



**ESPE**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS**  
**INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN  
CON LA COLECTIVIDAD**

**MAESTRÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES**

**III PROMOCIÓN**

**TESIS DE GRADO MAESTRÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES**

**TEMA: “ESTUDIO Y ANÁLISIS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA  
DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL HOSPITAL IESS – IBARRA”**

**AUTOR: ING. ARELLANO BASTIDAS OLGER GILBERTO**

**DIRECTOR: ING. MSC. AYALA TACO JAIME PAUL**

**SANGOLQUI, 2015**

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN  
CON LA COLECTIVIDAD

CERTIFICADO

ING. JAIME PAUL AYALA TACO, MSC  
PhD.

Director

Dr. REINALDO DELGADO GARCÍA.

Oppnente

CERTIFICAN

Que el trabajo titulado "ESTUDIO Y ANÁLISIS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL HOSPITAL IESS – IBARRA" realizado por el Ing. Olger Gilberto Arellano Bastidas , de nacionalidad ecuatoriana, con cédula de identidad N°0401198486, como requisito para la obtención del título de Magister en Energías Renovables, III Promoción de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias y requerimientos científicos, tecnológicos y académicos; razón por la cual se autoriza su presentación y defensa.

Sangolquí, 27 de Agosto de 2015.

ING. JAIME PAUL AYALA TACO, MSC

Director

Dr. REINALDO DELGADO GARCÍA. PhD.

Oponente

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN  
CON LA COLECTIVIDAD**

**MAESTRÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES III PROMOCIÓN**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**OLGER GILBERTO ARELLANO BASTIDAS**

**DECLARA QUE:**

El proyecto de **posgrado** “**ESTUDIO Y ANÁLISIS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL HOSPITAL IESS - IBARRA**”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de postgrado en mención.

Sangolquí, 27 de Agosto de 2015.

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN  
CON LA COLECTIVIDAD

MAESTRÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES III PROMOCIÓN

**AUTORIZACIÓN**

Yo,

**OLGER GILBERTO ARELLANO BASTIDAS**

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución, el trabajo titulado "ESTUDIO Y ANÁLISIS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL HOSPITAL IESS – IBARRA", cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, 27 de Agosto de 2013.

  
ING. OLGER GILBERTO ARELLANO BASTIDAS  
AUTOR

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a todos mis seres queridos, en especial a mi madre la Sra. Sara Bastidas, la que me apoyado incondicionalmente en todos los aspectos de mi vida y gracias por sus consejos y todo el amor que me ha brindado atreves de todos los años de mi vida.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CERTIFICADO .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD .....</b>	<b>ii</b>
<b>AUTORIZACIÓN.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS.....</b>	<b>v</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xvi</b>
<b>CAPITULO 1.....</b>	<b>1</b>
<b>GENERALIDADES .....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Definición del problema.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivo específicos .....	3
1.4 Alcance.....	3
1.5 Justificación e importancia.....	3
<b>CAPITULO 2.....</b>	<b>5</b>
<b>ESTADO DEL ARTE DE LOS SISTEMAS ENERGÉTICOS DEL HOSPITAL....</b>	<b>5</b>
2.1 Antecedentes .....	5
2.2 Demanda referencial .....	6
2.3 Demanda efectiva.....	7
2.4 Modelo de Servicio .....	7
2.5 Organización funcional del Hospital IESS-Ibarra .....	7

2.5.1 Clasificación de los hospitales del IESS.....	10
2.5.2 Índices estadísticos funcionales.....	12
2.5.3 Instalaciones y servicios. ....	16
2.6 Normativas energéticas para hospitales.....	16
2.6.1 Confort acústico.....	16
2.6.2 Generación de energía a través de fuentes renovables.....	17
2.6.3 Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación.....	17
2.6.4 Certificación LEED .....	18
2.7 Certificación energética de hospitales.....	19
2.8 La certificación LEED en el diseño hospitalario .....	19
2.8.1 Entorno exterior del hospital.....	20
2.8.2 La eficiencia energética iluminación y electricidad.....	20
2.8.3 Ahorro de agua .....	20
2.9 Estado del Arte de la situación energética en el Hospital IESS-Ibarra.....	20
2.9.1 Identificación de los sistemas energéticos del hospital .....	23
2.10 Determinación de la matriz energética .....	23
2.10.1 Costos energéticos.....	23
2.10.2 Sistema eléctrico del hospital.....	24
2.10.3 Levantamiento del sistema eléctrico .....	30
2.11 Análisis de calidad de energía transformador J5T26 de 400 kVA .....	33
2.11.1 Análisis.....	33
2.11.2 Características del transformador .....	33
2.11.3 Análisis de flicker.....	33
2.11.4 Análisis de tensión. ....	34
2.11.5 Análisis de corriente.....	36

2.11.6Análisis de THDv.....	37
2.11.7Análisis de Carga .....	38
2.11.8Análisis de factor de potencia.....	39
2.11.9Armónicos individuales .....	41
2.12 Conclusiones .....	41
2.13 Recomendaciones .....	41
2.14 Análisis de calidad de energía transformador J5T26 de 160 kVA .....	43
2.14.1Análisis.....	43
2.14.2Características del transformador .....	43
2.14.3Análisis de flicker.....	43
2.14.4Análisis de tensión. ....	45
2.14.5Análisis de corriente.....	46
2.14.6Análisis de THDv.....	48
2.14.7Análisis de Carga .....	49
2.14.8Análisis de factor de potencia.....	50
2.14.9Armónicos individuales .....	52
2.15 Conclusiones .....	53
2.16 Recomendaciones. ....	53
2.17 Balance energético del sistema.....	54
2.17.1Iluminación .....	54
2.17.2Equipos. ....	56
2.17.3Equipos de Oficina.....	57
<b>CAPITULO 3.....</b>	<b>59</b>
3.1 Sistema Eléctrico. ....	59
3.1.1 Iluminación. ....	59



3.1.2 Luminotecnia. ....	59
3.2 Características y propiedades de las lámparas .....	60
3.2.1 Vida o duración de la lámpara. ....	60
3.2.1.1 Vida media. ....	60
3.2.1.2 Vida útil. ....	61
3.3 Propiedades del color. ....	61
3.3.1 Temperatura de color. ....	61
3.4 Reproducción cromática. ....	61
3.5 Lámparas de incandescencia convencionales. ....	61
3.5.1 Lámparas de incandescencia halógenas. ....	61
3.5.2 Tubos fluorescentes. ....	62
3.5.3 Diferencias de la luminaria T5 con las luminarias T12 y T8 .....	62
3.5.4 Eficiencia energética luminaria T5 .....	63
3.5.5 El gran problema de los tubos fluorescentes. ....	64
3.5.6 Lámparas de vapor de mercurio alta presión. ....	64
3.5.7 Lámparas de halogenuros metálicos. ....	65
3.5.8 Lámparas de vapor de sodio a baja presión. ....	65
3.5.9 Lámparas de vapor de sodio a alta presión. ....	65
3.5.10 Lámparas de inducción. ....	66
3.5.11 Lámparas LED. ....	66
3.5.12 Sistemas de iluminación LED. Características y ventajas .....	66
3.5.13 Fuentes de luz tradicionales a las que sustituye LED: .....	67
3.5.14 La calidad del LED aspectos fundamentales. ....	67
3.5.15 Lúmenes o Luxes. ....	68
3.5.16 Niveles de iluminación recomendados para un Hospital. ....	70

3.5.16.1 Iluminación de habitaciones de pacientes.....	70
3.5.16.2 Iluminación en la Unidad de Cuidos Intensivos. ....	72
3.5.16.3 Iluminación para Consultorios y Salas de Tratamiento. ....	72
3.5.16.4 Iluminación para aéreas de servicios. ....	73
3.5.16.5 Iluminación en áreas de acceso y exteriores. ....	74
3.5.16.6 Niveles de iluminación en luxes en distintas áreas del hospital. ....	75
3.5.17 Métodos de ahorro energético por medio de sensores.....	76
3.6 Métodos de ahorro energético por sustitución de balasto. ....	77
3.7 Iluminación propuesta para ahorro energético en luminarias. ....	79
3.7.1 Cambio de balastos electromagnéticos por balastos electrónicos. ....	79
3.8 Rendimiento entre balastos electrónicos y electromagnético. ....	82
3.8.1 Luminaria con balastro electrónico Silvanya para tubo T8 de 32 w .....	82
3.8.2 Cambio de Down light 2x26W, luminarias T12 y T8 a tecnología LED. ....	84
3.8.3 Tecnología LED la mejor opción. ....	88
3.9 Calculo de los nuevos indicadores energéticos.....	88
<b>CAPITULO 4.....</b>	<b>94</b>
<b>ELABORACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN ENERGÉTICA PARA EL</b>	
<b>HOSPITAL. ....</b>	<b>94</b>
4.1 Formulación de soluciones operativas y de inversión. ....	94
4.1.1 Evaluación técnico-económica de las oportunidades de ahorro en los sistemas. ....	94
4.1.2 Sistema de iluminación. ....	94
4.1.3 Sistema de fuerza.....	94
4.1.3.1 Motores de las bombas de agua.....	94
4.1.3.2 Ascensores.....	95
4.1.3.3 Equipo de Oficina.....	95

4.2 Costo de implementación y retorno de la inversión. ....	95
4.2.1 Materiales.....	95
4.2.2 Mano de obra y materiales.....	96
4.2.3 Transporte y seguros.....	96
4.2.4 Cálculo de beneficios.....	97
4.2.5 Factibilidad económica.....	98
4.2.6 Recuperación de la inversión.....	100
4.3 Estrategias de ahorro energético. ....	100
4.4 Definición de planes de acción en los sistemas. ....	101
<b>CAPITULO 5.....</b>	<b>103</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>103</b>
5.1 CONCLUSIONES .....	103
5.2 RECOMENDACIONES .....	104
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>108</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Hospital IESS-Ibarra.....	6
Figura 2 Organización funcional del Hospital IESS-Ibarra .....	9
Figura 3 Ubicación geográfica IESS – Hospital .....	11
Figura 4 Número de camas disponibles y camas ocupadas 2013.....	12
Figura 5 Número de camas disponibles y camas ocupadas 2014.....	13
Figura 6 Consumo eléctrico promedio anual por m <sup>2</sup> según superficie construida .....	22
Figura 7 Consumo eléctrico promedio anual según cantidad de camas.....	22
Figura 8 Costos de energía anual 2013 .....	24
Figura 9 Costos de energía anual 2014 .....	24
Figura 10 Consumo de energía anual 2013 .....	25
Figura 11 Consumo de energía anual 2014.....	25
Figura 12 Número de camas ocupadas y energía consumida año 2013.....	26
Figura 13 Número de camas ocupadas y energía consumida año 2014.....	27
Figura 14 Flicker, transformador J5T26 de 400 kVA .....	34
Figura 15 Niveles de tensión, transformador J5T26 de 400 kVA.....	35
Figura 16 Corrientes, del transformador J5T26 de 400 kVA.....	37
Figura 17 THDv, del transformador J5T26 de 400 kVA .....	38
Figura 18 Cargabilidad, del transformador J5T26 de 400 kVA.....	39
Figura 19 Factor de Potencia, del transformador J5T26 de 400 kVA.....	40
Figura 20 Armónicos Individuales, del transformador J5T26 de 400 kVA.....	41
Figura 21 Flicker, transformador J5T26 de 160 kVA.....	44
Figura 22 Niveles de tensión, transformador J5T26 de 160 kVA.....	46
Figura 23 Corrientes, del transformador J5T26 de 160 kVA.....	47
Figura 24 THDv, del transformador J5T26 de 160 kVA. ....	49
Figura 25 Cargabilidad, del transformador J5T26 de 160 kVA.....	50
Figura 26 Factor de Potencia del transformador J5T26 de 160 kVA.....	52
Figura 27 Armónicos Individuales, del transformador J5T26 de 160 kVA.....	53
Figura 28 Consumo de energía mensual por sector en kWh y porcentaje. ....	58

Figura 29 Modelos de luminarias fluorescentes.....	63
Figura 30 Flujo luminoso de diferentes luminarias.....	68
Figura 31 Comparación aprovechamiento de lúmenes. ....	69
Figura 32 Comparación de Luxes ente luminaria convencional y una LED.....	70
Figura 33 Balastro electromagnético y electrónico del Hospital .....	77
Figura 34 Potencia Activa de balastos electromagnético y electrónico.....	78
Figura 35 Toma termográfica del balastro electromagnético.....	79
Figura 36 Comparación de potencia entre balastro electromagnético y electrónico...80	
Figura 37 Comparación de energía entre balastro electromagnético y electrónico. ...81	
Figura 38 Forma de la onda de tensión a la salida del balastro Silvana.....	82
Figura 39 Forma de la onda de tensión a la salida del balastro Osram. ....	83
Figura 40 Forma de la onda de tensión a la salida del balastro Universal .....	84
Figura 41 Potencia entre balastro electromagnético y tecnología LED. ....	86
Figura 42 Energía entre balastro electromagnético y tecnología LED. ....	87
Figura 43 Comparación grafica de indicadores energéticos año 2014.....	92
Figura 44 Comparación de indicadores energéticos por MWh/cama. ....	93
Figura 45 Comparación de indicadores energéticos por kWh/m2. ....	93

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Potencia por tipo de energía y tipo de central. ....	1
Tabla 2 Datos referenciales del hospital IESS-Ibarra .....	11
Tabla 3 Promedio, porcentajes, tasas de hospitalización 2013 .....	14
Tabla 4 Promedio, porcentajes, tasas de hospitalización 2014 .....	15
Tabla 5 Niveles máximos de ruido de acuerdo a la actividad .....	17
Tabla 6 Categorías de hospitales Chile .....	21
Tabla 7 Equipos de transformación y generación. ....	30
Tabla 8 Tableros de distribución. ....	31
Tabla 9 Equipos médicos, fuerza e iluminación.....	32
Tabla 10 Datos referénciales del transformador J5T26 de 400 kVA. ....	33
Tabla 11 Análisis de flicker o Pst del transformador J5T26 de 400 kVA.....	33
Tabla 12 Niveles de Tensión, transformador J5T26 de 400 kVA.....	35
Tabla 13 Transitorios Dips y Surges, transformador J5T26 de 400 kVA.....	36
Tabla 14 Corrientes, transformador J5T26 de 400 kVA. ....	36
Tabla 15 THDv, del transformador J5T26 de 400 kVA.....	37
Tabla 16 FP total y por fase transformador J5T26 de 400 kVA. ....	39
Tabla 17 Datos referénciales del transformador J5T26 de 160 kVA. ....	43
Tabla 18 Análisis de flicker o Pst del transformador J5T26 de 160 kVA.....	43
Tabla 19 Niveles de Tensión, transformador J5T26 de 160 kVA.....	45
Tabla 20 Transitorios Dips y Surges, transformador J5T26 de 160 kVA.....	46
Tabla 21 Corrientes, transformador J5T26 de 160 kVA. ....	47
Tabla 22 THDv, del transformador J5T26 de 160 kVA.....	48
Tabla 23 FP por fase y total del transformador J5T26 de 160 kVA. ....	50
Tabla 24 Listado de luminarias del Hospital IESS- Ibarra.....	55
Tabla 25 Listado de Equipos más representativos del Hospital IESS- Ibarra. ....	56
Tabla 26 Listado de Equipos de Oficina del Hospital IESS- Ibarra.....	57
Tabla 27 Relación entre apariencia de color y temperatura de la fuente de luz.....	61
Tabla 28 Iluminación de habitaciones en hospitales. ....	71

Tabla 29 Iluminación en la Unidad de Cuidados Intensivos.....	72
Tabla 30 Iluminación para Consultorios y Salas de Tratamiento. ....	73
Tabla 31 Iluminación para aéreas de servicios.....	74
Tabla 32 Iluminación en áreas de acceso y exteriores. ....	74
Tabla 33 Niveles de iluminación en luxes.....	75
Tabla 34 Potencias con balastro electromagnético y electrónico.....	79
Tabla 35 Nueva potencia por cambio de balastro electromagnético a electrónico. ....	80
Tabla 36 Energía por cambio de balastro electromagnético por electrónico .....	81
Tabla 37 Parámetros medidos para balastro electrónico Silvanya.....	82
Tabla 38 Parámetros medidos para balastro electrónico Osram .....	83
Tabla 39 Parámetros medidos en balastro electromagnético Universal.....	83
Tabla 40 Potencias con balastro electromagnético y tecnología LED. ....	85
Tabla 41 Nueva potencia por cambio de balastro electromagnético por LED.....	86
Tabla 42 Energía por cambio de balastro electromagnético por LED. ....	87
Tabla 43 Características del tubo LED elegido.....	88
Tabla 44 Comparación índices energéticos año 2014. ....	92
Tabla 45 Lista de materiales tecnología LED .....	96
Tabla 46 Cálculo de los pagos del sistema de iluminación del hospital. ....	97
Tabla 47 Porcentajes de ahorro de energía con la implementación del proyecto. ....	97
Tabla 48 Pagos del sistema de iluminación luego de la implementación del proyecto.....	97
Tabla 49 Cálculo de los beneficios.....	98
Tabla 50 Flujo de caja .....	98
Tabla 51 Criterios de evaluación económica. ....	100
Tabla 52 Cálculo de la recuperación de la inversión.....	100

## RESUMEN

Para realizar este estudio se partió de los consumos de energía eléctrica del hospital se tomaron los años 2013 y 2014 para determinar la demanda del hospital, se procedió al levantamiento de todos los sistemas eléctricos del hospital y realizar el balance energético el cual dio como resultado que el mayor consumidor es el sector de iluminación con un 57,14%. Con esto se calculó los índices actuales por ocupación de cama y por metro cuadrado de construcción, para mejorar estos indicadores se trabajó concretamente en el sistema de iluminación. Para mejorar la eficiencia del sistema se toma como mejor opción el reemplazo de la mayoría de luminarias por la tecnología LED, la cual reduce el consumo del sector de iluminación a un 28,37% de la energía diaria que necesita el hospital y un 29,36% en todo el sistema global eléctrico. Se procedió a la simulación de resultados dando los nuevos indicadores energéticos los cuales comparados con los de vecino país Chile se encuentran por debajo de los que poseen los hospitales entre 100 a 200 camas. Se realizó el análisis financiero demostrando que a inversión es recuperable dando como resultado que el proyecto es viable y una vez al realizar la eficiencia energética se demostrara que los objetivos de la misma si son sustentables tanto técnicamente como económicamente.

### PALABRAS CLAVES:

- **EFICIENCIA ENERGÉTICA**
- **CONSUMO DE ENERGÍA SISTEMA DE ILUMINACIÓN**
- **INDICADORES HOSPITALARIOS**
- **BALANCE DE ENERGÍA**



## ABSTRACT

To realize this study it broke of the consumption of electric power of the hospital they took the year 2013 and 2014 to determine the demand of the hospital, one proceeded to the raising of all the electrical systems of the hospital and to realize the Energy balance which gave like turned out that the biggest consumer is the lighting sector 57, 14%.

With this the current indexes are calculated by bed occupation and by square meter of construction, to improve these indicators one is employed specifically at the lighting system.

To improve the efficiency of the system there takes as a better option the substitution of most of lights for the technology LED, which limits the consumption of the sector of lighting 28, 37% of the daily Energy that needs the hospital and 29, 36% in the whole electrical global system.

One proceeded to the results simulation giving the new Energy indicators which compared with those of nearby country Chile is below those who possess the hospitals between 100 to 200 beds.

The financial analysis is realized demonstrating that to investment it is recoverable giving like sat that the project is viable and once on having realized the Energy efficiency it will be demonstrated that the targets of the same one if they are sustainable so much technically like economically.

### WORDS FIX:

- **ENERGY EFFICIENCY**
- **POWER CONSUMPTION LIGHTING SYSTEM**
- **HOSPITAL INDICATORS**
- **BALANCE OF POWER**

## CAPITULO 1

### GENERALIDADES

#### 1.1 Antecedentes

El petróleo se mantiene como la principal fuente de energía primaria de la actual sociedad ya que gracias a sus derivados como la gasolina, el diesel y glp han ayudado al desarrollo y confort de la humanidad, pero estas no son recursos renovables e igualmente su combustión produce gases de efecto invernadero los cuales contaminan el medio ambiente, en la actualidad las principales fuentes de energía que ocupa el país es el petróleo seguido por el gas natural y la hidroenergía.

La potencia efectiva de las centrales de generación de acuerdo al tipo de central, las de mayor representación son las centrales termoeléctricas con un 55,72% de potencia efectiva, las centrales hidráulicas con el 43,83% con el 0,08% Solares, 0,37% Eólica. (CONELEC, 2015)

**Tabla 1**  
**Potencia por tipo de energía y tipo de central.**

Tipo de energía	Tipo de Central	Potencia Nominal		Potencia Efectiva	
		MW	%	MW	%
Renovable	Eólica	19,56	0,36	18,90	0,37
	Fotovoltaica	3,90	0,07	3,87	0,08
	Hidráulica	2.264,75	41,19	2.236,76	43,83
	Térmica Turbovapor (*)	101,30	1,84	93,40	1,83
<b>Total Renovable</b>		<b>2.389,52</b>	<b>43,46</b>	<b>2.352,93</b>	<b>46,11</b>
No Renovable	Térmica MCI	1.571,01	28,58	1.321,82	25,90
	Térmica Turbogás	1.078,99	19,63	973,90	19,09
	Térmica Turbovapor	458,24	8,34	454,24	8,90
<b>Total No Renovable</b>		<b>3.108,23</b>	<b>56,54</b>	<b>2.749,96</b>	<b>53,89</b>
<b>Total</b>		<b>5.497,75</b>	<b>100,00</b>	<b>5.102,90</b>	<b>100,00</b>

**Fuente: (CONELEC, 2015)**

Se considera energías renovables o alternativas a las que pueden sustituir a la energía convencional (fósiles, grandes centrales hidroeléctricas, energía nuclear), y que no implican impactos negativos significativos.

Dentro de la generación de energía por medio de energías renovables directa o indirectamente se encuentran las siguientes:

- Biocombustibles
- Biomasa
- Eólica
- Geotérmica
- Marina o de mareas
- Hidráulica (micro centrales hasta 100 kW de potencia, mini centrales de 100 a 1000 kW de potencia y pequeñas centrales potencia instalada total de hasta 3000 kW)
- Solar Fotovoltaica
- Solar Térmica
- Solar Termoeléctrica

La energía eléctrica en la actualidad es base fundamental para el desarrollo de los pueblos en otras palabras es el motor del mundo moderno, pero en nuestro país no se tiene conciencia acerca del ahorro y eficiencia energética en el sector hospitalario, la mayor parte de equipos tanto médicos, sistemas de iluminación, equipos de oficina, ascensores, motores, bombas etc. para que todos ellos funcionen correctamente el servicio eléctrico debe de ser de buena calidad sin la presencia fluctuaciones o perturbaciones peor aun cortes de energía ya que esto pondría en peligro la vida de los pacientes.

Para el Ecuador la eficiencia energética tuvo inicio con planes de renovación de electrodomésticos, vehículos de transporte, también se implementó el cambio de iluminación incandescente por tecnología fluorescente, y recientemente se está haciendo el uso de cocinas de inducción. En el sector salud, específicamente en el sector público no se ha realizado estudios de indicadores energéticos y tampoco se ha implantado políticas de gestión energética.

El desarrollo de la eficiencia energética requiere de programas permanentes que lleven a una mejora continua del sistema energético que crece a medida que hay un mejoramiento económico y crecimiento poblacional.

## ***1.2 Definición del problema***

El plan nacional del Buen Vivir establece el uso adecuado y racional de los recursos como política de estado. Como eje transversal en el cambio de la matriz energética y productiva se planea incrementar el uso de energías renovables e implantar planes de eficiencia energética en instituciones públicas y privadas. En los hospitales públicos no se ha hecho una evaluación del uso de la energía en la prestación de servicios, por lo tanto no se dispone de información del correcto funcionamiento de los sistemas energéticos que componen un hospital.

Por ello se plantea crear un plan de eficiencia energética para el hospital IESS-Ibarra, en los sistemas de mayor relevancia energética.

### ***1.3 Objetivos***

#### ***1.3.1 Objetivo general***

Elaborar el balance energético e implementar alternativas de eficiencia energética en el sistema eléctrico del hospital IESS – Ibarra

#### ***1.3.2 Objetivo específicos***

- Determinar cuáles son los sistemas de mayor consumo energético
- Determinar los índices de eficiencia energética del sistema eléctrico
- Realizar modelos de comportamiento del sistema eléctrico
- Proponer un plan de gestión energética

### ***1.4 Alcance***

El proyecto propone hacer un análisis energético del sistema eléctrico del hospital IESS – Ibarra para identificar su potencial de ahorro energético, recomendar soluciones y generar una propuesta de gestión de la energía con la entrega de un plan de eficiencia energética.

### ***1.5 Justificación e importancia***

En el Ecuador no se ha realizado un análisis del uso de la energía en hospitales públicos, por ello es necesario empezar por una evaluación particular y general de los sistemas energéticos de estos centro médicos. A fin de establecer indicadores de uso eficiente de energía y hacer propuestas de mejora, que se traducen en beneficios potenciales como:

- Reducir los costos de energía, ya que los hospitales consumen una importante cantidad de energía eléctrica (iluminación, ventilación, equipos medicinales, etc.). Reduciendo estos costos se puede disponer de mejor modo los excedentes económicos.
- Mejorar la calidad de la atención, por ejemplo mejorando la administración en la generación y consumo de vapor, se puede tener un vapor a la temperatura y presión adecuadas para las diversas necesidades.
- Mejorar la confiabilidad del suministro de energía eléctrica atreves de un estudio de calidad de energía.
- Beneficios adicionales como el costo de mantenimiento reducido y la seguridad del trabajador. En general las tecnologías eficientes son más fiables.
- Reducción de la polución, además de preservar el medioambiente y permite conservar los recursos naturales para futuras generaciones.

## **CAPITULO 2**

### **ESTADO DEL ARTE DE LOS SISTEMAS ENERGÉTICOS DEL HOSPITAL.**

#### **2.1 Antecedentes**

La provincia de Imbabura se asienta en una superficie de 4559,3 Km<sup>2</sup>, está localizada en el norte de la región sierra, limitada al norte por la provincia del Carchi, al sur por la provincia de Pichincha, al este la provincia de Sucumbíos y al oeste la provincia de Esmeraldas.

La ciudad de Ibarra, se halla a 2210 metros sobre el nivel del mar, situado a 115 Km al norte de Quito y 125 Km al sur de Tulcán, cuenta con una población de 108.550 habitantes, su superficie es 1093.3 km cuadrados por estar en la zona ecuatorial se tiene dos de las cuatro estaciones climáticas o mejor dicho posee meses secos y meses de lluvia lo que es una ventaja ya que las edificaciones no necesitan de calefacción para meses de invierno, el clima en la ciudad de Ibarra es templado, tiene una temperatura promedio de 18 grados Celsius.

(Vargas, Solano, Granja, & Viscaino, 2011)

La construcción de la planta física del Hospital Regional de Ibarra, se inicia en el año 1983, y luego de una espera de 14 años, fue inaugurada oficialmente el 28 de Septiembre de 1997, previo a un proceso de apertura cuyo plan fue aprobado en sesión extraordinaria el 11 de Septiembre de 1997 por el consejo Superior del IESS de ese entonces, quien conoció los informes Nros.**01100-4306** del 9 de Septiembre de 1997 de la Dirección General y **04100-2378** del 8 de Septiembre de 1997 de la Dirección Nacional medico Social.

#### **MISIÓN**

El I.E.S.S. tiene la misión de proteger a la población urbana y rural, con relación de dependencia laboral o sin ella, contra las contingencias de enfermedad, maternidad, riesgo

del trabajo, discapacidad, cesantía, invalidez, vejez y muerte, en los términos que consagra la ley de Seguridad Social.

## **VISIÓN**

El Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social se encuentra en una etapa de transformación, el plan estratégico que se está aplicando, sustentado en la Ley de Seguridad Social vigente, convertirá a esta institución en una aseguradora moderna, técnica con personal capacitado que atenderá con eficiencia, oportunidad y amabilidad a toda persona que solicite los servicios y prestaciones que ofrece.



**Figura 1 Hospital IESS-Ibarra.**

### **2.2 Demanda referencial**

(Pizarro, 2014)

El Hospital IESS de Ibarra es un Hospital tipo II con el carácter de Regional, esto implica brindar una atención de salud a la población que supera ya el millón de

habitantes, para las provincias del Norte del País como son: Carchi, Imbabura, Sucumbíos, Orellana, parte de Esmeraldas, y Norte de la Provincia de Pichincha. De esta población un 23% (datos **INEC 2010**), están protegidas por la Seguridad Social; es decir que se puede considerar que existen alrededor de 230.000 afiliados asegurados. Utilizando una tasa de crecimiento poblacional promedio de 1,52% se puede establecer que la demanda referencial para el 2014 es de 233.496 personas aproximadamente.

