

DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL HOSPITAL GENERAL DE LAS FUERZAS ARMADAS No.1

Espinoza Sara, Ing.

Dávila Ricardo, Ing.
Escuela Politécnica Nacional

Poveda Mentor, MSEE

RESUMEN

El presente trabajo expone algunas de las alternativas que se deberían implementar en el Hospital General de las Fuerzas Armadas No. 1 con la finalidad de incrementar la eficiencia en la utilización de la energía, mejorar la calidad del servicio y atender la seguridad dentro de sus instalaciones precautelando personas y bienes.

La reducción del consumo sin sacrificar el servicio que presta la energía se puede atender con la implementación de medidas técnica y económicamente factibles, como son: reemplazo de luminarias por sistemas eficientes, mayor utilización de la luz natural, uso de sensores de movimiento y uso de herramientas de ahorro energético en sistemas de cómputo. Las mencionadas medidas totalizan una inversión neta de **\$46.019** recuperables en un período de **2,49 años**, representando un ahorro anual de **291.176 kWh/año** que equivalen al **16,37%** del consumo anual actual, lo que se traduce en un ahorro económico de aproximadamente **\$18.496** al año.

Para el sistema térmico existen medidas en las cuales se puede invertir logrando importantes ahorros energéticos y económicos, que por la falta de instrumentación adecuada, no han sido cuantificados en este trabajo.

A fin de evitar los riesgos que instalaciones antiguas suponen para las personas y los bienes del Hospital se sugiere implementar las siguientes medidas: renovación de tableros y disyuntores principales de edad avanzada, cambio de instalaciones que sobrepasen su vida útil y redistribución de cargas en los sistemas de emergencia.

1. INTRODUCCIÓN

El Ecuador necesita soluciones alternativas para alcanzar la eficiencia energética en los procesos productivos, para ello debemos ahorrar energía sin disminuir el confort y calidad de vida.

Actualmente el país tiene un alto nivel de pérdidas de energía eléctrica; tanto técnicas como no técnicas, por otra parte la energía no es un bien inagotable, por estos dos aspectos, es

importante que se mejore la eficiencia en los campos de generación, transmisión y distribución; así también que los usuarios finales de la energía, por ejemplo en la industria y el comercio, estén al tanto de la conveniencia del uso racional de la energía, en primer lugar para obtener un ahorro económico familiar y empresarial, y con una visión mas amplia, ayudando al país a preservar recursos para el futuro, por lo tanto, se hace necesaria la implementación de una política de ahorro y conservación de energía como medio eficaz de contribuir al proceso de recuperación económica del país.

La electricidad es una de las formas de energía de mayor consumo, de manera que su costo grava sobre todos y cada uno de los sectores de la industria, servicios y a la propia economía doméstica. A partir de este hecho es fácil deducir que cualquier acción que tienda a un uso más racional de dicha energía, tendría unas repercusiones importantes sobre la economía de todos y cada uno de los sectores implicados.

Por ello es importante la realización de Diagnósticos Energéticos en los sectores industrial, comercial, de servicios, para lograr un ahorro de energía, y además un uso eficiente de la misma.

El sector salud en el país ha sido muy descuidado por el gobierno, tanto así que hospitales públicos tienen problemas con la calidad de energía, ya que la parte administrativa descuida mucho el ámbito energético priorizando otros servicios, siendo éste el que abarca un gran porcentaje de los gastos mensuales en los que incurren este tipo de instituciones.

Existen algunos obstáculos que imposibilitan la implementación de medidas para el uso racional de la energía, estos pueden ser debidos a la falta de información de los trabajadores y diseñadores de las instalaciones, además la organización interna de la empresa imposibilita la toma de decisiones. También existen aspectos como el tecnológico, el cual debido a la estructura de la edificación dificulta el cambio hacia un sistema más avanzado en el uso eficiente de energía.

Existen dificultades financieras por la falta de capital o las malas decisiones ponen trabas a la

implementación de sistemas de ahorro de energía y además las barreras estructurales, las cuales se presentan cuando la empresa tiene un perfil de gestión poco innovador.

Por tanto se puede concluir que raramente existe una única solución para vencer todos los obstáculos que se presentan.

