



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

TESIS

**“PROPUESTA DE MEJORA EN LOS SISTEMAS TÉRMICO -
ELÉCTRICO DEL HOSPITAL III –ESSALUD, PARA
DISMINUIR COSTOS OPERATIVOS, DTTO. DE CHIMBOTE,
PROV. DEL SANTA, 2015”**

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

VARGAS TERÁN JUAN CARLOS

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

INGENIERO MECÁNICO

CAJAMARCA – PERÚ

2016

DEDICATORIA

A Dios por darme fuerzas en la realización de esta meta.

A mi madre aunque no está físicamente sé que está presente en cada paso que doy.

A mi padre por darme su apoyo, cariño y comprensión en todo momento

A mis hermanos Miguel, Flor y Luceli.

A mi novia, Claudia por ser una luz en mi vida, comprenderme, ayudarme y sobre todo amarme mucho, gracias mi amor por confiar en mí y hacer posible la realización de este sueño.

Recuerden que este logro también es de ustedes

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por haberme dado a unos padres maravillosos, quienes a pesar de no tener estudios superiores, fueron dotados de una sabiduría divina, tanto que nunca terminaré de aprender de sus sabios consejos, pues gracias a ellos me supieron inculcar valores morales.

Un agradecimiento eterno a ambos.

Agradezco a la Universidad Privada Alas Peruanas, que me permitió desarrollarme profesionalmente en sus aulas, y a todos mis profesores por transmitirme sus conocimientos.

Muchas gracias a todos por su decisivo apoyo.

RECONOCIMIENTO

La realización de esta tesis fue posible, en primer lugar, a la cooperación brindada por el Ing. Denis Aranguri Cayetano, Coordinador de la escuela de Ingeniería y Arquitectura De la Universidad Privada Alas Peruanas Filial Cajamarca, quien procuró por la participación de la Facultad, del personal administrativo y estudiantes: Se agradece al Ing. Mecánico Eléctrico, Edivan Alarcón Acuña, quien tuvo a cargo el asesoramiento de esta tesis. De igual modo se agradece a los profesores por su disposición y confianza, que sin ellos no se hubiera podido realizar esta tesis.

ÍNDICE

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	1
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.2.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL	2
1.2.2. DELIMITACIÓN SOCIAL.....	2
1.2.3. DELIMITACIÓN TEMPORAL	2
1.2.4. DELIMITACIÓN CONCEPTUAL	2
1.3. PROBLEMAS DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.3.1. PROBLEMA PRINCIPAL	3
1.3.2. PROBLEMAS SECUNDARIOS.....	3
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.5. HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	4
1.5.2. VARIABLES (DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONAL)	4
1.6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.6.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	6
a) TIPO DE INVESTIGACIÓN	6
b) NIVEL DE INVESTIGACIÓN	6
1.6.2. MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	6
a) MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
b) DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.6.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
a) POBLACIÓN.....	7
b) MUESTRA.....	7
1.6.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS	7
a) TÉCNICAS	7
b) INSTRUMENTOS.....	7
1.6.5. JUSTIFICACIÓN, IMPORTANCIA Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	8
a) LIMITACIONES	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	9
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	9
2.2. BASES TEÓRICAS.....	10

2.2.1.	SITUACIÓN HOSPITALARIA EN EL PERÚ.....	10
2.2.2.	AHORRO ENERGÉTICO.....	12
2.2.2.1.	DEFINICIÓN.....	12
2.2.2.2.	AHORRO ENERGETICO EN HOSPITALES.....	12
2.2.3.	MEDIDAS DE AHORRO ENERGETICO.....	13
2.2.3.1.	EN SISTEMAS ELÉCTRICOS.....	13
2.2.3.1.1.	SELECCIÓN DE LA TARIFA ELÉCTRICA EN USUARIOS DE MEDIA TENSIÓN.....	13
2.2.3.1.2.	CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.....	15
2.2.3.2.	EN SISTEMAS TÉRMICOS.....	16
2.2.3.2.1.	MEJORA DEL AISLAMIENTO TÉRMICO.....	17
2.2.4.	TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS APLICADOS.....	20
2.2.4.1.	ANÁLISIS DEL AISLAMIENTO TÉRMICO.....	20
2.2.4.1.1.	CONSUMO DIARIO DE VAPOR.....	20
2.2.4.1.2.	PRECIO DEL VAPOR.....	21
2.2.4.1.3.	AHORRO ENERGÉTICO EN LAS REDES DE VAPOR.....	22
2.2.4.2.	ANÁLISIS DE LA OPCIÓN TARIFARIA.....	23
2.2.4.2.1.	METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA TARIFA MT3.....	23
2.2.4.2.2.	METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA TARIFA MT4.....	27
2.2.4.2.3.	METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA TARIFA MT2.....	30
2.2.4.3.	ANÁLISIS DE CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.....	34
2.2.4.4.	AHORRO ECONÓMICO.....	35
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	36
CAPÍTULO III. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPERTACIÓN DE RESULATDOS.....		39
3.1.	INFORMACIÓN TÉCNICA DEL HOSPITAL.....	39
3.1.1.	ÁREA TÉRMICA.....	39
3.1.1.1.	ZONA DE CALDEROS.....	40
3.1.1.2.	ZONA DE INCINERADOR.....	41
3.1.2.	ÁREA ELÉCTRICA.....	43
3.2.	MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO ANALIZADAS.....	44
3.2.1.	MEJORAMIENTO DEL AISLAMIENTO TÉRMICO.....	44
3.2.1.1.	ANÁLISIS SITUACIONAL.....	44
3.2.1.2.	DETERMINACIÓN DE DATOS TÉCNICOS.....	45
3.2.1.3.	ANÁLISIS DE AHORRO ENERGÉTICO.....	46
3.2.1.4.	AHORRO ECONÓMICO.....	47

3.2.2.	CAMBIO DE OPCIÓN TARIFARIA ELÉCTRICA.....	48
3.2.2.1.	ANÁLISIS SITUACIONAL	48
3.2.2.2.	DETERMINACIÓN DE FACTURACIÓN ELÉCTRICA ACTUAL	49
3.2.2.3.	ANÁLISIS DE AHORRO ENERGÉTICO/ECONÓMICO	51
3.2.2.4.	AHORRO ECONÓMICO	54
3.2.3.	CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA	55
3.2.3.1.	ANÁLISIS SITUACIONAL	55
3.2.3.2.	DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.....	56
3.2.3.3.	ANÁLISIS DE AHORRO ENERGÉTICO	57
3.2.3.4.	AHORRO ECONÓMICO	58
3.3.	PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS.....	60
3.3.1.	CUANTIFICACIÓN DEL AHORRO ENERGÉTICO	60
3.3.2.	AHORRO ECONÓMICO DEL SISTEMA.....	61
3.4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	62
	CONCLUSIONES	64
	RECOMENDACIONES	65
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
	ANEXOS	67
1.1.	MATRIZ DE CONSISTENCIA	67
1.2.	GRAFICO DE PERDIDA DE CALOR EN TUBERIAS.....	69
1.3.	PLIEGO TARIFARIO PARA MEDIA TENSIÓN	70
1.4.	ESTRUCTURA DE UN RECIBO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	71
1.5.	DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA DE CALDEROS.....	73
1.6.	FOTOS DE LOS AMBIENTES DEL HOSPITAL III – CHIMBOTE	74

RESUMEN

La presente tesis fue realizada en el Hospital – III – Chimbote – ESSALUD, y tiene como objetivo fundamental, analizar y determinar las oportunidades de ahorro de energía en el centro de salud. Para el desarrollo de la práctica primero se tuvo que hacer un reconocimiento de la situación energética de la planta, tanto del área eléctrica como térmica, y determinar la situación actual del estado de la industria hospitalaria. Este diagnóstico se realizó para el periodo de febrero a julio del 2015, del cual se pudo identificar tres propuestas de mejora en los cuales se puede disminuir los costos operativos del Hospital y así obtener un ahorro económico; los cuales son: Aislamiento térmico en tuberías de vapor, cambio de opción tarifaria y corrección del factor de potencia.

Se determinó que con la instalación de un nuevo aislamiento térmico en las longitudes de la tubería en mal estado se puede obtener un ahorro energético de 230 Tn vapor/año, obteniéndose con esto un ahorro económico anual de S/. 11,219.40.

El Hospital III está en la tarifa eléctrica MT3, pero realizando una evaluación de las opciones tarifarias en MT, se pudo determinar que la opción tarifaria más adecuada para el Hospital III – Chimbote es la MT2; la cual cumple con el ritmo de trabajo del hospital; pudiéndose obtener con esta medida un ahorro económico anual de S/. 23,073.36.

Además, este centro de salud tiene en su facturación eléctrica un exceso de energía reactiva, por lo que se pudo estimar que con la instalación de un banco de condensadores de 100 KVA, permitirá elevar el factor de potencia de 0,82 a 0,95, logrando con ello un ahorro de S/. 12,202.20 anuales por facturación de energía reactiva.

SUMMARY

This thesis was conducted at the Hospital - III - Chimbote - ESSALUD, and its main objective, analyze and identify opportunities for energy savings in the health center. For the development of practice first it had to make a recognition of the energy situation of the plant, both electrical and thermal area, and determine the current status of the state of the hospitality industry. This diagnosis was made for the period from February to July 2015, which was identified three proposals for improvement which can reduce operating costs Hospital and obtain economic savings; which they are: Thermal insulation on steam pipes, change of tariff option and power factor correction.

It was determined that with the installation of a new thermal insulation on the pipe lengths in poor condition can obtain energy savings of 230 tons steam / year, resulting in this annual economic savings of S /. 11,219.40.

Hospital III is in the MT3 electricity tariff, but conducting an evaluation of the tariff options in MT, it was determined that the most appropriate for the Hospital III tariff option - Chimbote is the MT2; which complies with the pace of work of the hospital; this measure may be obtained with an annual cost savings of S /. 23,073.36.

In addition, this health center have in your electricity bills excess reactive energy, so it could be estimated that with the installation of a capacitor bank of 100 KVA, will raise the power factor of 0.82 to 0.95 , thereby achieving savings of S /. 12,202.20 per year for reactive energy billing.

INTRODUCCIÓN

La empresa de mantenimiento REINSA S.R.L es la encargada del mantenimiento electromecánico de toda la Red Asistencial Ancash, dentro de la cual se encuentra el Hospital III – Chimbote; es aquí donde se encuentra la oficina central para todo el mantenimiento de la Red Asistencial Ancash. Este Hospital presenta servicios de atención primaria y de atención especializada; los cuales se encargan de brindar servicios de salud a toda la ciudad de Chimbote y sus alrededores.

El Hospital III es una industria de servicio, el cual presente consumos energéticos tanto eléctricos como térmicos, los cuales influyen directamente en el óptimo desempeño operacional del hospital, como en sus costos económicos; este centro de salud tiene una potencia eléctrica contratada de 299 KW, con una máxima demanda de 240.9 KW; asimismo cuenta con 2 áreas térmicas bien definidas: La zona de Calderos y la zona del incinerador, los cuales tiene un consumo energético mensual de aproximadamente 3600 gal de combustible Biodiesel 5.

En la presente tesis se realizó un análisis energético en el Hospital III, para determinar las oportunidades de ahorro de energía en este centro de salud y poder obtener de esta manera propuestas de mejora de los procesos energéticos con el consiguiente ahorro económico por la mejora de los mismos, para lo cual se tuvo que realizar un reconocimiento de la situación energética del Hospital, seguido de la determinación de las oportunidades de ahorro de energía en los sistemas tanto eléctrico como térmico, y finalmente se halló el beneficio económico de la implementación de las medidas de ahorro de energía propuestas.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La industria hospitalaria peruana es responsable de la atención pública de la mayor parte de la población peruana, y como tal merece una atención a los sistemas energéticos que hacen posible la operación de este servicio.

En los hospitales se cuenta con dos sistemas energéticos claves: el sistema térmico, responsable de la generación de vapor para la lavandería, agua caliente e incineración de los productos químicos peligrosos; y el sistema eléctrico responsable de la energía eléctrica para la iluminación y funcionamiento de todos los equipos y aparatos eléctricos del hospital. (Ministerio De Energía y Minas, 2004)

Sin embargo, actualmente a los hospitales, no se les considera una industria propiamente dicha, y por tanto se obvian los consumos energéticos, no dándoles la importancia que se merecen, originando que los consumos de combustible y facturación eléctrica, lleguen a ser costosos para la gestión administrativa del hospital, pudiendo este dinero extra utilizarse en mejoras de equipos y calidad de atención de los hospitales.

En la actualidad existen maneras de ahorrar energías en los sistemas térmicos y eléctricos, es así que se busca analizar el sistema energético del Hospital III de Chimbote, y determinar las oportunidades de ahorro económico, que permitan: una mejora de la eficiencia del sistema, un ahorro económico sustancial y una disminución de los gases de efecto invernadero, más aún en una institución de salud pública.

1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL

El trabajo de investigación se realizó en la ciudad de Chimbote.

1.2.2. DELIMITACIÓN SOCIAL

El trabajo de investigación está orientado a las industrias del sector hospitalario del Perú.

1.2.3. DELIMITACIÓN TEMPORAL

El trabajo de investigación se realizó en un lapso de 06 meses, entre los periodos de febrero a julio del 2015.

1.2.4. DELIMITACIÓN CONCEPTUAL

El presente trabajo de investigación utilizo los análisis energéticos para determinar las mejoras en los sistemas térmicos y eléctricos e implementar medidas de ahorro energético en el Hospital III - ESSALUD, en la ciudad de Chimbote y de esta manera disminuir los costos operativos que incurre.

1.3. PROBLEMAS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. PROBLEMA PRINCIPAL

¿Qué propuestas permiten las mejoras en el sistema térmico y eléctrico del Hospital III – ESSALUD, para disminuir costos operativos, en el Dpto. de Chimbote, Prov. Del Santa?

1.3.2. PROBLEMAS SECUNDARIOS

- ¿Cuál es el diagnóstico del sistema térmico del Hospital III – ESSALUD, Dpto. De Chimbote, Prov. Del Santa?
- ¿Cuál es el diagnóstico del sistema eléctrico del Hospital III – ESSALUD, Dpto. De Chimbote, Prov. Del Santa?

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer mejoras en el sistema térmico y eléctrico del Hospital III – ESSALUD, para disminuir costos operativos. Dpto. de Chimbote, Prov. Del Santa.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la situación actual energética del hospital III.
- Analizar las características electromecánicas de los principales equipos del Hospital III, así como los consumos térmicos y eléctricos.
- Analizar las oportunidades de ahorro energético del Hospital III.
- Determinar y calcular las principales medidas de ahorro energético en el Hospital III.
- Determinar el ahorro económico y payback de las mejoras energéticas en el Hospital III.

