

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**



TESIS

**“DETERMINACIÓN DEL GRADO DE OPERATIVIDAD DE LAS
INSTALACIONES ELECTROMECAÑICAS DEL HOSPITAL TIPO II
DE LA CIUDAD DE AYAVIRI – 2015 PARA SU PUESTA EN
FUNCIONAMIENTO”**

PRESENTADA POR:

FREDY QUISPE CALDERÓN

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

Puno – Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA



"DETERMINACIÓN DEL GRADO DE OPERATIVIDAD DE LAS
 INSTALACIONES ELECTROMECAÑICAS DEL HOSPITAL TIPO II DE LA
 CIUDAD DE AYAVIRI – 2015 PARA SU PUESTA EN FUNCIONAMIENTO"

TESIS PRESENTADA POR:
 FREDY QUISPE CALDERÓN

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 12/10/2017

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE:

.....
 Mg. OLGIER ALEJANDRINO ORTEGA ACHATA

PRIMER MIEMBRO:

.....
 Ing. LEONEL MARINO CASTILLO ENRÍQUEZ

SEGUNDO MIEMBRO:

.....
 M.Sc. JOSÉ ANTONIO VARGAS MARÓN

DIRECTOR DE TESIS:

.....
 M.Sc. JUAN RENZO ILLACUTIPA MAMANI

Área : Mecánica Eléctrica.

Tema: Suministro de energía y adecuación de aparatos mecánicos.

DEDICATORIA

A Dios, el Ser Supremo, quien nos da la vida e ilumina nuestro camino.
Por permitirnos llegar a este momento tan especial en nuestras vidas.
Por los triunfos y los momentos difíciles que nos han enseñado a
valorarte cada día más.

“Un hombre quiere a su amor más que a nadie, a su esposa mejor que
a nadie, pero a su madre más tiempo que a nadie”

Gracias mamá Isabel

“Cuántos hombres se precipitan hacia la luz, no para ver mejor sino
para brillar”

(F. Nietzsche)

Gracias papá Saturnino

“Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad y la
energía atómica: LA VOLUNTAD”

(A. Einstein)

Gracias hermanas Anita, Martha y Madeleyni

AGRADECIMIENTO

Mis agradecimientos a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, por las enseñanzas impartidas y experiencias en nuestra formación no solo en el desarrollo académico y técnico de los cursos, así como también en la dedicación de brindarnos los conocimientos adecuados y fundamentales para nuestra realización como profesionales competentes e íntegros para servir a la Sociedad.

A MIS HERMANAS:

Anita, Martha y Madeleyni

Gracias por apoyarme en todo momento, y que este logro es suyo, me siento muy orgulloso de tenerlos como hermanas, gracias por creer en mí y los logros que obtenga serán logros que por ustedes conquistare.

También deseo expresar mi agradecimiento a mi querido **Tío Agripino Calderón Salas**, cuya mediación fue clave para que pudiera realizar mis estudios ya que siempre ha estado ahí introduciéndome ánimo en los momentos más difíciles.

INDICE

Resumen.....	14
Abstract.....	16
Introducción.....	18
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	21
1.1.Descripción del problema	21
1.2.Justificación del problema:.....	22
1.3.Objetivos.....	23
1.3.1. Objetivo general:	23
1.3.2. Objetivos específicos:.....	23
II. MARCO TEÓRICO.....	24
2.1. Antecedentes de la investigación.	24
2.2. Documentos emitidos en el Perú.	24
2.3. Sustento teórico.....	26
2.3.1. Hospital	26
2.3.1.1. Hospital Tipo II.	27
2.3.2. Grado de operatividad	32
2.3.2.1. Grado.	32
2.3.2.2. Operatividad.....	32
2.3.2.3. Grado de operatividad de un hospital.	32
2.3.3. Sistemas eléctricos.....	34
2.3.4. Producción y consumo de energía eléctrica.....	35
2.3.5. Sistemas eléctricos en hospitales.....	35
2.3.6. Diagnóstico y optimización de sistemas eléctricos.....	37
2.3.6.1. Diagnóstico.	37
2.3.6.2. Identificación de Equipos Consumidores de Energía.....	38
2.3.7. Optimización.....	39
2.3.7.1. Optimización de Sistemas Eléctricos.	39
2.3.8. Sistema térmico.....	40
2.3.9. Identificación de equipos consumidores de energía térmica.....	40

2.3.10.Optimización del rendimiento de las calderas.....	41
2.3.11.Fundamentos de electricidad.....	42
2.3.11.1.Corriente Continua.....	42
2.3.11.2.Corriente Alterna.....	43
2.3.11.3.Corriente Eléctrica.....	45
2.3.11.4.Tensión Eléctrica.....	46
2.3.11.5.Potencia Eléctrica.....	46
2.3.11.6.Energía Eléctrica.....	47
2.3.11.7.Resistencia Eléctrica.....	47
2.3.11.8.Ley de Ohm.....	47
2.3.11.9.Resistencia de un Conductor.....	48
2.3.11.10.Influencia de la Temperatura Sobre la Resistividad.....	49
2.3.11.11.Efecto Joule.....	49
2.3.11.12.Capacidad Eléctrica.....	49
2.3.11.13.Corriente Alterna.....	50
2.3.11.14.Ángulo de Fase.....	51
2.3.11.15.Valor eficaz.....	52
2.3.11.16.Frecuencia.....	54
2.3.11.17.La Potencia y la Corriente Alterna.....	54
2.3.11.18.El Factor De Potencia (F.P.).....	56
2.3.11.19.Los Sistemas Trifásicos.....	58
2.3.11.20.Configuraciones de los Circuitos Trifásicos.....	59
2.3.11.21.Las Variables Eléctricas de un Sistema Trifásico.....	61
2.3.11.22.Equipo de Medición de Parámetros Eléctricos.....	62
2.3.11.23.Transformadores.....	64
2.3.11.24.Conductores Eléctricos.....	70
2.3.11.25.Caída de Tensión.....	72
2.3.12.Calidad de la energía eléctrica.....	73
2.3.13.Fundamentos térmicos.....	78
2.3.13.1.Calor.....	78
2.3.13.2.Aire Comprimido.....	79
2.3.13.3.Frío.....	80
2.3.13.4.Vapor.....	80
2.3.13.5.Optimización de la Calefacción y Aire Acondicionado.....	82

2.3.13.6. Generadores de Vapor o Calderas.	82
2.3.13.7. Redes de Fluidos Térmicos.	84
2.3.13.8. Aislamiento.	84
2.3.13.9. Medidas de implantación.	85
2.3.13.10. Medidas de Racionalización.	85
2.3.13.11. Medidas de Mantenimiento.	85
2.4. Glosario de términos básicos.	86
2.5. Hipótesis de la investigación.	86
2.5.1. Hipótesis general:	86
2.5.2. Hipótesis específicas:	86
2.6. Operación de variables:	87
III. DISEÑO METODOLÓGICO DE INVESTIGACIÓN.	88
3.1. Tipo de investigación.	88
3.1.1. Investigación proyectiva o explicativa.	88
3.2. Población y muestra.	89
3.3. Ubicación y descripción de la población.	90
3.3.1. Ubicación.	90
3.3.2. Descripción de la población.	91
3.4. Descripción de los instrumentos.	92
3.5. Metodología y optimización del sistema eléctrico mecánico y térmico.	92
3.5.1. Recolección de datos.	93
3.5.1.1. Diagnóstico General.	93
3.5.1.2. Diagnóstico Del Sistema Eléctrico.	94
3.5.1.3. Diagnóstico Del Sistema Mecánico.	96
3.5.1.4. Diagnóstico Del Sistema Térmico.	97
3.6. Procesamiento de datos.	98
3.6.1. Interpretación de los parámetros medidos.	98
3.6.2. Método de diagnóstico y optimización energética.	98
3.6.3. Suministro o almacenamiento.	100

3.6.4. Perfil de costo del consumo eléctrico.	100
3.6.5. Perfil de costo del consumo térmico.	100
3.6.6. Transformación.	101
3.6.7. Generadores de vapor o calderas.	103
3.6.7.1. Calentador de agua e incinerador.	103
3.6.8. Grupo electrógeno de 146 kw.	105
3.6.9. Transporte.	105
3.6.9.1. Conductores Eléctricos.	105
3.6.9.2. Pérdidas en los Conductores.	106
3.6.9.3. Caídas de Tensión en los Conductores.	107
3.6.10. Redes de fluidos térmicos.	108
3.6.10.1 Aislamiento.	108
3.6.11. Utilización (consumo de equipos instalados).	109
3.6.12. Pérdidas y optimización de energía.	112
IV. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	113
4.1. Situación actual del hospital tipo ii de la ciudad de Ayaviri.	113
4.1.1. Diagnóstico general.	113
4.1.2. Inspección visual.	113
4.2. Situación actual del sistema eléctrico del hospital tipo II de la ciudad de Ayaviri.	114
4.2.1. Diagnóstico del sistema eléctrico.	114
4.2.2. Inspección visual.	116
4.2.3. Potencia instalada y consumo de energía.	117
4.3. Análisis de los parámetros eléctricos del hospital tipo II de la ciudad de Ayaviri.	120
4.3.1. Resultados de cálculos en el tablero general de baja tensión.	120
4.3.2. Resultados de las mediciones realizadas en los subtableros de distribución.	124
4.4. Alternativas de optimización del consumo de energía eléctrica para el hospital tipo II de la ciudad de Ayaviri.	125
4.4.1. Suministro o almacenamiento.	126

4.4.2. Transformación.	127
4.4.3. Transporte.	129
4.4.4. Utilización (consumos de equipos instalados).	130
4.4.5. Pérdidas y optimización de energía.	133
4.5. Situación actual del sistema térmico del hospital tipo II de la ciudad de Ayaviri.	139
4.5.1. Diagnóstico del sistema térmico.	139
4.5.2. Inspección visual.	141
4.5.3. Consumo de energía térmica.	141
4.6. Alternativas de optimización del consumo de energía térmica para el hospital tipo II de Ayaviri.	142
4.6.1. Suministro o almacenamiento.	143
4.6.2. Transformación.	143
4.6.2.1. Generadores como grupo electrógeno, calentador de agua e incinerador.	143
4.6.3. Transporte.	143
4.6.3.1. Redes de fluidos térmicos.	143
4.6.4. Utilización (consumos de equipos instalados).	144
4.6.5. Pérdidas y optimización de energía térmica.	145
4.7. Análisis económico general.	146
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	148
5.1. Conclusiones.	148
5.2. Recomendaciones.	149
Bibliografía.	150
Anexos.	152

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.: Recursos humanos de un hospital tipo II.....	28
Tabla 2.2.: Valores del factor de potencia medios para cargas más comunes..	58
Tabla 2.3.: contenido espectral típico, duración y magnitud de cada una de las siete categorías de fenómenos electromagnéticos que afectan la calidad de la energía.	77
Tabla 2.4.: Operación de variables	87
Tabla 3.2.: Perfil de consumo de energía.	100
Tabla 3.3.: Consumo diésel por mes.....	100
Tabla 3.4.: Pérdidas adicionales por antigüedad en transformadores Po y Pu.	102
Tabla 3.5.: Cuadro de cargas del primer nivel del hospital tipo Ii de la ciudad de Ayaviri	109
Tabla 3.6.: cuadro de cargas del segundo nivel del hospital tipo II de la ciudad de ayaviri.....	110
Tabla 3.7.: Cuadro de cargas del tercer nivel del hospital tipo II de la ciudad de Ayaviri	111
Tabla 3.8.: Cuadro de cargas ambientes faltantes del hospital tipo II de la ciudad de Ayaviri.....	111
Tabla 4.1.: Disposición de los servicios y los sub-tableros de distribución.	115
Tabla 4.2.: Potencia instalada en el hospital tipo II de la ciudad de ayaviri	117
Tabla 4.3.: Consumo de energía en el hospital tipo II de ayaviri	120
Tabla 4.4.: Valores representativos de la tensión.	121
Tabla 4.5.: Valores representativos de la corriente.	121
Tabla 4.6.: Valores representativos de potencia activa, reactiva y aparente. .	122
Tabla 4.7.: Valores representativos del factor de potencia.	123
Tabla 4.8.: Valores representativos de energía activa, reactiva y aparente....	123
Tabla 4.9.: Valores de corriente y tensión de los sub-tableros de distribución.	124
Tabla 4.10.: Valores representativos del consumo de energía.	126
Tabla 4.11.: Valores representativos de las pérdidas en el transformador	128
Tabla 4.12.: Pérdidas totales.....	128
Tabla 4.13.: Valores representativos de las pérdidas en conductores.	130

Tabla 4.14.: Pérdidas totales de energía en los conductores.	130
Tabla 4.15.: Valores obtenidos para la energía activa.	132
Tabla 4.16.: Pérdidas totales de energía.	134
Tabla 4.17.: Ahorro de energía con el cambio de luminarias.	139
Tabla 4.18.: Consumo de energía térmica por mes en el hospital tipo II de la ciudad de Ayaviri.....	141
Tabla 4.19.: Tendencia del consumo de energía (gl.)	143
Tabla 4.20.: Tendencias de consumo de petróleo gl/mes.....	144
Tabla 4.21.: Ahorro de petróleo en galones.	145

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1.: Sistema de producción, transporte y distribución de la energía eléctrica	35
Fig. 2.2.: Diagrama unifilar del hospital tipo II de la ciudad de Ayaviri	36
Fig. 2.3.: Consumo de energía eléctrica por equipos hospitalarios.....	39
Fig. 2.4.: Consumo de energía térmica por equipos hospitalarios.	41
Fig. 2.5.: Sala de calderas.	42
Fig. 2.6.: Circuito de corriente continua.....	43
Fig. 2.7.: Representación gráfica de una corriente continua.	43
Fig. 2.8.: Circuito de corriente alterna.	44
Fig. 2.9.: Representación gráfica de una corriente alterna.....	45
Fig. 2.10.: Representación de la corriente alterna senoidal.	50
Fig. 2.11.: Representación gráfica de factor de potencia.	55
Fig. 2.12.: Diferencia entre un sistema monofásico y trifásico.	59
Fig. 2.13.: Configuración de circuitos trifásicos.	59
Fig. 2.14.: Generador y carga en triángulo.....	60
Fig. 2.15.: Carga trifásica alimentada por un sistema trifásico.....	60
Fig. 2.16.: Corriente de línea y tensión en línea.....	61
Fig. 2.17.: Instrumento Powerq4 / Powerq4 Plus.	64
Fig. 2.18: Transformador eléctrico.	65
Fig. 2.19.: Grupo de conexión del bobinado primario y secundario.	67
Fig. 2.20.: Partes que componen los conductores eléctricos.	71
Fig. 2.21.: Diagrama demostrativo de caída de tensión permitida por circuito. .	73
Fig. 2.22.: Generación de vapor.....	79
Fig. 2.23.: Circuito de aire comprimido.....	79
Fig. 2.24.: Proceso de generación de vapor.	80
Fig. 2.25.: Proceso de distribución.	82
Fig. 2.26.: Caldera.....	83
Fig. 2.27.: Aislamiento térmico para tuberías.	85
Fig. 3.1.: Micro localización del hospital tipo II de Ayaviri	90
Fig. 3.2.: Hospital tipo II de la ciudad de Ayaviri.....	91
Fig. 3.3.: Medición de aislamiento y continuidad eléctrica	96
Fig. 3.4.: Verificación de fuga en los sistemas mecánicos gases medicinales..	96

Fig. 3.5.: Modelo de análisis de energía.	99
Fig. 4.1.: Diagrama unifilar del hospital tipo II de la ciudad de Ayaviri	116
Fig. 4.2.: Porcentaje de representatividad de los equipos instalados en el hospital tipo II de Ayaviri.....	118
Fig. 4.3.: Tendencia del consumo de energía en el hospital tipo II de Ayaviri.	119
Fig. 4.4.: Consumo de energía en el hospital tipo II de Ayaviri	119
Fig. 4.5.: Tendencias porcentuales del consumo de energía kw-h/día.	131
Fig. 4.6.: Consumo de energía de luminarias.	132
Fig. 4.7.: Porcentaje de representatividad de los equipos instalados en el hospital tipo II de Ayaviri	142
Fig. 4.8.: Consumo petróleo semanal en el hospital tipo II de Ayaviri	142
Fig. 4.9.: Tendencias porcentuales del consumo de petróleo Gl/mes.	144

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “DETERMINACIÓN DEL GRADO DE OPERATIVIDAD DE LAS INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS DEL HOSPITAL TIPO II DE LA CIUDAD DE AYAVIRI – 2015 PARA SU PUESTA EN FUNCIONAMIENTO”, expone en qué situación se encuentran las instalaciones electromecánicas de dicho nosocomio, con la finalidad de hacer de conocimiento que grado de operatividad (Mala, Regular, Buena, Muy buena) ofrecerá este cuando entre en funcionamiento. Todo esto desarrollando un estudio y análisis para determinar Cuál es el Diagnóstico y Óptima Operación del Sistema Electromecánico.

Nuestro trabajo es una investigación de tipo proyectiva o explicativa y la metodología empleada para llegar a nuestro objetivo primero fue hacer el diagnóstico actual del sistema Electromecánico.

Dentro del diagnóstico general realizado se logró constatar que, algunas de las instalaciones del hospital no son apropiadas, las cuales generarán pérdidas y malestar en los trabajadores y usuarios, estas malas instalaciones se deben particularmente al tiempo de para que se tuvo en la ejecución del proyecto.

La buena operatividad que tendrá el hospital sin sacrificar algunas instalaciones ya ejecutadas se puede atender con las mejoras e implementación de medidas técnicas y económicamente factibles, como son: reemplazo de Conductores eléctricos, artefactos y equipos que se utilizarán esto para su máxima eficiencia.

En el análisis del uso eficiente de los componentes del sistema eléctrico, se percató que; el transformador y los conductores son los que generarán las

mayores pérdidas de energía. Y el ahorro de mayor consideración, se centra en la optimización del sistema de iluminación e instalación de equipos adecuados.

Palabras Clave:

Instalaciones eléctricas, instalaciones mecánicas, instalaciones térmicas, diagnóstico, optimización.

ABSTRACT

The present research work entitled "DETERMINATION OF THE DEGREE OF OPERATIVITY OF THE ELECTROMECHANICAL FACILITIES OF THE TYPICAL II HOSPITAL OF THE CITY OF AYAVIRI - 2015 TO BE STARTED", shows the situation in which the electromechanical installations of this hospital are located, for the purpose of making known that the degree of operation (Bad, Regular, Good, Very Good) will offer this when it comes into operation. All this developing a study and analysis to determine What is the Diagnosis and Optima Operation of the Electromechanical System.

Our work is a research of a projective or explanatory type and the methodology used to reach our objective was to do the current diagnosis of the Electromechanical system.

Within the general diagnosis made it was verified that some of the hospital facilities are not appropriate, which generate losses and discomfort in the workers and users, these bad installations are due in particular to the time for which they were in the execution of the project.

The good operation that the hospital will have without sacrificing some facilities already executed can be attended with improvements and implementation of technical and economically feasible measures, such as: replacement of electrical conductors, appliances and equipment that will use this for maximum efficiency.

In the analysis of the efficient use of the components of the electrical system, he realized that; the transformer and the conductors are the ones that generate the greatest energy losses. And the most important savings, is focused on optimizing the lighting system and installing suitable equipment.

Key Word:

Electrical installations, mechanical installations, thermal installations, diagnostics, optimization.

INTRODUCCIÓN

A través de los tiempos el hombre se ha valido de múltiples servicios que le han proporcionado confort a su subsistencia, tal es el caso de la energía eléctrica y de los sistemas mecánicos que ha tenido un papel preponderante en el desarrollo de la sociedad porque permite el avance de la tecnología en la vida moderna, y a su vez ésta ofrece equipos cada vez más sofisticados que brindan recreación, entretenimiento y comodidades, demandando mayor cantidad de energía, como lo son los electrodomésticos, los aires acondicionados, máquinas, etc., que en el ámbito residencial representan un papel primordial, ya que cada día son más necesarios para facilitar las labores tanto en el hogar, instituciones y como en el trabajo.

Estos adelantos han hecho que el consumo de energía eléctrica en las grandes ciudades haya tenido un aumento paulatino en los últimos años, caracterizándose principalmente en que la sociedad moderna es creciente y altamente tecnificada y continúa en la búsqueda de la comodidad, el desarrollo y el crecimiento en todos los aspectos: La ciencia, las guerras, las medicinas, el trabajo, el hogar, etc. Esto se constituye en un factor bastante preocupante hoy en día, ya que es vital para la sociedad moderna, porque representa la sangre que hace mover los brazos de la tecnología y el desarrollo del mundo. Y es donde se debe poner de manifiesto la necesidad de reflexionar y pensar en no malgastar el uso de la energía eléctrica y de los sistemas mecánicos, tal como se observa en la mayoría de las instituciones públicas, industrias, etc., es el motivo por que cual se hizo este trabajo titulado “DETERMINACIÓN DEL GRADO DE OPERATIVIDAD DE LAS INSTALACIONES ELECTROMECAÑICAS DEL HOSPITAL TIPO II DE LA CIUDAD DE AYAVIRI

– 2015 PARA SU PUESTA EN FUNCIONAMIENTO”, se desarrolla un diagnóstico, análisis de pérdidas y optimización del uso energía para este nosocomio, el cual tendrá como resultado la reducción del consumo de energía eléctrica y térmica, mejoras en la atención al público y en la calidad del servicio energético, para ello nos planteamos la siguiente interrogante: ¿Cuál es el Grado de Operatividad del Hospital II de la Ciudad de Ayaviri?.

Dicha información será de importancia para el Hospital, ya que a través de este trabajo se sabrá que deficiencias o virtudes tendrá esta en la parte electromecánica, puesto que se sabrá en que puntos habrá las pérdidas de Energía Eléctrica y Térmica, así se podrán establecer las debidas recomendaciones o correcciones adicionales en el sistema eléctrico y mecánico.

Para el desarrollo del proyecto se iniciará con conceptos básicos necesarios para tener una idea del tema a desarrollarse.

Todo nuestro trabajo está distribuido en 5 capítulos de la siguiente manera:

En el CAPÍTULO I se desarrolla la descripción del problema en el tema de Determinar el Grado de Operatividad del Hospital Tipo II de la ciudad de Ayaviri, con interrogantes que tratan sobre, la justificación del problema y los objetivos.

En el CAPÍTULO II está el marco teórico donde se da a conocer los principales fundamentos teóricos para poder desarrollar nuestro trabajo.

En el CAPÍTULO III se da parte al diseño metodológico empleado. La cual cita: el tipo de investigación, ubicación de la muestra, técnicas e instrumentos empleados.

En el CAPÍTULO IV se da referencia a la exposición y análisis de los resultados obtenidos del diagnóstico del sistema electromecánico del hospital.

En el CAPÍTULO V se da a conocer las conclusiones y recomendaciones y finalmente se culmina con la bibliografía y los anexos.

CAPÍTULO I

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Se sabe y se escucha que la atención médica en nuestros hospitales es muy deficiente esto por una sencilla razón la cual es que sus instalaciones electromecánicas se hallan en un estado de deterioro que no ofrecen los servicios básicos en forma satisfactoria, de tal manera que se logra apreciar que el funcionamiento de los equipos no es el adecuado, Este proyecto contempla la elaboración de todas las posibles estrategias a seguir para optimizar el uso de la electricidad y los equipos electromecánicos esto nos conllevará a disminuir el riesgo de vida de los pacientes, la mejor atención en los hospitales, reducir la mortalidad en una ciudad y aumentar la calidad de operación de los equipos electromecánicos que se utilizan para realizar trabajos especializados y no especializados.

Actualmente solo se realiza el mantenimiento correctivo; es decir, cuando se presentan averías en sus instalaciones electromecánicas por el mal uso, dañando los equipos y en algunos casos dejándolos inoperativos.

De lo indicado surgen varias interrogantes que merecen ser estudiadas e investigadas; que constituye el proyecto de esta investigación.

- ¿Cómo determinar el grado de operatividad de las instalaciones electromecánicas del Hospital Tipo II de la Ciudad De Ayaviri - 2015, para su puesta en funcionamiento?

- ¿Haciendo un diagnóstico sobre las instalaciones eléctricas e instalaciones térmicas se sabrá el grado de operatividad del Hospital Tipo II de la Ciudad de Ayaviri?
- ¿Cuáles son las alternativas de optimización del consumo de Energía Eléctrica y térmica en el Hospital tipo II de la ciudad de Ayaviri?

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA:

La importancia de la investigación de Cómo determinar el grado de operatividad de las instalaciones electromecánicas del Hospital Tipo II de la Ciudad De Ayaviri - 2015, para su puesta en funcionamiento se justifica:

- En la originalidad y relevancia ya que es notoria la creciente demanda de atención médica en nuestros tiempos la cual se ha convertido en una alternativa a investigar.
- Con el presente proyecto de tesis se identificará los puntos claves de ahorro de energía y optimización del balance energético las redes del proceso operativo con consideraciones de eficiencia energética, los cuales deben ser implementados, para reducir los montos de facturación.
- En la mejora de la calidad de servicio a los pacientes que lleguen a atenderse en este nosocomio y la vez dar mayor utilidad a los equipos electromecánicos y biomédicos.
- La presente tesis alimentará los conocimientos de los estudiantes de la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica y ramas afines, debido a que podrán tomar como material de apoyo para poder realizar trabajos referidos al tema y realizar posteriores proyectos de como

determinar el grado de operatividad de un hospital y a la vez como optimizar las instalaciones electromecánicas.

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. OBJETIVO GENERAL:

Determinar el grado de operatividad de las instalaciones electromecánicas del hospital tipo II de la ciudad de Ayaviri – 2015 para su puesta en funcionamiento.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- I. Efectuar un diagnóstico de las instalaciones eléctricas e instalaciones térmicas para determinar el grado de operatividad del Hospital Tipo II de la Ciudad de Ayaviri.
- II. Proponer alternativas de Optimización del Consumo de Energía Eléctrica y térmica para el buen funcionamiento del Hospital Tipo II de la Ciudad de Ayaviri.

CAPÍTULO II

II. MARCO TEÓRICO.

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

El consumo de energía cada vez mayor y el aumento significativo de los costos de ésta han hecho que la eficiencia energética sea una constante preocupación para los proyectistas de los nuevos hospitales, pero también para los gestores de los existentes, con el fin de reducir las necesidades energéticas y, en consecuencia, ahorrar en costos de funcionamiento, sin perder en cuotas de confort o calidad. Para desarrollar la Tesis, se tiene como referencia, los documentos emitidos en el Perú y otras tesis desarrolladas en otros países de los cuales podemos mencionar las siguientes:

2.2. DOCUMENTOS EMITIDOS EN EL PERÚ.

- Norma técnica de calidad de los servicios eléctricos, Decreto Supremo N° 020-97-EM, Actualizado al 13 de Setiembre de 2010. El objetivo de la presente Norma es establecer los niveles mínimos de calidad de los servicios eléctricos, incluido el alumbrado público, y las obligaciones de las empresas de electricidad y los Clientes que operan bajo el régimen de la Ley de Concesiones Eléctricas, Decreto Ley N° 25844.
- Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía Ley N° 27345 (Lima-2000), se fomenta el uso eficiente de la energía para asegurar el suministro de energía, protege al consumidor, promueve la competitividad y reduce el impacto ambiental. Además, señala las facultades que tienen las autoridades competentes para cumplir con este objetivo.

- Decreto Supremo N° 053-2007-EM (Lima-2007), se emite el Reglamento de la Ley, en la cual se formula las disposiciones para promover el Uso Eficiente de la Energía en el País.
- Dirección General de Electricidad - Ministerio de Energía y Minas (Lima-2008) emite la Guía N°13: Elaboración de Proyectos de Guías de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y Diagnóstico Energético - HOSPITALES; En el cual se utiliza un Hospital como ejemplo ilustrativo. A modo de ilustración, se menciona un caso en particular registrado en el Perú, se obtuvo un ahorro de 15.8% en la factura por consumo de energía eléctrica que equivale a 57 494 Nuevos Soles por año y un ahorro de 11% en la factura por compra de combustible que equivale a 102 519 Nuevos Soles por año.

De los documentos citados anteriormente, la Guía N° 13, nos proporciona una dirección para la presente Tesis toda vez, que es el único documento que nos da una base del uso racional de la energía en Hospitales, en todo el País.

- Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior De Ingeniería Mecánica Eléctrica Unidad Profesional “Adolfo López Mateos”, tema de tesis titulado “Factores que afectan la calidad de la energía eléctrica y su solución” presentado por Daniel Alberto Saucedo Martínez y José Luis Taxis Villagrán en donde tratan sobre la regulación de voltaje y la eliminación de armónicos de los principales factores que se deben de tomar en cuenta para obtener una buena calidad de la energía.
- Agama Chiluisa C.-Sinailín Peralta L. G. (Quito-2006) en su tesis titulada "Auditoria Energética Eléctrica del Hospital Carlos Andrade Marín"; Los

Autores, determinan la potencia instalada, realizan el registro del consumo de energía y miden los parámetros eléctricos en cada subestación. Con esta información determinan, que las luminarias son las cargas más significativas, por lo cual sugieren su reemplazo por otras de menor potencia, también se sugiere el reemplazo de motores defectuosos y capacitar al personal en el uso eficiente de la energía.

- Martínez Quimbita E. (Latacunga-2002) en su Proyecto de Grado titulado "Auditoría Energética del Hospital General de Latacunga", realiza un Diagnóstico de las Instalaciones, el Consumo de Energía Eléctrica y Térmica, Determinando las pérdidas de energía y realiza un análisis económico, de las instalaciones y equipos deficientes. Este Proyecto nos sirve de guía para la presente Tesis, debido a que se utilizó una metodología bien práctica para determinar las pérdidas de energía en sus diferentes etapas.

2.3. SUSTENTO TEÓRICO.

2.3.1. HOSPITAL¹

El Hospital es un establecimiento de salud destinado a la atención integral de consultantes en servicios ambulatorios y de hospitalización, proyectando sus acciones a la comunidad.

Es planificado, construido, equipado y administrado según normas del Ministerio de Salud, que es órgano rector del Sector.

¹ Presidencia de la Republica (1987), "Reglamento General de Hospitales del Sector Salud", DECRETO SUPREMO Nº 005-90-SA, Ministerio de Salud.

