. Porcentaje de consumo en (\$) Clínica Nuestra Señora del Rosario</b>	<b>50</b>

## LISTA DE ANEXOS

	PÁG
Anexo A. Consumo Energía Clínica nuestra Señora del Rosario.	70
Anexo B. Cálculos kWh al año y \$/año de luminarias LED.	71

## SIMBOLOGIA

	<b>NOMBRE</b>	<b>SIMBOLO</b>
Diferencia de potencial eléctrico.	Volt	<b>V</b>
Flujo Luminoso	Lumen	<b>lm</b>
Potencia	Watt	<b>W</b>
Hora	Hora	<b>h</b>
Corriente	Ampere	<b>I</b>
Factor de potencia	Volt – ampere	<b>FP</b>

## GLOSARIO

**ANSI:** el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI, por sus siglas en inglés: American National Standards Institute) es una organización sin ánimo de lucro que supervisa el desarrollo de estándares para productos, servicios, procesos y sistemas en los Estados Unidos.

**EFECTO INVERNADERO:** se denomina efecto invernadero al fenómeno por el cual determinados gases, que son componentes de una atmósfera planetaria, retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar. Afecta a todos los cuerpos planetarios dotados de atmósfera. De acuerdo con el actual consenso científico, el efecto invernadero se está viendo acentuado en la Tierra por la emisión de ciertos gases, como el dióxido de carbono y el metano, debida a la actividad económica humana.

**EFICIENCIA ENERGETICA:** proporción u otra relación cuantitativa entre el resultado en términos de desempeño, de servicios, de bienes o de energía y la entrada de energía.

**EMISIONES:** salida o expulsión de algo hacia el exterior.

**ENERGÍA ALTERNATIVA:** aquellas fuentes de energía planteadas como alternativa a las tradicionales clásicas

**ESPORAS:** en biología designa una célula reproductora generalmente haploide y unicelular. La reproducción por esporas permite al mismo tiempo la dispersión y la supervivencia por largo tiempo (dormancia) en condiciones adversas. La espora produce un nuevo organismo al dividirse por mitosis sin fusión con otra célula, produciendo un gametofito pluricelular. La espora es un elemento importante en los ciclos vitales biológicos de plantas, hongos y algas.

**FILAMENTO:** es el hilo en espiral que genera luz por acción de la temperatura en las lámparas incandescentes

**HERMÉTICO:** que se cierra de modo que no permite pasar el aire ni los fluidos:

Que se cierra de modo que no permite pasar el aire ni los fluidos.

**INTERCAMBIADOR DE CALOR:** es un dispositivo diseñado para transferir calor entre dos medios, que estén separados por una barrera o que se encuentren en contacto

**LÚMENES:** (símbolo: lm) es la unidad del Sistema Internacional de Medidas para medir el flujo luminoso

**LUMINARIA:** son aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a los dispositivos generadores de luz (llamados a su vez lámparas, bombillas o focos).

**MICROORGANISMOS:** es un ser vivo que solo puede visualizarse con el microscopio

**ONUDI:** la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.

**PHVA:** es Una herramienta para la Mejora Continua para planificar - Hacer - Verificar - Actuar.

**PINZA VOLTIAMPERIMÉTRICA:** es un tipo especial de amperímetro que se encarga de medir indirectamente la corriente circulante por un conductor a partir del campo magnético o de los campos que dicha circulación de corriente que genera.

**ANALIZADOR DE REDES:** también puede ser llamado Medidor de Ganancia y Fase o Analizador de Redes Automático, es un instrumento capaz de analizar las propiedades de las redes eléctricas, especialmente aquellas propiedades asociadas con la reflexión y la transmisión de señales eléctricas

## RESUMEN

Teniendo en cuenta los ítems contenidos en la Norma NTC-ISO - 50 001 de Eficiencia energética, la cual maneja una metodología basada en un plan estratégico para mejorar la gestión de la energía en la industria, se puede destacar un ítem llamado "Revisión Energética" del cual en esta pasantía se tomó como base la metodología, teniendo en cuenta factores propios de la Clínica Nuestra Señora del Rosario y datos teóricos o de placa de los servicios energéticos como luminaria, aire acondicionado, autoclave y planta de emergencia, con los cuales se realizó un análisis y un diagnóstico energético, a fin de proponer estrategias de ahorro de energía en cada una de las áreas o equipos ya especificados, se desarrolló una metodología o guía detallada para la revisión energética de cada uno de aquellos servicios o potenciales de consumo de energía. Se obtuvo que aproximadamente el 50 % de la energía consumida por la clínica, está dada por parte de los equipos ya mencionados para el análisis energético, por lo cual la aplicación de la estrategia propuesta en este proyecto sería de gran impacto, en cuanto al consumo en kilowatts por hora y al ahorro de costos.

**Palabras claves:** Eficiencia, energía, costos, revisión, ahorro, consumo, guía, estrategia.

## INTRODUCCIÓN

Las instituciones hospitalarias, Clínicas, hospitales y centros de salud, se han identificado como edificios con un alto consumo de energía, no solamente porque se encuentran activos las 24 horas del día, los 365 días del año, sino también, por los requisitos especiales que implican, tales como equipamiento médico, la calidad del aire etc. Mientras los hospitales se equipen con nuevas tecnologías, tenderán a aumentar el consumo energético, reflejando un aumento significativo de los costos de funcionamiento, por lo cual la eficiencia energética se ha convertido en uno de los temas de preocupación a nivel mundial en los hospitales<sup>1 2</sup>. Todo lo anterior apunta a la reducción de costos sin perder calidad de servicios y contando con la mínima contaminación ambiental.

Más recientemente, a petición de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI), que reconoció la necesidad de una gestión eficaz para el ahorro de energía y aporte al medio ambiente, y con ayuda de diferentes comités expertos en normativas de 44 países diferentes, miembros del Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (ANSI), se publicó una normativa para cumplir con una adecuada eficiencia energética, la ISO 50001, presentada oficialmente el 17 de junio de 2011 en Ginebra Suiza.

La norma ISO 50001 maneja una metodología basada en Planificar (plan estratégico para mejorar la gestión de la energía), Hacer (implementar todo aquello propuesto en la planificación), Verificar (monitorear los resultados, para determinar un grado de cumplimiento) y Actuar (una revisión de los resultados para estimar mejoras oportunas), lo que se conoce en gestión como el ciclo PHVA.

Considerando lo anterior, y con ánimo de desarrollar la ingeniería clínica como rama de la Ingeniería Biomédica, se plantea este proyecto, que pretende básicamente la identificación del consumo de la energía energética.

---

<sup>1</sup> EANG Siew L, PRIYADARSINI RAJAGOPALAN, Building energy efficiency labeling programme in Singapore, Energy Policy, Volume 36, Issue 10, October 2008, Pages 3982-3992, ISSN 0301-4215.

<sup>2</sup> SALEM Alexandre, BORGHETTI Jeferson, TIOMNO Aurcio Energy consumption indicators and CHP technical potential in the Brazilian hospital sector, Energy Conversion and Management, Volume 45, Issues 13–14, August 2004, Pages 2075-2091, ISSN 0196-8904, 10.1016/j.enconman.2003.10.019.

## 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Teniendo en cuenta el aumento progresivo de habitantes en Colombia, que son aproximadamente 46 709 708 millones de habitantes con una tasa de crecimiento anual de población, de 2,05 %, debe preverse y reflejarse en el aumento de los pacientes en las diferentes clínicas de todo el país. Por ello, hospitales y clínicas deben encontrar un punto de equilibrio para que sus costos y sus servicios se mantengan, así continúe el aumento de pacientes. Las estrategias para un plan de gestión de eficiencia energética pueden provocar una disminución de costos, para mejorar las ganancias de la clínica e invertir en nuevas tecnologías, llevando al crecimiento tanto en tecnología, como en calidad de atención al paciente y ayuda al medio ambiente.<sup>3 4</sup>

Además, el conocido incremento de los índices de Dióxido de Carbono ( $CO_2$ ) afectando el calentamiento global, incentiva y crea una necesidad por implementar nuevos sistemas o estrategias para aumentar la eficiencia energética en las instituciones hospitalarias, como la implementación de la NTC- ISO 50001, que se enfoca en la identificación del consumo energético en los equipos, sistemas o procesos de una organización. Se define a las clínicas o entidades hospitalarias, como edificios de mayor consumo energético, reflejándose como principal característica de ello, el hecho de permanecer activos las 24 horas del día y los equipos especializados que demandan mayor consumo energético. La gestión energética integrada en todos los procesos de la organización es la estrategia de la norma para alcanzar un aumento en la productividad y una disminución en el impacto ambiental de la clínica.<sup>5 6 7</sup>

---

<sup>3</sup>Población Colombia ahora [en línea]. Colombia: Departamento Administrativo Nacional de Estadística,2013. [Consultado Septiembre 9 del 2012] Disponible en : [http://www.dane.gov.co/reloj/reloj\\_animado.php](http://www.dane.gov.co/reloj/reloj_animado.php)

<sup>4</sup>Perfil de salud País Colombia [En línea]. Colombia: PAHO. Panamerican Health Organization,2001. [Consultado Agosto 24 de 2012] Disponible en <http://www.paho.org/spanish/sha/prflcol.htm>.

<sup>5</sup> Ibid., p 3982-3992

<sup>6</sup> Perfil de Salud país Colombia. Op.Cit., Disponible en: [http://www.dane.gov.co/reloj/reloj\\_animado.php](http://www.dane.gov.co/reloj/reloj_animado.php)

<sup>7</sup> Corporación de Ecoeficiencia [En línea]: Bucaramanga: 2004. [Consultado Septiembre 14 de 2012] Disponible en: <http://www.corporacionecoeficiencia.com/index.php> revisada Septiembre 14 de 2012.



En este caso en particular, la Clínica Nuestra Señora del Rosario, está en proceso de acreditación, carece de estudios de eficiencia energética y para ello, requiere conocer estudios de impacto ambiental.

Durante esta pasantía se propone una revisión de los principales sistemas de consumo de energía, con el fin de conocer mejor sus procesos energéticos y el uso racional de energía, con lo que se espera el decremento en el consumo de energético. Por otra parte cabe resaltar la falta de especificidad de la norma, con respecto a clínicas o entidades hospitalarias, por lo cual es importante la definición de una estrategia para gestión de la eficiencia energética netamente desde el ámbito hospitalario. Lo anterior se realizará en función de la norma NTC-ISO 50001, con el fin de que a futuro, se pueda implementar fácilmente siguiendo las recomendaciones y estrategias sugeridas. Así, la clínica Nuestra Señora del Rosario podría iniciar su proceso, a futuro de ser certificada como hospital verde.

De lo anterior surge la pregunta problema del proyecto ¿Qué estrategias se deben generar para lograr que la institución se encamine hacia una producción sustentable energéticamente?

## 2. JUSTIFICACIÓN

No es de esperarse que las clínicas se centren en estrategias tales como reducción de empleados, disminución en el pago de empleados y dejar de ofrecer determinados servicios a los pacientes, pero algunas optan por esas opciones, por lo cual un ahorro de costos se pueden lograr con un plan de gestión de eficiencia energética, con lo que se puede lograr una inversión en nuevas tecnologías, infraestructura especializada, proyectos enfocados hacia los pacientes, etc.

Una estrategia de eficiencia energética debe integrar, tanto la norma aplicada a la infraestructura, como la capacitación del personal, de los visitantes y principalmente el beneficio del paciente; debe brindar productividad para que así los equipos operen menos tiempo sin dejar de brindar una buena calidad de atención al paciente, y ecológica reduciendo la emisión de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) contribuyendo a problemas tales como el calentamiento global.

La NTC-ISO 50001 especifica los requisitos que se deben tener en cuenta para que la clínica pueda desarrollar una política energética, y así mismo trazar unas metas, establecer objetivos y planes de acción. De igual manera, define el uso de la energía, servicios energéticos y la revisión energética. Este último proceso, es de sumo cuidado en centros hospitalarios y específico por el uso de la energía en éstos. La revisión requiere conocer el tipo de equipos hospitalarios, la gestión de su mantenimiento teniendo en cuenta la seguridad del paciente y el conocimiento del tipo de área a revisar.

Esta norma tiene como propósito permitirle a la clínica contar con un sistema de mejora continua en su desempeño energético, uso y consumo de energía, aire comprimido, vapor, calor entre otros. Así mismo, el uso eficiente de la energía refleja principalmente la reducción de costos, seguida a esta podemos encontrar una mejora en la calidad de atención al paciente, puesto que asegurar el suministro a nivel global o en áreas determinadas como la de cuidados intensivos, puede ser de gran significancia para el confort del paciente y optimización de la distribución. La eficiencia energética también se puede manifestar en la seguridad del trabajador, haciendo que los sistemas como el de vapor sean más seguros para el personal involucrado; también aporta a la disminución de mantenimiento, ya que si se instalan lámparas fluorescentes están requieren de menos reemplazo.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un procedimiento para la realización de *Revisiones energéticas*<sup>8</sup>, para la futura implementación de la norma NTC-ISO 50001 en la Clínica Nuestra Señora Del Rosario en Cali, Colombia.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el Uso de la energía de los principales Servicios energéticos<sup>9</sup> en la Clínica (planta de emergencia, el sistema de aire acondicionado y el sistema de (vapor) esterilización.
- Utilizar y comparar los criterios para realizar una Revisión Energética, desde la ingeniería clínica.
- Sistematizar la información que a futuro, necesitan los gestores energéticos o un comité de energía o equipo de gestión de la energía de la clínica y que les permita realizar una rápida revisión energética.