2. CONDICIÓN ACTUAL DEL HOSPITAL

Entre los principales servicios que presta el Hospital se tienen Emergencia, Hospitalización, Cuidados Intensivos, Consulta Externa, Odontología, Chequeo Médico Ejecutivo, Vacunas y Medicina del Viajero.

Con las siguientes especialidades:

- Clínico - quirúrgicas
- Ginecología y obstetricia
- Clínicas
- Laboratorios clínicos
- Pediatría
- Servicios auxiliares de diagnóstico y tratamiento
- Radiología e imagen

El Hospital Militar se provee de energía eléctrica por medio de cuatro acometidas, en el momento del estudio contaban con 8 transformadores y se planeaba instalar otro transformador. Existe un transformador independiente para el edificio principal e igualmente para el edificio de Consulta Externa; los restantes prestan su servicio para el área de Imagen, al igual que lo hará el transformador a instalarse.

Para la determinación de la situación actual del Hospital se siguió una metodología establecida para este tipo de estudios:

2.1 Levantamiento de Carga

El propósito del levantamiento de carga es conocer el tipo de carga instalada, la magnitud de la potencia instalada y mediante estimaciones tratar de determinar las horas de uso de cada equipo o grupo de equipos para obtener un consumo promedio mensual de energía y de esta manera establecer la incidencia de su consumo en el consumo total de energía.

Para determinar la potencia de cada equipo se toman los datos de placa y en caso de no existir, en equipos grandes se deben tomar mediciones,

y si los equipos son pequeños se puede tomar cargas definidas en tablas estándar.

En el caso de la determinación de las horas de uso se logra obtener un valor estimado valiéndose de la información proporcionada por quienes trabajan con el equipo.

Cuando existen equipos electrónicos se debe tomar en cuenta que tienen un consumo distinto cuando están siendo utilizados por su operador y otro cuando están en modo stand by (conectado pero sin realizar su función), dentro de éstos el más importante es el sistema de cómputo.

Comúnmente las personas que trabajan con los distintos equipos, proporcionan datos del tiempo en el que están conectados los equipos más no del tiempo de consumo real, como en el caso de equipos de refrigeración y sistemas de calentamiento (calefactores, cafeteras, cocinas, etc.), debido a lo cual es necesario hacer la medición del consumo de éstos equipos.

En edificios comerciales los horarios de trabajo son definidos, por lo cual el tiempo de consumo de los equipos es bastante uniforme, lo que no ocurre en un hospital en el que el tiempo de uso de los equipos responde a las necesidades de las personas que hacen uso de su servicios.

2.2 REGISTROS Y MEDICIONES

Para la realización de registros en los distintos lugares en los que se consideró necesario hacerlo, se emplearon dos analizadores de magnitudes eléctricas VIP SYSTEM 3; este instrumento efectúa medidas en las tres fases de un sistema trifásico. Es un equipo portátil que puede medir 81 magnitudes eléctricas con una precisión muy elevada.

Este equipo mide además la potencia instantánea, los valores medios y memoriza los valores máximos de las magnitudes; mide e imprime los consumos de energía activa y reactiva; registra las microinterrupciones de la alimentación y la duración de las interrupciones más largas.

Gracias al uso de un módulo de memoria accesoria es posible memorizar un elevado número de medidas y transferirlas posteriormente al computador.

Los registros que se consideraron necesarios realizar se resumen en la siguiente tabla:

Lugar de Registro	Duración del Registro	Consumo Promedio Diario (kWh)
Refrigeradores	7 días	33,37
Trafo Anegógrafo	7 días	8,67
Trafo Cobalto	7 días	794,42
Trafo Resonancia Magnética	7 días	94,70
Trafo Rayos X	7 días	161,85
Trafo Siregraph	7 días	22,98
Trafo Tomógrafo	7 días	92,25
Cocina	6 días	342,67
Lavandería	6 días	69,86
Compresores	4 días	205,24
Calderos	4 días	126,02
Ventiladores	3 días	144,51
Ascensores	3 días	66,15

2.3 FACTURACIÓN DE ENERGÍA

El estudio de la facturación permite verificar la correcta aplicación del pliego tarifario vigente y establecer una base histórica para analizar los consumos, con esta base se puede construir la curva de carga, que sirve para planificar un posible manejo de la demanda. Además, se pueden observar variaciones a lo largo del tiempo, de otros parámetros, como por ejemplo el factor de potencia y la evolución de los pagos efectuados.