El Hospital forma parte del Sistema de Servicios de Salud brindando apoyo técnico y logístico, de acuerdo a su organización y complejidad, a los Servicios Periféricos de su área de influencia, viabilizando la referencia y contra-referencia de pacientes.

2.3.1.1. Hospital Tipo II².

Establecimiento de Salud del segundo nivel de atención, responsable de satisfacer las necesidades de salud de la población de su ámbito Jurisdiccional, a través de una atención integral ambulatoria y hospitalaria en cuatro especialidades básicas que puede ser medicina interna, ginecología, cirugía general, pediatría, anestesiología, con acciones de promoción de la salud, prevención de riesgos y daños, recuperación y rehabilitación de problemas de salud.

CARACTERÍSTICAS.

- Pertenece al segundo nivel de atención de salud.
- Presenta un ámbito de acción con una población y territorio asignado.
- Es el establecimiento de referencia de las micro redes de salud.
- La cantidad de recursos humanos será establecida con precisión en función a la demanda.
- Deberá contar como mínimo con los siguientes recursos humanos:

² Ministerio de Salud (2004), "Categorías de Establecimientos de Sector Salud", N T N° 0021- MINSa / DGSP V.01

Tabla 2.1.: Recursos humanos de un hospital tipo II

Profesionales de la Salud	Técnicos y/o Auxiliares
Médico Internista	Técnico de laboratorio
Pediatra	Técnico de enfermería
Gineco-Obstetra	Auxiliar de Enfermería
Cirujano General	Técnico Sanitario
Anestesiólogo	Técnico o Auxiliar de Estadística
Odontólogo	Personal de Servicios Generales
Psicólogo	
Enfermera/o	
Lic. En obstetricia	
Asistente Social	
Nutricionista	
Químico Farmacéutico	
Tecnólogo Médico	

Fuente: Norma Técnica N T N° 0021- MINSA / DGSP V.01

UNIDADES PRODUCTORAS DE SERVICIOS.

Los recursos humanos, tecnológicos y organización mínima por Unidad Productora de Servicios son:

➤ **Salud Comunitaria y Ambiental**

Diseño de planes y proyectos para satisfacer las necesidades de salud y Expectativas de la población.

➤ **Consulta externa**

Área funcional dedicada a la atención integral ambulatoria de los usuarios mediante actividades de promoción, prevención, protección, recuperación y rehabilitación de la salud.

➤ **Emergencia**

Área funcional organizada permanentemente para la atención inmediata de pacientes en situación de emergencia.

➤ **Hospitalización**

Área funcional destinada a brindar los cuidados necesarios a los usuarios que requieren ser internados por más de 24 horas para recibir manejo y tratamiento médico o quirúrgico.

➤ **Epidemiología**

Área funcional, donde se realizan las actividades concernientes a la vigilancia epidemiológica hospitalaria y de enfermedades prevalentes de la zona.

➤ **Centro Quirúrgico**

Área funcional organizada para la realización de intervenciones quirúrgicas con las mayores garantías de asepsia quirúrgica y dotación tecnológica.

➤ **Centro Obstétrico**

Área funcional organizada para la atención de partos eutócicos, distócicos y del recién nacido.

➤ **Esterilización**

Área funcional organizada para la realización de procedimientos de esterilización y desinfección de los materiales e insumos mediante medios físicos y químicos.

➤ **Farmacia**

Área funcional donde se realiza el suministro y almacenamiento de medicamentos e insumos.

➤ **Medicina de Rehabilitación**

Área funcional destinada al restablecimiento de los pacientes que presentan alguna deficiencia o discapacidad física, mental o sensorial temporal o permanente. La atención se hará en forma ambulatoria y a pacientes hospitalizados.

➤ **Diagnóstico por Imágenes**

Área dedicada a la ejecución y procesamiento de los estudios realizados por métodos de radiación y/o ultrasonido organizada de manera apropiada para garantizar la oportunidad de los resultados de apoyo al diagnóstico de las especialidades respectivas.

➤ **Patología Clínica (Laboratorio Clínico)**

Son servicios de apoyo al diagnóstico en el que se toma, recibe, procesa, emite y valida resultados de los exámenes o ensayos previamente establecidos según su nivel de complejidad.

➤ **Hemoterapia**

Puede haber ésta área funcional destinada a desarrollar las funciones propias de un Centro de Hemoterapia Tipo I *de acuerdo a las normas del PRONAHEBAS.

➤ **Nutrición y Dietética**

Área funcional dedicada a la preparación, evaluación y control de los regímenes dietéticos, garantizando su oportunidad.

➤ **Dirección**

A cargo del profesional médico. Según lo establecido en el Decreto Supremo 011-2002/SA.

➤ **Administración**

Cuenta con personal que realiza las siguientes acciones: economía, tesorería, administración de personal, compras, almacenaje y distribución de suministros.

➤ **Registros médicos e Información**

Cuenta con profesional y técnico de estadística con capacitación en registros médicos. Prepara, actualiza y archiva las fichas y registros; colecta, tabula, analiza e informa los datos estadísticos. Además, organiza la admisión de los usuarios a los diferentes servicios, orientando, informando y educando al público sobre el régimen de atención del establecimiento.

➤ **Mantenimiento**

Cuenta con personal de servicios generales, limpieza, guardianía y transporte. Se ejecutan acciones de limpieza, inventario y mantenimiento preventivo del edificio y equipos del establecimiento.

Así mismo, se realizan y/o aseguran los siguientes servicios:

- Lavandería y ropería.
- Transporte y comunicación.
- Guardianía.

Si bien no existen otras unidades productoras organizadas como tales, en los establecimientos de la categoría II, se deben realizar las siguientes actividades:

Anatomía Patológica: Realizan necropsias, toma de muestras para biopsias y estudios citológicos.

Neonatología: Realizan procedimientos de atención del recién nacido de alto riesgo.

2.3.2. GRADO DE OPERATIVIDAD

2.3.2.1. Grado.

El grado es una escala de medición para saber el estado, valor o calidad susceptible de variación dentro de una serie, un proceso o una escala ordenados de forma creciente o decreciente, que se pone en relación con otros estados, valores o calidades de la misma serie, escala o proceso.

2.3.2.2. Operatividad.

La operatividad es el análisis que se realiza para determinar cuál es la situación y cuáles son las tendencias de la misma. Esta determinación se realiza sobre la base de informaciones, datos y hechos recogidos y ordenados sistemáticamente, que permiten juzgar mejor qué es lo que está pasando.

2.3.2.3. Grado de operatividad de un hospital.

Es la medición que se le da a un hospital para determinar sobre las funciones que realiza. En nuestro caso nuestros parámetros serán los siguientes:

MALO: Se refiere cuando no da las atenciones mínimas a un paciente, lo cual quiere decir que todas sus áreas no cumplen con lo que se requiere

REGULAR: Para nuestro caso es cuando solo se atiende en las siguientes áreas:

- Salud Comunitaria y Ambiental.
- Consulta externa.
- Emergencia.
- Farmacia.

BUENA: Es cuando se atiende en las siguientes áreas.

- Salud Comunitaria y Ambiental.
- Consulta externa.
- Emergencia.
- Hospitalización.
- Epidemiología.
- Centro Quirúrgico.
- Centro Obstétrico.
- Esterilización.
- Farmacia.
- Diagnóstico por Imágenes.
- Nutrición y Dietética.

MUY BUENA: Es cuando se atiende en las siguientes áreas.

- Salud Comunitaria y Ambiental
- Consulta externa
- Emergencia
- Hospitalización
- Epidemiología

- Centro Quirúrgico
- Centro Obstétrico
- Esterilización
- Farmacia
- Medicina de Rehabilitación
- Diagnóstico por Imágenes
- Patología Clínica (Laboratorio Clínico)
- Hemoterapia
- Nutrición y Dietética
- Anatomía Patológica
- Neonatología.

2.3.3. SISTEMAS ELÉCTRICOS³

Un sistema eléctrico es un conjunto de elementos o componentes eléctricos conectados eléctricamente entre sí con el propósito de generar, transportar y transformar o modificar la energía eléctrica en energía mecánica, calorífica, química, lumínica, etc.

Es la fuente energética más importante ya que, sin electricidad, la mayor parte de los aparatos médicos y técnicos simplemente no funcionarían.

Además, todos los sistemas de iluminación necesitan electricidad, así como los equipos de computación, las instalaciones de ventilación y aire acondicionado, las bombas para las calefacciones, máquinas de frío, los compresores de aire comprimido, ascensores y muchos equipos y máquinas.

Por esta razón se debe asegurar un suministro de electricidad estable y sin

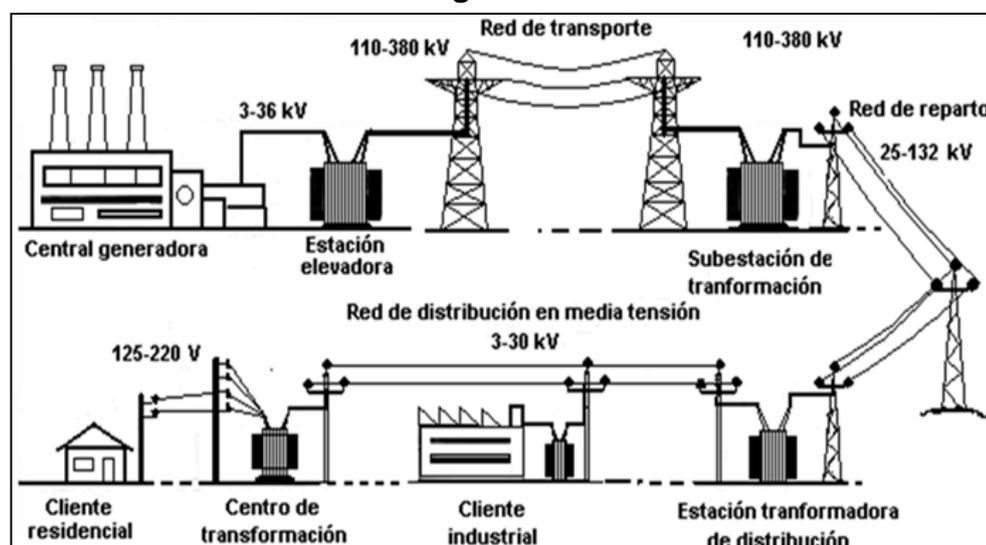
³ González G, y Luna E., (2011), "Análisis De Cortocircuito A Sistemas Eléctricos", Tesis de ingeniero, Facultad de ciencias puras, Universidad de colina, México

interrupciones, especialmente para los aparatos médicos y para las instalaciones de comunicación. El suministro debe estar garantizado incluso en caso de un apagón o de fluctuaciones en el voltaje.

2.3.4. PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA⁴.

La electricidad se produce fundamentalmente en las centrales eléctricas. Su misión consiste en transformar cualquier forma de energía primaria (hidráulica, térmica, nuclear, solar, etc.) En energía eléctrica.

Fig. 2.1.: Sistema de producción, transporte y distribución de la energía eléctrica



Fuente: <http://www.google.com.pe/imghp?hl=es-419&tab=wi>

2.3.5. SISTEMAS ELÉCTRICOS EN HOSPITALES⁵.

Los sistemas eléctricos en los Hospitales, son muy similares a los de plantas industriales, siendo la diferencia más significativa, que en los hospitales se requieren un servicio de energía eléctrica, de mayor calidad, debido al uso de equipos médicos, que son muy sensibles a pequeñas fluctuaciones de tensión ($\pm 3\%$) y corriente.

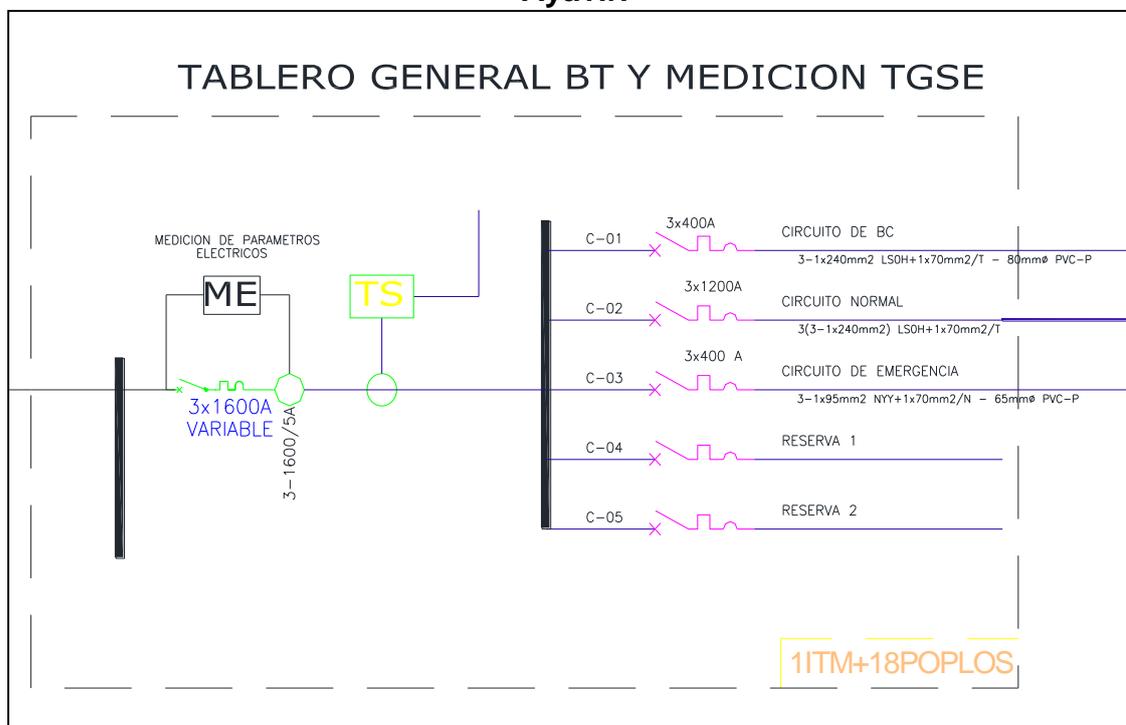
⁴ Pablo Alcalde San Miguel - Electrotecnia Thompsom - Paraninfo 4ta Edición. Pág. 01 hasta Pág. 03.

⁵ <http://es.wikipedia.org/wiki/diagn%C3%B3stico>

Dentro de los principales componentes de un sistema eléctrico hospitalario tenemos:

- Fuente suministradora.
- Tablero de Media Tensión.
- Transformador de Potencia.
- Tablero de Baja Tensión.
- Planta de Emergencia.
- Tableros de Distribución.
- Conductores Eléctricos de Distribución.
- Sub tableros de Distribución.
- Circuitos de Utilización.
- Equipos de Consumo.

Fig. 2.2.: Diagrama unifilar del hospital tipo II de la ciudad de Ayaviri



Elaboración: Propia

2.3.6. DIAGNÓSTICO Y OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS.

2.3.6.1. Diagnóstico.

El diagnóstico, alude, en general, al análisis que se realiza para determinar cualquier situación y cuáles son las tendencias. Esta determinación se realiza sobre la base de datos, hechos recogidos y ordenados sistemáticamente, que permiten juzgar mejor que es lo que está pasando⁶.

Diagnóstico de Sistemas Eléctricos.

El diagnóstico eléctrico tiene por objetivo principal identificar oportunidades de uso eficiente de la energía y establecer una línea base contra la cual se deberán evaluar los beneficios obtenidos como resultado de la implementación de las mejoras y recomendaciones asociadas con las oportunidades identificadas. Existen diagnósticos de diferente profundidad que están en función del tamaño del hospital y a la disponibilidad de recursos para su ejecución⁷.

Comenzando por conocer al detalle la estructura de planta del edificio a auditar y su distribución para familiarizarse con la construcción y operación, identificando áreas de desperdicio e ineficiencia.

Es necesario realizar entrevistas para conocer detalles y trasfondos cualitativos, así como realizar una breve reseña de facturas de servicios. Es igualmente necesario conocer el costo y la cantidad de energía consumida durante al menos el año anterior.

Una vez descubiertas las principales áreas problemáticas, se podrán enfocar como prioritarias durante el desarrollo de la auditoría principal, e

⁶ <http://es.wikipedia.org/wiki/diagn%C3%b3stico>

⁷ Guía N°13: Elaboración de proyectos de guías de orientación del uso eficiente de la energía y diagnóstico energético - DGER-MEM

inclusive, de ser necesario, se puede utilizar el diagnóstico para justificar la implantación completa del proyecto⁸.

Finalmente, en ésta etapa se pueden describir brevemente medidas correctivas evidentes y realizar estimaciones superficiales de ahorro,

De las referencias bibliográficas podemos decir que el diagnóstico del sistema eléctrico, es cuando se realiza una inspección de todos los componentes que se tiene en toda la instalación eléctrica, para ello es necesario recabar toda la información actualizada de los componentes eléctricos, de parte del área de mantenimiento de un centro hospitalario. Posteriormente se realiza una Inspección visual, de cada componente, verificando su normal operación, antigüedad y tiempo de uso.

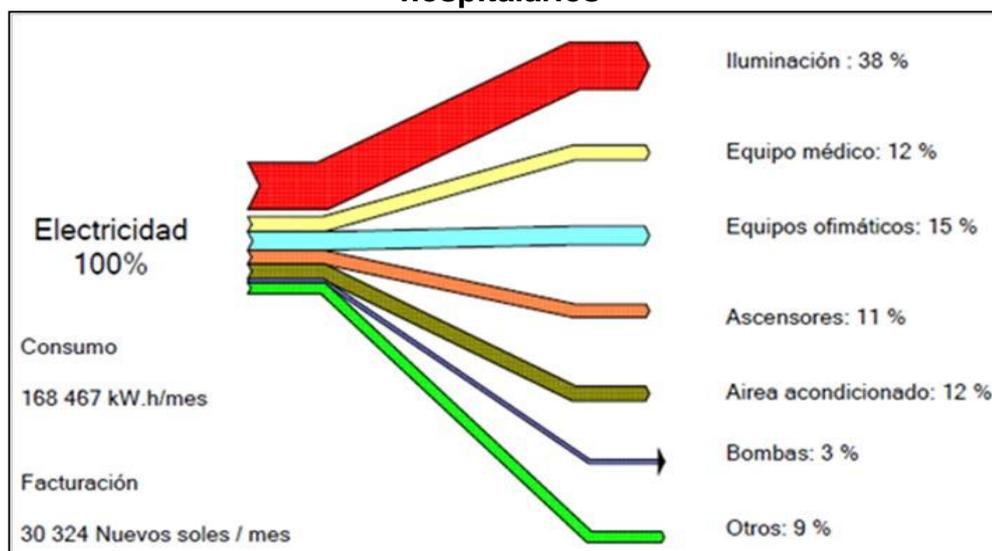
Con este diagnóstico es posible dar un pronóstico de las posibles deficiencias en el uso de la energía, en todo el establecimiento.

2.3.6.2. Identificación de Equipos Consumidores de Energía.

Sobre la base de las áreas de servicio y otras complementarias, se procede a identificar los principales equipos consumidores de energía. Se presenta a modo de ilustración, una relación de equipos típicamente encontrados en un hospital distribuidos porcentualmente de acuerdo al consumo total de energía eléctrica.

⁸ Proyecto Final de Máster "Diagnostico energético en el centro de salud Leonel Rugama, Eteli, Nicaragua" - Néstor Saavedra.

Fig. 2.3.: Consumo de energía eléctrica por equipos hospitalarios



Fuente: Adaptación de Estudio de Hospitales, CENERGIA, 2007.

2.3.7. OPTIMIZACIÓN.

La optimización, es la planificación de una actividad para obtener mejores resultados⁹. Es también la búsqueda y el hecho de mejorar el rendimiento de una actividad, sistema, equipo o dispositivos, a partir de determinados cambios, de actividades o cambios físicos¹⁰.

2.3.7.1. Optimización de Sistemas Eléctricos.

La optimización en sistemas eléctricos va ligada a la eficiencia y el ahorro de la energía. Entonces para que un sistema eléctrico sea óptimo, sus componentes deben de operar con el mejor rendimiento posible.

Todo sistema ha de ser óptimo en el uso de la energía. No es, sin embargo, hasta que se comienzan a plantear los límites del crecimiento del uso y abuso de recursos que empieza a adquirir una importancia

⁹ <http://es.thefreedictionary.com/optimizan>

¹⁰ <http://alegsa.com.ar/Dic/optimizar.php>

clara. En el contexto actual, el ahorro y la mejora de la eficiencia van de la mano.

Debemos procurar optimizar los sistemas de acuerdo con la tecnología disponible, y a la vez, debemos ahorrar de forma consistente en el uso de recursos¹¹.

Son aquellos costos que están estrechamente relacionados con la cantidad de producto obtenido y varían en forma directa con esta cantidad, en el tema de sembrado es los gastos invertidos en la semilla usada, el personal contratado, la maquinaria alquilada, entre otros.

2.3.8. SISTEMA TÉRMICO¹².

Un sistema térmico es una serie de elementos o componentes térmicos conectados entre sí con el propósito de generar, transportar y transformar o modificar la energía de vapor en energía mecánica, calorífica, etc.

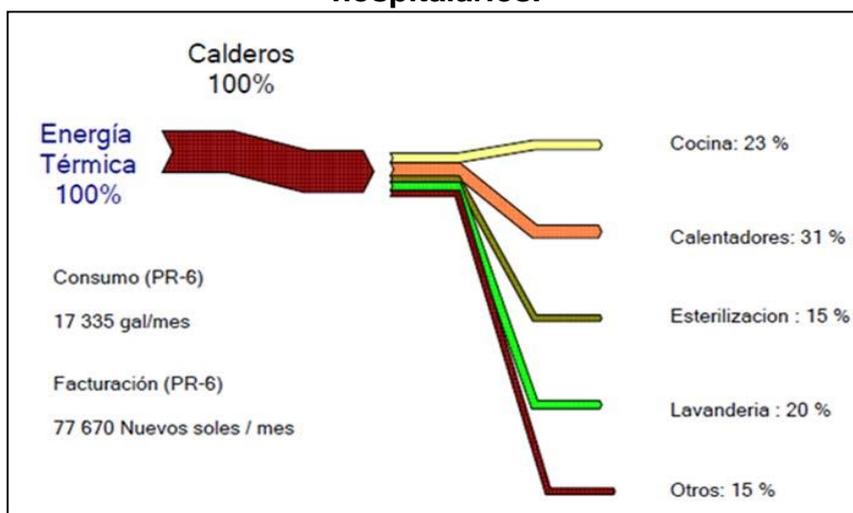
2.3.9. IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA TÉRMICA.

Sobre la base de las áreas de servicio y otras complementarias, se procede a identificar los principales equipos consumidores de energía. Se presenta a modo de ilustración, una relación de equipos típicamente encontrados en un hospital distribuidos porcentualmente de acuerdo al consumo total de energía eléctrica.

¹¹ Projecte Final de Máster "Diagnostico energético en el centro de salud Leonel Rugama, Eteli, Nicaragua" - Néstor Saavedra.

¹² Projecte Final de Máster "Diagnostico energético en el centro de salud Leonel Rugama, Eteli, Nicaragua" - Néstor Saavedra.

Fig. 2.4.: Consumo de energía térmica por equipos hospitalarios.



Fuente: Adaptación de Estudio de Hospitales, CENERGIA, 2007.

2.3.10. OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LAS CALDERAS.

El primer paso para obtener un buen rendimiento de estos sistemas es un buen dimensionamiento de las calderas, adecuando su potencia a la demanda y evitando sobredimensionamientos innecesarios.

Es también conveniente un buen sistema de control de la instalación para evitar excesivas pérdidas de calor cuando la caldera está en posición de espera, y también la revisión periódica de las calderas, de forma que se mantengan funcionando en sus niveles óptimos de rendimiento¹³.

Se estima que la combinación de sobredimensionamiento, las pérdidas en posición de espera y el bajo rendimiento resultan un 35% inferior al de las calderas nuevas correctamente dimensionadas e instaladas. Cuando se realice la revisión periódica de las calderas, es también recomendable realizar un análisis de la combustión para ver si está funcionando en condiciones óptimas de rendimiento.

¹³ <http://www.monografias.com>.

Fig. 2.5.: Sala de calderas.

Fuente: Adaptación de Estudio de Hospitales, CENERGIA, 2007.

2.3.11. FUNDAMENTOS DE ELECTRICIDAD¹⁴.

2.3.11.1. Corriente Continua.

La corriente continua es la que proporcionan las baterías de acumuladores, pilas, dinamos y células fotovoltaicas. Su símbolo de representación es. 

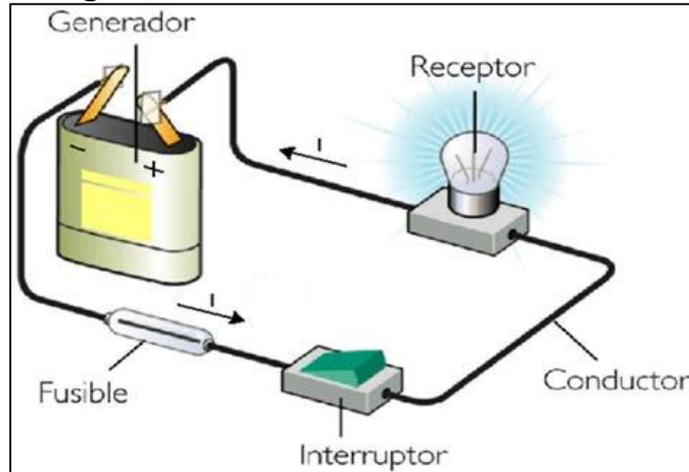
Una corriente continua se caracteriza porque los electrones libres siempre se mueven en el mismo sentido por el conductor con una intensidad constante.

En el circuito de la figura 2.6 la pila proporciona corriente continua a la lámpara.

Un generador de corriente continua mantiene invariable la polaridad de sus terminales.

¹⁴ Pablo Alcalde San Miguel - Electrotecnia. Thomsom - Paraninfo 4ta Edición. Pág. 10.

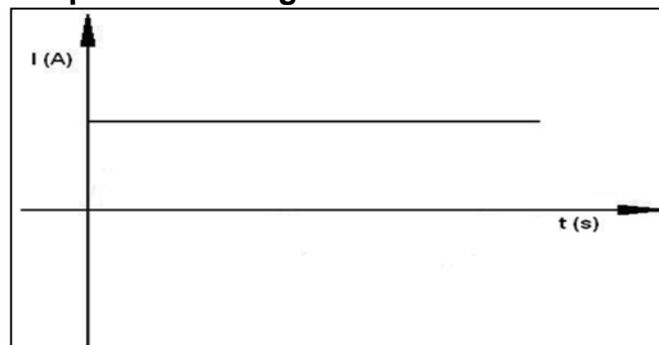
Fig. 2.6.: Circuito de corriente continua.



Fuente: <http://www.google.com.pe/imghttp=es-419&tab=wi-2006>.

En la figura 2.7 se ha representado la corriente continua y se puede observar que este valor de la corriente se mantiene invariable con el paso de tiempo.

Fig. 2.7.: Representación gráfica de una corriente continua.



Fuente: <http://www.google.com.pe/imghttp=es-419&tab=wi-2006>.

Los usos que se hacen de la corriente continua son muy variados: baños electrolíticos, alimentación de aparatos electrónicos, tracción eléctrica (coches, tranvías, etc.) y otros muchos más.

2.3.11.2. Corriente Alterna¹⁵.

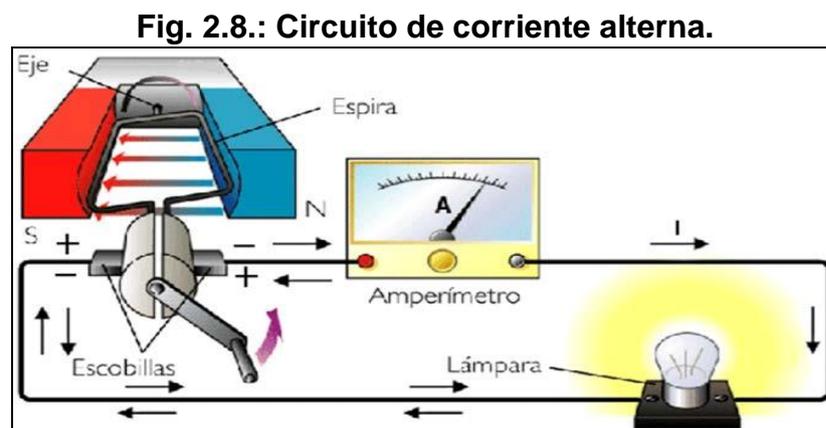
La corriente alterna es la que produce los alternadores en centrales eléctricas. Es la forma más común de transportar de energía eléctrica y

¹⁵ Pablo Alcalde San Miguel - Electrotecnia. Thompsom - Paraninfo 4ta Edición. Pág. 109 hasta Pág. 118

de consumirla en nuestros hogares y en la industria en general. Su símbolo es \sim .

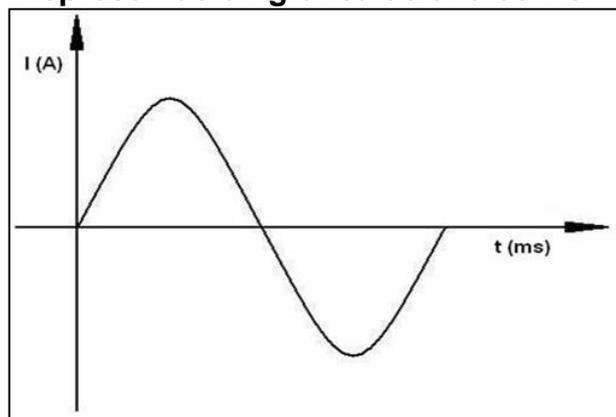
Una corriente alterna se caracteriza porque el flujo de electrones se mueve por el conductor un sentido y otro, y además, el valor de la corriente eléctrica es variable. Se podría decir que en este caso el generador produce periódicamente cambios en la polaridad de sus terminales de salida.

Un generador de corriente alterna produce cambios periódicos en la polaridad de sus terminales



Fuente: <http://www.google.com.pe/img/ghpl=es-419&tab=wi-2006>.

Para entender esto mejor, observa el gráfico de la figura 2.9. El eje de tiempos los hemos puesto en milisegundos, ya que los cambios de corriente son muy rápidos (para una corriente alterna industrial, la señal representada en la figura se repite 60 veces en un segundo).