---

<sup>8</sup> NTC ISO 5001. Revisión energética. Determinación del desempeño energético de la organización basada en datos y otro tipo de información, orientada a la Identificación de oportunidades de mejora.

<sup>9</sup> Uso de la Energía y Servicios Energéticos. Definidos en la norma NTC-ISO 5001. Se refiere al uso, como la forma de aplicación de la energía de los servicios energéticos, por ejemplo ventilación, iluminación, calefacción etc.

## 4. MARCO DE REFERENCIA

### 4.1. MARCO TEÓRICO

Son diversos los estándares y normativas internacionales que incentivan la calidad en diversos sectores, industriales, comerciales y hospitalarios. Los sistemas de gestión de la calidad buscan el cumplimiento de las Normas ISO 9000, los sistemas de gestión ambiental deben cumplir las normas ISO 14000, los sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo, las Normas OHSAS 18001. La norma ISO14001 se ha encargado de brindar parámetros que permiten definir aspectos e impactos ambientales significativos para diferentes organizaciones y establecer programas de administración ambiental, definir políticas ambientales y concientizar al personal de la responsabilidad que se tiene con el medio ambiente<sup>10</sup>.

Desde los 80's se han desarrollado investigaciones que conducen a mejorar el uso racional y eficiente de la energía. Esto se nota claramente en una búsqueda refinada de información en bases de datos, que muestra que desde China, los investigadores analizaban las ventajas y desventajas de crear políticas claras que motivaran al ahorro de energía en países desarrollados, luego de la crisis energética que vivieran por su dependencia del petróleo en 1970<sup>11 12 13 14 15</sup>.

---

<sup>10</sup>FCV. Fundación Cardiovascular de Colombia. Disponible en: [http://www.fcv.org/ic/index.php?option=com\\_content&view=article&id=62&Itemid=66&lang=es](http://www.fcv.org/ic/index.php?option=com_content&view=article&id=62&Itemid=66&lang=es) revisado Septiembre 18 de 2012.

<sup>11</sup> SINTON Jonathan E, LEVINE Mark D, QINGY Wang, Energy efficiency in China: accomplishments and challenges, Energy Policy, Volume 26, Issue 11, September 1998, Pages 813-829

<sup>12</sup> TORRENS Ian M, Environmental effects of energy systems: The OECD COMPASS project, Environment International, Volume 10, Issues 5-6, 1984, Pages 419-429

<sup>13</sup> HIRST Eric, FULKERSON William, CARLSMITH Roger, WILBANKS Thomas, Improving energy efficiency The effectiveness of government action, Energy Policy, Volume 10, Issue 2, June 1982, Pages 131-14.

<sup>14</sup>AKBARI Hashem, WARREN Mashuri, DE ALMEIDA Anibal, CONNELL Deborah, HARRIS Jeffrey, Use of energy management systems for performance monitoring of industrial load-shaping measures, Energy, Volume 13, Issue 3, March 1988, Pages 253-263.

<sup>15</sup> CATANIA Peter, China's rural energy system and management, Applied Energy, Volume 64, Issues 1-4, 1 September 1999, Pages 229-240.

Entidades de gran renombre a nivel internacional están produciendo normativa recomendada para instalaciones eléctricas en centros hospitalarios que desarrollo el IEEE<sup>16</sup>.

En 2009, una norma europea en gestión de energía propuso incentivar el uso racional de la energía en todas las organizaciones y establecer sistemas y procesos necesarios para hacerlo posible ayudando así a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a través de una gestión sistemática de energía<sup>17</sup>.

Ya en 2011, nace la ISO 50 001 como resultado del trabajo conjunto de más de 50 países, a petición de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (UNIDO)<sup>18</sup>.

En Colombia, la ley 697 de 2001, fomenta el uso racional y eficiente de la energía y promueve la utilización de energías alternativas. El artículo 1 declara el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE), como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales. A partir de ésta normativa, son muchos los planes y programas que han creado un panorama propicio para la nueva norma técnica colombiana en eficiencia energética, la NTC-ISO 50 001<sup>19</sup>.

La NTC-ISO 50001 tiene como propósito facilitar a las organizaciones el establecimiento de los sistemas y procesos necesarios para mejorar su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética y el uso y el

---

<sup>16</sup> IEEE Recommended Practice for Electric Systems in Health Care Facilities," IEEE Std 602-1996 [The White Book] , vol., no., pp.1,446, Jan. 31 1997

<sup>17</sup> European Energy Management standard EN ISO 16001.

<sup>18</sup>Organización Internacional para la Estandarización. Win the energy challenge with ISO 50001, ISBN 978-92-67-10552-9

<sup>19</sup>Colombia, Congreso de Colombia Ley 697 de 2001 Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones.[En Línea], Bogota D.C: Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas – COLCIENCIAS. [Consultado septiembre 21 de 2010] Disponible en [http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reglamentacion/ley\\_697\\_de\\_2001.pdf](http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reglamentacion/ley_697_de_2001.pdf).

consumo de energía. Su implementación, está destinada a conducir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros impactos ambientales relacionados, así como los costos de la energía a través de una gestión sistemática de la energía, lo cual es totalmente aplicable a instituciones hospitalarias [16]. Ésta se basa en el ciclo de mejora continua: Planificar – Hacer – Verificar – Actuar, e incorpora la gestión de la energía a las prácticas habituales de la organización. Además, se puede aplicar en cualquier organización que desee asegurar el cumplimiento de una política energética declarada, reduciendo su demanda máxima, utilizando el excedente de energía o la energía desperdiciada para mejorar el funcionamiento de sus sistemas o sus equipos<sup>20</sup>.

La revisión energética se basa en antecedentes del desempeño energético de la clínica con el fin de identificar oportunidades de mejora continua, teniendo en cuenta el uso de la energía que determina el tipo de manejo que se le está proporcionando a la energía, involucrando servicios energéticos o actividades que se relacionan directamente con el suministro energético<sup>21</sup>.

El capítulo 4.4 Planificación energética, de la norma NTC-ISO 50 001, cuenta con el capítulo de segundo nivel 4.4.3 Revisión energética, en el cual se plantea una metodología para el desarrollo de una revisión energética teniendo en cuenta unos ítems a seguir. A continuación la metodología propuesta por la norma NTC-ISO 50 001.<sup>22</sup>

- Análisis del uso de la energía, identificando las fuentes de energía y evaluando el historial de uso y consumo de la institución.
- Teniendo en cuenta el análisis del uso de la energía y el consumo, se identifican las instalaciones, los equipos, los sistemas, el personal que está involucrado en la empresa y las diferentes variables que puedan afectar el uso de la energía.
- Se determina el desempeño de la energía en el presente de las instalaciones, de los equipos y de los sistemas que se encuentran relacionados con el uso de la energía.
- También se debe tener en cuenta una estimación del uso y el consumo futuro de la energía.
- Se identifican oportunidades para la mejora del desempeño energético de la institución y se dejan documentadas.

---

<sup>20</sup> NTC-ISO 50001: 2011, Sistemas de Gestión de la Energía. Requisitos con Orientación para su Uso.

<sup>21</sup> Ibid., 3 p

<sup>22</sup> Ibid., 7 p

## 4.2 PRINCIPALES SERVICIOS ENERGÉTICOS

### 4.2.1 Luminarias

**4.2.1.1 Lámpara Fluorescente.** Es un dispositivo electrónico, que se basa en la conducción en los gases. Consiste en un tubo largo, recto o circular, que contienen una gota de mercurio y una pequeña cantidad de gas argón con electrodos encerrados en cada extremo<sup>23</sup>. La longitud de las barras depende de la potencia de la lámpara, en la tabla 1 se puede observar algunas características existentes de los tipos de lámparas.

**Cuadro 1. Características Lámparas fluorescentes.**

Potencia en W	Longitud /en mm	Caudal luminoso en lm
18	590	1000 ... 1200
36	1200	2500... 3100
58	1500	4000... 5000
Lámparas fluorescentes normalizadas (diámetro de tubo d=26 mm)		

**Fuente:** BASTIAN, P. Electrotecnia. 21ed. Alemania: ediciones Akal, S.A., 2001. 441p.

Las lámparas fluorescentes tienen larga vida útil, aproximadamente 7500 horas un rendimiento lumínico elevado de 30...85 (lm/W)<sup>24</sup>.

**4.2.1.2 Lámpara LED.** Es un semiconductor que emite luz al paso de una corriente eléctrica de baja intensidad, sin utilizar ningún filamento o gas y que tiene la propiedad clave de producir la misma cantidad de luz que las bombillas incandescentes tradicionales, pero utilizando un 90% de energía. La tecnología LED de alta luminosidad reúne diversas ventajas y sus aplicaciones crecen cada día. Es un sistema moderno, seguro y rentable que supone ahorros en energía eléctrica, en gastos de mantenimiento, reposición y emisiones de CO<sub>2</sub><sup>25</sup>. En la tabla 2, se pueden

<sup>23</sup> TERREL, C. CLIFFORT, L. WATT J. Manual del montador electricista: el libro del consulta de electrotécnico. 3ed. España: Reverte, 1994. 10-57p

<sup>24</sup> BASTIAN, P. Electrotecnia. 21ed. Alemania: ediciones Akal, S.A., 2001. 441p.

<sup>25</sup> ARANDA U, J.A. SASTRESA, L, E. DIAZ,S. ZALZABA,I. Eficiencia energética en instalaciones y equipamiento de edificios. 117 Vol. Zaragoza: Universidad Zaragoza, 2010. 161p.

observar las ventajas y desventajas de los tipos de lámparas mencionados anteriormente.

**Cuadro 2. Ventajas y desventajas de las lámparas fluorescentes y lámpara led.**

<b>VENTAJAS</b>	
<b>LAMPARA FLUORESCENTES</b>	<b>LAMPARA LED</b>
Aumentan su eficiencia luminosa hasta 104lm/W.	Llegan a reducir en consumo eléctrico casi en un 85% <sup>26</sup>
Alta eficiencia con 2 o 3 veces más lúmenes por watt. <sup>27</sup>	<b>Disminuye el gasto por sustitución de las bombillas, ya que duran 6 años encendidos las 24 horas y entre 8 y 15 años según su uso.</b> <sup>28</sup>
Menor calor producido.	<b>No emiten calor.</b> <sup>29</sup>
Luz con menos sombra iluminado una mayor área.	<b>El consumo Gran eficiencia energética: 80-120 lm/W frente 10 lm/W con incandescencia.</b> <sup>30</sup>
Bajo costo	<b>Admite amplios márgenes de tensión. Lo que confiere al punto de luz mayor fiabilidad ante variaciones en el suministro.</b> <sup>31</sup>
	<b>Imposible que una lámpara LED se quemara. Adicional, tardaría 10 años en perder solo el 50% de luminosidad en 10 años.</b>
<b>DESVENTAJAS</b>	
Mayor sensibilidad a la temperatura	<b>Disminución del rendimiento con altas temperaturas.</b>
En ambientes de alta humedad se requiere medios de protección especiales.	<b>Mayor mantenimiento.</b>

**4.2.2 Aire Acondicionado.** Se entiende por aire acondicionado a la condición del aire tratado en temperatura (Calentándolo o enfriándolo), en humedad (humificación o deshumidificación), en pureza (eliminación de contaminantes indeseables) y suministrado al ambiente con una impulsión

<sup>26</sup> GUTIERREZ, C. GUTIERREZ, C. La actuación frente al cambio climático. España: EDITUM, 2009. 127p.

<sup>27</sup> HARPER, G. El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales. México: Editorial Limusa S.A, grupo noriega editores,2005.117p

<sup>28</sup> Ibíd.,127p.

<sup>29</sup> Ibíd., 127p.

<sup>30</sup> Ibíd., 127p.

<sup>31</sup> ARANDA,J. SASTRESA,E. GARAIO,S. ZALZABA,I. Eficiencia Energética en instalaciones y equipamiento de edificios. Zaragoza: Universidad de Zaragoza, 2010.161p.



adecuada y una distribución uniforme<sup>32</sup>. El acondicionamiento debe realizar el control adecuado del aire, con el mayor aprovechamiento de la energía posible, brindando las condiciones de bienestar requeridas<sup>33</sup>.

Las unidades manejadoras o el fan coil están compuestos del serpentín de intercambio de calor por el cual circula el agua helada, un motor eléctrico para el ventilador que permite tomar el aire del ambiente climatizado y pasar a través del serpentín de agua helada, una bandeja de recolección del condensado, más los accesorios para el encendido de su motor y controles. En cambio, los Chillers son los productores de agua helada. Son equipos que tienen intercambiadores de calor, que por medio de refrigerantes, enfrían el agua, la cual es conducida por medio de tuberías perfectamente aisladas, hasta cada uno de los serpentines de las unidades manejadoras de aire (UMA). El condensador de los Chillers puede ser enfriado por aire o por agua<sup>34</sup>.

Alguna de las características del aire acondicionado tipo Split Fan Coil expansión directa York (figura 1), es que un sistema que ofrece un bajo nivel de ruido, una alta velocidad y flujo de aire, cuenta con una bandeja de condensación aislada, así mismo cuenta con un control de temperatura aislada, filtros de limpieza y blowers metálicos.

**Figura 1. Aire acondicionado tipo Split Fan Coil expansión directa York.**



**Fuente:** Aire acondicionado tipo Split Fan Coil expansión directa york [en línea]. Lima, Perú: Motorex. [Consultado 27 de junio de 2013 ]. Disponible en internet : <http://www.motorex.com.pe/producto/aire-acondicionado-tipo-split-fan-coil-expansion-directa-york>

---

<sup>32</sup> SERRANO, J. Manual de aire acondicionado: Sección 1. 6ed. Buenos aires: Cybemax international corp,2013. 39p

<sup>33</sup> *Ibíd.*,40p

<sup>34</sup> GUERRA,SMANIEGO,B. Diseño de un sistema de aire acondicionado con sistema de volumen de refrigerante variable. Proyecto previo a la obtención del título de ingeniero mecánico. Quito: Escuela Politécnica Nacional. 2013.120p.