### **2.3 Demanda efectiva**

Que corresponde a las atenciones anuales, según las estadística reportadas por la unidad; se establece que durante el periodo 2013 fueron atendidas un total de 135.000 usuarios en las áreas de Hospitalización y consulta externa. (Pizarro, 2014)

### **2.4 Modelo de Servicio**

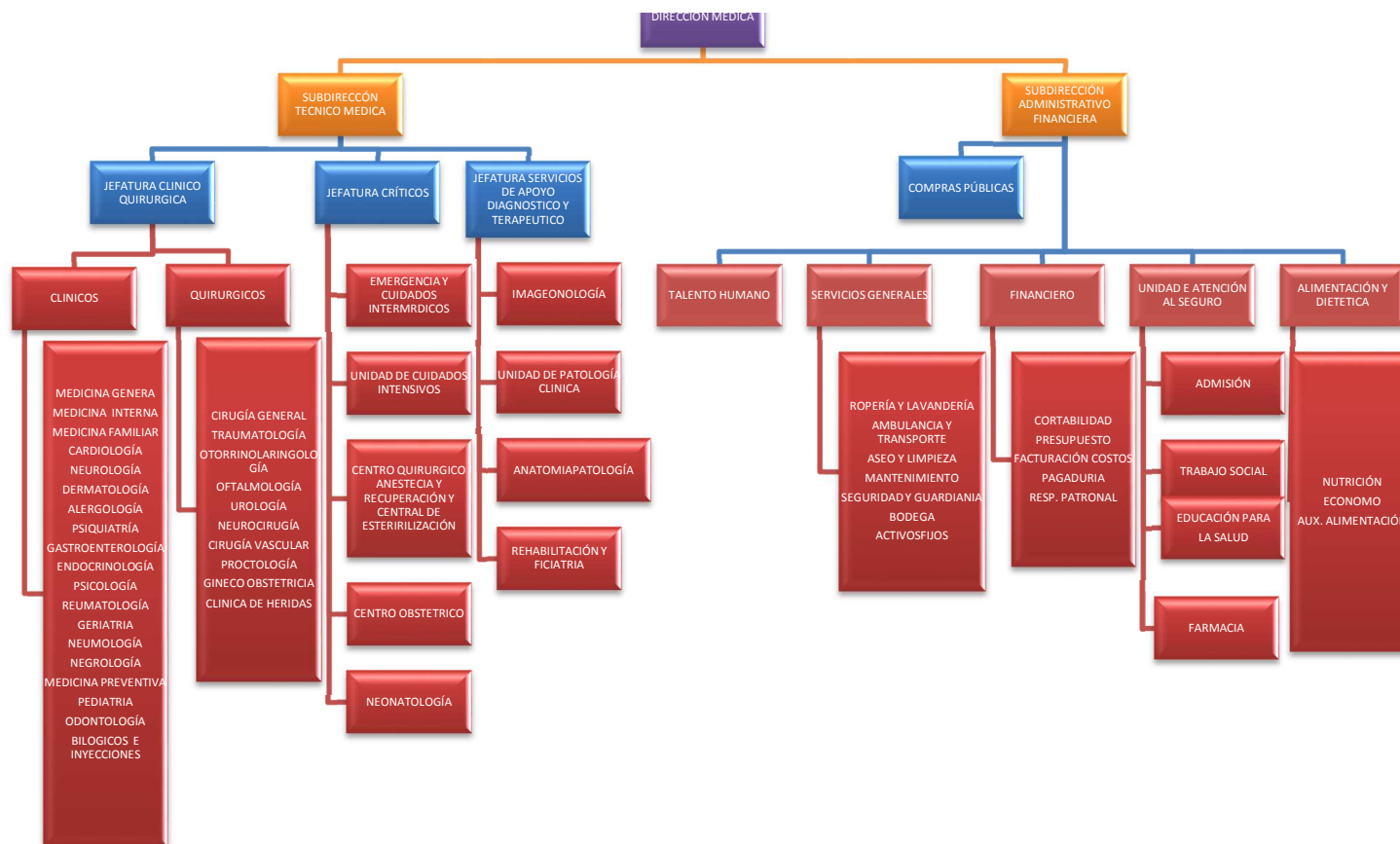
(Pizarro, 2014)

La planificación funcional del IESS Hospital Ibarra, y el proyecto de ampliación y mejoramiento de infraestructura, equipamiento y talento humano, que de él se pudiese derivar, se sustentan en algunos principios básicos

- Acorde al modelo de gestión hospitalaria
- Acorde a estándares de planificación
- Integrado en la red asistencial
- Orientado y centrado en el usuario
- Versátil, con capacidad de adaptación
- Altamente resolutivo y eficiente
- Líder en tecnología
- Motivador e incentivador de los profesionales Accesible y sin barreras

### **2.5 Organización funcional del Hospital IESS-Ibarra**





**Figura 2 Organización funcional del Hospital IESS-Ibarra**

**Fuente** (Pizarro, 2014)

### **2.5.1 Clasificación de los hospitales del IESS**

Las Unidades Médicas del IESS se clasifican, según su nivel de complejidad en

- Hospitales de Nivel III
- Hospitales de Nivel II
- Hospitales de Nivel I
- Centros de Atención Ambulatoria (Dispensario Tipo A y Tipo B)
- Unidades de Atención Ambulatoria (Dispensarios Tipo C)

Corresponde a la Dirección Nacional Médico Social la calificación del nivel de complejidad de cada una de las Unidades Médicas del IESS y su acreditación como prestadores de salud a los afiliados del Seguro de Enfermedad y Maternidad.

**Hospital de Nivel III.-** El Hospital de Nivel III es la unidad médica de mayor complejidad, de referencia zonal, que presta atención médica de hospitalización y ambulatoria de tercer nivel, en cirugía, clínica y cuidado materno infantil, medicina crítica, y auxiliares de diagnóstico y tratamiento.

**Hospital de Nivel II.-** El Hospital de Nivel II es la unidad médica, de referencia subregional o provincial, que presta atención médica en cirugía, clínica, cuidado materno infantil; medicina crítica, y auxiliares de diagnóstico y tratamiento, el hospital del IESS-Ibarra se encuentra en este nivel.

**Hospital de Nivel I.-** El Hospital de Nivel I es la unidad médica, de referencia cantonal, responsable de la prevención y atención de enfermedades mediante cirugía clínica, cuidado materno infantil, urgencias, y auxiliares de diagnóstico.

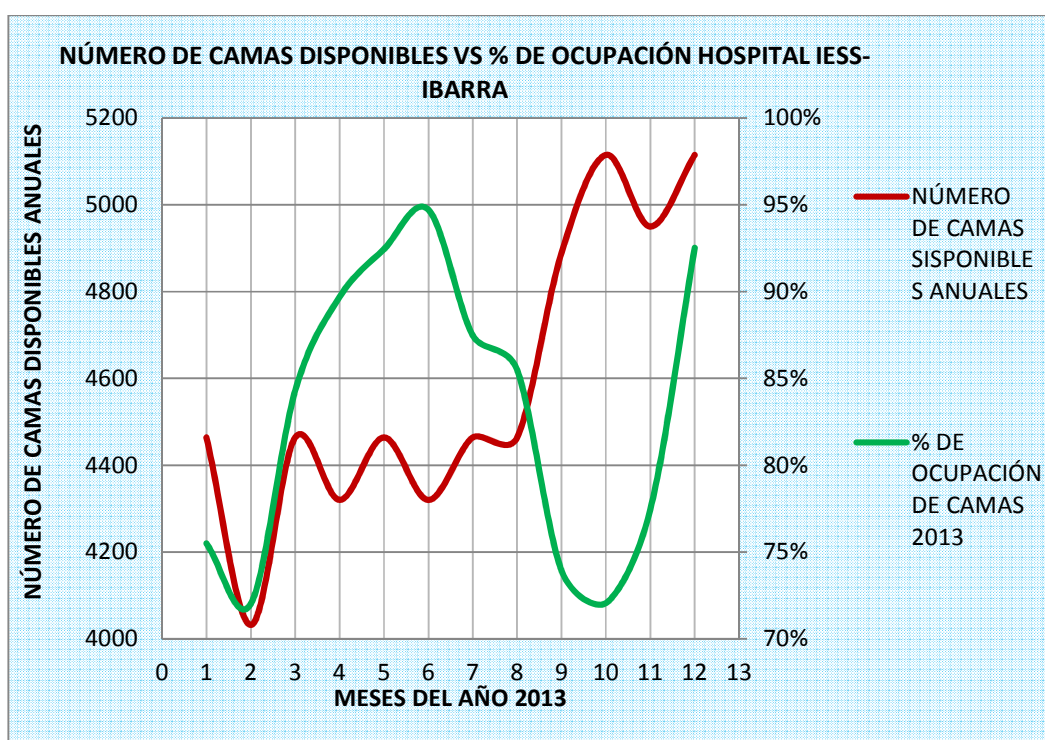
**Tabla 2****Datos referenciales del hospital IESS-Ibarra**

Ubicación geográfica IESS – Hospital	
Ubicación geográfica:	Latitud: 36° Longitud: -78.13°
Provincia:	Imbabura
Ciudad:	Ibarra
Unidad MSP:	Hospital IESS - Ibarra
Nivel:	Segundo Nivel
Área de construcción	16313 m <sup>2</sup>
Área del terreno	40000 m <sup>2</sup>
Número de camas:	145 censables año 2013
Número de camas :	165 censables año 2014
Elevación:	2220 msnm

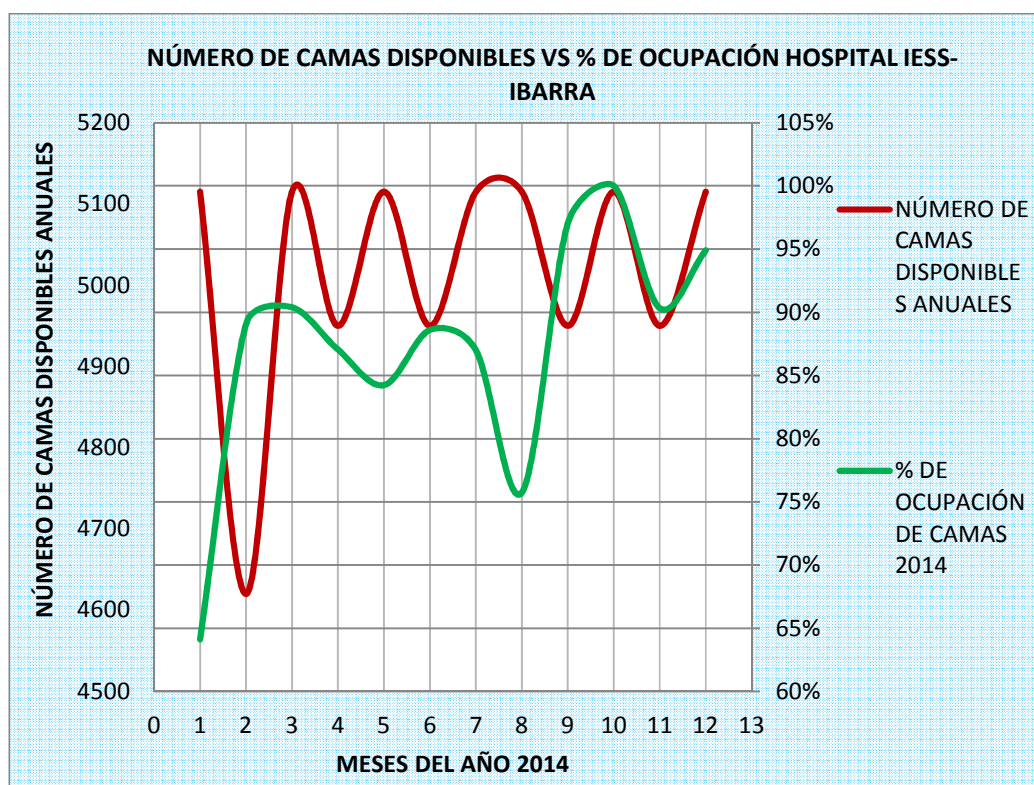
**Figura 3 Ubicación geográfica IESS – Hospital**

### 2.5.2 Índices estadísticos funcionales.

Son los que utiliza una institución para determinar el comportamiento de un proceso y así determinar si está o no cumpliendo con los objetivos, uno de los índices más utilizados en un hospital es el porcentaje de ocupación de cama o grado de uso, en el año 2013 y 2014 el Hospital del IESS-Ibarra tiene una disponibilidad de camas entre censadas y no censadas de 193, las camas censadas son 145 para el año 2013 y 165 camas para el año 2014, el porcentaje anual de ocupación de camas en el 2013 fue de 83,03% y durante el año 2014 fue del 87,35% .



**Figura 4 Número de camas disponibles y camas ocupadas 2013**  
Fuente: Estadísticas hospital IESS- Ibarra 2013



**Figura 5 Número de camas disponibles y camas ocupadas 2014**  
**Fuente: Estadísticas hospital IESS- Ibarra 2014**

Estos datos son muy importantes ya que con estas estadísticas se determinara los indicadores que serán utilizados como línea base para la mejora de procesos energéticos, a continuación se encuentran las tablas de estadísticas por áreas de atención del hospital IESS-Ibarra.

**Tabla 3**  
**Promedio, porcentajes, tasas de hospitalización 2013**

<b>I. E. S. DIRECCIÓN DEL SEGURO GENERAL DE SALUD INDIVIDUAL Y FAMILIAR</b>												
<b>PRODUCCIÓN DE HOSPITALIZACIÓN</b>		<b>INFORME ANUAL UNIDAD MEDICA HOSPITAL DE IBARRA</b>								<b>POBLACIÓN AFILIADA</b>		
<b>AÑO</b>	<b>2013</b>									<b>44.236</b>		
<b>INDICADORES</b>	<b>PROMEDIOS - PORCENTAJES - TASAS HOSPITALIZACIÓN</b>									<b>CONSULTA EXTERNA</b>		
	<b>PROMEDIO DÍAS ESTANCIA</b>	<b>PROMEDIO DIARIO CAMAS DISPONIBLES</b>	<b>% OCUPACIÓN DE CAMAS</b>	<b>GIRO DE CAMA O RENDIMIENTO</b>	<b>INTERVALO DE GIRO</b>	<b>T. CRUDA MORTALIDAD HOSP.</b>	<b>T. NETA MORTALIDAD HOSP.</b>	<b>PROMEDIO DIARIO INTERV. QUIRUR.</b>	<b>INTERV. QUIRUR. POR 100 EGRESOS</b>	<b>PORCENTAJE DE CONSULTAS</b>	<b>No. RECETAS POR CONSULTA</b>	<b>PROMEDIO DIAS REPOSO POR CONSULTA</b>
CARDIOLOGÍA	7,85	4,99	78,81	36,63	2,11	2,16	0,43			6,87	1,92	0,04
CIRUGÍA GENERAL	5,47	19,88	99,41	66,35	0,03	0,68	0,08	53,29	59,98	11,55	0,15	0,18
CIRUGÍA VASCULAR	4,17	1,15	57,67	50,50	3,06	0,99	0,00	3,50	41,58	3,59	0,44	0,16
DERMATOLOGÍA	9,03	0,77	76,71	31,00	2,74	0,00	0,00			5,82	1,27	0,02
ENDOCRINOLOGÍA	8,24	5,96	89,44	39,60	0,97	0,76	0,38			6,05	1,16	0,00
GASTROENTEROLOGÍA	7,68	2,48	93,11	44,25	0,57	0,00	0,00			5,29	1,70	0,01
GINECOLOGÍA	3,39	6,00	64,28	69,21	1,88	0,15	0,00	20,04	86,22	13,43	0,30	0,11
MEDICINA INTERNA	9,18	7,65	99,75	39,65	0,02	3,29	1,64			9,11	1,44	0,07
NEONATOLOGÍA	5,32	3,50	45,57	31,30	6,35	1,25	0,42					
NEUMOLOGÍA	9,65	3,22	241,19	91,50	-5,65	0,00	0,00			2,75	2,18	0,09
NEUROCIRUGÍA	4,34	0,42	31,28	26,25	9,54	0,00	0,00	0,10	5,71	0,54	1,01	0,03
NEUROLOGÍA	8,97	0,79	59,05	24,00	6,22	0,00	0,00	0,00		0,31	1,35	0,46
OBSTETRICIA	2,70	18,10	102,39	138,23	-0,06	0,08	0,08	13,14	0,20			
OFTALMOLOGÍA	5,68	0,34	34,25	22,00	10,91	0,00	0,00	4,48	440,91	4,86	0,61	0,42
OTORRINOLARINGOLOGÍA	3,67	0,75	56,58	56,25	2,81	0,00	0,00	3,24	76,00	1,26	1,30	0,03
PEDIATRÍA	5,27	20,13	80,52	55,80	1,27	0,00	0,00			15,22	0,34	0,02
PSIQUIATRÍA	7,81	2,12	79,45	37,13	2,02	2,02	0,00			4,18	2,38	0,07
TRAUMATOLOGÍA	5,40	16,19	83,75	56,59	1,05	0,27	0,09	32,98	49,36	19,58	1,31	1,58
UROLOGÍA	5,09	8,46	84,58	60,60	0,93	0,50	0,33	7,69	30,53	2,96	0,46	0,02
OTRAS	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	3,34		28,92	2,09	0,03
<b>DEL TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>4,93</b>	<b>125,26</b>	<b>83,03</b>	<b>61,46</b>	<b>1,01</b>	<b>0,93</b>	<b>0,42</b>	<b>141,89</b>	<b>22,03</b>			

Fuente: Estadísticas hospital IEES- Ibarra 2013

**Tabla 4**  
**Promedio, porcentajes, tasas de hospitalización 2014**

<b>I. E. S. S. DIRECCIÓN DEL SEGURO GENERAL DE SALUD INDIVIDUAL Y FAMILIAR</b>												
<b>PRODUCCIÓN DE HOSPITALIZACIÓN</b>		<b>INFORME ANUAL UNIDAD MEDICA HOSPITAL DE IBARRA</b>								<b>POBLACIÓN AFILIADA</b>		
<b>AÑO</b>	<b>2014</b>									<b>68.879</b>		
<b>INDICADORES</b>	<b>PROMEDIOS - PORCENTAJES - TASAS HOSPITALIZACIÓN</b>									<b>CONSULTA EXTERNA</b>		
	<b>PROMEDIO DÍAS ESTANCIA</b>	<b>PROMEDIO DIARIO CAMAS DISPONIBLES</b>	<b>% OCUPACIÓN DE CAMAS</b>	<b>GIRO DE CAMA O RENDIMIENTO</b>	<b>INTERVALO DE GIRO</b>	<b>T. CRUDA MORTALIDAD HOSP.</b>	<b>T. NETA MORTALIDAD HOSP.</b>	<b>PROMEDIO DIARIO INTERV. QUIRUR.</b>	<b>INTERV. QUIRUR. POR 100 EGRESOS</b>	<b>PORCENTAJE DE CONSULTAS</b>	<b>No. RECETAS POR CONSULTA</b>	<b>PROMEDIO DIAS REPOSO POR CONSULTA</b>
CARDIOLOGÍA	9,50	6,35	90,76	34,86	0,97	2,87	2,05			8,56	1,45	0,04
CIRUGÍA												
CARDIOTORÁCICA.	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
CIRUGÍA GENERAL	5,76	22,08	110,38	70,00	-0,54	0,21	0,14	85,51	67,07	10,59	0,13	0,14
CIRUGÍA PLÁSTICA		0,00						5,46				
CIRUGÍA VASCULAR	4,67	1,34	67,12	52,50	2,29	0,00	0,00	5,85	64,76	4,23	0,66	0,12
DERMATOLOGÍA		0,00	0,00	0,00						5,08	1,17	0,01
ENDOCRINOLOGÍA	9,93	6,28	104,70	38,50	-0,45	0,87	0,87			7,32	0,93	0,03
GASTROENTEROLOGÍA	8,90	2,19	109,73	45,00	-0,79	2,22	1,11			8,31	1,13	0,11
GINECOLOGÍA	3,53	10,56	105,59	109,20	-0,19	0,09	0,00	16,59	31,14	11,72	0,35	0,09
MEDICINA INTERNA	11,68	8,67	123,91	38,71	-2,25	4,80	2,58			13,15	0,93	0,10
NEONATOLOGÍA	7,29	5,83	38,89	19,47	11,46	3,42	0,68					
NEUMOLOGÍA	10,59	3,95	98,63	34,00	0,15	2,21	1,47			3,66	2,12	0,10
OBSTETRICIA	2,79	18,53	80,55	105,26	0,67	0,00	0,00	26,83	6,69			
OFTALMOLOGÍA	4,35	0,27	27,40	23,00	11,52	0,00	0,00	7,32	239,13	4,82	0,83	0,27
ONCOLOGÍA		0,00								0,35	0,00	0,52
PEDIATRÍA	5,24	21,50	86,02	59,96	0,85	0,00	0,00			17,38	0,48	0,03
PSIQUIATRÍA	9,66	1,77	88,63	33,50	1,24	0,00	0,00			3,81	1,97	0,07
TRAUMATOLOGÍA	6,78	20,53	93,34	50,27	0,48	0,36	0,09	48,78	50,72	18,06	1,15	1,69
UROLOGÍA	4,98	8,45	84,47	61,90	0,92	0,65	0,16	10,29	25,85	5,22	0,47	0,02
OTRAS	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	1,66		35,60	1,77	0,06
<b>DEL TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>5,33</b>	<b>144,13</b>	<b>87,35</b>	<b>59,86</b>	<b>0,77</b>	<b>0,91</b>	<b>0,51</b>	<b>208,39</b>	<b>20,50</b>			

Fuente: Estadísticas hospital IESS- Ibarra 2014



### **2.5.3 Instalaciones y servicios.**

En el hospital funcionan las siguientes especialidades: Cardiología, cirugía cardiotorácica, cirugía general, cirugía maxilofacial, cirugía plástica, cirugía vascular, dermatología, endocrinología, gastroenterología, ginecología, hematología, infectología, medicina interna, nefrología, neonatología, neumología, neurocirugía, neurología, obstetricia, oftalmología, oncología, otorrinolaringología, pediatría, proctología, psiquiatría, traumatología, psiquiatría, traumatología, urología, odontología.

Las áreas médicas del hospital son: Laboratorio de Patología, Rehabilitación, Emergencia, Imagenología, Central de Esterilización, Farmacia, Quirófanos, Consulta Externa.

### **2.6 Normativas energéticas para hospitales.**

En la actualidad la Norma Ecuatoriana de Construcciones NEC -11 **capítulo 13** dedicada a la Eficiencia Energética en la construcción en Ecuador que tiene como objetivo el establecer las especificaciones y características técnicas mínimas a ser tomadas en cuenta en el diseño, construcción, uso y mantenimiento de las edificaciones en el país reduciendo de esta manera el consumo de energía y recursos necesarios, así como establecer los mecanismos de control y verificación de las mismas, a continuación se detallan algunos detalles de la norma referente a los hospitales:

#### **2.6.1 Confort acústico**

El confort acústico se vincula a la comodidad frente a los ruidos, en el diseño y la construcción de una edificación se debe considerar dos parámetros.

- Aislamiento acústico
- Acondicionamiento acústico

El aislamiento acústico se refiere a los materiales usados para impedir que el ruido proveniente del exterior ingrese al recinto interno.

El acondicionamiento acústico se refiere a la calidad superficial de los materiales interiores que hacen que el ruido propio de la actividad en el local se amplifique hasta sobrepasar los niveles de confort.

**Tabla 5**  
**Niveles máximos de ruido de acuerdo a la actividad**

LUGAR/ ACTIVIDAD	NIVEL SONORO [dB]
Hospitales y centros de salud	45

**Fuente:** (Comité Ejecutivo NEC, 2011)

### 2.6.2 *Generación de energía a través de fuentes renovables*

Una parte de la energía usada para el normal funcionamiento de la edificación deberá provenir de fuentes renovables, para el caso del agua caliente sanitaria (ACS), la fuente principal de energía renovable será la solar, sin embargo en caso de disponer de otra fuente se podrá usar esta siempre y cuando se respete los siguientes porcentajes:

- Calefacción 25%
- ACS 75%
- Piscinas cubiertas 60%
- Piscinas descubiertas 90%

La potencia de energía solar fotovoltaica para cubiertas de más de 2500 metros cuadrados (supermercados, almacenes, bodegas, recintos feriales, galpones) será de 5000 watts de igual manera para edificaciones de más de 2500 metros cuadrados de construcción (conjuntos habitacionales, hoteles, **hospitales**, edificios públicos, edificios de oficinas) será igualmente de 5000 watts.

### 2.6.3 *Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación*

Según lo que dicta de la norma de construcción ecuatoriana NEC -11 **capítulo 13** que se debe cumplir con lo establecido en la norma **ISO 8995-1** que se refiere a los niveles de iluminación en las zonas de trabajo que se aplica en áreas de trabajo de edificios, industrias, oficinas biblioteca, museos, espacios de circulación, garajes, hospitales, etc. Excepto para aquellas donde se use baja luminancia.

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el Valor de Eficiencia Energética de la instalación VEEI (W/m<sup>2</sup>) por cada 100 lux, mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_m}$$

**Ec: 1**

Donde:

P: la potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares [W].

S: La superficie iluminada [m<sup>2</sup>].

E<sub>m</sub>: La iluminancia media horizontal mantenida [lux].

Otras consideraciones a tener en cuenta son:

- Aprovechamiento de la luz natural.
- Rendimiento de las luminarias. Entendidas como la relación entre el flujo de las lámparas y el flujo útil a la salida del reflector.
- Se considera eficiente a partir del 60%. Utilización de lámparas con una eficacia luminosa Lm/W superior 60 Lm/W. (Fluorescencia)
- Utilización de equipos electrónicos de control de lámparas.

Al no existir normativa exclusivamente para la eficiencia energética para hospitales en el país se tomo como referencias la siguiente certificación internacional:

#### **2.6.4 Certificación LEED**

La certificación LEED acrónimo de Leadership in Energy and Environmental Design o en español Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental, es un método de evaluación de edificios sostenibles La evaluación final de la certificación LEED la otorga el Consejo de Edificios Sostenibles de **EEUU, U.S. Green Building Council, USGBC** asociación independiente que asocia a agentes participantes en la sostenibilidad y la construcción sin ánimo de lucro que impulsa la implementación de prácticas de excelencia en el

diseño y construcción sostenible, la certificación LEED se basa en la incorporación en el proyecto de aspectos relacionados con:

- El desarrollo sostenible de los espacios libres de la parcela
- La eficiencia del consumo de agua
- La eficiencia energética
- El uso de energías alternativas
- La mejora de la calidad ambiental interior
- La selección de materiales y el manejo de desechos de la construcción

Dentro de la certificación LEED existen varias certificaciones dependiendo del tipo de edificio:

- LEED NC: Edificios de nueva construcción y grandes remodelaciones
- LEED EB: Edificios existentes, donde se evalúa la operación y mantenimiento del edificio
- LEED CI: Mejora de interiores comerciales y de espacios con inquilinos
- LEED CS: Núcleo y envolvente, ayuda a implantar el diseño sostenible en la nuevas construcciones
- LEED H: Diseño y construcción de viviendas
- LEED ND: aplicación en desarrollos urbanísticos

### ***2.7 Certificación energética de hospitales***

La correcta gestión energética en hospitales podrá asegurar que un edificio sea más saludable, esto implica, garantizar que las personas que lo utilizan y el entorno que los rodeará también tendrán un ambiente más sano, el sistema de certificación LEED utiliza una metodología de primera generación al cual se basa en una lista de criterios para evaluar la calidad energética y ambiental.

### ***2.8 La certificación LEED en el diseño hospitalario***

### ***2.8.1 Entorno exterior del hospital***

En casos de readecuación de hospitales en los que no es posible seleccionar una ubicación adecuada, es necesario trabajar en el vínculo entre el entorno y arquitectura, una correcta iluminación natural y la posibilidad de disfrutar de vistas desde las zonas regularmente ocupadas del hospital permitirán un confort lumínico adecuado, también es importante permitir a los usuarios regular las condiciones de temperatura y humedad del ambiente, permitiéndoles el control de al menos el 50% de éstas y en cuanto al confort acústico, se lo conseguirá mediante materiales de aislamiento que absorban los sonidos molestos provenientes del exterior o del mismo hospital.

### ***2.8.2 La eficiencia energética iluminación y electricidad***

Los usuarios y personal del hospital van a ejercer un papel muy importante en el ahorro de energético y de agua del edificio, existen mecanismos que puede ayudar a controlar de forma automática este ahorro sin dejarlo en manos del buen o mal uso de los pacientes, la certificación LEED establece una producción mínima del 35% de la electricidad del hospital de manera renovable, no sólo es necesario tener en cuenta la producción de esta energía sino también su correcto uso, tanto de luz natural como de electricidad, mediante el uso de sensores que pueden reducir hasta un 60% del gasto en algunas zonas del hospital.

### ***2.8.3 Ahorro de agua***

El aprovechamiento del agua del hospital ayudará a reducir el suministro del municipio y el gasto en máquinas y equipamiento, el agua para baños, laboratorios o el riego del entorno pueden funcionar con agua recolectada de la lluvia o bien con aguas grises recicladas.

## ***2.9 Estado del Arte de la situación energética en el Hospital IESS-Ibarra***

La eficiencia energética es la que hace posible mejorar la relación entre la energía consumida y el trabajo o producto ha obtener sin disminuir calidad del servicio para la cual ha sido diseñado, esto depende de varios factores como cambiar la forma de operar un equipo o sistema, también el cambio de luminarias, equipos, motores por unos de

mayor eficiencia eléctrica de igual forma influye el diseño arquitectónico del hospital ya que de este depende que la iluminación sea natural o artificial en pasillos, oficinas, consultorios , habitaciones de los pacientes.

Al no existir indicadores de consumo energético de otros hospitales del IESS no se puede hacer una comparación es por esto que se va a tomar como referencia los indicadores de eficiencia energética de Chile, antes se presentan las categorías de los hospitales Chilenos para poder identificar los indicadores de eficiencia energética para energía eléctrica que estén más acordes con el hospital en estudio.

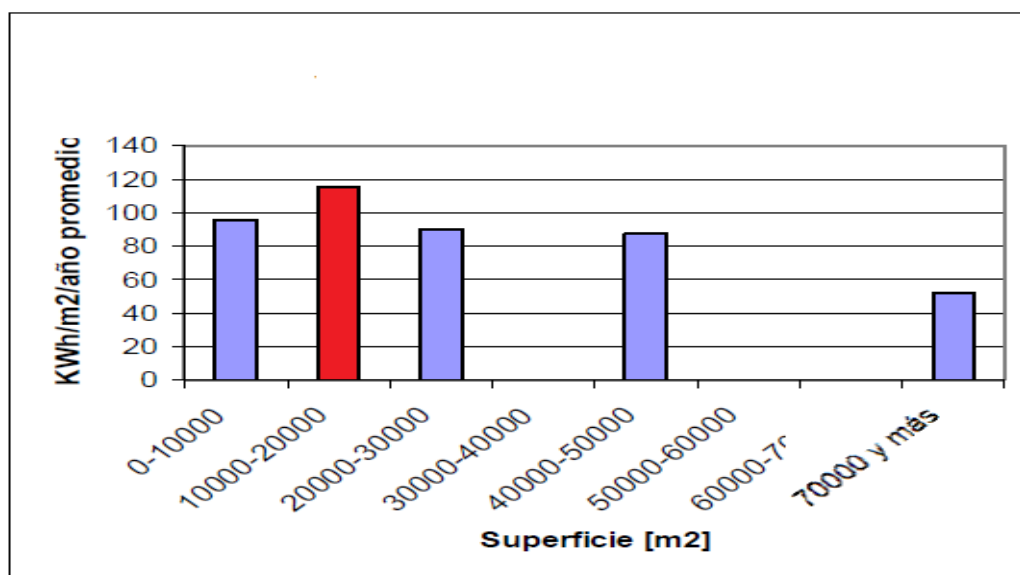
**Tabla 6**  
**Categorías de hospitales Chile**

CATEGORÍAS DE HOSPITALES DE CHILE		
TIPO	ESTABLECIMIENTO	NÚMERO DE CAMAS DE DOTACIÓN
HOSPITAL TIPO 4	BAJA COMPLEJIDAD	MENORES A 100
HOSPITAL TIPO 3	MEDIANA COMPLEJIDAD	DE 100 A 200
HOSPITAL TIPO 2	MEDIANA Y ALTA COMPLEJIDAD	DE 250 A 300
HOSPITAL TIPO 1	ALTA COMPLEJIDAD	CON NO MAS DE 500

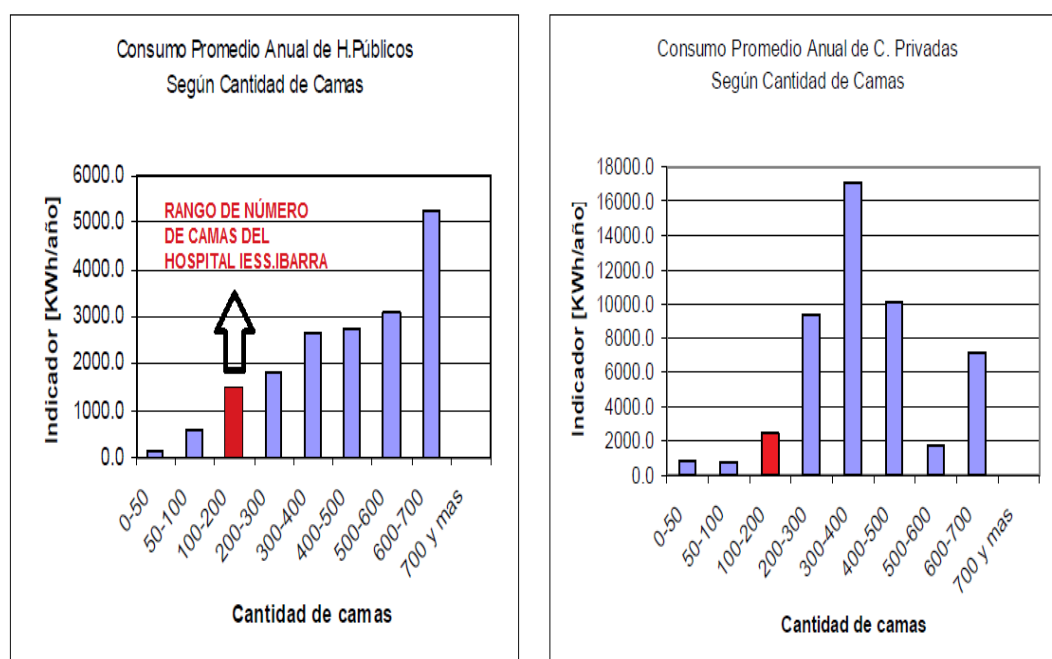
**Fuente:** (Narbona & Durán, 2009)

Luego de analizar las categorías de hospitales en Chile, el más próximo al hospital IESS- Ibarra de categoría nivel 2 su equivalente seria el hospital tipo 3 mediana complejidad que tiene entre 100 a 200 camas de dotación, a continuación se presentan algunos indicadores para la eficiencia de la energía eléctrica.