El Hospital Militar posee tres medidores con los cuales se registran los factores de consumo, de los cuales dos con registradores horarios de demanda para el Edificio Principal y el área de Imagen y el otro sin registrador para el Edificio de Consulta Externa.

Debido a que la facturación de la Empresa Eléctrica se realiza para diferente número de días mensualmente, entonces, es más representativo tomar en cuenta el consumo promedio diario en lugar del consumo mensual.

De esta manera se obtuvieron los resultados presentados a continuación.

2.4 DISCRIMINACIÓN DE CONSUMOS

Para la discriminación de la incidencia de los consumos se dividieron las cargas en nueve grupos de uso final: iluminación, refrigeración, motores, equipos de cómputo y calentamiento que son comunes a todos los sectores industriales o comerciales, en el caso de un centro médico existen equipos propios del sector que se dividen en equipos médicos, de laboratorio y especiales, dentro de este último

grupo se colocan equipos tales como los de imagen, equipos de esterilización y limpieza, etc. Dentro del grupo otros, se encuentran todos aquellos electrodomésticos de uso esporádico y herramientas eléctricas.

SISTEMA	TOTAL	
	CONSUMO (kWh)	%
ILUMINACIÓN	37 918,5	25,6
MOTORES	20 336,3	13,7
REFRIGERACIÓN	13 124,9	8,9
CALENTAMIENTO	6 198,6	4,2
EQUIPOS CÓMPUTO	11 749,8	7,9
EQUIPO MÉDICO	7 838,7	5,3
EQUIPO LABORATORIO	7 393,2	5,0
EQUIPOS ESPECIALES	29 801,3	20,1
OTROS	13 818,6	9,3
TOTAL	148 179,9	100,0

2.5 SISTEMA ELÉCTRICO

El unifilar del sistema de alimentación de energía hacia los tableros principales se muestra en la figura 1.

La instalación eléctrica en el Hospital tiene una edad aproximada de 30 años debido a ello el sistema de cableado ya ha sobrepasado su vida útil.

En el Hospital existen dos generadores, a uno de ellos se puede conectar la carga de los tableros de Emergencia y de Transferencia mientras que al otro generador se puede conectar toda la carga del Hospital, por ello este último generador presenta problemas de funcionamiento.

Otro problema visible, dentro de este mismo aspecto, es la colocación indiscriminada de carga a los tableros, lo que no permite diferenciar realmente cuales son las cargas indispensables y que no deben ser desconectadas.

En muchos lugares los tableros de distribución se encuentran en mal estado y sin las debidas seguridades, en otros casos no existen tableros propiamente dichos sino cajas adaptadas con madera las cuales pueden provocar incendios.

2.6 SISTEMA TÉRMICO

El sistema de vapor del Hospital cuenta con 3 calderas pirotubulares que funcionan alternadamente en horarios regulares y en períodos de mantenimiento funcionan solamente 2.

Actualmente el sistema de vapor del Hospital no cuenta con una red de recuperación de condensados.