**4.2.3 Esterilización.** Es un procedimiento empleado para la destrucción de todos los microorganismos y formas de resistencia de los mismos (esporas). Los métodos utilizados deben garantizar la destrucción total de cualquier forma de vida, ya sea tanto en la superficie como en la profundidad del objeto a esterilizar.<sup>35</sup>

Uno de los métodos de esterilización utilizado a nivel hospitalario es por medio de la AUTOCLAVE. La técnica utiliza vapor saturado a presión. El vapor por sí mismo no esteriliza. Para conseguirlo hay que someterlo en el interior de un recipiente a una presión mayor que la atmosférica, aumentando la temperatura del vapor, consiguiendo así la destrucción de todas las formas de vida<sup>36</sup>.

El autoclave es un recipiente de cierre hermético, comparable a una olla a presión. Consta de una cámara de esterilización, que llena una llave y un manómetro para regular la presión y temperatura que se desea alcanzar dentro. Existe además una llave que purga para la eliminación del aire que exista dentro de la cámara.<sup>37</sup> Los tipos de autoclaves utilizadas en la clínica, son expuestos a continuación.

**4.2.3.1 Hanshin medical hs-5020.** Es un equipo de esterilización que cuenta con dimensiones de 950 x 1.335 x 1.575 mm, y un peso aproximado de 428 Kg. Figura 2.

Este equipo cuenta con una capacidad de la cámara sustancial, que son útiles para cargas de volumen, utiliza un vapor saturado como esterilizante que es suministrado desde el generador de vapor incorporado o por medio de un suministro de vapor externo. Adicionalmente, cuenta con una variable de programas de ciclo y el programa de autodiagnóstico, el cual se fundamenta en 5 tipos de ciclo, 3 de ellos para instrumentos médicos generales y 2 tipos para programas de prueba. Por lo tanto el operador puede seleccionar un ciclo apropiado para la esterilización de una carga o cambiar los parámetros de manera sencilla de acuerdo al proceso de esterilización. El programa de autodiagnóstico genera una señal de advertencia, muestra el código de error en el panel de control y aborta la ejecución si se ha producido algún error de funcionamiento durante el ciclo. Todo este proceso de esterilización tiene en cuenta con ítems de seguridad que ayudan a los procesos ser más confiables, entre ellos se tiene:

---

<sup>35</sup> SILVA, GARCIA, L. Limpieza del instrumental e higiene del medio hospitalario. Alcalá de Guadaíra (Sevilla), Eduforma, Editorial MAD, 2006. 49p.

<sup>36</sup> Ibid, 50p.

<sup>37</sup> Ibid, 51p.

- La puerta no se abre sin el suministro de energía.
- El ciclo no inicia hasta que la puerta esté cerrada.
- Sistema de bloqueo diseñada para sellar la cámara por un tipo de palanca radial.
- Fuerte mecanismo de apertura y cierre.
- En caso de que la presión de la cámara excede en el valor de ajuste, la válvula de seguridad agota el vapor de la cámara y a continuación, disminuye la presión de la cámara.

**Figura 2. Autoclave Hanshin medical hs-5020**



Fuente: Sterilizer HS5020 [En línea] Korea: HANSHIN MEDICAL CO.,LTDA. [Consultado 6 de julio de 2013]. Disponible en internet: [http://hanshinmed.co.kr/eng/html/product\\_list.php?part\\_idx=16](http://hanshinmed.co.kr/eng/html/product_list.php?part_idx=16)

**4.2.3.2 Sturdy sA600A.** Un sistema de autoclave Es un sistema de autoclave, en acero inoxidable, cuenta con una capacidad de alrededor de 350 litros, con una potencia calorífica de 12.0 KW. Presión de trabajo de 1.4 Kg/cm<sup>2</sup>, aproximadamente 126°C. Este tipo de sistemas de esterilización cuenta con un nivel de control y protección del agua, una válvula de seguridad, un circuito electrónico de seguridad y tubo de escape de emergencia.

**Figura 3. Autoclave Sturdy sA600A**



**Fuente: Esterilizador Modelo SA-600<sup>a</sup>. [En línea]. Cali: ESSEN. [Consultado 6 de julio de 2013]. Disponible en internet; <http://www.essen.com.co/sa-600a.html>**

**4.2.4 Planta de emergencia.** La finalidad de la planta eléctrica de emergencia es la de proporcionar en el sitio la energía eléctrica necesaria cuando existe una falla en el suministro de la red comercial.<sup>38</sup> Una planta de emergencia estándar debe contar con un motor generador eléctrico de emergencia, confiable y de tamaño apropiado para la capacidad de la institución.<sup>39</sup> El tamaño de la planta de emergencia para una instalación industrial, comercial, de hospitales, etcétera, se determina basándose en los kW de operación” o los kW de rotor bloqueado”; Los kW de operación, representan la cantidad de potencia que un generador suministra a la carga, mientras que los kW de rotor bloqueado, es la cantidad de potencia que el generador puede suministrar a los equipos o cargas que tienen una alta corriente de inserción cuando arrancan.<sup>40</sup>

Algunas características requeridas de las plantas de emergencias son las siguientes:

- La planta de emergencia es operada por un generador autónomo o un sistema de baterías; suministra la energía durante la interrupción del servicio eléctrico normal o en forma continua.

---

<sup>38</sup> Proyecto de mantenimiento hospitalario [En línea]. San Salvador: Ministerio de salud pública y asistencia social, 1998. [Consultado 6 de julio de 2013]. Disponible en internet en : <http://diagramas.diagramasde.com/otros/Planta-de-Emergencia.pdf>

<sup>39</sup> MALAGON, G. GÁLAN, R. PONTÓN, G. Auditoría en salud. Para una gestión eficiente. 2ed. Santa Fe de Bogotá: Editorial Medica Internacional, 2003. 15p.

<sup>40</sup> ENRIQUEZ, G. Guía práctica para el cálculo de instalaciones eléctricas: basadas en las normas técnicas para instalaciones eléctricas (NOM-EM-001-SEMP-1993). México: Editorial LIMUSA S.A, 2004. 453p.

- Combustible disponible y suficiente para 24 horas de operación continúa. Existe un plan para el suministro continuo de combustible.
- Generador se debe someter a inspección cada semana y se debe probar bajo condiciones operativas de carga y temperatura por lo menos durante 30 minutos cada mes. Todas estas pruebas deben ser registradas y revisadas para asegurar la máxima confiabilidad.
- Las baterías de almacenamiento utilizadas en los sistemas eléctricos de emergencia se deben someter a inspección una vez a la semana y se mantienen según las especificaciones de su diseño.
- Según el requerimiento de calificación por ocupación, el sistema eléctrico de emergencia debe proveer de energía como mínimo lo siguiente:
  - Iluminación de las salidas.
  - Iluminación de las señales de salida.
  - Sistema de alarma.
  - Sistema de comunicación de emergencias.
  - Unidad de cuidados especiales.
  - Salas de Cirugía.
  - Compresores de aire.
  - Sistema de succión central.
  - Sala de partos.
  - Sala de recuperación post quirúrgica.
  - Áreas de atención de emergencias.
  - Servicio de recién nacidos.
  - Unidad de almacenamiento de sangre, huesos y tejidos.

Además, se provee de energía e iluminación a áreas seleccionadas del hospital para continuar prestando los servicios esenciales de enfermería, medicina y administración.

- Los sistemas operados por baterías son aceptables en instalaciones de hospitalización o de consulta externa. Estos proveen de energía por lo menos durante cuatro horas para suministrar la iluminación a los corredores, sistemas de alarmas y aparatos seleccionados como necesarios para la atención adecuada de los pacientes.
- La capacitación del personal que opera y mantiene los sistemas de energía de emergencia se asegura mediante entrenamiento adecuado en el trabajo y educación continua.

- Los tomas e interruptores alimentados por el sistema eléctrico de emergencia se identifican en forma única.<sup>41</sup>

---

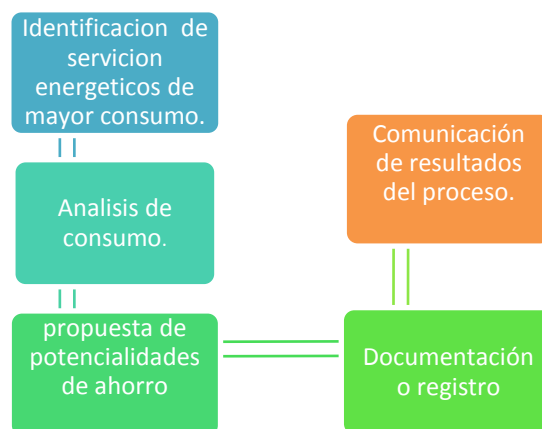
<sup>41</sup> MALAGON, G. GÁLAN, R. PONTÓN, G, Op. Cit., p 213-214.

## 5. METODOLOGÍA

Lo primero que se debe realizar para iniciar la revisión energética es identificar las diferentes variables o los servicios energéticos de mayor consumo o uso significativo de la energía en la clínica. En este caso estos equipos son: planta de emergencia, sistema de aire acondicionado y el sistema de vapor y esterilización, para analizar el consumo en kilowatts (kW) anualmente de cada uno de estos sistemas. Estos servicios fueron escogidos para este proyecto teniendo en cuenta el análisis de uso de la energía, que se compone de la identificación de las fuentes de consumo de energía que posee la institución, el historial de consumo y la asesoría del encargado de dicho historial consumo, en este caso la ingeniera ambiental de la clínica. Es importante que se documente el proceso de planificación estratégica, de la evaluación del uso y el consumo en el presente y en el pasado de la energía, con lo cual se procede al planteamiento de hipótesis de mejoramiento o planteamiento de potencialidades de ahorro en cada uno de los sistemas, con su respectivo análisis en cuanto al consumo en kilowatts y en pesos, que está generando anualmente, para así mismo, determinar los porcentajes de ahorro del desempeño energético, muy importantes para implementación futura de la norma NTC-ISO 50 001.

Por consiguiente, la formación o el cambio de cultura de todo el personal de la clínica que esté relacionado directamente con el uso relevante de energía, se debe realizar con capacitación y toma de conciencia, generando conocimiento de sistemas de gestión de uso racional y eficiente de la energía, permitiendo aportar al desarrollo del sistema de gestión de eficiencia energética de manera óptima.

**Figura 4. Metodología del proyecto.**



Para realizar un análisis del uso de la energía de los principales servicios escogidos para este proyecto, se debe realizar el reconocimiento del espacio y de las áreas en las que se encuentra subdividida la clínica para la identificación de la ubicación de los servicios ya determinados, con los cuales se desarrollara el proyecto. Después de tener un claro conocimiento de la infraestructura, se debe solicitar al ingeniero ambiental o al encargado de dicha área, el historial de consumo de al menos los últimos 6 meses, para así proceder a realizar la caracterización, graficando el consumo de kilowatts con su línea de tendencia, que ayudara a observar de manera más clara el aumento o disminución del consumo de energía. Para la definición de metodología en cada una de las áreas a tratar, se debe tener en cuenta, las horas de trabajo de cada uno de los sistemas a evaluar, definir el costo kWh y realizar el análisis de consumo en pesos de los datos obtenidos en los dos ítems anteriores. Teniendo ya el consumo de la clínica y los datos de consumo kWh ya definidos, se realiza el análisis de consumo anual de cada uno de los servicios para así mismo realizar el análisis de cada una de las propuestas de ahorro, siendo este, fundamentado en el análisis de consumo energético que se pretende ahorrar con cada una de esas estrategias.

El alto consumo de energía se puede subdividir en dos, los equipos que operan durante más tiempo y los que operan durante menos tiempo, ya que más horas significa más energía (Energía es el producto de potencia por tiempo).

## **5.1 METODOLOGIA PARA LUMINARIAS**

El consumo de bombillas o luminaria, es de mayor impacto no por su gran consumo de potencia, sino por la gran cantidad y su repetitivo uso, en este caso, la Clínica cuenta con tubos fluorescentes, por lo cual se realizó un inventario de luminaria, con el fin de definir cuanto consumen anualmente.

**5.1.1 Guía para la revisión energética de luminarias.** Los pasos a tener en cuenta para realizar la revisión energética, basándose en la norma ISO-50001 son los siguientes:

- 1. Conocer las instalaciones.
- 2. Realizar un inventario de luminarias en cada una de las áreas de la clínica.
- 3. Clasificación de los tipos de luminaria encontrados.
- 4. Determinar las horas de trabajo en cada una de las áreas.
- 5. Determinar la cantidad de luminarias por área.



- 6. Solicitar el historial de consumo de la Clínica al encargado.
- 7. Determinar el promedio de la tarifa por unidad, por parte de Emcali.
- 8. Calcular el consumo kWh al año teniendo en cuenta las horas de uso para cada uno de los tipos de luminarias, para determinar el desempeño energético.
- 10. Calcular el consumo al año en pesos, teniendo en cuenta el promedio de la tarifa por unidad.
- 11. Identificación de posibles mejoras de ahorro para las luminarias.

**5.1.1.1 Paso 2 “Realizar un inventario de luminarias en cada una de las áreas de la clínica”.** A continuación se presenta la tabla 3 con el inventario de luminarias de la clínica en donde se puede observar las horas de trabajo en cada área y la cantidad de los diferentes tipos de luminarias.