- kWh/ (m<sup>2</sup>-año)
- kWh/ (camas-año)
- kW/m<sup>2</sup>



**Figura 6 Consumo eléctrico promedio anual por m2 según superficie construida**  
**Fuente: (Vera Sepúlveda, 2008)**



**Figura 7 Consumo eléctrico promedio anual según cantidad de camas.**  
**Fuente: (Vera Sepúlveda, 2008)**

En un hospital público de Chile el consumo eléctricos es 1000 a 1500 Mwh / año para una ocupación de camas de 100 a 200 camas pero hay que tomar en cuenta que en el vecino país existen meses de invierno donde la temperatura mínima llega a los 4 grados Celsius por este motivo tienen sistemas de calefacción esto es en hospitales que se encuentran en la parte central y sur del país ya que la zona norte es árida, en el caso el hospital IESS-Ibarra el consumo energético es menor ya que no posee sistema de calefacción por tener un clima cálido seco.

### ***2.9.1 Identificación de los sistemas energéticos del hospital***

Los principales sistemas de consumo energéticos del hospital IESS- Ibarra son:

- Sistema eléctrico ( ver tablas 24,25 y 26)
- Sistema térmico.
- Sistema de vacío y gases medicinales.
- Sistema de agua potable y residual

Cabe señalar que los sistemas de vacío, gases medicinales, agua potable y residual no poseen equipos de consumo energéticos significativos.

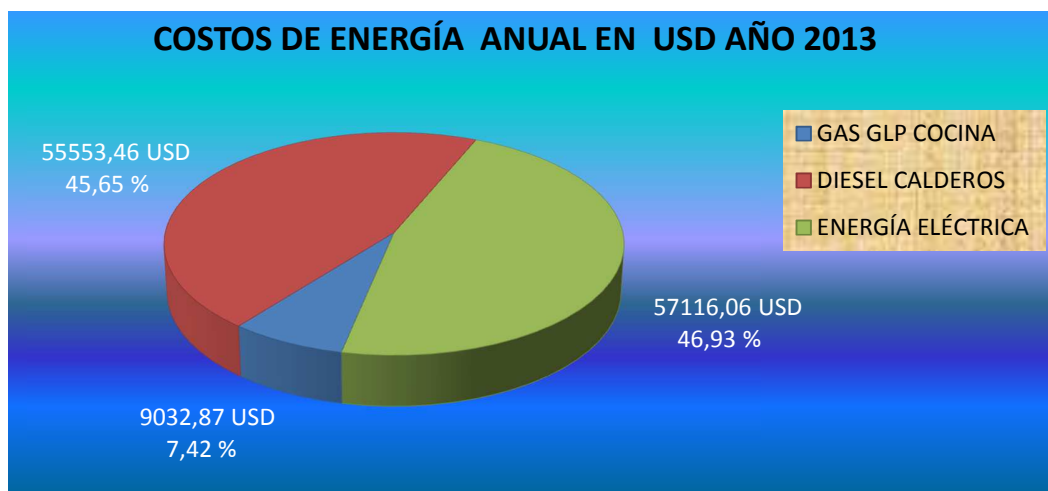
### ***2.10 Determinación de la matriz energética***

Los más altos consumidores energéticos del hospital son el sistema eléctrico y térmico.

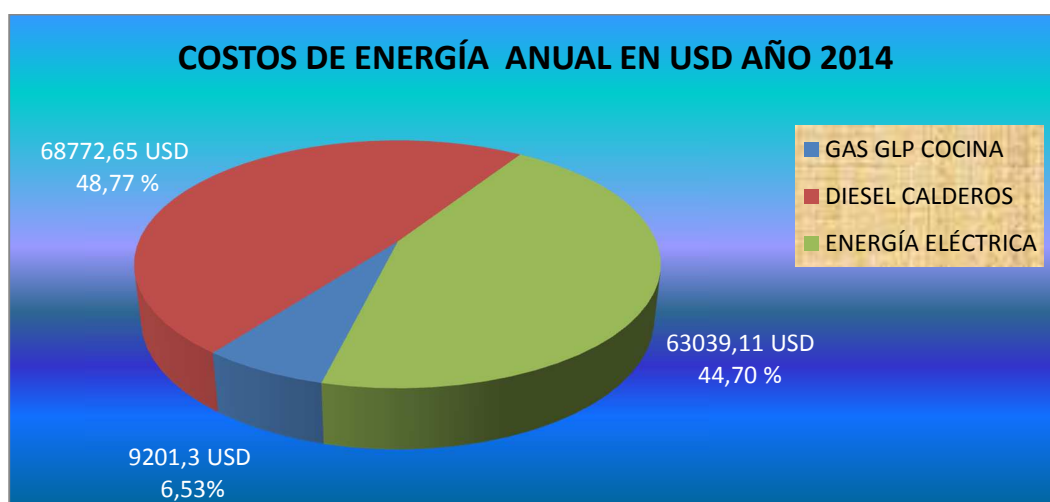
#### ***2.10.1 Costos energéticos***

Los costos de la energía eléctrica se obtuvieron de un histórico de consumos del año 2013 y 2014 facilitados por la dirección de comercialización de la empresa eléctrica, el glp para el área de cocina y el diesel para el funcionamiento del caldero se obtuvieron del departamento de estadística del hospital.





**Figura 8 Costos de energía anual 2013**  
**Fuente: Estadísticas del Hospital IESS-Ibarra**

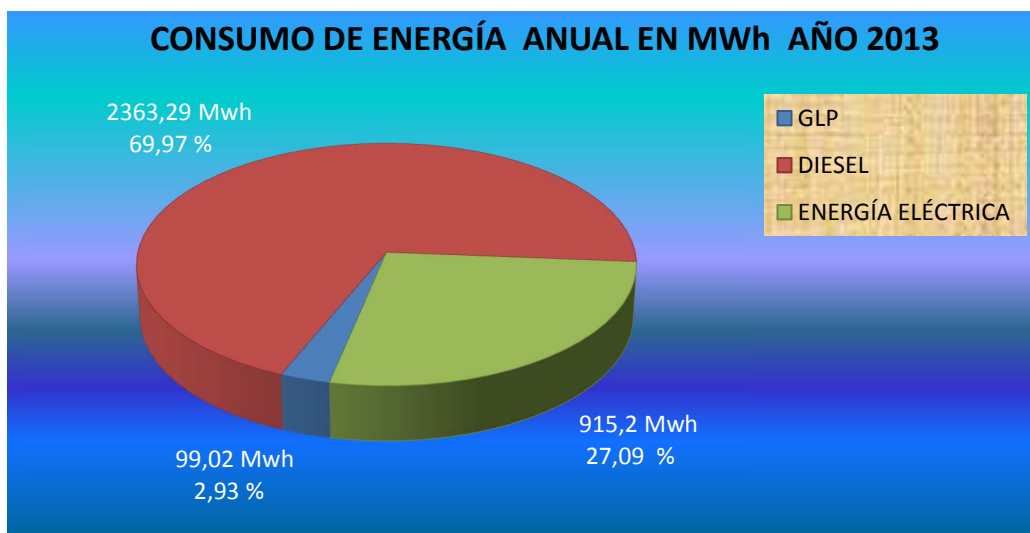


**Figura 9 Costos de energía anual 2014**  
**Fuente: Estadísticas del Hospital IESS-Ibarra**

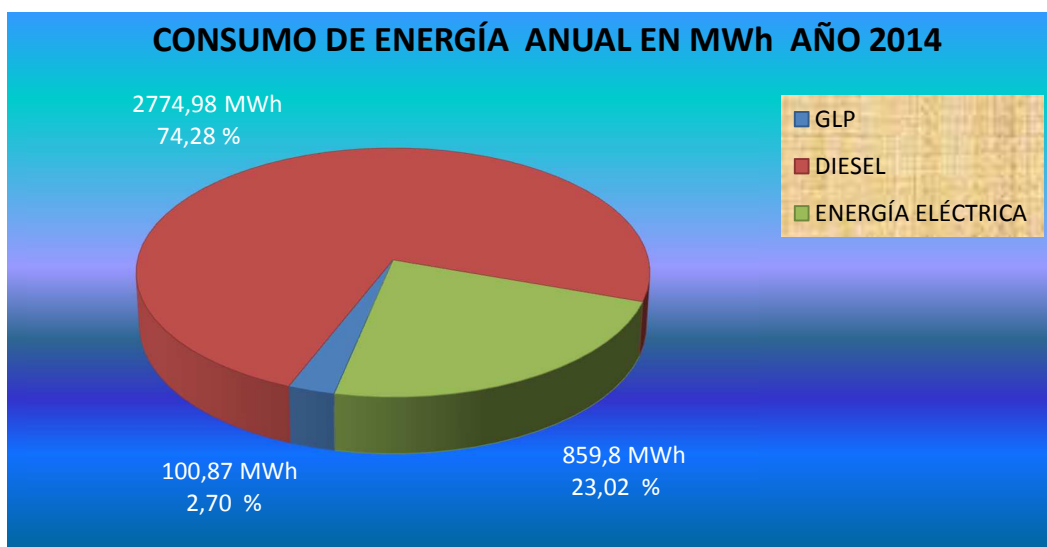
### **2.10.2 Sistema eléctrico del hospital**

En el hospital del IESS- Ibarra tiene tres transformadores de potencia dos de 400 kVA que se encuentran conectados en paralelo pero uno se encuentra por fuera, uno 160 kVA, los dos primeros sirven tanto para todos los siete pisos del hospital y por ende equipos de oficina, equipos electromecánicos, electromédicos e iluminación interior como exterior, el transformador de 160 kVA sirve al área de Rayos X, el hospital tiene un aproximado de 1728 luminarias entre fluorescentes de dos y tres tubos y potencias que van desde los 40 watts a 300 watts como de la misma forma focos ahorradores desde 20 watts a 90 watts,

el consumo mensual promedio durante el año 2013 fue de 70,4 MWh y el del año 2014 fue de 71,65 MWh, a continuación se detalla el consumo de energía anual de los años 2013 y 2014.

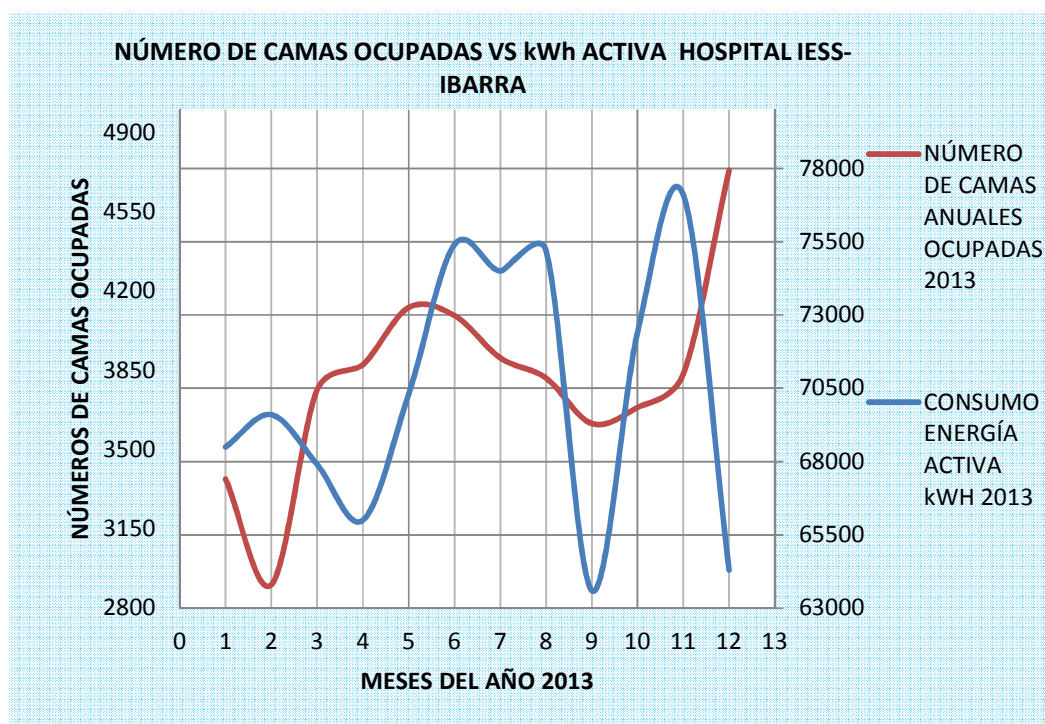


**Figura 10 Consumo de energía anual 2013**  
Fuente: Estadísticas del Hospital IESS-Ibarra

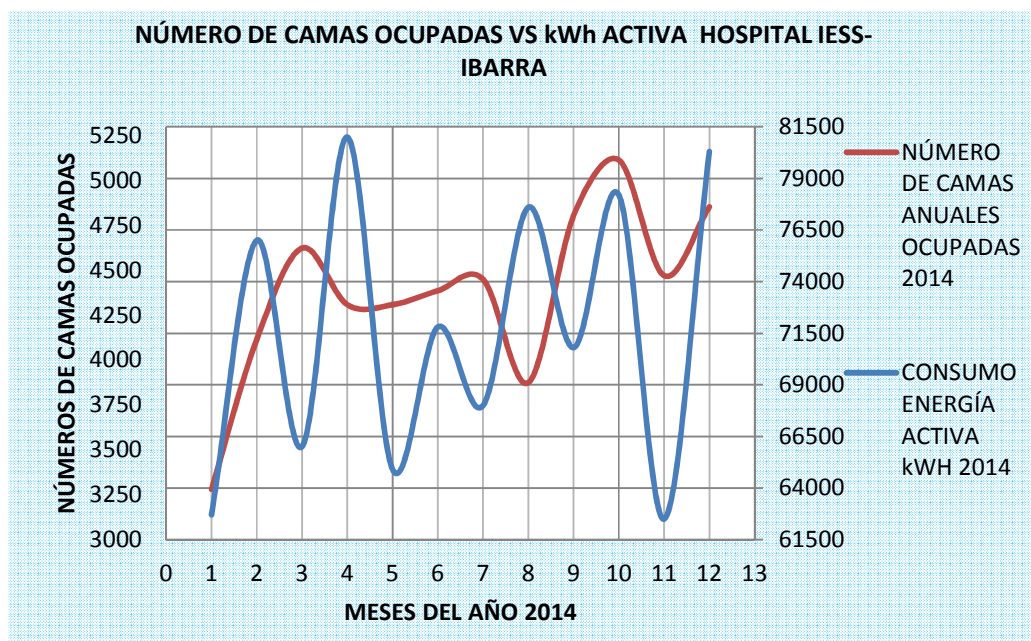


**Figura 11 Consumo de energía anual 2014**  
Fuente: Estadísticas del Hospital IESS-Ibarra

En base de las estadísticas de consumo y costos se determino que tanto el diesel, como la energía eléctrica van de la par en valor económico ya que durante los años 2013 y 2014 el pago de estos servicios en porcentaje es casi igual, en cambio en el consumo de energía difiere siendo el diesel el mayor consumidor durante los dos años del análisis, la energía eléctrica su consumo representa la cuarta parte de consumo de todo el sistema en el mismo tiempo de análisis, lo que significa que el consumo de energía eléctrica es menor pero en valor económico representa un gran gasto dentro del presupuesto anual de pago de servicios básicos y al realizar una adecuada eficiencia energética se reducirán consumos y gastos además de aumentar la vida útil de equipos eléctricos y electrónicos .



**Figura 12 Número de camas ocupadas y energía consumida año 2013.**  
Fuente: Estadísticas del Hospital IESS-Ibarra



**Figura 13 Número de camas ocupadas y energía consumida año 2014.**

**Fuente: Estadísticas del Hospital IESS-Ibarra.**

Proponiendo una referencia estadística del consumo energético por cama, calculada a partir del número de camas disponibles anuales para en número de estancias en el mismo periodo de tiempo, el porcentaje de ocupación durante el año 2013 fue del 83,03% y el 87,35% durante el año 2014, a continuación se determinara los índices de consumo por cama

Consumo promedio diario de energía por cama hospitalaria año 2013:

- Número de camas disponibles promedio fue de 150,83.
- Porcentaje de ocupación anual fue de 83,03%
- Número promedio de camas ocupada mensuales es 125,24
- Energía total del año 2013.

$$\frac{E_E}{\text{Año}} = 915200 \frac{\text{kWh}}{\text{Año}}$$

**Ec: 2**

- Energía promedio diaria año 2013.

$$\frac{E_E}{\text{Año}} = \frac{915200 \frac{kWh}{\text{Año}}}{365 \text{ días}}$$

$$\frac{E_E}{\text{día}} = 2507,4 \frac{kWh}{\text{día}}$$

A continuación se procede a realizar el cálculo del indicadores kWh/ cama/día y kWh /metro cuadrado/día del año 2013 obteniendo:

$$\frac{E_E}{\text{cama} / \text{día}} = \frac{2507,4 \frac{kWh}{\text{día}}}{125,24 \text{ camas}}$$

**Ec: 3**

$$\frac{E_E}{\text{cama} / \text{día}} = 21,61 \frac{kWh}{\text{cama} / \text{día}}$$

Promedio anual de consumo por  $m^2$ :

- Área del hospital es igual a  $16313 m^2$

$$\frac{E_E}{\text{cama} / \text{año}} = 21,61 \frac{kWh}{\text{cama} / \text{día}} \times 365 \frac{\text{días}}{\text{año}} \times \frac{125,24 \text{ camas}}{16313 m^2}$$

**Ec: 4**

$$\frac{E_E}{m^2 / \text{año}} = 60,55 \frac{kWh}{m^2 / \text{año}} = 0,16 \frac{kWh}{m^2 / \text{día}}$$

Consumo promedio diario de energía por cama hospitalaria año 2014 mediante **(Ec: 2)**

- Número de camas disponibles promedio fue de 165
- Porcentaje de ocupación anual fue de 87,35%
- Número promedio de camas ocupada mensuales es 144,13
- Energía total del año 2014.

$$\frac{E_E}{\text{Año}} = 859800 \frac{kWh}{\text{Año}}$$

- Energía promedio diaria año 2014.

$$\frac{E_E}{\text{Año}} = \frac{859800 \frac{kWh}{\text{Año}}}{365 \text{ días}}$$

$$\frac{E_E}{\text{día}} = 2355,61 \frac{kWh}{\text{día}}$$

A continuación se procede a realizar el cálculo del indicadores kWh/ cama/día y kWh /metro cuadrado/día del año 2014 obteniendo: mediante **(Ec: 3)**

$$\frac{E_E}{\text{cama} / \text{día}} = \frac{2355,61 \frac{kWh}{\text{día}}}{144,13 \text{ camas}}$$

$$\frac{E_E}{\text{cama} / \text{día}} = 16,34 \frac{kWh}{\text{cama} / \text{día}}$$

Promedio anual de consumo por  $m^2$ : mediante **(Ec: 4)**

- Área del hospital es igual a  $16313 m^2$

$$\frac{E_E}{\text{cama} / \text{año}} = 16,34 \frac{kWh}{\text{cama} / \text{día}} \times 365 \frac{\text{días}}{\text{año}} \times \frac{144,13 \text{ camas}}{16313 m^2}$$

$$\frac{E_E}{m^2 / \text{año}} = 52,69 \frac{kWh}{m^2 / \text{año}} = 0,14 \frac{kWh}{m^2 / \text{día}}$$

Como se observa los indicadores del año 2013 y 2014 no son iguales ya que el 2013 se consumió más energía y el número de ocupación de camas fue menor que en el año 2014, estos indicadores deben ser comparados con indicadores internacionales para poder verificar la eficiencia del sistema eléctrico y de igual forma mejorarlo.

### 2.10.3 Levantamiento del sistema eléctrico

Tabla 7

Equipos de transformación y generación.

CANTIDAD	ELEMENTO	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	ESTADO	HORAS USO/DIA	OBSERVACIONES	FOTOGRAFÍA
1	Transformador	Tipo: Trifásico Pot. Nominal: 400 KVA Marca: Moretran Voltaje Primario: 13200 Volaje Secundario: 220/127	Bueno	24	Tiempo de operación desde el año 1997	
1	Transformador	Tipo: Trifásico Pot. Nominal: 400 KVA Marca: Moretran Voltaje Primario: 13200 Volaje Secundario: 220/127	MALO		Tiempo de operación desde el año 1997	
1	Transformador	Tipo: Trifásico Pot. Nominal: 160 KVA Marca: Moretran Voltaje Primario: 13200 Volaje Secundario: 220/127	BUENO	24	Tiempo de operación desde el año 1997	
1	Generador	Tipo: Trifásico Pot. Nominal: 250 KVA Marca: DMT Corporation rpm: 1800 Volaje Secundario: 220 Potencia Aciva: 250 Kw Amperios: 821 Factor de Potencia: 0,8 Frecuencia: 60 Hz	BUENO	Esporádico	Tiempo de operación desde el año 1997	

**Tabla 8**  
**Tableros de distribución.**

CANTIDAD	ELEMENTO	CARACTERISTICAS TÉCNICAS	ESTADO	HORAS USO/DIA	OBSERVACIONES
4	Tableros secundarios	Centros de carga de marca SQUARE D	Bueno	24	Protecciones de los diferentes circuitos de iluminación y fuerza





**Tabla 9**  
**Equipos médicos, fuerza e iluminación.**

CANTIDAD	ELEMENTOS	CARACTERISTICAS TÉCNICAS	ESTADO	HORAS USO/DIA	OBSERVACIONES
	Iluminación y Fuerza	Diferentes potencias voltajes de 127 y 220 voltios	Bueno	8 a 24	Equipos en general

## 2.11 Análisis de calidad de energía transformador J5T26 de 400 kVA

### 2.11.1 Análisis

En el parte final del informe se encuentra el resumen de incumplimientos y las respectivas recomendaciones para mejorar los niveles de calidad de energía.

### 2.11.2 Características del transformador

**Tabla 10**

**Datos referenciales del transformador J5T26 de 400 kVA.**

<b>Transformador Nr°:</b>	J5T26	<b>Dirección:</b>	Avenida Jaime Miguel Vaca
<b>Subestación Nr°:</b>	10	<b>Provincia:</b>	Imbabura
<b>Alimentador Nr°:</b>	Alpachaca N° 5	<b>Cantón:</b>	Ibarra
<b>Tensión Nominal:</b>	127	<b>Parroquia:</b>	Alpachaca
<b>Nr: de mediciones :</b>	1008	<b>Sector:</b>	Barrio Alpachaca
<b>Equipo utilizado:</b>	FLUKE 1744 (F-17)	<b>Zona:</b>	U(Urbana)
<b>Potencia:</b>	400 kVA	<b>ID:</b>	86036

### 2.11.3 Análisis de flicker

El reporte de la medición indica que el transformador cumple en el análisis de flicker en las tres fases cumpliendo con la regulación **CONELEC 004/01**. El detalle de los análisis se presenta en el **Anexo 2**.

**Tabla 11**

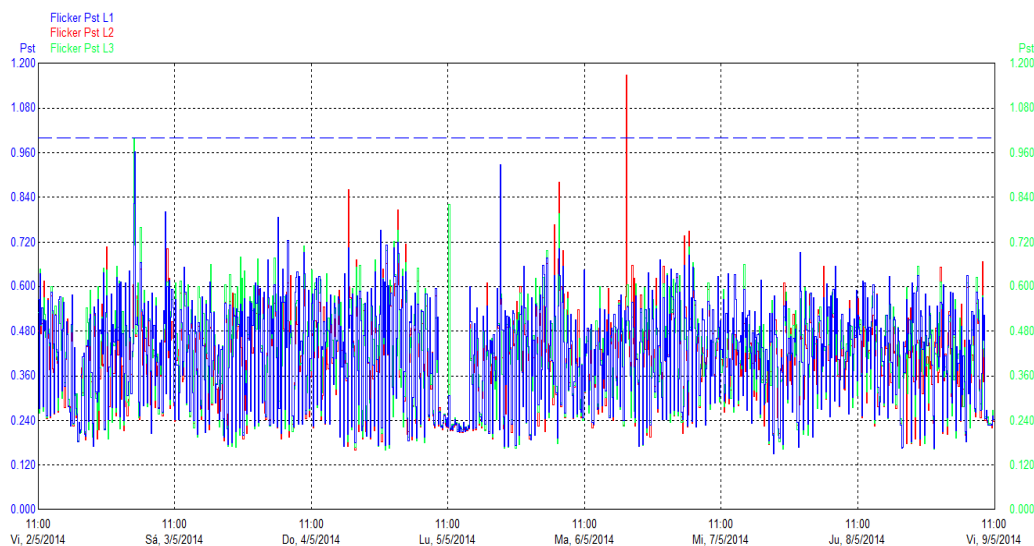
**Análisis de flicker o Pst del transformador J5T26 de 400 kVA**

<b>FLICKER FASE A</b>			
Límite Pst 1p.u.	Nr. de muestras mayores al limite 0		
Cumplimiento con la regulación 004/01			
SI 100,00%	NO 0,00%		
Máximo <b>0,963</b>	Promedio <b>0,420</b>	Mínimo <b>0,15</b>	

FLICKER FASE B		
Límite Pst 1p.u.	Nr. de muestras mayores al limite 1	
Cumplimiento con la regulación 004/01		
SI 99,90%	NO 0,10%	
Máximo <b>1,169</b>	Promedio <b>0,395</b>	Mínimo <b>0,154</b>

FLICKER FASE C		
Límite Pst 1p.u.	Nr. de muestras mayores al limite 0	
Cumplimiento con la regulación 004/01		
SI 100,00%	NO 0,00%	
Máximo <b>0,997</b>	Promedio <b>0,411</b>	Mínimo <b>0,15</b>

El comportamiento del indicador flicker registrado durante el periodo de la medición se presenta a continuación.



**Figura 14 Flicker, transformador J5T26 de 400 kVA**

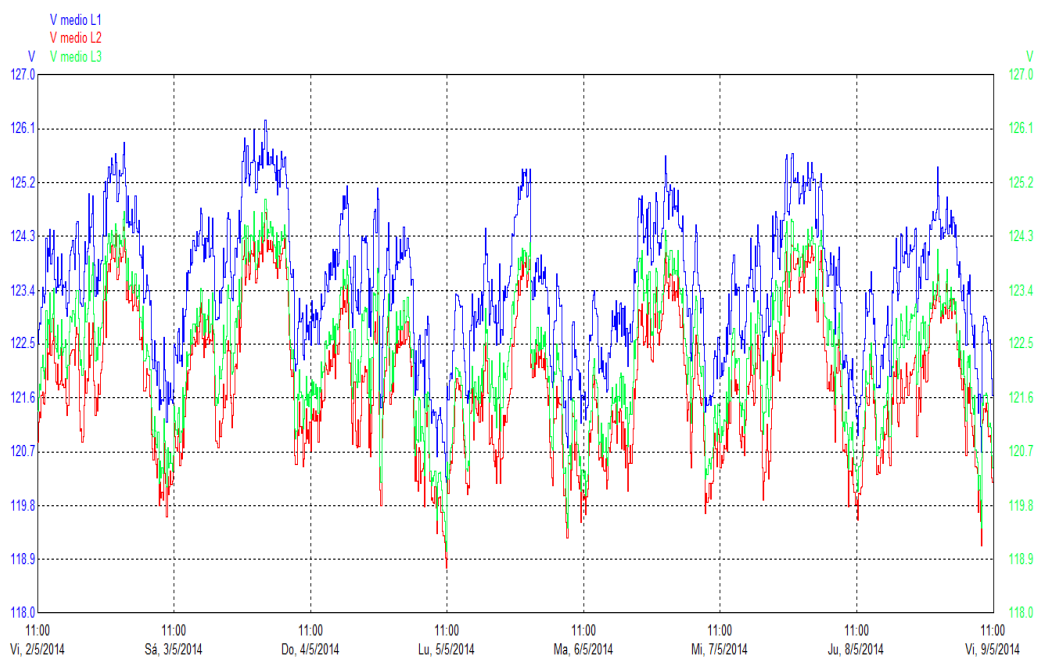
#### **2.11.4 Análisis de tensión.**

El reporte de la medición indica que no existe ninguna anomalía que incumpla con la regulación del **CONELEC 004/01** con respecto al nivel de tensión, como se puede

observar a continuación, además el resumen y las tablas de máximos y mínimos de los parámetros eléctricos se encuentran en el **Anexo 1 y 2**.