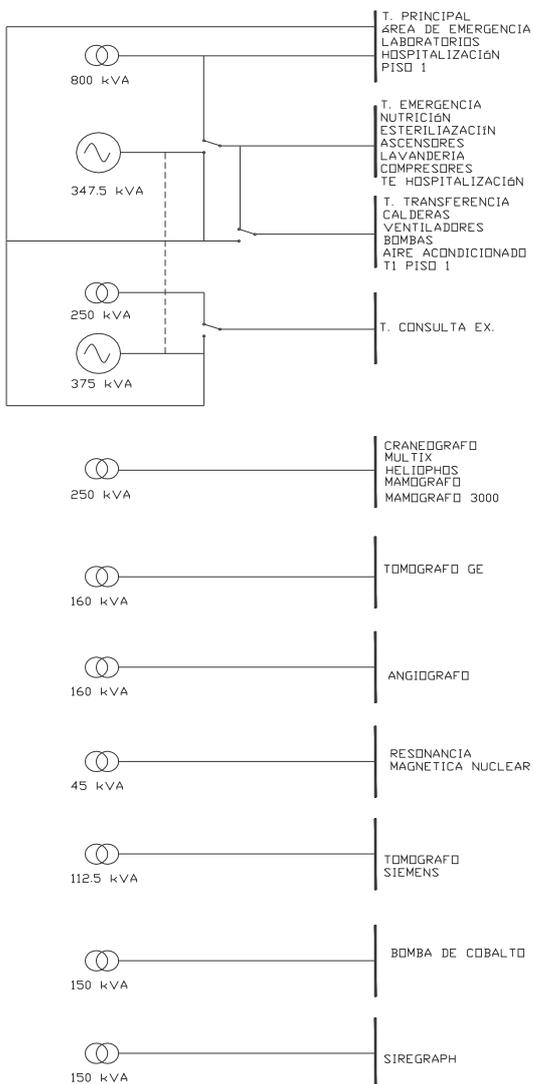


Figura 1 Sistema Eléctrico

En la red de vapor del Hospital se presentan varias fugas de vapor, algunas de ellas se encuentran en el sistema de válvulas, mientras que otras en tuberías y una de ellas de gran importancia ubicada a la altura del subsuelo del Edificio Principal.

El Hospital Militar cuenta con un sistema de vapor cuyo aislamiento está deteriorado en varios sectores y en otros existen tramos de tuberías que no poseen ningún tipo de aislamiento, a pesar de que la red de vapor va por el subsuelo, ésta necesita aislamiento. Al parecer el aislamiento en algunos tramos de tubería y en válvulas ha sido retirado para fines de reparación y nunca fue repuesto, dejando la conducción al aire libre en la Casa de Fuerza.

3. RECOMENDACIONES PARA MEJORAR EL SISTEMA ENERGÉTICO

Luego de todo el análisis realizado, con la metodología expuesta anteriormente, se realizan las siguientes recomendaciones.

3.1 Sustitución de luminarias por sistemas eficientes.

Después de realizar un rediseño de luminarias en áreas típicas del Hospital se determinaron los siguientes resultados extendidos para el área total del mismo:

Descripción	Edificio Principal	Consulta Externa
SISTEMA ACTUAL		
Luminaria Fluorescente 1x40W	1143	113
Luminaria Fluorescente 2x40W	1339	225
Luminaria Fluorescente 1x20W	0	10
Lámparas Incandescentes 60W	722	40
Luminaria Fluorescente Tipo U 2x34W	135	0
SISTEMA REDISEÑADO		
Luminaria Fluorescente 2x32W	1126	245
Luminaria Fluorescente 1x32W	652	196
Lámparas Fluorescentes Compactas 20W	839	10
Luminaria Fluorescente 1x58W	200	0
Luminaria Fluorescente Tipo U 2x34W	135	0

Las luminarias que contiene el rediseño anterior se las considera como las más eficientes y recomendables para el ahorro energético, de las existentes en el mercado actual, por tener una mejor eficacia (lum/W) y una mayor vida útil.

Las luminarias fluorescentes estándar de 40 W pasan a ser sustituidas por las fluorescentes T8 de 32 W de 26 mm de diámetro, debido a que éstas últimas, a pesar de que la lámpara tiene una potencia de 32 W, si se le incorpora el sistema de balasto electrónico (que limita la corriente de arranque y hace que funcione a alta frecuencia), únicamente van a consumir 28 W, a más de ello se incluye un reflector de aluminio anodizado de alta pureza, con un difusor de 18 celdas para las lámparas de 2x32 W y de 12 celdas para las de 1x32 W para evitar la pérdida del flujo luminoso en la lámpara, con lo que se puede alcanzar una mayor eficiencia.

Además se va a reemplazar las lámparas incandescentes de 60 W por lámparas fluorescentes compactas de luz cálida de 20 W.

Las luminarias fluorescentes estándar de 1x40 W ubicadas en sitios con techo alto se las sustituye por lámparas T8 industriales de 1x58 W y con balasto electrónico.

En cuanto a las luminarias tipo U no se ha hecho ningún rediseño ya que estas constituyen un sistema eficiente de ahorro de energía.