**Cuadro 3. Inventario de Luminarias Clínica nuestra señora del rosario.**

Hrs.	AREA	CANTIDAD DE LAMPARAS							
		32W T8D	17W T8S	17W T8D	17W T8X4	20WSP RALX2	20WSP IRALX1	75W T8	
24	URGENCIAS	1		10	18	75			1ER PISO
24	ENTRADA PRINCIPAL				1	22			
12	CONSULTA EXTERNA	39				27			
24	PARQUADERO	5						3	
24	IMAGENOLOGIA	28	2	1				2	
24	UCI	7			25	11			2DO PISO
24	SALA DE ESPERA	6			1	17	1		
24	CIRUGIA Y FARMACIA	79		2	13	21			
15	HOSPITALIZACION1	116		34		12			3ER
8	GESTION HUMANA	3		2	6	43			4TO

**Cuadro 3.** (Continuación).

24	LABORATORIO	7		8	14				
15	CAFETERIA	8		7					
8	AUDITORIO					32	6		
15	HOSPITALIZACION2	9		7	25	60			
15	COCINA	12				2			5TO
8	BIOMEDICA,MANTE Y LOGISTICA	4							6TO
	TOTAL	648	2	142	412	322	7	5	1538

En la Cuadro 3, se observa que la Clínica Nuestra Señora del Rosario, posee en su mayoría luminarias de tipo 32WT8 y 20WSPIRALX2 en áreas como Hospitalización 1 y 2, urgencias y cirugía.

Los datos de inventario de luminaria son los datos base, para poder realizar la revisión energética, ya que la cantidad de luminarias que tiene la Clínica por áreas, es uno de los ítems clave para determinar el consumo anual de las luminarias de la clínica Nuestra señora del Rosario.

**5.1.1.2 Paso 3 “Clasificación de los tipos de luminaria encontrados”.** A continuación la clasificación de los tipos de luminarias encontrados en la clínica.

**Cuadro 4. Tipos de luminaria.**

TIPOS DE LUMINARIA	
Tubo Fluorescente	32WT8D
Tubo Fluorescente	17WT8S
Tubo Fluorescente	17WT8D
Tubo Fluorescente	17WT8X4
Tubo Fluorescente	20WESPIRALX2
Tubo Fluorescente	20WESPIRALX1
	96WT12

Con la clasificación de las luminarias y la cantidad de cada una de ellas que en promedio tiene la clínica, se buscan las especificaciones de

consumo de potencia de cada una de ellas y se pasa a realizar los cálculos de consumo, teniendo en cuenta el costo kWh que se muestra en el historial de consumo (Anexo1).

**5.1.1.3 Paso 4 “Determinar las horas de trabajo en cada una de las áreas”.**

**Cuadro 5. Determinación de horarios y de horas al año.**

HORARIO	NUMERO TOTAL DE HORAS AL AÑO
HORARIO 8 HORAS	2304 HORAS
HORARIO 12 HORAS	3456 HORAS
HORARIO 15 HORAS	5040 HORAS
HORARIO 24 HORAS	8760 HORAS

Dependiendo del área en donde se encuentra cada luminaria, se pueden determinar en promedio cuantas horas mantiene encendido dicho tubo, teniendo en cuenta en número total de horas al año, si son 8 horas de lunes a viernes, 4 horas sábado y 4 horas el domingo, se multiplica por el número de semanas que tiene un mes, que son 4, y por el número de meses que tiene un año, que son 12, serian 192 horas al mes y 2034 horas al año, así es como se puede determinar el número total de horas al año de trabajo de las luminarias que aproximadamente mantienen encendidas 8 horas cada día de la semana y 4 cada día del fin de semana.

**5.1.1.4 Paso 5 “Determinar la cantidad de luminarias por área”.** A continuación un cuadro de clasificación de los tubos fluorescentes en las horas aproximadas de consumo de energía, lo cual se obtiene teniendo en cuenta la cantidad de luminarias por cada una de las determinadas áreas.

**Cuadro 6. Clasificación de número de iluminaria por las horas de uso.**

TIPO DE LUMINARIA	8 HORAS	12HORAS	15 HORAS	24 HORAS	TOTAL DE LUMINARIAS
32WT8D	14	78	290	266	648
17WT8S				2	2
17WT8D	4		96	42	142
17WT8X4	24		100	288	412
20WESPIRALX2	150	54	148	292	644
20WESPIRALX1	6			1	75
96WT12				5	

Observando cada una de las áreas de la clínica se van definiendo las horas de trabajo de los equipos, como también existen horarios ya definidos por la clínica por ejemplo los de oficina que son 8 horas diarias como gestión humana y logística, 12 horas como consulta externa, 15 horas como hospitalización, cafetería, cocina, y 24 horas como urgencias, parqueadero, imagenología, cirugía, etc

**5.1.1.5 Paso 6 “Solicitar el historial de consumo de la Clínica al encargado” y Paso 7 “Determinar el promedio de la tarifa por unidad, por parte de Emcali”.** Para el cálculo de consumo total en kWh al año y el consumo total de energía en pesos al año con los datos teóricos o de placa, se tomó cada uno de los tipos de luminaria, las horas de consumo, la cantidad y el precio del kWh que Emcali le tiene estipulado para la clínica, que es en promedio \$ 287 pesos en mayo del 2013. (Anexo1.)

**5.1.1.6 Paso 8 “Calcular el consumo kWh al año teniendo en cuenta las horas de uso para cada uno de los tipos de luminarias, para determinar el desempeño energético”.** En este paso lo primero que se debe realizar es la conversión de watts a kilowatts:

$$kW = \frac{Watts}{1000} \quad \text{Ecuación 1.}$$

Para el consumo kWh al año:

$$\text{Consumo kWh al año} = kW * \text{Horas al año} \quad \text{Ecuación 2.}$$

**5.1.1.7 Paso 9 “Calcular el consumo al año en pesos, teniendo en cuenta el promedio de la tarifa por unidad”.** Para el consumo \$/año:

$$\text{Consumo } \$/\text{año} = \text{Consumo kWh año} * \text{tarifa en } \$ \quad \text{Ecuación 3.}$$

Con las ecuaciones anteriores se pasa a realizar los cálculos de consumo kWh al año, consumo \$/año y Consumo total \$/año para uno de los tipos de luminarias en sus diferentes horas de trabajo al año.

A continuación las se encontraran unas tablas, en las que se verán aplicados para cada uno de los tipos de luminarias, los cálculos propuestos en los pasos 8 y 9.

**Cuadro 7. Cálculo de consumo kWh como en pesos de la luminaria tipo 32WT8D.**

HORAS	CONSUMO kWh al año	CONSUMO \$/AÑO	CONSUMO \$/AÑO TOTAL POR LUMINARIA
8 HORAS (2304)	73,72	21 157	296 198
12 HORAS (3456)	110,59	31 739	2 475 642
15 HORAS (5040)	161,28	46 287	13 423 230
24 HORAS (8760)	280,32	80 451	21 399 966
<b>TOTAL</b>	<b>625,91</b>	<b>179 634</b>	<b>37 595 036</b>

Según el cuadro 7, las luminarias tipo 32WT8D, cuentan con un mayor consumo anual, debido a que trabajan las 24 horas, los 7 días de la semana; Es de resaltar que el área de hospitalización 1, posee la mayor cantidad de luminarias tiempo de iluminación aproximada de 15 horas.

Determinación de consumo para 17WT8S:

**Cuadro 8. Calculo de consumo en kWh como en pesos de la luminaria tipo 17WT8S.**

HORAS	CONSUMO kWh al año	CONSUMO \$/AÑO	CONSUMO \$/AÑO TOTAL POR LUMINARIA
24 HORAS (8760)	148,92	42 740	85 480
<b>TOTAL</b>	<b>148,92</b>	<b>42 740</b>	<b>85 480</b>

En el cuadro 8, el resultado de consumo anual, se encuentra dado por el tiempo de iluminación más no por la cantidad de luminarias tipo 17WT8S, con que cuenta la clínica, este tipo de luminaria se encuentra en el área de imagenología y solo existen dos de este tipo.

**Cuadro 9. Cálculo de consumo en kWh como en pesos, para luminaria tipo 17WT8D.**

HORAS	CONSUMO kWh al año	CONSUMO \$/AÑO	CONSUMO \$/AÑO POR TOTAL LUMINARIA
8 HORAS (2304)	39,16	11 238	296 198
15 HORAS (5040)	85,68	24 590	13 423 230
24 HORAS (8760)	148,92	42 740	21 399 966
<b>TOTAL</b>	<b>273,76</b>	<b>78568</b>	<b>37 595 036</b>

En el cuadro 9, el mayor consumo se ve reflejado de nuevo por las luminarias que mantienen más tiempo encendidas, pero la mayor cantidad de luminarias de este tipo se encuentran ubicadas en el área de hospitalización 1, en la cual normalmente permanecen encendidas 15 horas diarias.

**Cuadro 10. Calculo de consumo en kWh como en pesos para luminaria tipo 17WT8x4.**

HORAS	CONSUMO kWh al año	CONSUMO \$/AÑO	CONSUMO \$/AÑO XLuminaria
8 HORAS (2304)	39,16	11 238	269 712
15 HORAS (5040)	85,68	24 590	2 459 000
24 HORAS (8760)	148,92	42 740	12 037 832
<b>TOTAL</b>	<b>273,76</b>	<b>78568</b>	<b>15 037 832</b>

En el cuadro 10, si se puede observar que las luminarias de este tipo se encuentran en mayor cantidad en áreas como UCI y hospitalización 2, áreas en las que se trabaja continuamente todo el año.

El tipo de luminaria a continuación es de tipo bombilla ahorradora con un consumo de potencia de 20 W, este tipo de luminaria usa 2 bombillas, a continuación el promedio de consumo anual.

**Cuadro 11. Calculo de consumo en kWh como en pesos para el tipo de luminaria 20Wspiralx2.**

HORAS	CONSUMO kWh al año	CONSUMO \$/AÑO	CONSUMO \$/AÑO POR TOTAL LUMINARIA
8 HORAS (2304)	46,08	13224	1 983 600
12 HORAS (3456)	69,12	19837	1 071 198
15 HORAS (5040)	100,8	28929	4 281 492
24 HORAS (8760)	175,2	50282	14 682 344
<b>TOTAL</b>	<b>391,2</b>	<b>112272</b>	<b>22 018 634</b>

En las áreas como urgencia y hospitalización, se encuentra el mayor número de estas bombillas ahorradoras, pero por las horas de trabajo el consumo se ve más reflejado por las que están en áreas de consumo de 24 horas diarias.

El siguiente tipo de luminaria maneja la misma bombilla ahorradora que consume 20 W mencionada en la tabla anterior, pero con la particularidad de que al ser la lámpara más pequeña solamente hace uso de una bombilla a continuación la tabla de consumo.

**Cuadro 12. Calculo de consumo en kWh como en pesos de la luminaria tipo 20Wspiralx1.**

HORAS	CONSUMO kWh al año	CONSUMO \$/AÑO	CONSUMO \$/AÑO POR TOTAL LUMINARIA
8 HORAS (2304)	46,08	13224	79 344
24 HORAS (8760)	175,2	50282	50 282
<b>TOTAL</b>	<b>221,28</b>	<b>63506</b>	<b>129 626</b>

Este tipo de bombilla no impacta mucho en el consumo de potencia de las luminarias, ya que solamente el auditorio es el que cuenta con la mayoría de estas.

El siguiente tipo de luminaria está casi que descontinuada en el mercado, y ha tenido un alza en su precio para que cese el uso de este tipo de tubo T12, ya que consume mucha energía.

**Cuadro 13. Calculo de consumo en kWh como en pesos para luminaria tipo 75WT12.**

HORAS	CONSUMO kW/año	CONSUMO \$/AÑO	CONSUMO \$/AÑO TOTAL LUMINARIA POR
24 HORAS (8760)	657	188 559	942 795
TOTAL	657	188 559	942 795

Esta última luminaria claramente podría ser reemplazada simplemente por una doble de 32Wt8, y ya estaría aportando al ahorro de energía, estas solamente se encuentran ubicadas en el parqueadero y en imagenología.

Después de contar con los datos de la potencia consumida por todos los tipos de luminaria de la Clínica, es necesario precisar el consumo total tanto en kWh al año como en Pesos al año, para así realizar el análisis del ahorro que se va a proponer.

**5.1.1.8 Paso 10 “Identificación de posibles mejoras de ahorro para las luminarias”.** Este paso se encuentra desarrollado en el capítulo 6. Resultados y consta de una propuesta de cambio de tecnología y de determinadas recomendaciones para el uso y el consumo de la energía de las luminarias de la Clínica Nuestra señora del Rosario.

## 5.2 AIRE ACONDICIONADO

**5.2.1 Guía para la revisión energética de aire acondicionado.** Los pasos a tener en cuenta para realizar la revisión energética basándose en la metodología planteada por la norma ISO-50001 y teniendo en cuenta factores específicos que se presentan en la Clínica Nuestra Señora del Rosario, son los siguientes:

- 1. Realizar un inventario de aire acondicionado en cada una de las áreas de la clínica.