Fig. 2.9.: Representación gráfica de una corriente alterna.

Fuente: <http://www.google.com.pe/img?hl=es-419&tab=wi-2006>.

En un principio habría pensar que veríamos a la lámpara encenderse y apagarse rápidamente, siguiendo los cambios rápidos de la corriente. Pero en la realidad no podemos ver este fenómeno, ya que el ojo humano no es capaz de percibirlo.

Dado que la corriente alterna es más fácil de producir, y que posee una serie de características que hacen más fácil su transporte, su campo de aplicación es muy amplio.

2.3.11.3. Corriente Eléctrica¹⁶.

Es definida como el flujo ordenado de cargas eléctricas que transporta la energía desde la fuente al "consumidor", denominada también como "intensidad de corriente" es definida por la expresión:

$$i = \frac{dq}{dt} \quad \dots (2.1)$$

La unidad de la intensidad de corriente en el sistema internacional es el Ampere (A).

¹⁶ Pablo Alcalde San Miguel - Electrotecnia. Thomsom - Paraninfo 4ta Edición. Pág. 08.

2.3.11.4. Tensión Eléctrica.

La capacidad de transporte de carga eléctrica (energía) que tiene toda fuente eléctrica. El voltaje entre dos puntos "a" y "b" del circuito se define como la diferencia en el nivel de energía de una unidad de carga localizada en dichos puntos. Se define por la expresión:

$$U_{ab} = \frac{dW}{dq} \quad \dots (2.2)$$

La unidad del sistema internacional es el Voltio (V).

Los voltajes industriales más usados en nuestro país son 220 V, 380 V, 440 V y 660 V. En la transmisión y distribución 10kV, 13,2kV, 22,9kV, 60kV, 138kV, 220kV, 500kV. En el caso del ejemplo, tenemos una fuente de 220 V.

2.3.11.5. Potencia Eléctrica¹⁷.

La potencia eléctrica es la capacidad que tiene la electricidad de producir un trabajo o de transformar la energía en un tiempo dado. Se define por la siguiente expresión:

$$P = U * I \quad \dots (2.3)$$

En el sistema internacional, la unidad de potencia es el Watt (W) y se cumple la siguiente relación:

$$1 \text{ Watt} = 1 \text{ Ampere} * 1 \text{ Voltio} \quad \dots (2.4)$$

Los niveles de potencia con los cuales se trabaja normalmente son del orden de 150 kW para pequeñas plantas industriales y por encima de 1 MW las grandes instalaciones

¹⁷ Pablo Alcalde San Miguel - Electrotecnia. Thomsom - Paraninfo 4ta Edición. Pág. 21 y Pág. 24

2.3.11.6. Energía Eléctrica.

La energía eléctrica (E) es la forma más versátil de las energías manejadas por el hombre. Se define como el trabajo que puede realizar una potencia eléctrica dada en un tiempo dado. Por lo tanto, la energía se puede calcular mediante la expresión siguiente:

$$\text{Energía} = \int_0^t p(t)dt \dots \neq \text{cte.} \dots (2.5)$$

$$\text{Energía} = P * t \dots = \text{cte} \dots (2.6)$$

La energía eléctrica se mide en Joule (J), sin embargo, en el campo de la electricidad se suele utilizar el kW-h (kilowatt hora). Y esta unidad es la que aparece en las facturas de la empresa eléctrica.

2.3.11.7. Resistencia Eléctrica¹⁸.

Es la oposición que ofrece todo cuerpo al paso de la corriente, depende en mayor o menor grado de su constitución atómica y/o molecular de cada material. La resistencia eléctrica se mide en Ohm (W).

La manifestación de la presencia de una resistencia en el circuito, es la generación de calor, la que ocurre al pasar la corriente a través de ella, de allí su importancia para el análisis energético.

2.3.11.8. Ley de Ohm.

La relación más importante en un circuito eléctrico es la ley de Ohm, la cual relaciona la tensión, la corriente y la resistencia, la cual se expresa así:

$$I = \frac{V}{R} \dots (2.7)$$

¹⁸ Pablo Alcalde San Miguel - Electrotecnia. Thomsom - Paraninfo 4ta Edición. Pág. 14 hasta Pág. 15.

Dónde:

I: Intensidad

V: Tensión

R: Resistencia

$$V = V = I * R \quad \dots (2.8)$$

Lo que implica que 1 Voltio = 1 Ampere x 1Ω y que debe entenderse como que al circular una corriente de 1 ampere por un cuerpo cuya resistencia es 1Ω, se produce una caída de tensión en los terminales de 1 voltio.

Usando la relación de Ohm, se puede determinar la potencia eléctrica en función de la resistencia y cualquiera de las variables eléctricas.

$$P = U * I \quad \dots (2.9)$$

$$P = I^2 * R \quad \dots (2.10)$$

$$P = \frac{U^2}{R} \quad \dots (2.11)$$

Es decir, conociendo el valor de la resistencia y la corriente, podemos determinar la energía calorífica que se disipa en un conductor eléctrico.

2.3.11.9. Resistencia de un Conductor.

La fórmula general para calcular la resistencia de cualquier conductor es:

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad \dots (2.12)$$

Dónde:

ρ = Coeficiente de resistividad (Ωmm²/m)

L = Longitud del conductor (m)

S = Sección del conductor (mm²)

R = Resistencia del conductor (Ω)

2.3.11.10. Influencia de la Temperatura Sobre la Resistividad.

La resistencia aumenta con la temperatura en los conductores metálicos. Este aumento depende del incremento de la temperatura y de la materia de que este constituido dicho conductor.

$$R_t = R_o(1 + \alpha * \Delta t_0) \quad \dots (2.13)$$

Dónde:

R_t = Resistencia en caliente.

R_o = Resistencia a 0 °C.

α = Coeficiente de temperatura.

Δt_0 = elevación de temperatura en 00 C.

2.3.11.11. Efecto Joule.

$$Q = I^2 * R * t \quad \dots (2.14)$$

Dónde:

Q = Calor.

I = Intensidad.

R = Resistencia.

t = Tiempo.

2.3.11.12. Capacidad Eléctrica.

$$C = \frac{Q}{V} \quad \dots (2.15)$$

Dónde:

C = Capacidad.

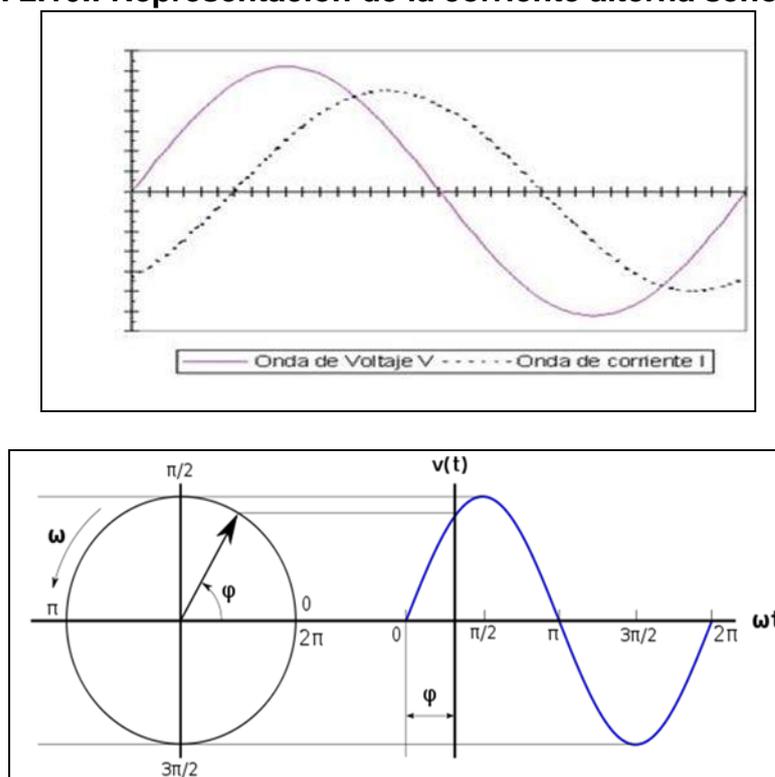
Q = Cantidad de Electricidad.

V = Tensión.

2.3.11.13. Corriente Alterna¹⁹.

La corriente alterna es aquella cuyo valor y sentido cambian en el tiempo de forma periódica. En el caso de la corriente usada industrialmente, al graficar la corriente alterna, la gráfica obtenida tiene la forma de una onda sinusoidal.

Fig. 2.10.: Representación de la corriente alterna senoidal.



Fuente: <http://www.google.com.pe/imgghpl=es-419&tab=wi-2006>.

Dónde:

- u, i = Valores instantáneos de tensión y corriente, en A y V respectivamente.
- U_{max}, I_{max} = Valores máximos de tensión y corriente, en V y A respectivamente.
- w = Frecuencia angular o velocidad angular del generador, en rad/s.

¹⁹Pablo Alcalde San Miguel - Electrotecnia. Thomsom - Paraninfo 4ta Edición. Pág. 109 hasta Pág. 118.

- t = Tiempo, en segundos.
- $j(u), j(i)$ = Ángulos de desfase inicial de la tensión y la corriente, en radianes.

En el gráfico 10 se muestra la onda de la tensión alterna (u) cuyo $j(u) = 0^\circ$ y la onda de corriente alterna (i) que se produciría al circular por un componente inductivo (en parte resistivo y en parte inductivo, tal como sería el caso de un motor eléctrico típico) cuyo $j(i) = -60^\circ$. En este caso se dice que la corriente está atrasada o desplazada en el tiempo 60 grados eléctricos con respecto a la tensión.

Este comportamiento es el resultado de la forma como responde un componente inductivo (bobina, motor, etc.) cargando un campo magnético dentro de sí. En el caso, de un condensador o capacitor, la corriente en lugar de atrasarse, se adelanta a la tensión. En el condensador, se carga un campo eléctrico dentro de él.

La corriente alterna presenta características únicas, las cuales deben ser evaluadas en el sistema eléctrico para determinar la eficiencia de un sistema eléctrico alimentado por ella. Estas magnitudes son:

- El ángulo de fase.
- El valor eficaz.
- La frecuencia.
- La potencia eléctrica y la corriente alterna.

2.3.11.14. Ángulo de Fase.

La diferencia en el tiempo que existe entre la onda de tensión y la onda de corriente es el ángulo de desfase f que existe entre la tensión y

la corriente. Este ángulo es una característica del tipo de componente conectado a un circuito eléctrico alimentado con corriente alterna.

$f > -90^\circ$ componentes inductivos — resistivos, $f = -90^\circ$ inductancia $f = 0^\circ$ Componentes resistivos puros.

$f \neq 90^\circ$ Componente capacitivo — resistivo, $f = +90^\circ$ condensador Nos interesan los componentes más comunes, en este caso resistencias puras, como es el caso de un horno o una calefactora, donde el ángulo $f = 0$. El caso de los motores, que son una combinación de resistencia e inductancia (bobina), el ángulo $f > -90^\circ$, como -65° Y finalmente, los condensadores usados en los sistemas de compensación de energía reactiva cuyo $f = 90^\circ$.

2.3.11.15. Valor eficaz.

Si analizamos la onda de corriente, el valor de la corriente cambia constantemente siguiendo el comportamiento sinusoidal. Por lo tanto, ¿cómo podemos comparar una corriente directa de 5 A DC, con una corriente alterna que cambia constantemente de valor? La respuesta es por sus efectos caloríficos y por ello se creó el concepto de valor eficaz, el cual se define de la siguiente forma:

Se dice que 1 Ampere eficaz de corriente alterna produce los mismos efectos caloríficos que un 1 Ampere de corriente directa al circular por el mismo componente resistivo.

El valor eficaz se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$I_{\text{eficaz}} = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} i^2(t) dt \quad \dots (2.16)$$

Dónde:

I eficaz = Valor eficaz de corriente, en Ampere.

T = Período de la onda sinusoidal, en segundos.

i = Corriente instantánea para un tiempo t, en segundos.

En el caso de la onda sinusoidal, el valor eficaz se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$I_{ef} = \frac{I_{m\acute{a}x}}{\sqrt{2}} \quad \dots (2.17)$$

La cual puede ser aplicada a la tensión eléctrica. En el caso del voltaje doméstico, el valor 220 VCA es el valor eficaz de la tensión recibida de la concesionaria.

Los valores eficaces se identifican mediante letras mayúsculas, I para la corriente o U para el voltaje. Y en general se utilizan indistintamente para el caso de corriente alterna o directa.

El valor eficaz de una corriente cambia si la onda se distorsiona y pierde la forma sinusoidal pura, de allí que la elección de instrumentos de medición debe tomar en cuenta esta situación. Los instrumentos más baratos realizan la operación matemática directa de la expresión mostrada en la página anterior, en cambio los más modernos y precisos, mediante el uso de microprocesadores realizan operaciones instantáneas y calculan el verdadero valor eficaz (denominados instrumentos de medición TRUE RMS).

2.3.11.16. Frecuencia.

Es el número de ciclos por unidad de tiempo, se identifica con la letra "f" y la unidad usada en el sistema internacional es el ciclo por segundo, bautizado como Hertz. Las frecuencias industriales más usadas son:

60 Hz Perú, EEUU, México

50 Hz Argentina, Europa, Ecuador, Paraguay.

Se trabaja con valores más altos en la transmisión de datos o en telecomunicaciones, pero no serán mencionadas aquí.

Para calcular la frecuencia se emplea la siguiente expresión:

$$f = \frac{1}{T} \quad \dots (2.18)$$

2.3.11.17. La Potencia y la Corriente Alterna.

La corriente alterna lleva energía hacia los componentes del circuito y de acuerdo a la naturaleza del circuito esta será utilizada de diferente forma:

Los componentes resistivos traducirán esta energía en calor que se irradia a hacia el exterior del circuito, para ser usado en el calentamiento de un proceso, por ejemplo. Estos componentes usan la energía de la fuente en forma activa, como un consumo, y por ello la potencia consumida por ellos se denomina Potencia Activa ó Potencia útil.

La unidad de la potencia activa es el watt (W). Y se le representa mediante la letra P.

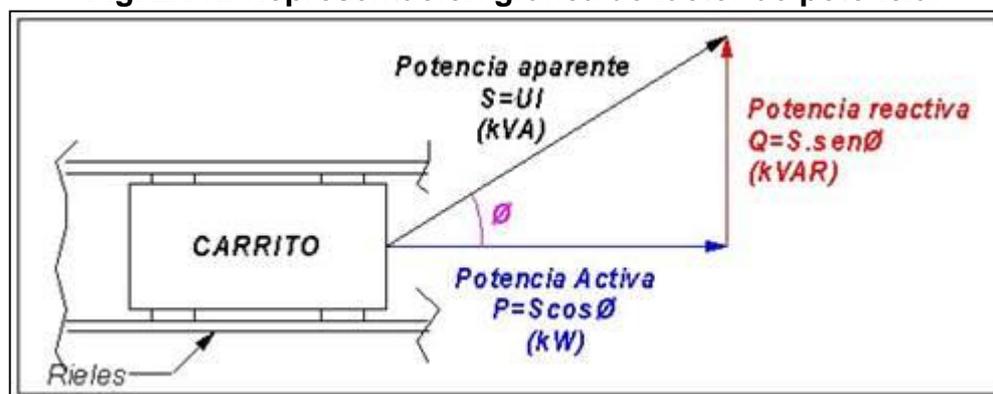
Los componentes inductivos usan la energía en crear campos magnéticos que reciben la misma y la devuelven al circuito, de manera

no se toma energía efectiva de la fuente. Este consumo se denomina Potencia reactiva.

La unidad de la potencia reactiva es el Voltio Ampere Reactivo (VAR). Y se le representa mediante la letra Q.

Los condensadores cuando son alimentados con corriente alterna, se encuentran en un proceso cíclico de carga y descarga dentro de ellos, es decir toman energía para cargar un campo eléctrico y la devuelven a la fuente al descargarse, ocurriendo un fenómeno similar al que ocurre con una inductancia, por lo que también consumen Potencia reactiva. Este consumo de potencia se puede visualizar mediante una analogía mecánica en la siguiente figura, imaginemos un carrito de tren que es tirado por una cuerda que no está alineada con la dirección del tren, sino que forma un ángulo ϕ con ella, debido a esto ocurre lo siguiente:

Fig. 2.11.: Representación gráfica de factor de potencia.



Fuente: <http://www.google.com.pe/img?hpl=es-419&tab=wi-2006>.

La potencia activa (P) contribuye efectivamente al movimiento del carro.

La potencia reactiva (Q) solamente tiende a pegarlo contra el riel y utiliza parte de la capacidad del que está jalando la cuerda, en forma inútil.

La potencia aparente (S) representa la capacidad total que se usa jalando la cuerda.

El ángulo f es el ángulo de desfase que existe entre la tensión que se aplica a un consumidor y la corriente que este consume. Observe que cuanto mayor es el ángulo f menos eficientemente se utiliza la capacidad de la fuente.

Las potencias se calculan mediante las siguientes expresiones:

$$S = U \times I \quad \dots (2.19)$$

$$P = S \times \cos \emptyset = U \times I \times \cos \emptyset \quad \dots (2.20)$$

$$Q = S \times \sin \emptyset = U \times I \times \sin \emptyset \quad \dots (2.21)$$

Dónde:

S = Potencia aparente, en Voltio Ampere (VA).

P = Potencia útil o potencia activa, en watts (W).

Q = Potencia reactiva, en Voltio Ampere Reactivo (VAR) U = Tensión o voltaje aplicado a la carga, en Voltios (V).

I = Corriente consumida por la carga, en Amperes (A).

f = Ángulo de desfase entre la tensión y la corriente con signo cambiado.

2.3.11.18. El Factor De Potencia (F.P.)²⁰.

El factor de potencia de una carga, que puede ser un elemento único que consume energía o varios elementos (por ejemplo, toda una instalación), lo da la relación de P/S, es decir, kW divididos por kVA en un momento determinado.

²⁰ Guía de diseño de instalaciones eléctricas 08, Capítulo L - Mejora del factor de potencia y filtrado de armónicos - Schneider Electric. Pág. L3.

$$\text{Factor de potencia} = \frac{\text{Factor activa}}{\text{Potencia aparente}} \quad \dots (2.22)$$

El valor de un factor de potencia está comprendido entre 0 y 1. Si las corrientes y tensiones son señales perfectamente sinusoidales, el factor de potencia es igual a $\cos\psi$.

Un factor de potencia cercano a la unidad significa que la energía reactiva es pequeña comparada con la energía activa, mientras que un valor de factor de potencia bajo indica la condición opuesta.

$$F. P. = \frac{P}{S} = \frac{U \times I \cos \phi}{U \times I} = \cos \phi \quad \dots (2.23)$$

Potencia activa P (en kW):

- Monofásico (1 fase y neutro): $P = VI \cos \phi \quad \dots (2.24)$
- Monofásico (fase a fase): $P = UI \cos \phi \quad \dots (2.25)$
- Trifásico (3 hilos o 3 hilos + neutro): $P = \sqrt{3}UI \cos \phi \quad \dots (2.26)$

Potencia reactiva Q (en kVAr):

- Monofásico (1 fase y neutro): $Q = VI \sin \phi \quad \dots (2.27)$
- Monofásico (fase a fase): $Q = UI \sin \phi \quad \dots (2.28)$
- Trifásico (3 hilos o 3 hilos + neutro): $Q = \sqrt{3}UI \sin \phi \quad \dots (2.29)$

Potencia aparente S (en kVA):

- Monofásico (1 fase y neutro): $S = VI \quad \dots (2.30)$
- Monofásico (fase a fase): $S = UI \quad \dots (2.31)$
- Trifásico (3 hilos o 3 hilos + neutro): $S = \sqrt{3}UI \quad \dots (2.32)$

Dónde:

V = Tensión entre fase y neutro.

U = Tensión entre fases.

Tabla 2.2.: Valores del factor de potencia medios para cargas más comunes

Tipo de carga	cosΨ	
Motor de inducción común cargado al	0%	0.17
	25%	0.55
	50%	0.73
	75%	0.8
	100%	0.85
Lámparas incandescentes	1	
Lámparas fluorescentes (no compensadas)	0.5	
Lámparas fluorescentes (compensadas)	0.93	
Lámparas de descarga	de 0.4	
Hornos que utilizan elementos de resistencia	1	
Hornos de calentamiento por inducción (compensados)	0.85	
Hornos de calentamiento de tipo dieléctrico	0.85	
Máquinas de soldar de tipo resistencia	de 0.8	
Conjunto monofásico fijo de soldadura por arco	0,5	
Conjunto generado por motor de soldadura por arco	de 0.7	
Conjunto rectificador transformador de soldadura por arco	de 0,7	
Horno de arco	0.8	

Fuente: Guía de diseño de instalaciones eléctricas 08 -2007- Schneider Electric.

2.3.11.19. Los Sistemas Trifásicos.

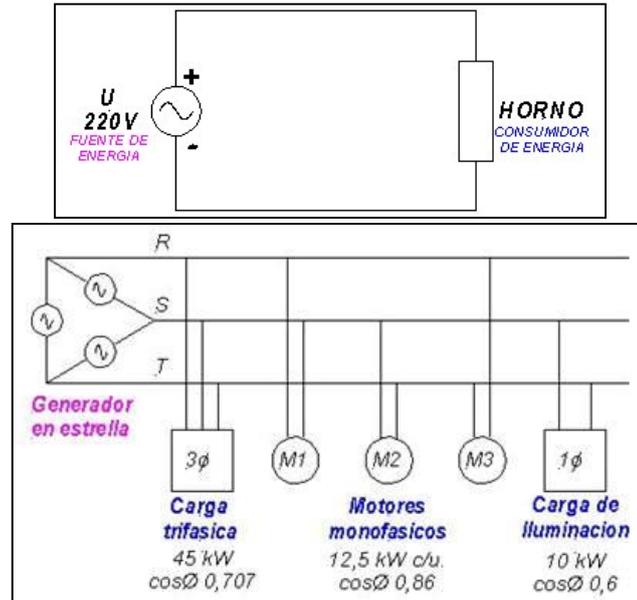
Los sistemas de transmisión y distribución de mayor utilización son los sistemas trifásicos, los cuales están constituidos por tres tensiones de igual magnitud, desfasadas 120° entre sí. Las ventajas de usar este tipo de distribución son las siguientes:

Para alimentar una carga de igual potencia eléctrica, las corrientes en los conductores son menores que las que se presentan en un sistema monofásico.

Para una misma potencia, las máquinas eléctricas son de menor tamaño que las máquinas eléctricas monofásicas.

La diferencia entre un sistema monofásico y uno trifásico se presenta en las siguientes figuras.

Fig. 2.12.: Diferencia entre un sistema monofásico y trifásico.



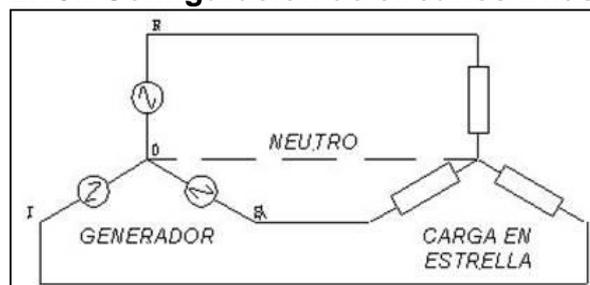
Fuente: <http://www.google.com.pe/imgphl=es-419&tab=wi-2004>.

Se puede ver que en un sistema trifásico es posible conectar cargas monofásicas y trifásicas simultáneamente. Por ejemplo, en la figura anterior el esquema muestra un generador trifásico que alimenta a través de tres conductores alimentadores una única carga trifásica de 45 kW y las demás son cargas monofásicas.

2.3.11.20. Configuraciones de los Circuitos Trifásicos.

Los circuitos trifásicos presentan dos configuraciones básicas en función de la conexión del generador, las que se pueden ver en la siguiente figura.

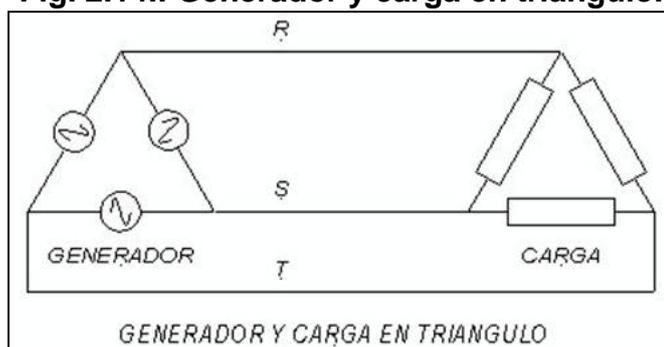
Fig. 2.13.: Configuración de circuitos trifásicos.



Fuente: <http://www.google.com.pe/imgphl=es-419&tab=wi-2004>.

En ambos sistemas se requiere de las 3 líneas activas, denominadas R, S y T, para la alimentación de las cargas trifásicas, la conexión interna de las cargas puede ser en estrella o triángulo indistintamente, tal como se muestra en la siguiente figura.

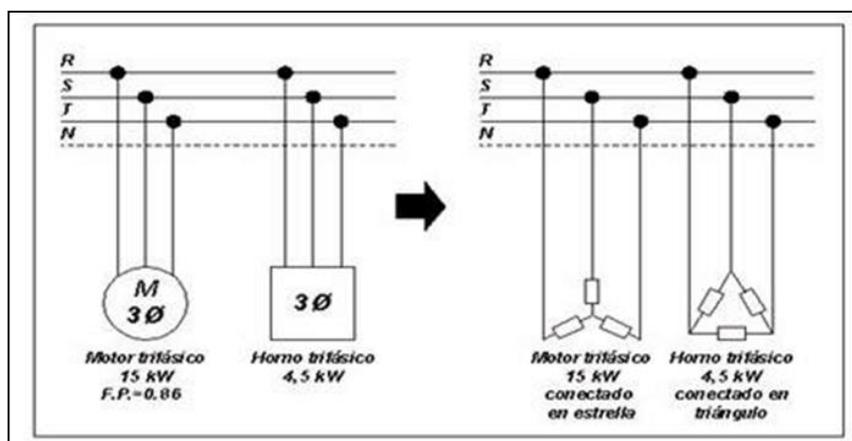
Fig. 2.14.: Generador y carga en triángulo.



Fuente: <http://www.google.com.pe/imgphl=es-419&tab=wi-2004>.

En la siguiente figura 2.15 (Carga trifásica alimentada por un sistema trifásico), la línea neutra N nos indica que la fuente trifásica del sistema de distribución es un generador conectado en estrella, sin embargo, no se requiere para alimentar las cargas trifásicas. Si la línea neutra "N", no existiera como es el caso de un sistema de distribución alimentado por un generador conectado en triángulo, las cargas trifásicas seguirían funcionando.

Fig. 2.15.: Carga trifásica alimentada por un sistema trifásico.



Fuente: <http://www.google.com.pe/imgphl=es-419&tab=wi-2004>.

2.3.11.21. Las Variables Eléctricas de un Sistema Trifásico.

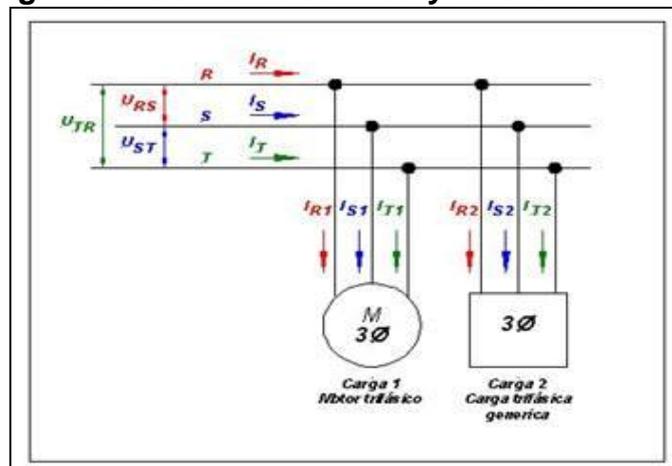
El estudio del consumo de energía eléctrica en un sistema trifásico requiere estudiar las variables eléctricas que se presentan en este tipo de circuito, las variables trifásicas más importantes son:

La corriente en las líneas. Si las tres corrientes de línea son iguales, se dice que el sistema está balanceado, como ocurre con un motor eléctrico, en caso contrario se dice que está desbalanceado.

I_R , I_S , I_T (denominadas actualmente $IL1$, $IL2$, $IL3$ según la IEC) Las tensiones entre las líneas.

U_{RS} , U_{ST} , U_{TR} (denominadas actualmente U_{12} , U_{23} , U_{31} según IEC) Las corrientes de línea y tensiones entre líneas son mostradas en la siguiente figura 16.

Fig. 2.16.: Corriente de línea y tensión en línea.



Fuente: <http://www.google.com.pe/img?hl=es-419&tab=wi-2004>.

Observe que las corrientes de línea pueden ser medidas para cada carga; así como para todo el sistema.

En el análisis del consumo de energía eléctrica de una carga balanceada, se requiere conocer el voltaje entre líneas, las corrientes de línea y el factor de potencia de la carga trifásica.

Las potencias eléctricas trifásicas que para una carga balanceada se puede calcular mediante las expresiones siguientes:

$$P_{3\phi} = 3 \times U_{\text{Linea}} \times I_{\text{Linea}} \times \cos \phi \quad \dots (2.33)$$

$$Q_{3\phi} = 3 \times U_{\text{Linea}} \times I_{\text{Linea}} \times \sin \phi \quad \dots (2.34)$$

$$S_{3\phi} = 3 \times U_{\text{Linea}} \times I_{\text{Linea}} \quad \dots (2.35)$$

Dónde:

P_{3f} = Potencia trifásica, en Kw

Q_{3f} = Potencia reactiva trifásica, en kVAR

S_{3f} = Potencia aparente trifásica, en kVA $U_{\text{línea}}$ = Tensión entre líneas, en Voltios (V) $I_{\text{línea}}$ = Corriente de línea, en Amperes (A)

$\cos \phi$ = Coseno del ángulo de desfase o factor de potencia de la carga trifásica.

Si la carga es desbalanceada, se requiere el factor de potencia por fase. Aunque en estos casos, se trata de manejar un factor de potencia promedio, especialmente cuando se diseña sistemas de compensación de energía reactiva.

2.3.11.22. Equipo de Medición de Parámetros Eléctricos.

Analizador de redes (METREL POWERQ4)²¹.