**Tabla 12**  
**Niveles de Tensión, transformador J5T26 de 400 kVA**

LÍMITES DE TENSIÓN		
SECTOR URBANO:		
-8%		8%
116,84 V		137,16 V
122,58V TENSIÓN MEDIA		
MÍNIMO		MÁXIMO
118,75V		126,24V
NÚMERO DE MUESTRAS FUERA DE LÍMITES		
0		
INCUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN CONELEC 004/01		
FASE A	FASE B	FASE C
0%	0%	0%



**Figura 15 Niveles de tensión, transformador J5T26 de 400 kVA.**

Se puede observar en la siguiente tabla la cantidad, la profundidad y duración de dip (huecos de tensión) y surges (picos de tensión)

**Tabla 13**  
**Transitorios Dips y Surges, transformador J5T26 de 400 kVA**

Fase L1, L2, L3	< 20 ms	20...< 100 ms	100...< 500 ms	0.5...< 1 s	1...< 3 s	3...< 20 s	20...< 60 s	>= 1 min
Surge > 5.00%	1	1				2		
Dip > 10.00%								
10...< 15 %	5	8						
15...< 30 %	4	7	2		2			
30...< 60 %								
60...< 99 %		1						2
Interrupción						4		

Registro de eventos a partir e -10.00 / +5.00% de tensión nominal

**█** Dip según recomendación de UNIPEDA

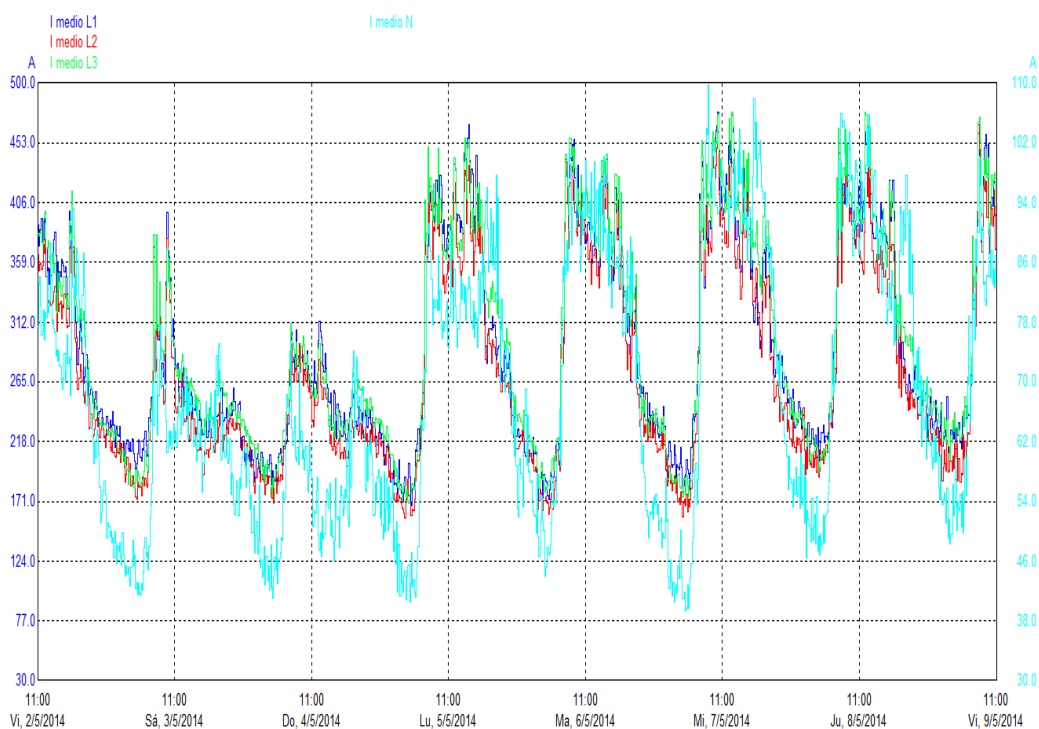
Número de subidas (Surge)	4
Número de caídas (Dip)	31
Número de interrupciones cortas (<3 min)	4
Número de interrupciones largas (>=3 min)	0
Número de interrupciones (Interruption)	4
Total de eventos e interrupciones	39

### 2.11.5 Análisis de corriente

EL registro de la medición indica que la corriente más alta se produce en la fase C del transformador, igualmente se encuentra la mayoría de tiempo en balance, en la fase A y B existe una carga menor, esto hace que exista corriente por neutro del transformador como se observa a continuación.

**Tabla 14**  
**Corrientes, transformador J5T26 de 400 kVA.**

CORRIENTES MÁXIMAS EN EL TRANSFORMADOR					
FECHA	HORA	I medio A	I medio B	I medio C	I medio N
07/05/2014	10:20:00	476,7	461,3	475,6	92,5
09/05/2014	10:30:00	460,7	467,6	469,1	90,1
08/05/2014	20:50:00	461,2	434,3	477,4	98,2
06/05/2014	16:10:00	371,3	364,3	413	109,8



**Figura 16 Corrientes, del transformador J5T26 de 400 kVA**

### 2.11.6 Análisis de THDv

El reporte de la medición indica un cumplimiento en el parámetro de THDv que no debe ser superior al 8% (**CONELEC 004/01**) en las fases A, B y C respectivamente como se observa a continuación.

**Tabla 15**  
**THDv, del transformador J5T26 de 400 kVA**

ARMÓNICOS FASE A				
LIMITE THDv	MÍN. %	THDv(PRO)%	MÁX. %	Nr. DE MUESTRAS MAYORES AL LÍMITE
8%	0,54	1	1,8	0
CUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN	SI	100%	NO	0%

ARMÓNICOS FASE B				
LÍMITE THDv	MÍN. %	THDv (PRO)%	MÁX. %	Nr. DE MUESTRAS MAYORES AL LÍMITE
8%	0,52	1	1,8	0
CUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN	SI	100%	NO	0%

ARMÓNICOS FASE C				
LÍMITE THDv	MÍN. %	THDv (PRO) %	MÁX. %	Nr. DE MUESTRAS MAYORES AL LÍMITE
8%	0,83	1,2	1,85	0
CUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN	SI	100%	NO	0%

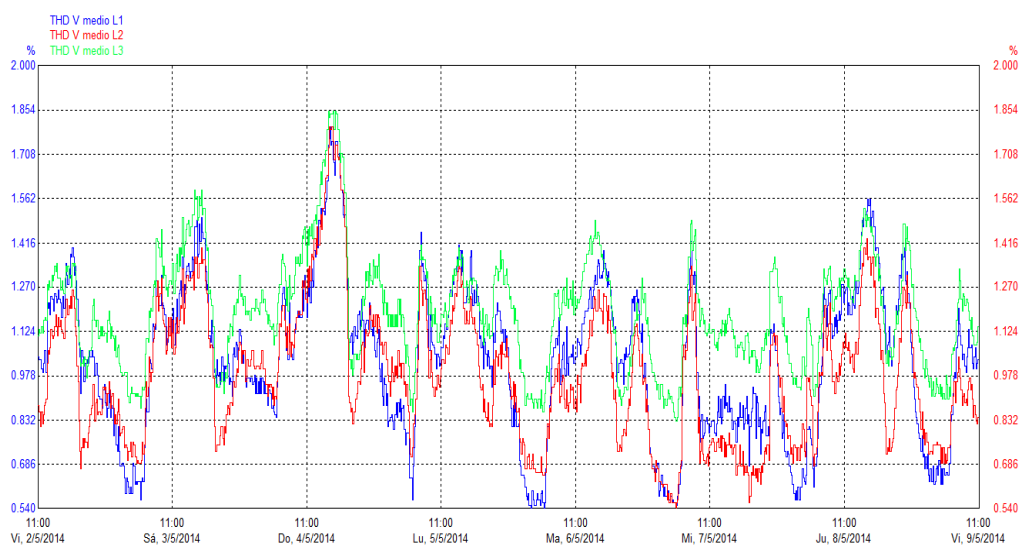
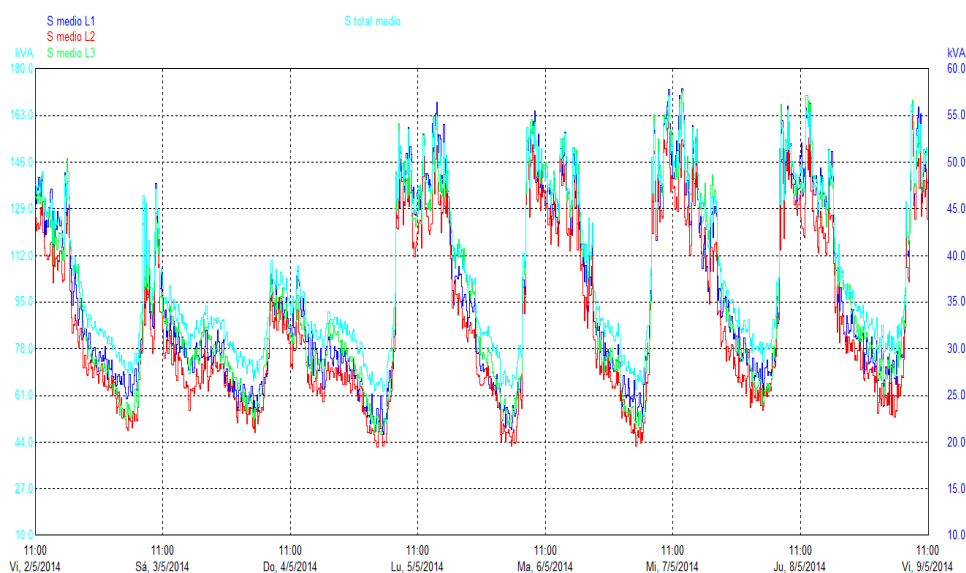


Figura 17 THDv, del transformador J5T26 de 400 kVA

### 2.11.7 Análisis de Carga

El reporte de la medición indica que el máximo valor a que llega la carga es de 169,97 kVA, y el transformador tiene una potencia aparente de 400kVA, lo que indica que el

transformador está siendo utilizado un 42,49% de su capacidad nominal, como se observa a continuación.



**Figura 18 Cargabilidad, del transformador J5T26 de 400 kVA**

### 2.11.8 Análisis de factor de potencia

El registro indica que las fases A, B y C tienen una carga puramente inductiva y en la tabla y las figuras correspondientes se observan los porcentajes de muestras que cumplen e incumplen con la regulación por fase, así como la fecha y hora que se produjeron el máximo y mínimo de registros del fp.

**Tabla 16**

**FP total y por fase transformador J5T26 de 400 kVA.**

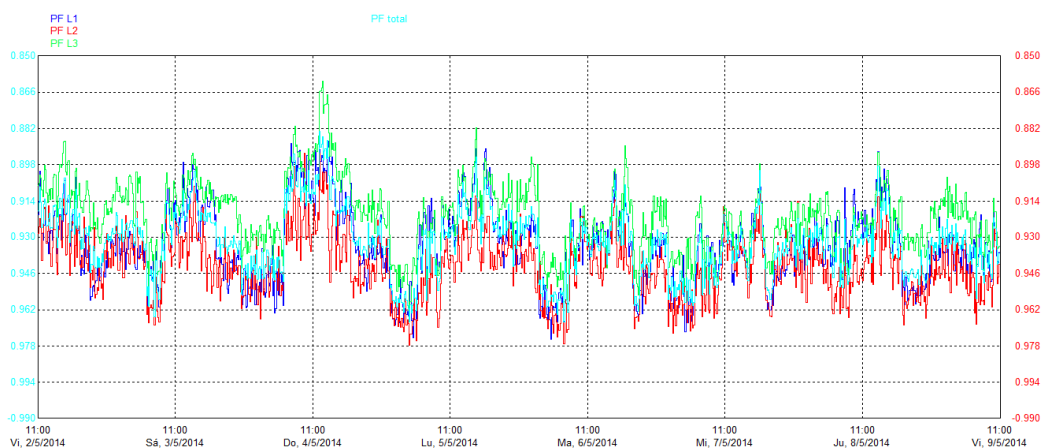
FACTOR DE POTENCIA FASE A			
MÍN. 0,888 04/05/2014 a las 13:50	MÁX. 0,975 05/05/2014 a las 4:40		
LÍMITE 0,92	MUESTRAS MENORES AL LÍMITE 191		
> 0,92	81,05%	< 0,92	18,95%



FACTOR DE POTENCIA FASE B		
MÍN. 0,893 04/05/2014 a las 12:20	MÁX. 0,978 05/05/2014 a las 04:00	
LÍMITE 0,92	MUESTRAS MENORES AL LÍMITE 43	
> 0,92	95,73%	< 0,92 <b>4,27%</b>

FACTOR DE POTENCIA FASE C		
MÍN. 0,861 04/05/2014 a las 12:50	MÁX. 0,964 05/05/2014 a las 4:00	
LÍMITE 0,92	MUESTRAS MENORES AL LÍMITE 475	
> 0,92	52,88 %	< 0,92 <b>47,12 %</b>

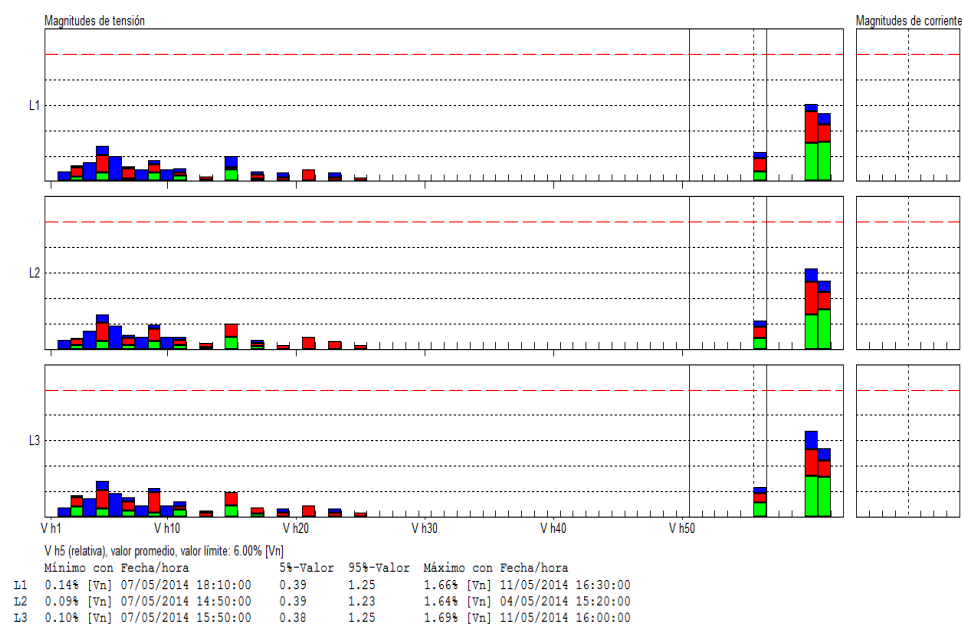
FACTOR DE POTENCIA TOTAL		
MÍN. 0,883 04/05/2014 a las 12:20	MÁX. 0,967 05/05/2014 a las 04:00	
LÍMITE 0,92	MUESTRAS MENORES AL LÍMITE 171	
> 0,92	83,04%	< 0,92 <b>16,96%</b>



**Figura 19 Factor de Potencia, del transformador J5T26 de 400 kVA**

### 2.11.9 Armónicos individuales

Con respecto a los armónicos individuales cabe resaltar que se encuentra la presencia del tercer, quinto, armónico pero los cuales no incumple con la regulación del **CONELEC 004/01** que es del 5% y 6% respectivamente lo que se puede observar a continuación.



**Figura 20 Armónicos Individuales, del transformador J5T26 de 400 kVA**

### 2.12 Conclusiones

- Del análisis realizado se concluye que el parámetro que se incumple en el transformador es el factor de potencia.
- La tabla de análisis del factor de potencia muestra que el transformador incumple en las fases A y C con la regulación **CONELEC 004/01**, y la fase B cumple con la regulación.
- A demás el transformador está sobredimensionado en un porcentaje del 57,51% esto hace que haya pérdidas en el entre hierro del transformado.

### 2.13 Recomendaciones

- Se recomienda se realice un estudio de compensación de reactivos para mejorar el factor de potencia.
  
- De la misma forma que se realice la transferencia de carga de la sala de Rayos X para que existan menos pérdidas en el entre hierro, como realizar el debido mantenimiento preventivo del transformador como la acometida que alimenta al hospital.

## 2.14 Análisis de calidad de energía transformador J5T26 de 160 kVA

### 2.14.1 Análisis

En el parte final del informe se encuentra el resumen de incumplimientos y las respectivas recomendaciones para mejorar los niveles de calidad de energía.

### 2.14.2 Características del transformador

**Tabla 17**

**Datos referénciales del transformador J5T26 de 160 kVA.**

<b>Transformador Nr°:</b>	J5T26	<b>Dirección:</b>	Avenida Jaime Miguel Vaca
<b>Subestación Nr°:</b>	10	<b>Provincia:</b>	Imbabura
<b>Alimentador Nr°:</b>	Alpachaca N° 5	<b>Cantón:</b>	Ibarra
<b>Tensión Nominal:</b>	127	<b>Parroquia:</b>	Alpachaca
<b>Nr: de mediciones :</b>	1008	<b>Sector:</b>	Barrio Alpachaca
<b>Equipo utilizado:</b>	FLUKE 1744 (F-15)	<b>Zona:</b>	U(Urbana)
<b>Potencia:</b>	160 KVA	<b>ID:</b>	86036

### 2.14.3 Análisis de flicker

El reporte de la medición indica que el transformador cumple en el análisis de flicker en las tres fases cumpliendo con la regulación **CONELEC 004/01**.

**Tabla 18**

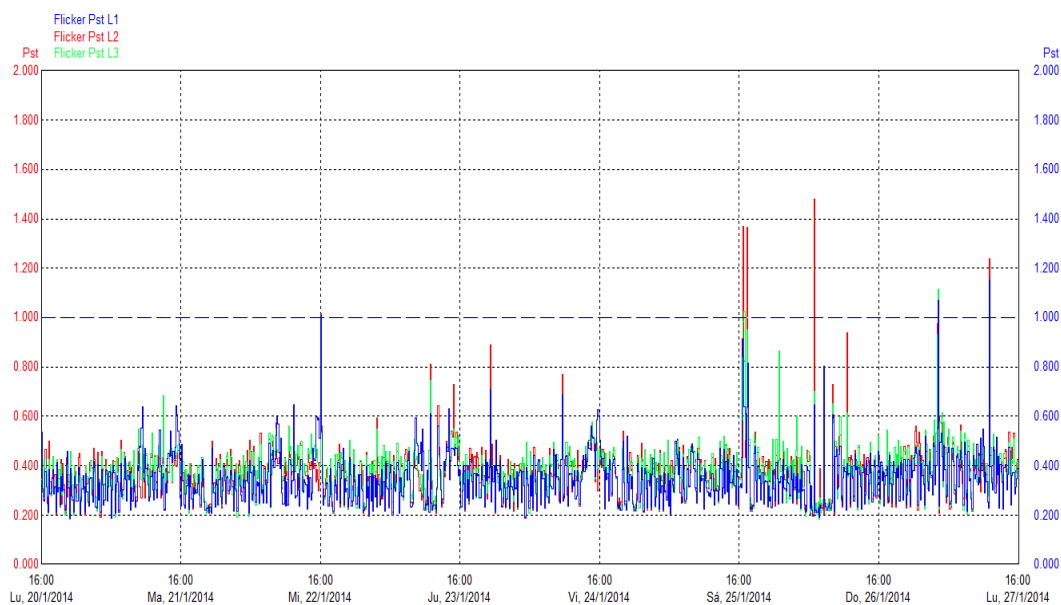
**Análisis de flicker o Pst del transformador J5T26 de 160 kVA.**

<b>FLICKER FASE A</b>		
Límite Pst 1p.u.	Nr. de muestras mayores al limite 1	
Cumplimiento con la regulación 004/01		
SI 99,90%	Promedio	NO <b>0,10%</b>
Máximo <b>1,009</b>	Promedio <b>0,409</b>	Mínimo <b>0</b>

FLICKER FASE B		
Límite Pst 1p.u.	Nr. de muestras mayores al limite 1	
Cumplimiento con la regulación 004/01		
SI 99,90%	NO 0,10%	
Máximo <b>1,192</b>	Promedio <b>0,390</b>	Mínimo <b>0</b>

FLICKER FASE C		
Límite Pst 1p.u.	Nr. de muestras mayores al limite 0	
Cumplimiento con la regulación 004/01		
SI 100,00%	NO 0,00%	
Máximo <b>0,98</b>	Promedio <b>0,415</b>	Mínimo <b>0</b>

El comportamiento del indicador flicker registrado durante el periodo de la medición se presenta a continuación.



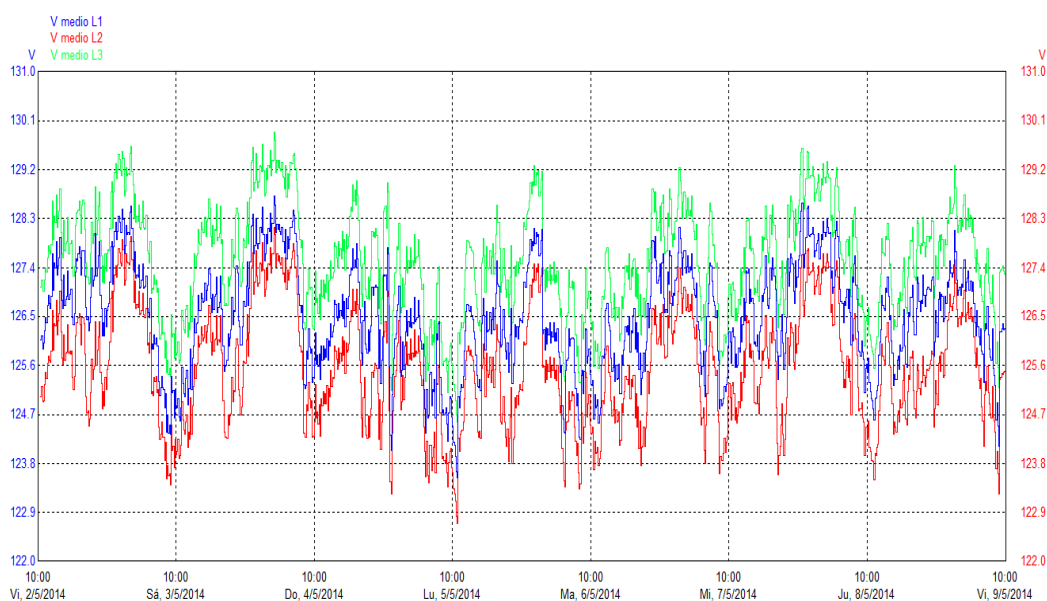
**Figura 21 Flicker, transformador J5T26 de 160 kVA.**

#### 2.14.4 Análisis de tensión.

El reporte de la medición indica que no que existe ninguna anomalía que incumpla con la regulación del **CONELEC 004/01** con respecto al nivel de tensión, como se puede observar a continuación, además el resumen y las tablas de máximos y mínimos de los parámetros eléctricos se encuentran en el **Anexo 2 y 3**.

**Tabla 19**  
**Niveles de Tensión, transformador J5T26 de 160 kVA**

<b>LIMITES DE TENSION</b>		
<b>SECTOR URBANO:</b>		
-8%		8%
116,84 V		137,16 V
126,54V <b>VOLTAJE MEDIO</b>		
MÍNIMO		MÁXIMO
122,70V		129,90V
NÚMERO DE MUESTRAS FUERA DE LÍMITES		
0		0
<b>INCUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN CONELEC 004/01</b>		
<b>FASE A</b>	<b>FASE B</b>	<b>FASE C</b>
<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>



**Figura 22 Niveles de tensión, transformador J5T26 de 160 kVA**

Se puede observar en la siguiente tabla la cantidad, la profundidad y duración de dip (huecos de tensión) y surges (picos de tensión)

**Tabla 20**

**Transitorios Dips y Surges, transformador J5T26 de 160 kVA**

Fase L1, L2, L3	< 20 ms	20...< 100 ms	100...< 500 ms	0.5...< 1 s	1...< 3 s	3...< 20 s	20...< 60 s	>= 1 min
Surge > 5.00%						2		
Dip > 10.00%								
10...< 15 %	1	5						
15...< 30 %	1	1						
30...< 60 %								
60...< 99 %					1	1		2
Interrupción						3		

Registro de eventos a partir e -10.00 / +5.00% de tensión nominal

**█** Dip según recomendación de UNIPED

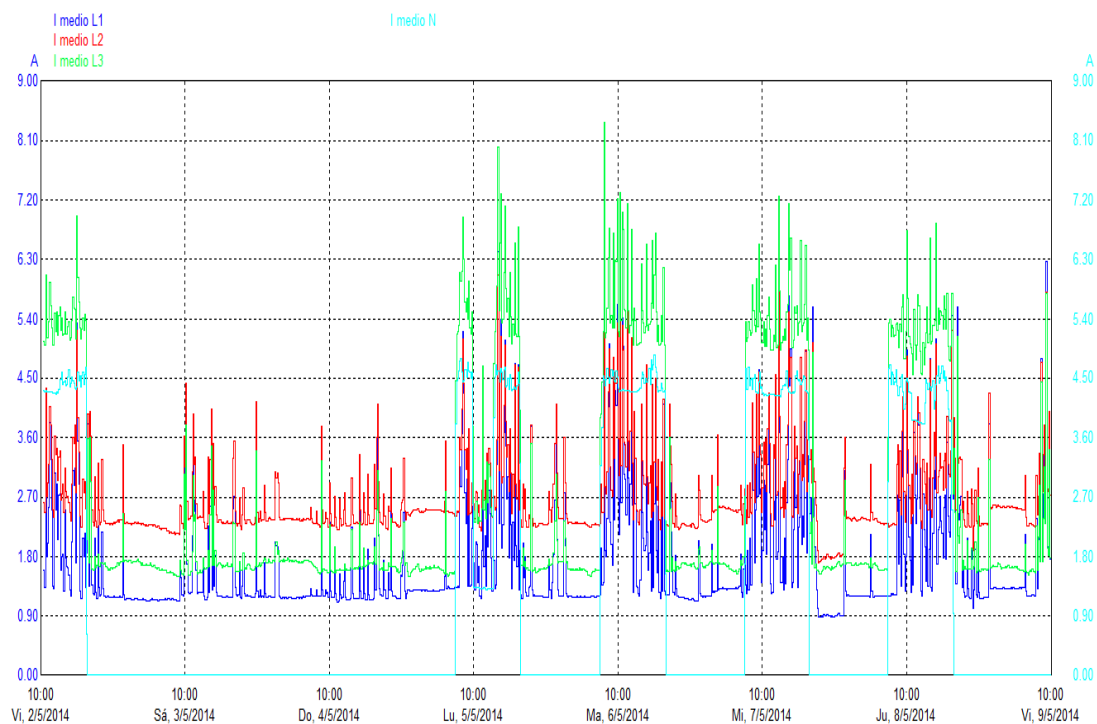
Número de subidas (Surge)	2
Número de caídas (Dip)	12
Número de interrupciones cortas (<3 min)	3
Número de interrupciones largas (>=3 min)	0
Número de interrupciones (Interruption)	3
Total de eventos e interrupciones	17

### 2.14.5 Análisis de corriente

EL registro de la medición indica que la corriente más alta se produce en la fase C del transformador, igualmente se encuentra la mayoría de tiempo en balance en la fase B existe una cantidad de carga menor, esto hace que exista corriente por neutro del transformador como se observa a continuación.

**Tabla 21**  
**Corrientes, transformador J5T26 de 160 kVA.**

CORRIENTES MÁXIMAS EN EL TRANSFORMADOR					
FECHA	HORA	I medio A	I medio B	I medio C	I medio N
06/05/2014	7:50:00	7,21	6,67	8,37	4,48
06/05/2014	10:30:00	7,21	6,67	8,37	4,48
06/05/2014	20:50:00	7,21	6,67	8,37	4,48
06/05/2014	16:10:00	2,59	3,23	6,06	4,86



**Figura 23 Corrientes, del transformador J5T26 de 160 kVA.**



### 2.14.6 Análisis de THDv

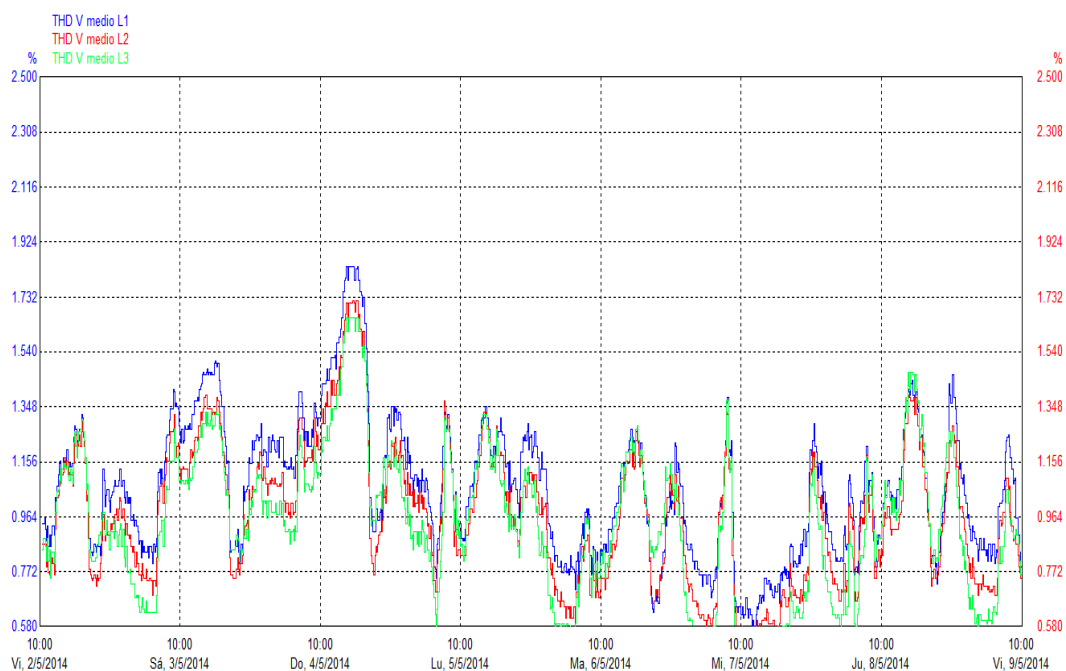
El reporte de la medición indica un cumplimiento en el parámetro de THDv que no debe ser superior al 8% (CONELEC 004/01), en las fases A, B y C respectivamente como se observa a continuación.

**Tabla 22**  
**THDv, del transformador J5T26 de 160 kVA.**

ARMÓNICOS FASE A					
LIMITE THDv	MÍN. %	THDv(PRO) %	MÁX. %	Nr. DE MUESTRAS MAYORES AL LÍMITE	
8%	0,58	1,1	1,84	0	
CUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN		SI	100%	NO	0%

ARMÓNICOS FASE B					
LIMITE THDv	MÍN. %	THDv(PRO) %	MÁX. %	Nr. DE MUESTRAS MAYORES AL LÍMITE	
8%	0,5	1,0	1,72	0	
CUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN		SI	100%	NO	0%

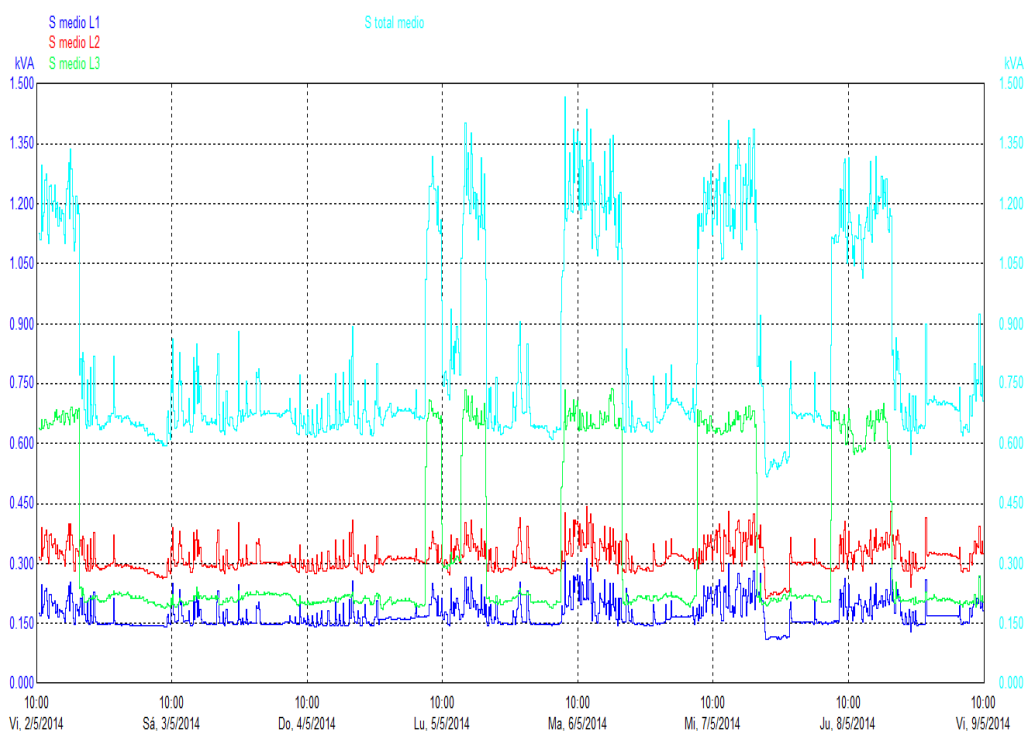
ARMÓNICOS FASE C					
LIMITE THDv	MÍN. %	THDv(PRO) %	MÁX. %	Nr. DE MUESTRAS MAYORES AL LÍMITE	
8%	0,37	0,9	1,66	0	
CUMPLIMIENTO CON LA REGULACIÓN		SI	100%	NO	0%



**Figura 24 THDv, del transformador J5T26 de 160 kVA.**

### **2.14.7 Análisis de Carga**

El reporte de la medición indica que el máximo valor a que llega la carga es de 1,47 kVA, y el transformador tiene una potencia aparente de 160 kVA, lo que indica que el transformador está siendo utilizado un 0,91% de su capacidad nominal, como se observa a continuación.