1.5. HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL

El análisis energético permite proponer mejoras a través de oportunidades de ahorro de energía y ahorro económico en el centro de salud Hospital III - ESSALUD de la ciudad de Chimbote.

1.5.2. VARIABLES (DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONAL)

VARIABLE INDEPENDIENTE

Análisis Energético: El análisis energético evaluará los sistemas térmicos y eléctricos actuales del hospital III, determinando las principales medidas de ahorro energético.

VARIABLE DEPENDIENTE

Ahorro Energético: Las medidas de ahorro energético determinadas permitirán aumentar la eficiencia de los sistemas térmicos y eléctricos, obteniendo un ahorro económico.

DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONAL

"Ahorro Energético en los sistemas térmico y eléctrico del Hospital III - ESSALUD- Chimbote"				
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICA
V.I: Análisis Energético	El análisis energético permite determinar donde se está desperdiciando la energía, donde se debe reparar o mantener un equipo o instalación y cuáles serían las inversiones, que permitan un uso racional de la energía	Sistema térmico del Hospital III – Chimbote	Consumo de combustible	Recopilación de datos
			Cantidad de material incinerado	Recopilación de datos
			Longitud de redes de vapor y agua	Recopilación de datos
			Temperatura	Termómetro
		Medidas de ahorro energético térmico	Energía térmica ahorrada	Calculo
V.D: Ahorro Energético	El ahorro energético consiste en la optimización del consumo energético con el objetivo final de disminuir el uso de energía, aunque sin que por ello se vea afectado el resultado final.	Sistema eléctrico del Hospital III - Chimbote	Facturación eléctrica	Recopilación de datos
			Energía eléctrica	Analizador de redes
		Medidas de ahorro energético o eléctrico	Energía eléctrica ahorrada	Calculo

1.6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

a) TIPO DE INVESTIGACIÓN

INVESTIGACIÓN APLICATIVA-DESCRIPTIVA: Tiene como propósito la recolección de información, sometiéndola a un proceso de análisis, para determinar las principales medidas de ahorro energético.

b) NIVEL DE INVESTIGACIÓN

INVESTIGACIÓN PRE-EXPERIMENTAL: En la presente investigación no se tiene control sobre la variable independiente, análisis energético, en base a los resultados de este análisis se procedió a determinar las medidas de ahorro energético.

1.6.2. MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

a) MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA: para lo cual, se va a seguir una serie de etapas a las que hay que recorrer para obtener un conocimiento válido desde el punto de vista científico, utilizando para esto instrumentos que resulten fiables. .

b) DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

DISEÑO NO EXPERIMENTAL – LONGITUDINAL:

- En una primera etapa, se recopiló y tomé datos del sistema térmico y eléctrico del Hospital; es decir, el estudio tiene un carácter analítico.
- En una segunda etapa, se realizó cálculos matemáticos, y se determinó las principales medidas de ahorro energético.

1.6.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

a) POBLACIÓN

Sistema energético del Hospital III.

b) MUESTRA

Sistema térmico y eléctrico del Hospital III.

1.6.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS

a) TÉCNICAS

La técnica de recolección de datos que se utilizó es la observación directa ya que realizamos una inspección directa del fenómeno en estudio haciendo uso de nuestros sentidos e instrumentos para la percepción.

b) INSTRUMENTOS

- Recopilación de datos del sistema de combustible.
- Recopilación de datos de la cantidad de material incinerado.
- Medición de las longitudes de redes de vapor y agua caliente con cinta métrica.
- Medición de la temperatura con un termómetro digital.
- Recopilación de datos de las facturaciones eléctricas.

1.6.5. JUSTIFICACIÓN, IMPORTANCIA Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

El Hospital III es una industria de servicio, la cual presenta consumos energéticos, tanto eléctricos como térmicos, los cuales influyen directamente en el óptimo desempeño operacional del hospital, como en sus costos económicos; este centro de salud tiene una potencia eléctrica contratada de 299 KW, con una máxima demanda de 240.9 KW; asimismo cuenta con 2 áreas térmicas bien definidas: La zona de Calderos y la zona del incinerador, los cuales tiene un consumo energético mensual de aproximadamente 3000 gal de combustible Biodiesel 5.

Con tales niveles de consumo de energía, es importante realizar un análisis energético en el Hospital III, para determinar las oportunidades de ahorro de energía, y poder obtener de esta manera una mejora de los procesos energéticos con el consiguiente ahorro económico por la mejora de los mismos, y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmosfera. Además, al tratarse de una industria de servicio común en nuestro país, se podría extrapolar los resultados para los distintos hospitales a nivel nacional, y utilizarlo como una guía para el ahorro energético en hospitales a nivel nacional.

a) LIMITACIONES

El presente trabajo de investigación tiene las siguientes limitaciones:

- El periodo de recolección de datos y estudio de los sistemas energéticos es de 06 meses.
- El trabajo se evalúa principalmente durante la primera mitad del año, por lo que no se ve reflejado los datos en épocas festivas de fin de año.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En la Universidad para la Cooperación Internacional UCI de Costa Rica, en la Escuela Global de Administración de Proyectos, en la Maestría en Administración de Proyectos, en el año 2009, Loria Gutiérrez, Carlos en su tesis titulada: “Control y ahorro de energía del sistema de climatización del hospital clínica Bahía”, donde el objetivo principal es determinar cuál es la manera más eficaz de ahorrar energía en el sistema de climatización del edificio hospitalario Cabezas López. Obtuvo como conclusión más resaltante: (Vera, 2008)

Gracias a la elaboración de la Auditoría Energética en el Hospital, se pudo determinar y describir el estado general del sistema de climatización existente y documentar los parámetros de utilización de energía previos al inicio del proyecto y poder controlar el ahorro de las medidas energéticas tomadas.

En la Universidad de Chile, en la facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, en el departamento de Ingeniería Civil, en el año 2008, Vera Sepúlveda, R.A. En su tesis titulada: “Aplicación metodológica para la determinación del desempeño energético en hospitales de la región Metropolitana”, donde el objetivo principal es estudiar el desempeño energético en hospitales de la Región metropolitana con el propósito

mayor a futuro de determinar estrategias de ahorros de energía y minimización de costos hacia la obtención de la eficiencia. Obtuvo como conclusión más resaltante: (Loría, 2009)

En esta tesis se logró establecer un estándar de desempeño energético de los hospitales y clínicas, lo que corresponde al primer paso hacia una implementación de un protocolo de gestión energética que implemente medidas de reducción de costos y ahorro de energía.

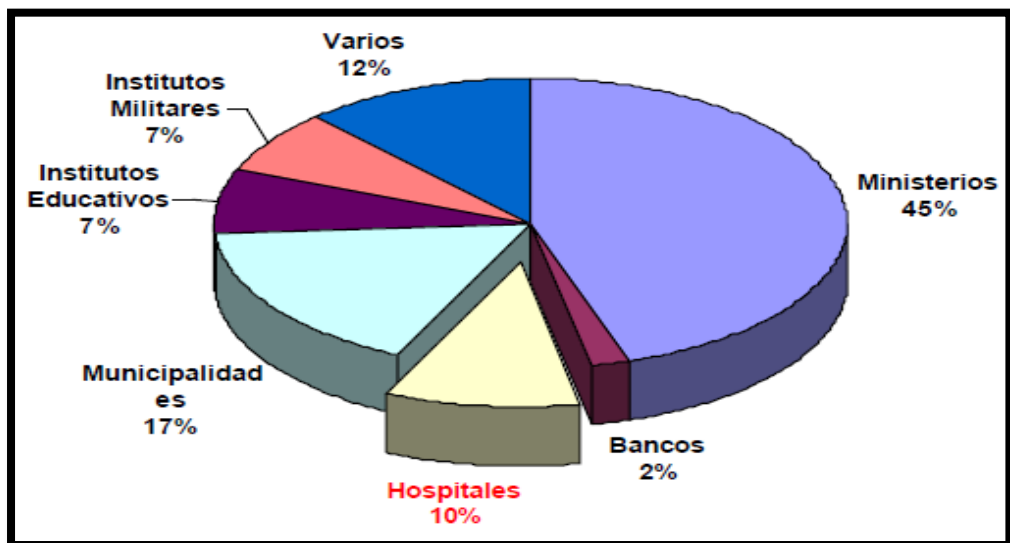
2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. SITUACIÓN HOSPITALARIA EN EL PERÚ

Un hospital típico en Perú se encuentra dividido en dos grandes áreas de atención al paciente: hospitalización y consultorios externos.

De acuerdo a la “Elaboración de bases de datos de edificios públicos” realizado por el PAE/MEM, el 10% de los consumos totales de energía eléctrica en los edificios públicos del Perú pertenecen a los hospitales. (Ministerio De Energía y Minas, 2004)

Figura 1: Consumo de energía eléctrica en edificio Públicos de Lima



Fuente: Base de datos de edificios públicos”, 2000

En los hospitales del país, los energéticos generalmente utilizados son los siguientes: (Ministerio De Energía y Minas, 2004)

- Energía Eléctrica
- Combustibles

Los principales equipos consumidores de energía eléctrica en los hospitales son los siguientes:

- Motores eléctricos (electro bombas, ascensores, compresoras, ventiladores, extractores, lavadoras, secadoras, calandrias, etc.)
- Lámparas de iluminación (fluorescentes, incandescentes, etc.)
- Calentadores de agua (termas, duchas, hervidores, etc.)
- Hornos eléctricos , cocinas eléctricas
- Equipos de frío (conservadoras, refrigeradoras)
- Esterilizadores
- Equipos electro médicos (rayos X, tomógrafos, etc.)

Los combustibles mayormente utilizados en los hospitales del Perú son los siguientes:

- Petróleo Bio Diésel N°5
- Petróleo Industrial No. 500
- Petróleo Residual No. 6

Asimismo, los principales equipos consumidores de combustible son los siguientes:

- Calderas
- Incineradores
- Marmitas
- Calandrias
- Grupos electrógenos
- Autoclaves, entre otros.

2.2.2. AHORRO ENERGÉTICO

2.2.2.1. DEFINICIÓN

El ahorro energético consiste en la optimización del consumo energético con el objetivo final de disminuir el uso de energía, aunque sin que por ello se vea afectado el resultado final. El ahorro energético se obtiene con la eficiencia energética. (Aranguri & Zapata, 2009)

2.2.2.2. AHORRO ENERGETICO EN HOSPITALES

En los hospitales es necesario el uso eficiente de la energía porque: (Ministerio De Energía y Minas, 2004)

- Reduce los costos de energía: Los hospitales consumen una importante cantidad de energía, y reduciendo los consumos se podrá disponer de mejor modo los excedentes.
- Ayudar a mejorar la calidad de atención: Por ejemplo, mejorando la administración en la generación y consumo de vapor, se puede tener el vapor a la temperatura y presión apropiada para las diversas necesidades. La administración de energía también significa que se puede asegurar un suministro fiable a muchas áreas críticas como la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI).
- Ayudar a mejorar la confiabilidad del suministro global: Desarrollar un programa de Uso Eficiente de la Energía ayudará a preparar una estrategia para racionalizar la demanda y optimizar la distribución.
- Tiene beneficios adicionales como el costo de mantenimiento reducido y mejoramiento de la seguridad del trabajador: Muchas tecnologías de Uso Eficiente de la Energía son más fiables. Por ejemplo, la lámpara fluorescente requiere menos mantenimiento y

menos reemplazos que las lámparas incandescentes. Igualmente, reparando fugas de vapor y el aislamiento de las líneas de vapor, pueden hacer que el sistema de vapor sea más seguro para los operadores que trabajan alrededor de él.

2.2.3. MEDIDAS DE AHORRO ENERGETICO

2.2.3.1. EN SISTEMAS ELÉCTRICOS

El ahorro energético será enfocado a los sistemas de utilización eléctrica. De acuerdo a lo investigado, se tiene que las principales formas de realizar un ahorro energético son las siguientes:

2.2.3.1.1. SELECCIÓN DE LA TARIFA ELÉCTRICA EN USUARIOS DE MEDIA TENSIÓN

OPCIONES TARIFARIAS

Las opciones tarifarias para usuarios regulados de media tensión se muestran a continuación:

Figura 2: Opciones tarifarias en Media Tensión

MEDIA TENSIÓN		
OPCIÓN	MEDICIÓN DEL SUMINISTRO	CARGOS DE FACTURACION
MT2	Medición de dos energías activas y dos potencias activas (2E2P) Energía : Punta y Fuera de Punta Potencia: Punta y Fuera de Punta	a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa en horas de punta. c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta. d) Cargo por potencia activa de generación en horas de punta. e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución en horas punta f) Cargo por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta g) Cargo por energía reactiva.
MT3	Medición de dos energías activas y una potencia activa (2E1P) Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Máxima del Mes Medición de energía reactiva Modalidad de facturación de potencia Activa variable.	a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa en horas de punta. c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta. d) Cargo por potencia activa de generación e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución f) Cargo por energía reactiva.
MT4	Medición de una energía activa y una potencia activa (1E1P) Energía: Total del mes. Potencia: Máxima del mes Medición de energía reactiva Modalidad de facturación de potencia activa variable	a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa. c) Cargo por potencia activa de generación d) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución e) Cargo por energía reactiva.

Fuente: (Osinergmin, 2015)

CONDICIONES GENERALES DE APLICACIÓN

Elección de la opción tarifaria: Los usuarios podrán elegir libremente cualquiera de las opciones tarifarias vigentes, teniendo en cuenta el sistema de medición que exige la respectiva opción tarifaria (ver Ilustración 2). La opción tarifaria elegida por el usuario deberá ser aceptada obligatoriamente por la concesionaria. (Osinermin, 2015)

Las concesionarias deberán proporcionar de forma gratuita, a los usuarios que lo soliciten: (Osinermin, 2015)

- El histórico de consumos de energía y potencia en HP y HFP,
- Los precios vigentes de los cargos de facturación por opción tarifaria. (Osinermin, 2015)

Vigencia de la opción tarifaria: Regirá por un plazo mínimo de un año, con excepción de los usuarios temporales del servicio eléctrico. En el caso de los usuarios temporales del servicio eléctrico, el plazo de vigencia de la opción tarifaria será acordado entre la concesionaria y el usuario temporal. Se expresará en días para los casos en el que el plazo sea hasta de 90 días y en meses en los casos que el plazo sea mayor, el cual no podrá ser superior a 12 meses. (Osinermin, 2015)

Cambio de la opción tarifaria: El usuario podrá cambiar de opción tarifaria solo una vez durante el período de vigencia de dicha opción, cumpliendo los requisitos mínimos para la medición del consumo de la nueva opción tarifaria solicitada. Por lo tanto, en un periodo de un año, el usuario solo puede tener como máximo dos opciones tarifarias diferentes. (Osinermin, 2015)

2.2.3.1.2. CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

El mejoramiento del factor de potencia conduce a importantes ahorros en gastos de energía y mejora la eficiencia de la planta. El uso de capacitores permite este mejoramiento del factor de potencia en la planta. (Ministerio De Energía y Minas, 2004)

PROBLEMAS DE UN BAJO FACTOR DE POTENCIA

- Mayor consumo de corriente.
- Aumento de las pérdidas en conductores.
- Sobrecarga de transformadores, generadores y líneas de distribución.
- Incremento de las caídas de voltaje.
- Incremento de la facturación eléctrica por mayor consumo de corriente.