- 2. Clasificación por modelos de los tipos de aire acondicionado encontrados.
- 3. Determinar las horas de trabajo en cada una de las áreas.
- 4. Determinar la cantidad de equipos de aire acondicionado por área.
- 5. Solicitar el historial de consumo de la tarifa por unidad, por parte de Emcali.
- 6. Calcular el consumo kW/año teniendo en cuenta las horas de uso para cada uno de los tipos de equipos de aire acondicionado, para determinar el desempeño energético.
- 7. Calcular el consumo al año en pesos, teniendo en cuenta el promedio de la tarifa por unidad.
- 8. Identificación de posibles mejoras de ahorro para los equipos de aire acondicionado.
- 9. A continuaciones se observaran los pasos expuestos en la “Guía para la revisión energética de aire acondicionado”

**5.2.1.1 Aplicación de los pasos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, de la “Guía para la revisión energética de aire acondicionado”.** Después de observar la guía propuesta en el ítem anterior para una revisión energética de aire acondicionado en la Clínica Nuestra Señora del Rosario, a continuación se observará la implementación de dichos pasos ya mencionados, con una tabla de contenido esencial para determinar el consumo en KW al año y en pesos al año. Teniendo el historial de consumo, facilitado en este caso por la ingeniera ambiental de la Clínica Nuestra Señora del Rosario, se tiene que el precio del kWh que Emcali le tiene estipulado para la clínica, que es en promedio \$ 287 pesos en mayo del 2013. (Anexo1.)

La clínica no cuenta con las fichas técnicas de los diferentes modelos de aires acondicionados, pero si con las especificaciones de placa, por lo cual para calcular la potencia teórica en cada uno de ellos, se implementó la ecuación 4.

$$P = I * V * \sqrt{3} * FP \qquad \text{Ecuación 4}$$

En la página 11, de Simbología se puede encontrar en detalle el nombre de cada una de las variables.

El factor de potencia se debe tener en cuenta ya que cuando se habla de potencia, existe la potencia aparente total y la potencia activa de trabajo y en medio de las dos se da una pérdida de potencia, este factor de potencia puede estar entre 0,8 y 1, siendo uno el ideal, por lo cual se toma el factor de potencia de 0,9 para los siguientes cálculos que se muestran en la tabla 14.

**Cuadro 14. Consumo de aires acondicionados anualmente.**

TIPO DE AIRE ACONDICIONADO		8 h/día	12 h/día	24 h/día
MARCA: LG MODELO: S092CP CONSUMO: 812w (0.81Kw)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos		1 2799 \$803 313 \$803 313	6 7095 \$2 036 265 \$ 6 108 795
MARCA: YORK MODELO: YHDC12FS-ADA CONSUMO: 936w( 0,93Kw)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos			1 8146 \$2 338 131 \$2 338 131
MARCA: LG MODELO: S122CP CONSUMO: 1128w (1.128Kw)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos		2 3870 \$1 110 896 \$2 221 792	1 9811 \$ 2 815 757 \$ 2 815 757
MARCA: LG MODELO: S182CP CONSUMO: 1762w(1,75Kw)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos			2 15330 \$ 4 399 710 \$ 8 799 420
MARCA: TECAM (35TR) MODELO: 7EVT-35 436C CONSUMO: 8087w( 8,08Kw)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos			1 70780 \$20 313 860 \$20 313 860

**Cuadro 14. (Continuación)**

MARCA: WEG(CHILLER35TR) MODELO: HC58621 CONSUMO:2554W(2,55 kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos			1 22338 \$6 411 006 \$6 411 006
MARCA: LG MODELO:LT-C602DLAO CONSUMO:5643(5,6kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos			1 49056 \$14 079072 \$14 079072
MARCA: LG MODELO:LTUC602MLEO CONSUMO:5346(5,3Kw)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos	1 12211 \$3 504 557 \$3 504 557		
MARCA: LG MODELO:W182CM CONSUMO:1702(1,7kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos			1 14892 \$ 4 274 004 \$ 4 274 004
MARCA: TRANER MODELO:CHILLER CWHW0720A CONSUMO con BTU/H: 2,0kW	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos			1 17520 \$5 028 240 \$5 028 240
MARCA: WETINGHOUSE MODELO:WCHX1-12KCR CONSUMO:1104(1,1kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos		1 3801 \$1 090887 \$1 090887	
MARCA: CARRIER MODELO:38KACE009308 CONSUMO:811w(0,8kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos		1 2764 \$793 268 \$793 268	
MARCA: LENNOX MODELO:C142CM CONSUMO:1049w(1,04kW)	No. Equipos kW/año \$/año Total \$ por No.Equipos			1 9110 Kw/año \$ 2 614 570 \$ 2 614 570

**Cuadro 14. (Continuación)**

MARCA: LENNOX MODELO:C142CM CONSUMO:1049w( 1,04 kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos			1 9110 \$ 2 614 570 \$ 2 614 570
MARCA: WESTINGHOUSE MODELO:WCHX1- 09KCR1 CONSUMO:842w(0, 84 kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos		3 2903 \$ 833 161 \$2 499 483	
MARCA: YORK MODELO:YIIA12FS -ADA CONSUMO:936w(0, 93 kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos	1 2142 \$614 467 \$614 467	3 3214 \$922 418 \$2 767 254	1 8146 \$2 337 902 \$2 337 902
MARCA: BLUE LINE MODELO:AS- 24A2/EW CONSUMO:2208(2, 2 kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos	1 5068 \$1 454 516 \$1 454 516		
MARCA: WESTINGHOUSE MODELO:WCHXL- 24KCR3 CONSUMO:2283w (2,28 kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos		1 7879 \$2 261 273 \$2 261 273	
MARCA: CIAC MODELO:CG21A- 009PH3U1C CONSUMO:871w(0, 87 kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos	1 2004 \$ 575 148 \$ 575 148	1 3006 \$ 862 722 \$ 862 722	1 7621 \$ 2 187 227 \$ 2 187 227
MARCA: YORK MODELO:YIDA09F S-ADA CONSUMO:804w (0,80 kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos		1 2764 \$793 268 \$793 268	
MARCA: TECAM MODELO:MANEJA DORA 3AHD-06 CONSUMO:692W(0 ,69 kW)	No. Equipos kW/año \$/año Total \$ por No.Equipos			3 6044 \$ 1 734 628 \$5 203 884

**Cuadro 14. (Continuación)**

MARCA: TECAM MODELO:4FSM 220 CONSUMO:1104W( 1,10 kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos			6 9636 \$2 765 532 \$16 593 192
MARCA: TECAM MODELO:04FCW0 8 CONSUMO:692W(0 ,69 kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos			1 6044 \$1 734 628 \$1 734 628
MARCA: YSK- 30W-4 MODELO:CHANGZ HOU-HONGLU HUATE ELECTRIC CO CONSUMO:468w (0,46 kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos		1 1589 \$ 456 043 \$456 043	18 4029 \$1 156 323 \$20 813 814
MARCA: LG MODELO:AIRE DE VENTANA 12 000 BTU/H CONSUMO:771w (0,77 kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos		2 2661 \$763 707 \$1 527 414	
MARCA: TECAM MODELO:4FCW- 1RVDV CONSUMO:2096w( 2,09 kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos			1 18308 \$5 254 396 \$5 254 396
MARCA: CONFORTFRESH MODELO:NFR- 7020GW CONSUMO:2096w( 2,0 kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos	3 4608 \$1 322 496 \$3 967 488		
MARCA: LG MODELO:S242CL CONSUMO:2277w( 2,2 kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos	1 5068 \$1 454 516 \$1 454 516		
MARCA: CONFORTFRESH MODELO:NFR- 2520 CONSUMO:851w(0, 85 kW)	No. Equipos kW/año \$/año Total \$ por No.Equipos	2 1958 kW/año \$561 946 \$1 123 892		

**Cuadro 14. (Continuación)**

MARCA: CONFORTFRESH MODELO:NFR- 5020GW CONSUMO:1683w( 1,6 kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos		1 3686 \$1 057 882 \$1 057 882	
MARCA: CONFORTFRESH MODELO:NFR- 3220GW CONSUMO:1207w( 1,2 kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos		2 2764 \$793 268 \$1 586 536	
MARCA: LG MODELO:LTUC332 NLEO CONSUMO: 3168w(3,1 kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos		2 10713 \$ 3 074 631 \$ 6 149 262	
MARCA: LG MODELO:LTUC512 MLEO CONSUMO:5346w( 5,3 kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos		1 18316 \$ 5 256 692 \$ 5 256 692	
MARCA: LG MODELO:SIO92CD CONSUMO:858w(0, 85 kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos		11 2937 \$842 919 \$9 272 109	
MARCA: FRIGIDAIRE MODELO:FSC24C MGE CONSUMO:2138w( 2,13 kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos	1 4907 \$ 1 408 309 \$ 1 408 309		
MARCA: LG MODELO:C182CR CONSUMO:1762w( 1,76 kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos	2 4055 \$1 163 785 \$2 327 570		
MARCA: BLUE LINE MODELO:AS-18A2 CONSUMO:1797w( 1,79 kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos	1 4124 kW/año \$ 1 183 588 \$ 1 183 588		

**Cuadro 14.** (Continuación).

MARCA: LG MODELO:S122CG CONSUMO:1128w(1,12 kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos	1 2580 \$ 740 460 \$ 740 460	
MARCA: LG MODELO:S092CL CONSUMO:811w(0,81kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos		1 2799 \$ 803 313 \$ 803 313
MARCA: YORK MODELO:YMEA09FS-ADK CONSUMO:767w(0,76kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos		1 6657 \$ 1 910 559 \$ 1 910 559
MARCA: TECAM MODELO:CHILLER 7 EVENT-30-436C CONSUMO:9753W(9,7kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos		1 84 972 \$ 24 386 964 \$ 24 386 964
MARCA: DAEWOO MODELO:DSA-099L CONSUMO:851w(0,85kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos	1 2937 \$ 842 919 \$ 842 919	
MARCA: LG MODELO:SI242CD CONSUMO:2255w(2,25kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos	1 7776 \$2 231 712 \$2 231 712	
MARCA: LG MODELO:SP242CM CONSUMO:2296w(2,29kW)	No. Equipos kWh al año \$/año Total \$ por No.Equipos		1 20060 \$5 757 220 \$5 757 220

En el cuadro 14, se puede observar que los tipos de aire acondicionado que más impactan son los Chiller por su gran consumo de potencia, y algunos mini Split marca Ysk, LG y A.O Smith que por su numerosidad en la clínica marcan peso en el consumo anual y general de la clínica.

### **5.3 SISTEMA (VAPOR) AUTOCLAVE**

#### **5.3.1 Guía para la revisión energética de Autoclave**

- 1. Reconocer el área de esterilización de la Clínica.
- 2. Identificación de las marcas y los modelos de Autoclave con los que cuenta la Clínica.
- 3. Solicitar de los datos de placa de cada uno de los equipos.
- 4. Solicitar el historial de consumo de la clínica de al menos 6 meses.
- 5. Fijar el promedio de la tarifa en pesos, del costo del kWh establecido por Emcali.
- 6. Precisar las horas de trabajo de cada uno de los equipos.
- 7. Realizar los cálculos de kWh al año teniendo en cuenta la potencia de cada equipo y las horas de trabajo.
- 8. Determinar el consumo \$/año teniendo en cuenta el promedio de la tarifa.
- 9. Recomendaciones de ahorro.
- 10. A continuación los el desarrollo de los pasos planteado en “Guía para la revisión energética de Autoclave”

**5.3.1.1 Paso 2 “Identificación de las marcas y los modelos de Autoclave con los que cuenta la Clínica” y Paso 3 “Solicitar los datos de placa de cada uno de los equipos”.** La clínica cuenta con dos autoclave, uno marca Sturdy sA600A y un Hanshin medical hs-5020, los cuales mantienen en uso las 24 horas, se muestra el consumo kWh al año, de cada uno de estos equipos.

**5.3.1.2 Paso 4 “Solicitar el historial de consumo de la clínica de al menos 6 meses”, Paso 5 “Fijar el promedio de la tarifa en pesos, del costo del kWh establecido por Emcali”.** Después de solicitado el historial de consumo, a la ingeniera ambiental de la Clínica Nuestra Señora del Rosario, se analizan las facturas de consumo ya sistematizadas en Excel y se obtiene en promedio que Emcali le tiene estipulado para la clínica, es en promedio \$ 287 pesos en mayo del 2013. (Anexo1.)



**5.3.1.3 Paso 6 “Precisar las horas de trabajo de cada uno de los equipos”.** Después de indagar al personal que trabaja directamente en el área de esterilización, se obtuvo el horario de trabajo de cada uno de los equipos que se encuentran en esta área, teniendo como información proporcionada, que los autoclaves trabajan continuamente las 24 horas del día. Con esta información y con la tarifa de cobro por kWh, se podrá hallar el consumo en kWh al año y el consumo en \$/año.

**5.3.1.4 Paso 7 “Realizar los cálculos de kWh al año teniendo en cuenta la potencia de cada equipo y las horas de trabajo” Paso 7 “Determinar el consumo \$/año teniendo en cuenta el promedio de la tarifa”.** Para calcular la potencia teórica en cada uno de ellos, se implementó la ecuación 5.

$$P = I * V * \sqrt{3} * FP \qquad \text{Ecuación 5.}$$

En la página 11 de Simbología se puede encontrar en detalle el nombre de cada una de las variables de la ecuación 5.

Según la ficha técnica de las autoclaves, este es un sistema trifásico, se define como un sistema 3 ph, por lo cual en la ecuación se debe multiplicarlo por los valores por  $\sqrt{3}$ , para así tener en cuenta las 3 fases.

Para el autoclave Hanshin medical 50-20 se usaron los datos del fabricante, más para el Sturdy SA600A, se contó con la asesoría de un Tec. Electricista de la Clínica Nuestra Señora del Rosario, para la medición con una pinza voltiamperimétrica, de la corriente de cada una de las fases del autoclave.