PowerQ4 es un instrumento multifunción portátil para el análisis de la calidad de la energía y las mediciones de eficiencia energética.

²¹ <http://www.metrel.si> PowerQ4 Plus

Los analizadores de redes son instrumentos de medida que miden directamente (tensión e intensidad) o bien calcula (potencia y energías activas y reactivas, factor de potencia, consumos máximos y mínimos, armónicos, etc.) los diferentes parámetros eléctricos de una línea eléctrica (normalmente en baja tensión).

Todos los equipos modernos de este tipo disponen, además, de la posibilidad de memorizar dichos parámetros mediante diversas funciones de programación. Para una Industria Mediana puede ser representativo el periodo de una semana.

Un equipo analizador de redes tiene las principales características:

- 4 canales de tensión con una amplia escala de medición: $0 \div 1000$ Vrms, CAT III/1000V.
- 4 canales de tensión con posibilidad de reconocimiento automático de pinzas y selección de escala “en el instrumento”.
- Conformidad con la normativa de calidad de la energía IEC 61000-4-30 Clase S. Perfil del registrador predefinido para inspecciones según la norma EN 50160.
- Mediciones de potencia conforme a las normas IEC 61557-12e IEEE 1448.
- 8 canales simultáneos - conversión AD de 16 bit para obtener unas mediciones de potencia precisas (error mínimo de variación de fase).
- Registrador potente y fácil de utilizar con 8MB de memoria y posibilidad para registrar 524 firmas de calidad de la energía diferente.

- Medición y registro de inter armónicos y señalización de red.
- Termómetro digital para la medición de la temperatura.
- Potentes herramientas de localización de problemas: registrador de sobretensiones transitorias¹, corrientes de arranque/rápidas y formas de onda.
- Captura de eventos de tensión y alarmas definidas por el usuario.
- 15 horas de alimentación autónoma (mediante pilas).
- uno o varios sistemas de extracción de los datos memorizados (impresora, tarjetas de memoria, cable y software específico).

Fig. 2.17.: Instrumento Powerq4 / Powerq4 Plus.



Fuente: [http:// www.metrel.si](http://www.metrel.si) PowerQ4 Plus

2.3.11.23.Transformadores.

Se utilizan para sub-transmisión y transmisión de energía eléctrica en alta y media tensión. Son de aplicación en subestaciones transformadoras, centrales de generación y en grandes usuarios. Se construyen en potencias normalizadas desde 1.25 hasta 100 MVA, en tensiones de 13.2, 33, 66 y 132 kV y frecuencias de 50 y 60Hz. Construidos y ensayados bajo Normas IRAM 2099, IEC 76 y ANSI

C57.12.00. Se fabrican también de acuerdo a otras especificaciones particulares.

Fig. 2.18: Transformador eléctrico.



Fuente: <http://www.google.com.pe/img?hl=419&tab=wi-2009>.

Características de los transformadores.

Por lo general, todos los transformadores trifásicos utilizados en los CT reúnen una serie de características comunes independientemente del tipo de transformador que sea. Las características más importantes en este aspecto son:

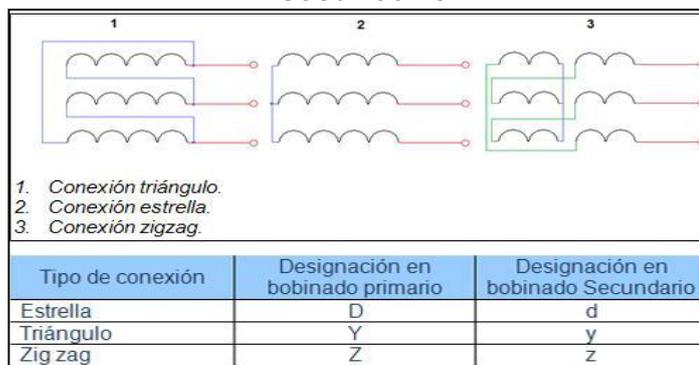
- Tensión primaria: es la tensión a la cual se debe alimentar el transformador, dicho en otras palabras, la tensión nominal de su bobinado primario. En algunos transformadores hay más de un bobinado primario, existiendo en consecuencia, más de una tensión primaria.
- Tensión máxima de servicio: es la máxima tensión a la que puede funcionar el transformador de manera permanente.
- Tensión secundaria: si la tensión primaria es la tensión nominal del bobinado primario del transformador, la tensión secundaria es

la tensión nominal del bobinado secundario. Este parámetro debe ser un valor de baja tensión, normalmente 400 V entre fases.

- Potencia nominal: es la potencia aparente máxima que puede suministrar el bobinado secundario del transformador. Este valor se mide en kilovoltio amperios (KVA), siendo las más usuales de 63, 100, 200, 400 y 630 KVA.
- Relación de transformación: es el resultado de dividir la tensión nominal primaria entre la secundaria.
- Intensidad nominal primaria: es la intensidad que circula por el bobinado primario, cuando se está suministrando la potencia nominal del transformador. Dicho en otras palabras, es la intensidad máxima a la que puede trabajar el bobinado primario del transformador.
- Intensidad nominal secundaria: al igual que ocurría con la intensidad primaria, este parámetro hace referencia a la intensidad que circula por el bobinado secundario cuando el transformador está suministrando la potencia nominal.
- Tensión de cortocircuito: hace referencia a la tensión que habría que aplicar en el bobinado primario para que, estando el bobinado secundario cortocircuitado, circule por éste la intensidad secundaria nominal. Se expresa en porcentaje.
- Grupo de conexión: indica la forma de conexión del bobinado primario y secundario (estrella, triángulo o zig zag). Se indica mediante dos letras, una mayúscula para el bobinado primario y

otra minúscula para el bobinado secundario, utilizándose las letras que se indican en la siguiente Figura:

Fig. 2.19.: Grupo de conexión del bobinado primario y secundario.



Fuente: <http://www.google.com.pe/img/ghpl=es-419&tab=wi-2006>.

Índice horario: representa el desfase existente entre la tensión primaria y la secundaria. Se representa mediante un número obtenido de colocar los vectores de tensión como si fueran las agujas de un reloj.

Tipos de transformadores.

➤ El transformador de núcleo distribuido.

Tiene un núcleo central y cuatro ramas exteriores. Se denomina transformadores de distribución, generalmente los transformadores de potencias iguales o inferiores a 500 kVA y de tensiones iguales o inferiores a 67 000 V, tanto monofásicos como trifásicos. Aunque la mayoría de tales unidades están proyectadas para montaje sobre postes, algunos de los tamaños de potencia superiores, por encima de las clases de 18 kV, se construyen para montaje en estaciones o en plataformas. Las aplicaciones típicas son para alimentar a granjas, residencias, edificios o almacenes públicos, talleres y centros comerciales.

➤ El transformador de núcleo arrollado.

El núcleo consiste en una tira de hierro arrollado en forma de espiral en torno a una bobina preformada.

Los transformadores se pueden refrigerar con circulación natural o forzada de aire, pero su tensión nominal viene limitada por la baja rigidez dieléctrica del aire. El aire (o el Askerol o Pyranol) sirve tanto para aislante como para refrigerante. Los transformadores se pueden refrigerar mediante circulación natural o forzada en aceite. Para aumentar la superficie disipadora del calor, se sueldan los tubos de la cubierta o se empernan radiadores a ella. Para gobernar la tensión y la fase, algunos transformadores están equipados de mecanismos de tomas variables. Cuando se eleva la temperatura del transformador a causa de la carga, el aire o gas que se halle dentro del transformador se dilata y es expulsado; cuando se enfría el transformador, se contrae el aire o gas y penetra aire del exterior que contiene oxígeno y humedad. A este efecto se le da el nombre de respiración. La humedad y el oxígeno deterioran el sistema y ensucian el aceite. Para evitar esto, se emplea nitrógeno y un respirador elimina el oxígeno y la humedad del aire que penetra. Un pequeño tanque de expansión, llamado conservador, montado sobre la cubierta del transformador, reduce mucho la superficie del aceite expuesta al gas.

➤ El transformador de núcleo.

Los devanados rodean al núcleo. Éste está constituido por láminas rectangulares o en forma de L que se ensamblan y solapan alternativamente en capas adyacentes.

En los transformadores trifásicos de núcleo hay tres núcleos unidos por sus partes superior e inferior mediante un yugo y sobre cada núcleo se devanan el primario y el secundario de cada fase. Este dispositivo es posible porque, en todo momento, la suma de los flujos es nula. Invertiendo las conexiones de las bobinas centrales en el transformador trifásico acorazado, la sección de los núcleos entre las ventanas es igual al valor que se obtendría sin invertir las conexiones, divididas por raíz de 3. El transformador trifásico es más compacto y ligero que los tres transformadores monofásicos equivalentes, pero disminuye la flexibilidad del sistema. En un auto transformador, parte del devanado es común a primario y secundario. Tan solo se transforma una parte de la potencia, yendo la restante de la carga por conducción. Cuando la razón de transformación es próxima a la unidad o es pequeña, se ahorra mucho material y pérdidas adoptando este sistema en vez del transformador clásico aparente.

➤ Los transformadores herméticos de llenado integral.

Se utilizan en intemperie o interior para distribución de energía eléctrica en media tensión, siendo muy útiles en lugares donde los espacios son reducidos. Son de aplicación en zonas urbanas, industrias, minería, explotaciones petroleras, grandes centros comerciales y toda actividad que requiera la utilización intensiva de energía eléctrica.

Su principal característica es que al no llevar tanque de expansión de aceite no necesita mantenimiento, siendo esta construcción más compacta que la tradicional. Se fabrican en potencias normalizadas

desde 100 hasta 1000 kVA, tensiones primarias de 13.2, 15, 25, 33 y 35 kV y frecuencias de 50 y 60 Hz.

2.3.11.24. Conductores Eléctricos²².

En las instalaciones eléctricas los elementos que proveen la trayectoria de circulación de la corriente son conductores o alambres forrados con un material aislante, las dimensiones de los conductores dependen de la carga calculada según los datos del circuito. El material que normalmente se usa en los conductores para instalaciones eléctricas industriales dentro de la categoría de las instalaciones de baja tensión, son de cobre o aluminio.

En el caso de conductores usados en instalaciones eléctricas, se usa la designación norteamericana de AWG, (American Wire Gage) que designa a cada conductor por un número o calibre y que está relacionado con su tamaño o diámetro. A cada calibre del conductor le corresponde un dato de su resistencia, que normalmente se expresa en Ohm por cada metro de longitud, lo que permite calcular la resistencia total del conductor como:

$$R = r \times L \quad \dots (2.36)$$

Donde:

r : resistencia en Ohmímetro

L: longitud total del conductor.

Partes que componen los conductores eléctricos.

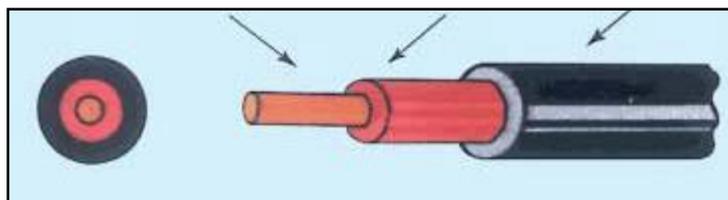
Estas son tres muy diferenciadas:

²² Procobre - Conductores Eléctricos. Pág. 02 hasta Pág. 03.

- El alma o elemento conductor.
- El aislamiento.
- Las cubiertas protectoras.

Fig. 2.20.: Partes que componen los conductores eléctricos.

Alma conductora Aislante Cubierta protectora



Fuente: <http://www.google.com.pe/img?hl=es-419&tab=wi-2007>.

Calibre de los conductores.

Los calibres de los conductores dan una idea de la sección o diámetro de los mismos y se le designan usando el sistema norteamericano de calibres (AWG) por medio de un número al cual se hace referencia, sus otras características como son diámetro, área, resistencia, etc. La equivalencia en mm² de área se debe hacer en forma independiente de la designación usada por la American Wire Gage (AWG). Siempre haremos referencia a los conductores de cobre. Es conveniente notar que en el sistema de designación de los calibres de conductores usado por (AWG), a medida que el número se hace más grande la sección es menor.

Los conductores de los circuitos alimentadores deben tener una capacidad de corriente no menor que la correspondiente a la carga por servir.

Conductor alimentador principal.

Se define como un circuito alimentador principal al conjunto de los conductores en una instalación, que se encuentran en el medio principal de la conexión entre el interruptor y el tablero principal.

Conductor alimentador.

Conductores son todos los cables entre el interruptor principal y los sub tableros de distribución. Las dimensiones de un alimentador o conductor dependen de la carga calculada según los datos de los circuitos, las necesidades anticipadas de futuros aumentos de carga y la caída de tensión en los conductores.

La economía y la eficiencia de la operación dependen de la capacidad adecuada de los alimentadores. Para nuestro conocimiento una futura adaptación a una mayor demanda de energía resulta menos costosa, sí el diseño original de los alimentadores ha sido basado sobre un estudio detallado de las cargas conocidas y futuras.

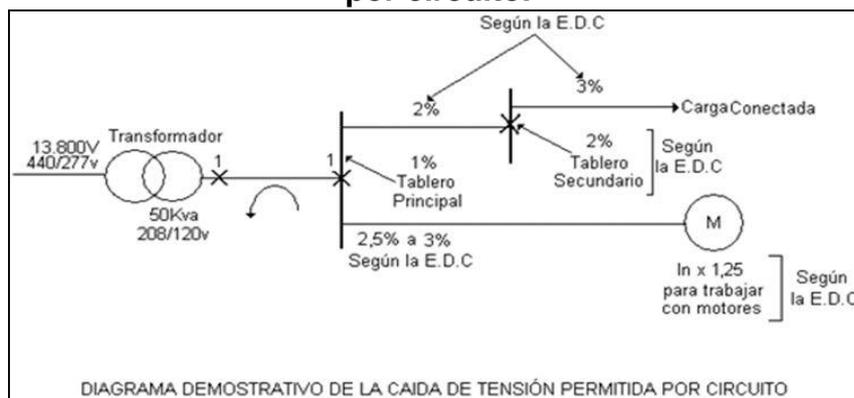
2.3.11.25. Caída de Tensión.

En el momento en el cual, se realiza la inspección de sistemas eléctricos, no sólo debemos tomar en cuenta la selección de conductores, sino que también se debe analizar el estudio por caída de tensión en el conductor que fue instalado por capacidad de corriente; si la caída de tensión es mayor que el nivel establecido, se deben considerar los estudios para los conductores inmediatos superiores al instalado por capacidad de corriente y después hacer de nuevo el chequeo por caída de tensión.

En el alimentador principal es conveniente que la caída de tensión no sea mayor de 1%, 2%. En los Subtableros de Distribución, la caída de

tensión sea 3% en los circuitos derivados del tablero principal a la carga de consumo, pudiendo ser aceptado un 5% (según criterio del código Eléctrico Nacional).

Fig. 2.21.: Diagrama demostrativo de caída de tensión permitida por circuito.



Fuente: <http://www.google.com.pe/img/whl=es-419&tab=wi-2007>.

Caída de tensión en circuitos trifásicos.

En los circuitos trifásicos equilibrados existe la caída de tensión solamente en los conductores de fase, ya que la circulación de corriente por el neutro es nula; por lo tanto, debemos calcular la caída de tensión para una de las fases, por ser esta igual a las otras tres.

2.3.12. CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA²³.

La energía eléctrica representa el principal insumo que mueve al mundo industrial; sin ella, nuestras empresas se detendrían y las economías enteras entrarían en crisis. Por eso es vital saber administrarla.

²³ Calidad de la energía eléctrica – Elaborado por universidad del atlántico y universidad autónoma del occidente. Pág. 01 hasta Pág. 03.

Aproximadamente el 55% de la energía eléctrica producida es consumida por los sectores comercial e industrial. Por lo tanto, el buen uso de la energía eléctrica le permite, a las empresas, a ser cada vez más en una competitiva, economía que tiende a la globalización, así el ahorro de energía es una alternativa viable para reducir costos de operación y mejorar los niveles de competitividad dentro del mundo industrial.

La calidad de la energía eléctrica puede definirse como una ausencia de interrupciones, sobre tensiones y deformaciones producidas por armónicas en la red y variaciones de voltaje RMS suministrado al usuario; esto referido a la estabilidad del voltaje, la frecuencia y la continuidad del servicio eléctrico.

Asimismo, se ha determinado que uno de los problemas más comunes que ocasiona el desperdicio de energía eléctrica en las empresas es la calidad de esta, pues influye en la eficiencia de los equipos eléctricos que la usan. Actualmente, la calidad de la energía es el resultado de una atención continua; en años recientes esta atención ha sido de mayor importancia debido al incremento del número de cargas sensibles en los sistemas de distribución, las cuales por sí solas, resultan ser una causa de la degradación en la calidad de la energía eléctrica.

Este documento da una introducción a los fenómenos de la calidad de la energía eléctrica de acuerdo a las normas internacionales, punto de partida para iniciar un estudio más profundo de los fenómenos de la calidad de la energía eléctrica.

¿QUÉ ES UN PROBLEMA DE CALIDAD DE LA ENERGÍA?

Podemos decir que existe un problema de calidad de la energía eléctrica cuando ocurre cualquier desviación de la tensión, la corriente o la frecuencia que provoque la mala operación de los equipos de uso final y deteriore la economía o el bienestar de los usuarios; asimismo cuando ocurre alguna interrupción del flujo de energía eléctrica.

Los efectos asociados a problemas de calidad de la energía son:

- Incremento en las pérdidas de energía.
- Daños a la producción, a la economía y la competitividad empresarial
- Incremento del costo, deterioro de la confiabilidad, de la disponibilidad y del confort.

IMPORTANCIA ACTUAL.

Actualmente, el estudio de la calidad de la energía eléctrica ha adquirido mucha importancia y tal vez la razón más importante es la búsqueda del aumento de productividad y competitividad de las empresas. Asimismo, porque existe una interrelación entre calidad de la energía eléctrica, la eficiencia y la productividad.

Para aumentar la competitividad las empresas requieren optimizar su proceso productivo mediante:

- Usando equipos de alta eficiencia como motores eléctricos, bombas, etc.
- Automatizando sus procesos mediante dispositivos electrónicos y de computación (micro controladores, computadores, PLC, etc.).
- Reduciendo los costos vinculados con la continuidad del servicio y la calidad de la energía.

- Reduciendo las pérdidas de energía.
- Evitando los costos por sobredimensionamiento y tarifas.
- Evitando el envejecimiento prematuro de los equipos.

PROBLEMAS QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

Los parámetros de amplitud, frecuencia, forma de onda y continuidad que definen la Calidad de la Energía de un circuito o sistema eléctrico o de comunicaciones, pueden verse afectados por diferentes tipos de perturbaciones electromagnéticas que se pueden dividir de acuerdo con su duración en siete grandes categorías:

- Transitorios Electromagnéticos.
- Variaciones de Tensión Corta Duración.
- Variaciones de Tensión de Larga Duración.
- Desbalance de Tensión.
- Distorsión de la Forma de la Señal.
- Fluctuaciones de Tensión.
- Variaciones de la Frecuencia de suministro.

La Tabla 2.3 presenta información respecto al contenido espectral típico, duración y magnitud para cada una de las siete categorías de fenómenos electromagnéticos que afectan la Calidad de la Energía. Las definiciones y conceptos están basadas en la norma IEEE 1159-1995²⁴.

²⁴ Recomendación del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos IEEE (por sus siglas en inglés) para Monitoreo de Calidad de la Energía, Versión del año 1995.

Tabla 2.3.: Contenido espectral típico, duración y magnitud de cada una de las siete categorías de fenómenos electromagnéticos que afectan la calidad de la energía.

CATEGORIAS	CONTENIDO ESPECTRAL TIPICO	DURACION TIPICA	MAGNITUD TIPICA DE TENSION
TRANSITORIOS ELECTROMAGNETICOS			
De impulso			
Nanosegundos	5 ns de pendiente	<50 ns	
Microsegundos	5 μs de pendiente	50 ns – 1 ms	
Milisegundos	0.1 ms de pendiente	>1 ms	
Oscilatorios			
Baja frecuencia	<5 KHz	0,3 – 50 ms	0 – 4 p.u.
Media frecuencia	5 – 500 KHz	20 μs	0 – 8 p.u.
Alta frecuencia	0.5 – 5 MHz	5 μs	0 – 4 p.u.
VARIACIONES DE TENSION DE CORTA DURACION			
Instantáneas			
Caídas (Sags)		0.5 – 30ciclos	0.1 – 0.9 p.u.
Subidas (Swells)		0.5 – 30ciclos	1.1 – 1.8 p.u.
Momentáneas			
Interrupción		0.5 s – 3 s	<0.1 p.u.
Caídas (Sags)		0.5 s – 3s	0.1 – 0.9 p.u.
Subidas (Swells)		0.5 s – 3 s	1.1 – 1.4 p.u.
Temporales			
Interrupción		3 s – 1 min	<0.1 p.u.
Caídas (Sags)		3 s – 1 min	0.1 – 0.9 p.u.
Subidas (Swells)		3 s – 1 min	1.1 – 1.2 p.u.
VARIACIONES DE TENSION DE LARGA DURACION			
Interrupción		>1 min	0.0 p.u.
Subtensiones		>1 min	0.8 – 0.9 p.u.
Sobretensiones		>1 min	1.1 – 1.2 p.u.
DESBALANCE DE TENSION			
		Estado	0.5 – 2%
DISTORSION DE LA FORMA DE LA SEÑAL			
Referencia CC		Estado	0 – 0.1 %
Armónicos	2 – 100 Armónico	Estado	0 – 20 %
Inter armónicos	0 – 6 KHz	Estado	0 – 2 %
Muecas (notches)		Estado	
Ruido	Banda ancha	Estado	0 – 1%
FLUCTUACIONES DE TENSION (Flickers)			
	<25 Hz	Intermitente	0.1 – 7%
VARIACIONES DE LA FRECUENCIA DE SUMINISTRO			
		<10 s	

Fuente: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos IEEE.

2.3.13. FUNDAMENTOS TÉRMICOS²⁵.

2.3.13.1. Calor.

Es una energía que fluye de los cuerpos que se encuentran a mayor temperatura a los de menor temperatura. Para que fluya se requiere una diferencia de temperatura. El cuerpo que recibe calor aumenta su temperatura, el que cede calor disminuye su temperatura. Resulta evidente que los dos conceptos, calor y temperatura, están relacionados.

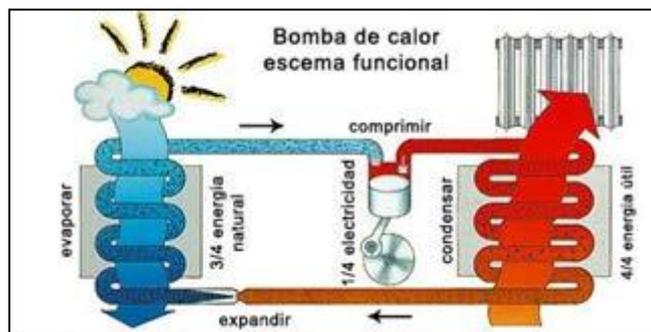
Los cuerpos radian unos hacia otros, pero el balance total del intercambio es favorable a uno y desfavorable al otro hasta que se alcanza el equilibrio térmico.

Es una energía degradada ya que es imposible recuperar toda la energía mecánica que se invirtió en producirlo. Se recupera energía mecánica haciéndola fluir en las máquinas térmicas del foco caliente al frío y retirando parte de esa energía en forma de energía mecánica (movimiento) pero una parte importante del calor debemos arrojarla al entorno en el foco frío. Los rendimientos de las máquinas se calculan por la relación de temperaturas entre las que funcionan y es imposible un rendimiento del 100%.

$$R = \frac{(T_1 - T_2)}{T_1} \quad \dots (2.37)$$

Se usa en forma de vapor en forma de agua caliente. El vapor se usa entre otras dependencias en cocinas, humidificación en calefacción y esterilización. El vapor se usa también para transportar calor sobre largas distancias.

²⁵ Yunus A. Gendel, Transformación de Calor. 2^{da} edición; 2004.

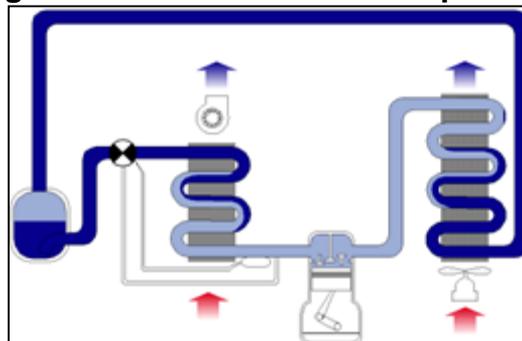
Fig. 2.22.: Generación de vapor.

Fuente: <http://www.google.com.pe/img/ghpl=es-419&=wi-2007>.

El calor requerido en los hospitales supone un consumo energético del 25%, mientras que el uso de iluminación supone un 20%. Consumo energético por parte los instrumentos de hospital son de 41 % Más lejos queda el frío (5%), agua caliente (5%) y cocinas (4%).

2.3.13.2. Aire Comprimido.

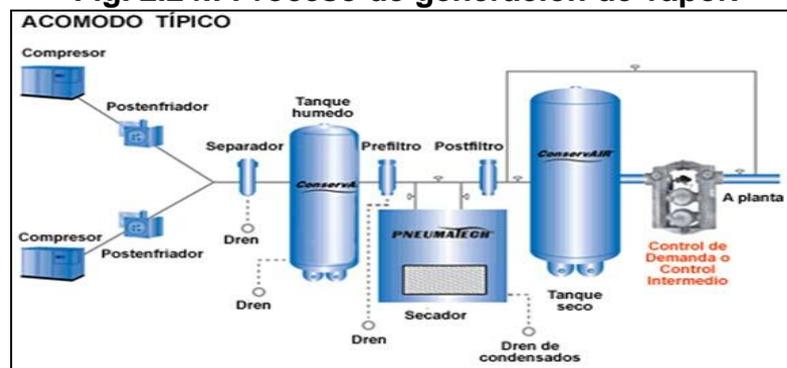
El aire comprimido se utiliza en los hospitales para aplicaciones médicas y técnicas. Normalmente los compresores producen todo el aire comprimido para aplicaciones tanto médicas como técnicas. Los instrumentos quirúrgicos requieren una presión de 11 bares, así que todo el aire comprimido tanto médico como técnico no tendrán que exceder de este valor.

Fig. 2.23.: Circuito de aire comprimido.

Fuente: <http://www.google.com.pe/img/ghpl=419&tab=wi-2007>.

Se utiliza para aplicaciones médicas o técnicas. se refiere a una tecnología o aplicación técnica que hace uso de aire que ha sido sometido a presión por medio de un compresor. En la mayoría de aplicaciones, el aire no sólo se comprime, sino que también se deshumifica y se filtra. El uso del aire comprimido es muy común en la industria, su uso tiene la ventaja sobre los sistemas hidráulicos de ser más rápido, aunque es menos preciso en el posicionamiento de los mecanismos y no permite fuerzas grandes.

Fig. 2.24.: Proceso de generación de vapor.



Fuente: <http://www.google.com.pe/imgphl=es-419&tab-2007>.

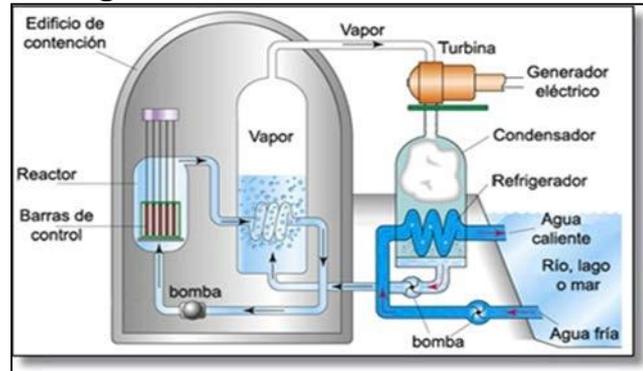
2.3.13.3. Frío.

Principalmente toma la forma de agua helada y se usa para una gran mayoría de sistemas de control, enfriando y secando el aire de ventilación. En muchos casos el frío se genera centralizado por medio de enfriadores de compresión. En combinación con máquinas de enfriamiento por absorción, cogeneración o una combinación de ambas.

2.3.13.4. Vapor.

El vapor se usa bastante en los hospitales. Se genera con agua en unas instalaciones bastante fáciles de regular. Las medidas más importantes a observar en la distribución del vapor son las siguientes:

- Asegurar un buen aislamiento de las tuberías. Las pérdidas por las tuberías no aisladas son enormes como consecuencia de la gran superficie de transferencia de calor. Los accesorios como válvulas y bridas también deben estar bien aislados.
- Tuberías de retorno del condensado: También deben estar aisladas. El agua caliente del condensado debe retornar a la caldera.
- Pérdidas de vapor: Deben limitarse todo lo que sea posible. Una pérdida de vapor con un diámetro de 6 mm en un sistema a presión de 10 bares pierde 36 kg de vapor por hora.
- Pérdidas del gas de los humos: Deben mantenerse lo más bajas posibles. Esto se hace bajando la temperatura del gas de los humos lo más baja posible mediante recuperadores de calor.
- Humidificación en sistemas de aire acondicionado: Estos sistemas son grandes consumidores de vapor. Es importante garantizar que la humidificación de vapor no opere innecesariamente.
- Agua caliente: La forma más eficiente de producir el agua caliente es de la caldera, ya que la caldera es más eficiente que un circuito de vapor. Un consumo promedio de agua caliente en un hospital puede ser de 100 m³ por semana. Si la producimos directamente en la caldera.
- Esterilización: En este proceso se consume mucho vapor pues la temperatura alta y el poder de penetración del vapor son métodos efectivos de esterilización. Para algunas aplicaciones es posible la esterilización eléctrica, que también es más eficiente desde el punto de vista energético.

Fig. 2.25.: Proceso de distribución.

Fuente: <http://www.google.com.pe/img/whl=419&tab=wi-2004>.

2.3.13.5. Optimización de la Calefacción y Aire Acondicionado.

El acondicionamiento de aire es un proceso de tratamiento que controla el ambiente interior de una vivienda o local: en verano mediante la refrigeración y en invierno con la calefacción. Cuando se cubren ambos servicios se habla de climatización.