3.2 Aprovechamiento de Luz Natural

Al realizar los recorridos por el Hospital se pudo ver que existe un potencial para el aprovechamiento de la luz natural. Para el análisis de este, hay que tomar en cuenta que la planta baja y los tres primeros pisos del Edificio Principal tienen una arquitectura muy distinta por lo tanto se los analiza individualmente sin generalizar ninguno de los cuatro, a partir del cuarto piso se puede tomar uno de ellos como modelo y generalizar los resultados para el resto de ellos.

En el Edificio de Consulta Externa excepto la planta baja todos los pisos son similares por lo que también se puede extender los resultados de un piso al resto del edificio.

Con la aplicación de esta recomendación se puede reducir la demanda en 15.2 kW.

3.3 Utilización de Sensores de Movimiento

Para la aplicación de esta alternativa se debe detectar las áreas de menor afluencia de público que son los lugares convenientes para la colocación de sensores.

En el caso del Hospital las tres primeras plantas del Edificio Principal por la cantidad de personas que transitan no es conveniente instalar dichos equipos en ningún sector de éstos, al contrario de esto en pasillos, gradas y ciertas áreas especiales de hospitalización en donde la concurrencia de público es muy reducida en horarios distintos de los de visitas u horas de oficina, al igual que sitios de tránsito reducido como la sala de máquinas de la Casa de Fuerza y la lavandería fuera de horas hábiles, estos sitios son lugares ideales para la implementación de un sistema de ahorro energético mediante sensores.

En los lugares anteriormente indicados se puede obtener una reducción de potencia de 15.76 kW en todo el Hospital.

3.4 Uso de herramientas de ahorro energético en Sistemas de Cómputo

De datos obtenidos de mediciones realizadas en equipos de cómputo se pudo comprobar que el ahorro conseguido mediante las opciones de bajo consumo es del orden del 6.2 %, teniendo dentro de éstas: apagado del monitor después de un tiempo determinado de inactividad, mantener en stand by el disco duro en modo de bajo consumo, apagar ventiladores y en general pasar a modo de ahorro la tarjeta madre.

De todos los sistemas de cómputo existentes dentro de las plantas del Hospital y con el uso de herramientas de ahorro de energía de los mismos se obtiene un ahorro mensual total de 517.36 kWh/mes.

3.5 Recuperación de condensados

Si se recuperaran los condensados, éstos disminuirían la cantidad de agua de alimentación y precalentarían la nueva agua de alimentación haciendo que disminuya la cantidad de combustible necesario para la producción de vapor.

Los condensados que fuesen recuperados no atenderían contra el medio ambiente, ya que estos fluidos calientes no tendrán un impacto negativo sobre cuerpos receptores.

3.6 Reducción de fugas de vapor

Cualquier fuga de vapor representa una pérdida de energía, dependiendo de la magnitud del orificio de fuga se perderá mayor cantidad de vapor, lo que viene a ser un gasto económico innecesario tanto en agua para reponer el vapor perdido como en combustible para calentar dicha cantidad de agua.

Por lo que es necesario reparar dichas fugas para disminuir el gasto en combustible y agua y evitar que las fugas se vuelvan más graves y provoquen la paralización total de la planta.

3.7 Mejorar el aislamiento

La falta de aislamiento produce intercambio de calor entre el medio ambiente y las tuberías, lo que se traduce en pérdidas energéticas; el calor perdido es compensado con mayor aporte de combustible en la caldera.

Por tanto, se debe reponer el aislamiento donde fue retirado, reemplazar donde está deteriorado y

colocar aislamiento nuevo en superficies donde se detecten calorifugados.

ALTERNATIVA PROPUESTA	Aprovecham. de luz natural	Uso de sensores de movimiento
Ahorro Total (\$/año)	690,38	1911,38
Vida Útil	15	7
VP i = 10% (\$)	5251,09	9305,40
VP i = 15% (\$)	4036,91	7952,14
VP i = 20% (\$)	3227,85	6889,74
Inversión Total (\$)	885,40	4257,64
B/C al 10%	5,93	2,19
B/C al 15%	4,56	1,87
B/C al 20%	3,65	1,62

inversión que se requiere para la implementación de los distintos sistemas de ahorro y el tiempo en que se recuperará el capital invertido para la ejecución de dichas recomendaciones.