**STURDY SA600A:** 220 V y 28 A (medidos)  
**HANSHIN MEDICAL 50-20:** 220V y 55 A

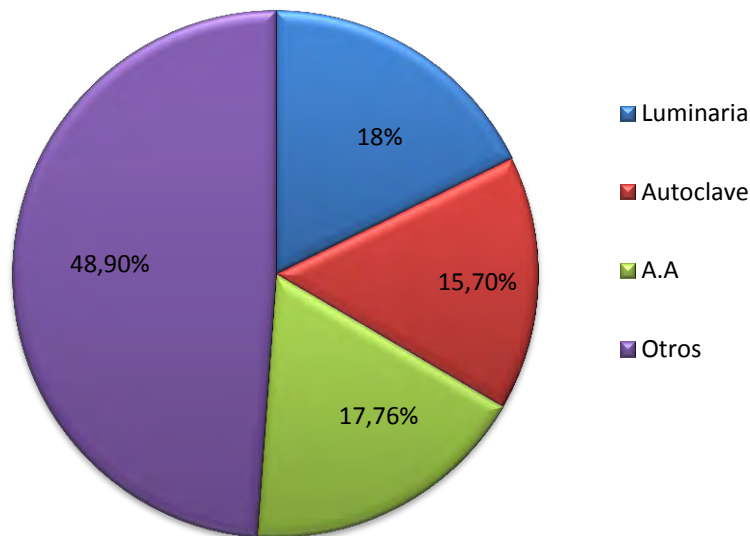
**Cuadro 15. Consumo de autoclaves anualmente.**

MARCA AUTOCLAVE	Consumo KW/h	Consumo KW/año	Consumo \$/Año
STURDY SA600A	9,6 kW/h	84 096 kW/año	24 135 552
HASHIN MEDICAL 50-20	18,86 kW/H	165213 kW/año	47 416 131

Los dos autoclave, trabajan en promedio 24 horas diarias, en la tabla 15, se puede observar que el autoclave HANSHIN MEDICAL 50-20 es el que más impacta en el consumo de energía de la Clínica

Á continuación la Figura 5, muestra un análisis preliminar (teórico), los porcentajes de consumo en pesos de los servicios energéticos analizados de la Clínica Nuestra Señora del Rosario.

**Figura 5. Gráfico de porcentajes de consumo de energía en pesos de la Clínica nuestra Señora del Rosario.**



Según la figura 5, el 51,1% del consumo en pesos al año de la Clínica Nuestra Señora del Rosario está dado por los servicios energéticos analizados con anterioridad, luminaria, aire acondicionado y el sistema de vapor y esterilización. Por lo cual si se reduce el consumo de energía solamente en dichos servicios, el cobro en la factura de energía se reduciría. Es importante tener en cuenta que los datos utilizados en la figura 5, fueron datos teóricos, cabe resaltar y recomendar la medición del consumo real, optando por invertir e instalar equipos de medición.

## **5.4 PLANTA DE EMERGENCIA**

Es un sistema que solo se usa en ocasiones en que el suministro de energía, presenta alguna falla, por medio de la transferencia automática que posee la planta esta entra a trabajar en los 5 o 6 segundos siguientes al fallo de energía.

Debido a que el consumo de las plantas de emergencia, no es de mayor impacto en la clínica, puesto que por semana solamente se encienden para protocolo de mantenimiento, los días miércoles y sábado entre 3 y 5 minutos, y por supuesto en el momento en que se presenta una emergencia.

Así no impacten diariamente en el consumo de energía de la clínica, hacen parte de los quipos de la clínica, que con un buen plan de mantenimiento puede mantener sus niveles de consumo dentro del rango que el fabricante establece y aportar siendo eficiente en cuanto a su uso.

### **5.4.1 Guía para la revisión energética de una planta de emergencia**

- 1. Reconocer el área de ubicación de las plantas de emergencia
- 2. Clasificar la planta dependiendo del tipo de combustible, de si es automático, semiautomático o manual y del tipo de motor que usa para su funcionamiento.
- .3. Identificar las partes que la componen.
- 4. Análisis de consumo de combustible (combustible a base de gas, gasolina o diesel).
- 5. Proponer algunas mejoras de ahorro en cuanto al cambio de tecnología o aun plan de mantenimiento detallado.

**5.4.1.1 Paso 2 “Clasificar la planta dependiendo del tipo de combustible, de si es automático, semiautomático o manual y del tipo de motor que usa para su funcionamiento”.** La clínica cuenta con dos plantas de emergencia una Spectrum Detroit diesel de 125 KVA y con 3647 horas de uso, incluyendo las rutinas de mantenimiento que se realizan los miércoles y los sábados en las cuales la planta se enciende por aproximadamente 5 minutos y en donde cada 6 meses es validada por una empresa externa a la clínica, la otra planta es una Kholer 250R0ZD71 con serie 353181 de 250 KVA de potencia aparente, una batería de 24 V y 6 879 horas de uso.

**5.4.1.2 Paso 3 “Identificar las partes que la componen”.** Identificar el generador, el sistema de baterías y el tipo de combustible que usa para operar, es de prioridad.

**5.4.1.3 Paso 4 “Proponer algunas mejoras de ahorro en cuanto al cambio de tecnología o a un plan de mantenimiento detallado”.** Esta propuesta de un plan de mantenimiento, se encuentra en el capítulo 6. Resultados.

## 6. RESULTADOS

De acuerdo a la información recolectada en la metodología, y basándose en las guías de revisión energética, a continuación se presentara el análisis de los resultados obtenidos para cada uno de los servicios energéticos ya determinados. Se muestra el análisis y las recomendaciones de ahorro para cada uno de los servicios, cabe resaltar que el ítem 4.4.3 “Revisión energética” de la norma NTC-ISO 50 001 incluye la identificación, la evaluación, la determinación, estimación y mejora del desempeño energético, partiendo del uso y consumo pasados y presentes de la energía o el historial de consumo de la institución, por lo cual en este proyecto no se construye una línea base (ítem 4.4.4 “Line base energética” norma NTC-ISO 50 001), la cual normalmente incluye la información que se obtiene de una revisión energética y la medición del desempeño energético, por medio de instrumentos de medición especializados.

### 6.1 LUMINARIAS

**Cuadro 16. Calculo consumo en kWh al año y en pesos, para todas las luminarias de la clínica.**

<b>Total consumo en \$/año</b>	<b>\$ 80 274 055</b>
<b>Total consumo en kWh al año</b>	<b>2775,79 kWh al año</b>

**6.1.2 Cálculos para luminaria LED.** Después del análisis de consumo en kilowatts y en pesos, se realizaron diversas cotizaciones, de las cuales se puede decir que la inversión total en pesos (\$), de las lámparas fluorescentes y LED, se organizan estos resultados en al tabla 17, a continuación:

Para luminaria fluorescente:

**Cuadro 17. Calculo de consumo según las horas de uso, tanto en kW como en pesos para las luminarias fluorescentes.**

TIPO DE LUMINARIA	No. DE LUMINARIAS	PRECIO EN PESOS (\$)	TOTAL DE INVERSION (\$)
32wt8	648	4 000	2 592 000
17WT8S	2	3 500	7 000
17WT8D	142	3 500	497 000
17WT8X4	412	35 000	1 442 000
20WSPIRALX1	644	10 000	6 440 000
201SPIRALX2	7	10 000	70 000
75WT12	5	9 000	45 000
<b>TOTAL</b>			<b>34 421 000</b>

Obteniendo un total de inversión inicial de \$ 34 421 000 millones de pesos en luminaria fluorescente marca Philips. Ahora, un análisis similar para luminaria LED, se indica en el cuadro 18.

**Cuadro 18. Calculo de consumo según las horas de uso, tanto en kW como en pesos para las luminarias LED.**

TIPO DE LUMINARIA	No. DE LUMINARIAS	PRECIO EN PESOS (\$)	TOTAL DE INVERSION (\$)
20wDTt8LED	648	70 000	45 360 000
10WT8S LED	2	55 000	110 000
10WT8D LED	142	55 000	7 810 000
10WT8X4 LED	412	55 000	22 660 000
7WSPIRALX2 LED	644	45 000	28 980 000
7WSPIRALX1 LED	7	45 000	315 000
20WT8DLED	5	70 000	700 000
<b>TOTAL</b>			<b>105 935 000</b>

En el cuadro 18, se observa que la inversión inicial para luminarias LED es en promedio el 70% más costosa de lo que se invierte para lámparas fluorescentes.

Después de haber realizado los cálculos de consumo de kW/año, de consumo de \$/ año también para las luminarias LED (anexo2.) teniendo en cuenta el tipo de luminaria LED y cantidad de consumo en kWh, información suministrada por la empresa Electro Industriales del Valle, se calculan los valores totales de consumo.

Total de consumo para luminaria LED:

**Cuadro 19. Calculo de consumo tanto en kWh al año como en pesos para luminarias LED.**

LED \$/año	\$ 42 866 384
kWh al año	1190,43 kWh al año

Relación de ahorro de consumo anual entre fluorescentes y LED:

**Cuadro 20. Calculo de consumo en kWh al año como en pesos, del total de luminarias de la Clínica Nuestra Señora del Rosario.**

FLUORESCENTE \$/año	\$ 80 274 055
kWh al año	42 866 384 kWh al año

La información de los cuadros 19 y tabla 20 es muy importante para determinar la diferencia de consumo entre el tipo de luminaria que ya posee la Clínica y el tipo de luminaria que se está proponiendo para el ahorro energético.

En el momento en el que es determinado el consumo de las luminarias, se pueden establecer también las diferencias en cuanto al consumo tanto en kWh al año como en pesos, por lo cual a continuación se puede observar la diferencia entre los dos tipos de luminaria, fluorescente y LED, teniendo la tarifa promedio de Emcali definida para la clínica con el valor de \$ 287 pesos, en mayo 2013.

Estos son datos teóricos que permiten conocer idealmente la inversión y los costos.

Relacion de inversion = Consumo en \$ de fluorescentes – consumo en \$ LED

Ecuación 6.

$$\begin{aligned} \text{Relacion consumo en pesos} &= 80\,274\,055 - 42\,866\,384 \\ &= 37\,407\,671 \end{aligned}$$

La propuesta del cambio de luminarias fluorescentes por luminarias LED, se realizó teniendo en cuenta la mínima inversión posible por parte de la clínica, este cambio que se propone no necesita cambios en la infraestructura, ya que las luminarias LED tienen el mismo tamaño y

mismo diámetro, de los chasis ya instalados en la clínica. La relación que se presenta en la ecuación 6, es teniendo en cuenta el mismo número de luminarias tanto fluorescentes como LED.

La ecuación 6, Muestra que esos \$ 37 407 671 millones de pesos son el ahorro en pesos que podría llegar a manejar la clínica, en el momento en que dichas luminarias fluorescentes sean cambiadas a luminarias LED.

Teniendo en cuenta la cotización realizada en Electro Industriales del Valle, en Cali, en el mercado de luminarias el costo de las LED es mucho mayor que el de las luminarias fluorescentes, a continuación se muestra en la Ecuación 7. La diferencia de inversión o relación de inversión entre los dos tipos de luminarias.

$\text{difIn} = \text{Inversion en \$ de LED} - \text{Inversion en \$ de fluorescentes}$  Ecuación 7.

$$\begin{aligned}\text{Relacion de inversion} &= 105\,935\,000 - 34\,421\,000 \\ &= 71\,514\,000\end{aligned}$$

Con lo anterior se puede decir que la Clínica Nuestra Señora del Rosario, Cali, está pagando \$ 80 274 055 pesos al año por el consumo de luminaria fluorescente y según la ecuación 6. el ahorro con las luminarias LED sería de \$ 37 407 671 pesos al año, si se tiene que la inversión inicial en las luminarias LED sería de \$ 105 935 000 pesos, teniendo en cuenta los millones que se estarían ahorrando al año, se puede decir que 3 años después de que la Clínica realice la inversión, se estaría recuperando dicho monto invertido en el cambio de tecnología, ya que el ahorro en esos 3 años sería de \$ 112 223 013 millones de pesos, el cual es un monto aproximado a la inversión inicial de las luminarias, continuando con el ahorro de energía y de dinero por los próximos años siguientes

Existen determinados puntos importantes que se deben tener en cuenta en el momento de escoger nueva tecnología de luminarias, como lo es el flujo lumínico, la vida útil y la temperatura, por lo cual se realizó una medición de los lúmenes, de las luminarias LED y de las luminarias fluorescentes, por medio de un luxómetro a una distancia aproximada de 0,85 m del suelo.



**Cuadro 21. Cantidad de luxes medidos con luxómetro.**

Lúmenes Luminaria fluorescente (lm)	Lúmenes Luminaria LED (lm)
476	231
475	234
480	233
484	234
478	235

Se realiza el promedio de consumo de cada una de las luminarias para poder hallar la eficiencia lumínica.

Para las fluorescentes en promedio emiten 479 lúmenes y las LED emiten en promedio 233 lúmenes.

Otra opción de ahorro que la clínica puede adoptar es el de una campaña de ahorro, el culturizar a las personas que normalmente interactúan con los equipos potenciales de consumo, es uno de los principales problemas de un sistema de gestión de eficiencia energética, ya que así los equipos se hagan más eficientes, si se les da un mal uso, no se estaría cumpliendo con el propósito de ahorro. Un buen medidor acerca de que tanto se encuentran informados los trabajadores de la clínica acerca de lo que es un sistema de gestión de eficiencia energética, sería realizando una encuesta antes de la implementación de la campaña de ahorro, para así tener más claro los puntos en los que se enfocaría más la campaña.