POTENCIA REACTIVA Y POTENCIA ACTIVA

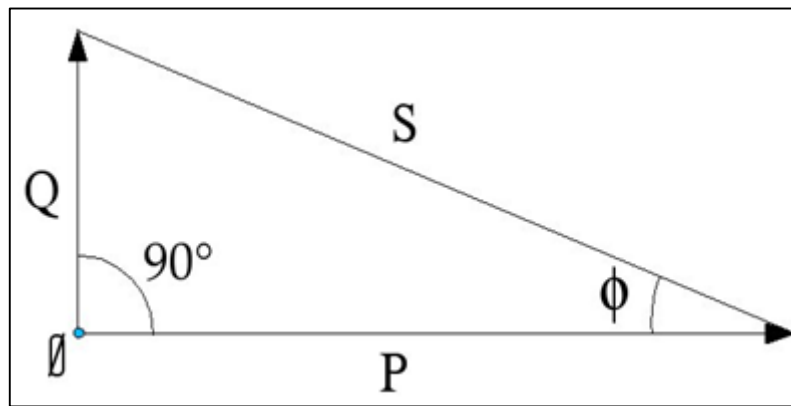
Las cargas inductivas que presentan sistemas como los motores de inducción, los transformadores en vacío, los hornos de inducción, las lámparas fluorescentes, las soldaduras de arco y otros similares, requieren para su funcionamiento de dos tipos de corriente: (Fiesta, 2011)

- Corriente Reactiva o corriente magnetizante o no utilizable es necesaria para crear el flujo para el campo magnético; permite que la corriente eléctrica se convierta en energía mecánica. La unidad de medida de la Potencia Reactiva es el VAR aunque más utilizado es el KVAR.

- Corriente Activa o corriente que genera potencia o corriente utilizable, se transforma en trabajo útil. La Potencia Activa se mide en W ó KW.

Estos dos componentes de corriente, bajo el mismo voltaje, los KVAR y los KW son proporcionales a la corriente y son vectorialmente representados a 90° el uno del otro como se puede apreciar en la siguiente figura:

Figura 3: Triangulo de potencias eléctricas



Fuente: (Ministerio De Energía y Minas, 2004)

Dónde:

- Q: Pot. Reactiva (KVAr)
- P: Pot. Activa (KW)
- S: Pot. Aparente (KVA)
- φ : Angulo de potencia

2.2.3.2. EN SISTEMAS TÉRMICOS

El ahorro energético será enfocado a los sistemas de utilización de combustible y conducción de fluidos térmicos. De acuerdo a lo investigado, se tiene que una de las principales formas de realizar un ahorro energético en un sistema térmico es el siguiente

2.2.3.2.1. MEJORA DEL AISLAMIENTO TÉRMICO

Aislamiento térmico es la capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor por conducción. Se evalúa por la resistencia térmica que tienen. La medida de la resistencia térmica o, lo que es lo mismo, de la capacidad de aislar térmicamente, se expresa, en el Sistema Internacional de Unidades (SI) en $m^2.K/W$ (metro cuadrado y kelvin por vatio). Se considera material aislante térmico cuando su coeficiente de conductividad térmica: λ es inferior a $\lambda < 0,10 W/m^2K$ medido a $20\text{ }^\circ C$ (obligatorio) o, en el antiguo Sistema Técnico, $0,085 kcal / m^2. ^\circ C$. (Comunidad De Madrid, 2010)

La resistencia térmica es inversamente proporcional a la conductividad térmica. Todos los materiales oponen resistencia, en mayor o menor medida, al paso del calor a través de ellos. Algunos, muy escasa, como los metales, por lo que se dice de ellos que son buenos conductores; los materiales de construcción (yesos, ladrillos, morteros) tienen una resistencia media. Aquellos materiales que ofrecen una resistencia alta, se llaman aislantes térmicos específicos o, más sencillamente, aislantes térmicos. (Comunidad De Madrid, 2010)

Ejemplos de estos aislantes térmicos específicos pueden ser las lanas minerales (lana de roca y lana de vidrio), las espumas plásticas derivadas del petróleo (poliestireno expandido, polietileno expandido, PUR, poliuretano expandido), reciclados como los aislantes celulósicos a partir de papel usado y la lana de oveja, vegetales (paja, virutas de madera, fardos de paja, corcho natural, etc.); entre otros. Cuando se produce un "agujero" en el aislamiento, producido por un material muy conductor o un agujero físico, se habla de un puente térmico. (Comunidad De Madrid, 2010).

Figura 4: Instalación de aislamiento térmico en tuberías de vapor



Fuente: Empresa REINSA S.R.L

Típicamente las calderas y sistemas de vapor en el país trabajan a una presión de 100 a 150 psig, lo cual significa que las instalaciones desnudas (equipos, tuberías, accesorios, etc). Tiene temperaturas superficiales de 155 a 170 °C aproximadamente, por lo cual se crean gradientes de temperatura con el aire exterior que producen intercambios de calor que se traducen en pérdidas de energía al ambiente, lo cual es mayor cuando las instalaciones están a la intemperie. Sucede también con frecuencia que el aislamiento es retirado de las tuberías, válvulas y partes de las calderas, para fines de reparación y no es reemplazado, dejando así superficies desnudas que constituyen no solo un riesgo para la seguridad de los trabajadores, sino también una pérdida de calor que produce condensación de vapor y merma de éste, lo cual tiene que ser compensado con mayor aporte de combustible en la caldera.

Para reducir las pérdidas de calor al ambiente es necesario que las superficies de tuberías, accesorios, equipos, etc., estén convenientemente aisladas, lo cual permitirá evitar que

aproximadamente un 90% de la energía se pierda innecesariamente. El otro 10% se perderá inevitablemente, pues los aislamientos no son 100% eficaces. (Spirax, 2015)

La eficiencia y servicio de un aislamiento depende directamente de su protección a la entrada de humedad y del daño mecánico o químico, por lo tanto, la selección de materiales para acabado de protección debe estar basada en las condiciones de la instalación. (Spirax, 2015)

Cualquiera sea el caso, al seleccionar un aislante para una determinada aplicación, deberán tomarse en cuenta las siguientes consideraciones: (Spirax, 2015)

- Tipo de aislante.
- Conductividad térmica.
- Emisividad del aislante.
- Temperatura de trabajo.
- Densidad.
- Capacidad de secado rápido si absorbe humedad.
- Estabilidad (alteración de sus características térmicas).
- Resistencia a la combustión.
- Emisión de gases tóxicos en caso de combustión.
- Facilidad de colocación.
- Resistencia al daño y al deterioro.
- Resistencia a la deformación y contracción.
- Facilidad para recibir un acabado exterior superficial.
- No ser peligroso para la salud durante su instalación.

Para los sistemas de vapor a las presiones usuales en el país, es muchas veces suficiente y adecuado usar aislamiento de fibra de vidrio, la cual viene muchas veces en presentaciones preformadas listas para instalar, lo que, sumado a su bajo peso y buenas características térmicas, significan bajos costos de instalación de aislamiento.

2.2.4. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS APLICADOS

2.2.4.1. ANÁLISIS DEL AISLAMIENTO TÉRMICO

Para el análisis del ahorro energético del aislamiento térmico, se realizarán 3 pasos, basados en las siguientes metodologías. (Yunus, 2007)

2.2.4.1.1. CONSUMO DIARIO DE VAPOR

Para hallar el consumo diario de vapor, se tendrá que seguir los siguientes pasos:

1° Hallar el flujo másico de vapor teórico

$$Q_{util} \times 8437 \times 4.18 = m_v \times (h_2 - h_1) \dots\dots\dots (1)$$

Dónde:

- Q útil: BHP caldera
- mv: flujo de vapor (kg/h)
- h2: entalpía en 2 (Kj/kg)
- h1: entalpía en 1 (Kj/kg)

2° Hallar el flujo másico de vapor real

$$\eta_{CALDERA} = \frac{m_v \text{ real}}{m_v} \dots\dots\dots (2)$$

Dónde:

- η caldera: Eficiencia de la caldera de producción
- m_v real: flujo de vapor real(kg/h)
- m_v : flujo de vapor (kg/h)

3° Hallar el consumo diario de vapor

$$\text{Consumo diario de vapor} = \frac{m_v \text{ real} \times t \text{ operación}}{1000} \dots\dots\dots (3)$$

Dónde:

- Consumo diario de vapor: (Ton/día)
- m_v real: flujo de vapor real(kg/h)
- t operación: tiempo de operación(h/día)

2.2.4.1.2. PRECIO DEL VAPOR

Una vez hallado el consumo diario, se procede a hallar el precio del vapor diario:

$$\text{Precio del Vapor} = \frac{\text{Precio del combustible diario}}{\text{Consumo diario de vapor}} \dots\dots\dots (4)$$

Dónde:

- Precio del vapor: (soles/Ton)
- Precio del combustible diario: (soles/día)
- Consumo diario de vapor: (Ton/día)

2.2.4.1.3. AHORRO ENERGÉTICO EN LAS REDES DE VAPOR

Para hallar el ahorro energético en las redes de vapor, se tendrá que seguir los siguientes pasos:

1° Hallar la pérdida de calor de acuerdo a la Gráfica del Anexo 1, basada en 8760 horas de operación, por 30 metros de tubería, en Kcal/año.

2° Corregir el valor hallado en el paso 1°, de acuerdo a la longitud de la tubería y tiempo de operación al año

$$P.C.C = D.G \times \frac{L_{tuberia} \times T.O \text{ anual}}{30 \times 8760} \dots\dots\dots (5)$$

Dónde:

- P.C.C: Pérdida de calor corregida (Kcal/año)
- D.G: Dato del gráfico (Kcal/año)
- L tubería: Longitud de tubería (m)
- T.O anual: Tiempo de operación anual (h/año)

3° Hallar la cantidad de vapor perdido en kg/año

$$C.V.P = \frac{P.C.C}{h_g} \dots\dots\dots (6)$$

Dónde:

- C.V.P: Cantidad de vapor perdido (kg/año)
- P.C.C: Pérdida de calor corregida (Kcal/año)
- h_g : Entalpía del vapor (Kcal/kg)

2.2.4.2. ANÁLISIS DE LA OPCIÓN TARIFARIA

Para el análisis de la mejor opción tarifaria a escoger para la facturación de la energía eléctrica, se procederán a utilizar las siguientes metodologías explicadas a continuación, para cada una de las tres opciones tarifarias de media tensión. (Ministerio De Energía y Minas, 2011)

2.2.4.2.1. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA TARIFA MT3

Esta opción tarifaria está dirigida para aquellos usuarios cuyos consumos de potencia se da durante las 24 horas al día o aquellos usuarios cuyo turno de trabajo empieza en horas de la mañana y acaban pasadas las 18:00 h.

Esta tarifa considera precios diferenciados para las facturaciones de potencia, según si los usuarios se encuentran calificados como presentes en punta o presentes en fuera de la punta.

Los Rubros que se facturan en este tipo de tarifa son dos energías activas, una energía reactiva y dos potencias, según la siguiente metodología.

Donde los datos que intervienen son:

- **EAHP:** Energía Activa en Hora Punta.
- **EAHFP:** Energía Activa en Hora Fuera de Punta.
- **ERL:** Energía Reactiva leída.
- **MDHFP:** Máxima Demanda Hora Fuera de Punta.
- **MDHP:** Máxima Demanda en Hora Punta.

1° Facturación de EAHP

La facturación de energía en hora punta viene dada por el producto de la energía en hora punta por el costo unitario.

$$\text{FEAHP} = \text{EAHP} \times \text{COSTO UNITARIO} \dots\dots\dots(7)$$

Dónde:

- **FEAHP:** Facturación Energía Activa en Hora Punta (ctm. S/.)
- **EAHP:** Energía Activa en Hora Punta. (kW.h)
- **COSTO UNITARIO:** (ctm. S/./kW.h)

2° Facturación de EAHFP

La facturación de energía en hora punta viene dada por el producto de la energía en hora punta por el costo unitario.

$$\text{FEAHFP} = \text{EAHFP} \times \text{COSTO UNITARIO} \dots\dots\dots(8)$$

Dónde:

- **FEAHFP:** Facturación Energía Activa en Hora Fuera de Punta (ctm. S/.)
- **EAHFP:** Energía Activa en Hora Fuera de Punta.(kW.h)
- **COSTO UNITARIO:** (ctm. S/./kW.h)

3° Facturación de ERL

La energía reactiva capacitiva no se factura o penaliza, pero es potestad de la empresa distribuidora amonestar verbalmente y económicamente cuando un usuario inyecta energía reactiva capacitiva a la red externa (cuando $F_p > 1$). La reactiva a facturar viene a ser la diferencia entre la energía reactiva leída menos el treinta por ciento (30%) de la energía activa total. Y luego multiplicada por su valor unitario.

$$ERf = ERL - 30\%EA_{total} \dots\dots\dots (9)$$

$$FERf = ERf \times \text{COSTO UNITARIO} \dots\dots\dots(10)$$

Dónde:

- **ERf:** energía reactiva a facturar (kVar.h)
- **ERL:** energía reactiva leída (kVar.h)
- **FERf:** facturación de la energía reactiva (ctm. S/.)
- **COSTO UNITARIO:** (ctm. S/./kVar.h)

4° Determinación del grado de Calificación

El grado de calificación determina si la empresa se encuentra en hora punta o fuera de punta, cuando es mayor de 0.5 y menor que 0.5 respectivamente.

- **Cliente se califica HP ≥ 0.5**
- **Cliente se califica HFP < 0.5**

El grado de calificación se halla dividiendo entre la energía activa en hora punta entre la máxima demanda del mes y el número de horas punta.

$$GC = \frac{EAHP}{MaximaDemanda_{mes} \times Numero\ de\ HP} \dots\dots\dots (11)$$

$$Numero\ de\ HP = (A - B) \times C \dots\dots\dots (12)$$

Dónde:

- **Gc:** grado de calificación
- **EAHP:** Energía en hora punta (kW.h)
- **Máxima Demanda mes:** kW

- **A:** Días de facturación
- **B:** Domingos y feriados del periodo de facturación
- **C:** Número de horas punta por día (5 horas)

5° Facturación Potencia Activa de Generación

Está destinada al pago de la potencia generada en las centrales de energía, e incluido el peaje de transmisión. En función al grado de calificación se selecciona el costo unitario para la potencia activa de generación. Y es el producto de la máxima demanda del mes por su costo unitario.

$$FPAG = MáximaDemanda_{mes} \times COSTO UNITARIO \dots\dots\dots (13)$$

Dónde:

- **FPAG:** facturación de potencia activa de generación(S/.)
- **Máxima Demanda mes:** (kW-mes)
- **COSTO UNITARIO:** (S/./kW-mes)

6° Facturación de la Potencia activa por Uso de Redes de Distribución

Este cargo está destinado a cubrir la capacidad de la red de distribución.