Las medidas de ahorro energético más comunes para estos sistemas son: instalar controladores de frecuencia en los ventiladores, recuperar calor a del aire de extracción, optimizar las horas de funcionamiento y optimizar la temperatura y la humedad. Aplicando unas medidas sencillas y sin realizar inversiones pueden obtenerse ahorros significativos²⁶.

2.3.13.6. Generadores de Vapor o Calderas²⁷.

Conocido como calderos, maquinaria que realiza un cambio de estado del agua a vapor por medio de los gases calientes producidos por combustión (diésel).

²⁶ Antonio Teregrosa. Ingeniería Térmica fundamentos de la Termodinámica. Alfa Omega; 2004.

²⁷ Merle C. Potter .Termodinámica para Ingenieros. Editorial Mc Graw Hill; 2004.

Fig. 2.26.: Caldera.

Fuente: <http://www.google.com.pe/img/ghpl=es-419&tab-2010>.

Toma de datos y mediciones.

Los principales parámetros a medir son:

- Temperatura del agua de alimentación.
- Temperatura de vapor.
- Presión del vapor.
- Presión del hogar.
- Caudal de vapor.

Las mediciones se realizarán en las diversas condiciones o regímenes de carga, usuales en el funcionamiento de las instalaciones.

En las que se medirán:

- Conducción del agua de alimentación.
- Conducción del vapor (de salida y de entrada).
- Para poder determinar las pérdidas de energía será necesario obtener valores fiables de presión, temperatura.

Las medidas se harán en pleno funcionamiento de las instalaciones y será conveniente efectuarlas en las líneas principales y en las derivaciones a los equipos de consumo.

Equipos de medida.

Los equipos necesarios serán:

- Manómetros.
- Termómetros.
- Caudalímetros.

2.3.13.7. Redes de Fluidos Térmicos.

En el transporte de energía térmica desde el punto de producción hasta los equipos de consumo, existen unas pérdidas y el objetivo a conseguir es que éstas sean mínimas.

En este caso, las pérdidas de carga son pérdidas de energía (Entalpía) vienen determinadas por la longitud y sección de los conductos, a parte de éstas pérdidas inherentes al transporte, existen otras que podríamos denominar de mantenimiento, como son las fugas de vapor.

Por último existen otras pérdidas debidas al aislamiento que pueden ser considerables, pero corregibles con medidas de fácil amortización, se puede determinar su pérdida total²⁸.

2.3.13.8. Aislamiento.

Se tiene un ahorro sustancial de energía con un aislamiento adecuado en el caldero, equipos auxiliares, cabezales de vapor, tuberías, bridas, válvulas y otros accesorios.

²⁸ Rafael Beltrán Pulido. Conversión Térmica de Energía. Universidad Los Andes; 2008.

El aislante debe ser rígido y moldeado que se adapte a la configuración del accesorio, sujetando mediante bandas metálicas o algún material que sostenga el aislante.

Fig. 2.27.: Aislamiento térmico para tuberías.



Fuente: <https://instalacionesyeficienciaenergetica.com/aislamiento-termico-para-tuberias/>

2.3.13.9. Medidas de implantación.

- Estudiar todos los trazados de tuberías y la posibilidad de reducir pérdidas de carga.
- Eliminar todas las fugas en tuberías, válvulas y accesorios.

2.3.13.10. Medidas de Racionalización.

Medir los consumos habituales de calor en los fluidos de procesos, para determinar, por comparación, consumos anómalos.

2.3.13.11. Medidas de Mantenimiento.

- Recalibración de todos los medidores e instrumentos.
- Revisar el estado de aislamiento de las tuberías.
- Establecer un plan de revisión y mantenimiento preventivo de accesorios (purgadores, presostatos, válvulas, manómetros, etc.).

2.4. GLOSARIO DE TÉRMINOS BÁSICOS.

Instalaciones eléctricas, instalaciones mecánicas, instalaciones térmicas energía, diagnóstico, optimización.

2.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

2.5.1. HIPÓTESIS GENERAL:

- La Determinación del Grado de Operatividad de las Instalaciones Electromecánicas del Hospital Tipo II de la Ciudad de Ayaviri – 2015 Para su Puesta en Funcionamiento, nos permitirá saber cuan eficiente será dicho nosocomio cuando entre en funcionamiento.

2.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:

- La Determinación del Grado de Operatividad de las Instalaciones Electromecánicas del Hospital Tipo II de la Ciudad de Ayaviri – 2015 Para su Puesta en Funcionamiento, permitirá realizar un Diagnóstico de los sistemas eléctricos y sistemas térmicos de dicho nosocomio.
- La Determinación del Grado de Operatividad de las Instalaciones Electromecánicas del Hospital Tipo II de la Ciudad de Ayaviri – 2015 Para su Puesta en Funcionamiento, permitirá Proponer alternativas de Optimización del Consumo de Energía Eléctrica y térmica para el buen funcionamiento del Hospital Tipo II de la Ciudad de Ayaviri.

2.6. OPERACIÓN DE VARIABLES:

TABLA 2.4.: Operación de variables

Variables Dependientes	Dimensiones	Indicadores	Índice
Potencia instalada	KVA	Potencia Resistencia Corriente	Muy buena Buena Regular Mala
Balance Térmico	JOULES	Calor	Muy buena Buena Regular Mala
Variables Independientes	Dimensiones	Indicadores	Índice
Nivel de tensión Frecuencia	V	Desbalance de tensión Distorsión de forma de la señal Fluctuación de tensión	Muy buena Buena Regular Mala
Presión de gases medicinales. Temperatura	PSI °C	Presión de vapor Temperatura de vapor Caudal de vapor	Muy buena Buena Regular Mala

Elaboración: propia

CAPÍTULO III

III. DISEÑO METODOLÓGICO DE INVESTIGACIÓN.

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

3.1.1. INVESTIGACIÓN PROYECTIVA O EXPLICATIVA²⁹.

Este tipo de investigación, consiste en la elaboración de una propuesta, un plan, un programa o un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución, o de una región geográfica, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y de las tendencias futuras, es decir, con base en los resultados de un proceso investigativo.

La investigación proyectiva se ocupa de cómo deberían ser las cosas, para alcanzar unos fines y funcionar adecuadamente. La investigación proyectiva involucra creación, diseño, elaboración de planes, o de proyectos.

La investigación aplicada es del tipo EXPLICATIVA, debido a que se enfoca en responder las causas de los eventos, buscando explicar por qué ocurren los fenómenos y las condiciones en que se producen. Siendo el Diseño de Investigación; observacional transversal, porque se toman, miden los fenómenos tal cual como ocurren y se realiza registros de las variables en el momento de la evaluación.

¿Por qué se hace una investigación proyectiva?

Porque hay situaciones que no están marchando como debieran, y que se desean modificar o modificarse. Porque hay potencialidades que no se están aprovechando. Porque hay problemas a resolver. El investigador diagnostica

²⁹ Jacqueline Hurtado De Barrera - Metodología de la investigación, Guía para la comprensión holística de la ciencia. Quirón 4ta Edición, Pág. 565.

el problema (evento a modificar), explica a qué se debe (proceso causal) y desarrolla la propuesta con base a esa explicación.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.

Nuestra población son todas las instalaciones eléctricas y térmicas del HOSPITAL TIPO II DE LA CIUDAD DE AYAVIRI, incluyendo el análisis de la calidad de energía eléctrica.

- Respecto al diagnóstico físico de las instalaciones eléctricas, se tomaron muestras de los circuitos principales donde se encuentran las cargas de mayor consumo como son equipos de Rayos X, Ascensor, Lavandería, Electrobomba de agua, etc. En el anexo 01 se muestran algunas fotografías de estas instalaciones eléctricas y térmicas.
- Respecto a la medición de los parámetros eléctricos se hicieron mediciones por 7 días continuos tal como indica la NTCSE; los parámetros principales medidos fueron la tensión, la corriente, la frecuencia, la potencia, el factor de potencia, la distorsión armónica de tensión y corriente, todos estos parámetros medidos se muestran en la sección 3.6.

También se tomaron muestras de las instalaciones mecánicas como sistema de tubería para gases medicinales, sistema de tuberías para agua (dura, blanda, caliente y contra incendios), estos datos se muestran en la sección 3.6.

Por otro lado, también se tomaron los datos de las instalaciones del grupo electrógeno, estos datos se muestran en la sección 3.6.8.

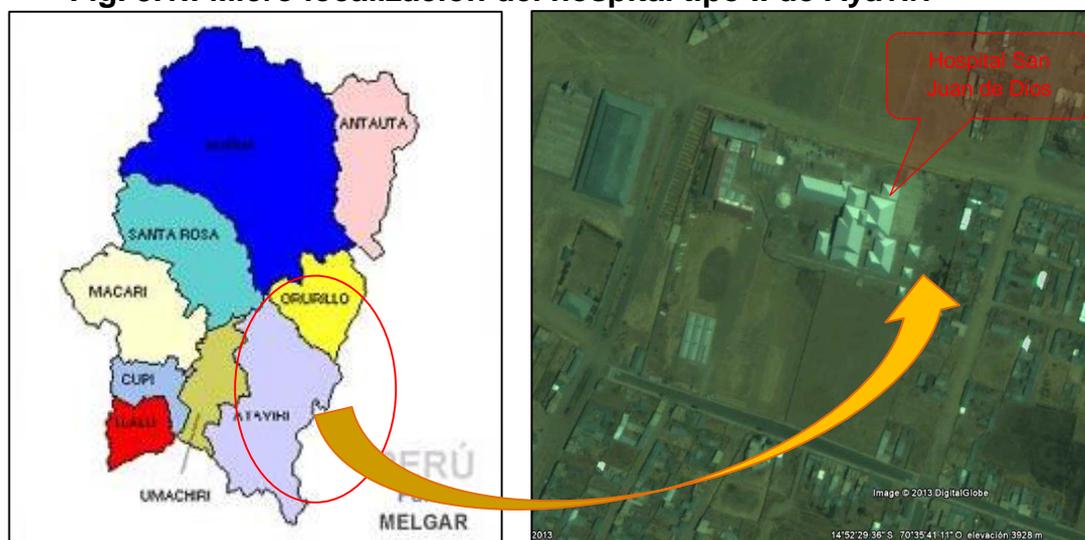
Todos estos datos son indispensables para poder lograr nuestro objetivo, en el capítulo IV se detalla la exposición y el análisis de los resultados.

3.3. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN.

3.3.1. UBICACIÓN.

El Hospital TIPO II DE AYAVIRI, se encuentra ubicado en el Jr. Progreso de la zona urbana entre las coordenadas de $14^{\circ}52'29.79''$ de latitud sur y $70^{\circ}35'44.76''$ de longitud oeste se encuentra a una altura de 3925 m.s.n.m., a una distancia de 94 Km de la ciudad de Juliaca y 137 Km de la Ciudad de Puno, capital de la región Puno,

Fig. 3.1.: Micro localización del hospital tipo II de Ayaviri



Elaboración: propia.

LINDEROS Y MEDIDAS PERIMÉTRICAS

Por el Norte, Colinda con la Avenida Progreso en línea recta de un tramo que mide 150.48ml.

Por el Este, Colinda con Propiedad de Terceros en línea recta de un tramo que mide 100.66 ml.

Por el Sur, Colinda con Propiedad de Redes Ayaviri, y Propiedad de Terceros en línea quebrada de tres tramos que miden 42.07ml, 50.73ml y 54.17 ml respectivamente.

Por el Oeste, Colinda con Propiedad de Redes Ayaviri con línea recta de un tramo que mide 89.24ml.

Fig. 3.2.: Hospital tipo II de la ciudad de Ayaviri



Elaboración: propia.

3.3.2. DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN.

Este Hospital fue recategorizado mediante Resolución Directoral Regional 0964-08/DRSPUNO-DEA-PER, con el fin de mejorar los servicios de salud con mayor capacidad resolutive que solucione problemas de mediana complejidad.

Con fecha 23 de diciembre del 2012. La Dirección General de Política de Inversiones aprueba el ANEXO CM12, CONTENIDOS MÍNIMOS ESPECÍFICOS DE ESTUDIOS DE PRE INVERSIÓN A NIVEL DE PERFIL DE PIP DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD ESTRATÉGICOS DEL MINSA.

La atención que brindará es la cobertura médica, en los Centros Asistenciales del Hospital de Ayaviri a aquellas personas que la requieran voluntariamente (trabajadores independientes, vendedores, amas de casa) Melgar como Provincia tiene una población de 123 074 habitantes³⁰ entre

³⁰ Censo XI de Población y VI de Vivienda realizado por el INEI el año 2007

rural y urbana las cuales serán atendidas o beneficiarias. El hospital contará con una atención promedio diario de 140 usuarios.

3.4. DESCRIPCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS.

Los instrumentos necesarios para llegar a nuestro objetivo fueron:

- Para el diagnóstico general de las instalaciones eléctricas se evaluaron de acuerdo a las normas de utilización que se indica en el código nacional de electricidad 2006.
- Respecto al análisis de los parámetros eléctricos que miden la calidad de la energía eléctrica, también se utilizó el código nacional de electricidad, la norma técnica de calidad de los servicios eléctricos NTCSE, así también se utilizó las normas del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos IEEE.
- Es necesario resaltar que las mediciones de los parámetros se hicieron con el instrumento multifuncional PowerQ4 y el equipo para determinar el nivel de aislamiento y conductividad eléctrica el cual es un MEGÓMETRO.

3.5. METODOLOGÍA Y OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO MECÁNICO Y TÉRMICO.

En el presente capítulo se analizan los conceptos, principios y procedimientos más importantes dentro de los estudios de pérdidas en el sistema eléctrico y térmico del Hospital Tipo II de la Ciudad de Ayaviri, así como el avance teórico actual de esta temática.

El profundizar en los elementos teóricos sobre pérdidas, permitirá abarcar con mayor claridad el análisis posterior que se desarrolla en este capítulo.

Para exponer la metodología a seguir en la realización de la auditoria, comenzaremos por la fase de búsqueda de la información.

Para establecer la forma óptima de búsqueda de la información, se comenzará por la inspección global del hospital general, recolectando algunos datos los cuales fueron elaborados personalmente para saber sobre el estado actual del sistema eléctrico y el estado que se encuentran las instalaciones térmicas y su respectiva tubería de distribución. Con estos datos se pudo determinar cómo se encuentran las instalaciones eléctricas y térmicas, y así elaborar los diagramas unifilares correspondientes.

El diagrama unifilar eléctrico, mecánico y térmico nos sirve como punto de partida y guía para seguir profundizando en la toma de datos, pruebas y mediciones que permitan ver el comportamiento del uso de energía.

3.5.1. RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.5.1.1. Diagnóstico General.

En el diagnóstico general, se realiza la búsqueda de la información que se tiene como antecedentes a este trabajo, para ello se procederá a revisar el expediente técnico original y verificar las instalaciones que se ejecutaron en esta obra. Los cuales nos proporcionarán mayor información sobre el estado actual en que se encuentra este Nosocomio.

Luego de recabada la información se realiza una inspección visual de todos los demás ambientes de la Obra, y se logra constatar la precariedad de varias de su Instalaciones, como las Sanitarias, Tuberías y Eléctricas, así como se puede constatar las condiciones de los Equipos: Bombas de Agua, sistema de aire acondicionado, entre otros. Esta Inspección más la Información recolectada del Expediente

original de la Obra, nos da el Punto de Partida para Realizar un Diagnóstico más Minucioso al Sistema Eléctrico, mecánico y térmico.

3.5.1.2. Diagnóstico Del Sistema Eléctrico.

El diagnóstico general del sistema eléctrico, es la primera etapa que realizamos recabando los planos eléctricos del expediente original ya que estas están desfasadas más de 10 años, siendo necesarios actualizarlos. Además es necesario Actualizar el Diagrama Unifilar de todo el Sistema, en nuestro proyecto, esto con la finalidad de buscar información antecedentes a nuestro trabajo, y posterior a eso realizar una inspección visual de todo el Sistema Eléctrico, para ello es necesario inspeccionar el punto de Alimentación a proporcionar por la Concesionaria, las redes Subterráneas, la Subestación de Potencia, Tablero General, Tableros de Distribución, Los diferentes Circuitos, Redes Eléctricas, Subtableros de Distribución y los Sistemas de Utilización (Equipos Médicos, Domésticos, de Calefacción, Iluminación y Potencia).a todas las instalaciones eléctricas del Hospital Tipo II de la Ciudad de Ayaviri.

Con esta Información es posible identificar las posibles fallas y pérdidas de energía en el Sistema Eléctrico. Conociendo el estado actual de las redes eléctricas y la próxima instalación de equipos médicos.

Además, esta información también nos sirve como guía en la toma de datos, pruebas y mediciones que permitan ver el comportamiento del uso de energía.

En el capítulo IV se detalla las deficiencias encontradas en el cual viene ejecutándose dicho hospital, así como la propuesta para su solución óptima.

MEDICIÓN DE LOS PARÁMETROS ELÉCTRICOS.

Así como es de suma importancia hacer un diagnóstico físico a las instalaciones eléctricas del Hospital Tipo II de la ciudad de Ayaviri, también es de suma importancia analizar la calidad de la energía eléctrica en el cual operará esta planta, es el motivo por el cual nosotros hicimos una medición por 7 días continuos, en el cual medimos todo el parámetro eléctrico que son necesarios para analizar la calidad de la energía eléctrica.

Los parámetros eléctricos necesarios para analizar la operación del sistema son: Intensidad de Corriente, Nivel de Tensión, Potencia Activa, Potencia Reactiva, Potencia Aparente y Factor de Potencia.

Los parámetros eléctricos son medidos utilizando el Analizador de Redes, obteniendo estos parámetros podremos analizar las posibilidades de mejorar el óptimo uso de la energía.

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.

Analizador de redes.

El equipo utilizado para la medición de los parámetros eléctricos en las instalaciones eléctricas del Hospital Tipo II de la ciudad de Ayaviri, fue el analizador de redes eléctricas (MEGHOMETRO) de la marca MEGABRAS Tipo RS-232 N° Serie OL6223H Escala 500-5000V, el cual tiene tres salidas o señales. Posee una tarjeta de impresión el cual nos indica si realmente hay continuidad o resistividad entre conductores.

Fig. 3.3.: Medición de aislamiento y continuidad eléctrica

Elaboración: propia.

3.5.1.3. Diagnóstico Del Sistema Mecánico.

El diagnóstico del sistema mecánico, es la primera etapa que realizamos en nuestro proyecto, esto con la finalidad de buscar información antecedente a nuestro trabajo, y posterior a eso realizar una inspección visual a todas las instalaciones mecánicas (Sistema de Gases medicinales, sistema de agua) del Hospital Tipo II de la ciudad de Ayaviri.

Fig. 3.4.: Verificación de fuga en los sistemas mecánicos gases medicinales

Elaboración: propia.

MEDICIÓN DE LOS PARÁMETROS MECÁNICOS.

Los principales parámetros a medir son:

- Presión de Gases medicinales.
- Caudal de Gases medicinales.

Las mediciones se realizarán en las diversas condiciones o regímenes de carga, usuales en el funcionamiento de las instalaciones. En las que se medirán:

- Conducción del Gases O, N, ON.
- Llegada de Gases medicinales al punto requerido.

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.

Los equipos necesarios serán:

- Manómetros.
- Balón de Hidrógeno para ver si existen fugas en los ductos.

3.5.1.4. Diagnóstico Del Sistema Térmico.

El diagnóstico del sistema térmico, es la primera etapa que realizamos en nuestro proyecto, esto con la finalidad de buscar información antecedente a nuestro trabajo, y posterior a eso realizar una inspección visual a todas las instalaciones térmicas del Hospital Tipo II de la ciudad de Ayaviri.

MEDICIÓN DE LOS PARÁMETROS TÉRMICOS.

Los principales parámetros a medir son:

- Temperatura del agua de alimentación.
- Presión del vapor.
- Presión del hogar.

- Caudal de vapor.

Las mediciones se realizarán en las diversas condiciones o regímenes de carga, usuales en el funcionamiento de las instalaciones. En las que se medirán:

- Conducción del agua de alimentación.
- Conducción del vapor (de salida y de entrada).

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.

Los equipos necesarios serán:

- Manómetros.
- Termómetros.
- Caudalímetros.

3.6. PROCESAMIENTO DE DATOS.

3.6.1. INTERPRETACIÓN DE LOS PARÁMETROS MEDIDOS.

Para poder interpretar los parámetros medidos, es necesario realizar comparaciones de la ejecución de obra anteriormente hace 10 años con la actual ejecución de dicha Obra. Los cuales nos darán a visualizar y analizar los datos medidos respecto a la calidad de la energía eléctrica.

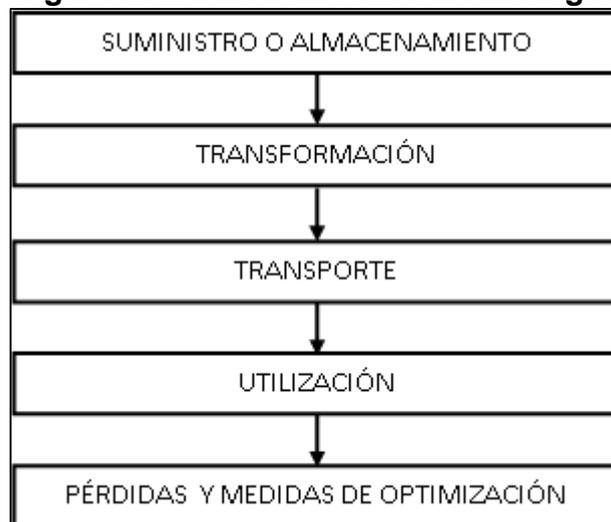
En el capítulo IV se detalla el análisis de todos estos parámetros eléctricos, así mismo las soluciones óptimas a las deficiencias encontradas respecto a la calidad de la energía eléctrica.

3.6.2. MÉTODO DE DIAGNÓSTICO Y OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA.

Para realizar la optimización del sistema eléctrico y térmico es necesario identificar las pérdidas que existe en sus diferentes Etapas del Uso de la

Energía Eléctrica, Mecánica y térmica, para lo cual se analizará mediante el siguiente Figura 3.5.

Fig. 3.5.: Modelo de análisis de energía.



Elaboración: Propia.

Siguiendo este modelo se puede establecer de una forma ordenada y sistemática las mejoras que conducirán a un ahorro energético. Los factores que inciden principalmente en la pérdida de energía eléctrica son: Carga elevada en los conductores, bajo factor de potencia, excesiva longitud de los conductores, pérdida en los transformadores, nivel de tensión inadecuado y problemas de diseño. Esto se refiere a una reconfiguración total del sistema de baja tensión; especialmente en los tableros principales de distribución interna. Los factores que inciden principalmente en la pérdida de energía térmica en los calderos son: mala combustión (aire - combustible), pérdidas de calor en las purgas, aislamiento y fugas de vapor en tuberías y accesorios, consumo inadecuado en equipos mal calibrados. Posteriormente estudiaremos punto por punto los aspectos más importantes para seguir el modelo ya citado, tanto en lo que se refiere a la energía eléctrica como térmica.

3.6.3. SUMINISTRO O ALMACENAMIENTO.

La energía se adquiere mediante la compra de partidas (combustibles) que se almacenan para su consumo posterior, o bien se utiliza tomándola directamente de una red de distribución (Energía Eléctrica).

En esta fase, se identifica todos los ahorros y pérdidas con los cuales se viene suministrando la energía. Se toma como punto de partida el perfil de consumo de energía eléctrica y térmica de los últimos años, posteriormente se realiza mediciones de los parámetros eléctricos, mecánicos y térmicos de todo el sistema.

3.6.4. PERFIL DE COSTO DEL CONSUMO ELÉCTRICO.

El perfil de consumo se obtiene a partir de la demanda máxima de consumo de energía eléctrica que tendrá esta obra en funcionamiento. A continuación, se hace un cuadro de consumo que tendrá dicho nosocomio.

TABLA 3.2.: Perfil de Consumo de energía.

MES	Energía Activa Total (kW- H)	Energía Activa en Horas Punta (kW-H)	Energía Activa en Horas Fuera de Punta (kW-H)	Energía Reactiva (kVAR)	VALOR COSTO S/.	Costo Kw-H (S/.)
Primer mes	46,233.00	8,320.00	37,913.00	0.00	16,088.60	0.32

Elaboración: propia.

3.6.5. PERFIL DE COSTO DEL CONSUMO TÉRMICO.

Para el sistema de generación de vapor, el calentador de agua, Grupo electrógeno y el Incinerador, funcionarán a diésel con un consumo de 1025 galones mensuales.

TABLA 3.3.: Consumo diésel por mes.

Tipo de combustible	Consumo mensual (Gln)	Precio c/Gln.	Precio Total
Petróleo D-2	1025	S/. 9.86	S/. 10,106.50

Elaboración: Propia.

3.6.6. TRANSFORMACIÓN.

En esta fase se revisa básicamente:

- El Transformador de Potencia, que abastece a todo el Hospital. Se identifica las pérdidas de energía, que son de dos clases: Pérdidas en el Hierro y Pérdidas en el Cobre.
- Generadores de vapor o calderas, calentador de agua e incinerador.
- Grupo Electrónico.

CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA DEL HOSPITAL.

El Transformador que se Instalará tendrá las siguientes particularidades:

- Tensión nominal : 10 Kv.
- Potencia Nominal : 500 KVA.
- Sistema Adoptado : Trifásico
- Longitud total : 175 m
- Conductor : Conductor N2XSY para 10KV de 1x25 mm².
- Tubo de protección : tubo de F° G° 2" Subterráneo.
- Disposición : Vertical.
- Número de fases : 3
- Tipo : Subterráneo.
- Seccionadores : Tipo Cut-Out, 15 KV, 100 A, 170 KV BIL
- Pararrayos : Óxido de Zinc, 12 KV, 10 KA
- Rel/Transformación : $10 \pm 2.5\%$ / 0.22 KV

CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS EN EL TRANSFORMADOR.

Las pérdidas en vacío, son independientes de la carga, por lo que son constantes en el tiempo.

Las pérdidas a plena carga son directamente proporcionales al cuadrado de la intensidad de la corriente (siendo despreciables la corriente de excitación) y se calculan por la siguiente fórmula:

$$P\% = \left(\frac{I_{carga}}{I_{nominal}} \right)^2 \dots (3.1)$$

Dónde:

P% : Pérdidas Porcentuales

I_{carga} : Corriente de consumo de todo el sistema

I_n : Corriente Nominal del Transformador (1,375 A)

La corriente de consumo se obtiene de los valores registrados, por el analizador de redes.

Luego el valor calculado en la ecuación 3.1, se multiplica por la P (cu) a plena carga del transformador.

$$P_{cu} = P\% \times P_{cu}(\text{transformador}) \dots (3.2)$$

Los valores de las pérdidas en vacío y a plena carga, deben ser multiplicadas por el factor de antigüedad, que se muestran en Tabla 6, los cuales afectan a la vida útil del transformador.

TABLA 3.4.: Pérdidas adicionales por antigüedad en transformadores Po Y Pu.

Antigüedad	Pérdidas adicionales por antigüedad	
	Po	Pcu
A<1977	6%	8%
1977<A<2005	0%	4%
A>2005	0%	0%

Fuente: Perdas técnicas de transformadores de distribución - Internacional Copper Association Ltda – Argentina.

Entonces las pérdidas totales son.

$$P_{total} = P_o + P_{cu} \dots (3.3)$$

Finalmente, las pérdidas de energía son.

$$E = P_{total} \times T \quad \dots (3.4)$$

E : Energía producida por las pérdidas totales.

P. total: Pérdidas totales.

T : Periodo de tiempo.

Un parámetro importante, a la hora de analizar el comportamiento de transformador es su rendimiento, el cual nos indicará su desempeño de trabajo.

Este se puede determinar con el índice de carga que es directamente proporcional a intensidad de carga e inversamente proporcional a la intensidad nominal.

$$C = \frac{I_{carga}}{I_{nominal}} \quad \dots (3.5)$$

Para que la vida útil de los transformadores no sea afectada, deben de trabajar con un porcentaje de carga comprendido entre los rangos de 62.5% al 100%.

3.6.7. GENERADORES DE VAPOR O CALDERAS.

3.6.7.1. Calentador de Agua e Incinerador.

Conocido como calderos, maquinaria que realiza un cambio de estado del agua a vapor por medio de los gases calientes producidos por combustión (diesel).

Características de calentador de agua, incinerador y grupo electrógeno.

Hospital Tipo II de la Ciudad de Ayaviri contará con:

Calentador de agua.

Tiene las siguientes características:

- Tensión: 220 V.
- Intensidad: 3 A.
- Frecuencia: 60 Hz.
- Capacidad: 250 Galones.
- Fases. 2.
- Capc./Sistema: 750 GL/HR.

Incinerador.

Tiene las siguientes características:

- Tensión 220V/60Hz TRIFÁSICO.
- Capacidad de tratamiento por ciclo 15 a 25 kg.
- Cámara y cubierta de acero inoxidable tipo AISI 304
- Con bomba de vacío, bomba de presión de agua para enfriamiento.
- Incluye triturador, compactador, generador externo de vapor y ablandador de agua.
- Con aislamiento térmico
- Indicador auditivo de fin de proceso de operación y apagado automático
- Válvula de seguridad
- Válvula de alivio
- Dispositivo de seguridad de puerta.

3.6.8. GRUPO ELECTRÓGENO DE 146 KW.

Tiene las siguientes características:

- Combustible petróleo Diesel N°2
- Potencia continua 146 kva (120 kw), como mínimo.
- Potencia stand by 165 kva (132 kw), como mínimo.
- Tensión 220 voltios trifásico.
- Interruptor termomagnético trifásico regulable de 400 a 600 amperios con desconexión por sobrecarga y corto circuito, incluye cables de fuerza conectados al alternador
- Frecuencia 60 hz
- Regulación de tensión 1.0 a 1.5 % entre vacío y plena carga
- Altura sobre el nivel del mar ver cuadro de distribución de grupos de 146 kva.
- Tipo grupo electrógeno insonorizado y encapsulado.

3.6.9. TRANSPORTE.

3.6.9.1. Conductores Eléctricos.

El transporte de energía eléctrica a los sub-tableros de distribución, se efectúa por ductos a los diferentes Servicios, con conductores de diferentes calibres (AWG).

En el transporte de Energía Eléctrica por las líneas de conducción se producen pérdidas, siendo las más importantes aquellas que se producen en la propia línea por efecto joule ($I^2 \times R$).