### **6.1.3 Recomendaciones para la campaña de ahorro de energía en la clínica Nuestra Señora del rosario.**

#### **CAMPAÑA “CULTURIZATE CON CONCIENCIA”**

- Si el área cuenta con ventanas, hacer uso de la luz natural.
- Tratar de no estar apagando y prendiendo las luminarias tipo T8, puesto que esta al encenderse consumen una cantidad significativa de potencia.

- Apagar las luminarias al final de la jornada de trabajo.
- Realizar limpieza tanto del empotre como de la luminaria como tal.

## **6.2 RESULTADOS AIRE ACONDICIONADO**

Después de realizar la Sumatoria del consumo anual en pesos de cada uno de los tipos de aire acondicionados, se obtuvo como resultado que la clínica maneja un consumo anual en pesos en cuanto a los equipos de aire acondicionado de \$80 567 501 Total de consumo de toda la clínica.

Una propuesta de mejora debe fundamentarse en la cultura de uso de los potenciales de consumo, por parte del personal encargado, de tomar conciencia del uso adecuado del aire acondicionado, puesto que el encendido de un aire en una habitación vacía o la temperatura inadecuada (mas grados centígrados de los necesitados para el confort en el aire) pueden provocar gran impacto en consumo de energía.

Algunas recomendaciones para que se pueda observar un ahorro de consumo de KW/año como en pesos son las siguientes.

- Tener en cuenta la vida útil de los aires acondicionados, ya que los equipos con mucho tiempo de uso, se esfuerzan más para trabajar de forma adecuada, lo que genera un mayor consumo de energía.
- El mantenimiento preventivo de los aires acondicionados centrándose en los filtros, aporta a la disminución de consumo.
- Determinar un número de habitaciones de hospitalización, que siempre se encuentren disponibles para el traslado temporal del paciente, en el momento en que se vaya a realizar el mantenimiento del aire acondicionado.
- Clasificando los aires acondicionados, en los de mayor y menor consumo, se le podría dar prioridad en el mantenimiento a los de mayor consumo de potencia, para que el equipo no sobrepase los rangos de potencia normales determinados por el fabricante.
- La determinación de las condiciones de confort teniendo en cuenta, la temperatura exterior del área en donde se encuentra ubicado el aire acondicionado ayuda a la eficiencia del equipo.
- El uso del aire acondicionado en modo de ventilador, por determinados lapsos de tiempo, brinda una sensación de disminución en la temperatura, por el movimiento del aire.

- La programación de encendido media hora antes del inicio de actividades laborales, de los aires acondicionados mini Split ubicados en las áreas de oficinas de la clínica, hace parte del plan de gestión de eficiencia energética.
- Mantener cerrada el área en donde se está haciendo uso del aire acondicionado.
- Recrear una cultura de uso o conciencia de uso entre los beneficiados de este servicio.
- Implementación de un analizador de redes, para la medición y control de parámetros eléctricos constantemente.

Ya que la Clínica Nuestra Señora del Rosario, desde hace 8 meses, presenta el problema, de la poca disposición de habitaciones para el traslados de pacientes, en el momento de realizar el mantenimiento de los aires acondicionados, a continuación se propone una lista de chequeo o checklist, para realizar un previo paneo en la Clínica, del estado del aire acondicionado antes de decidir si se necesita o no el traslado del paciente.

Checklist de mantenimiento para la unidad manejadora de aire:

### CHECKLIST DE MANTIMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO

<b>Responsable de mantenimiento</b>	
<b>Cliente</b>	<b>Ciudad</b>
<b>Fecha inicio</b>	<b>Fecha final</b>
<b>Área que acondiciona</b>	

#### UNIDAD MANEJADORA DE AIRE

<b>Ubicación</b>	
<b>Marca y modelo</b>	<b>serie</b>
<b>Limpieza exterior</b>	
<b>Limpieza interior</b>	

<b>Estado de empaques de la puerta</b>	<b>Bueno</b>	<b>regular</b>	<b>malo</b>
<b>Estado de las mirillas</b>	Bueno	regular	malo
<b>Presión de entrada de refrigerante</b>	Bueno	regular	malo
<b>Presión de la salida de refrigerante</b>	Bueno	regular	malo

<b>Limpieza de desagües de la UMA</b>	
<b>Estado visual de los filtros/ fugas</b>	
<b>Pre filtro lavable</b>	
<b>Etapa 1 de filtración</b>	
<b>Etapa 2 de filtración</b>	
<b>Etapa 3 de filtración</b>	
<b>Inspección de purgas /saturación</b>	
<b>Estado de manómetros</b>	
<b>Corriente de placa</b>	<b>Corriente medida</b>
<b>Observaciones generales</b>	

Firma del técnico y CC.

Firma del cliente y CC

Checklist de mantenimiento para la unidad condensadora de aire:

### CHECKLIST DE MANTIMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO

Responsable de mantenimiento

Cliente	Ciudad
Fecha inicio	Fecha final
Área que acondiciona	

### UNIDAD CONDENSADORA DE AIRE

Ubicación		
Marca	modelo	serie
Limpieza exterior		
Limpieza interior		

Presión de alta UCA 1	Bueno	regular	malo
Presión de baja UCA 1	Bueno	regular	malo
Presión de alta UCA 2	Bueno	regular	malo
Presión de baja UCA 2	Bueno	regular	malo
Tipo de compresor			
Desempeño u observaciones			
Corriente de placa /medida	Tensión de placa/ medida		

Observaciones generales

---

---

---

---

---

Firma del técnico y CC.

Firma del cliente y CC

Checklist de mantenimiento para el extractor:

### CHECKLIST DE MANTIMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO

Responsable de mantenimiento

Cliente	Ciudad
Fecha inicio	Fecha final
Área que acondiciona	

### EXTRACTOR

Ubicación		
Marca	modelo	serie
Limpieza exterior		
Limpieza interior		

Cantidad de correas

Tipo de correas			
Estado de correas	Bueno	regular	malo
Potencia del motor			
RPM motor	fases		
Desempeño u observaciones			
Engrase de balineras			Cambio
Corriente de placa	Corriente medida	Tensión de placa	Tensión medida

Observaciones generales

---

---

---

---

---

---

Firma del técnico y CC.

Firma del cliente y CC

La eficiencia energética de los aires acondicionados depende de factores como los analizados en el “checklist de mantenimiento” como la humedad relativa, al temperatura del ambiente exterior y la temperatura de acondicionamiento.

### **6.3 RESULTADOS AUTOCLAVE**

Las propuesta de ahorro efectivas a corto plazo, son aquellas que implican cambio de tecnología, benchmarking y una inversión bastante grande. Así la opción ideal sea un equipo nuevo programado ya, para ser eficiente, si primero se aprende a tener un buen manejo del equipo, y se invierte en nueva tecnología se podría aprovechar de manera óptima el cambio de equipo.

- Mantenimiento preventivo programado, cumplido.
- Evitar las fugas de vapor.
- Programación de trabajo para cada autoclave, que uno funcione 12 horas, se apague y luego continúe el otro autoclave trabajando las siguientes 12 horas, para así estar cumpliendo con las horas de trabajo requeridas y ahorrando energía.
- Aislamiento de las tuberías de manejo de agua fría y de manejo de agua caliente.
- Automatización del sistema de bombeo de agua, puesto que se encuentra en pisos inferiores a la ubicación del área de esterilización.
- Cambio de tecnología a un motor eficiente.

### **6.4 PLANTA DE EMERGENCIA**

Tan simple como unas buenas recomendaciones de uso de un equipo aportan a la eficiencia energética de este, por lo cual a continuación se observara una recomendaciones para el buen mantenimiento y uso de las plantas de emergencia, puesto que la eficiencia no solo se trata de ahorrar sino también de hacer que un equipo funcione dentro de las medidas estipuladas por su fabricante.

- Mantener el sitio limpio de polvo y libre de humedad.
- Mantener libre de polvo los tableros, el generador y el motor.
- Realizar la prueba de falla y la de retorno de energía.

- Asegurarse que el amperaje de todas las fases de la planta no exceda el de la placa.
- Mantener lubricado el motor.
- Verificación en el mantenimiento preventivo de:
  - Nivel de agua del radiador.
  - Nivel de agua de las celdas de la batería.
  - Nivel del combustible en el tanque.
  - Nivel de aceite.
  - Limpieza de los terminales y los filtros de la planta.
  - Cuidar el combustible.

## **6.5 COMPARACION DE LA METODOLOGIA DE REVISION ENERGETICA CON LA METODOLOGIA PROPUESTA DESDE LA INGENIERIA CLINICA.**

Para realizar una revisión energética, se debe tener como base la metodología propuesta por la norma NTC-ISO 50 001, pero al ser esta una norma para la industria, es necesario desarrollar una metodología más detallada de los pasos que se deben seguir para desarrollar dicha metodología en una Clínica, en este caso ,la Clínica Nuestra Señora del Rosario.

**Cuadro 22. Cuadro comparativo entre la metodología NTC-ISO 50 001 y la metodología propuesta.**

<b>METODOLOGIA NTC-ISO 50 001</b>	<b>METODOLOGIA PROPUESTA</b>
a. Análisis del uso de la energía, identificando las fuentes de energía y evaluando el historial de uso y consumo de la institución.	a. Reconocimiento de las instalaciones e identificación de equipos de mayor consumo teniendo en cuenta la solicitud del historial de consumo de la Clínica al encargado.
b. Teniendo en cuenta el análisis del uso de la energía y el consumo, se identifican las instalaciones, los equipos, los sistemas, el personal que está involucrado en la empresa y las diferentes variables que puedan afectar el uso de la energía.	b. Realizar un inventario de luminarias en cada una de las áreas de la clínica. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificación de los tipos de equipos encontrados.</li> <li>• Determinar las horas de trabajo en cada una de las áreas.</li> <li>• Determinar la cantidad de equipos por área.</li> </ul>



**Cuadro 22.** (Continuación).

<p>c. Se determina el desempeño de la energía en el presente de las instalaciones, de los equipos y de los sistemas que se encuentran relacionados con el uso de la energía.</p>	<p>c. Determinar el promedio de la tarifa por unidad, por parte de Emcali.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcular el consumo kWh al año teniendo en cuenta las horas de uso para cada uno de los tipos de equipos que se encontraron, para determinar el desempeño energético.</li> <li>• Calcular el consumo al año en pesos, teniendo en cuenta el promedio de la tarifa por unidad.</li> </ul>
<p>d. También se debe tener en cuenta una estimación del uso y el consumo futuro de la energía</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con los datos obtenidos del análisis de consumo, realizar gráficos estadísticos, para la identificación de porcentajes de consumo y visualización a futuro del impacto con el ahorro.</li> </ul>
<p>e. Se identifican oportunidades para la mejora del desempeño energético de la institución y se dejan documentadas.</p>	<p>e. Identificación de posibles mejoras de ahorro para los equipos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento preventivo de los equipos, teniendo en cuenta la presencia de pacientes y visitantes de la clínica.</li> <li>• Documentación de la metodología en guías, para futura revisión energética en la Clínica Nuestra Señora del Rosario.</li> </ul>

En el cuadro 22, se puede observar que una metodología detallada, permite una fácil ejecución de la revisión energética, teniendo en cuenta factores como la seguridad y confort del paciente, ítem importante en una entidad hospitalaria.

## 7. CONCLUSIONES

- Se propone la sistematización de las hojas de vida (características técnicas) de los equipos de la Clínica, puesto que es de vital importancia al momento de realizar una revisión energética, ya que las especificaciones del fabricante hacen parte de los datos necesarios para el desarrollo del análisis de ahorro de energía.
- El 50% del consumo de la Clínica está dado por los servicios energéticos analizados en este proyecto, luminarias, autoclaves y aires acondicionados, lo que confirma los supuestos realizados al inicio de la pasantía. Esto indica que si se aplica estrategias de uso racional de energía en dichos servicios, será relevante el ahorro en el consumo de energía de la Clínica.
- Es importante para la clínica desarrollar estrategias para la implementación de un sistema de gestión de eficiencia energética, ya que después de las organizaciones industriales, el 100% las organizaciones hospitalarias por el hecho de trabajar 24 horas diarias, son un foco de alto consumo de energía. En este caso la clínica Nuestra Señora del rosario presenta en promedio consumos de energía de 1 646 040 kW/h al año en el 2011.
- El análisis teórico realizado durante esta pasantía, permite unos resultados preliminares en la revisión energética, pero para cumplir la NTC-ISO 50 001, la medición de estas variables técnicas podría arrojar un análisis más exacto del consumo de energía de los diferentes servicios energéticos o del total de consumo de la Clínica.
- De las 1538 luminarias analizadas en la clínica, 1209 son fluorescentes, que significan un consumo elevado en la clínica, y su cambio por luminarias LED, representaría un ahorro significativo en el costo de la electricidad.
- El mantenimiento preventivo y correctivo de determinados equipos en la Clínica, requiere de factores a tener en cuenta como la disposición de camas o habitaciones para el traslados de pacientes, ya que lo que prima es la seguridad y el cuidado de éste, lo cual no está implícito en la norma técnica NTC-ISO 50 001.

- Es importante la futura implementación de medidores, para así continuar con el siguiente paso del plan de gestión de eficiencia energética, en el cual se determina una línea base con los datos de las mediciones realizadas a los servicios energéticos en estudio, y determinar un análisis exacto del uso de la energía.

## BIBLIOGRAFIA

Aire acondicionado tipo Split Fan Coil expansión directa york [en línea]. Lima, Perú: Motorex. [Consultado 27 de junio de 2013]. Disponible en internet : <http://www.motorex.com.pe/producto/aire-acondicionado-tipo-split-fan-coil-expansion-directa-york>

ARANDA, J. SASTRESA, E. GARAIO, S. ZALZABA, I. Eficiencia Energética en instalaciones y equipamiento de edificios. Zaragoza: Universidad de Zaragoza, 2010. 161p.