**Figura 25 Cargabilidad, del transformador J5T26 de 160 kVA**

### 2.14.8 Análisis de factor de potencia

El registro indica que las fases A, B y C tienen una carga puramente inductiva y en la tabla y las figuras correspondientes se observan los porcentajes de muestras que cumplen e incumplen con la regulación por fase así como la fecha y hora que se produjeron.

**Tabla 23**

**FP por fase y total del transformador J5T26 de 160 kVA.**

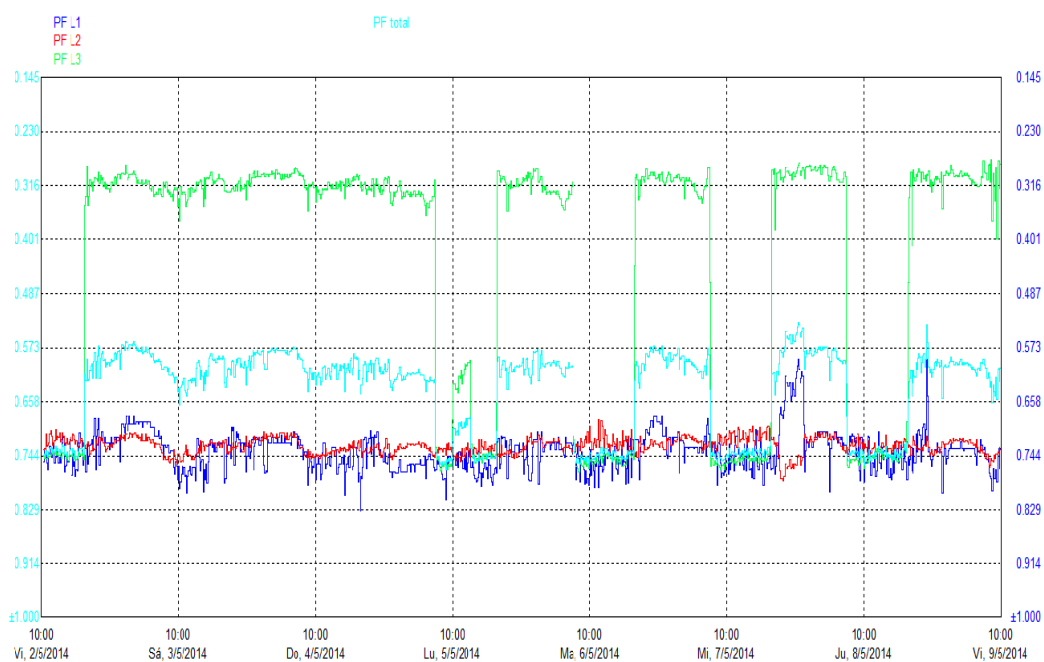
FACTOR DE POTENCIA FASE A			
MÍN. 0,59 07/05/2014 a las 22:40	MÁX. 0,83 04/05/2014 a las 18:00		
LÍMITE 0,92	MUESTRAS MENORES AL LÍMITE 1008		
> 0,92	0,00%	< 0,92	100,00%

FACTOR DE POTENCIA FASE B

MÍN. 0,686 06/05/2014 a las 11:40	MÁX. 0,784 07/05/2014 a las 19:50	
LÍMITE 0,92	MUESTRAS MENORES AL LÍMITE 1008	
> 0,92	0,00%	< 0,92 <b>100,00%</b>

FACTOR DE POTENCIA FASE C			
MÍN. 0,275 09/05/2014 a las 8:20	MÁX. 0,768 06/05/2014 a las 8:20		
LÍMITE 0,92	MUESTRAS MENORES AL LÍMITE 1008		
> 0,92	0,00%	< 0,92	<b>100,00%</b>

FACTOR DE POTENCIA TOTAL			
MÍN. 0,534 07/05/2014 a las 22:40	MÁX. 0,765 05/05/2014 a las 08:50		
LÍMITE 0,92	MUESTRAS MENORES AL LÍMITE 1008		
> 0,92	0,00%	< 0,92	<b>100,00%</b>

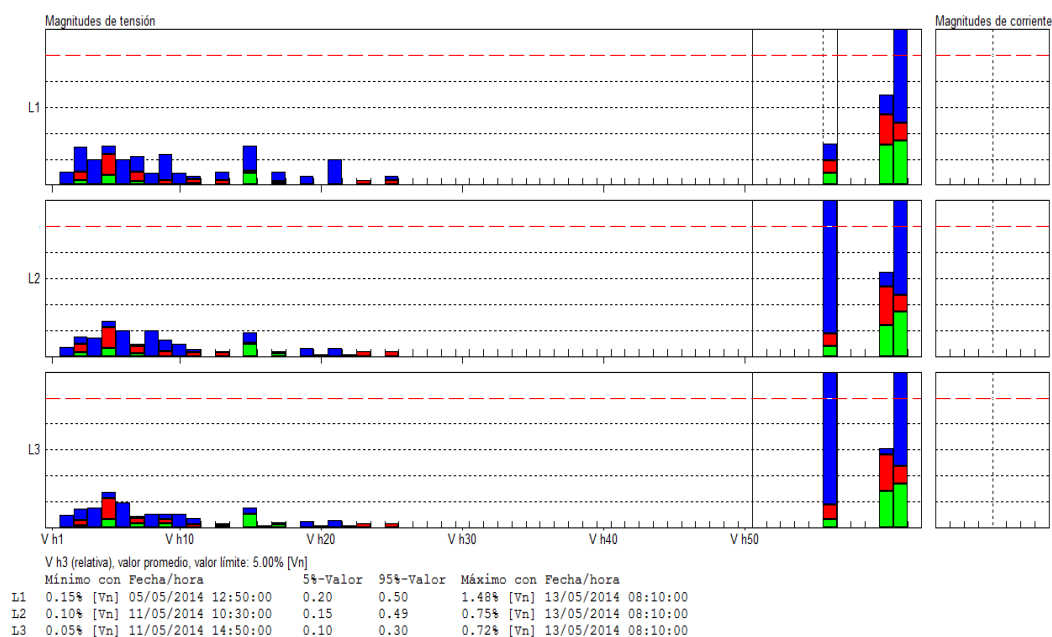


**Figura 26 Factor de Potencia del transformador J5T26 de 160 kVA**

La tabla anterior muestra que el transformador incumple en las tres fases con la regulación **CONELEC 004/01** dentro del factor de potencia, la fase A , B y C tiene un incumplimiento del 100 % .de las mediciones tomadas en el periodo de siete días.

#### **2.14.9 Armónicos individuales**

Con respecto a los armónicos individuales cabe resaltar que se encuentra la presencia del tercer, quinto, armónico pero los cuales no incumple con la regulación del **CONELEC 004/01** que es del 5% y 6% respectivamente lo que se puede observar a continuación.



**Figura 27 Armónicos Individuales, del transformador J5T26 de 160 kVA.**

### 2.15 Conclusiones

- Del análisis realizado se concluye que el parámetro que se incumple en el transformador es el factor de potencia, debido a que la carga a la que sirve es para los rayos x del hospital.
- A demás el transformador esta subutilizado esto hace que haya perdidas en el entre hierro del transformado.

### 2.16 Recomendaciones.

- Se recomienda se realice un estudio de compensación de reactivos para mejorar el factor de potencia ya que el incumplimiento en las mediciones tomadas en periodo es del 100%.
- De la misma forma realizar una transferencia de carga para que existan menos perdidas en el entre hierro, como realizar el debido mantenimiento preventivo del transformador como la acometida que alimenta al imagenología.

De los informes de calidad de energía se concluye que los niveles de tensión no incumplen con la Regulación **CONELEC 004/01** ya que se encuentran en los límites  $\pm$  el 8% en zonas urbanas, ambos transformadores se encuentran sobredimensionados, de la misma forma tiene incumplimiento en lo que se refiere a factor de potencia, existiendo un banco de capacitores en mal estado, existe la presencia de dip (huecos de tensión) los mismos que no son un número considerable que afecten al funcionamiento adecuado especialmente en los equipos computacionales, ya la presencia masiva de dips producen desconexiones momentáneas y la pérdidas de información, en el cálculo de energía individual mensual calculada del transformador de 400 kVA es de 72549,38 kWh y del transformador de 160 kVA que es para la sala de Rayos X es de 402,50 kWh dando un total de 72951,89 kWh en el mes de mayo del 2014, en los demás parámetros de la regulación que son flicker, y THDv los transformadores no tienen ningún incumplimiento con la regulación.

### ***2.17 Balance energético del sistema.***

Con los datos de los analizadores se puede realizar el balance energético del Hospital IESS – Ibarra donde se sectorizo en tres partes que son: Iluminación, equipos electromecánicos y equipos de oficina, cabe señalar que dentro de los equipos electromecánicos se investigo los de mayor consumo ya que los demás no representan una potencia considerable.

#### ***2.17.1 Iluminación***

En la tabla número 25 de iluminación se procedió a realizar el levantamiento de las diferentes clases, potencias así como las pérdidas en el balastro ya que la mayoría tienen un balastro electromagnético y al ser una reactancia inductiva produce calor y esto es una pérdida que toca sumar a la potencia aparente de la luminaria, para el cálculo de la energía se procedió a consultar al personal de mantenimiento y al personal médico acerca del uso diario de las luminarias, de la misma forma se comprobó los niveles de tensión de fase encontrando una tensión mínima 117,44 V tensión media 118, 47 V y como tensión

máxima de 118,81 V, la energía mensual del sistema de luminarias es igual a 42119,17 kWh, que representa el 57,14% del total de energía consumida en el mes.

**Tabla 24**

**Listado de luminarias del Hospital IESS- Ibarra.**

TIPO	POTENCIA + PERDIDAS EN EL BALASTO EN(W)	BALASTRO	NÚMERO DE LUMINARIA	POTENCIA TOTAL EN (w)	ENERGÍA EN kWh
BC E27 11 W	12	S/B	1	12	0,072
BC E27 20W	20	S/B	98	1960	20,06
BC E27 80W	90	Electrónico	2	180	1,62
BC E40 80W	90	Electrónico	1	90	0,54
Bombillas especiales	80	Electrónico	25	2000	18
Down light 2x36W	92	Electromagnético	16	1472	23,46
Down light 1x18W	25	Electromagnético	12	300	2,4
Down light 2x26W	70	Electromagnético	134	9380	86,64
Down light 2x32W	96	Electromagnético	9	864	9,70
Down light (23 cm de diámetro)	20	Electromagnético	8	160	1,28
Down light (BC E27) 20W	25	Electrónico	2	50	0,25
Down light (BC E27) 2x 20W	55	Electrónico	1	55	0,33
F20 T12 /D /L /20W (60cm)	25	Electromagnético	135	3375	20,25
Farolas globo bajo 250W vapor sodio	300	Electrónico	7	2100	18,9
Halógeno 50W	55	Electrónico	8	440	7,59
Incandescente E27 60W	60	S/B	31	1860	12,6
Incandescente E27 150W	150	S/B	10	1500	12,9
Pantalla 30x120 2xT8 40W	92	Electromagnético	4	368	6,62
Pantalla 60x120 2xT8 36W	88	Electromagnético	14	1232	17,95
Pantalla 60x120 2xT12 40W	92	Electromagnético	842	77464	901,048
Pantalla 60x120 3xT8 36W	103	Electrónico	33	3366	51,9
Pantalla 60x120 3xT8 40W	140	Electromagnético	18	2520	37,8
Pantalla 60x60 3xT8 18W	52	Electrónico	112	5824	80,08
Pantalla empotrar 60x120 3xT8 36W	102	Electrónico	2	204	3,67
Pantalla Superf. 120x 1xT8 40W	46	Electromagnético	4	184	3,31
Pantalla Superf. 30x120 2xT8 32W	60	Electrónico	4,5	270	2,43
Pantalla superf. 60x120 3xT8 36W	103	Electrónico	13	1339	9,37
Pantalla Superf. 60x120 2xT8 36W	88	Electrónico	44	3872	48,31
Pantalla Superf. 60x120 2xT8 40W	92	Electromagnético	31,5	2898	21,21
Pantalla superf. 60x60 3xT8 18W	52	Electrónico	4	208	3,74
Pantalla suspensión 60x120 2xT8 40W	92	Electromagnético	2	184	3,45
Palazón 2T8 120x36W	69	Electrónico	72	4968	39,74
Plazones 32W x 16 cm	84	Electromagnético	18	1512	27,21
Reflector halógeno 150W	150	S/B	1	150	1,8
Tubo Fluorescente (suelto) 120cm 36W	42	Electromagnético	7	294	3,02
Tubo Fluorescente (suelto) 120cm 40W	45	Electromagnético	2	90	0,45
<b>TOTAL</b>			<b>1728</b>	<b>132795</b>	<b>1499,696</b>



### 2.17.2 Equipos.

En la tabla de equipos se procedió a levantar los más representativos ya que los demás equipos electromédicos y electromecánicos no tienen tanta representación en niveles de potencia, de la misma forma se tomo el nivel de tensión de línea ya que todos son equipos trifásicos los valores oscilan entre 203,4 V y 205 V, la energía de estos equipos fue calculada con el tiempo dado por el personal del hospital y asciende a 22524 kWh que representa el 30,88% de la energía consumida en el mes.

**Tabla 25**

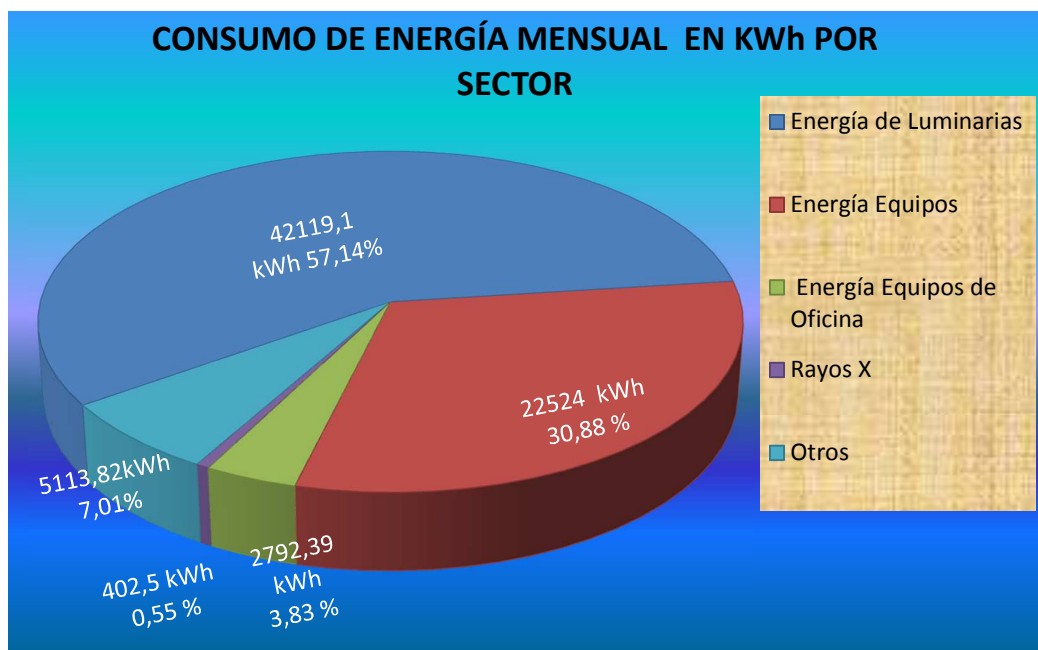
**Listado de Equipos más representativos del Hospital IESS- Ibarra.**

DESCRIPCIÓN	POTENCIA PLACA	WATTS	KW	POTENCIA MEDIDA kW	HORAS DE USO DIARIAS	HORAS DE USO MENSUALES	ENERGÍA CALCULADA DIARIA kWh	ENERGÍA CALCULADA MENSUAL kWh
Ascensor	15 HP	11190	11,19	11,19	24	720	268,56	8056,8
Bomba de vacio	10 Hp	7460	7,46	2,9	18	540	52,2	1566
Bombas de agua	20 HP	14920	14,92	13,1	24	720	314,4	9432
Caldero	10 HP	7460	7,46	2,63	8	240	21,04	631,2
Compresor de aire	10 Hp	7460	7,46	3,3	20	600	66	1980
Esterilizador de compresas Matachana	3 KW	3000	3	2,5	6	132	15	330
Esterilizador de compresas Sterrad	5 KW	5000	5	4	6	132	24	528
<b>Total</b>								<b>22524</b>

Es importante citar que en el hospital existen 3 ascensores por factor de utilización se asume solo 1 con un tiempo de utilización de 24 horas diarias lo que quiere decir que cada ascensor tiene un uso de 8 horas diarias de funcionamiento promedio.



A continuación se presenta la cantidad de kWh y porcentajes de consumo de energía eléctrica mensual.



**Figura 28 Consumo de energía mensual por sector en kWh y porcentaje.**

Luego de haber analizado las tablas 24 25 y 26 se llega a la conclusión que el sector de iluminación es el mayor consumidor energético del hospital, siendo las luminarias de 60x120 2xT12 de 40w las más representativas con un 60,08 % del consumo diario del sistema de iluminación del hospital seguido por las luminaria Down light 2x26 W con el 5,77%, las luminaria de pantalla 60x60 3xT8 18w con el 5,34 % y las luminarias de pantalla 60x120xT8 36w con el 3,46 %, en la tabla número 34 se analiza si los niveles de iluminación en luxes que posee en la actualidad el hospital, dentro de los equipos electromecánicos el mayor consumidor energético son las bombas de agua con un 41,9% del consumo diario de los equipos electromecánicos seguido por los ascensores con el 35,8% y el compresor de aire con un 8,8% .

## CAPITULO 3

### PROPUESTA Y DESARROLLO DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DEL HOSPITAL

#### *3.1 Sistema Eléctrico.*

##### *3.1.1 Iluminación.*

Dentro de los diferentes sistemas que existen dentro del hospital se demostró que existe un gran consumo dentro del sistema de iluminación los dispositivos de iluminación del hospital son las luminarias fluorescentes, incandescentes focos ahorradores etc. el consumo energético del sistema de iluminación de un hospital se encuentra entre un 15% a un 53% dependiendo de la zona climática, esto se puede contrarrestar al reducir la potencia de las luminarias mediante el cambio de balastos electromagnéticos por electrónicos, y tubos con mayor eficiencia y horas de vida útil más largas, así como dispositivos de control como sensores o fotocélula con timer.

##### *3.1.2 Luminotecnia.*

Es la ciencia que estudia las diferentes formas de producción de luz, así como su control y aplicación, para poder entender mejor y poder hacer una referencia acerca de los cambios de luminarias de debe entender los conceptos básicos de luminotecnia, la radiación visible esta dentro de una franja de longitud comprendida aproxima entre 400 a 700 ( $10^{-9}$ metros) nanómetros aunque hay personas que pueden percibir longitudes de onda entres 380 a 780 nanómetros, la cual está limitada por las radiaciones ultravioletas e infrarrojas las cuales no son perceptibles para el ojo humano, dentro de las radiaciones visibles más importantes esta el “color” que suministra una impresión luminosa y dan la sensación de color a los objetos que nos rodean, de la misma forma la “ Temperatura del Color” sirve para indicar el color de una fuente de luz por comparación con el color del cuerpo negro a una determinada temperatura, por ejemplo el color de la llama de una vela es similar al de un cuerpo negro calentado a 1800 °K por lo que se dice que la temperatura de color de la llama de la vela es de 1800 °K, la temperatura de color solo puede ser aplicada a fuentes de luz que tengan una semejanza con el color del cuerpo negro como lo

son la luz de lámparas fluorescentes, incandescentes , la luz del día, de tal forma que existe una relación directamente proporcional entre la temperatura de color y el nivel de iluminación en otras palabras a mayor temperatura de color mayor nivel de iluminación y por ende mayor confort visual para realizar tareas cotidianas tanto en trabajos y hogares, las magnitudes más representativas de luminotecnia tenemos:

**Flujo luminoso ( $\Phi$ )** Es la magnitud que mide la potencia o caudal de energía de la relación luminosa y se la define como la cantidad total de luz radiada o emitida por una fuente durante un periodo de tiempo de un segundo, su unidad de medida es el lumen, el flujo luminoso viene dado por el fabricante, su rendimiento luminoso o eficiencia es la relación entre el flujo luminoso y la potencia que consume.

**Nivel de iluminación o iluminancia ( $E$ )** Es el flujo luminoso incidente por unidad de superficie su unidad es el Lux y se define como la iluminación de una superficie de  $1m^2$  cuando sobre ella incide un flujo luminoso de 1 Lumen.

**Intensidad luminosa ( $I$ )** Es la relación que existe entre el flujo luminoso contenido en un ángulo sólido cualquiera, cuyo eje coincida con la dirección considerada, y el valor de dicho ángulo sólido expresado en estereorradianes, su unidad viene en candelas.

**Luminancia o brillo ( $L$ )** es la intensidad luminosa por unidad de superficie perpendicular a la dirección de la luz su unidad es las nt (nit) candelas/ $m^2$ .

**Rendimiento luminoso ( $\eta$ )** de una fuente de luz es la relación entre el flujo luminoso emitido y la potencia consumida por dicha fuente, su unida, se mide en lumen / watt (lm/w).

### **3.2 Características y propiedades de las lámparas**

#### **3.2.1 Vida o duración de la lámpara.**

##### **3.2.1.1 Vida media.**

Se mide la vida media de una lámpara mediante ensayos de duración de conjuntos de lámparas. Es el tiempo en horas de funcionamiento hasta que se ha producido el 50% de fallos en el conjunto.

### **3.2.1.2 Vida útil.**

Es el número de horas de funcionamiento hasta que el flujo emitido por una lámpara se ha reducido el 50% de su valor inicial de lúmenes.

## **3.3 Propiedades del color.**

### **3.3.1 Temperatura de color.**

Como se citó anteriormente la apariencia de color de la fuente de luz está relacionada con la temperatura, a la relación apariencia de color y temperatura de la fuente de luz es la siguiente.

**Tabla 27**

**Relación entre apariencia de color y temperatura de la fuente de luz**

	<b>TEMPERATURA K ( grados Kelvin)</b>
<b>Cálida</b>	<b>&lt; 3300</b>
<b>Intermedia</b>	<b>3300 a 5000</b>
<b>Fría</b>	<b>&gt; 5000</b>

**Fuente: (García Trasancos, 2004)**

### **3.4 Reproducción cromática.**

El (IRC) índice de reproducción cromática es el rendimiento del color que una fuente de luz reproduce en los colores de los objetos iluminados su franja se encuentra de 0 100.

### **3.5 Lámparas de incandescencia convencionales.**

Las lámparas de incandescencia convencionales su principal inconveniente es que la mayor parte de la energía la transforma en calor la eficiencia que tiene es de 10 a 20 lm/W, su vida medio es alrededor de 1000 horas su IRC es 100.

#### **3.5.1 Lámparas de incandescencia halógenas.**

Este tipo de lámpara es similar a las convencionales, en el interior tienen un elemento halógeno, su vida útil es de 2000 a 3000 horas, su temperatura de color de 3000 a 3200 K su IRC es de 100.

### **3.5.2 Tubos fluorescentes.**

La luz que emite se debe a la descarga eléctrica a través de vapor de mercurio de baja presión que da origen a rayos ultravioletas (longitud de onda 253 nm) transformada por medio de polvos fluorescentes los cuales son capaces de absorber energía en forma de radiaciones electromagnéticas de onda corta y luego emitir parte de esa energía en forma de radiación de onda más larga su eficacia es del orden de 90 a 100 lm/w, se emplean lámparas de conexión “ dúo” para evitar el efecto estroboscópico el mismo que puede también ser corregido colocando un condensador en serie con la lámpara, su vida útil es de 8000 a 10000 horas, las propiedades del color puede ir de 2700 a 6500 K según la apariencia de color que pueden ser blanco cálido blanco y luz del día, su IRC se encuentra de 50 a 95, los diámetros típicos son T12 o T38 ( 1 1/2” o 38,1 mm) para los tubos de uso doméstico con balasto magnéticos, T8 o T26 ( 1” o 25,4 mm) para lámparas de bajo consumo con balastos magnéticos o electrónicos de uso comercial, y T5 o T16 ( 5/8” o 15,875mm) para lámparas más pequeñas, exclusivamente con balastos electrónicos, que pueden incluso operar a baterías, los T5 son una opción para poder realizar el cambio de luminarias por los T12 y T8.

### **3.5.3 Diferencias de la luminaria T5 con las luminarias T12 y T8**

Las lámparas T5 son aproximadamente un 40% más pequeña que las lámparas T8 y casi el 60% más pequeña que las lámparas T12. Las lámparas T5 tienen una base G5 (bi-pin con el espaciamiento de 5 mm), mientras que las lámparas T8 y T12 utilizan una base de G13 (bi-pin con el espaciamiento ½ pulgada (13mm)).

Los Tubos T5 operan a una temperatura superior a la ideal para el propósito de regular la presión de vapor de mercurio en el tubo, las lámparas T5 generalmente duran 20.000 horas en condiciones óptimas, en comparación con las lámparas T8, que duran 15.000 horas también en condiciones óptimas.

Las lámparas T5 son tanto eléctrica como físicamente incompatibles con las lámparas T8 y T12. Estas diferencias en las dimensiones evitan que las lámparas T5 sean utilizadas como sustitutas de las lámparas T8 y T12, a menos que las luminarias existentes sean convertidas electrónicamente, a través de adaptadores de conversión a T5 para el funcionamiento a alta frecuencia, de modo que puedan aceptar los T5.



**Figura 29 Modelos de luminarias fluorescentes.**

**Fuente: (Peterson, 2011)**

#### **3.5.4 Eficiencia energética luminaria T5**

Aparentemente el tubo fluorescente puede ser más eficiente que la T8 y T12, la producción de luz de los T8 se realizan alimentados por balastos magnéticos, y las de las T5 por medio de balastos electrónicos, cuando se utilizan las T8 con balastos electrónicos estos tienen una eficiencia a la par de los tubos T5.

Los tubos T5 tienen mayor número de lúmenes por watt que los tubos T8 de aproximadamente la misma potencia en un espacio donde hay poca circulación de aire esto se debe a que los tubos T5 proporcionan mayor cantidad de luz a una temperatura de 35°C en cambio los tubos T8 y T12 proporcionan su máxima cantidad de luz en temperaturas de 25°C, las lámparas T5 son una medida popular de eficiencia energética, debido a su potencial para reducir el consumo energético en la iluminación más de un 65%, las luminarias T5 también pueden utilizar un sensor de movimiento el cual produce un mayor ahorro energético, de la misma forma estos tubos tienen una menor cantidad de



mercurio, un problema de estos tubos es deslumbramiento a pesar de ser más pequeños ( diámetro) que los T8 o T12 su luminosidad es mayor en especial en las luminarias de alto rendimiento( 5000 lúmenes), esto puede ser contrarrestado colocando rejillas o difusores.

### ***3.5.5 El gran problema de los tubos fluorescentes.***

Los tubos fluorescentes tienen un problema el cual no es respecto a su función eléctrica o de iluminación si no que es referente al medio ambiente el cual es que tienen una cantidad de mercurio la cual mientras el tubo no se rompa no es un inconveniente ambiental, el mercurio puede ocasionar los siguientes problemas ambientales:

- La cantidad de mercurio que posee un tubo es suficiente para contaminar 30 mil litros de agua.
- Es una toxina que afecta al sistema nervioso siendo los niños y las mujeres embarazadas los más susceptibles a su intoxicación.
- Pueden existir efectos como temblores, sordera, fallas en el sistema de coordinación corporal hasta pérdida de memoria.
- Contaminación indirecta para peces ya que como el mercurio puede ser transportado por aire o agua lluvia hacia los mares al llegar ahí son absorbidos por los animales microscópicos y plantas las cuales sirven de alimento para peces o mamíferos más grandes, los cuales luego son consumidos por el hombre, llegando a exponerse al mercurio indirectamente.
- El mercurio en sedimentos marinos puede causar el aumento de mortalidad y deformaciones en peces.

### ***3.5.6 Lámparas de vapor de mercurio alta presión***

El funcionamiento de las lámparas de vapor de mercurio a alta presión, conocidas simplemente como de vapor de mercurio, se basa en el mismo principio que el de las lámparas fluorescentes. Así como una lámpara fluorescente de descarga en mercurio a baja presión genera casi exclusivamente radiaciones ultravioleta, con altas presiones de vapor el espectro cambia notablemente, emitiendo varias bandas que corresponden a las sensaciones de color, emitiendo también una pequeña cantidad de radiaciones ultravioleta.

Como las cualidades cromáticas de estas radiaciones no resultan muy buenas, debido en gran parte a la ausencia de radiaciones rojas, las radiaciones ultravioleta se transforman, mediante sustancias fluorescentes, en radiaciones comprendidas dentro del espectro rojo, dando como resultado una lámpara con un mejor rendimiento cromático, la vida útil de la lámpara dependerá del mantenimiento y un promedio de tres horas funcionando puede llegar a unas 8000 horas, la temperatura de color de 3000 a 4500 K el IRC de 40 a 50.

### ***3.5.7 Lámparas de halogenuros metálicos.***

La luz se produce en un tubo de cuarzo sin electrodo auxiliar de arranque y sin polvos fluorescentes esto es porque en su interior posee mercurio y yoduros de sodio, su vida útil puede ser hasta 15000 horas, su IRC depende mucho de los elementos metálicos que se utilicen en el tubo de descarga. El período de arranque es de 3 a 5 minutos, hasta que la lámpara da el flujo luminoso previsto y el reencendido de 10 a 20 minutos, dependiendo del tipo de luminaria y de la potencia de la lámpara. La tensión entre sus extremos, necesaria para mantener la descarga, es del orden de 100 a 200 V., depende de la potencia.