Alternativa Propuesta	Ahorro Energía (kWh/año)	Ahorro Costos (\$/año)	Inversión (\$)	Período de Recuperación (años)
Reemplazo de Luminarias	241 605	1 5522,02	43046	2,77
Aprovechamiento de Luz Natural	11 506	690,38	885	1,28
Uso de Sensores de Movimiento	31 856	1 911,38	2087	1,09
Uso de Herramientas de Ahorro en Sistemas de Cómputo	6 208	372,50	0,00	0,00
TOTAL	291 176	18496,29	46019	2,49

3.8 Recomendaciones para el sistema eléctrico

Debido a la edad de las instalaciones, se debe realizar un cambio del sistema de cableado, con el que se evitarán pérdidas por calentamiento y por deterioro del aislamiento de los cables, además se prevendrá posibles incendios provocados por el mal estado de las instalaciones.

También se debe realizar un estudio del estado y la conexión de los tableros de distribución en toda la institución.

Se debe reconfigurar el sistema de abastecimiento de emergencia luego de lo cual los circuitos servirán solo a las cargas indispensables y no tendrán problemas de sobrecarga pero a más de ello se deben realizar pruebas de funcionamiento periódico de los generadores, no solo para saber el estado de los mismos sino también para mantenerlos en óptimas condiciones.

4. ANÁLISIS ECONÓMICO

Para la selección de la mejor alternativa de las recomendaciones anteriores se van a utilizar los criterios de relación Beneficio – Costo y Tasa Interna de Retorno (TIR), el primero de estos no se puede aplicar para la alternativa de reemplazo de luminarias, ya que en ésta se tiene una inversión incremental la cual será financiada con el ahorro.

Propuestas ya las recomendaciones para el ahorro se debe obtener los ahorros económicos potenciales que éstas arrojaran además de la

ALTERNATIVA PROPUESTA	Beneficios Anuales (\$)	Vida Útil (años)	Inversión Total (\$)	TIR (%)
Sustitución de Luminarias	15 522,02	13	43 046,64	35,35
Aprovecha. de luz natural	690,38	15	885,40	77,96
Uso de sensores de movimiento	1 911,38	7	42 57,64	40,80

Realizado el análisis técnico económico de las recomendaciones, el proyecto global a implementarse en el Hospital Militar se puede resumir en la siguiente forma.

Las recomendaciones a aplicarse y que son económicamente rentables son las siguientes:

- Reemplazo de luminarias T12 por T8, incandescentes por fluorescentes compactas e inclusión de fluorescentes industriales.
- Aprovechamiento de luz natural.
- Utilización de sensores de movimiento.
- Uso de herramientas de ahorro energético en sistemas de cómputo.

5. GESTIÓN ENERGÉTICA DENTRO DEL HOSPITAL

Dentro del Hospital uno de los puntos mas importantes es el establecimiento de responsabilidades dentro de un sistema jerárquico, ya que en la actualidad si es que éstas existen no son cumplidas, por lo tanto se deben establecer comisiones encargadas, primero del

establecimiento de un programa de ahorro energético, otra encargada de la revisión periódica del funcionamiento de instalaciones y equipos, además una encargada del mantenimiento preventivo, etc.

La institución necesita urgentemente un circuito controlador de recursos energéticos, en la actualidad los recursos energéticos son mal utilizados y a veces hasta desperdiciados, por lo cual el nuevo circuito controlador estará centrado dentro de metas energéticas tales como: la implementación de sistemas más eficiente, la concientización y motivación del personal y la reducción del consumo energético.

Este circuito controlador deberá registrar los datos de consumos de electricidad y combustible, en especial los registros eléctricos en el área de Imagen ya que en este sitio se presentan graves problemas por bajo factor de potencia y presencia de armónicos, y registros de consumo de combustible en las calderas.

Para mayor facilidad el registro de datos debe formar parte de una base de datos computacional, la misma que debe abarcar registros de consumos históricos mensuales y registro de variables importantes (voltajes, corrientes, potencias, calidad de energía, temperaturas, calidad de combustible, vapor, etc.) con los cuales se podrá analizar posibles variaciones y problemas existentes.