Estas pérdidas dependen de la naturaleza del conductor y son directamente proporcionales a la longitud, e inversamente proporcionales a la sección y varían cuadráticamente con la intensidad que circula.

Por lo tanto, son tres variables sobre las que se puede actuar para minimizar las pérdidas, a saber, el tipo de conductor empleado, su sección y las distancias hasta los puntos de consumo.

3.6.9.2. Pérdidas en los Conductores³¹.

La pérdida en los Conductores viene a ser la potencia empleada en un circuito para producir trabajo útil, pero este trabajo debe ser el más mínimo debido a que no es un trabajo útil sino más bien una pérdida de potencia.

La Potencia de las pérdidas, la podemos obtener conociendo la resistencia eléctrica de los conductores de cobre y la intensidad de corriente mediante la siguiente fórmula.

$$P = I^2 \times R \quad \dots (3.6)$$

Dónde:

P: Pérdidas por efecto joule. I: Intensidad de corriente.

R: Resistencia del conductor.

La resistencia del conductor, depende directamente a su longitud y la sección transversal. Para determinar esta resistencia se utilizará las características de los conductores

Para ello se realizarán mediciones, de la longitud del conductor y su sección, con estos datos podremos identificar el Calibre y calcular su resistencia.

Esta potencia (P) por un periodo de tiempo determinado es una energía que se disipa en forma de calor.

³¹ El ABC de las Instalaciones Eléctricas - Enríquez Harper.

Para nuestro caso estas pérdidas de energía, las determinaremos cuantificando las horas de mayor consumo, con los datos levantados en el censo de consumo de energía durante un día. Estos datos son, por cada sub-tablero de distribución. Y posteriormente se cuantifica las horas mensuales, con ello la pérdida de energía en los conductores será.

$$E = P \times \text{Horas Mensuales (kW - H)} \quad \dots (3.7)$$

Con estos valores podremos identificar los sub-tableros de distribución que tiene mayor cantidad de pérdidas.

3.6.9.3. Caídas de Tensión en los Conductores.

Las caídas de tensión se producen cuando la corriente que circula por una resistencia, que puede ser del conductor o equipo, pierde su nivel de tensión entre sus terminales debido al consumo de energía producido. Según la Relación $V=I \times R$, Ley de Ohm; Entonces la caída de Tensión es la disminución gradual de voltaje; que va soportando un sistema eléctrico.

La diferencia de voltaje entre dos puntos se le conoce como caída de voltaje, siendo perjudicial para las cargas que se encuentran en una instalación. Según el Código Nacional de Electricidad (Utilización) las caídas de Tensión permitida son; de 2.5% en los conductores alimentadores y 4% como la máxima en los alimentadores y los circuitos derivados hasta la salida o puntos más alejados del sistema. Para algunos equipos médicos quirúrgicos, la Máxima caída de tensión permisible es de $220 \pm 3\%$.

El cálculo de la caída de Tensión se realiza utilizando la siguiente fórmula:

$$\Delta V = I \times R \times \sqrt{3} \quad \dots (3.8)$$

Los valores de caída de tensión, nos indican qué circuitos se encuentran sobrecargados. Y esta variación no debe de exceder los valores mínimos permisibles.

3.6.10. REDES DE FLUIDOS TÉRMICOS.

En el transporte de energía térmica desde el punto de producción hasta los equipos de consumo, existen unas pérdidas y el objetivo a conseguir es que éstas sean mínimas.

En este caso, las pérdidas de carga son pérdidas de energía (Entalpía) vienen determinadas por la longitud y sección de los conductos, aparte de éstas pérdidas inherentes al transporte, existen otras que podríamos denominar de mantenimiento, como son las fugas de vapor.

Por último, existen otras pérdidas debidas al aislamiento que pueden ser considerables, pero corregibles con medidas de fácil amortización, con la fórmula (3.9) se puede determinar su pérdida total.

$$(Entalpia)H = h_1 - h'_1 \quad \dots (3.9)$$

Dónde:

h1: Entalpía de Salida.

h'1: Entalpía de Entrada.

3.6.10.1. Aislamiento.

Se tiene un ahorro sustancial de energía con un aislamiento adecuado en el caldero, equipos auxiliares, cabezales de vapor, tuberías, bridas, válvulas y otros accesorios. El aislante debe ser rígido y moldeado que

se adapte a la configuración del accesorio, sujetando mediante bandas metálicas o algún material que sostenga el aislante.

3.6.11. UTILIZACIÓN (CONSUMO DE EQUIPOS INSTALADOS).

En esta Fase, se analizará el consumo de energía que se tiene en cada servicio, dividiendo en grupos de consumo para analizar su representatividad del total.

Para ello se proyecta una demanda de consumo de cada servicio y sub-tablero de distribución, conociendo la carga que existe en cada uno de los ambientes y los equipos a utilizar.

Para lograr estos objetivos se realizará una tabla, con el registro de las cargas que se utilizarán en el Hospital.

TABLA 3.5.: Cuadro de cargas del primer nivel del hospital tipo II de la ciudad de Ayaviri

CUADRO DE CARGAS						
SUB TABLEROS	DESCRIPCION	PTO	P.U./PTO	POT. INST. (W)	F.D.	MAX. DEM. (W)
TD - 11	ALUMBRADO	35	72	2,520	1.00	2,520
	ALUMBRADO	17	18	306	1.00	306
	TOMACORRIENTES	61	162	9,882	0.70	6,917
	SECADORA DE MANOS	4	2200	8,800	0.80	7,040
	AUTOCLAVE ELECTRICO DE VAPOR	1	3000	3,000	0.80	2,400
	ESTERILIZADOR DE CALOR SECO	1	1500	1,500	0.80	1,200
	LAVACHATAS CON GENERADOR ELECTRICO DE VAPOR	1	1200	1,200	0.80	960
	CALENTADOR DE SOLUCIONES	1	800	800	0.80	640
	SUB TOTAL				28,008	--
TD - 12	ALUMBRADO	29	72	2,088	1.00	2,088
	ALUMBRADO	4	18	72	1.00	72
	TOMACORRIENTES	43	162	6,966	0.70	4,876
	SECADORA DE MANOS: 2 PTOS. x 2,000W/PTO.	2	2200	4,400	0.80	3,520
	SALIDA DE FUERZA (EXTRACTOR) 1.5 KW	2	1500	3,000	0.80	2,400
	SUB TOTAL				16,526	--
TD -13	ALUMBRADO	31	72	2,232	1.00	2,232
	ALUMBRADO	14	18	252	1.00	252
	ALUMBRADO LAMPARA CILIATICA	2	2000	4,000	1.00	4,000
	TOMACORRIENTES	53	162	8,586	0.70	6,010
	SECADORA DE MANOS	3	2200	6,600	0.70	4,620
	CALENTADOR DE SOLUCIONES	1	800	800	0.80	640
	AUTOCLAVE ELECTRICO	4	3000	12,000	0.80	9,600
	COCINA ELECTRICA DE HORNILLAS	2	2000	4,000	0.80	3,200
	LAVACHATAS CON GENERADOR ELECTRICO DE VAPOR	1	1200	1,200	0.80	960

	ESTERILIZADOR DE CALOR SECO	1	1500	1,500	0.80	1,200
	CALENTADOR DE AGUA FRIA Y CALIENTE	1	14000	14,000	0.80	11,200
	SUB TOTAL			55,170	--	43,914
TD - 14	ALUMBRADO	45	72	3,240	1.00	3,240
	ALUMBRADO	16	36	576	1.00	576
	ALUMBRADO	13	18	234	1.00	234
	TOMACORRIENTES	58	162	9,396	0.70	6,577
	SALIDA DE FUERZA	2	1500	3,000	0.80	2,400
	SECADORA DE MANOS	2	2000	4,000	0.80	3,200
	SUB TOTAL			20,446	--	16,227
TD - 15	ALUMBRADO	22	72	1,584	1.00	1,584
	TOMACORRIENTES	17	162	2,754	0.70	1,928
	LAVADORA INDUSTRIAL	3	2500	7,500	0.80	6,000
	SECADORA INDUSTRIAL	3	5000	15,000	0.80	12,000
	SUB TOTAL			26,838	--	21,512
TD - C	ALUMBRADO	17	72	1,224	1.00	1,224
	ALUMBRADO	5	18	90	1.00	90
	TOMACORRIENTES	18	162	2,916	0.70	2,041
	EXTRACTOR DE HUMO	2	800	1,600	0.80	1,280
	HORNO MICROONDA	2	2500	5,000	0.80	4,000
	SUB TOTAL			10,830	--	8,635

Elaboración: Propia

TABLA 3.6.: Cuadro de cargas del segundo nivel del hospital tipo ii de la ciudad de Ayaviri

CUADRO DE CARGAS						
SUB TABLEROS	DESCRIPCION	PTO	P.U./PTO	POT. INST. (W)	F.D	MAX. DEM. (W)
TD -21	ALUMBRADO	34	72	2,448	1.00	2,448
	ALUMBRADO	14	36	504	1.00	504
	ALUMBRADO	8	18	144	1.00	144
	TOMACORRIENTES	58	162	9,396	0.70	6,577
	COMPRESORA	1	1500	1,500	0.80	1,200
	AUTOCLAVE ELECTRICO DE VAPOR	2	3000	6,000	0.80	4,800
	EXTRACTOR	1	1500	1,500	0.80	1,200
	COCINA	2	2000	4,000	0.80	3,200
	SUB TOTAL			25,492	--	20,073
TD - 22	ALUMBRADO	35	72	2,520	1.00	2,520
	ALUMBRADO	3	36	108	1.00	108
	ALUMBRADO	4	18	72	1.00	72
	ALUMBRADO LAMPARA CILIATICA	1	2000	2,000	1.00	2,000
	TOMACORRIENTES	54	162	8,748	0.70	6,124
	SECADORA INDUSTRIAL	1	1500	1,500	0.80	1,200
	AUTOCLAVE ELECTRICO DE VAPOR	2	3000	6,000	0.80	4,800
	SECADORA DE MANOS	2	2200	4,400	0.80	3,520
	LAVACHATAS CON GENERADOR ELECTRICO DE VAPOR	1	1200	1,200	0.80	960
	ESTERILIZADOR DE CALOR SECO	1	1500	1,500	0.80	1,200
	COCINA	1	2000	2,000	0.80	1,600
	SUB TOTAL			30,048	--	24,104

Elaboración: Propia

TABLA 3.7.: Cuadro de cargas del tercer nivel del hospital tipo II de la ciudad de Ayaviri

CUADRO DE CARGAS						
SUB TABLEROS	DESCRIPCION	PTO	P.U./PTO	POT. INST. (W)	F.D.	MAX. DEM. (W)
TD - 31	ALUMBRADO	28	72	2,016	1.00	2,016
	ALUMBRADO	2	20	40	1.00	40
	ALUMBRADO	42	18	756	1.00	756
	TOMACORRIENTES	52	162	8,424	0.70	5,897
	SECADORA DE MANOS	1	2200	2,200	0.80	1,760
	AUTOCLAVE ELECTRICO DE VAPOR	2	3000	6,000	0.80	4,800
	SUB TOTAL				19,436	--
TD - 32	ALUMBRADO	30	72	2,160	1.00	2,160
	ALUMBRADO	3	36	108	1.00	108
	ALUMBRADO	37	18	666	1.00	666
	TOMACORRIENTES	54	162	8,748	0.70	6,124
	SECADORA DE MANOS	1	2200	2,200	0.80	1,760
	LAVACHATAS CON GENERADOR ELECTRICO DE VAPOR	1	1200	1,200	0.80	960
	AUTOCLAVE ELECTRICO DE VAPOR	1	3000	3,000	0.80	2,400
	SUB TOTAL				18,082	--

Elaboración: Propia

TABLA 3.8.: Cuadro de cargas ambientes faltantes del hospital tipo II de la ciudad de Ayaviri

CUADRO DE CARGAS						
SUB TABLEROS	DESCRIPCION	PTO	P.U./PTO	POT. INST. (W)	F.D.	MAX. DEM. (W)
SS.EE.	ALUMBRADO	13	72	936	1.00	936
	ALUMBRADO	1	36	36	0.70	25
	TOMACORRIENTES	11	162	1,782	0.80	1,426
	SUB TOTAL				2,754	--
TAA	EC-01 2(3/4 HP)	2	560	1,120	0.80	896
	FC-01 2(1 1/2 HP)	2	1119	2,238	0.80	1,790
	UE-08 (1 HP)	1	746	746	0.80	597
	FC-10 2(1/2 HP)	1	746	746	0.80	597
	SUB TOTAL				4,850	--
ASCENSOR 11 HP				8,206	0.80	6,565

Elaboración: Propia

El objetivo principal es para determinar los grupos de equipos con mayor consumo.

Para el análisis de la energía térmica se tomaron en cuenta las medidas de:

- Presión y temperatura a la salida del calentador de agua.
- Presión y temperatura a la entrada de los equipos de consumo.
- Consumo de combustible (valores comparativos con meses anteriores).

3.6.12. PÉRDIDAS Y OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA.

En esta sección se cuantifica la suma total de pérdidas generadas en los diferentes procesos del uso de la energía.

Una vez determinadas las pérdidas, se puede proponer las alternativas más significativas, para minimizar estas pérdidas y optimizar el consumo de energía eléctrica.

A Su vez con el diagnóstico realizado y la medición de los parámetros eléctricos es posible dar alternativas de racionalización de la energía y la optimización del sistema eléctrico y térmico, según la normatividad vigente, para el mejoramiento de las instalaciones.

Procesada y analizada la información; se podrá obtener curvas de consumos individuales de los equipos o elementos, para así poder determinarlos cuales son las de mayor consumo.

Dichas curvas se analizarán individualmente para verificar si existen pérdidas energéticas técnicas o no técnicas, de ésta manera poder realizar las mejoras necesarias de las instalaciones eléctricas o térmicas. Se deben tener en cuenta las inversiones económicas para tomar una decisión de ahorro energético, clasificándolas en operaciones o medidas de implementación, racionalización y mantenimiento.

CAPÍTULO IV

IV. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. SITUACIÓN ACTUAL DEL HOSPITAL TIPO II DE LA CIUDAD DE AYAVIRI.

4.1.1. DIAGNÓSTICO GENERAL.

La infraestructura física e instalación de servicios básicos se encuentran operativas con una serie de deficiencias y averías, sin intervenciones de mejoras, por la no disponibilidad de presupuesto, cabe destacar que el proyecto ya tiene parado más de 10 años. Por lo que la intervención requiere en calidad de relacionamiento integral.

Los diferentes Servicios se fueron deteriorando conforme paso el tiempo y en todo este tiempo de para no se intervino para nada en ninguna de las instalaciones electromecánicas.

El equipamiento del Hospital Tipo II de la Ciudad de Ayaviri aún no se realizó por la falta de las instalaciones electromecánicas para lo cual se tiene que hacer un buen diagnóstico de dicho nosocomio.

4.1.2. INSPECCIÓN VISUAL.

Para establecer la forma óptima de búsqueda de la información, se comenzará por la inspección global del hospital general, con previo estudio y verificación de los expedientes anteriores y en particular al expediente actual los cuales nos proporcionó mayor información sobre el estado actual del sistema eléctrico, térmico y mecánico (gases medicinales) y su respectiva tubería de distribución.

Con esta visita se pudo determinar cómo se encuentran las instalaciones eléctricas, mecánicas y térmicas, y así elaborar los diagramas unifilares correspondientes; dicha información también fue proporcionada. El diagrama unifilar eléctrico, mecánico y térmico nos sirve como punto de partida y guía para seguir profundizando en la toma de datos, pruebas y mediciones que permitan ver el comportamiento del uso de energía.

En la inspección Visual que se realizó a las instalaciones de este nosocomio se pudo constatar la precariedad de algunos Servicios, entre los más notables podemos citar:

No cuenta con algunas instalaciones electromecánicas en gran parte de la obra, las instalaciones eléctricas no cumplen con los parámetros que se requiere, al igual que las instalaciones mecánicas como sistema de gases medicinales en esta las tuberías de cobre están en su gran parte con averías y fugas, el sistema de aire acondicionado los ductos están de igual manera deteriorados no están aislados completamente, los sistemas de bombeo aún no están instaladas. (Ver Fotos Anexo 01).

4.2. SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL HOSPITAL TIPO II DE LA CIUDAD DE AYAVIRI.

4.2.1. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ELÉCTRICO.

El Sistema eléctrico, se encuentra en el mismo estado que el resto de la infraestructura, sus instalaciones interiores datan desde su ejecución en principio, y las instalaciones de los alimentadores a tableros aún no se encuentran ejecutadas por lo que en este punto se harán las mejoras que correspondan.

Se pudo constatar la mala distribución y cálculo de las dimensiones de los conductores y a la vez el mal material que se instaló en las redes interiores los cuales no cumplen con lo que se dice la norma.

Como prioridad fue necesario identificar la disposición de los sub-tableros eléctricos con los ambientes y servicios que brindara el hospital. Y realizar un diagrama unifilar, con la inspección de las instalaciones eléctricas.

En la siguiente tabla 4.1, se muestra los diferentes servicios y los sub-tableros de distribución, con los cuales son alimentados.

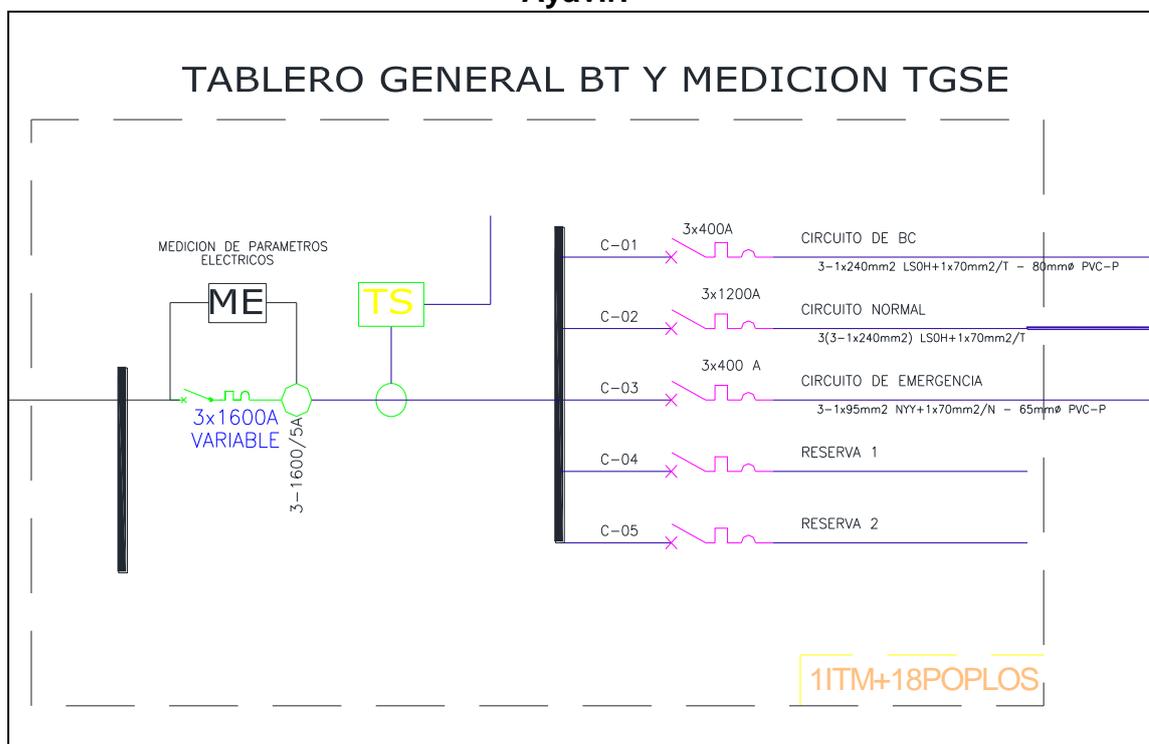
TABLA 4.1.: Disposición de los servicios y los sub-tableros de distribución.

UBICACIÓN DE T.D. DEL HOSPITAL TIPO II DE LA CIUDAD DE AYAVIRI	
SUB TABLEROS	DESCRIPCIÓN
TD - 11	Admisión, Cuarto de policía, Unidad de reanimación, Observación pediatría, Observación varones y mujeres, Oficina de enfermería, Dormitorio de guardia, Esterilización rápida, Tópico medicina 1,2; Tópico gineceo-obstetra, Tópico pediatría.
TD - 12	Oficina, Sala de ecografía, Sala de rayos X, Lectura de placas, Cuarto oscuro, Hall de ingreso, Archivo, Cuarto de instalaciones.
TD - 13	Sala de esterilización, Jefatura, Admisión, Esterilización rápida, Estación de enfermeras, Cuarto limpio y sucio, Sala de recuperación, Sala de operaciones 1 y 2.
TD - 14	Sala de espera, SS. HH., Medicina 1y2, Pediatría 1y2, Dental, Farmacia, Tópico, Deposito, Triage, Ginecología 1y2, Cirugía, Vestidores.
TD - 15	Lavandería, Lavado planchado, Cuarto de clasificación, Cuarto de costura, SS. HH., Vestidores.
TD - C	Cocina, Comedor, Despensa, Dietista.
TD - 21	Star personal, Banco de sangre, Laboratorio de microbiología, Laboratorio de Bioquímica, Laboratorio de hematología, Lavado y esterilización, Compresor, SS. HH., Espera de laboratorio, Toma de muestra, Sala de conservación, Oficina.
TD - 22	Estación de enfermeras, Sala de dilatación, Sala de cesáreas, Esterilización rápida, Sala de partos, Atención del recién nacido, Sala de recuperación, Anestesiología.
TD - 31	Habitación de medicina 1, 2, 3, 4, 5, 6; SS. HH., Estación de enfermaras, Tópico, Habitación pediatría 1y2.
TD - 32	Estación de enfermeras, Cuarto limpio y sucio, Atención de neonatología, Atención de ginecología 1y2, Habitación obstétrica 1y2, Habitación obstétrica 1y2, Habitación de cirugía 1y2, Habitación de aislado.

Elaboración: Propia

En la siguiente figura se muestra el diagrama Unificar con la disposición actual de los tableros general, sub-tableros como tableros de emergencia.

Fig. 4.1.: Diagrama unifilar del hospital tipo II de la ciudad de Ayaviri



4.2.2. INSPECCIÓN VISUAL.

El Hospital Tipo II de la Ciudad de Ayaviri, se encuentra paralizada desde a hace más de 10año lo cual a simple vista todas las instalaciones electromecánicas están ya deterioradas por falta de uso y mala instalación.

La subestación de 10/0.20 KV. Consiste en celda de llegada, con interruptor en media tensión, apertura sin carga con fusibles, celda de transformación que contiene un transformador de potencia de 500 KVA.

El Hospital contara con un Suministro en Media Tensión en 10 KV. Tarifa MT2. Acometida aérea en un tramo y subterránea en el otro hasta el ingreso a la subestación. Desde las redes de la Empresa concesionaria ELECTRO PUNO S.A.A.

El grupo electrógeno será de 146 KW, su sistema de transferencia deberá de ser lo más óptimo posible, puesto que el ambiente para dicho electrógeno ya cuenta con la adecuada infraestructura.

El Tablero General de baja tensión aún no está instalado por la falta de cálculos justificativos, de la misma manera aun los conductores de alimentación a los tableros no están tendidos por la falta de cálculos de demanda eléctrica.

Las bombas de Agua, aún no están instaladas esto a una variación de tubo de impulsión donde en el antiguo expediente solo está por medio de electrobombas, el cual no será muy óptimo puesto que variarán las presiones en los diferentes ambientes a instalarse.

4.2.3. POTENCIA INSTALADA Y CONSUMO DE ENERGÍA.

Para determinar la Potencia Instalada y el consumo de energía de los equipos en el hospital, se realizó un censo de consumo en todos los servicios que se tendrá, para ello se verifico los ambientes ya instalados en la obra.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

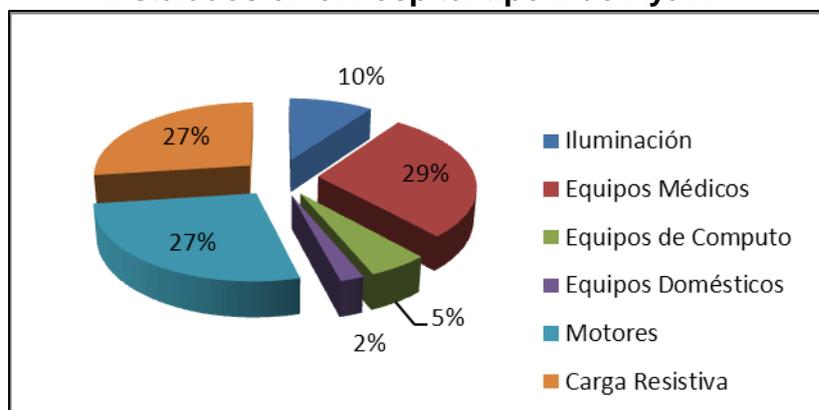
TABLA 4.2.: Potencia instalada en el hospital tipo II de la ciudad de Ayaviri

ITEM	EQUIPOS INSTALADOS	CANT.	POTENCIA (kW)
1	Iluminación	649	41.5
2	Equipos Médicos	250	139.7
3	Equipos de Computo	150	26.54
4	Equipos Domésticos	55	10.51
5	Motores	51	132.8
6	Carga Resistiva	44	133.27
TOTAL		1199	484.32

Elaboración: Propia

En la siguiente figura se muestra el porcentaje de representatividad de cada grupo de equipos instalados en el Hospital.

Fig. 4.2.: Porcentaje de representatividad de los equipos instalados en el hospital tipo II de Ayaviri.

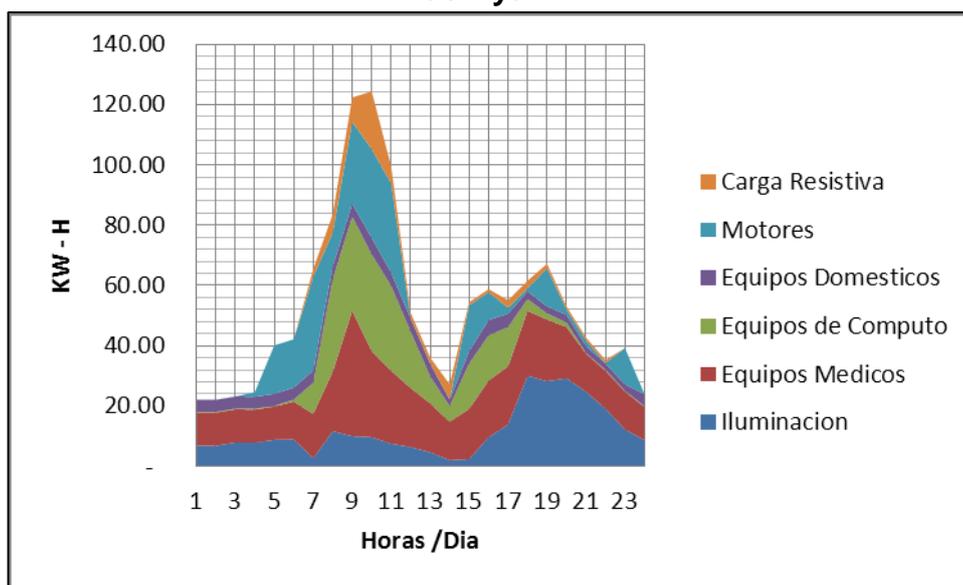


Elaboración: Propia.

En las figuras 4.2, podemos distinguir, que las cargas más representativas son; los equipos médicos 29%, cargas resistivas 27% e iluminación 27%. Con esta información se puede dar ya una referencia, que estos tres grupos son potenciales consumidores de energía eléctrica en el Hospital. Esta afirmación será corroborada con los resultados del censo de consumo.

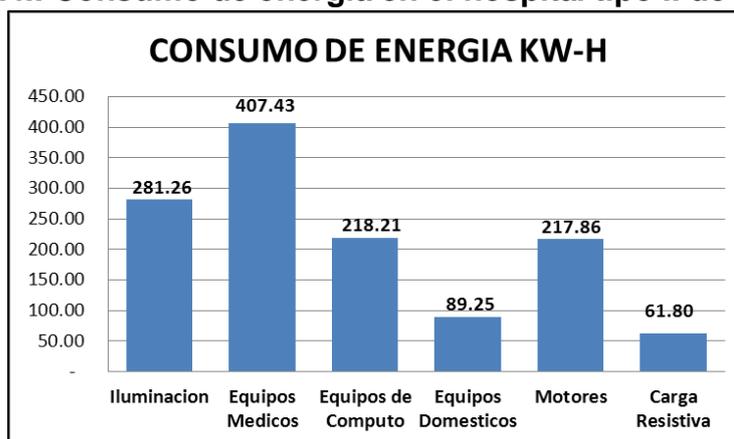
En el Figura 4.3, se muestra la tendencia del consumo de energía por cada grupo de equipos instalados, en un día y en la figura 4.4, podemos ver el consumo total de energía de estos equipos en el día.

Fig. 4.3.: Tendencia del consumo de energía en el hospital tipo II de Ayaviri



Elaboración: Propia.

Fig. 4.4.: Consumo de energía en el hospital tipo II de Ayaviri



Elaboración: Propia.

De la Figura 4.4, podemos notar claramente que los equipos de mayor consumo de energía son: los equipos médicos, Luminarias y equipos de cómputo. Por lo que será necesario racionalizar y optimizar el consumo en estos tres grupos potenciales.

4.3. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS ELÉCTRICOS DEL HOSPITAL TIPO II DE LA CIUDAD DE AYAVIRI.

Los Puntos de mayor consumo de energía en el Hospital, donde se tuvo mucho énfasis fueron: el Transformador de Baja Tensión y Los Sub-tableros de Distribución.

En el Transformador en el lado de baja tensión, se realizó los cálculos respectivos. Los parámetros medidos en este punto son: Frecuencia, Tensión de Línea, Intensidad de Corriente por fase, Potencia Activa, Potencia Reactiva, Potencia Aparente y Factor de Potencia. Con los valores de potencia se determinó el consumo de energía.

4.3.1. RESULTADOS DE CÁLCULOS EN EL TABLERO GENERAL DE BAJA TENSIÓN.

FRECUENCIA.

En la siguiente tabla, se muestra los valores más representativos obtenidos.