### ***3.5.8 Lámparas de vapor de sodio a baja presión.***

Constructivamente las lámparas de vapor de sodio a baja presión están formadas por dos ampollas de vidrio tubulares. La ampolla interna o tubo de descarga tiene forma de U y en su interior se encuentra una pequeña cantidad de gas neón a baja presión y sodio puro en forma de gotas, cuando está frío; así mismo, en los extremos del tubo de descarga se encuentran dos electrodos de filamento de wolframio, sobre los que se ha depositado un material emisor de electrones, la vida útil de la lámpara es alrededor de 8000 a 12000 horas la luz que emite es prácticamente monocromática quiere decir que está formada por componentes de un solo color, ósea que posee una sola longitud de onda esta razón hace que no se tome en cuenta la temperatura de color ni IRC.

### ***3.5.9 Lámparas de vapor de sodio a alta presión.***

Para mejorar las lámparas de sodio de baja presión a este tipo de lámparas hay que hacerles una serie de modificaciones, tales como aumentar la presión del vapor de sodio, a costa de trabajar a temperaturas más elevadas, y agregar además del gas inerte, xenón,

una pequeña cantidad de mercurio que ayude a mejorar el espectro, esta lámpara necesita de 2 a 5 kV según sea la potencia de la lámpara la vida útil es alrededor de unas 12000 a 20000 según la forma de utilización la temperatura de color es unos 2000 a 2200 K y el IRC es 25.

#### **3.5.10 Lámparas de inducción.**

La lámpara de inducción es una lámpara fluorescente sin electrodos. La eliminación de electrodos y filamentos dan como resultado una lámpara de iluminación con una vida útil entre 60.000 y 100.000 horas según modelos, se puede generar luz mediante descarga con vapor de mercurio a baja presión una bobina alimentada en alta frecuencia, provoca la excitación de los átomos de mercurio que emiten radiación ultravioleta, transformada en luz visible por medio de elementos fluorescentes, la eficiencia de estas lámparas es de 70 lm/W, su temperatura de color es de 2700 a 4000 K y su IRC 80.

#### **3.5.11 Lámparas LED**

¿Qué es LED?

LED son las siglas de Light Emission Diode, en castellano diodo de emisión de luz, es un dispositivo semiconductor que emite una radiación óptica cuando lo excita una corriente eléctrica, los diodos funcionan con energía eléctrica de corriente continua (CC), de modo que las lámparas de LED deben incluir circuitos internos para operar desde el voltaje CA estándar. Los LED se dañan a altas temperaturas, por lo que las lámparas de LED tienen elementos de gestión del calor, tales como disipadores y aletas de refrigeración.

#### **3.5.12 Sistemas de iluminación LED. Características y ventajas**

Se trata de un dispositivo electrónico que incorpora una fuente luminosa LED y los elementos necesarios para un funcionamiento estable y continuo como fuente de luz, las características de los sistemas de iluminación LED que suponen una ventaja frente a la iluminación convencional son su larga vida útil, su escaso consumo, y la reducción al mínimo de la emisión de calor y rayos ultravioleta los cuales atraen insectos. Tampoco contiene mercurio, metales halogenuros o polvos fluorescentes. Otras ventajas de esta

tecnología son: la flexibilidad, ya que es sencillo adaptar su diseño a cualquier proyecto ya que estas funcionan sin ningún dispositivo extra como balasto o arrancador exterior ya que tienen incorporado un balastro interno en cada tubo, enciende en forma instantánea.

### **3.5.13 Fuentes de luz tradicionales a las que sustituye LED:**

Ofrecen hasta un 85% de ahorro energético para las fuentes siguientes:

- Incandescentes
- Halógenas

Ofrece un 50% de ahorro energético sobre las fuentes más eficientes:

- Fluorescentes
- Lámparas de descarga (alumbrado. Basadas en sodio, halogenuros metálicos o vapor de mercurio).
- Fluorescencia compacta (conocidas como de bajo consumo).

### **3.5.14 La calidad del LED aspectos fundamentales.**

Los aspectos fundamentales a la hora de fabricar un LED de calidad son los siguientes:

- LED blanco, no hay LED blancos, para conseguir este color primero se optó por combinar los tres colores que puede tener un LED (rojo, verde y azul) para obtener el blanco, algo que ofrece muy poca calidad. Hoy se usa LED azules a los que se aplica una capa de fósforos amarillos. Las diferencias de calidad de una lámpara LED a otra radican en la precisión del fabricante a la hora de crear dicha capa, ya que la luz blanca será más uniforme.
- Agrupar los diodos LEDs, cualquier cambio sustancial en el proceso de fabricación de los diodos LEDs altera sus características de color, eficiencia y voltaje. Los fabricantes de lámparas LED de calidad controlan que las condiciones de fabricación sean estables y seleccionan y agrupan los diodos. El resultado son luces con un color uniforme y el alto rendimiento en toda su vida útil.

- Gestión del calor, la tecnología LED como cualquier otra fuente de luz no convierte toda la energía en luz, sino que también emite calor. Además, su rendimiento es mucho mayor a temperaturas frías (mayores a 5000 K), ya que el calor afecta a su vida media, al flujo luminoso y la temperatura del color.
- Sistemas ópticos, una lámpara LED de calidad es aquella que ofrece confort visual. La emisión de luz de un LED es muy concentrada y para lograr este confort es necesario disponer de una buena óptica con la que conseguir, por un lado lámparas no direccionales tradicionales, de hasta 260 grados de difusión de luz y por otro lámparas reflectoras con un haz uniforme y bien definido y luminarias con una amplia difusión de la luz.

### 3.5.15 Lúmenes o Luxes.

Para comparar dos tecnologías de iluminación diferentes no se puede mirar los lúmenes, sino que debe mirar los luxes.

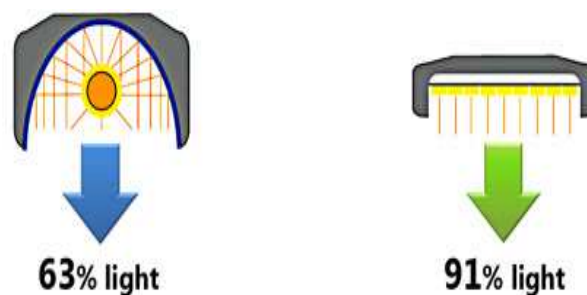
- Los lúmenes son la cantidad total de luz emitida en todas las direcciones.
- Los luxes son los lúmenes por metro cuadrado.

Todas normativas hablan con luxes, ya que los lúmenes totales que hay en un espacio, no llegarán todos al suelo, hay muchos que se pierden, en reflectores, en paredes o sea que no se pueden aprovechar, podemos ver que la luz convencional, en este caso la lámpara incandescente y fluorescente emiten luz por todas partes, en cambio el LED realiza una emisión de luz unidireccional, en una dirección



**Figura 30 Flujo luminoso de diferentes luminarias.**  
Fuente: (SC, 2015)

El LED aprovecha mejor la energía, para dar luz, su rendimiento es mucho más elevado, generando así un ahorro en su utilización, luces convencionales sólo el 63% de luz, del flujo lumínico, es útil. El LED aprovecha un 91% de los lúmenes.



**Figura 31 Comparación aprovechamiento de lúmenes.**  
Fuente: (SC, 2015)

Ejemplo:

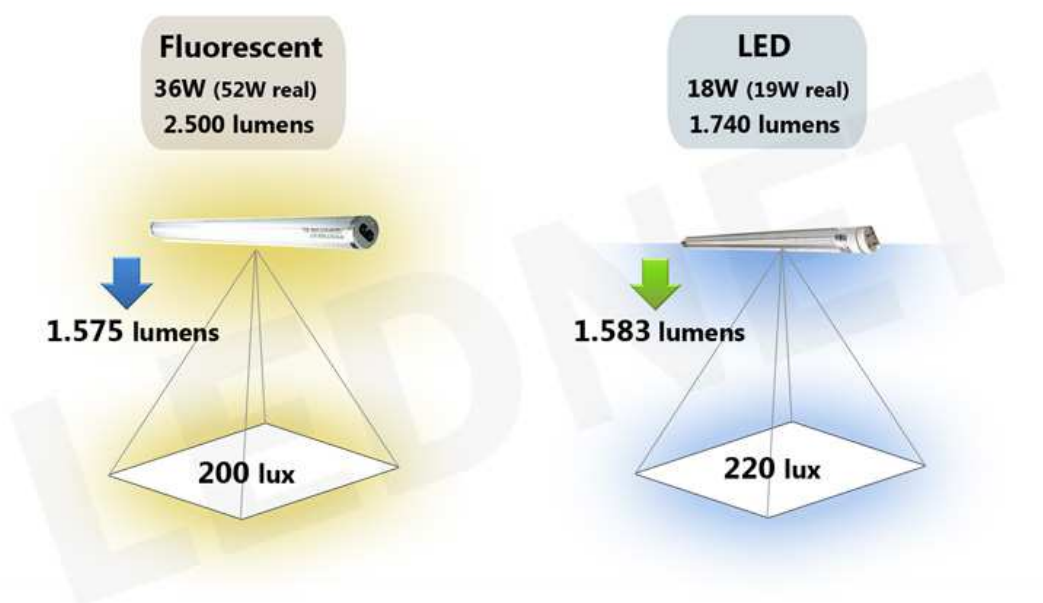
Tomamos un fluorescente con tecnología convencional y un fluorescente LED, el fabricante nos da los siguientes datos.

- Fluorescente convencional 36W (realmente 52W con balasto electromagnético) y 2.500 lúmenes.
- Fluorescente LED 18W (realmente 19W pérdidas por calor de los diodos) y 1740 lúmenes.

Como se observa el tubo LED da más luz.

- Fluorescente Philips.  $2.500 \text{ lúmenes} \times 0.63 = 1.575$  lúmenes útiles.
- Fluorescente LED  $1.740 \text{ lúmenes} \times 0.91 = 1.583$  lúmenes útiles.

A continuación se hace la comparación con los luxes.



**Figura 32 Comparación de Luxes ente luminaria convencional y una LED.**  
Fuente: (SC, 2015)

Conclusión:

Como se observa las dos luminarias en lo referente a los lúmenes poseen la misma cantidad de lúmenes (Flujo luminoso), lo más importante de este ejemplo es la comparación de los luxes (nivel de iluminación o iluminancia) los que llegan a la superficie de trabajo, por lo tanto aunque la luminaria convencional tenga una mayor flujo luminoso este se pierde en distintas direcciones, la luminaria LED llega casi en el 100% el flujo luminoso ya que direccional con un ángulo de apertura de 140 grados.

### ***3.5.16 Niveles de iluminación recomendados para un Hospital.***

#### ***3.5.16.1 Iluminación de habitaciones de pacientes.***

Los pacientes se encuentran la mayoría del tiempo en sus habitaciones recuperándose o esperando para ser intervenidos es por esto que es aspecto estético tiene mucha importancia influencia en la recuperación de los mismos, es por esto que los aspectos de iluminación se toman más en cuenta en los actuales momentos de la misma forma son espacios de trabajos para médicos y enfermeras, son cuatro los aspectos que determinan el confort de los pacientes.

- Las luminarias de las paredes y techo, se debe prestar atención especialmente en los techos ya que los pacientes miran la mayor parte del tiempo hacia él, por eso es recomendable tener una iluminación de 200 lux.
- La estética de las luminarias esto ayuda a relajar al paciente.
- Las luminarias que se encuentren en las habitaciones deben tener pantallas ya que el contacto visual directo puede causar deslumbramiento y esto conduce al estrés del paciente y a la falta de confort.
- Para la iluminación de la cabecera de la cama para lectura de los pacientes en recuperación debe ser de un mínimo de 300 lux y al menos 100 lux en suelo.

Lo que se refiere al Hospital IESS- Ibarra las luminarias de las cabeceras de las camas no tiene pantalla protectora, y de igual forma los luxes medidos son iguales a 200 luxes, como las luminarias del techo tienen unos 300 luxes medidos pero si cuentan con un protector o pantalla flex, en la tabla número 34 se presenta la comparación de los luxes medidos en algunos sectores del Hospital IESS- Ibarra, con la norma **DIN 5035** (Normas Industriales Alemanas) los números de luxes recomendados para hospitales en España se encuentran en las tablas 29 a la 33.

**Tabla 28**  
**Iluminación de habitaciones en hospitales.**



Tipo de estancia o actividad	Tipo de iluminación o actividad	Iluminancia media Em (lux)	Tono de luz	Grupo de rendimiento de color	Clase de calidad al deslumbramiento directo
Zona de la cama	Iluminación general	100	Cálido	1B	A
	Iluminación de lectura	300	Cálido	1B	A
	Iluminación de reconocimiento	800-1000	Cálido	1B	D
	Iluminación de vigilancia	5	Cálido	1B	B
	Iluminación nocturna		Cálido	1B	B
Servicios	Servicios	200	Neutro	2A	C

Fuente: (Comité Español de Iluminación, 2008)

### 3.5.16.2 Iluminación en la Unidad de Cuidados Intensivos.

Dentro de estas salas se debe ayudar a los médicos y enfermeras en la cual los luxes que debe tener la sala es de 100 luxes en la zona de las camas se recomienda 300 luxes este nivel debe poderse aumentar hasta unos 1000 luxes, para los pacientes que llegan por emergencia se necesita unos 2000 lux para las camas.

**Tabla 29**  
**Iluminación en la Unidad de Cuidados Intensivos.**

Parámetros recomendados para la UCI's					
Tipo de estancia	Tipo de iluminación o actividad	Iluminancia media Em (lux)	Tono de luz	Grupo de rendimiento de color	Clase de calidad al deslumbramiento directo
Salas de cuidados intensivos	Iluminación general	100	Cálido, Neutro	1B	A
	Iluminación cama	300	Cálido, Neutro	1B	A
	Iluminación de reconocimiento	1000	Cálido, Neutro	1B	B
	Iluminación de reconocimiento para emergencias	2000	Cálido, Neutro	1B	B
	Iluminación de vigilancia	20	Cálido, Neutro	1B	A
Salas de diálisis	Iluminación general	100	Cálido	1B	A
	Iluminación cama	500	Cálido	1B	A

Fuente: (Comité Español de Iluminación, 2008)

### 3.5.16.3 Iluminación para Consultorios y Salas de Tratamiento.

Para estos cubículos deben ser las luminarias de fácil mantenimiento para no contaminar el ambiente ya que aquí se encuentran pacientes con salud delicada, para las

tareas visuales se debe tomar en cuenta la iluminación y esta depende de la tarea a realizarse como evitar sombras y tener un alto nivel ICR para tareas en especial de dermatología o oftalmología.

**Tabla 30**  
**Iluminación para Consultorios y Salas de Tratamiento.**

Parámetros recomendados para salas de reconocimiento y tratamiento					
Tipo de estancia	Tipo de iluminación o actividad	Iluminancia media Em (lux)	Tono de luz	Grupo de rendimiento de color	Clase de calidad al deslumbramiento directo
Salas de tratamiento y reconocimiento en general	Iluminación general	500	Cálido, Neutro	1B	A
	Luz de reconocimiento	>1000	Cálido, Neutro	1B	A
Endoscopia	Preparación	500	Cálido, Neutro	1B	A
	Urología	50	Cálido, Neutro	1B	A
	Rectoscopia	50	Cálido, Neutro	1B	A
	Ginecología	50	Cálido, Neutro	1B	A
Oftalmología	Iluminación general	500	Cálido, Neutro	1B	A
	Refractometría	50	Cálido, Neutro	1B	A
	Oftalmometría	50	Cálido, Neutro	1B	A
	Perimetría	5	Cálido, Neutro	1B	A
	Ad optometría	5	Cálido, Neutro	1B	A
Radiología	Iluminación general	500	Cálido, Neutro	1B	A
	Trabajo con pantallas	20	Cálido, Neutro	1B	A
Odontología	Iluminación general	500	Frío	1A	A
	Iluminación de boca	>8000	Frío	1A	A
	Iluminación de alrededores	1000	Cálido, Neutro	1A	A
Dermatología	Iluminación general	500	Cálido, Neutro	1A	A

**Fuente: (Comité Español de Iluminación, 2008)**

#### **3.5.16.4 Iluminación para áreas de servicios.**

Las áreas de servicio son vitales para el funcionamiento de un centro médico las áreas tanto de mantenimiento, administrativas y servicios como lavandería, cocina deben tener un buen sistema de iluminación para su buen desempeño de las tareas a realizarse en cada sector ya mencionado por ejemplo en los laboratorios debe existir una iluminación de 500 lux, en cocinas un nivel de unos 200 luxes con un grado de protección IP 54 y en las oficinas se requiere niveles también de 500 luxes.

**Tabla 31**  
**Iluminación para áreas de servicios.**

Parámetros recomendados para las áreas de servicio					
Tipo estancia	Tipo de iluminación o actividad	Iluminancia media Em (lux)	Tono de luz	Grupo de rendimiento de color	Clase de calidad al deslumbramiento directo
Laboratorios y dispensarios	Iluminación general	500	Cálido, Neutro	1B	B
	Con comprobación de colores	1000	Frio	1A	A
Pasillos y escaleras	Áreas de camas	De noche 50 Día 200	Cálido, Neutro	2A	C
	Zona de quirófanos	De noche 100 Día 300	Neutro	2A	B
Oficinas	Iluminación general	500	Neutro	1B	A

**Fuente: (Comité Español de Iluminación, 2008)**

### 3.5.16.5 Iluminación en áreas de acceso y exteriores.

Los parqueaderos jardines y accesos a un hospital deben estar bien iluminados para la seguridad del personal que trabaja en el hospital como para los visitantes, deben utilizarse luminarias de alumbrado público como por ejemplo las de vapor de sodio de alta presión ya que tiene un IRC alto, brindando así mayor seguridad en el entorno.

**Tabla 32**  
**Iluminación en áreas de acceso y exteriores.**

Parámetros recomendados para accesos exteriores					
Tipo de área	Notas	Iluminancia media Em (lux)	Tono de luz	Grupo de rendimiento de color	Clase de calidad al deslumbramiento directo
Zonas peatonales	No menos que 1 Lux	5	Cálido	2A	D
Jardines	Iluminación semicilíndrica > 1 Lux	>1	Cálido	2A	E
Aparcamientos	Iluminación semicilíndrica > 1 Lux	7	Cálido	2A	D

**Fuente: (Comité Español de Iluminación, 2008)**

**3.5.16.6 Niveles de iluminación en luxes en distintas áreas del hospital.**

**Tabla 33**

**Niveles de iluminación en luxes.**

SITIO DE TRABAJO	TIPO DE LUMINARIA	ALTURA TECHO (mts)	ALTURA DE TRABAJO (mts)	No. DE LUXES AL PISO	No. DE LUXES AL PLANO ÚTIL	No. DE LUXES NORMA DIN 5035	AMBIENTE
Ascensor	Sin pantalla 60x120 3xT8 36W	2,2	0	305	-	300	cerrado
Baño primer piso	Foco ahorrador 20 w	2,7	0,9	52	73	200	cerrado
Baño Dormitorio	Down light (BC E27) 2x 20W	2,6	0	37,7	-	200	cerrado
Consultorios	Pantalla 60x120 2xT12 40W	2,7	0,78	84	186	500	cerrado
Dormitorio	Pantalla Superf. 60x120 2xT8 36W	1,9	0,9	129	307	300	cerrado
Dormitorio Cama	Pantalla 60x120 2xT12 40W	2,7	0,83	333	218	300	cerrado
Dormitorio Cama	F20 T12 /D /L /20W (60cm)	1,76	0,74	89,4	202	300	cerrado
Ductos	Sin pantalla 60x120 2xT12 40W	2,8	0,8	67,6	118	300	cerrado
Emergencia Aislamiento	Pantalla superf. 60x120 3xT8 36W	2,7	0,7	275	141	500	cerrado
Emergencia Consultorio	Pantalla superf. 60x120 3xT8 36W	3	0,7	122	183	500	Abierto
Estación Enfermería	Pantalla 60x120 2xT8 36W	2,7	0,9	104	196,7	500	cerrado
Oficina Compras P.	Pantalla 60x120 2xT12 40W	2,7	0,8	140	218	500	cerrado
Oficina Recursos H.	Pantalla 60x120 2xT12 40W	3,4	0,82	235	390	500	abierto
Pasillo	Pantalla 60x120 2xT12 40W	3,3	0,8	100,5	-	NOCHE 50 DÍA 200	cerrado
Pasillo del primer piso	Pantalla 60x120 2xT12 40W	2,7	0	157	-	NOCHE 50 DÍA 200	cerrado
Sala de neonatología	Pantalla superf. 60x60 3xT8 18W	2,4	0,85	132	226	200-300	cerrado
Taller	Pantalla 60x120 2xT12 40W	3	0,9	215	270	200-1000	abierto
Trabajo Social	Sin pantalla 60x120 2xT12 40W	3,4	0,75	117	164	500	cerrado
Radiología	Pantalla 60x120 2xT12 40W	2,7	0,72	204	249	500	cerrado

En lo referente a los niveles de iluminación en hospital IESS - Ibarra se llega a la conclusión de que los niveles de luxes que posee en la actualidad no son los idóneos para el desempeño de las diferentes actividades que involucran al personal médico y en el confort de los pacientes y visitantes.

### ***3.5.17 Métodos de ahorro energético por medio de sensores.***

Como es de conocimiento en la actualidad aparte de tener luminarias eficientes, para el complemento de una buena eficiencia energética, es necesario tener sistemas de ahorro complementarios los cuales ayudan al control de funcionamiento de encendido o apagado de las luminarias donde no sean necesarias como por ejemplo en los pasillos, bodegas, baños, oficinas o los mismos consultorios ya que las personas no tenemos aun un grado de conciencia adecuado del ahorro energético, además la mejor forma de ahorrar energía con luminarias es apagándolas cuando no se las utiliza y para esto se tiene los sensores de ocupación los que se encargan de prender o apagar la luminarias de las áreas de trabajo en presencia de personas estos sensores pueden ser utilizados para controlar las luminarias en forma individual o en conjunto, existen varias clases como por ejemplo:

- Sensores Infrarrojos los cuales censan el cambio entre el calor corporal del ser humano y el calor del ambiente donde se encuentren.
- Sensores Ultrasónicos los cuales censan la ocupación de un área a través de ondas sonoras de alta frecuencia, las cuales es indetectable para el oído humano, el sensor opera al cambio de frecuencia ya que las ondas al chocar con una persona rebotan pero con otra frecuencia diferente haciendo que se active el sensor.
- Reductores de luz o potenciómetros los cuales reducen la cantidad de corriente haciendo que la intensidad de la luminaria se reduzca esta es una buena opción para los baños o para los dormitorios del personal médico donde descansan cuando tienen los turnos en la noche.
- Existen también otros sistemas como las fotocélulas las cuales detectan la presencia o usencia de luz natural sirve para controlar las luminarias en forma individual para controlar en luminarias en conjunto se necesita un contactor ya

que las corrientes que maneja la fotocélulas son bajas, además puede ir con un timer para optimizar el tiempo de operación de las luminarias especialmente las de los accesos exteriores al hospital.

### 3.6 Métodos de ahorro energético por sustitución de balasto.

Otro de los métodos de ahorro energético en luminarias es el cambio de balastos de los electromagnéticos a balastos electrónicos ya que estos tienen mayores ventajas como son:

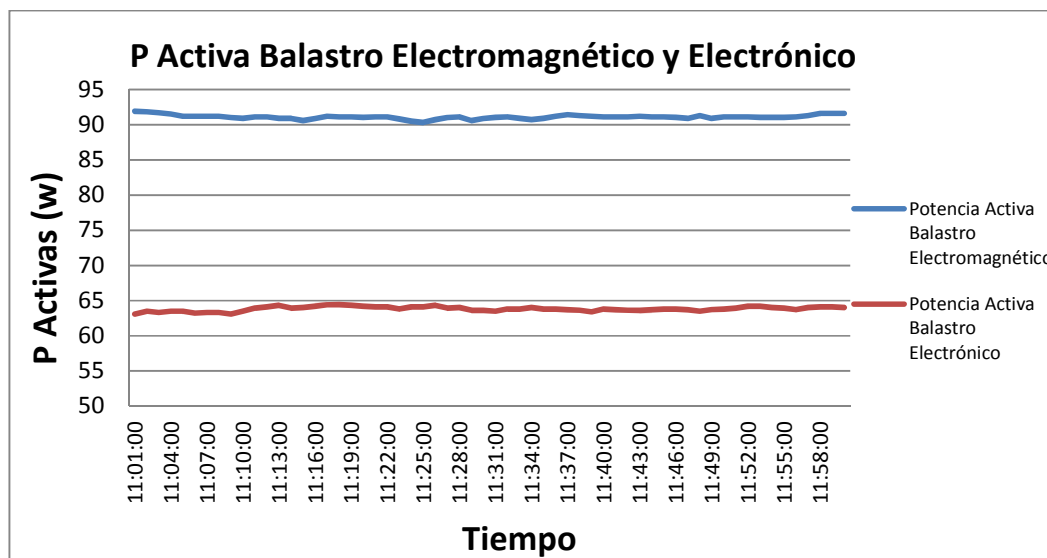
- Menor peso.
- Calor producido mínimo.
- Alarga la vida útil de los tubos.
- Eliminan el parpadeo o flicker.

A demás los balastos electrónicos no producen ruido como los balastos electromagnéticos, no producen pérdidas en el cobre por el efecto joule, a continuación se procede a realizar la comparación de las mediciones de la potencia de un balastro el electromagnético y el balastro electrónico de las luminarias del Hospital IESS-Ibarra.



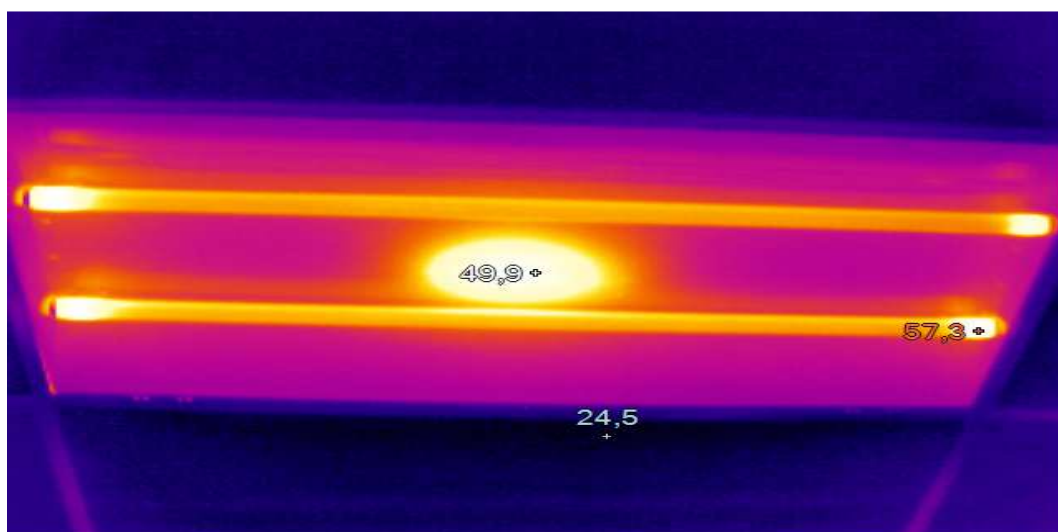
Figura 33 Balastro electromagnético y electrónico del Hospital

Como se observa en la figura estos son los tipos de balastos que se utilizan en el hospital y al frente de cada uno se encuentra el tubo correspondiente al que hacen funcionar.



**Figura 34 Potencia Activa de balastos electromagnético y electrónico.**

Los datos se tomaron con una analizar de redes de marca Fluke 1744 durante el periodo de una hora en intervalos de tiempo de un minuto, la potencia activa promedio de la luminaria con balastro electromagnético es de 91,09 watts, en tanto la que utiliza el balastro electrónico es de 63,81 watts lo cual demuestra la perdida que existe es de 27, 28 watts lo cual representa una potencia considerable en perdidas, cabe mencionar que el tubo fluorescente que se utiliza con el balastro electrónico es un T12, esta incompatibilidad hace que se reduzca la potencia eléctrica y lumínica del tubo como de la misma forma disminuye las horas de vida útil del tubo, a continuación se presenta una toma infrarroja tomada con una cámara termografica de marca Fluke modelo Ti 32, donde corrobora las pérdidas que tiene el balastro electromagnético ya que la temperatura que desprende el balastro es igual a 49,9 grados centígrados, lo que confirma las pérdidas que existe en este tipo de balastro por el efecto joule.



**Figura 35 Toma termográfica del balastro electromagnético.**

### 3.7 Iluminación propuesta para ahorro energético en luminarias.

#### 3.7.1 Cambio de balastos electromagnéticos por balastos electrónicos.

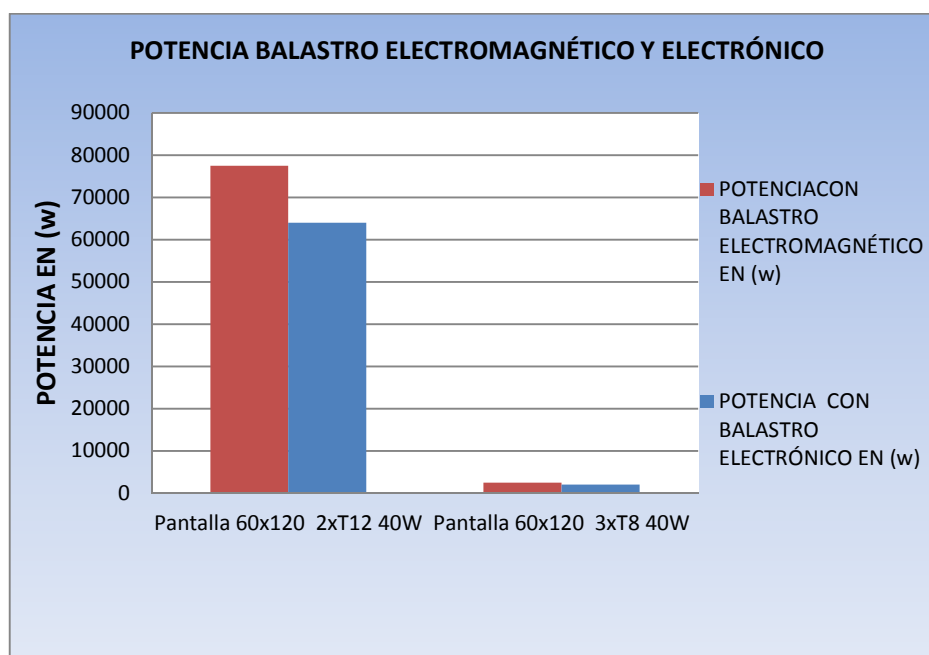
Para realizar este análisis se toma en cuenta las luminarias del hospital que poseen reactancia inductiva, las de mayor potencia instalada y mayor consumo de energía y son las siguientes:

**Tabla 34**  
**Potencias con balastro electromagnético y electrónico.**

TIPO	NÚMERO DE LUMINARIA	POTENCIA CON BALASTRO ELECTROMAG. EN (w)	POTENCIA CON BALASTRO ELECTRÓNICO EN (w)	ENERGÍA CON BALASTRO ELECTROMAG. EN kWh	ENERGÍA CON BALASTRO ELECTRÓNICO EN kWh
Pantalla 60x120 2xT12 40W	842	77464	63992	901,05	744.35
Pantalla 60x120 3xT8 40W	18	2520	2070	37,80	31,05
TOTAL	860	79984	60168	938,848	775,39



Como ya se demostró el cambio de balastro de un electromagnético a un electrónico ahorra por luminaria alrededor de 27 watts, continuación se presenta el ahorro en potencia y energía de las luminarias citadas en la tabla 34.