Se determina tomando el promedio de las dos más altas demandas máximas de los últimos seis meses en horas punta o fuera de punta, incluyendo el mes que se factura.

$$PAURD = \frac{Suma\ de\ demandas\ mayores}{2} \dots\dots\dots (14)$$

$$FPAURD = PAURD \times COSTO UNITARIO \dots\dots\dots (15)$$

Dónde:

- **FPAURD:** facturación de la potencia activa por uso de redes de distribución.
- **PAURD:** Potencia activa por el uso de las redes de distribución (kW-mes)
- **COSTO UNITARIO:** (S./kW-mes)
- **Suma de demandas mayores:** De los últimos 6 meses, incluido el mes que se factura.

2.2.4.2.2. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA TARIFA MT4

Esta opción tarifaria está dirigida para aquellos usuarios cuyos consumos de energía es intensivo en el periodo de horas punta. Los Rubros que se facturan en este tipo de tarifa son una sola energía, una energía reactiva y dos potencias según las siguientes metodologías.

Donde los datos que intervienen son:

- **EAT:** Energía Activa total
- **ERL:** Energía Reactiva leída.
- **MDHFP:** Máxima Demanda Hora Fuera de Punta.
- **MDHP:** Máxima Demanda en Hora Punta.

1° Facturación de EAT

La facturación de energía en total viene dada por la suma de la energía activa en hora punta y la energía activa en hora fuera de punta.

$$EA_{total} = EAHP + EAHFP \dots\dots\dots (16)$$

$$FEA_{total} = EA_{total} \times COST OUNITARIO \dots\dots\dots (17)$$

Dónde:

- **FEA total:** Facturación de Energía activa total (ctm. S/.)
- **EAT:** Energía Activa total (kW.h)
- **EAHP:** Energía activa hora punta (kW.h)
- **EAHFP:** Energía activa fuera de punta (kW.h)
- **COSTO UNITARIO:** (ctm. S./kW.h)

2° Facturación de ERL

La energía reactiva capacitiva no se factura o penaliza, pero es potestad de la empresa distribuidora amonestar verbalmente y económicamente cuando un usuario inyecta energía reactiva capacitiva a la red externa (cuando $F_p > 1$). La reactiva a facturar viene a ser la diferencia entre la energía reactiva leída menos el treinta por ciento (30%) de la energía activa total. Y luego multiplicada por su valor unitario.

$$ER_f = ERL - 30\%EA_{total} \dots\dots\dots (18)$$

$$FER_f = ER_f \times \text{COSTO UNITARIO} \dots\dots\dots (19)$$

Dónde:

- **ER_f:** energía reactiva a facturar (kVar.h)
- **ERL:** energía reactiva leída (kVar.h)
- **FER_f:** facturación de la energía reactiva (ctm. S/.)
- **COSTO UNITARIO:** (ctm. S./kVar.h)

3° Determinación del grado de Calificación

El grado de calificación determina si la empresa se encuentra en hora punta o fuera de punta, cuando es mayor de 0.5 y menor que 0.5 respectivamente.

- **Cliente se califica HP ≥ 0.5**
- **Cliente se califica HFP < 0.5**

El grado de calificación se halla dividiendo entre la energía activa en hora punta entre la máxima demanda del mes y el número de horas punta.

$$GC = \frac{EAHP}{MaximaDemanda_{mes} \times Numero\ de\ HP} \dots\dots\dots (20)$$

$$Numero\ de\ HP = (A - B) \times C \dots\dots\dots (21)$$

Dónde:

- **Gc:** grado de calificación
- **EAHP:** Energía en hora punta (kW.h)
- **Máxima Demanda mes:** kW
- **A:** Días de facturación
- **B:** Domingos y feriados del periodo de facturación
- **C:** Número de horas punta por día (5 horas)

4° Facturación Potencia Activa de Generación

Está destinada al pago de la potencia generada en las centrales de energía, e incluido el peaje de transmisión. En función al grado de calificación se selecciona el costo unitario para la potencia activa de generación. Y es el producto de la máxima demanda del mes por su costo unitario.

$$FPAG = MáximaDemanda_{mes} \times COSTO\ UNITARIO \dots\dots\dots (22)$$

Dónde:

- **FPAG:** facturación de potencia activa de generación(S/.)
- **Máxima Demanda mes:** (kW-mes)
- **COSTO UNITARIO:** (S/./kW-mes)

5° Facturación de la Potencia activa por Uso de Redes de Distribución

Este cargo está destinado a cubrir la capacidad de la red de distribución.

Se determina tomando el promedio de las dos más altas demandas máximas de los últimos seis meses en horas punta o fuera de punta, incluyendo el mes que se factura.

$$PAURD = \frac{\text{Suma de demandas mayores}}{2} \dots\dots\dots (23)$$

$$FPAURD = PAURD \times \text{COSTO UNITARIO} \dots\dots\dots (24)$$

Dónde:

- **FPAURD:** facturación de la potencia activa por uso de redes de distribución (S/.)
- **PAURD:** Potencia activa por el uso de las redes de distribución (kW-mes)
- **COSTO UNITARIO:** (S/./kW-mes)
- **Suma de demandas mayores:** De los últimos 6 meses, incluido el mes que se factura.

2.2.4.2.3. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA TARIFA MT2

Esta opción tarifaria está dirigida para aquellos usuarios con consumos mínimos de demanda en el periodo de horas punta.

Los Rubros que se facturan en este tipo de tarifa son dos energías activas, una energía reactiva y dos potencias según las siguientes metodologías.

Donde los datos que intervienen son:

- **EAHP:** Energía Activa en Hora Punta.
- **EAHFP:** Energía Activa en Hora Fuera de Punta.
- **ERL:** Energía Reactiva leída.
- **PAGHP:** Potencia Activa de Generación en Horas Punta
- **PAURDHP:** Potencia Activa por uso de Red de Distribución en Hora Punta
- **EPAURDHFP:** Exceso de Potencia Activa por uso de Red de Distribución en Hora Fuera de Punta.

1° Facturación de EAHP

La facturación de energía en hora punta viene dada por el producto de la energía en hora punta por el costo unitario.

$$FEAHP = EAHP \times \text{COSTO UNITARIO} \dots\dots\dots(25)$$

Dónde:

- **FEAHP:** Facturación Energía Activa en Hora Punta (ctm.S/.)
- **EAHP:** Energía Activa en Hora Punta. (kW.h)
- **COSTO UNITARIO:** (ctm. S/./kW.h)

2° Facturación de EAHFP

La facturación de energía en hora punta viene dada por el producto de la energía en hora punta por el costo unitario.

$$FEAHFP = EAHFP \times \text{COSTO UNITARIO} \dots\dots\dots(26)$$

Dónde:

- **FEAHFP:** Facturación Energía Activa en Hora Fuera de Punta (ctm. S/.)
- **EAHFP:** Energía Activa en Hora Fuera de Punta. (kW.h)
- **COSTO UNITARIO:** (ctm. S./kW.h)

3° Facturación de ERL

La energía reactiva capacitiva no se factura o penaliza, pero es potestad de la empresa distribuidora amonestar verbalmente y económicamente cuando un usuario inyecta energía reactiva capacitiva a la red externa (cuando $F_p > 1$). La reactiva a facturar viene a ser la diferencia entre la energía reactiva leída menos el treinta por ciento (30%) de la energía activa total. Y luego multiplicada por su valor unitario.

$$ER_f = ERL - 30\%EA_{total} \dots\dots\dots (27)$$

$$FER_f = ER_f \times \text{COSTO UNITARIO} \dots\dots\dots (28)$$

Dónde:

- **ER_f:** energía reactiva a facturar (kVar.h)
- **ERL:** energía reactiva leída (kVar.h)
- **FER_f:** facturación de la energía reactiva (ctm. S/.)
- **COSTO UNITARIO:** (ctm. S./kVar.h)

4° Facturación Potencia Activa de Generación en Hora Punta

Esta dada por la demanda máxima mensual en horas punta, multiplicado por el precio unitario de potencia activa de generación en horas punta.

Se selecciona como PAGHP a la máxima demanda del mes en Hora Punta.

$$FPAGHP = \text{MaximaDemanda}_{\text{mes HP}} \times \text{COSTO UNITARIO} \dots\dots\dots (29)$$

Dónde:

- **FPAGHP:** facturación de potencia activa de generación en hora punta (S/.)
- **FPAG:** facturación de potencia activa de generación(S/.)
- **Máxima Demanda mes HP:** en hora punta (kW-mes)
- **COSTO UNITARIO:** (S./kW-mes)

5° Facturación de la Potencia activa por Uso de Redes de Distribución en Hora Punta

Toma en cuenta el promedio de las dos más altas demandas máximas de los últimos seis meses en el periodo de horas punta.

$$PAURDHP = \frac{\text{Suma de demandas mayores HP}}{2} \dots\dots\dots (30)$$

$$FPAURDHP = PAURDHP \times \text{COSTO UNITARIO} \dots\dots\dots (31)$$

Dónde:

- **FPAURDHP:** facturación de la potencia activa por uso de redes de distribución en Horas Punta (S/.)
- **PAURDHP:** Potencia activa por el uso de las redes de distribución en hora punta (kW-mes)
- **COSTO UNITARIO:** (S./kW-mes)
- **Suma de demandas mayores:** De los últimos 6 meses, incluido el mes que se factura, en hora punta

6° Facturación del Exceso de Potencia activa por Uso de Redes de Distribución en Horas Fuera de Punta

Para determinar el exceso de potencia a facturar por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta, se resta el valor de

la potencia por uso de distribución de horas fuera de punta menos la potencia por uso de redes de distribución a facturar en horas de punta. El exceso resultante será aplicable cuando el resultado sea positivo.

$$PAURDHP = \frac{\text{Suma de demandas mayores HP}}{2} \dots\dots\dots (32)$$

$$PAURDHFP = \frac{\text{Suma de demandas mayores HFP}}{2} \dots\dots\dots (33)$$

$$EPAURDHFP = PAURDHFP - PAURDHP \dots\dots\dots (34)$$

$$FEPAURDHFP = EPAURDHFP \times COSTOUNITARIO \dots\dots\dots (35)$$

Dónde:

- **FEPAURDHFP:** facturación del exceso de potencia activa por uso de redes de distribución en Horas Fuera de Punta (S/.)
- **EPAURDHFP:** exceso de potencia activa por uso de redes de distribución en Horas Fuera de Punta (kW-mes)
- **PAURDHFP:** Potencia activa por el uso de las redes de distribución en hora fuera de punta (kW-mes)
- **PAURDHP:** Potencia activa por el uso de las redes de distribución en hora punta (kW-mes)
- **COSTO UNITARIO:** (S/./kW-mes)

2.2.4.3. ANÁLISIS DE CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Para el análisis de corrección del Factor de potencia se tendrá que seguir los siguientes pasos: (Vitimilla & Paladines , 2012)

1° Hallar el factor de potencia del Sistema Eléctrico

$$\text{Cos}\varphi = \frac{KWH}{\sqrt{(KWH^2 + KVARH^2)}} \dots\dots\dots (36)$$

Dónde:

- **Cos φ** : Factor de potencia
- **KWH**: Energía activa total(kw-h)
- **KVARH**: Energía reactiva (kvar-h)

2° Tomando como referencia un Factor de Potencia deseado de Fpd=0,95, hallamos los ángulos de los factores de potencia.

$$\text{Cos}^{-1}(Fp) = \varphi \dots\dots\dots (37)$$

Dónde:

- **φ** : Ángulo del factor de potencia

3° Hallamos la capacidad de compensación en KVAR.

$$Q_c = P \times (\text{Tang}\varphi_1 - \text{Tang}\varphi_2) \dots\dots\dots (38)$$

- **Qc**: Potencia Reactiva total en KVAR
- **P**: Potencia activa total en KW
- **φ_1** : Angulo de factor de potencia del sistema eléctrico
- **φ_2** : Angulo de factor de potencia deseado

2.2.4.4. AHORRO ECONÓMICO

Para obtener el ahorro económico, a partir de un ahorro energético, se procederá a utilizar el siguiente cálculo: (Vitimilla & Paladines, 2012).

$$\text{Payback} = \frac{A.E.A}{\text{Inversión}} \times 12 \dots\dots\dots (39)$$

Donde:

- **Payback:** Tiempo de Retorno de Inversión sin Rendimiento (meses)
- **A.E.A:** Ahorro económico anual del ahorro energético (S./año)
- **Inversión:** para las medidas de instalación del ahorro energético (S.)