TABLA 4.3.: Consumo de energía en el hospital tipo II de Ayaviri

MEDIDAS DE TENDENCIA	FRECUENCIA	
	Hz	ΔF_k (%)
VALOR MÁXIMO	60.420	0.700%
VALOR MÍNIMO	59.080	-1.533%
PROMEDIO	59.996	-0.007%

Elaboración: Propia.

De la Tabla 4.3 y la Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos (Variaciones Sostenidas ± 0.6 %; Variaciones Súbitas 1 Hz), vemos que las fluctuaciones de la frecuencia no son súbitas, se puede decir que el suministro fue de buena calidad.

TENSIÓN.

En la siguiente tabla, se muestra los valores más representativos de los cálculos realizados.

TABLA 4.4.: Valores representativos de la tensión.

MEDIDAS DE TENDENCIA	U (12)	U (23)	U (31)
	V	V	V
VALOR MAXIMO	232.000	231.600	229.200
VALOR MINIMO	206.600	206.200	203.800
PROMEDIO	223.293	222.431	220.287
Max Δ V %	5.455%	5.273%	4.182%

Elaboración: Propia

En la tabla 4.4 y Según la Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos (5% a Nivel de Suministro en sistemas urbanos) podemos apreciar que existe una caída de tensión en las horas comprendidas de 14:00pm a 17:00pm siendo las máximas caídas del 5.455%, 5.273% y 4.182% Con respecto a la tensión nominal de 225 V del transformador. Esto se debe al fuerte ingreso de carga en ese periodo y al desbalance de corrientes, que se produce durante esa hora.

INTENSIDAD DE CORRIENTE.

En la siguiente tabla, se muestra los valores más representativos de las mediciones realizadas.

TABLA 4.5.: Valores representativos de la corriente.

MEDIDAS DE TENDENCIA	I1(R)	I2 (S)	I3 (T)
	KA	KA	KA
VALOR MAXIMO	3.040	3.053	3.027
VALOR MINIMO	0.019	2.288	1.997
PROMEDIO	2.367	2.787	2.690

Elaboración: Propia.

De la tabla 4.5, podemos indicar que existe un desbalance de carga, durante el día, la Fase R, tiene sobrecarga. La mayor sobrecarga será desde las 10:00am hasta 22:00pm, siendo la Fase R, la que tiene una baja

concentración de Carga. Se debe identificar los servicios producen este desbalance.

POTENCIA.

En la siguiente tabla, se muestra los valores más representativos de estas mediciones.

TABLA 4.6.: Valores representativos de potencia activa, reactiva y aparente.

MEDIDAS DE TENDENCIA	kW Total	kVAR	kVA
	kW	Kvar	kVA
VALOR MÁXIMO	508.800	1049.500	1125.000
VALOR MÍNIMO	3.200	0.000	207.300
PROMEDIO	51.889	51.889	51.889

Elaboración: Propia.

Se puede notar que los picos de consumo de energía se producen en los periodos de 10:30am - 13:30pm y 14:30pm – 15:30pm del día. Es así que también dentro de estos periodos la potencia reactiva es elevada. En Tabla 17, podemos notar que la potencia aparente máxima registrada es de 1125.00 kVA (periodo corto), siendo solamente el 45.0% de la potencia nominal del Transformador (500 kVA). Que viene trabajando ineficientemente y sobrecargado.

FACTOR DE POTENCIA ($\cos\phi$).

En la siguiente, se muestra el comportamiento los valores obtenidos, para el factor de potencia ($\cos\phi$). En el cuadro 4.8 se muestra los valores más representativos de estas mediciones.

TABLA 4.7.: Valores representativos del factor de potencia.

MEDIDAS DE TENDENCIA	PF Total
	Cosφ
VALOR MÁXIMO	1.000
VALOR MÍNIMO	0.010
PROMEDIO	0.492

Elaboración: Propia.

Dela tabla 4.7, se puede notar que en promedio los valores del factor de potencia son de 0.492, por lo que será necesario corregir este factor en el tablero general, debido a que se encuentra por debajo del 0.958. En la figura 5.8, podemos notar que el factor de potencia baja en los periodos de 10:30 am a 12:30 m y las 14:00 pm a 15:00 pm, esto debe principalmente al mayor uso de los motores eléctricos en la casa de fuerza y las luminarias fluorescentes.

ENERGÍA.

Los valores de energía fueron obtenidos a partir de la potencia registrada. En la siguiente tabla, se muestra los valores más representativos.

TABLA 4.8.: valores representativos de energía activa, reactiva y aparente.

MEDIDAS DE TENDENCIA	kW-H Total	kVAR -H Total	kVA-H Total
	kW-H	kVAR -H	kVA-H
VALOR MAXIMO	84.790	187.490	174.920
VALOR MINIMO	0.530	34.550	0.000
PROMEDIO	7.170	47.321	47.321
CONSUMO TOTAL EN UN DIA	1032.537	16358.873	6814.187
CONSUMO TOTAL EN UN MES	30976.114	114512.110	47699.310

Elaboración: Propia.

En la tabla 4.8, podemos notar claramente que la energía reactiva generada durante un mes es alta, siendo 114512.110 KVARh de la potencia activa. Con estos valores se afirma que es necesario realizar una compensación de energía reactiva.

El consumo promedio de energía durante un mes de 30,976.114 kW-H, este valor se encuentra dentro de los rangos.

4.3.2. RESULTADOS DE LAS MEDICIONES REALIZADAS EN LOS SUBTABLEROS DE DISTRIBUCIÓN.

En la siguiente tabla, se presenta los valores obtenidos de corriente, tensión y también se tomó las medidas del diámetro del conductor a la llegada de cada sub-tablero de distribución.

TABLA 4.9.: Valores de corriente y tensión de los sub-tableros de distribución.

STD	Calibre de Conductor AWG	Diámetro Aproximado de Conductor TW	Longitud TG-STD (m)	Nivel de Tensión (V)		$\Delta V \%$	Intensidad de Corriente (A)	
TD-11	AWG - 8	3.28	5.40	V(rs)	218	0.33%	I (r)	48.00
	AWG - 8	3.28	5.40	V(st)	217	0.32%	I (s)	46.60
	AWG - 8	3.28	5.40	V(rt)	214	0.25%	I (t)	35.40
TD-12	AWG - 8	3.28	16.50	V(rs)	216	0.74%	I (r)	34.70
	AWG - 8	3.28	16.50	V(st)	212	0.72%	I (s)	34.00
	AWG - 8	3.28	16.50	V(rt)	211	0.77%	I (t)	36.10
TD-13	AWG - 8	3.28	38.25	V(rs)	215	1.71%	I (r)	34.70
	AWG - 8	3.28	38.25	V(st)	209	1.57%	I (s)	31.90
	AWG - 8	3.28	38.25	V(rt)	210	1.61%	I (t)	32.70
TD-14	AWG - 8	3.28	52.25	V(rs)	213	3.41%	I (r)	50.74
	AWG - 8	3.28	52.25	V(st)	219	3.26%	I (s)	48.60
	AWG - 8	3.28	52.25	V(rt)	216	3.28%	I (t)	48.84
TD-15	AWG - 8	3.28	81.42	V(rs)	218	5.28%	I (r)	50.50
	AWG - 8	3.28	81.42	V(st)	216	5.07%	I (s)	48.50
	AWG - 8	3.28	81.42	V(rt)	212	1.12%	I (t)	10.70
TD-21	AWG - 8	3.28	78.59	V(rs)	213	5.17%	I (r)	51.20
	AWG - 8	3.28	78.59	V(st)	214	5.26%	I (s)	52.12
	AWG - 8	3.28	78.59	V(rt)	214	3.97%	I (t)	39.30
TD-22	AWG - 3/0	11.95	54.38	V(rs)	222	0.13%	I (r)	19.12
	AWG - 3/0	11.95	54.38	V(st)	221	0.11%	I (s)	16.51
	AWG - 3/0	11.95	54.38	V(rt)	224	0.13%	I (t)	18.38
TD-31	AWG - 8	3.28	27.65	V(rs)	218	0.29%	I (r)	8.10
	AWG - 8	3.28	27.65	V(st)	221	0.02%	I (s)	0.50
	AWG - 8	3.28	27.65	V(rt)	222	0.28%	I (t)	7.90

TD-32	AWG - 8	3.28	34.55	V(rs)	217	0.51%	I (r)	11.60
	AWG - 8	3.28	34.55	V(st)	219	0.39%	I (s)	8.70
	AWG - 8	3.28	34.55	V(rt)	222	0.47%	I (t)	10.60

Elaboración:Propia.

En la tabla 4.9, se puede notar que existe dos Sub-tableros, que se encuentran sobrecargados, debido a que, en su trayecto, sus circuitos fueron modificados. Los ambientes del Servicio de Quirófano se encuentran sobrecargados y en los servicios de Sala de Esterilización se realizó ampliaciones de área, generando el incremento de carga no estimada inicialmente.

Los servicios con mayor concentración de carga son; Quirófano y Sala de Esterilización con intensidades de corriente promedio de; 50.50 y 51.20 Amperios respectivamente.

Por lo que se debe refaccionar las instalaciones desde las salidas del tablero general a cada Subtablero de distribución. En la posterior sección se determinará las pérdidas de energía que se produce con la actual configuración.

Según el Código Nacional de Electricidad, sistemas de Utilización, la Caída Máxima permisible en los circuitos alimentadores y finales es de 4%, por lo que los Tableros TD-15, TD-21, vienen incumpliendo la norma.

4.4. ALTERNATIVAS DE OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL HOSPITAL TIPO II DE LA CIUDAD DE AYAVIRI.

Para el análisis de las alternativas de optimización del consumo de energía seguiremos el modelo planteado en el capítulo III.

4.4.1. SUMINISTRO O ALMACENAMIENTO.

En la siguiente tabla, se muestra los valores más significativos del consumo mensual de energía.

TABLA 4.10.: Valores representativos del consumo de energía.

VALORES DE TENDENCIA	Energía Activa Total (kW-H)	Energía Activa en Horas Punta (kW-H)	Energía Activa en Horas Fuera de Punta (kW-H)	Energía Reactiva (kVAR)	VALOR COSTO S/.	Costo kW- H (S/.)
Valores Máximos	50640.000	10020.000	40620.000	0.000	12616.250	0.340
Valores Mínimo	39960.000	7680.000	32280.000	0.000	11001.810	0.280
Promedio	44910.000	8620.000	36290.000	0.000	11786.371	0.320

Elaboración: Propia.

En la tabla 4.10, podemos apreciar que el consumo, en promedio es de 44,910.00 kW-H al mes, lo que representa en S/. 11,786.371. Y la energía calcula a partir del analizador de redes es de 30,976.114 kW-H, siendo la diferencia de 13,933.886 kW-H y el error de 31.03%. Garantizándonos que sus datos son confiables.

Los valores de energía reactiva no tienen significancia, siendo menores que el 30% de la energía activa, es por ello que no se llega a facturar.

En las Figuras de Consumo de energía, vemos que la tendencia es de una ligera subida, donde los valores máximos alcanzados son en los meses de junio, agosto y Setiembre. El costo promedio de kW-H cobrado mensualmente es de S/. 0.32, este valor será muy necesario para determinar el costo de las pérdidas de energía.

4.4.2. TRANSFORMACIÓN.

Las pérdidas en el transformador son la suma de sus componentes en vacío (P_{fe}) y a plena carga (P_{cu}).

Según la metodología planteada en el capítulo III, realizaremos el cálculo, para las 10:06 am (Hora de mayor consumo) del día 24 de Julio del 2014. Así tenemos de la ecuación 3.1

$$P\% = \left(\frac{3040.00}{1375.00} \right)^2 = 4.88$$

De la ecuación 3.2:

$$P_{cu} = 4.88 \times 6000W = 29328.72W$$

De la ecuación 3.3 tenemos:

$$P_{total} = 1400 + 29328.72 = 30728.72$$

Luego como el transformador instalado en el Hospital, data del año 1995, los factores de antigüedad son; P_o (0%) y P_{cu} (4%), siendo estos factores, las pérdidas adicionales por antigüedad. Por lo tanto, las Pérdidas Totales serán.

$$P_{total} = 30728.72 + 1400(0\%) + 29328.72(4\%) = 31901.87Watts$$

Luego aplicando la ecuación 3.4 para determinar la energía en un minuto tenemos (tiempo de registro del analizador de redes).

$$E = 31901.87 \times 1\text{min} = 31901.87W \times 0.0166\text{Hrs} = 531.81W - H$$

$$E = 0.531kW - H$$

Para determinar el rendimiento que tiene el transformador, aplicamos la ecuación 3.5

$$C = \frac{3040.00}{1375.00} = 22.109\%$$

El detalle de los resultados calculados se encuentra en el anexo 03(con los registros del analizador de redes). Y En la Figura 4.12, se muestra la tendencia de estos resultados.

En tablas 4.11 y 4.12, se muestra los valores más representativos de los resultados obtenidos para las pérdidas del transformador para un día.

TABLA 4.11.: Valores representativos de las pérdidas en el transformador

MEDIDAS DE TENDENCIA	I	C	Perdidas	P (cu)	P (0)	P totales	P totales+ F.A.	Energía
	Prom. (r-s-t)	%	%	W	W	W	W	W
VALOR MÁXIMO	3040.00	22.11%	3.08%	29,328.72	1,400.00	30,728.72	31,901.87	531.81
VALOR MÍNIMO	19.00	3.94%	0.15%	1.15	1,400.00	1,401.15	1,401.19	23.36
PROMEDIO	2367.00	7.51%	0.64%	17,780.43	1,400.00	19,180.43	19,891.65	331.59

Elaboración: Propia.

TABLA 4.12.: Pérdidas totales.

MEDIDAS DE TENDENCIA	Energía. (kW-H)
PERDIDAS TOTALES EN UN DIA (kW-H)	153.78
PERDIDAS TOTALES EN UN MES (kW-H)	4,613.40

Elaboración: Propia.

De los resultados finales podemos apreciar que, las pérdidas totales de energía en el transformador son de 4613.40 kW-H/mensuales. Siendo este valor el 33.10% del consumo total en el mes.

Y en la tabla 4.12, vemos que el valor máximo calculado para el índice de carga (C) es igual de 22.11%, lo que nos indica que el transformador viene trabajando por debajo del 50% de su rendimiento y se encuentra sobredimensionado. Y según los registros de consumo de hace tres años atrás, podemos decir que el transformador siempre trabajó en promedio con este rendimiento, sin aprovechar la capacidad que tiene.

4.4.3. TRANSPORTE.

Para determinar las pérdidas de energía en los conductores, utilizaremos las ecuaciones 3.7, 3.8. De Capítulo III. Con los valores de corriente medidos en cada sub tablero de distribución. Y la resistencia, calculada con características de los conductores. y los datos de; longitud del conductor y sección transversal.

Tomaremos como ejemplo, los datos del STD-05

El diámetro aproximado del conductor es de 3 mm y su longitud de 81.42m, entonces según las características de los conductores, su calibre es AWG-12 y la resistencia 2.06 Ω /km. De lo cual tenemos.

$$R = 2.06 \frac{\Omega}{\text{km}} \times 81.42 \times \frac{1\text{km}}{1000\text{m}} = 0.168\Omega$$

Reemplazamos los valores de corriente y resistencia en la ecuación 3.7 tenemos.

$$P = 50.50^2 \times 0.168\Omega \times \frac{1\text{kw}}{1000\text{w}} = 0.428\text{kW}$$

Para el cálculo de la energía se tomó en cuenta la información del censo de consumo realizado para este subtablero. Siendo el tiempo de mayor consumo aproximadamente de, 2Hrs diarias y 60 Hrs. semanales, entonces tenemos.

$$E = 0.428 \times 60 = 25.71(\text{kW} - \text{H})/\text{mensuales}$$

La caída de tensión la calculamos a partir de la ecuación 3.9

$$\Delta V = 50.50 \times 0.168 \times \sqrt{3} = 14.69V$$

$$\Delta V = 6.6\%$$

En la siguiente tabla se muestran los valores de tendencia de estos resultados.

TABLA 4.13.: Valores representativos de las pérdidas en conductores.

MEDIDAS DE TENDENCIA	Long. TG-STD (m)	Intens. de Corriente (A)	Resist. (Ω)	Perd. de Pot. (kW)	ΔV Calc.	$\Delta V\%$ Calc.	Hrs/día	Hrs/mes	Perd. Kw-H/mes
VALOR MAXIMO	81.42	52.12	0.1677	0.44	11.62	5.28%	10.00	300.00	83.13
VALOR MINIMO	5.40	0.50	0.011	0.00	0.04	0.02%	2.00	60.00	0.00
PROMEDIO	43.22	30.96	0.0778	0.1197	3.76	1.71%	4.33	130.00	15.58

Elaboración: Propia.

TABLA 4.14.: Pérdidas totales de energía en los conductores.

MEDIDAS DE TENDENCIA	Perdidas (KW-H/mes)
VALOR MAXIMO	83.13
VALOR MINIMO	0.00
PROMEDIO	15.58
VALORES TOTALES	2,523.90

Elaboración: Propia.

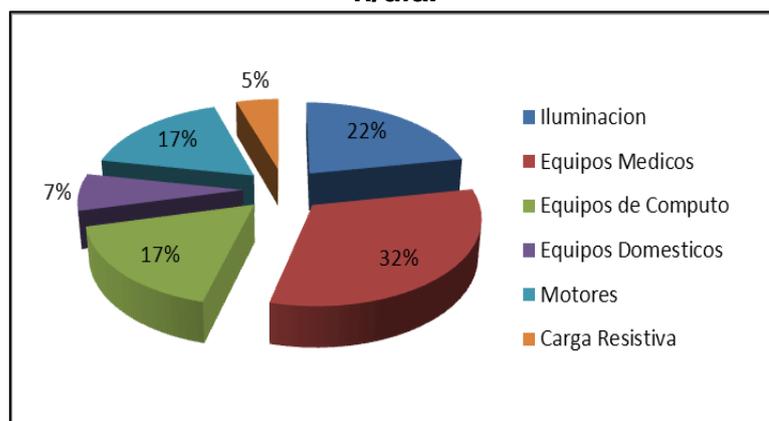
En la tabla 4.14, se puede ver que las pérdidas totales son de 2,523.90 kW- H/mes, siendo en 18.11% del consumo total.

También se puede apreciar que los sub-tableros: TD-12, TD-13 son los que tienen mayor consumo, porque se encuentran sobrecargados, en los circuitos que derivan a los Sub-tableros TD-11 y TD-14. Las corrientes exceden a la nominal de conductor. Esto se debe a que sus circuitos fueron sobrecargados con los servicios de; Quirófano y Sala de Esterilización.

4.4.4. UTILIZACIÓN (CONSUMOS DE EQUIPOS INSTALADOS).

Como pudimos ver en las figuras anteriores los consumos de energía se centran en los equipos médicos, Iluminación, equipos de cómputo y motores. Siendo la distribución porcentual como se muestra en la siguiente figura.

Fig. 4.5.: Tendencias porcentuales del consumo de energía kw-h/día.



Elaboración: Propia.

Por lo que son estos cuatro grupos en los que se deben reducir el consumo de energía. En los casos de los equipos médicos, equipos de cómputo y motores los ahorros más significativos se pueden dar concientizando al personal con buenas prácticas en el óptimo uso de estos equipos.

En el caso de Iluminación (22%), realizaremos un análisis, de reemplazo por otros de menor consumo, pero de igual potencia lumínica.

Antes de empezar el análisis del consumo de energía, debemos verificar si los resultados del censo se aproximan al registro realizado por el analizador de redes. Para ello compararemos ambos resultados y aplicaremos un factor de corrección a los resultados obtenidos en el censo de consumo, debido a que estos se hicieron con el tiempo fijado en una hora, mientras que el analizar registro los datos a cada minuto siendo más fiables y a su vez este se aproxima a los valores del estado de cuenta corriente del Hospital, proporcionado por Electro Puno S.A.A.

En la siguiente tabla, se muestra los valores obtenidos y el factor de corrección ajustado.

TABLA 4.15.: Valores obtenidos para la energía activa.

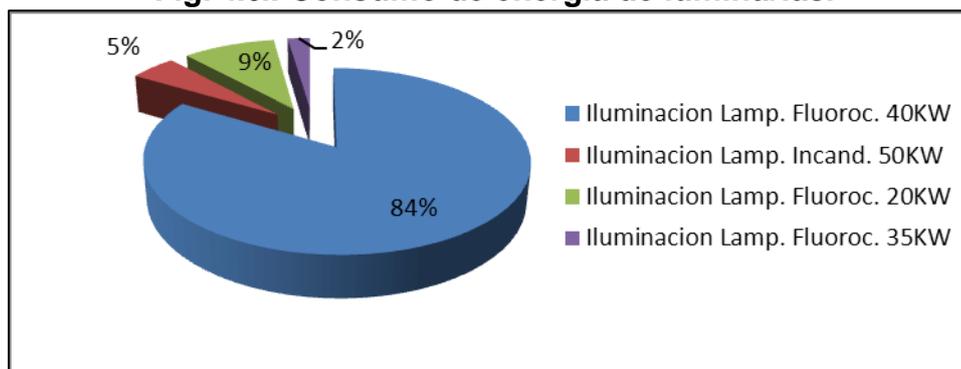
RESUMEN DE ENERGIAS OBTENIDAS	
ENERGIA TOTAL - CENSO DE CONSUMO (kW-H/día)	1,275.81
ENERGIA TOTAL - REGISTRADO POR ANALIZADOR DE REDES (kW-H/día)	1,032.53
ERROR (%)	23.56%
FACTOR DE CORRECCIÓN	0.574
ENERGIA CORREGIDA - CENSO DE CONSUMO (kW-H/día)	1,032.83
ERROR CORREGIDO (%)	0.03%

Elaboración: Propia.

De este cuadro tenemos, que debemos ajustar los valores de censo de consumo en 0.574 unidades.

Con esta premisa, se efectúa el resumen del consumo de las luminarias. En la figura 4.6, podemos apreciar la potencia instalada de las luminarias y el consumo de energía dentro del día.

Fig. 4.6.: Consumo de energía de luminarias.



Elaboración: Propia.

En la figura 4.6, vemos que la carga más significativa, son las luminarias fluorescente de 40W, con una cantidad de 890 unidades que representan el 84.0 % de la Iluminación, siendo el consumo promedio de 197.92kW-H/día. Y 5,937.6 kW-H/mes.

En el año 2008, el gobierno, emitió el decreto supremo N° 034-2008-EM “Ley de Promoción del uso Eficiente de la Energía”, en el cual fomenta el reemplazo de luminarias fluorescentes lineales de 40 W T12 (tubos gruesos) por lámparas fluorescentes lineales de 36 W T8 (tubos delgados). Así mismo

el cambio de los reactores electromagnéticos por balastos electrónicos. Según lo constatado en las instalaciones de Hospital Tipo II de Ayaviri, vemos que en su gran mayoría las lámparas fluorescentes de 40W todavía permanecen en uso.

En esta sección analizaremos el cambio de las luminarias fluorescentes 40W T12 a fluorescentes 36W T8. Y el cambio de las luminarias incandescentes 50 W por lámparas ahorradoras de 20 W.

En el siguiente cuadro vemos las características de ambas luminarias.

Características de las lámparas Fluorescentes

	TLT 40W/20W (tubo grueso)	TLD STD 36w/18w Serie 54	Eco Master 36w/18w Serie 80 New Generation
Flujo Luminoso	2500	2500	3250
IRC	70	70	85
Tonalidad de luz	Luz día	Luz Día	Luz Día Luz Blanca neutra Luz Cálida
Vida	8000 horas	8000 horas	12000 horas
Depreciación de flujo	30%	30%	5-10%

Fuente: Guía de uso eficiente de la energía

Se ve que las características de las luminarias fluorescentes son similares, por lo que es muy recomendable realizar el cambio.

Para el caso de las luminarias incandescentes, estas se utilizan mayormente en los servicios higiénicos, donde se requiere una iluminación mínima y las lámparas ahorradoras tienen buena eficiencia lumínica y su tiempo de vida es largo. Por lo que también es recomendable su reemplazo.

4.4.5. PÉRDIDAS Y OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA.

A. RESUMEN DE PÉRDIDAS.

De las pérdidas calculadas en el transformador y conductores. Realizamos la tabla 26 que es el resumen de estos valores. En este cuadro

podemos ver el grado de significancia que tienen las pérdidas en el consumo total.

A su vez podemos aproximar el costo de estas pérdidas con el factor promedio de (kW-H), calculado a partir del estado de cuenta proporcionado por Electro Puno S.A.A.

TABLA 4.16.: Pérdidas totales de energía.

PÉRDIDAS EN ENERGIA	Energía.	Porcentaje	Monto
	kW-H/Mes	%	S/.
TRANSFORMACIÓN	4,613.40	14.89%	1,476.29
TRANSPORTE	2,523.90	8.14%	807.65
TOTALES	7,137.30	23.03%	2,283.94

Elaboración: Propia.

Como se puede apreciar en la tabla 4.16, las pérdidas con mayor representatividad se encuentran en el transformador. El costo promedio de las pérdidas en un mes, es de S/. 2,283.94 y en un año vendría a ser S/. 27,407.20.

B. ALTERNATIVAS DE OPTIMIZACIÓN DE LA ENERGÍA Y EL SISTEMA ELÉCTRICO.

➤ SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO.

Con la medición de los parámetros eléctricos podemos ver qué el sistema eléctrico, no requiere un sistema de compensación reactiva. Pero existe desbalances de energía durante el incremento de carga en la mañana de 9:00am a 10: 00 am generado caídas de tensión en todo el sistema, el desbalance más considerable es durante las horas de

13:00 pm y 17:00pm. Durante estos horarios el sistema se encuentra desbalanceado considerablemente. Este desbalance es el causal de las

caídas de tensión en los sistemas internos, y culpable de averías en los equipos médicos sensibles.

Por lo que es necesario Balancear estas cargas, identificando los servicios que provocan estos desbalances, primeramente, en los tableros de distribución, y posteriormente en los sub-tableros de distribución.

➤ **TRANSFORMACIÓN.**

En el caso del sistema de transformación, se debe optar por el reemplazo del transformador, debido a que las pérdidas técnicas son mayores en este componente. Por la antigüedad que tiene, este puede colapsar en cualquier momento, dejando paralizado las actividades en el hospital. Su trabajo siempre fue por debajo del 50% de su capacidad. La mejor alternativa es de reemplazar este transformador por otras dos unidades de menor capacidad, y distribuir la carga uno para equipos generales y el otro para cargas concentradas como; rayos X, la central de esterilización o motores, pudiendo ser aislado del sistema cuando no se requiera su actividad. Además, nos da la posibilidad de usarlo como reserva en casos de emergencia.

También se debe de incorporar un Sistema Aislado (IT), como lo estipula la Norma Internacional IEC 60364-7-710: 2002-11, sección 413.1.5 y el Código Nacional de Electricidad (Utilización-2006), regla 140-100. Para las salas de Grupo 2 (quirófano, unidad de cuidados intensivos, neonatología, quirófano de obstetricia, salas de recuperación y otros) recintos médicos donde se utilizan partes conectadas a la red eléctrica y una falta de la alimentación pone en riesgo la vida del paciente.

En correspondencia con la Norma IEC 60364-7-710: 2002-11, sección 512.1.6 la potencia nominal del transformador no debe ser menor de 0.5 kVA

y no debe ser superior a 500 kVA y la Tensión en lado secundario no debe exceder los 500 V.

El sistema IT está compuesto básicamente por estos elementos: el transformador de aislación, el monitor permanente de impedancia, las unidades repetidoras de monitoreo y el sistema equipotencial. Está diseñado para funcionamiento continuo con servicio no interrumpible por la primera falla o por sobrecargas. En estos casos una alarma indica la falla, pero no se interrumpe el servicio.

➤ **TRANSPORTE.**

En el caso del transporte, según los cálculos obtenidos de los conductores la mayor parte de las pérdidas se encuentran en los sub-tableros distribución, que se encuentran, en el Área de Mantenimiento General Ingreso de unidades vehiculares del Hospital Tipo II de Ayaviri (TD-05 y TD-06), esto se debe a la reconfiguración que se realizaron, improvisando las instalaciones y a su vez se incrementó el área de carga, diseñada inicialmente. Estas instalaciones deben ser reconfiguradas en su totalidad desde el Tablero general, Sub-tableros de distribución y los circuitos de utilización.

Otro sector de mayores pérdidas se encuentra en los pabellones de Administración y Tomografía esto se debe a que en estos ambientes, se concentra la mayor carga de equipos de cómputo, los cuales generan un bajo factor de potencia (0.77-0.92 Medidas tomadas con el analizador de redes a los Tableros TG-1 y TG-2) y distorsionan la forma de onda de la corriente (Armónicas). Estos fenómenos, producen las pérdidas en los conductores.

Otras instalaciones que deben de ser refaccionadas urgentemente son los Servicios de Lavandería y Casa de máquinas, donde se tiene circuitos improvisados, expuestos a la intemperie.

Las remodelaciones deben cumplir con las Normas Técnicas Peruanas: NTP 370.301 "Instalaciones eléctricas en edificios-Selección e instalación de equipos eléctricos. Capacidad de corriente nominal de conductores en canalizaciones".

NTP 370.302 "Instalaciones eléctricas en edificios-Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones".

NTP 370.303 "Instalaciones eléctricas en edificios -Protección para garantizar la seguridad. Protección contra los choques".

NTP 370.305 "Instalaciones eléctricas en edificios-Protección contra los efectos térmicos".

NTP 370.305 "Instalaciones eléctricas en edificios-Protección para garantizar la seguridad. Protección contra sobre intensidades".

NTP 370.252 "Conductores eléctricos-Cables aislados con Cloruro de polivinilo para tensiones hasta e inclusive 450/750V".

Y de acuerdo al Código Nacional de Electricidad (Utilización-2006) y a la modificación publicada por RM 175-2008 MEM/DM, se establece la obligatoriedad del uso de conductores al fuego con baja emisión de humo, libres de halógenos y ácidos corrosivos en lugares públicos tales como Discotecas, Cines, Restaurant, Hospitales, Centros Comerciales, etc.

Para la aplicación de esta normatividad, tenemos los siguientes conductores recomendados NH-70(70°C), NH-80(80°C), para los circuitos de alimentación final (INDECO).