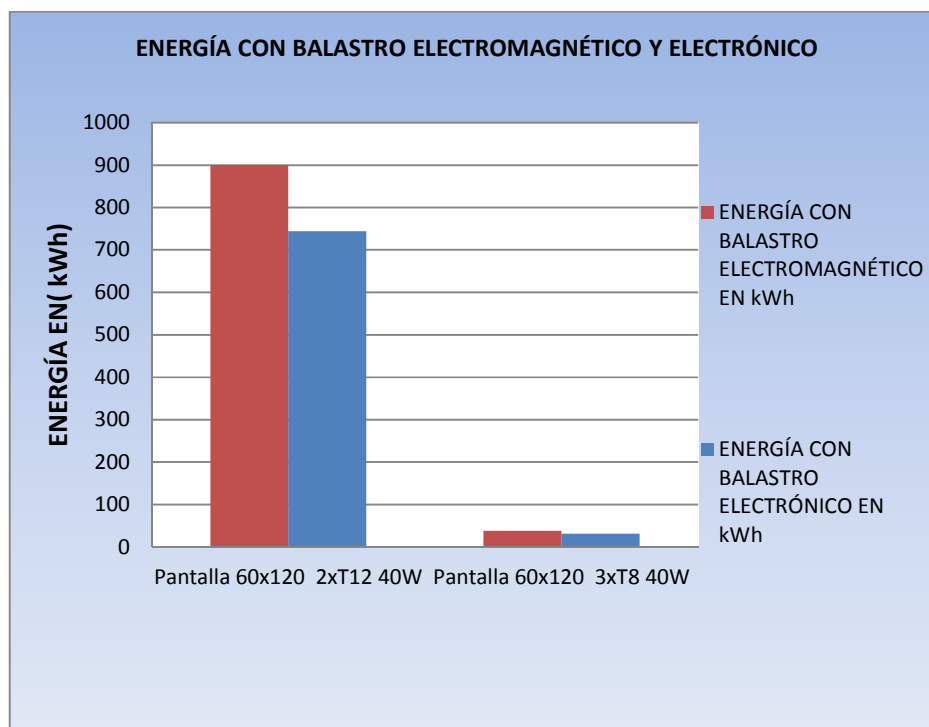
**Figura 36 Comparación de potencia entre balastro electromagnético y electrónico.**

**Tabla 35**

**Nueva potencia por cambio de balastro electromagnético a electrónico.**

TIPO	POTENCIA CON BALASTRO ELECTROMAG. EN (w)	POTENCIA CON BALASTRO ELECTRÓNICO EN (w)	NÚMERO DE WATTS AHORRADOS	% DE DISMINUCIÓN DE POTENCIA
Pantalla 60x120 2xT12 40W	77464	63992	13472	17,39%
Pantalla 60x120 3xT8 40W	2520	2070	450	17,86%
TOTAL	79984	66062	13922	17,41%

Como se observa el porcentaje de ahorro total es de casi el 17,41% dentro de la potencia total de las luminarias.



**Figura 37 Comparación de energía entre balastro electromagnético y electrónico.**

**Tabla 36**

**Energía por cambio de balastro electromagnético por electrónico**

TIPO	ENERGÍA CON BALASTRO ELECTROMAG. EN kWh	ENERGÍA CON BALASTRO ELECTRÓNICO EN kWh	NÚMERO DE kWh AHORRADOS	% DE AHORRO DE ENERGÍA
Pantalla 60x120 2xT12 40W	901,05	744,34	156,70	17,39%
Pantalla 60x120 3xT8 40W	37,80	31,05	6,75	17,86%
TOTAL	938,848	775,394	163,454	17,41%

El cambio a balastos electrónicos supone un ahorro en la potencia total del 10,48% y un 10,90 % de energía diaria del hospital.

### 3.8 Rendimiento entre balastos electrónicos y electromagnético.

Dentro de los balastos utilizados en Hospital IESS- Ibarra se encuentran los balastos electrónicos y electromagnéticos se procedió a realizar las mediciones para poder determinar el rendimiento que tiene cada uno de ellos, y así determinar cuál es la mejor opción para la compra y reposición, también se procedió a tomar la forma de onda a la salida del balastro por medio de un osciloscopio, la cual ayuda a observar la deformación de la onda de tensión.

#### 3.8.1 Luminaria con balastro electrónico Silvanya para tubo T8 de 32 w

**Tabla 37**

**Parámetros medidos para balastro electrónico Silvanya.**

TIPO DE LUMINARIA	BALASTRO	MARCA DEL BALASTRO	ANTES DEL BALASTRO			FP	THDv	RENDIMIENTO
			POTENCIA	TENSIÓN	CORRIENTE			
2T8 32 WATTS	ELECTRÓNICO	SILVANYA	90 W	117,4 V	0,82 A	0,93	3,80 %	0,86
			DESPUÉS DEL BALASTRO					
			78,5 W	115,5 V	0,68 A			



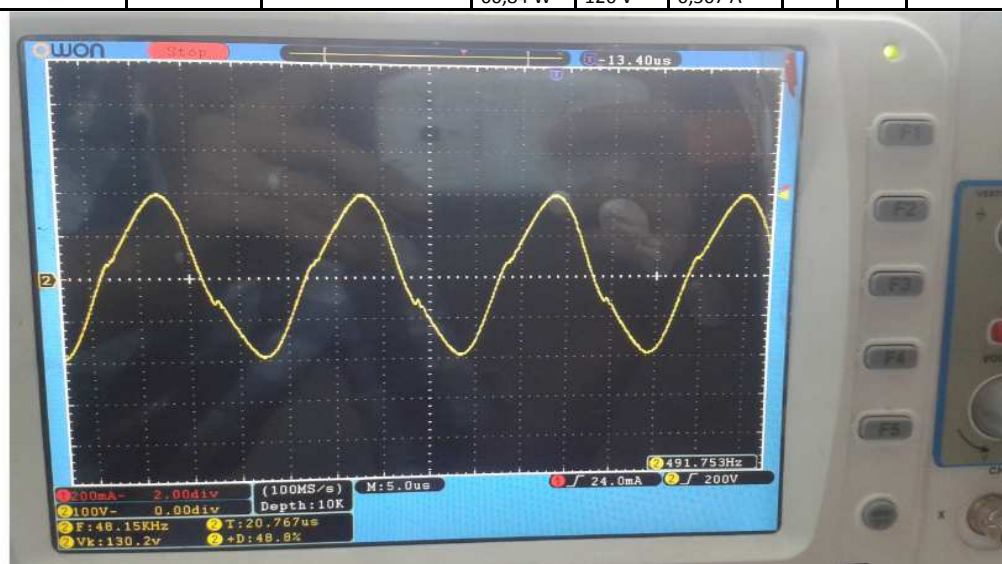
**Figura 38 Forma de la onda de tensión a la salida del balastro Silvanya.**

Como se observa el balastro tiene una pérdida elevada en calor aunque su factor de potencia es bueno, la deformación de la onda de tensión es muy elevada su THDv 3,80% y su rendimiento es del 0,86, este balastro se lo compra como repuesto.

**Tabla 38**

**Parámetros medidos para balastro electrónico Osram**

TIPO DE LUMINARIA	BALASTRO	MARCA DEL BALASTRO	ANTES DEL BALASTRO			FP	THDv	RENDIMIENTO
			POTENCIA	TENSIÓN	CORRIENTE			
2T8 40 WATTS	ELECTRÓNICO	OSRAM	64,67 W	120 V	0,56A	0,94	3,40 %	0,94
			DESPUÉS DEL BALASTRO					
			60,84 W	120 V	0,507 A			



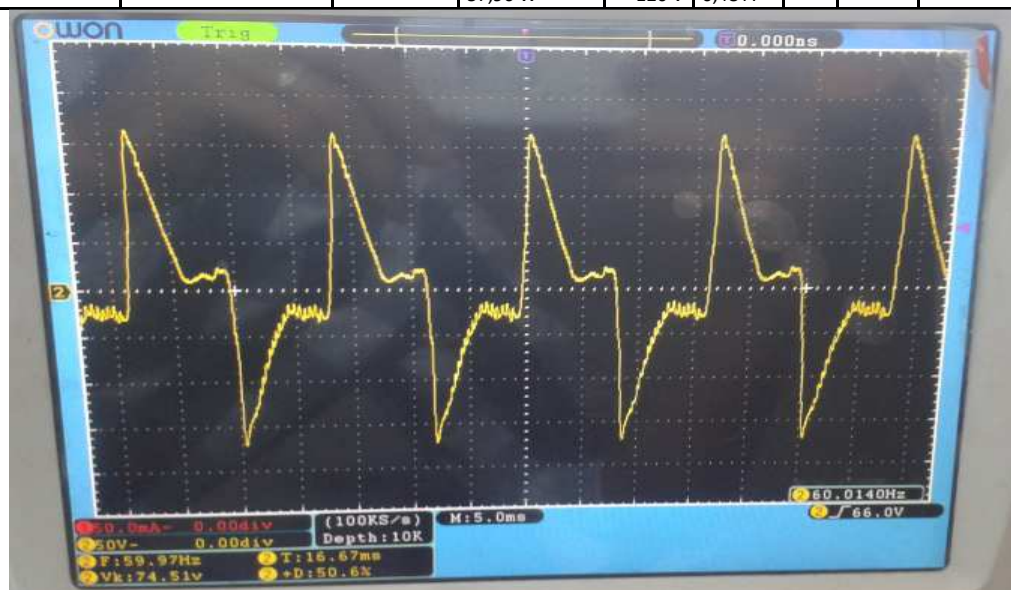
**Figura 39 Forma de la onda de tensión a la salida del balastro Osram.**

Este balastro es para luminarias T10 de 40 watts o para la luminaria T8 de 36 watts, presenta menores pérdidas por calor su factor de potencia es alto, la deformación de la forma de onda de tensión no es elevada, su THDv es de 3,40% y su rendimiento es del 0,94 este balastro viene en las luminarias que se compra para el hospital.

**Tabla 39**

**Parámetros medidos en balastro electromagnético Universal.**

TIPO DE LUMINARIA	BALASTRO	MARCA DEL BALASTRO	ANTES DEL BALASTRO			FP	THDv	RENDIMIENTO
			POTENCIA	TENSIÓN	CORRIENTE			
2T12 40 WATTS	ELECTROMAGNÉTICO	UNIVERSAL	90 W	119,4 V	0,75 A	0,99	3,30%	0,64
			DESPUÉS DEL BALASTRO					
			57,96 W	120 V	0,48 A			



**Figura 40 Forma de la onda de tensión a la salida del balastro Universal**

Este balastro es para luminarias T12 de 40 watts, presenta pérdidas altas por calor su factor de potencia es alto casi igual a la unidad, la deformación de la forma de onda de tensión es elevada, su THDv es de 3,30% y su rendimiento es del 0,64 este balastro se encuentra en la mayoría de luminarias que prestan servicio en el hospital.

Luego de realizar la comparación se llega a la conclusión que la mejor opción de compra para remplazo es el balastro Osram ya que tiene menores pérdidas y la deformación que produce a la forma de onda son mínimas, esto ayuda a la conservación de las instalaciones internas alargando su vida útil.

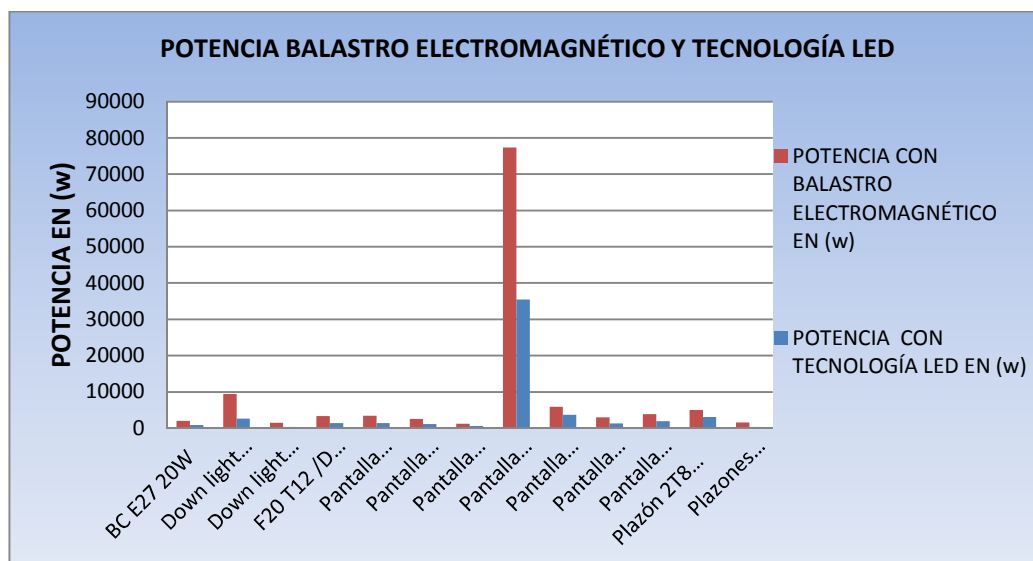
### **3.8.2 Cambio de Down light 2x26W, luminarias T12 y T8 a tecnología LED.**

A continuación se toma en cuenta las siguientes luminarias para el cambio por tecnología LED, ya que son las de mayor representación en consumo de energía y potencia.

**Tabla 40**  
**Potencias con balastro electromagnético y tecnología LED.**

TIPO	NÚMERO DE LUMINARIA	POTENCIA CON BALASTRO ELECTROMAG. EN (w)	POTENCIA CON TECNOLOGÍA LED EN (w)	ENERGÍA CON TECNOLOGÍA LED EN kWh	ENERGÍA CON BALASTRO ELECTROMAG. EN kWh
BC E27 20W	98	1960	882	9,03	20,06
Down light 2x26W	134	9380	2546	23,52	86,64
Down light 2x36W	16	1472	304	0,30	23,46
F20 T12 /D /L /20W (60cm)	135	3375	1350	8,10	20,25
Pantalla 60x120 3xT8 36W	33	3399	1386	21,17	51,91
Pantalla 60x120 3xT8 40W	18	2520	1134	17,01	37,80
Pantalla 60x120 2xT8 36W	14	1232	588	8,57	17,95
Pantalla 60x120 2xT12 40W	842	77464	35364	411,35	901,05
Pantalla 60x60 3xT8 18W	112	5824	3696	50,82	80,08
Pantalla Superf. 60x120 2xT8 40W	32	2898	1323	9,68	21,21
Pantalla Superf. 60x120 2xT8 36W	44	3872	1848	23,06	48,31
Palazón 2T8 120x36W	72	4968	3024	24,19	39,74
Plazones 16Wx32	18	1512	342	6,16	27,22
<b>TOTAL</b>	<b>1568</b>	<b>119876</b>	<b>53787</b>	<b>612,95</b>	<b>1375,68</b>

Una de de las mayores ventajas de los tubos LED es que se pueden conectar directamente a la red ya que el balastro es interno y viene en cada tubo las luminarias LED down light que necesitan un balastro exterior electrónico para su funcionamiento.

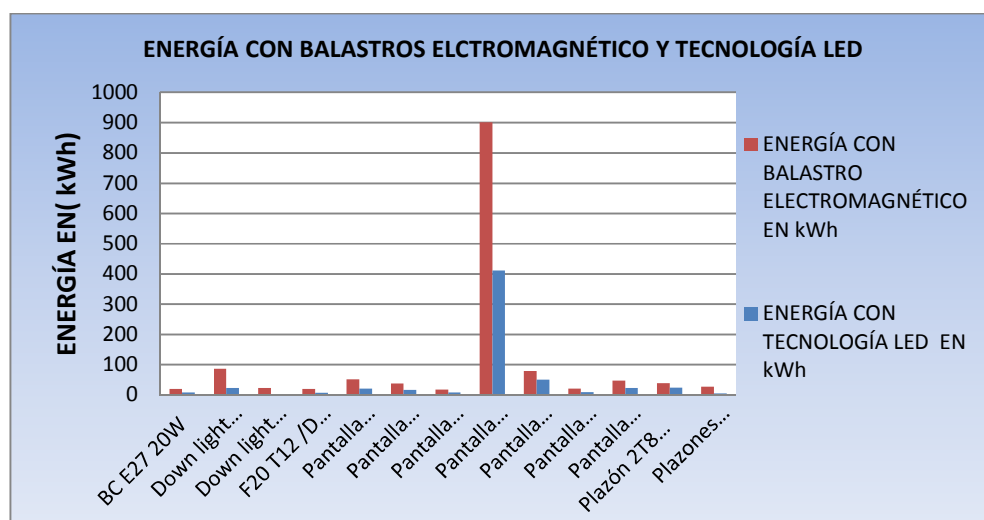


**Figura 41 Potencia entre balastro electromagnético y tecnología LED.**

**Tabla 41**

**Nueva potencia por cambio de balastro electromagnético por LED.**

TIPO	POTENCIA CON BALASTRO ELECTROMAG. EN (w)	POTENCIA CON TECNOLOGÍA LED EN (w)	NÚMERO DE WATTS AHORRADOS	% DE DISMINUCIÓN DE POTENCIA.
BC E27 20W	1960	882	1078	55,00%
Down light 2x26W	9380	2546	6834	72,86%
Down light 2x36W	1472	304	1168	79,35%
F20 T12 /D /L /20W (60cm)	3375	1350	2025	60,00%
Pantalla 60x120 3xT8 36W	3399	1386	2013	59,22%
Pantalla 60x120 3xT8 40W	2520	1134	1386	55,00%
Pantalla 60x120 2xT8 36W	1232	588	644	52,27%
Pantalla 60x120 2xT12 40W	77464	35364	42100	54,35%
Pantalla 60x60 3xT8 18W	5824	3696	2128	36,54%
Pantalla Superf. 60x120 2xT8 40W	2898	1323	1575	54,35%
Pantalla Superf. 60x120 2xT8 36W	3872	1848	2024	52,27%
Plazón 2T8 120x36W	4968	3024	1944	39,13%
Plazones 32Wx16 mm	1512	342	1170	77,38%
<b>TOTAL</b>	<b>119876,00</b>	<b>53787,00</b>	<b>66089,00</b>	<b>55,13%</b>



**Figura 42 Energía entre balastro electromagnético y tecnología LED.**

**Tabla 42**

**Energía por cambio de balastro electromagnético por LED.**

TIPO	ENERGÍA CON BALASTRO ELECTROMAG. EN kWh	ENERGÍA CON TECNOLOGÍA LED EN kWh	NÚMERO DE kWh AHORRADOS	% DE DISMINUCIÓN DE POTENCIA.
BC E27 20W	20,06	9,03	11,03	55,0%
Down light 2x26W	86,64	23,52	63,13	72,9%
Down light 2x36W	23,46	0,30	23,16	98,7%
F20 T12 /D /L /20W (60cm)	20,25	8,10	12,15	60,0%
Pantalla 60x120 3xT8 36W	51,91	21,17	30,74	59,2%
Pantalla 60x120 3xT8 40W	37,80	17,01	20,79	55,0%
Pantalla 60x120 2xT8 36W	17,95	8,57	9,38	52,3%
Pantalla 60x120 2xT12 40W	901,05	411,35	489,70	54,3%
Pantalla 60x60 3xT8 18W	80,08	50,82	29,26	36,5%
Pantalla Superf. 60x120 2xT8 40W	21,21	9,68	11,53	54,3%
Pantalla Superf. 60x120 2xT8 36W	48,31	23,06	25,25	52,3%
Palazón 2T8 120x36W	39,74	24,19	15,55	39,1%
Plazones 16Wx32	27,22	6,16	21,06	77,4%
<b>TOTAL</b>	<b>1375,68</b>	<b>612,95</b>	<b>762,73</b>	<b>55,4%</b>



El cambio a tecnología LED supone un ahorro en potencia instalada de 49,76% y un 50,86% de la energía diaria del hospital que se utiliza en el sistema de iluminación del hospital, el tubo LED que se escogió para el remplazo de los tubos fluorescentes tiene las siguientes características.

**Tabla 43**  
**Características del tubo LED elegido.**

INFORMACIÓN BÁSICA	
Nombre	Tubo led T8 1200 por los fabricantes de iluminación led
Modelo No.	T8
Potencia	20W
Voltaje de entrada	AC85-265V
(CRI)	Ra≥75
Temperatura de color	PD: 2700-3500k/CW: 6000-6500k
Vida útil	50000h
Temperatura de trabajo	-20 ° C a 55 ° C

**Fuente: (Taishanlight, 2015)**

Además tiene un alto brillo con un disipador de calor de aluminio la mayor ventaja viéndolo desde el punto tanto económico como de infraestructura es fácil de sustituir el tubo tradicional solo tenemos que quitar la reactancia sea electromagnética o electrónica, no produce luz estroboscópica, no irradia rayos UV y es respetuoso del medio ambiente al no tener polvos fluorescentes.

### **3.8.3 Tecnología LED la mejor opción.**

Como se observo el cambio de balastos electrónicos en el sistema de iluminación no es una forma viable en todas las luminarias haciendo que la mejor opción para sustituir las luminarias fluorescentes sea la tecnología LED, el proyecto también es viable económicamente como se demuestra en la tabla 52.

### **3.9 Calculo de los nuevos indicadores energéticos.**

El cálculo de los nuevos indicadores se los calculara a partir de ahorro energético en el sistema de iluminación de 21421,47 kWh/mes y 257057,66 kWh/ año. Para el año 2013 y 2014 respectivamente.

Consumo promedio diario de energía por cama hospitalaria año 2013:

- Número de camas disponibles promedio fue de 150,83.
- Porcentaje de ocupación anual fue de 83,03%
- Número promedio de camas ocupada mensuales es 125,24
- Energía total del año 2013.

$$\frac{E_E}{\text{Año}} = \text{Energía Anual} - \text{Energía Anual Ahorrada}$$

**Ec: 5**

$$\frac{E_E}{\text{Año}} = 915200 \frac{kWh}{\text{Año}} - 257057,66 \frac{kWh}{\text{Año}}$$

$$\frac{E_E}{\text{Año}} = 658142,34 \frac{kWh}{\text{Año}}$$

- Energía promedio diaria año 2013 con la implementación LED.

$$\frac{E_E}{\text{Año}} = \frac{658142,34 \frac{kWh}{\text{Año}}}{365 \text{ días}}$$

$$\frac{E_E}{\text{día}} = 1803,12 \frac{kWh}{\text{día}}$$

A continuación se procede a realizar el cálculo del indicadores kWh/ cama/día y kWh /metro cuadrado/día del año 2013 con la implementación LED obteniendo: mediante (**Ec: 3**)

$$\frac{E_E}{\text{cama}/\text{día}} = \frac{1803,12 \frac{kWh}{\text{día}}}{125,24 \text{ camas}}$$

$$\frac{E_E}{\text{cama}/\text{día}} = 14,39 \frac{kWh}{\text{cama}/\text{día}}$$

Promedio anual de consumo por  $m^2$  con la implementación LED: mediante **(Ec: 4)**

- Área del hospital es igual a  $16313 m^2$

$$\frac{E_E}{\text{cama}/\text{año}} = 14,39 \frac{kWh}{\text{cama}/\text{día}} \times 365 \frac{\text{días}}{\text{año}} \times \frac{125,24 \text{ camas}}{16313 m^2}$$

$$\frac{E_E}{m^2/\text{año}} = 40,32 \frac{kWh}{m^2/\text{año}} = 0,11 \frac{kWh}{m^2/\text{día}}$$

Consumo promedio diario de energía por cama hospitalaria año 2014: mediante **(Ec:**

**5)**

- Número de camas disponibles promedio fue de 165
- Porcentaje de ocupación anual fue de 87,35%
- Número promedio de camas ocupada mensuales es 144,13
- Energía total del año 2014.

$$\frac{E_E}{\text{Año}} = \text{Energía Anual} - \text{Energía Anual Ahorrada}$$

$$\frac{E_E}{\text{Año}} = 859800 \frac{kWh}{\text{Año}} - 257057,66 \frac{kWh}{\text{Año}}$$

$$\frac{E_E}{\text{Año}} = 602742,34 \frac{kWh}{\text{Año}}$$

- Energía promedio diaria año 2014 con implementación LED.

$$\frac{E_E}{\text{Año}} = \frac{602742,34 \frac{kWh}{\text{Año}}}{365 \text{ días}}$$

$$\frac{E_E}{\text{día}} = 1651,34 \frac{kWh}{\text{día}}$$

A continuación se procede a realizar el cálculo de los indicadores kWh/ cama/día y kWh/metro cuadrado/día del año 2014 con la implementación LED: mediante **(Ec: 3)**

$$\frac{E_E}{\text{cama/día}} = \frac{1651,34 \frac{kWh}{\text{día}}}{144,13 \text{ camas}}$$

$$\frac{E_E}{\text{cama/día}} = 11,45 \frac{kWh}{\text{cama/día}}$$

Promedio anual de consumo por  $m^2$  con la implementación LED: mediante **(Ec: 4)**

$$\frac{E_E}{\text{cama/año}} = 11,45 \frac{kWh}{\text{cama/día}} \times 365 \frac{\text{días}}{\text{año}} \times \frac{144,13 \text{ camas}}{16313 \text{ m}^2}$$

$$\frac{E_E}{\text{m}^2/\text{año}} = 36,92 \frac{kWh}{\text{m}^2/\text{año}} = 0,10 \frac{kWh}{\text{m}^2/\text{día}}$$

Una vez calculado los nuevos indicadores se procede a tomar como referencia a los del año 2014 ya que son los más recientes y fue en el tiempo que se levantó los diferentes datos de las luminarias.

➤ Indicador MWh/cama/año, es igual :

$$\frac{E_E}{\text{cama/día}} = 4,14 \frac{MWh}{\text{cama/año}}$$

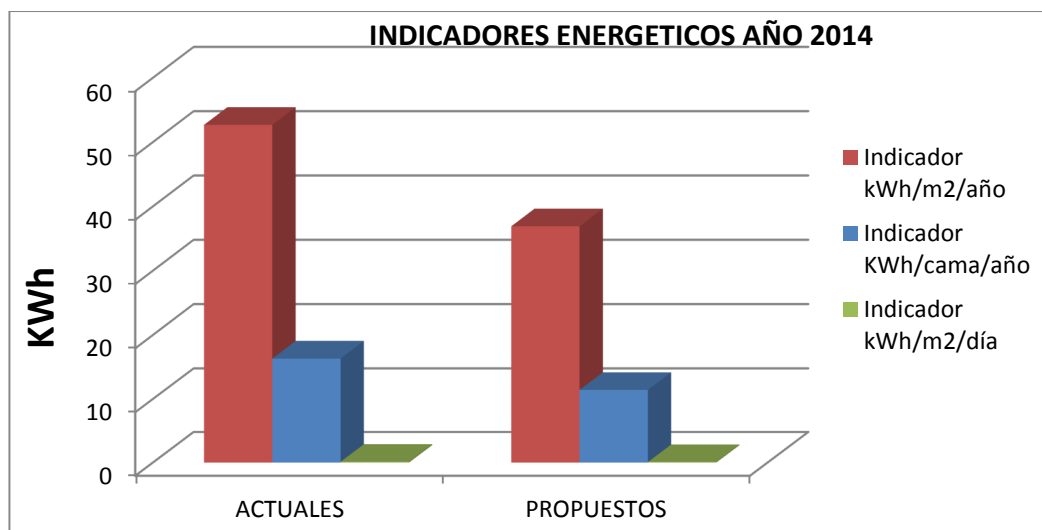
➤ Indicador kWh/m<sup>2</sup>/año, es igual:

$$\frac{E_E}{m^2/año} = 36,92 \frac{kWh}{m^2/año}$$

Luego de obtener los indicadores se procede a realizar la comparación entre los indicadores energéticos antes y después de la propuesta energética en el sistema de iluminación.

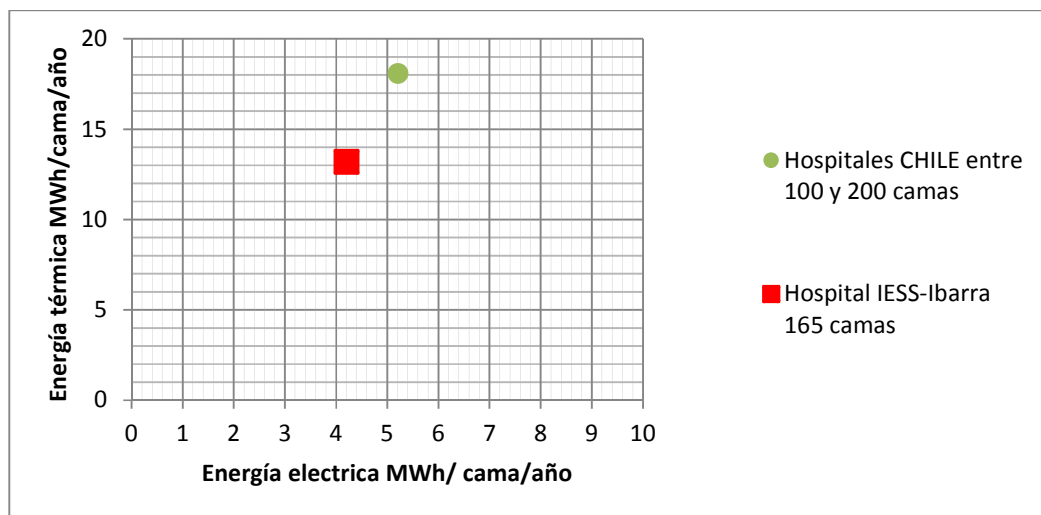
**Tabla 44**  
**Comparación índices energéticos año 2014.**

INDICADORES ENERGÉTICOS DEL AÑO 2014			
	Indicador KWh/cama/año	Indicador kWh/m2/día	Indicador kWh/m2/año
<b>ACTUALES</b>	16,34	0,14	52,69
<b>PROPUESTOS</b>	11,45	0,10	36,92



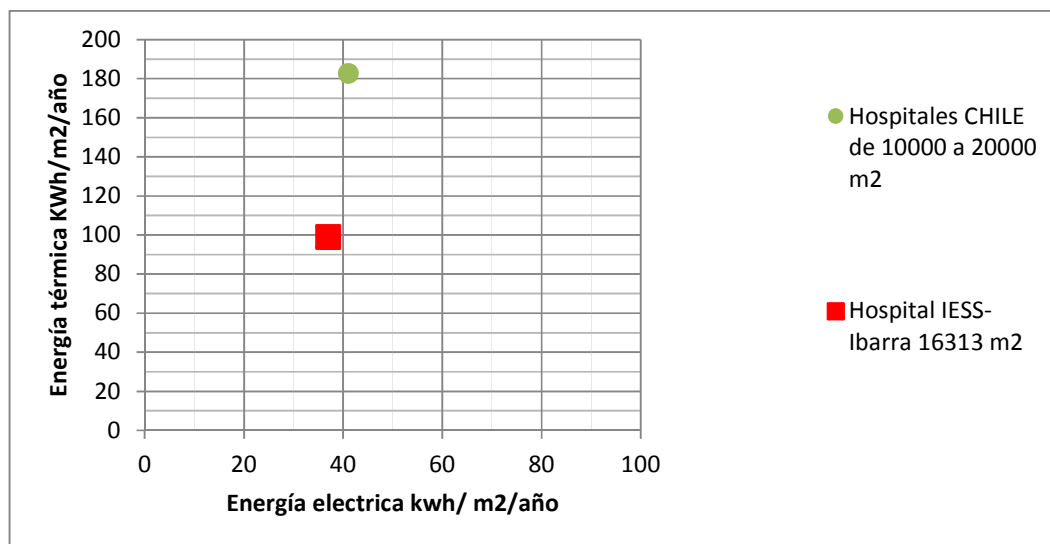
**Figura 43** Comparación grafica de indicadores energéticos año 2014.