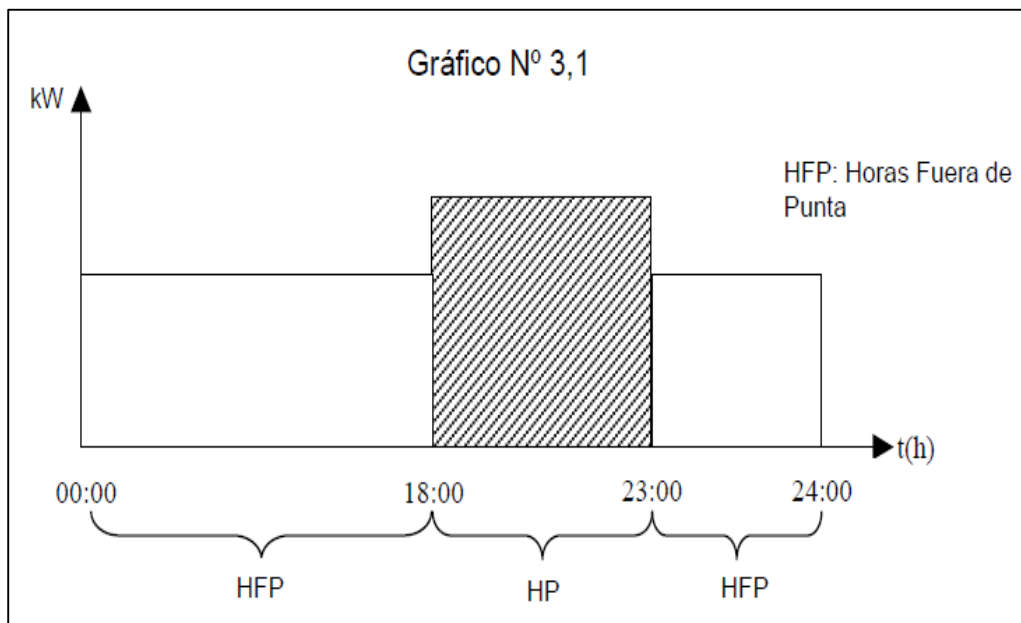
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Usuarios en Media Tensión (MT):** aquellos que están conectados a redes cuya tensión de suministro es superior a 1 kV y menor a 30 kV (1 kV = 1 000 V). (Fiesta, 2011)
- **Usuarios Regulados:** usuarios sujetos a regulación de precios unitarios de energía o potencia, las cuales son establecidos (regulados) por la Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria del OSINERGMIN. (Fiesta, 2011)
- **Potencia instalada:** se entenderá por potencia instalada, a la sumatoria de las potencias activas nominales de todos los artefactos y equipos que se alimentan de un suministro de electricidad. (Fiesta, 2011)
- **Potencia contratada:** aquella potencia activa máxima que puede utilizar un suministro y que ha sido convenida mediante contrato entre usuario y concesionaria. (Fiesta, 2011)
- **Exceso de potencia:** cuando la potencia utilizada por el usuario supera la potencia contratada. (Fiesta, 2011)

- **Máxima demanda Mensual:** es el más alto valor de las demandas de potencia activa promediadas en periodos sucesivos de 15 minutos, en el periodo de facturación de un mes. (Fiesta, 2011)
- **Demanda máxima mensual en horas punta:** es el más alto valor de las demandas de potencia activa promediadas en periodos sucesivos de 15 minutos, durante las horas punta a lo largo del mes. (Fiesta, 2011)
- **Demanda máxima mensual fuera de punta:** es el más alto valor de las demandas de potencia activa promediadas en periodos sucesivos de 15 minutos, durante las horas fuera de punta a lo largo del mes. (Fiesta, 2011)
- **Energía activa:** Es la energía eléctrica utilizada medida en kW.h por el medidor, se utiliza para hacer funcionar los equipos eléctricos. (Fiesta, 2011)
- **Energía reactiva:** Es la energía adicional a la energía activa, que algunos equipos que tienen arrollamiento eléctrico como motores, transformadores, balastos, necesitan para su funcionamiento. (Fiesta, 2011)
- **Precios de energía:** Es el precio final que el usuario paga por el consumo de energía, el precio es actualizado continuamente. (Fiesta, 2011)
- **Precio de potencia:** Es el precio final que el usuario pago por el consumo de potencia, este precio es actualizado continuamente. (Fiesta, 2011)

- **Horas Punta (HP):** periodo comprendido entre las 18:00 horas a 23:00 horas de cada día del año (ver Figura 2). (Ministerio De Energía y Minas ,2011)
- **Horas Fuera de Punta (HFP):** al resto de horas del día no comprendidas en las horas de punta (HP) (ver Figura 2). (Ministerio De Energía y Minas ,2011)

Figura 5: Horas de facturación eléctrica



Fuente: (Ministerio De Energía y Minas ,2011)

CAPÍTULO III. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPERTACIÓN DE RESULTADOS

3.1. INFORMACIÓN TÉCNICA DEL HOSPITAL

3.1.1. ÁREA TÉRMICA

El Hospital III – ESSALUD – CHIMBOTE, cuenta con 2 áreas térmicas bien definidas:

- La zona de Calderos
- la zona del incinerador.

La zona de calderos cuenta con dos calderos de 100 BHP, de los cuales uno se encuentra inoperativo, y abastece de vapor a las áreas de Cocina, Lavandería, Central de esterilización, y al Calentador de agua caliente el cual es un intercambiador de contacto directo, y produce agua caliente para Medicina Física.

En la zona del Incinerador se cuenta con el Incinerador Pirofítico, el cual es el encargado de eliminar todos los desechos de los pacientes del hospital, que son posible fuente de contagio de diversas enfermedades, y por ende no pueden ser tratados como fuente residual corriente.

En los cuadros resúmenes siguientes se mostrarán las características más importantes de estas dos áreas.

3.1.1.1. ZONA DE CALDEROS

Tabla 1: Características generales de la zona de calderos

HOSPITAL III CHIMBOTE	POTENCIA (BHP)	Marca	Antigüedad (años)
CALDERO N°1	100	INTESA	11
CALDERO N°2	100	INTESA	13
CALENTADOR	-	The Patterson Kelley	47

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2: Características operativas de la zona de calderos

HOSPITAL III CHIMBOTE	Tipo combustible	Eficiencia	Estado	Operación diaria (h/día)
CALDERO N°1	BD5	-	inoperativo	-
CALDERO N°2	BD5	0.85	operativo	17.5
CALENTADOR	Vapor	-	operativo	-

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3: Consumo de combustible de caldero operativo

Consumo de Combustible Diésel B5 - CALDERO 2		
Mes	Consumo Total (gal)	Promedio Día (gal)
Febrero	3015.31	97.27
Marzo	2760.5	92.02
Abril	2774	89.48
Mayo	2840.33	91.62
Junio	2325.19	83.04
Julio	2716.32	87.62
PROMEDIO	2738.61	90.18

Fuente: Elaboración Propia

3.1.1.2. ZONA DE INCINERADOR

Tabla 4: Características generales de la zona de Incinerador

HOSPITAL III CHIMBOTE	CAPACIDAD (Kg/h)	Marca	Precalentamiento (min)	Antigüedad (años)
INCINERADOR PIROLÍTICO	100	CIMELCO	40	10

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5: Características operativas de la zona de Incinerador

HOSPITAL III CHIMBOTE	Incineración Diaria (Kg/día)	Tipo combustible	Consumo mensual combustible (Gal/mes)	Estado
INCINERADOR PIROLÍTICO	269.44	BD5	830.27	operativo

Fuente: Elaboración Propia

Para que sea posible el transporte de energía térmica el hospital cuenta con redes de vapor, las cuales envían vapor a las diferentes áreas, en tuberías de fierro negro cedula 40, ubicadas a lo largo de los techos del hospital; y además envía a través de una red de agua, de tubería de cobre, el agua caliente producido en el calentador. Los condensados son recuperados a través de tuberías de fierro negro, de cedula 40; a continuación, se muestra un cuadro resumen de las redes de vapor, agua caliente y condensados.

Tabla 6: Características de las redes de vapor, agua caliente y condensada

HOSPITAL III CHIMBOTE	Tubería				
	Indicador: Vapor(V) o Agua caliente (AC)	L (m)	Material	D (mm)	Antig. (años)
COCINA	Vapor	70	FN	1 ½"	30
CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN	Vapor	25	FN	1 ½"	20
LAVANDERÍA	Vapor	35	FN	2"	20
CALENTADOR AGUA CALIENTE	Vapor	7.5	FN	1 ½"	20
COCINA	Condensado	62	FN	1 ½"	30
CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN	Condensado	25	FN	1 ½"	20
LAVANDERÍA	Condensado	35	FN	1 ½"	20
MEDICINA FÍSICA	Agua caliente	165	CU	2"	15
	Agua caliente	50	CU	1 ½"	15
	Agua caliente	14	CU	1"	15
	Agua caliente	22.5	CU	¾"	15

Fuente: Elaboración Propia

Dónde:

- FN: Fierro negro
- CU: Cobre

3.1.2. ÁREA ELÉCTRICA

El hospital III se alimenta de energía eléctrica de la subestación Chimbote Norte de 21 MVA, la cual tiene una tensión de entrada de 138 KV y una tensión de salida de 13.8 KV, media tensión.

El Hospital III, se alimenta en media tensión a 13.8 KV y actualmente se encuentra ubicada en la tarifa eléctrica MT3, con una potencia contratada de 299 KW.

A continuación, se muestra un cuadro resumen de las características eléctricas del hospital.

Tabla 7: Características Eléctricas del hospital III

HOSPITAL III – CHIMBOTE		
Tarifa contratada		MT3
Potencia Contratada (KW)		299.0
Consumo de energía activa (KW-h)	HP	16 359.0
	HFP	76 238.0
	TOTAL	92 597.0
Consumo de Energía Reactiva (KVAR– h)		63 690.0
Máxima Demanda (KW)	HP	177.3
	HFP	240.9
Cuenta con banco de condensadores (SI/NO)		NO

Fuente: Elaboración Propia

Dónde:

- HP: Hora punta
- HFP: Hora fuera de punta

3.2. MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO ANALIZADAS

3.2.1. MEJORAMIENTO DEL AISLAMIENTO TÉRMICO

3.2.1.1. ANÁLISIS SITUACIONAL

De acuerdo a una recopilación de datos en técnicos en campo, se obtuvo la siguiente tabla resumen de la situación actual de las redes de vapor del Hospital III.

Tabla 8: Análisis del aislamiento de las redes de vapor del Hospital III

Hospital III Chimbote	Tuberías			Aislamiento		Fuga de vapor
	L (m)	M	D (mm)	Material	Longitud en estado Malo (m)	(SI / NO)
COCINA	70	FN	1 ½"	Fibra vidrio	45	NO
CENTRAL DE ESTERILIZACIÓN	25	FN	1 ½"	Fibra vidrio	5	NO
LAVANDERÍA	35	FN	2"	Fibra vidrio	-	NO
CALENTADOR AGUA CALIENTE	7.5	FN	1 ½"	Fibra vidrio	-	NO

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

- FN: Fierro negro

De la Tabla 8 se concluye que se tiene 50m de longitud de tubería que tiene deficiencias en el aislamiento térmico, lo que origina pérdidas de calor, y por tanto pérdidas de energía del sistema térmico que hacen aumentar los costos operativos; por lo que se

tiene una alternativa de ahorro energético/económico que se debe analizar para obtener su factibilidad de implementación.

3.2.1.2. DETERMINACIÓN DE DATOS TÉCNICOS

De acuerdo a las características técnicas de los equipos de la red de vapor, se obtuvo los datos técnicos operativos que servirán para el análisis energético del aislamiento térmico de la red de vapor del Hospital III. Cabe resaltar que solo un caldero (Caldero N°2), de los dos que tiene el hospital, se encuentra operativo (Ver Tabla 2), y este es el único responsable de la producción de vapor para todo el sistema térmico.

Para hallar los datos técnicos operativos, necesitamos los siguientes datos técnicos del sistema térmico:

- Operación diaria de la caldera: 17.5 h/día (Ver Tabla 2)
- Presión de trabajo de Caldera: 85 psi
- Temperatura del agua de alimentación: 70°C
- η CALDERA: 85% (Ver Tabla 2)
- Q útil (Caldera): 100 BHP (Ver Tabla 1)
- h1 (entalpía del agua de alimentación, 70°C y 85psi): 293.5 Kj/kg
- h2 (entalpía del vapor, vapor saturado a 85psi): 2761.2 Kj/kg

CONSUMO DIARIO DE VAPOR

De acuerdo a la metodología descrita en la sección 2.2.4.1.1, se logra obtener el consumo diario de vapor.

Ingresando los datos en las ecuaciones obtenemos:

De la ecuación N°1: $m_v = 1\,429.13\text{ kg/h}$

De la ecuación N°2: $m_v \text{ real} = 1\,214.76 \text{ kg/h}$

De la ecuación N°3: $\text{Consumo diario de vapor} = 21.26 \text{ Ton/día}$

PRECIO DE VAPOR

De acuerdo a la metodología descrita en la sección 2.2.4.1.2, se logra obtener el precio de vapor.

Ingresando los datos en la ecuación obtenemos:

De la ecuación N°4: $\text{Precio del vapor} = 48.78 \text{ soles/Ton}$

3.2.1.3. ANÁLISIS DE AHORRO ENERGÉTICO

De acuerdo a la metodología descrita en la sección 2.2.4.1.3, se procede a analizar el ahorro energético capaz de obtenerse con el mejoramiento del aislamiento térmico de la red de vapor del Hospital III.

Para hallar el ahorro energético, necesitamos los siguientes datos técnicos del sistema térmico:

- Longitud de tubería en mal estado: 50m (Ver Tabla 8)
- hg (entalpía del vapor, vapor saturado a 85psi): $2761.2 \text{ Kj/kg} = 660.57 \text{ Kcal/kg}$

De acuerdo al paso N°1 se obtiene el dato del gráfico:
 $125 \times 10^6 \text{ Kcal/año}$

Ingresando los datos en las ecuaciones obtenemos:

De la ecuación N°5: $P.C.C = 151.91 \times 10^6 \text{ kcal/año}$

De la ecuación N°6: $C.V.P = 0.230 \times 10^6 \text{ kg/año}$

De haber realizado la metodología, se obtiene una cantidad de vapor perdido de 230 Ton/año en 50 metros de deficiente aislamiento térmico, lo cual es una cantidad apreciable de ahorro energético que puede lograrse con el mejoramiento del aislamiento térmico de esta longitud de tuberías de vapor del sistema térmico.

3.2.1.4. AHORRO ECONÓMICO

Del análisis energético, se obtiene una cantidad de vapor perdido en el sistema térmico apreciable, si multiplicamos esta cantidad de energía perdida, con el precio del vapor calculado obtendremos el ahorro económico anual del ahorro energético.

$$\text{Ahorro anual} = 230 \frac{\text{ton}}{\text{año}} \times 48.78 \frac{\text{soles}}{\text{ton}}$$

$$\text{Ahorro anual} = 11,219.4 \text{ soles/año}$$

Además, mediante un sondeo realizado a empresas encargadas del mantenimiento de sistemas de vapor, el costo aproximado para la aislación de 1 m de tubería de vapor es de aproximadamente 1 1/2" es de S/.75 / metro de tubería instalado (dato brindado por la empresa REINSA S.R.L); entonces:

$$\text{inversión} = 75 \frac{\text{S/.}}{\text{metro tubería}} \times 50 \text{ metros}$$

$$\text{Ahorro anual} = 3,750 \text{ soles}$$

De acuerdo a la metodología descrita en sección 2.2.4.4, se obtuvo.

Tabla 9: Payback por Aislamiento térmico

Inversión	S/. 3,750.00
Ahorro Económico	S/. 11,219.40
Tiempo de Retorno de Inversión (meses) (Sin Rendimiento)	4

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. CAMBIO DE OPCIÓN TARIFARIA ELÉCTRICA

3.2.2.1. ANÁLISIS SITUACIONAL

De acuerdo a una recopilación de datos en técnicos en campo, se recopilaron los recibos de los últimos 06 meses previos a la investigación, del Hospital III, los cuales se muestran en la siguiente tabla resumen.