Los NHX-90 (90°C), para los alimentadores principales. Estos conductores no propagan la llama del fuego, no liberan tóxicos y humos sino al contrario, se auto extinguen al separar la fuente de llamas externa (INDECO).

En caso que los conductores, se ubiquen con las canalizaciones aisladas es posible utilizar los conductores THW (90°C), siempre y cuando las canalizaciones no estén expuestas a la intemperie.

➤ UTILIZACIÓN.

En los sistemas de utilización, se debe retirar todas las luminarias inoperativas, que en promedio son 32 unidades (Según diagnóstico realizado), y a su vez se debe realizar el mantenimiento en las restantes, debido a que se encuentran llenas de polvo y suciedad.

El sistema de Iluminación en el exterior debe ser refaccionado en su totalidad, cambiando los conductores deteriorados y sus luminarias, con este sistema de iluminación habilitado, se debe evitar el consumo de las luminarias fluorescente en los exteriores de los pabellones durante la noche.

Los sistemas de Luces de noche de los ambientes en general, deben ser refaccionados, para evitar el consumo excesivo de las luminarias en los pasillos durante las noches.

- Para el personal que labora con los equipos de cómputo y médico, se debe realizar una capacitación de buenas prácticas, en el uso de la energía como:
- Evitar dejar encendidas las computadoras cuando no se utilizan.
- Apagar la pantalla cuando no se utilice.

- Evitar dejar los sistemas de calefacción y aire acondicionado operativas cuando los ambientes permanecen desocupados.
- Desconectar los equipos en general cuando se dejen de usar.
- Racionalizar el uso de estufas y conservadoras maximizando el uso de cada unidad.

Al personal que labora con las Bombas y demás equipos que utilicen motores eléctricos, se debe capacitarlos para minimicen el uso de estos equipos en las horas punta (6:00pm-10pm).

En los sistemas de Iluminación; los fluorescentes de 40W, deben ser reemplazados por Fluorescentes de 36W y Las luminarias incandescentes de 50W, deben ser reemplazadas por Luminarias ahorradoras de 20W. Para tener un ahorro considerable de la energía en la siguiente tabla se muestra los ahorros que se tiene reemplazando estas luminarias.

TABLA 4.17.: Ahorro de energía con el cambio de luminarias.

SISTEMA DE ILUMINACIÓN	Energía.	Porcentaje	Monto
	kW-H/Mes	%	S/.
LUMINARIAS	1,990.80	6.42%	637.06

Elaboración: Propia.

El reemplazo de estas Luminarias nos ahorrará gastos de: S/. 637.06 mensuales y S/. 7,644.67 anuales.

4.5. SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA TÉRMICO DEL HOSPITAL TIPO II DE LA CIUDAD DE AYAVIRI.

4.5.1. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA TÉRMICO.

El análisis de la Energía Térmica es un campo muy amplio, sin embargo, se realizará un estudio general del mismo, haciendo énfasis las pérdidas en el calentador de agua, Grupo electrógeno e Incinerador, pérdidas en las tuberías y el consumo de energía en los equipos en general. Para el cálculo

de las pérdidas en el calentador de agua, se obtendrá mediante la diferencia entre la energía de consumo del diésel menos la energía de vapor a la salida del calentador de agua. La pérdida de energía de las tuberías será la diferencia entre la energía de salida del calentador de agua menos la energía de entrada a los equipos. Las pérdidas en los equipos de consumo no se realizaron debido a la falta de instrumentos de medida a la salida de cada uno de ellos, dificultándonos su colocación de los mismos ya que no se puede interrumpir su funcionamiento, por lo que se determinó solo su consumo de la energía. A continuación, se detallará las áreas de consumo de agua caliente en el Hospital.

➤ **Equipos de esterilización**

El vapor es utilizado para la esterilización de la ropa de los internos, mantelería, insumos de aseo personal.

➤ **Equipos de lavandería.**

En esta área funcionan tres actividades principales que son: lavado, secado y planchado. Para el lavado su funcionamiento se basa en una mezcla de agua y de vapor, por medio de remolinos; el secado o exprimido del agua se Realiza en forma centrífuga y luego con aire de vapor caliente por medio de serpentines de vapor y planchado por medio de rodillos de tambor calientes.

➤ **En el área de cocina.**

Se utiliza en el cocinado de productos en las marmitas (ollas de presión) y un intercambiador de calor de agua caliente para la limpieza de los utensilios de cocina.

4.5.2. INSPECCIÓN VISUAL.

En la inspección Visual que se realizó a las instalaciones térmicas de este nosocomio se pudo constatar que no se cuenta con un caldero, pero si con calentador de agua, Grupo electrógeno e Incinerador.

El calentador de agua se encuentra en funcionamiento por un promedio de 2 años, por lo que el agua dura es transformada a agua blanda por un ablandador el cual esta es introducida al calentador, se ve que este ablandador no está en perfectas condiciones motivo por el cual se están formando incrustaciones en las tuberías de agua.

El equipo para suministrar combustible se encuentra con fugas en forma de goteo, por el sello de las bombas y en las tuberías en los acoplamientos.

4.5.3. CONSUMO DE ENERGÍA TÉRMICA.

Para determinar el consumo de energía térmica de los equipos en el hospital, se tomó en dos grupos como podemos ver en la tabla 29 se detalla el consumo de petróleo en el Hospital Tipo II de Ayaviri.

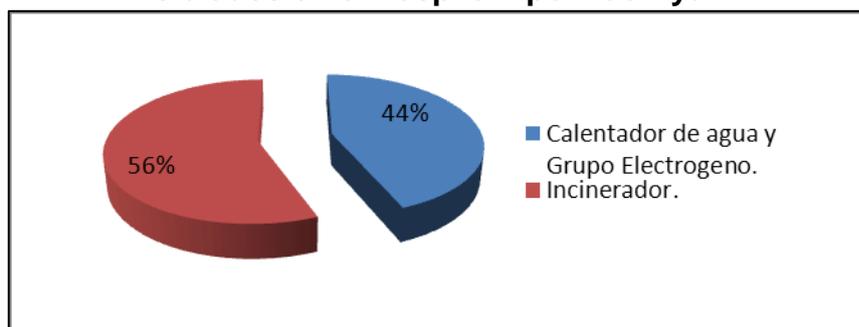
TABLA 4.18.: Consumo de energía térmica por mes en el hospital tipo II de la ciudad de Ayaviri

I T E M	EQUIPO TOTAL INSTA.	C A N T.	TIPO DE COMB.	CONSUMO DE PETROLEO EN GALONES												TOT. (GL)
				1M	2M	3M	4M	5M	6M	7M	8M	9M	10M	11M	12M	
1	Calentador y G. Electrógeno	1	Petróleo D-2	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	5400
2	Incinerador	1	Petróleo D-2	575	575	575	575	575	575	575	575	575	575	575	575	6900
TOTAL		2		1025	1025	1025	1025	1025	1025	1025	1025	1025	1025	1025	1025	12300

Elaboración: Propia.

En la siguiente figura se muestra el porcentaje de representatividad de cada equipo de consumo instalado en el Hospital.

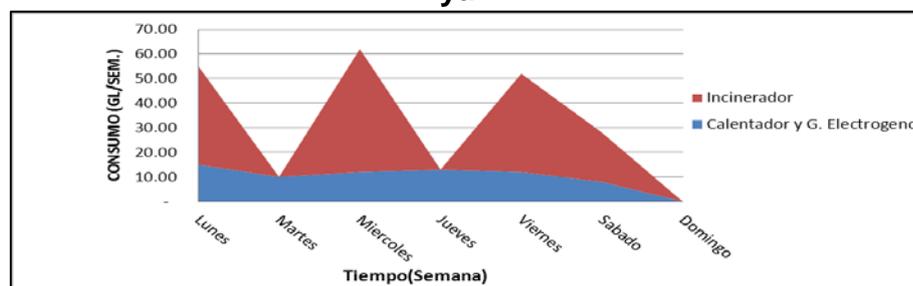
Fig. 4.7.: Porcentaje de representatividad de los equipos instalados en el hospital tipo II de Ayaviri



Elaboración: Propia.

En las figuras 4.7, podemos distinguir, que las cargas más representativas son; Incinerador 56%, Calentador de agua y Grupo Electrónico 44%. Con esta información se puede dar ya una referencia, que estos dos grupos son potenciales consumidores de energía térmica en el Hospital. Esta afirmación será corroborada con los resultados del censo de consumo.

Fig. 4.8.: Consumo petróleo semanal en el hospital tipo II de Ayaviri



Elaboración: Propia.

De la Figura 4.8, podemos notar claramente que el equipo de mayor consumo de petróleo es: Incinerador. Por lo que será necesario racionalizar y optimizar el consumo de este grupo potencial.

4.6. ALTERNATIVAS DE OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA TÉRMICA PARA EL HOSPITAL TIPO II DE AYAVIRI.

Para el análisis de las alternativas de optimización del consumo de energía térmica seguiremos el modelo planteado en el capítulo III.

4.6.1. SUMINISTRO O ALMACENAMIENTO.

Con los datos obtenidos del estado de cuenta corriente, proporcionado por Hospital Tipo II de Ayaviri, se tiene los siguientes resultados.

En la siguiente tabla, se muestra la tendencia del consumo de energía del Hospital Tipo II de Ayaviri.

TABLA 4.19.: Tendencia del consumo de energía (Gl.)

ITEM.	EQUIPOS DE CONSUMO.	CANT. (GL/MES).	PRECIO C/GL. (S/.)	PRECIO TOTAL (S/.)
1	Calentador de agua y Grupo Electrónico.	450.00	9.86	4437.00
2	Incinerador.	575.00	9.86	5669.50
TOTAL.		1025.00	9.86	10106.50

Elaboración: Propia.

4.6.2. TRANSFORMACIÓN.

4.6.2.1. Generadores como grupo electrógeno, calentador de agua e incinerador.

El calentador de agua, maquinaria que realiza un cambio de estado del agua a vapor por medio de los gases calientes producidos por combustión (diésel).

4.6.3. TRANSPORTE.

4.6.3.1. Redes de fluidos térmicos.

En el transporte de energía térmica desde el punto de producción hasta los equipos de consumo, existen unas pérdidas y el objetivo a conseguir es que éstas sean mínimas.

En este caso, las pérdidas de carga son pérdidas de energía (Entalpía) vienen determinadas por la longitud y sección de los conductos, a parte de éstas pérdidas inherentes al transporte, existen

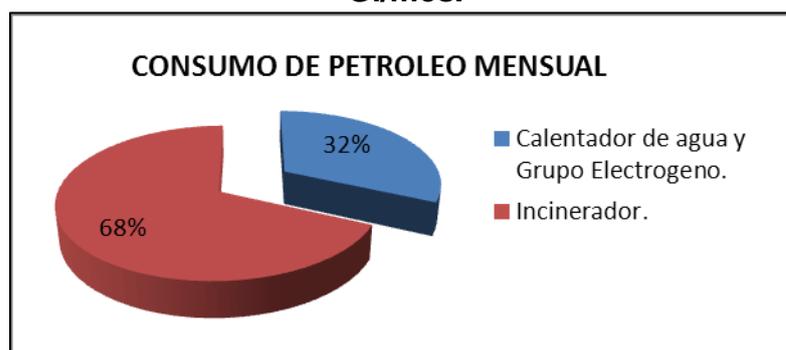
otras que podríamos denominar de mantenimiento, como son las fugas de vapor.

Por último, existen otras pérdidas debidas al aislamiento que pueden ser considerables, pero corregibles con medidas de fácil amortización, con la fórmula (3.9) se puede determinar su pérdida total.

4.6.4. UTILIZACIÓN (CONSUMOS DE EQUIPOS INSTALADOS).

Como se puede ver en las figuras 4.9 y la tabla 4.20; Los consumos de energía se centran en los equipos Calentador de agua y Grupo Electrónico e Incinerador.

Fig. 4.9.: Tendencias porcentuales del consumo de petróleo GI/mes.



Elaboración: Propia.

TABLA 4.20.: Tendencias de consumo de petróleo GI/Mes.

ITEM	EQUIPOS INSTALADOS	CONSUMO DE PETROLEO (GL-SEM.)							TOTAL GI/sem.	TOTAL GI/Mes
		Lun	Mart	Miérc	Juev	Vier	Sáb	Dom		
1	Calentador de agua y Grupo Electrónico.	15	10	12	13	12	8		70	280
2	Incinerador.	40		50		40	20		150	600
TOTAL		55	10	62	13	52	28	-	220	880

Elaboración: Propia.

Para determinar el consumo de energía térmica de los equipos del hospital, se les consideró en dos grupos como podemos ver en la tabla 4.20, En él se detalla el consumo de petróleo en el Hospital Tipo II de Ayaviri.

4.6.5. PÉRDIDAS Y OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA.

A. RESUMEN DE PÉRDIDAS.

Las pérdidas de energía en las tuberías se presentan por la falta de aislamiento en las mismas, y por fugas de vapor en las válvulas, bridas, uniones y codos. Todo representado en un 5% y relacionada con el consumo de combustible por mes tenemos:

TABLA 4.21.: Ahorro de petróleo en galones.

ITEM	EQUIPO	CAN T.	TIPO DE COMB.	PÉRDIDA DE PETRÓLEO EN GALONES				
				GL/Mes	GL/Mes	Diferencia	Monto (S./Mes)	Monto (S./Año)
1	Calentador y G. Electrónico	1	Petróleo D-2	450	280	170	1676	20114
2	Incinerador	1	Petróleo D-2	575	600	25	247	2958
TOTAL		2		1025	880	195	1923	23072

Elaboración: Propia.

B. ALTERNATIVAS DE OPTIMIZACIÓN DE LA ENERGÍA TÉRMICA.

La disminución del consumo de agua no solamente redonda en una distribución del gasto por este concepto, sino que, además, conlleva un ahorro energético importante debido a la disminución del consumo del combustible necesario para su calentamiento.

Las pérdidas de agua en la instalación deben ser eliminadas. Estas pérdidas, además de un mayor consumo de agua, provocan un mayor número de horas de funcionamiento de los equipos de bombeo, con el consiguiente incremento del gasto energético, y un mayor gasto en productos de tratamiento del agua.

4.7. ANÁLISIS ECONÓMICO GENERAL.

PÉRDIDAS TOTAL EN EL TRANSFORMADOR			
MEDIDAS DE TENDENCIA	ENERGÍA KW-H	COSTO POR MES (S/.)	COSTO POR Año (S/.)
PÉRDIDAS TOTALES EN UN DIA (KW-H)	153.78		
PÉRDIDAS TOTALES EN UN MES (KW-H)	4,613.40	1,476.29	17,715.46

PÉRDIDAS TOTALES EN LOS CONDUCTORES			
MEDIDAS DE TENDENCIA	ENERGÍA KW-H	COSTO POR MES (S/.)	COSTO POR AÑO (S/.)
PÉRDIDAS TOTALES EN UN MES (KW-H)	2,523.90	807.65	9,691.78

PÉRDIDAS TOTALES EN LOS LUMINARIAS			
MEDIDAS DE TENDENCIA	ENERGÍA KW-H	COSTO POR MES (S/.)	COSTO POR Año (S/.)
PÉRDIDAS TOTALES EN UN MES (KW-H)	1,990.80	637.06	7,644.67

PÉRDIDAS TOTALES EN LOS EQUIPOS MEDICOS			
MEDIDAS DE TENDENCIA	ENERGÍA KW-H	COSTO POR MES (S/.)	COSTO POR Año (S/.)
PÉRDIDAS TOTALES EN UN MES (KW-H)	2,882.76	922.48	11,069.80

PÉRDIDAS TOTALES EN OTROS			
MEDIDAS DE TENDENCIA	ENERGIA KW-H	COSTO POR MES (S/.)	COSTO POR Año (S/.)
PÉRDIDAS TOTALES EN UN MES (KW-H)	1,500.25	480.08	5,760.96

ANÁLISIS ECONÓMICO ELÉCTRICO					
Medición del Análisis de Redes Kw.h (1 Mes)	Medición de ELECTROP UNO Kw.h (1 Mes) (Recibo de Luz)	Diferencia de Medición o Perdida de Energía (Kw.h)(1Mes)	Costo de Energía en Kw.h (S/.)	Costo de Perdida de Energía al Mes en (S/.)	Costo de Perdida Energía al Año en (S/.)
30,976.11	44,910.00	13,933.89	0.32	4,458.84	53,506.12

ANÁLISIS ECONÓMICO TÉRMICO			
CONSUMO DE EQUIPOS (Datos Hospital)	CANT. (GL/MES)	PRECIO C/GL. (S/.)	PRECIO TOTAL (S/.)
Calentador de agua y Grupo Electrógeno	450	9.86	4,437.00
Incinerador	575	9.86	5,669.50
TOTAL	1025	9.86	10,106.50
CONSUMO DE EQUIPOS (Controlado)			
Calentador de agua y Grupo Electrógeno	280	9.86	2760.80
Incinerador	600	9.86	5916.00
TOTAL	880	9.86	8676.80
PÉRDIDA TOTAL	145	9.86	1429.70

ANÁLISIS ECONÓMICO GENERAL		
DESCRIPCIÓN	MENSUAL (S/.)	ANUAL (S/.)
ANÁLISIS ECONÓMICO TÉRMICO	1,923.00	23,072.00
ANÁLISIS ECONÓMICO ELÉCTRICO	4,458.84	53,506.12
PÉRDIDAS TOTALES	6,381.84	76,578.12

Elaboración: Propia

CAPÍTULO V

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES.

- Se determinó, con los cálculos realizados, que el Grado de Operatividad del Hospital Tipo II **ES REGULAR** puesto que las áreas principales no están en buen funcionamiento ya que se detectaron pérdidas en el transporte de energía a los aparatos y equipos médicos, también se determinó que el transporte térmico no es tan óptimo puesto que los ductos no son los apropiados.
- Se realizó un diagnóstico a todas las instalaciones eléctricas y térmicas, donde se logró verificar que: el transformador tiene una pérdida de energía de 4,613.40 kW-H/mes (S/. 1,476.29) y los conductores 2,523.90 kW-H/mes (S/. 807.65), son causales de las mayores pérdidas. Y en los sistemas de iluminación se encuentra, el potencial de ahorro de energía 1990.80 kW-H/mes (S/. 637.06).

Como pérdidas totales en energía eléctrica y energía térmica se verifica en el cuadro de resumen general, que tiene una pérdida de 76,578.12 nuevos soles al año. Como resultado del diagnóstico económico.

- Se propone que se haga un cambio total de conductores eléctricos (NH-90) según sea la necesidad en cada una de las áreas del hospital, así mismo se requiere instalar un Estabilizador de Tensión para las áreas Críticas del hospital, de la misma manera se tendrá que aislar los ductos de los gases y líquidos que se tiene en dicho nosocomio.

5.2. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda el estudio y análisis de pérdidas en toda las instalaciones del Hospital (sistemas eléctrico, térmico, hidráulico y otros), y de la calidad de energía, en todo el sistema eléctrico y térmico, donde se muestran deficiencias energéticas, identificando cuales son las causas de las variaciones de tensión y el desbalance de energía, que afectan a las constantes averías de los equipos médicos.

- Se recomienda la instalación de Banco de condensadores para la compensación de energía reactiva (o factor de potencia) mediante Bancos de condensadores se efectúa para no pagar energía reactiva al suministrador de energía eléctrica, para disminuir caídas de tensión, lo cual minimizará las pérdidas de energía, también pueden funcionar como filtros de armónicos para ampliar la capacidad de transmisión de potencia activa en los cables; entre otras aplicaciones.

- Se recomienda el estudio de un plan de mantenimiento preventivo total para hospital, que actualmente solo se hace un mantenimiento correctivo ineficiente; este programa de mantenimiento preventivo está destinado a evitar daños mayores en equipos, este además debe contener un horario periódico y continuo de revisiones a instalaciones y debe estar supervisado por personal calificado.

BIBLIOGRAFIA

- CHILUISA A. C. PERALTA, L. G., (2006). AUDITORÍA ENERGÉTICA ELÉCTRICA DEL HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARIN.P
- RECOMENDACIÓN DEL INSTITUTO DE INGENIEROS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS IEEE (POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) PARA MONITOREO DE CALIDAD DE LA ENERGÍA, VERSIÓN DEL AÑO 1995.
- ENRIQUEZ HARPER - ELEMENTOS DE DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIAL. LIMUSA 2da Edición.
- ENRIQUEZ HARPER - EL ABC DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS. LIMUSA 2da Edición.
- HARPER, ENRIQUEZ. 2da Edición. ELEMENTOS DE DISEÑO DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.: LIMUSA, 2da Edición.
- DGER-MEM. 2008, ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE GUÍAS DE ORIENTACIÓN DEL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA Y DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO - HOSPITALES.
- DECRETO SUPREMO N° 053-2007-EM (Lima-2007), REGLAMENTO LEY DE PROMOCIÓN DEL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA LEY N° 27345.
- INTERNACIONAL COPPER ASSOCIATION LTD (Argentina-2008) PÉRDIDAS TÉCNICAS DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN.
- AGAMA CHILUISA C.-SINAILÍN PERALTA L. G. (Quito-2006) AUDITORÍA ENERGÉTICA ELÉCTRICA DEL HOSPITAL CARLOS ANDRADE MARÍN.
- MARTÍNEZ QUIMBITA E. (Latacunga-2002) AUDITORÍA ENERGÉTICA DEL HOSPITAL GENERAL DE LATACUNGA.

- SAAVEDRA NÉSTOR."DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO EN EL CENTRO DE SALUD LEONEL RUGAMA, ETELI, NICARAGUA".
- MARTINEZ A.D. Y VILLAGRAN, T.J. (2009). "FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA ENERGIA ELECTRICAS Y SU SOLUCION" TESIS,

PÁGINA WEB

- MEM., (2011). Sistemas Eléctricos en Hospitales. Consultado el 20 de julio de 2013. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/diagn%c3%b3stico>.
- Minsa, (2011) Hospital III. Consultado el 20 de julio de 2013. Disponible en <http://www.ministerio de salud.com>.
- Metrel, P., (2009). PowerQ4 en metrel. Consultado el 20 de Julio de 2013 disponible en <http://www.metrel.si powerQ4 plus>.

ANEXOS

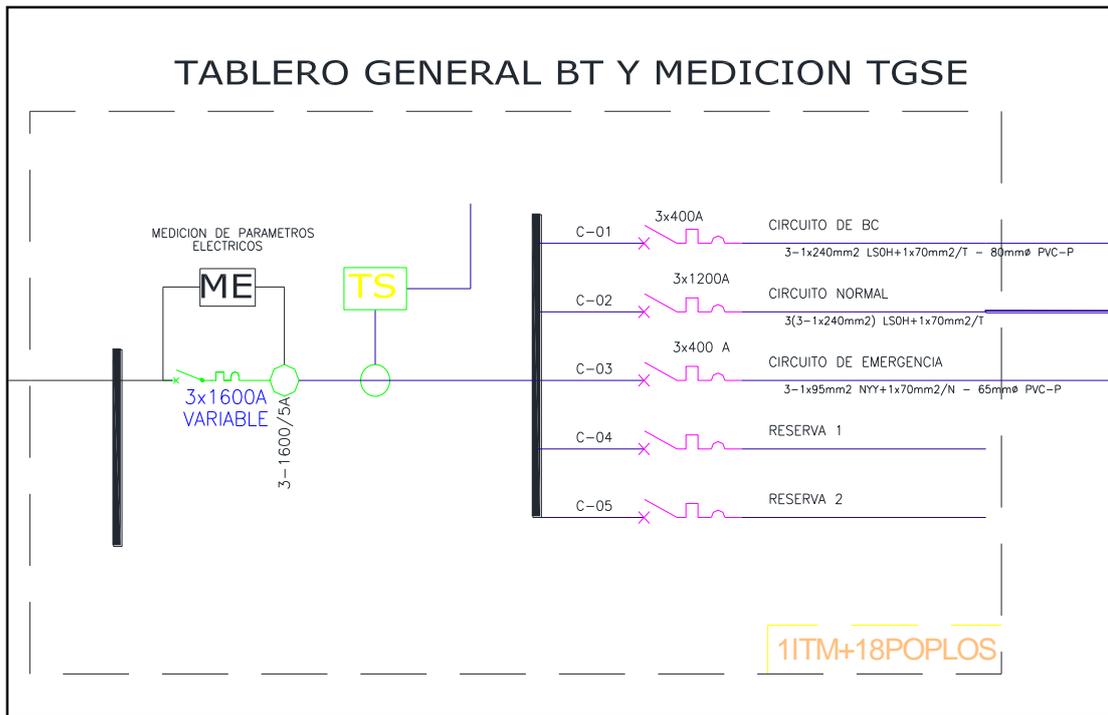
A. INSTALACIONES ELÉCTRICAS



B. INSTALACIONES TÉRMICAS



C. PLANOS



D. CUADRO DE CARGAS

CUADRO DE CARGAS							
SUB TABLEROS	DESCRIPCION	PTO	P.U./PTO	POT. INST. (W)	F.D.	MAX. DEM. (W)	
TD - 11	ADMISION, CUARTO DE POLICIA, UNIDAD DE REANIMACION	35	72	2,520	1.00	2,520	
		17	18	306	1.00	306	
		61	162	9,882	0.70	6,917	
		4	2200	8,800	0.80	7,040	
		1	3000	3,000	0.80	2,400	
		1	1500	1,500	0.80	1,200	
		1	1200	1,200	0.80	960	
		1	800	800	0.80	640	
				28,008	--	21,983	
TD - 12	OFICINA, SALA DE ECOGRAFIA, SALA DE RAYOS X, SALA	29	72	2,088	1.00	2,088	
		4	18	72	1.00	72	
		43	162	6,966	0.70	4,876	
		2	2200	4,400	0.80	3,520	
		2	1500	3,000	0.80	2,400	
					16,526	--	12,956
TD - 13	ALUMBRADO	31	72	2,232	1.00	2,232	
	ALUMBRADO	14	18	252	1.00	252	
	ALUMBRADO LAMPARA CLINICA	2	2000	4,000	1.00	4,000	
	TOMA CORRIENTES	53	162	8,586	0.70	6,010	
	SECADORA DE MANOS	3	2200	6,600	0.70	4,620	
	CALENTADOR DE SOLUCIONES	1	800	800	0.80	640	
	AUTOCLAVE ELECTRICO	4	3000	12,000	0.80	9,600	
	COCINA, ELECTRICA DE HORNILLAS	2	2000	4,000	0.80	3,200	
	LAVACHATAS CON GENERADOR ELECTRICO DE VAPOR	1	1200	1,200	0.80	960	
	ESTERILIZADOR DE CALOR SECO	1	1500	1,500	0.80	1,200	
	CALENTADOR DE AGUA FRIA Y CALIENTE	1	14000	14,000	0.80	11,200	
					55,170	--	43,914
	TD - 14	ALUMBRADO	45	72	3,240	1.00	3,240
ALUMBRADO		16	36	576	1.00	576	
ALUMBRADO		13	18	234	1.00	234	
TOMA CORRIENTES		58	162	9,396	0.70	6,577	
SALIDA DE FUERZA		2	1500	3,000	0.80	2,400	
SECADORA DE MANOS		2	2000	4,000	0.80	3,200	
					20,446	--	16,227
TD - 15	ALUMBRADO	22	72	1,584	1.00	1,584	
	TOMA CORRIENTES	17	162	2,754	0.70	1,928	
	LAVADORA INDUSTRIAL	3	2500	7,500	0.80	6,000	
	SECADORA INDUSTRIAL	3	5000	15,000	0.80	12,000	
					26,838	--	21,512
TD - C	ALUMBRADO	17	72	1,224	1.00	1,224	
	ALUMBRADO	5	18	90	1.00	90	
	TOMA CORRIENTES	18	162	2,916	0.70	2,041	
	EXTRACTOR DE HUMO	2	800	1,600	0.80	1,280	
	HORNO MICROONDA	2	2500	5,000	0.80	4,000	
					10,830	--	8,635
TD - 21	ESTAR PERSONAL, BANCO DE SANGRE, LABORATORIO DE	34	72	2,448	1.00	2,448	
		14	36	504	1.00	504	
		8	18	144	1.00	144	
		58	162	9,396	0.70	6,577	
		1	1500	1,500	0.80	1,200	
		2	3000	6,000	0.80	4,800	
		1	1500	1,500	0.80	1,200	
		2	2000	4,000	0.80	3,200	
					25,492	--	20,073
	TD - 22	ESTACION DE ENFERMERAS, SALA DE DILATACION, SALA	35	72	2,520	1.00	2,520
		3	36	108	1.00	108	
		4	18	72	1.00	72	
		1	2000	2,000	1.00	2,000	
		54	162	8,748	0.70	6,124	
		1	1500	1,500	0.80	1,200	
		2	3000	6,000	0.80	4,800	
		2	2200	4,400	0.80	3,520	
		1	1200	1,200	0.80	960	
		1	1500	1,500	0.80	1,200	
		1	2000	2,000	0.80	1,600	
				30,048	--	24,104	
TD - 31	HABITACION DE MEDICINA 1,2,3,4,5,6; SS.HH., ESTACION DE	28	72	2,016	1.00	2,016	
		2	20	40	1.00	40	
		42	18	756	1.00	756	
		52	162	8,424	0.70	5,897	
		1	2200	2,200	0.80	1,760	
		2	3000	6,000	0.80	4,800	
					19,436	--	15,269
TD - 32	ESTACION DE ENFERMERAS, CUARTO LIMPIO Y SUCIO, ATE	30	72	2,160	1.00	2,160	
		3	36	108	1.00	108	
		37	18	666	1.00	666	
		54	162	8,748	0.70	6,124	
		1	2200	2,200	0.80	1,760	
		1	1200	1,200	0.80	960	
		1	3000	3,000	0.80	2,400	
				18,082	--	14,178	
SS.EE.	ALUMBRADO	13	72	936	1.00	936	
	ALUMBRADO	1	36	36	0.70	25	
	TOMA CORRIENTES	11	162	1,782	0.80	1,426	
					2,754	--	2,387
TAA	EC-01 2(3/4 HP)	2	560	1,120	0.80	896	
	FC-01 2(1 1/2 HP)	2	1119	2,238	0.80	1,790	
	UE-08 (1 HP)	1	746	746	0.80	597	
	FC-10 2(1/2 HP)	1	746	746	0.80	597	
					4,850	--	3,880
ASCENSOR 11 HP					0.80	6,565	
	TOTAL NORMAL			263,932	--	209,296	