Finalmente es importante tener una comisión de asesoría energética interna, la cual debe estar integrada por un personal calificado que se encargue de asesorar o analizar en el momento que se quiera analizar ampliaciones, restauraciones, desarrollo de nuevos servicios y mantenimiento.

Dentro del planeamiento el punto más importante es la elaboración de programas energéticos siendo los principales dentro del Hospital los siguientes:

- Programas de motivación al personal de ahorro energético en iluminación, utilización de herramientas de ahorro energético en sistemas de cómputo, ahorro de agua, utilización adecuada de cafeteras y cocinetas.
- Dentro de la recomendación dada de reemplazo de luminarias se puede realizar un programa de sustitución periódica de las mismas con lo cual la inversión inicial no estará concentrada.
- El reemplazo y arreglo de tableros de distribución se lo puede realizar de forma que los más susceptibles a daños, fallas o

contingencias sean los primeros en ser reemplazados.

- Programa de mantenimiento preventivo, el cual está destinado a evitar daños mayores en equipos, este además debe contener un horario periódico y continuo de revisiones a instalaciones y debe estar supervisado por personal calificado.
- Es importante establecer un programa de reducción de fugas, que contemple la reparación de tuberías, válvulas y equipos en una forma secuencial que vaya desde las más graves o que pueden dar mayores problemas hasta las de menor incidencia.
- Establecer un programa de mantenimiento de trampas de vapor o purgadores, el cual debe considerar dentro de la revisión que el tipo de trampa sea el adecuado para el servicio requerido, el diseño adecuado de las tuberías de drenaje de condensado, el uso de filtros de protección para las trampas, revisiones periódicas del funcionamiento de trampas y limpieza de filtros.

6. CONCLUSIONES

Los sistemas térmicos al interior de cualquier industria o institución representan gran parte del consumo de energía por lo que es un sector el cual ofrece grandes oportunidades de ahorro, por ello la revisión periódica de éstos debe realizarse buscando disminuir las pérdidas de energía y realizando estudios que permitan reducir el consumo.

La implementación de un programa de gestión energética dentro del Hospital debe ser ejecutado a partir del instante en que la Institución se comprometa a realizar las mejoras necesarias, el mismo que debe contener un sistema de administración de información supervisado por el personal que conforme el comité de gestión energética el cual permitirá llevar un mejor control sobre todos los factores que influyen en los consumos de energía.

La no linealidad presentada en los equipos de imagen presenta una dificultad para lograr la corrección del factor de potencia, por lo que es necesario realizar un análisis exhaustivo del funcionamiento de cada uno de ellos para conseguir las mejoras necesarias.

Durante el diagnóstico energético se determinó que no solo se debe centrar éste en la posibilidad de ahorrar energía y disminuir costos sino que también se debe tomar en cuenta la seguridad y confiabilidad del sistema con lo que se logrará un mejoramiento del mismo.

7. REFERENCIAS

- [1]. DÁVILA RICARDO, ESPINOZA SARA, "Diagnóstico Energético del Hospital General de las Fuerzas Armadas N°1", Proyecto para la Obtención del Título de Ingeniero Eléctrico, EPN, 2005.
- [2]. ENTE VASCO DE ENERGÍA, OLADE, "Curso de Auditorías Energéticas", Quito, 2003.
- [3]. QUINTERO, ING. VLADIMIR, "Programa de Administración de Recursos Energéticos", Costa Rica, 1990.
- [4]. PAE, MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS DEL PERÚ. "Uso Racional de Energía, Eficiencia Energética y Energías Renovables", Manual para consultores y expertos.
- [5]. OCHOA VILLACIS GERARDO, "Modernización de Instalaciones Eléctricas en Edificios Comerciales para mejorar la Calidad del Servicio y Ahorrar Energía", Proyecto para la Obtención del Título de Ingeniero Eléctrico, EPN, 2003.
- [6]. UNIVERSIDAD DE MURCIA, "Recomendaciones sobre eficiencia energética para el uso y adquisición de equipos informáticos", www.um.es/atika.