Tabla 10: Consumos eléctricos de los últimos 6 meses del Hospital III

FACTURACIÓN	JULIO	JUNIO	MAYO	ABRIL	MARZO	FEBRERO
<i>EAHP (KW-h)</i>	13986	15264	16308	16110	19828	16830
<i>EAHFP (KW-h)</i>	69516	74088	78654	82062	91125	62280
<i>ERL (KVAR-h)</i>	55494	59976	59418	65754	74898	66600
<i>MDHFP (KW)</i>	205.2	232.2	222.2	257.4	259.2	262.1
<i>MDHP (KW)</i>	151.2	169.2	180	190.8	199.8	172.8

Fuente: Recibos eléctricos del Hospital III, de febrero a julio del 2015

Dónde:

- EAHP: Energía activa Hora punta

- EAHFP: Energía activa Hora fuera de punta
- ERL: Energía reactiva
- MDHFP: Máxima demanda hora fuera de punta
- MDHP: Máxima demanda hora punta

De la Tabla 10 se concluye que el más alto consumo eléctrico del sistema se da durante el mes de Marzo.

3.2.2.2. DETERMINACIÓN DE FACTURACIÓN ELÉCTRICA ACTUAL

Actualmente el sistema eléctrico del Hospital III, tiene una tarifa eléctrica contratada en MT3, aplicando la metodología de la sección 2.2.4.2.1, se halla la facturación eléctrica correspondiente al mes de julio.

Para hallar la facturación eléctrica en MT3, necesitamos los siguientes datos técnicos del sistema eléctrico:

- EAHP: 13 986 kW.h (Ver Tabla 10)
- EAHFP: 69 516 kW.h (Ver Tabla 10)
- ERL: 55 494 kVar.h (Ver Tabla 10)
- Máxima demanda al mes: 205.2 kW (Ver Tabla 10)
- Promedio de las dos mayores demandas de los últimos 6 meses:

$$\frac{262.1+259.2}{2} = 260.65 \text{ kW (Ver Tabla 10)}$$
- Días de facturación del mes de julio: 31 días
- Domingos y feriados del mes de julio: 6 días
- Horas punta al día: 5 horas

Además los costos unitarios, para poder realizar los cálculos correspondientes, nos lo da el OSINERGMIN en su página Web, los cuales se muestran a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 11: Costos unitarios para la tarifa MT3

TARIFA MT3:		
Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.37
Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	20.98
Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	17.61
Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
Presentes en Punta	S./kW-mes	40.73
Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	20.11
Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
Presentes en Punta	S./kW-mes	13.77
Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	13.99
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.07

Fuente: (OSINERGMIN, 2015)

Con los datos técnicos del sistema eléctrico y los costos unitarios proporcionados por el OSINERGMIN, se procede a efectuar las ecuaciones número 07 al 15 de la metodología de la sección 2.2.4.2.1, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 12: Costo eléctrico por Facturación en MT3

<u>Facturación en MT3</u>	
Facturación	Soles (S/.)
Cargo Fijo	6.37
f EAHP	2,934.26
f EAHFP	12,241.77
f ER	1,239.05
f PAG	8,357.80
f PAURD	3,589.15
TOTAL MT3	28,368.39

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.3. ANÁLISIS DE AHORRO ENERGÉTICO/ECONÓMICO

En el ítem anterior, se halló la facturación eléctrica actual del sistema eléctrico para el mes de julio; ahora para analizar el ahorro energético en la facturación del sistema eléctrico, se procederá a calcular cuánto sería la facturación eléctrica si el sistema eléctrico cambia de gestión tarifaria hacia las tarifas MT4 o MT2.

CALCULO DE LA TARIFA ELÉCTRICA EN MT4

Para hallar la facturación eléctrica en MT4, necesitamos los siguientes datos técnicos del sistema eléctrico:

- EAT: 83 502 kW.h (Ver Tabla 10)
- ERL: 55 494 kVar.h (Ver Tabla 10)
- Máxima demanda al mes: 205.2 kW (Ver Tabla 10)
- Promedio de las dos mayores demandas de los últimos 6 meses:
$$\frac{262.1+259.2}{2} = 260.65 \text{ kW}$$
 (Ver Tabla 10)
- Días de facturación del mes de julio: 31 días
- Domingos y feriados del mes de julio: 6 días
- Horas punta al día: 5 horas

Además los costos unitarios, para poder realizar los cálculos correspondientes, nos lo da el OSINERGMIN en su página Web, los cuales se muestran a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 13: Costos unitarios para la tarifa MT4

<u>TARIFA MT4:</u>		
Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.37
Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	18.5
Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
Presentes en Punta	S./kW-mes	40.73
Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	20.11
Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
Presentes en Punta	S./kW-mes	13.77
Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	13.99
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.07

Fuente: (OSINERGMIN, 2015)

Con los datos técnicos del sistema eléctrico y los costos unitarios proporcionados por el OSINERGMIN, se procede a efectuar las ecuaciones número 16 al 24 de la metodología de la sección 2.2.4.2.2, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 14: Costo eléctrico por Facturación en MT4

<u>Facturación en MT4</u>	
Facturación	Soles (S/.)
Cargo Fijo	6.37
f EAT	15,447.87
f ER	1,239.05
f PAG	8,357.80
f PAURD	3,589.15
TOTAL MT4	28,640.23

Fuente: Elaboración propia

CALCULO DE LA TARIFA ELÉCTRICA EN MT2

Para hallar la facturación eléctrica en MT2, necesitamos los siguientes datos técnicos del sistema eléctrico:

- EAHP: 13 986 kW.h (Ver Tabla 10)
- EAHFP: 69 516 kW.h (Ver Tabla 10)
- ERL: 55 494 kVar.h (Ver Tabla 10)
- Máxima demanda en hora punta al mes: 151.2 kW (Ver Tabla 10)
- Promedio de las dos mayores demandas en hora punta de los últimos 6 meses: $\frac{199.8+190.8}{2} = 195.30 \text{ kW}$ (Ver Tabla 10)
- Promedio de las dos mayores demandas en hora fuera de punta de los últimos 6 meses: $\frac{262.1+259.2}{2} = 260.65 \text{ kW}$ (Ver Tabla 10)
- Días de facturación del mes de julio: 31 días
- Domingos y feriados del mes de julio: 6 días
- Horas punta al día: 5 horas

Además los costos unitarios, para poder realizar los cálculos correspondientes, nos lo da el OSINERGMIN en su página Web, los cuales se muestran a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 15: Costos unitarios para la tarifa MT2

TARIFA MT2:		
Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.37
Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	20.98
Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	17.61
Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S./kW-mes	43.73
Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S./kW-mes	12.72
Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S./kW-mes	14.2
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.07

Fuente: (OSINERGMIN, 2015)

Con los datos técnicos del sistema eléctrico y los costos unitarios proporcionados por el OSINERGMIN, se procede a efectuar las ecuaciones número 25 al 35 de la metodología de la sección 2.2.4.2.3, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 16: Costo eléctrico por Facturación en MT2

<u>Facturación en MT2</u>	
Facturación	Soles (S/.)
Cargo Fijo	6.37
f EAHP	2 ,934.26
f EAHFP	1 ,2241.77
f ER	1 ,239.05
f PAGHP	6 ,611.98
f PAURDHP	2 ,484.22
f EPAURDHFP	927.97
TOTAL MT2	26 ,445.61

Fuente: Elaboración propia

De haber realizado los cálculos para las dos opciones tarifarias, se obtiene que con la tarifa MT4 una facturación mayor que con la tarifa MT3; en cambio con la tarifa MT2 se obtiene una facturación menor a la tarifa MT3, en aproximadamente 7%, lo cual representa un ahorro económico considerable que se obtiene con un cambio en la gestión tarifaria eléctrica.

3.2.2.4. AHORRO ECONÓMICO

Del análisis económico, se obtiene los precios que se facturarían si se cambia la tarifa eléctrica del sistema, los cuales se muestran en la siguiente tabla resumen.

Tabla 17: Resumen de las facturaciones de las tarifas eléctricas

TARIFA ELÉCTRICA	FACTURACIÓN
MT3 (Actual)	S/. 28,368.39
MT4	S/. 28,640.23
MT2	S/. 26,445.61

Fuente: Elaboración propia

De donde podemos concluir que la tarifa más económica es la tarifa MT2; obteniéndose el ahorro económico descrito en la siguiente tabla.

Tabla 18: Ahorro económico por gestión tarifaria

AHORRO ECONÓMICO POR CAMBIO DE TARIFA ELÉCTRICA	
FACTURACIÓN ACTUAL EN MT3	S/. 28,368.39
OPCION TARIFARIA OPTIMA	MT2
FACTURACIÓN EN MT2	S/. 26,445.61
AHORRO MENSUAL	S/. 1,922.78
AHORRO ECONÓMICO ANUAL	S/. 23,073.36

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

3.2.3.1. ANÁLISIS SITUACIONAL

De acuerdo a una recopilación de datos en técnicos en campo, se recopilaron los recibos de los últimos 06 meses previos a la

investigación, febrero a julio del 2015, del Hospital III, y en base a estos recibos se elabora el siguiente cuadro resumen.

Tabla 19: Consumos de Energías y Facturación Reactiva del Hospital III

MES	ENERGIA ACTIVA TOTAL (KWH)	ENERGIA REACTIVA (KVARH)	FACTURACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA
FEBRERO	79110	66600	S/. 1,517.49
MARZO	110953	74898	S/. 1,478.05
ABRIL	98172	65754	S/. 1,285.10
MAYO	94962	59418	S/. 1,094.90
JUNIO	89352	59976	S/. 1,174.23
JULIO	83502	55494	S/. 1,239.05
PROMEDIO MENSUAL		63690	S/. 1,298.14

Fuente: Elaboración propia

3.2.3.2. DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Para determinar el factor de potencia actual del sistema eléctrico del Hospital III, se utiliza la ecuación número 36, del paso N°1 de la metodología de la sección 2.2.4.3; este cálculo se realiza para cada uno de los 6 meses de estudio, y los resultados se muestran a manera de resumen en la siguiente tabla.

Tabla 20: Factor de potencia promedio del Hospital III

MES	ENERGIA ACTIVA TOTAL (KWH)	ENERGIA REACTIVA (KVARH)	FACTOR DE POTENCIA
FEBRERO	79110	66600	0.77
MARZO	110953	74898	0.83
ABRIL	98172	65754	0.83
MAYO	94962	59418	0.85
JUNIO	89352	59976	0.83
JULIO	83502	55494	0.83
PROMEDIO MENSUAL		63690	0.82

Fuente: Elaboración propia

Se obtiene que el factor de potencia promedio de los 6 meses de evaluación, y con el cual se realizaran los análisis, será de 0.82.

3.2.3.3. ANÁLISIS DE AHORRO ENERGÉTICO

De acuerdo a la metodología descrita en la sección 2.2.4.3, se procede a analizar el ahorro energético capaz de obtenerse con la corrección del factor de potencia del Hospital III.

Para hallar el ahorro energético, necesitamos los siguientes datos técnicos del sistema eléctrico:

- P (máxima demanda): 240.9 kW (Ver Tabla 7)
- Fp actual: 0.82 (actual)
- Fp deseado: 0.95 (valor óptimo al que se pretende llegar)

Ingresando los datos en las ecuaciones obtenemos:

De la ecuación N°36: $\varphi_1 = 34.91^\circ$

De la ecuación N°37: $\varphi_2 = 18.20^\circ$

De la ecuación N°38: $Q_c = 88.9 \text{ KVAr}$

De haber realizado la metodología, se obtiene una cantidad de energía reactiva requerida de 88.9kVar, normalizando lo resultados, el Hospital III, necesita un banco de condensadores de 100kVar con lo cual se conseguiría corregir su factor de potencia, y obtener los siguientes valores de energía reactiva de acuerdo a la ecuación N°36 de la sección 2.2.4.3, donde con los valores de energía activa total y Factor de potencia deseado, obtenemos la energía reactiva.

Tabla 21: Energía reactiva con un factor de potencia de 0.95

MES	ENERGIA ACTIVA TOTAL (KWH)	FP	ENERGIA REACTIVA (KVARH)
FEBRERO	79110	0.95	26 002.20
MARZO	110953	0.95	36 468.49
ABRIL	98172	0.95	32 267.58
MAYO	94962	0.95	31 212.50
JUNIO	89352	0.95	29 368.58
JULIO	83502	0.95	27 445.78
PROMEDIO MENSUAL			30 460.85

Fuente: Elaboración propia

Con la instalación de un banco de condensadores automático de 100kVar, obtenemos un ahorro energético en la energía reactiva de:

- Promedio de energía reactiva (F.P =0.82): 63 690 KVARh
- Promedio de energía reactiva (F.P =0.95): 30 460.85 KVARh
- Ahorro mensual = 63 690 – 30 460.85 = 33 229.15 KVARh
- Ahorro anual = 33 229.15 x 12 = 398 749.80 KVARh

3.2.3.4. AHORRO ECONÓMICO

Del análisis energético, se calcula que para corregir el factor de potencia del sistema eléctrico se necesita un banco de condensadores de 100kVar, el cual elevaría el factor de potencia hasta 0.95; con lo cual obtendríamos un valor promedio de energía reactiva de 30 460.85 KVARh.

Si la tarifa actual del sistema es MT3, el cual tiene una facturación de 4.07 ctm. S./kVar.h, de cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa; utilizando el valor promedio mensual de energía reactiva y realizando el paso N°3 de la

metodología de la sección 2.2.4.2.1, se obtiene una facturación de energía reactiva mensual de:

$$\text{Cargo por energía reactiva mensual F.P 0.95} = 222.20 \text{ Soles}$$

$$\text{Cargo por energía reactiva anual F.P 0.95} = 2,666.4 \text{ Soles}$$

$$\text{Ahorro mensual} = 1,239.05 - 222.20 = 1,016.85 \text{ Soles}$$

$$\text{Ahorro anual} = 12,202.20 \text{ Soles}$$

Además, mediante un sondeo realizado a empresas encargadas del mantenimiento de sistemas eléctricos, el costo aproximado para la instalación de un Banco de condensadores es S/.100 / KVAR instalado (dato brindado por la empresa REINSA S.R.L); entonces:

$$\text{inversión} = 100 \frac{\text{S/.}}{\text{KVAR instalado}} \times 100\text{KVAR}$$

$$\text{Inversión} = 10,000 \text{ soles}$$

De acuerdo a la metodología descrita en la sección 2.2.4.4, se obtuvo.

Tabla 22: Payback por Corrección del factor de potencia

Inversión	S/. 10,000.00
Ahorro Económico	S/. 12,202.20
Tiempo de Retorno de Inversión (meses) (Sin Rendimiento)	10

Fuente: Elaboración propia

3.3.PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

3.3.1. CUANTIFICACIÓN DEL AHORRO ENERGÉTICO

Una vez obtenidos todos los resultados de las propuestas de mejora energética, procedemos a sistematizar los resultados, para poder obtener conclusiones del ahorro energético propuesto.

En la tabla siguiente podemos visualizar cada una de las propuestas de ahorro energético planteadas, tanto para el sistema térmico como eléctrico; para cada propuesta de ahorro energético hemos obtenido la cuantificación de su ahorro energético anual y lo hemos convertido a ahorro económico en soles anuales.