BASTIAN, P. Electrotecnia. 21ed. Alemania: ediciones Akal, S.A., 2001. 441p.

Centro nacional de producción más limpia y tecnologías ambientales. Guía sectorial de producción más limpia en hospitales, clínicas y centros de salud. Disponible : [http://www.omaaragon.org/riesgos/ficheros/\\_3520.pdf](http://www.omaaragon.org/riesgos/ficheros/_3520.pdf) Revisada mayo 5 de 2013

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Disponible en : [http://www.dane.gov.co/reloj/reloj\\_animado.php](http://www.dane.gov.co/reloj/reloj_animado.php) revisada Septiembre 09 de 2012.

Ecoeficiencia [en línea]: Bucaramanga: Corporación para el fomento de la producción más limpia y el desarrollo sostenible Ecoeficiencia, 2011. [Consultado 14 de septiembre 2012]. Disponible en: <http://www.corporacionecoeficiencia.com/index.php>

EANG LEE, S. Priyadarsini Rajagopalan, Building energy efficiency labeling programme in Singapore, Energy Policy, Volume 36, Issue 10, October 2008, Pages 3982-3992, ISSN 0301-4215.

ENRIQUEZ, G. Guía práctica para el cálculo de instalaciones eléctricas: basadas en las normas técnicas para instalaciones eléctricas (NOM-EM-001-SEMP-1993). Mexico: Editorial LIMUSA S.A, 2004. 453p.

Eric Hirst, William Fulkerson, Roger Carlsmith, Thomas Wilbanks, Improving energy efficiency The effectiveness of government action, Energy Policy, Volume 10, Issue 2, June 1982, Pages 131-14.

Esterilizador Modelo SA-600<sup>a</sup>. [En línea]. Cali: ESSEN. [Consultado 6 de julio de 2013]. Disponible en internet: <http://www.essen.com.co/sa-600a.html>

European Energy Management standard EN ISO 16001.

FCV. Fundación Cardiovascular de Colombia. Hospital San Antonio de Soatá. [Consultado septiembre 18 2012]. Disponible en: [http://www.fcv.org/ic/index.php?option=com\\_content&view=article&id=62&Itemid=66&lang=es](http://www.fcv.org/ic/index.php?option=com_content&view=article&id=62&Itemid=66&lang=es) revisado Septiembre 18 de 2012.

GUTIERREZ, C. La actuación frente al cambio climático. España:EDITUM, 2009. 127p.

HARPER,G. El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales. México: Editorial Limusa S.A, grupo noriega editores,2005.117p

Hashem Akbari, Mashuri Warren, Anibal de Almeida, Deborah Connell, Jeffrey Harris, Use of energy management systems for performance monitoring of industrial load-shaping measures, Energy, Volume 13, Issue 3, March 1988, Pages 253-263.

Hospital San Antonio de Soatá. [Consultado septiembre 18 2012]. Disponible en: [http://www.esesoata.gov.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=118&Itemid=53](http://www.esesoata.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=118&Itemid=53) revisada en Septiembre 18 de 2012

HUS. Hospital Universitario de Santander. [Consultado 21 septiembre de 2012] Disponible en: [http://www.hus.gov.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=316&fontstyle=f-larger](http://www.hus.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=316&fontstyle=f-larger)

Ian M. Torrens, Environmental effects of energy systems: The OECD COMPASS project, Environment International, Volume 10, Issues 5–6, 1984, Pages 419-429

IEEE Recommended Practice for Electric Systems in Health Care Facilities," IEEE Std 602-1996 [The White Book] , vol., no., pp.1,446, Jan. 31 1997

Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas – COLCIENCIAS. [Consultado el 22 de septiembre de 2012] Disponible en [http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reglamentacion/ley\\_697\\_de\\_2001.pdf](http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reglamentacion/ley_697_de_2001.pdf)

Instituto Colombiano de Normas Técnicas. [Consultado el 22 de septiembre de 2012] Disponible en: <http://www.icontec.org.co/index.php?section=203> Revisada en Septiembre 22 de 2012.

Jonathan E Sinton, Mark D Levine, Wang Qingyi, Energy efficiency in China: accomplishments and challenges, Energy Policy, Volume 26, Issue 11, September 1998, Pages 813-829

MALAGON, G. GÁLAN, R. PONTÓN, G. Auditoría en salud. Para una gestión eficiente. 2ed. Santa Fe de Bogotá: Editorial Medica Internacional,2003. 15p.

NTC-ISO 50001: 2011, Sistemas de Gestión de la Energía. Requisitos con Orientación para su Uso.

NTC ISO 5001. Revisión energética. Determinación del desempeño energético de la organización basada en datos y otro tipo de información, orientada a la Identificación de oportunidades de mejora.

OAB. Observatorio Ambiental de Bogota. Disponible en: <http://oab.ambientebogota.gov.co/index.shtml?id=502&s=l&v=l> revisado. Agosto 10 de 2012.

PAHO. Panamerican Health Organization. [Consultado 24 de agosto de 2013]. Disponible en <http://www.paho.org/spanish/sha/prficol.htm> revisado agosto 24 de 2012.

Peter Catania, China's rural energy system and management, Applied Energy, Volume 64, Issues 1–4, 1 September 1999, Pages 229-240

Proyecto de mantenimiento hospitalario [En línea]. San Salvador: Ministerio de salud pública y asistencia social, 1998. [Consultado 6 de julio de 2013]. Disponible en internet en: <http://diagramas.diagramasde.com/otros/Planta-de-Emergencia.pdf>

Revista Especializada PORTAL MEDICO. Disponible en: <http://portalmedico.co/primer-hospital-verde-en-colombia-hospital-san-vicente-de-paul-en-rionegro/> Revisada Septiembre 18 de 2012.

SALEM SZKLO,A. BORGHETTI SOARES,J. TIOMNO TOLMASQUIM,M. Energy consumption indicators and CHP technical potential in the Brazilian hospital sector, Energy Conversion and Management, Volume 45, Issues 13–14, August 2004, Pages 2075-2091, ISSN 0196-8904, 10.1016/j.enconman.2003.10.019.

SERRANO, J. Manual de aire acondicionado: Sección 1. 6ed. Buenos aires: Cybemax international corp, 2013. 39p

Sterilizer HS5020 [En línea] Korea: HANSHIN MEDICAL CO.,LTDA. [Consultado 6 de julio de 2013].Disponible en internet: [http://hanshinmed.co.kr/eng/html/product\\_list.php?part\\_idx=16](http://hanshinmed.co.kr/eng/html/product_list.php?part_idx=16)

TERREL, C. CLIFFORT, L. WATT J. Manual del montador electricista: el libro del consulta de electrotécnico. 3ed. España: Reverte, 1994. 10-57p

Uso de la Energía y Servicios Energéticos. Definidos en la norma NTC-ISO 5001.

YING CHU N, The productive efficiency of Chinese hospitals, China Economic Review, Volume 22, Issue 3, September 2011, Pages 428-439, ISSN 1043-951X, 10.1016/j.chieco.2011.06.001.

## ANEXOS

### ANEXO A. Consumo de Energía Clínica Nuestra Señora del Rosario.

FECHA CONSUMO	TOTAL kWh	tarifa * unidad	\$ energía
mar-10	115720	\$ 301,00	\$ 34.831.720
abr-10	115720	\$ 301,00	\$ 34.831.720
may-10	115720	\$ 301,00	\$ 34.831.720
jun-10	115720	\$ 301,00	\$ 34.831.720
jul-10	115720	\$ 301,00	\$ 34.831.720
ago-10	115720	\$ 301,00	\$ 34.831.720
sep-10	115720	\$ 301,00	\$ 34.831.720
oct-10	115720	\$ 301,00	\$ 34.831.720
nov-10	132440	\$ 268,79	\$ 35.598.548
dic-10	132440	\$ 268,79	\$ 35.598.548
ene-11	141680	\$ 251,00	\$ 35.561.680
feb-11	123200	\$ 264,81	\$ 32.624.592
mar-11	132000	\$ 274,18	\$ 36.191.760
abr-11	121440	\$ 246,84	\$ 29.976.250
may-11	143880	\$ 245,91	\$ 35.381.531
jun-11	142120	\$ 276,06	\$ 39.233.647
jul-11	147400	\$ 268,89	\$ 39.634.386
ago-11	141240	\$ 268,89	\$ 37.978.024
sep-11	143440	\$ 293,42	\$ 42.088.165
oct-11	135080	\$ 300,84	\$ 39.353.000
nov-11	135960	\$ 307,58	\$ 41.818.577
dic-11	138600	\$ 307,58	\$ 42.630.807



**Cuadro. (Continuación).**

ene-12	149600	\$ 302,48	\$ 45.250.268
feb-12	138160	\$ 277,03	\$ 38.274.253
mar-12	144320	\$ 284,58	\$ 41.070.937
abr-12	143440	\$ 271,65	\$ 38.966.185
may-12	148280	\$ 280,21	\$ 41.549.964
jun-12	145200	\$ 292,34	\$ 42.448.076
jul-12	154440	\$ 292,34	\$ 45.149.317
ago-12	149600	\$ 288,00	\$ 43.084.233
sep-12	139920	\$ 288,00	\$ 40.296.430
oct-12	148700	\$ 288,00	
nov-12	150900	\$ 288,00	
dic-12	146520	\$ 295,58	\$ 43.308.253
ene-13	156320	\$ 295,68	\$ 45.924.624
feb-13	140800	\$ 295,68	\$ 45.924.624
mar-13	161000	\$ 295,68	\$ 45.924.624
abr-13	148720	\$ 306,77	\$ 45.623.012
may-13	148720	\$ 299,32	\$ 45.515.068
		\$ 287,00	\$648.309.868

## ANEXO B. Cálculos para la propuesta de luminarias LED.

Determinación de consumo para 10WT8DLED-17wT8D

**Cuadro** . Calculo de consumo según las horas de uso, tanto en kW como en pesos 10WT8DLED.

HORAS	CONSUMO kW/año	CONSUMO \$/AÑO	CONSUMO \$/AÑO POR TOTAL LUMINARIA
8 HORAS (2304)	23,04	6612	26 448
15 HORAS (5040)	50,4	14464	1388544
24 HORAS (8760)	87,6	25141	1055922
<b>TOTAL</b>	161,04	46217	2 470 914

Determinación de consumo para 10WT8SLED-17wT8s

**Cuadro** . Calculo de consumo según las horas de uso, tanto en kW como en pesos 10WT8SLED.

HORAS	CONSUMO kW/año	CONSUMO \$/AÑO	CONSUMO \$/AÑO POR TOTAL LUMINARIA
24 HORAS (8760)	87,6	25141	50 282
<b>TOTAL</b>	87,6	25141	50 282

Determinación de consumo para 10WT8x4LED-17wT8x4

**Cuadro** . Calculo de consumo según las horas de uso, tanto en kW como en pesos 10WT8x4LED.

HORAS	CONSUMO kW/año	CONSUMO \$/AÑO	CONSUMO \$/AÑO POR TOTAL LUMINARIA
8 HORAS (2304)	23,04	6612	158 688
15 HORAS (5040)	50,4	14464	1 446 400
24 HORAS (8760)	87,6	25141	7 240 608
<b>TOTAL</b>	161,04	46217	8 845 696

Determinación de consumo para 20WT8D-32WT8D

**Cuadro.** Calculo de consumo según las horas de uso, tanto en KW como en pesos 20WT8D.

HORAS	CONSUMO KW/año	CONSUMO \$/AÑO	CONSUMO \$/AÑO POR TOTAL LUMINARIA
8 HORAS (2304)	46,08	13224	185 136
12 HORAS (3456)	69,12	19837	1 547 286
15 HORAS (5040)	100,8	28929	8 389 410
24 HORAS (8760)	175,2	50282	13 375 012
<b>TOTAL</b>	<b>391,2</b>	<b>112272</b>	<b>23 496 844</b>

Determinación de consumo para 7Wspiralx2-20WSpiralx2

**Cuadro .** Calculo de consumo según las horas de uso, tanto en KW como en pesos 7Wspiralx2.

HORAS	CONSUMO KW/año	CONSUMO \$/AÑO	CONSUMO \$/AÑO POR TOTAL LUMINARIA
8 HORAS (2304)	16,12	4 626	693 900
12 HORAS (3456)	24,19	6 942	374 868
15 HORAS (5040)	35,28	10 125	1 498 500
24 HORAS (8760)	61,32	17 598	5 138 616
<b>TOTAL</b>	<b>136,91</b>	<b>39 291</b>	<b>7 705 884</b>

Determinación de consumo para 7Wspiralx1-20WSpiralx1

**Cuadro.** Calculo de consumo según las horas de uso, tanto en KW como en pesos 7Wspiralx1.

HORAS	CONSUMO KW/año	CONSUMO \$/AÑO	CONSUMO \$/AÑO POR TOTAL LUMINARIA
8 HORAS (2304)	46,08	4 626	27 756
24 HORAS (8760)	175,2	17 598	17 598
TOTAL	391,2	39 291	45 354

Determinación de consumo para 20WT8DLED-75Wt12

**Cuadro.** Calculo de consumo según las horas de uso, tanto en KW como en pesos 20WT8DLED.

HORAS	CONSUMO kW/año	CONSUMO \$/AÑO	CONSUMO \$/AÑO POR TOTAL LUMINARIA
24 HORAS (8760)	175,2	50 282	251 410
TOTAL	175,2	50 282	251 410