Tabla 23: Ahorros energéticos viables para el Hospital III

HOSPITAL III	DEFICIENCIAS	PROPUESTAS DE AHORRO ENERGÉTICO	AHORRO ENERGÉTICO ANUAL	AHORRO ECONÓMICO ANUAL
Sistema Térmico	Deficiente estado del aislamiento térmico de las redes de vapor	Mejorar 50 m de aislamiento térmico de las redes de vapor	230 Ton Vapor/año	S/. 11,219.40
Sistema Eléctrico	Altos costos de facturación eléctrica	Cambiar la opción eléctrica tarifaria actual MT3 hacia la opción MT2	-	S/. 23,073.36
	Elevados consumos de energía reactiva	Instalar un Banco de Condensadores automático de 100 KVAR.	398 749.80 KVARh	S/. 12,202.20

Fuente: Elaboración propia

Se concluye que todas las medidas de ahorro energético analizadas son viables y permiten un ahorro energético-económico de la operación del Hospital III.

3.3.2. AHORRO ECONÓMICO DEL SISTEMA

Una vez cuantificado el ahorro energético de cada una de las propuestas de mejora para la operación del Hospital III, procedemos a contrastar cuanto es el ahorro económico neto anual del sistema térmico y eléctrico del Hospital III.

Tabla 24: Características económicas de los Ahorros Energéticos

HOSPITAL III	PROPUESTAS DE AHORRO ENERGÉTICO	INVERSIÓN	AHORRO ECONÓMICO ANUAL	RETORNO INVERSIÓN
Sistema Térmico	Mejorar 50 m de aislamiento térmico de las redes de vapor	S/. 3,750.00	S/. 11,219.40	4 meses
Sistema Eléctrico	Cambiar la opción eléctrica tarifaria actual MT3 hacia la opción MT2	S/. 0.00	S/. 23,073.36	Inmediato
	Instalar un Banco de Condensadores automático de 100 KVAR.	S/. 10,000.00	S/. 12,202.20	10 meses

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Ahorro económico Neto anual del Hospital III

HOSPITAL III	PROPUESTAS DE AHORRO ENERGÉTICO	AHORRO ECONÓMICO ANUAL SISTEMA 1° AÑO	AHORRO ECONÓMICO ANUAL SISTEMA AÑOS SIGUIENTES
Sistema Térmico	Mejorar 50 m de aislamiento térmico de las redes de vapor	S/. 7,469.40	S/. 11,219.40
Sistema Eléctrico	Cambiar la opción eléctrica tarifaria actual MT3 hacia la opción MT2	S/. 25,275.56	S/. 35,275.56
	Instalar un Banco de Condensadores automático de 100 KVAR.		
AHORRO ECONÓMICO NETO ANUAL		S/. 32,744.96	S/. 46,494.96

Fuente: Elaboración propia

Se concluye que todas las medidas de ahorro energético tienen un periodo de recuperación de la inversión menor a 1 año, lo que los hace técnicamente muy viables de su implementación en el corto plazo para el Hospital III.

3.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se analizaron 3 propuestas de mejoras, 1 en el sistema térmico y 2 en el sistema eléctrico:

- La propuesta de mejora en el sistema térmico fue el mejoramiento del aislamiento de 50 metros de tubería de la red de vapor para los suministros de vapor de la cocina y central de esterilización,

obteniéndose un ahorro económico anual de S/. 11,219.40, con una inversión de S/. 7,469.40; teniendo un retorno de la inversión sin interés de 4 meses, lo cual demuestra su enorme viabilidad técnica, tanto por el corto tiempo de recuperación de la inversión, como por su sencillez, ya que hay muchas empresas en el mercado que se encargan de realizar este tipo de mantenimiento a redes de vapor.

- Una de las propuestas de mejora en el sistema eléctrico fue el cambio de tarifa eléctrica en la facturación; actualmente el sistema eléctrico del Hospital III se encuentra en MT3, por lo que se evaluó la facturación eléctrica en las tarifas MT4 y MT2; con la tarifa MT4 se incrementa la facturación de la energía en aproximadamente 1%, pero eligiendo la tarifa MT2 se puede disminuir la facturación de la energía en aproximadamente 7%; y al ser este cambio de tarifa totalmente gratuito, donde solo se tiene que realizar un trámite administrativo, no origina gastos de inversión, por lo que el ahorro económico es instantáneo, por lo que se llega a lograr a un ahorro económico neto anual de S/. 23,073.36, siendo de lejos esta propuesta la mejor de todas en términos de viabilidad técnica y económica.
- La otra propuesta de mejora en el sistema eléctrico fue la corrección del factor de potencia, mediante la instalación de un banco de condensadores automático de 100KVAR, con lo que se lograba un ahorro económico anual de S/. 12,202.20, con una inversión de S/. 10,000.00; teniendo un retorno de la inversión sin interés de 10 meses; esta alternativa es la más deficiente de las 3 alternativas propuestas, pero sin embargo al tener un periodo de recuperación de la inversión menor a 1 año, todavía se le considera de muy alta viabilidad, además también porque en el mercado hay muchas empresas que se encargan de realizar este tipo de instalaciones eléctricas.

CONCLUSIONES

- El Hospital III – Chimbote tiene un consumo energético térmico mensual, en la zona de calderos e incinerador Pirolítico, es de 3568.88 gal de BD5, obteniéndose que el precio del vapor es de S/. 48.78/ Ton vapor; por lo que en el consumo energético eléctrico mensual se obtuvo que la máxima potencia de energía eléctrica consumida durante el periodo de evaluación fue de 240.9 KW, encontrándose en la opción tarifaria MT3.
- Se determinó que, con la instalación de un nuevo aislamiento térmico para 50 metros de longitud de tubería en mal estado, se puede obtener un ahorro energético de 230 Tn vapor/año, obteniéndose con esto un ahorro económico anual de S/. 11,219.40.
- La opción tarifaria más adecuada para el Hospital III – Chimbote es la MT2; la cual cumple con el ritmo de trabajo del hospital; pudiéndose obtener con esta medida un ahorro económico anual de S/. 23,073.36.
- La instalación de un banco de condensadores de 100 KVA, permitirá elevar el factor de potencia de 0,82 a 0,95, logrando con ello un ahorro de S/. 12,202.20 anuales por facturación de energía reactiva.
- El payback del ahorro energético/económico por aislamiento de tuberías de vapor calculado fue de 4 meses; el payback por corrección del factor de potencia fue de 10 meses; mientras que para el ahorro energético por cambio de opción tarifaria, el ahorro es inmediato; por lo que se puede concluir que al cabo de un año se podrá tener un ahorro energético neto de S/. 32,744.96.

RECOMENDACIONES

- Se debe implementar un sistema de gestión energética en el Hospital III – Chimbote; que incentive al hospital a tomar conciencia del consumo y uso de la energía, y de las ventajas que se pueden obtener con medidas factibles de ahorro de energía, orientando la operación del hospital en lo que es la eficiencia energética.
- Se debe hacer un mantenimiento general y a la vez elaborar un plan de mantenimiento preventivo para toda la red de vapor y condensados; debido a que estas operan de forma continua, se encuentran expuestas a la intemperie y cuentan con un tiempo de vida considerable.
- Las autoridades del Hospital III – Chimbote deben dar las facilidades para la elaboración del plano eléctrico real del hospital, para poder tener una idea de que interruptores termo magnéticos alimentan las diversas áreas del hospital, y con esto poder realizar una distribución de cargas balanceada en las 3 líneas, que permita mejorar el consumo de energía eléctrica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aranguri D. & Zapata A. (2009). *Análisis y evaluación energética en la planta pesquera LILA S.A. de la ciudad de Chimbote* (tesis de Grado). Universidad Nacional del Santa, Chimbote, Perú.
- Comunidad De Madrid (2010). *Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en hospitales*. Recuperado de: <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-de-Ahorro-y-Eficiencia-Energetica-en-Hospitales-fenercom-2010.pdf>
- Fiesta B. (2011). *Ahorro energético en el sistema eléctrico de la universidad de Piura - campus Piura* (tesis de Maestría). Universidad de Piura, Piura, Perú.
- Loría C. (2009). *Control y Ahorro de energía del sistema de climatización del hospital clínica Bahía* (tesis de Master). Universidad para la Cooperación Internacional, San José, Costa Rica.
- Ministerio De Energía y Minas. Guía Técnica - OGP (2004). *Manual de Eficiencia Energética para jefes de mantenimiento de Hospitales*. Lima.
- Ministerio De Energía y Minas (2011). *Guía de orientación para la selección de la tarifa eléctrica para usuarios en media tensión*. Recuperado de: <http://www.lamdaperu.com/documentos/descargables/GUIA%20TARIFAS/SELECCION%20DE%20TARIFAS%20ELECTRICAS%20EN%20BAJA%20TENSION.pdf>
- Osinergmin (2015). *Peligro tarifario máximo del servicio público de electricidad*. Recuperado de <http://www2.osinergmin.gob.pe/tarifas/electricidad/PliegosTarifariosUsuarioFinal.aspx?Id=20000>
- Spirax Sarco. Guía de Referencia Técnica: Distribución del vapor. Recuperado de https://jrguezs.webs.ull.es/tecnologia/tema2/distrib_vapor.pdf
- Vera R. (2008). *Aplicación metodológica para la determinación del desempeño energético en hospitales de la región Metropolitana* (tesis de Grado). Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile.
- Vitimilla E. & Paladines P. (2012). *Auditoria eléctrica a la fábrica de cartones nacionales CARTOPEL* (tesis de Grado). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador.
- Yunus A. C. (2007). *Transferencia de Calor*. México: McGraw - Hill.

ANEXOS

1.1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO	"Ahorro Energético en los sistemas térmico y eléctrico del Hospital III - ESSALUD- Chimbote"					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
¿Cómo analizar y determinar las oportunidades de ahorro de energía en el centro de salud Hospital III - ESSALUD de la ciudad de Chimbote?	OBJETIVO GENERAL	El análisis energético permite determinar las oportunidades de ahorro de energía en el centro de salud Hospital III - ESSALUD de la ciudad de Chimbote.	INDEPENDIENTE	Análisis energético	El análisis energético permite determinar donde se está desperdiciando la energía, donde se debe reparar o mantener un equipo o instalación y cuáles serían las inversiones, que permitan un uso racional de la energía	El análisis energético evaluará los sistemas térmicos y eléctricos actuales del hospital III, determinando las principales medidas de ahorro energético.
	Analizar y determinar las oportunidades de ahorro de energía en el centro de salud Hospital III – ESSALUD de la ciudad de Chimbote.					
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS					
	Analizar la situación actual energética del hospital III.					
	Analizar las características electromecánicas de los principales equipos del Hospital III, así como los consumos térmicos y eléctricos.					
	Analizar las oportunidades de ahorro energético del Hospital III.					
	Determinar y calcular las principales medidas de ahorro energético en el Hospital III.		DEPENDIENTE	Ahorro energético	El ahorro energético consiste en la optimización del consumo energético con el objetivo final de disminuir el uso de energía, aunque sin que por ello se vea afectado el resultado final.	Las medidas de ahorro energético determinadas permitirán aumentar la eficiencia de los sistemas térmicos y eléctricos, obteniendo un ahorro económico.
Determinar el ahorro económico y payback de las mejoras energéticas en el Hospital III.						

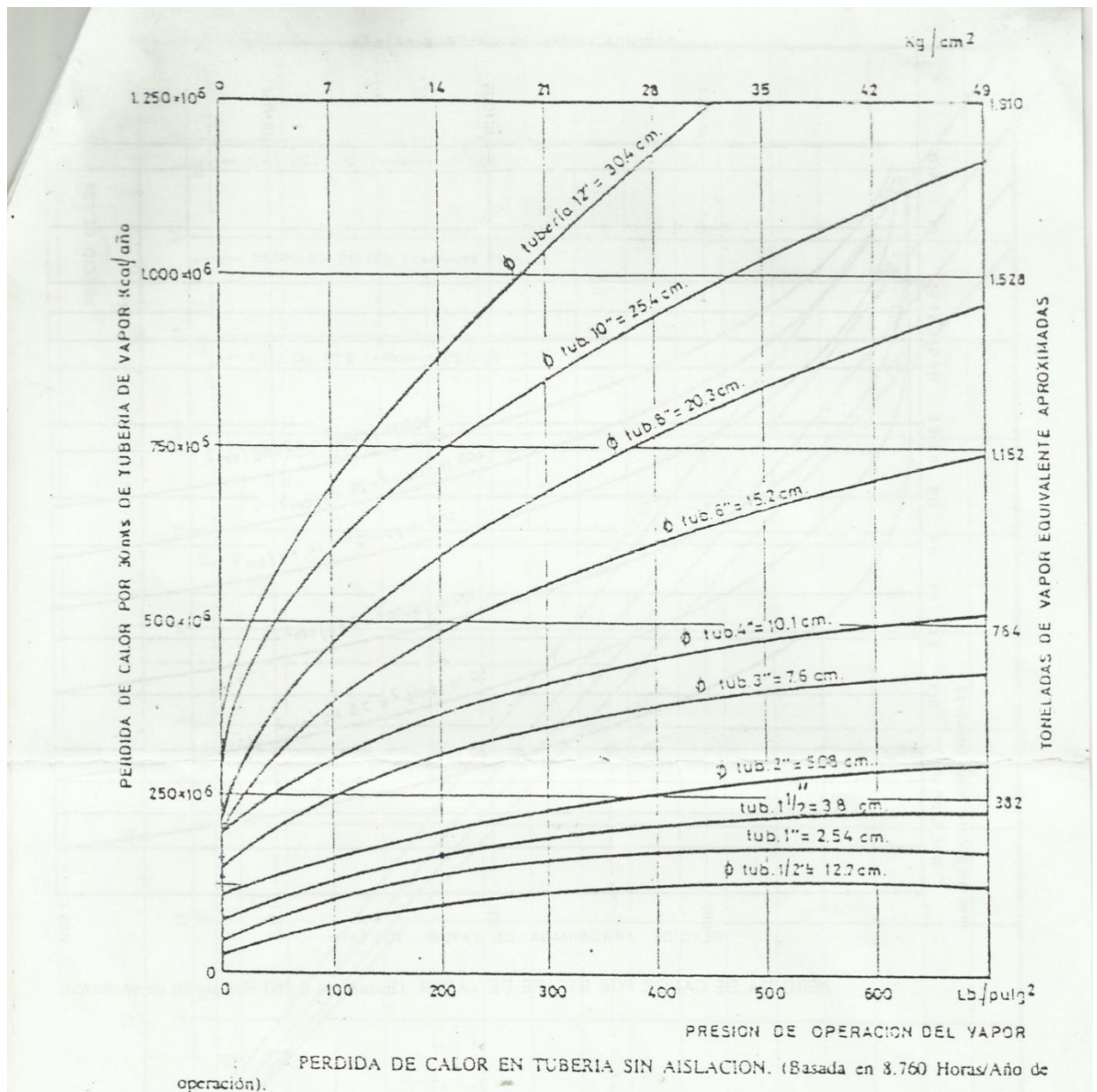
"Ahorro Energético en los sistemas térmico y eléctrico del Hospital III - ESSALUD- Chimbote"

DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Sistema térmico del Hospital III - Chimbote	CONSUMO DE COMBUSTIBLE	RECOPIACIÓN DE DATOS
	CANTIDAD DE MATERIAL INCINERADO	RECOPIACIÓN DE DATOS
	LONGITUD DE REDES DE VAPOR Y AGUA	RECOPIACIÓN DE DATOS
	TEMPERATURA	TERMOMETRO DIGITAL
Sistema eléctrico del Hospital III - Chimbote	FACTURACIÓN ELÉCTRICA	RECOPIACIÓN DE DATOS
	ENERGÍA ELÉCTRICA	ANALIZADOR DE REDES
Medidas de ahorro energético	Energía térmica ahorrada	CÁLCULO
	Energía eléctrica ahorrada	CÁLCULO

1.2. GRAFICO DE PERDIDA DE CALOR EN TUBERIAS

Perdida de calor en tubería sin aislación, Basada en 8760 horas de operación, por 30 metros de tubería.

Figura 6: Gráfico de pérdida de calor en tuberías sin aislación térmica



1.3. PLIEGO TARIFARIO PARA MEDIA TENSIÓN

Pliego tarifario máximo del servicio público de electricidad emitido por OSINERGMIN a julio de 2015. Recuperado de:

<http://www2.osinergmin.gob.pe/tarifas/electricidad/PliegosTarifariosUsuarioFinal.aspx?Id=20000>

Tabla 26: Pliego tarifario en Media tensión

	MEDIA TENSIÓN	UNIDAD	TARIFA Sin IGV
TARIFA MT2:	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.37
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	20.98
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	17.61
	Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S./kW-mes	43.73
	Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S./kW-mes	12.72
	Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S./kW-mes	14.2
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.07
TARIFA MT3:	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 2E1P		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	6.37
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	20.98
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	17.61
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	40.73
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	20.11
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	13.77
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	13.99
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4.07
	TARIFA MT4:	TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P	
Cargo Fijo Mensual		S./mes	6.37
Cargo por Energía Activa		ctm. S./kW.h	18.5
Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:			
Presentes en Punta		S./kW-mes	40.73
Presentes Fuera de Punta		S./kW-mes	20.11
Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:			
Presentes en Punta		S./kW-mes	13.77
Presentes Fuera de Punta		S./kW-mes	13.99
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa		ctm. S./kVar.h	4.07

1.4. ESTRUCTURA DE UN RECIBO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Estructura de un recibo de energía eléctrica en Media Tensión. Tomado de MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS (2011). Guía de orientación para la selección de la tarifa eléctrica para usuarios en media tensión.

Figura 7: Estructura de un recibo eléctrico en Media Tensión

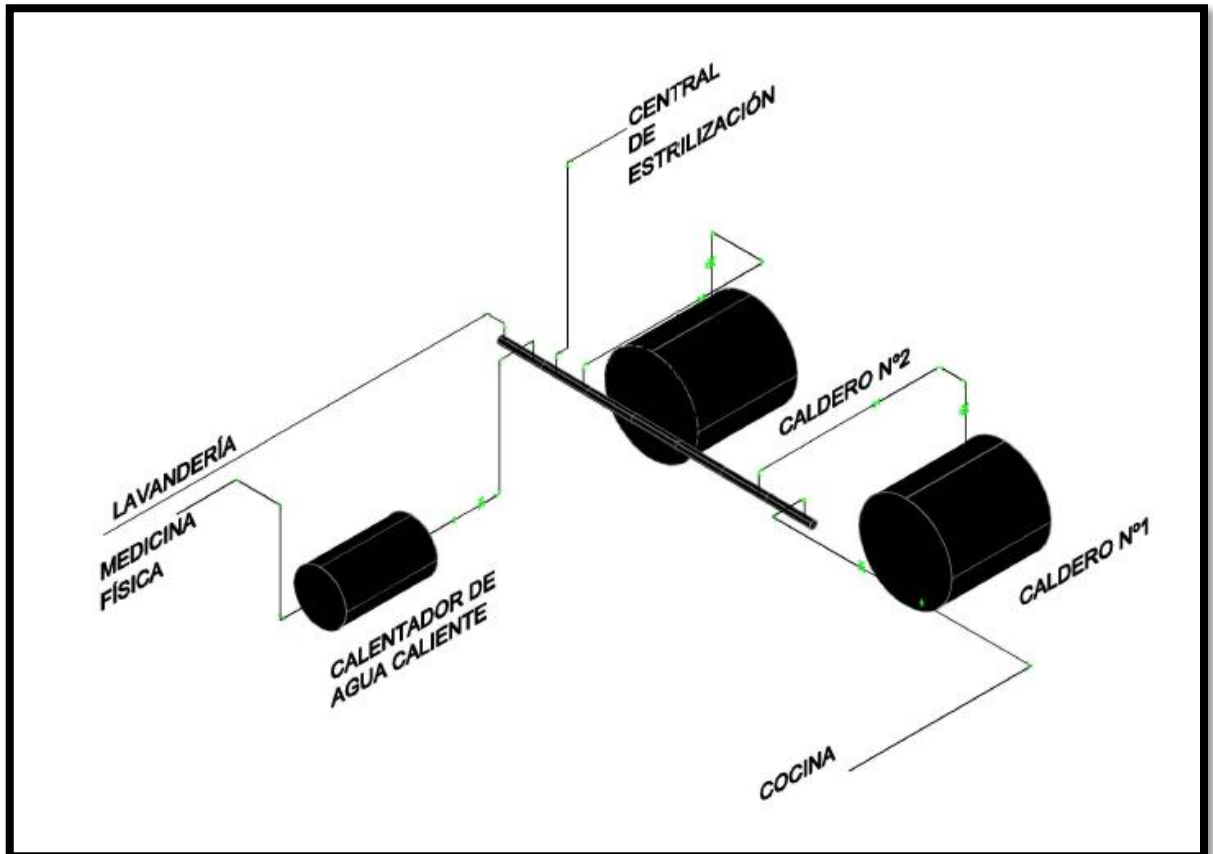
Razón Social : EMPRESA INDUSTRIAL RUC : 100295521770 Dir. Suministro : Lima Recibo N° : 10000001		1																																																								
Para consulta su N° de suministro es:	6604028	2																																																								
DATOS DEL SUMINISTRO		DETALLES DE LOS IMPORTE\$ FACTURADOS																																																								
Tarifa : MT3 Centro de Servicio : XY Ruta : AAAA Código Alimentador: BBBB Potencia contratada (kW): 500 kW		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Precio unitario</th> <th>consumo</th> <th>Importe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cargo fijo</td> <td></td> <td></td> <td>4,37</td> </tr> <tr> <td>Mant. y reposición del equipo</td> <td></td> <td></td> <td>18,51</td> </tr> <tr> <td>Consumo energía horas punta</td> <td>0,1376</td> <td>69 960,0</td> <td>9 626,50</td> </tr> <tr> <td>Consumo energía fuera punta</td> <td>0,1058</td> <td>315 560,0</td> <td>33 386,25</td> </tr> <tr> <td>Potencia de generación horas punta</td> <td>19,73</td> <td>764,0</td> <td>15 073,72</td> </tr> <tr> <td>Potencia de distribución horas punta</td> <td>10,19</td> <td>(*)879,0</td> <td>8 957,01</td> </tr> <tr> <td>Consumo energía reactiva Inductiva</td> <td>0,0382</td> <td>0,0</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Alumbrado Público</td> <td></td> <td></td> <td>134,09</td> </tr> <tr> <td>IGV</td> <td></td> <td></td> <td>12 768,08</td> </tr> <tr> <td>Electrificación Rural(Ley 28749)</td> <td>0,0069</td> <td>385 520,0</td> <td>2 260,09</td> </tr> <tr> <td>Sub Total</td> <td></td> <td></td> <td>82 628,61</td> </tr> <tr> <td>Redondeo</td> <td></td> <td></td> <td>-0,01</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td></td> <td></td> <td>S/. 82 628,60</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Precio unitario	consumo	Importe	Cargo fijo			4,37	Mant. y reposición del equipo			18,51	Consumo energía horas punta	0,1376	69 960,0	9 626,50	Consumo energía fuera punta	0,1058	315 560,0	33 386,25	Potencia de generación horas punta	19,73	764,0	15 073,72	Potencia de distribución horas punta	10,19	(*)879,0	8 957,01	Consumo energía reactiva Inductiva	0,0382	0,0	0,00	Alumbrado Público			134,09	IGV			12 768,08	Electrificación Rural(Ley 28749)	0,0069	385 520,0	2 260,09	Sub Total			82 628,61	Redondeo			-0,01	TOTAL			S/. 82 628,60
Descripción	Precio unitario		consumo	Importe																																																						
Cargo fijo			4,37																																																							
Mant. y reposición del equipo			18,51																																																							
Consumo energía horas punta	0,1376	69 960,0	9 626,50																																																							
Consumo energía fuera punta	0,1058	315 560,0	33 386,25																																																							
Potencia de generación horas punta	19,73	764,0	15 073,72																																																							
Potencia de distribución horas punta	10,19	(*)879,0	8 957,01																																																							
Consumo energía reactiva Inductiva	0,0382	0,0	0,00																																																							
Alumbrado Público			134,09																																																							
IGV			12 768,08																																																							
Electrificación Rural(Ley 28749)	0,0069	385 520,0	2 260,09																																																							
Sub Total			82 628,61																																																							
Redondeo			-0,01																																																							
TOTAL			S/. 82 628,60																																																							
REGISTROS DE DEMANDA/CONSUMO Mes Facturado: DICIEMBRE 2008		6																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Energía Activa (kWh)</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Hora Punta</th> <th>Fuera punta</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lectura Actual (25/12/08)</td> <td>2 482,96</td> <td>10 852,56</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Lectura Anterior (25/11/08)</td> <td>4 413,00</td> <td>10 537,00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Diferencia de lecturas</td> <td>69,96</td> <td>315,56</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Factor de medidor</td> <td>1000</td> <td>1000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Energía registrada</td> <td>69 960</td> <td>315 560</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Energía Activa (kWh)					Hora Punta	Fuera punta		Lectura Actual (25/12/08)	2 482,96	10 852,56		Lectura Anterior (25/11/08)	4 413,00	10 537,00		Diferencia de lecturas	69,96	315,56		Factor de medidor	1000	1000		Energía registrada	69 960	315 560																													
Energía Activa (kWh)																																																										
	Hora Punta	Fuera punta																																																								
Lectura Actual (25/12/08)	2 482,96	10 852,56																																																								
Lectura Anterior (25/11/08)	4 413,00	10 537,00																																																								
Diferencia de lecturas	69,96	315,56																																																								
Factor de medidor	1000	1000																																																								
Energía registrada	69 960	315 560																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Demanda (kW)</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Hora Punta</th> <th>Fuera punta</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lectura Actual (25/12/08)</td> <td>0,704</td> <td>0,764</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Lectura Anterior (25/11/08)</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Diferencia de lecturas</td> <td>0,704</td> <td>0,764</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Factor de medidor</td> <td>1000</td> <td>1000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Potencia registrada</td> <td>704</td> <td>764</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Demanda (kW)					Hora Punta	Fuera punta		Lectura Actual (25/12/08)	0,704	0,764		Lectura Anterior (25/11/08)	0	0		Diferencia de lecturas	0,704	0,764		Factor de medidor	1000	1000		Potencia registrada	704	764		7																												
Demanda (kW)																																																										
	Hora Punta	Fuera punta																																																								
Lectura Actual (25/12/08)	0,704	0,764																																																								
Lectura Anterior (25/11/08)	0	0																																																								
Diferencia de lecturas	0,704	0,764																																																								
Factor de medidor	1000	1000																																																								
Potencia registrada	704	764																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Energía reactiva (kVAR.h)</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Inductiva</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lectura Actual (25/12/08)</td> <td>4 732,24</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Lectura Anterior (25/11/08)</td> <td>4 673,00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Diferencia de lecturas</td> <td>59,24</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Factor de medidor</td> <td>1000</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Potencia registrado</td> <td>59 240</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Consumo a facturar (□30% EA)</td> <td>0,00</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Energía reactiva (kVAR.h)					Inductiva			Lectura Actual (25/12/08)	4 732,24			Lectura Anterior (25/11/08)	4 673,00			Diferencia de lecturas	59,24			Factor de medidor	1000			Potencia registrado	59 240			Consumo a facturar (□30% EA)	0,00																											
Energía reactiva (kVAR.h)																																																										
	Inductiva																																																									
Lectura Actual (25/12/08)	4 732,24																																																									
Lectura Anterior (25/11/08)	4 673,00																																																									
Diferencia de lecturas	59,24																																																									
Factor de medidor	1000																																																									
Potencia registrado	59 240																																																									
Consumo a facturar (□30% EA)	0,00																																																									
FECHA DE EMISIÓN: 31-Dic-2008		FECHA DE VENCIMIENTO: 15-Ene-2009																																																								
MENSAJES AL CLIENTE																																																										

Donde:

1. Datos del titular del suministro.
2. Número de cliente o número de suministro eléctrico. Este número lo identifica como usuario de la concesionaria y le permitirá realizar todas sus consultas o reclamo ante la concesionaria.
3. Son datos técnicos del suministro y de información para el cliente, en este punto se muestra la opción tarifaria contratada y la potencia contratada actual.
4. El gráfico le muestra la evolución de su consumo de energía, hasta un año atrás.
5. Es la información correspondiente al periodo de lectura, al consumo de energía activa y reactiva, y demanda mensual registrados por el medidor, la cual se obtiene de la diferencia de la lectura anterior con la lectura actual, multiplicada por el factor de medición. Además, se muestra el historial de consumo de energía y demanda. Es importante señalar, que, con las fechas de lectura actual y lectura anterior, se determina el periodo (días) de facturación del mes.
6. Detalle de los consumos e importes facturados.
7. Mensajes de utilidad para el cliente, recordándole sobre su fecha de corte en caso de atraso en sus pagos, nuevos servicios, saludos en fechas especiales, etc.

1.5. DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA DE CALDEROS

Figura 8: Representación esquemática de la ubicación de los equipos en la zona de calderos



Fuente: Elaboración propia

1.6. FOTOS DE LOS AMBIENTES DEL HOSPITAL III – CHIMBOTE

Imagen 1: Sala de Calderos del Hospital III



Imagen 2: Caldero Piro-tubular N°02, marca INTESA, 100BHP



Imagen 3: Sistema de tratamiento del agua para el caldero



Imagen 4: Acometida interna del sistema eléctrico del Hospital III