Para poder hacer una comparación se necesita hacerlo con índices del exterior y se los va a comparar con los indicadores de las clínicas y hospitales del país vecino Chile, luego se analizará si los indicadores obtenidos se encuentran o no fuera de los rangos establecidos en este país.



**Figura 44 Comparación de indicadores energéticos por MWh/cama.**

Fuente: (Vera Sepúlveda, 2008)



**Figura 45 Comparación de indicadores energéticos por kWh/m2.**

Fuente:(Vera Sepúlveda, 2008)

## **CAPITULO 4**

### **ELABORACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN ENERGÉTICA PARA EL HOSPITAL.**

#### ***4.1 Formulación de soluciones operativas y de inversión.***

Una vez que los indicadores energéticos del hospital IESS- Ibarra se encuentran por debajo de los de indicadores de los hospitales de Chile, se debe realizar el análisis económico para ver si la implementación en el sistema de iluminación es viable y en cuanto tiempo se tendrá el retorno de la inversión, además proponer alternativas para mejorar y optimizar los restantes sistemas eléctricos

##### ***4.1.1 Evaluación técnico-económica de las oportunidades de ahorro en los sistemas.***

Luego de analizar el sistema de iluminación se debe tomar en cuenta los demás sistemas eléctricos del hospital IESS- Ibarra para métodos para mejorar la eficiencia de los sistemas tanto de equipos electromecánicos como los de equipos computacionales.

##### ***4.1.2 Sistema de iluminación.***

Este sistema es de mayor consumo energético dentro de los sistemas eléctricos, como se demostró el cambio de luminarias LED permitirán reducir el consumo eléctrico global mensual de unos 72951,88 kWh a 51530,41 kWh lo cual representa un ahorro del 29,36%.

##### ***4.1.3 Sistema de fuerza.***

Este sistema es el segundo en importancia ya que en el primer análisis se determino que su porcentaje mensual de consumo es igual a 30,88%, es un número representativo al cual se podría mejorar en los motores de inducción y en los ascensores

##### ***4.1.3.1 Motores de las bombas de agua.***

El mayor consumidor es el conjunto de motores es el de las bombas principales de agua las cuales bombean el agua al caldero ya la edificio del hospital, estas bombas son de alta eficiencia ya que el factor de potencia en la placa indica 0.91 y el medido fue el mismo, un problema que se encontró es la tensión de alimentación ya que el medido está entre

203 a 205 voltios esto hace que la corrientes aumente esto produce sobrecalentamiento y la eficiencia baje, se puede mejorar aumentando la sección del conductor y subiendo la posición del tap del transformado de 400 kVA.

#### **4.1.3.2 Ascensores.**

Los ascensores están en funcionamiento durante todo el día, una forma de eficiencia energética en ascensores es la implementación de un sistema de recuperación de energía el cual funciona cuando el motor del ascensor funciona como freno esto es cuando el elevador sube vacía o con pocas personas y cuando baja con exceso de peso, esto es porque se aprovecha la energía de frenado la cual puede ser inyectada al propio sistema del elevador, así se puede conseguir hasta un 50% de ahorro de energía, otra ventaja de este sistema que no se necesita modificar la instalación existente.

#### **4.1.3.3 Equipo de Oficina.**

Los equipos de oficina representan un porcentaje de consumo de todo el sistema eléctrico de 3,83%, para mejorar la eficiencia en esto equipos se los puede remplazar por equipos más eficientes o implementar un software para el control de internet tanto en el número de pulsaciones al mouse o capturas de pantalla, esto ayuda para que el computador no realice tareas extras aparte de las del trabajo y no se lo esfuerce tanto con esto se ayuda alargar la vida útil del equipo.

### **4.2 Costo de implementación y retorno de la inversión.**

La inversión que tiene que hacer el hospital para la instalación de las nuevas luminarias para mejorar la eficiencia energética del sistema de iluminación comprende los siguientes rubros:

#### **4.2.1 Materiales**

Comprende la adquisición de bombillas, tubos LED de 1200 mm y 600 mm y los down light como se detalla en la tabla a continuación.



**Tabla 45**  
**Lista de materiales tecnología LED**

<b>MATERIALES CON TECNOLOGÍA LED</b>					
<b>Lista de luminaria LED</b>	<b>Potencia( w)</b>	<b>Cantidad Uni.</b>	<b>Horas de vida</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio total</b>
BOMBILLA LED E27 DE 6W V-TAC CÁLIDA GLOBO	6	98	5000	5,46	535,08
Down light Redondo 18W Luz De Panel LED Luz	18	134	50000	20,95	2.807,30
Down light Redondo 18W Luz De Panel LED Luz	18	16	50000	20,95	335,20
TUBO LED V-TAC 600 mm 10W NATURAL	10	135	30000	11,58	1.563,30
Tubo Led T8 20W 1200mm	20	99	50000	13,56	1.342,44
Tubo Led T8 20W 1200mm	20	54	50000	13,56	732,24
Tubo Led T8 20W 1200mm	20	28	50000	13,56	379,68
Tubo Led T8 20W 1200mm	20	1684	50000	13,56	22.835,04
TUBO LED V-TAC 600 mm 10W NATURAL	10	336	30000	11,58	3.890,88
Tubo Led T8 20W 1200mm	20	63	50000	13,56	854,28
Tubo Led T8 20W 1200mm	20	88	50000	13,56	1.193,28
Tubo Led T8 20W 1200mm	20	144	50000	13,56	1.952,64
Down light Redondo 18W Luz De Panel LED Luz	18	18	50000	20,95	377,10
<b>TOTAL</b>					38.798,46

#### **4.2.2 Mano de obra y materiales**

Comprende la contratación de obreros para el cambio de tubos, focos y Down light, y la ventaja de esta tecnología es que se puede utilizar en las mismas carcassas de las luminarias fluorescentes, lo mismo los focos ya que tienen el mismo casquillo E27 así que se estima en mano de obra unos 2000 dólares en total y los materiales para el cambio se estima unos 500 dólares.

#### **4.2.3 Transporte y seguros.**

Beneficios obtenidos

Aquí se toma como transporte los pagos de importación desde el lugar de origen como son el transporte aéreo y el seguro correspondiente, así como el transporte interno desde el aeropuerto hasta la llegada a la ciudad de Ibarra, este monto asciende a 4000 dólares.

#### 4.2.4 Cálculo de beneficios.

Los beneficios obtenidos son calculados en base al ahorro del pago de las planillas de consumo de energía eléctrica, luego de la implementación se obtiene un ahorro mensual de 1071,77 dólares. Los cálculos que demuestran este ahorro se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 46**  
**Cálculo de los pagos del sistema de iluminación del hospital.**

CÁLCULO DE LOS PAGOS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL HOSPITAL IESS-IBARRA.							
Consumo mensual actual del sistema de iluminación .kWh	Precio KWh en centavos de USD	Mensual	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
42119,18	\$ 0,05	\$ 2.105,96	\$ 25.271,51	\$ 50.543,01	\$ 75.814,52	\$ 101.086,02	\$ 126.357,53

**Tabla 47**  
**Porcentajes de ahorro de energía con la implementación del proyecto.**

PORCENTAJES DE AHORRO DE ENERGÍA CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO							
LED	Energía mensual	Energía mensual de luminarias	Ahorro mensual con Tecnología LED	Energía mensual Equipos	Energía mensual equipos de oficina	Energía mensual Rayos X	Energía mensual otros
ANTES	72951,88	42119,18	0	22524,00	2792,39	402,50	5113,81
	100,00%	57,74%	0,00%	30,88%	3,83%	0,55%	7,01%
DESPUES	72951,88	20697,70	21421,47	22524,00	2792,39	402,50	5113,81
	100,00%	28,37%	29,36%	30,88%	3,83%	0,55%	7,01%

**Tabla 48**

**Pagos del sistema de iluminación luego de la implementación del proyecto.**

CÁLCULO DE LOS PAGOS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL HOSPITAL IESS-IBARRA LUEGO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.							
kWh ahorrados mensuales	Precio kWh en centavos de USD	Mensual	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto año	Quinto año
21421,47	\$ 0,05	\$ 1.071,07	\$ 12.852,88	\$ 25.705,77	\$ 38.558,65	\$ 51.411,53	\$ 64.264,42

A estos valores hay que sumar los costos que se ahorra por cambio de tecnología, ya que el hospital tiene que comprar un promedio de mil tubos anuales a un precio de 1,50 dólares cada uno lo que representa unos 1500 dólares de ahorro.

En base a lo anterior en un horizonte de cinco años tenemos los siguientes beneficios

**Tabla 49**  
**Cálculo de los beneficios.**

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
RUBRO/ AÑOS	-	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00
BENEFICIOS (AHORRO)		13.918,62	13.918,62	13.918,62	13.918,62	13.918,62

**4.2.5 Factibilidad económica**

Aquí se analiza los costos y beneficios de la implementación actualizados con una tasa de descuento del 12% y un horizonte de cinco años en el siguiente flujo de caja.

**Tabla 50**

**Flujo de caja**

<b>FLUJO DE CAJA</b>						
	<b>AÑO 0</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
<b>RUBRO/ AÑOS</b>	-	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00
BENEFICIOS (AHORRO)		13.918,62	13.918,62	13.918,62	13.918,62	13.918,62
EGRESOS	45.298,46	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
MATERIALES	43.298,46					
MATERIALES MANTENIMIENTO		<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
MANO DE OBRA INSTALACIÓN	2.000,00					
MANO DE OBRA MANTENIMIENTO		50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
<b>FLUJO NETO</b>	<b>(45.298,46)</b>	<b>13.768,62</b>	<b>13.768,62</b>	<b>13.768,62</b>	<b>13.768,62</b>	<b>13.768,62</b>

Se observar que en cinco años proyecto es sustentable dando un flujo neto positivo desde el año uno toda vez que en el año cero la inversión es de 45298,46 dólares donde se toma en cuenta los materiales, transporte, seguros y mano de obra.

Del primero al quinto año tenemos un flujo neto de 13768,62 dólares resultado de la diferencia entre los beneficios y egresos detallados anteriormente.

Se puede observar que en términos corrientes el proyecto es viable y en términos actualizados los criterios de evaluación de proyectos también nos demuestran que el proyecto es viable con un VAN positivo, una relación Beneficio Costo superior a uno y una TIR superior a la tasa de descuento, como se demuestra a continuación:

**Tabla 51**  
**Criterios de evaluación económica.**

VALOR ACTUAL NETO (VAN)	4.334,34
TIR	15,80%
VA INGRESOS	\$ 50.173,52
VA EGRESOS	\$ 45.839,18
BENEFICIO COSTO	1,09
TASA DE DESCUENTO	12%

#### 4.2.6 *Recuperación de la inversión.*

La recuperación de la inversión con los valores actualizados se la obtiene a partir del cuarto año de conformidad con la siguiente tabla.

**Tabla 52**  
**Cálculo de la recuperación de la inversión.**

CÁLCULO DE LA RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.					
Años	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00
VAN ACUMULADO	13.768,62	27.537,24	41.305,87	55.074,49	68.843,11
RECUPERA LA INVERSIÓN	NO	NO	NO	RECUPERA INVERSIÓN	RECUPERA INVERSIÓN

#### 4.3 *Estrategias de ahorro energético.*

- Dictar talleres a todo el personal acerca de los beneficios que tiene el ahorro energético, el cual puede servir tanto en su área de trabajo como en sus hogares.
- A la hora del almuerzo y al finalizar la jornada laboral designar al último que abandone la oficina que se encargue de apagar las luces que no sean necesarias.
- Desconectar los aparatos eléctricos o electrónicos que no estén funcionando ya que estos tienen la luz de standby la cual consume energía.

- Dormir o hibernar el computador y de la misma forma se puede programar el computador para que después de un tiempo sin uso se duerma de manera automática.
- Realizar mantenimiento preventivo de los toma corrientes del hospital ya que contactos flojos producen pérdidas por calor.
- Proponer la implementación de la implementación de demótica asociado al control de persianas ya que en sectores estratégicos como lo son pasillos y gradas ya que estos deben estar siempre iluminados pero esta iluminación puede ser a través de la luz natural.
- Realizar la medición de luxes en los lugares de trabajo para poder determinar si son los adecuados y si son excesivos se puede suprimir las luminarias que estén demás.
- Sectorizar el control de luminarias ya que en la mayoría de casos con un solo interruptor se controla el encendido y apagado de toda el área de trabajo.
- Verificar si la altura en que se encuentran las luminarias es el adecuado ya que en algunos casos están muy bajas produciendo deslumbramiento y otras cuando están muy altas se necesita más luminaria para tener los luxes adecuados.

#### **4.4 Definición de planes de acción en los sistemas.**

(Fundación de la Energía de la comunidad de Madrid, 2010)

“Para la conducción y gestión energética de hospitales es recomendable la labor de un equipo experto; sin embargo, éste no es el único implicado. La dirección del hospital debe conocer que el pretender la Eficiencia Energética requiere de la colaboración de los usuarios.”

Para concretar un correcto plan de eficiencia energética se necesita realizar un seguimiento al proceso tanto técnico como administrativo para lograr lo anteriormente dichos se necesita implementar un plan de Gestión Energética, el cual sus principales elementos son:

- Tener una política energética, la cual debe tener principios estratégicos así como crear comisiones energéticas para el hospital y desarrollar una nueva conciencia de ahorro y uso consciente de la energía.
- Metas energéticas reales que se pueda cumplir las cuales deben derivar de la política energética del hospital un ejemplo puede ser planear disminuir la curva de demanda, la cual no es difícil de realizar sabiendo organizar el encendido de equipos eléctricos y electrónicos.
- Implementar un controlling energético ya que este es la parte medular de todo sistema de gestión energética porque este comprende tener un medio muy amplio de información de equipos y sirve para saber cómo está el sistema energético del hospital sea eléctrico o térmico y corregir las desviaciones que se hayan producido en el mismo.
- Tener una asesoría energética interna, la cual se encargara de respaldar y asesorar de ser el caso en proyectos internos como remodelación de instalaciones compra de equipos siempre enfocados en una buena eficiencia energética.
- Proponer programas de eficiencia energética a nivel interno para optimizar los recursos energéticos, motivar al personal con charlas para crear una nueva cultura de ahorro de energía.

Como se puede deducir para que la eficiencia energética del hospital tenga éxito no solo a un corto plazo se debe implementar un seguimiento el cual debe ser periódico y esto se consigue con la implementación de un Plan de Gestión Energética, el cual verificara resultados y buscara políticas para el consumo de la energía se racional y que así disminuyan las pérdidas tanto técnicas como económicas.

## CAPITULO 5

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 5.1 CONCLUSIONES

- Partiendo del consumo de energía eléctrica que en el año 2014 del Hospital IESS-Ibarra, fue de 859,8 MWh esto representa y el 23,02 % respectivamente del total de la matriz energética, que en términos económicos representan el 44,70% de los costos monetarios de la energía consumida en el hospital, con las medidas que se sugieren se puede ahorrar hasta 29,89% que representa unos 257,06 MWh que representa un ahorro anual de 12853 dólares.
- Los indicadores que se puede alcanzar luego de la implementación son muy buenos relativamente comparados con los de Chile, pero hay también que tomar en cuenta que en este país existen meses muy fríos en los cuales les obliga a tener calefacción y otros muy cálidos donde tiene que usar aire acondicionado, es otra de las ventajas de nuestra posición geográfica la cual ayuda a no ser unos consumidores excesivos de recursos energéticos.
- La falta de implementación de tecnologías limpias como lo son la solar fotovoltaica o la solar de baja temperatura las cuales ayudarían a reducir los consumos de energía tanto en el sistema eléctrico como en el térmico.
- El cambio de tecnología es importante ya que está es más económica aun mediano plazo y cuando su vida útil se termine los desechos no son perjudiciales para el medio ambiente.
- Que la eficiencia energética es muy importante en los actuales tiempos y no se le da aun en nuestro medio la importancia necesaria ya que como se demostró durante el desarrollo de este trabajo ayuda a reducir gastos, en otra palabras se tiene el mismo confort pero consumiendo menos energía.
- De la misma forma se debe poner mucha atención a la cultura de ahorro que se tiene en la actualidad ya que el mismo hecho que seamos privilegiados por tener aun una energía relativamente barata comparado con los de otros países, nos hace que seamos derrochadores energéticos.



- El diseño arquitectónico tiene que ver mucho con los recursos que consume un hospital ya que no se toma cuenta los aspectos de orientación del sol o donde se puede abrir ventanas o claraboyas para la iluminación no sea completamente artificial y ahorrar energía y por ende recursos económicos, que pueden ser destinados para la compra de otros enseres necesarios para atender mejor a los pacientes.

## 5.2 **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que en el caso de seguir con el mismo sistema de luminarias especialmente las de tubo fluorescente se tome en cuenta la transición de balastro electromagnético a balastos electrónicos ya que son más eficientes.
- De la misma forma se demostró que al hacer funcionar los tubos fluorescentes de una potencia determinada con un balastro de otra potencia estos pierden potencia lumínica, esto causa que la luminaria sea menos eficiente y se necesite más luminarias para iluminar un área determinada.
- Implementar el uso de energías renovables como por ejemplo adquirir luminarias de exteriores que funciones con paneles solares fotovoltaicos o sistemas híbridos, esto para los días que estén nublados y las baterías de los paneles no puedan cargarse.
- Implementar colectores solares planos para el agua caliente para que toda el agua caliente no sea producida por el caldero.
- Para reducir la demanda hacer que los equipo de oficina y motores de gran capacidad no arranquen al mismo tiempo esto ayudara aplanar la curva de demanda esto se verá reflejado en las planillas mensuales de electricidad, la empresa eléctrica recarga en la planilla si esta demanda es alta.
- Utilizar arrancadores a tensión reducida en los motores que realicen un número elevado de arranques, con esto evitaras el calentamiento excesivo en los de los conductores de alimentación.
- Revisar los tacos de distribución ya que estos pueden estar mal ajustados y hay pérdidas por calor.

- Crear hojas de vida de los diferentes equipos para saber en cuantas horas hay que hacerles un mantenimiento preventivo.
- Revisar los empaques de los refrigeradores de las cocinas ya que al estar estos defectuosos permiten la salida del frio al exterior y esto se reflejan en perdidas.
- Revisar el nivel de carga de los circuitos ya que desde que entro en funcionamiento el hospital a sufrido cambios y estos representa aumento o disminuci3n de carga, estos reduce la vida 3til de los conductores.
- Habilitar el banco de condensadores ya que es cierto que el factor de potencia se encuentra en nivel aceptable en el transformador de 400 kVA pero el transformador de 160 kVA que sirve a la sala de Rayos X tiene un muy bajo factor de potencia el cual causa perdidas.

## BIBLIOGRAFÍA

- andes. (10 de 11 de 2014). *Ecuador usa el petróleo como principal fuente de energía aunque busca fuentes más limpias*. Recuperado el 31 de 01 de 2015, de Agencia Pública de Noticias del Ecuador y Sudamerica :  
<http://www.andes.info.ec/es/noticias/ecuador-usa-petroleo-principal-fuente-energia-aunque-busca-fuentes-mas-limpias.html>
- Comité Ejecutivo NEC. (2011). *NEC – Norma Ecuatoriana de la Construcción*. Obtenido de <http://www.cimeg.org.ec/normasnec/NEC2011-CAP.13-EFICIENCIA%20ENERGETICA%20EN%20LA%20CONSTRUCCION%20EN%20ECUADOR-021412.pdf>
- Comité Español de Iluminación. (3 de 06 de 2008). *Guía Técnica de Eficincia Energética en Iluminación*. Obtenido de [idae.es](http://www.idae.es):  
[http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_5573\\_GT\\_iluminacion\\_](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5573_GT_iluminacion_)
- CONELEC. (03 de 02 de 2015). *Estadísticas del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2013*. Obtenido de [archivos articulos:](http://www.conelec.gob.ec/archivos_articulo/doc_10485_est2013.pdf)  
[http://www.conelec.gob.ec/archivos\\_articulo/doc\\_10485\\_est2013.pdf](http://www.conelec.gob.ec/archivos_articulo/doc_10485_est2013.pdf)
- García Trasancos, J. (2004). *Instalaciones Eléctricas en media, y baja tensión*. Madrid, España: Thomson- Paraninfo.
- Narbona, K., & Durán, G. (03 de 2009). *Caracterización del Sistema de Salud Chileno*. Obtenido de <http://www.fundacionsol.cl/wp-content/uploads/2010/09/Cuaderno-11-Salud-y-enfoque-laboral.pdf>
- Peterson, J. (2011). *Blogger Template Style*. Obtenido de [www.noaesthetic.com](http://www.noaesthetic.com)

- Pizarro, P. (28 de 11 de 2014). *Plan Medico Funcional IESS Hospital Ibarra 2014*. Recuperado el 1 de 03 de 2015, de [iess.gob.ec/documents:](http://www.iess.gob.ec/documents:)  
<http://www.iess.gob.ec/documents/10162/3321612/PMF+IBARRA.pdf>
- SC, L. (2015). *LEDNET SC*. Obtenido de <http://www.lednet.es/plantilla1.php?cTipus=APART7&nId=990760485&nId2=240590543&nId3=0&cIdioma=es>
- Taishanlight. (2015). *dhgate.com*. Obtenido de [dhgate.com:](http://es.dhgate.com/store/product/led-panel-light-18w-surface-mounted-light/213544617.html)  
<http://es.dhgate.com/store/product/led-panel-light-18w-surface-mounted-light/213544617.html>
- Vargas, B., Solano, N., Granja, B., & Viscaino, J. (Diciembre de 2011). Manual técnico administrativo - Servicio de emergencia. Ibarra, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social - Hospital Regional 8 Ibarra.
- Vera Sepúlveda, R. A. (23 de 01 de 2008). “*APLICACIÓN METODOLÓGICA PARA LA DETERMINACIÓN DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO EN HOSPITALES DE LA REGIÓN METROPOLITANA*”. Obtenido de [repositorio.uchile.cl:](http://repositorio.uchile.cl)  
[http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2008/vera\\_rs/sources/vera\\_rs.pdf](http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2008/vera_rs/sources/vera_rs.pdf)

## ANEXOS

### ANEXO 1

#### INFORME DE CALIDAD DE ENERGÍA TRANSFORMADOR 400 kVA

#### EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL NORTE

#### DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN ÁREA DE CALIDAD DE SERVICIO ELÉCTRICO

#### 1 Informe Técnico

Cliente:	Privado	Tipo	Trifásico
Subestación:	Atuntaqui	Potencia No.	400 kVA
Alimentador	J4	Medidor	T4- 5894 J4P6
Lugar	Ibarra	Poste	0 AV. Jaime Miguel
Trafo No.	J4T26	Dirección:	Vaca

Análisis realizado para valores promedios:

#### 2

##### **Nivel de carga**

Potencia máxima total transformador:

<b>169,97</b>	<b>KVA</b>
---------------	------------

I <sub>MAX</sub>	Fase 1	476,70	A	I <sub>PROM</sub>	Fase 1	289,78	A
I <sub>MAX</sub>	Fase 2	467,60	A	I <sub>PROM</sub>	Fase 2	274,12	A
I <sub>MAX</sub>	Fase 3	477,40	A	I <sub>PROM</sub>	Fase 3	295,37	A
I <sub>MAX</sub>	Neutro	109,80	A	I <sub>PROM</sub>	Neutr o	68,61	A

Cargabilidad del Transformador:

<b>42,49%</b>
---------------

#### 3 **Nivel de tensión** (fase-neutro)

Fuera de Regulación
---------------------

Tensión Nominal

127 V

Tensión media	122,58 V
Tensión mínima	118,75 V
Tensión máxima	126,24 V

4 Porcentaje de mediciones fuera de límite respecto del 5% admisible - %

**Factor de Potencia**

fuera de Regulación

Límite del Factor de potencia	0,92
Factor de Potencia Total promedio	0,86
Factor de Potencia Total mínimo	0,45
5 Factor de Potencia Total Máximo	0,96

Porcentaje de mediciones fuera de límite respecto del 5% admisible 16,96 %

**Flicker**

fuera de Regulación

Límite máximo de Flicker	1,00
Nivel de Flicker promedio	0,41
Nivel de Flicker mínimo	0,15
Nivel de Flicker máximo	1,17

Porcentaje de mediciones fuera de límite respecto del 5% admisible 0,03 %

**THD de tensión, [ %]**

fuera de Regulación

Límite de THDv	8,00 %
Nivel de THD de tensión media	1,07 %
Nivel de THD de tensión mínima	0,52 %
Nivel de THD de tensión máxima	1,85 %

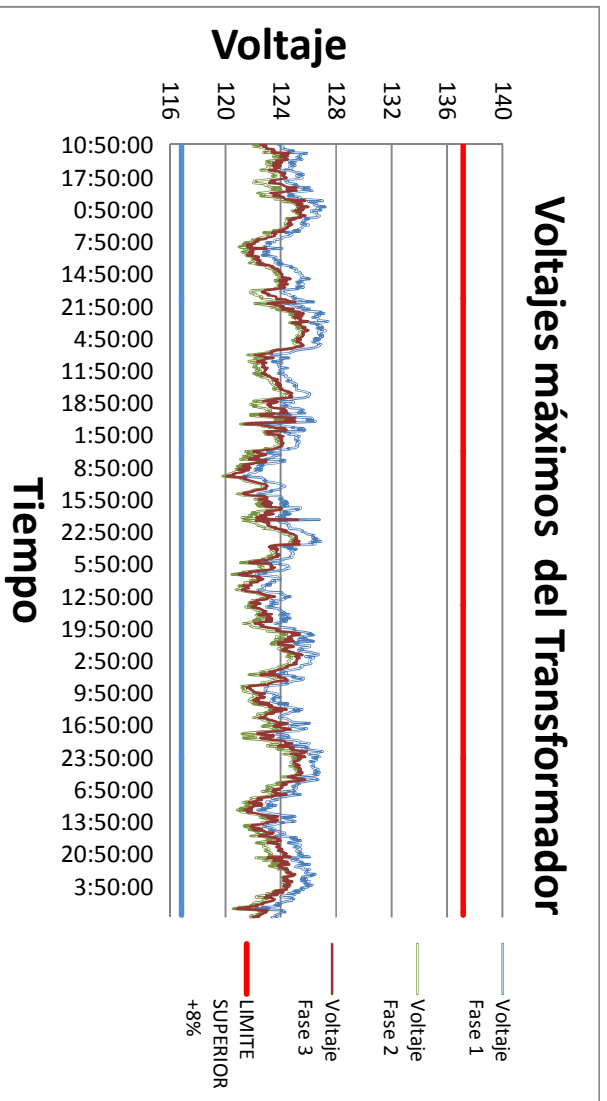
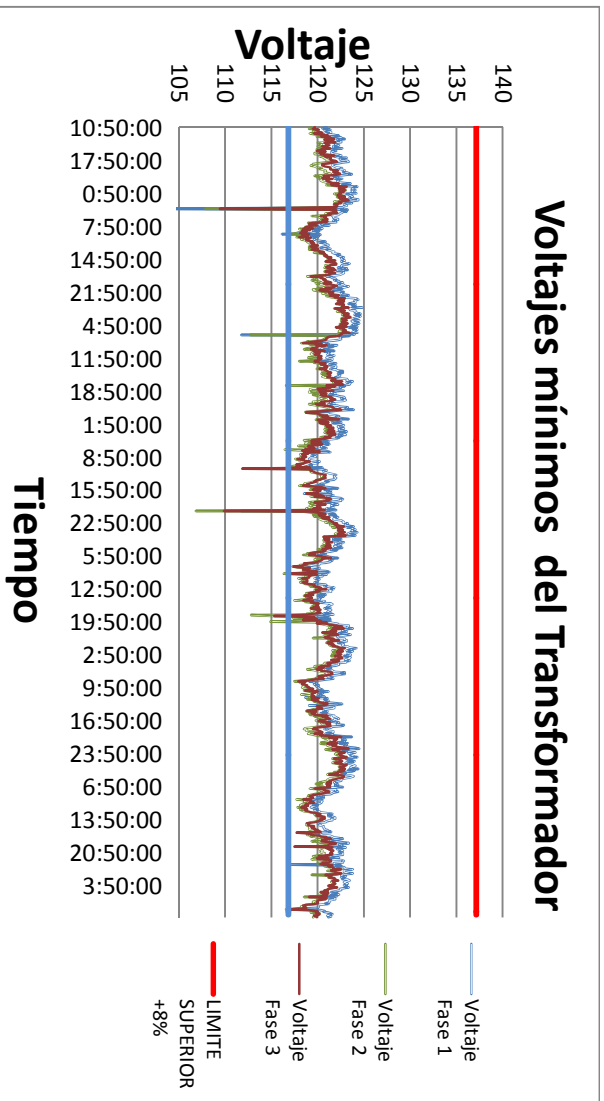
Porcentaje de mediciones fuera de límite respecto del 5% admisible - %

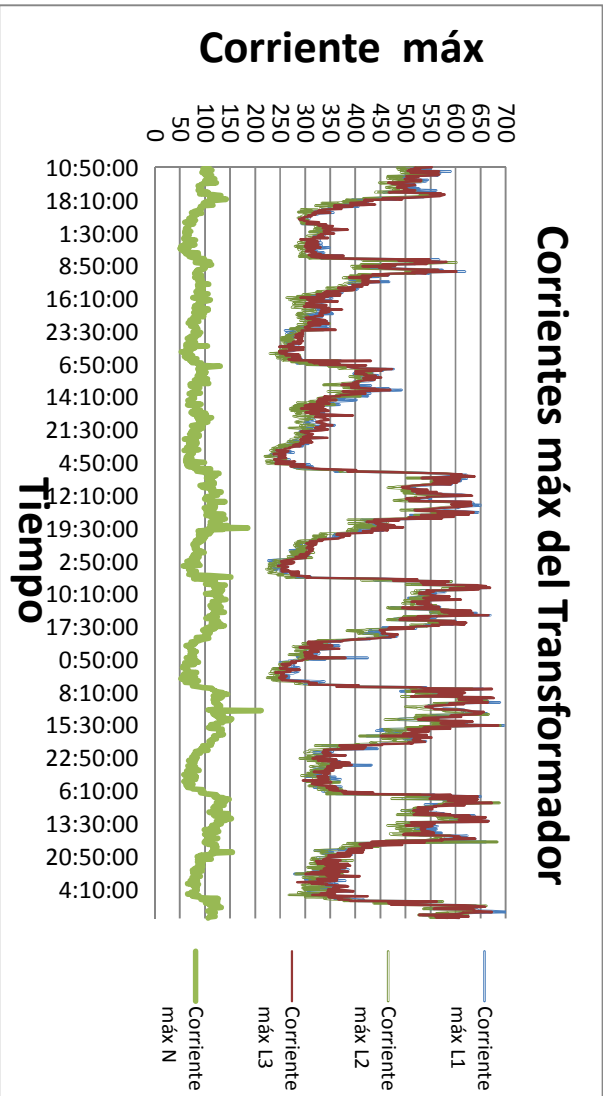
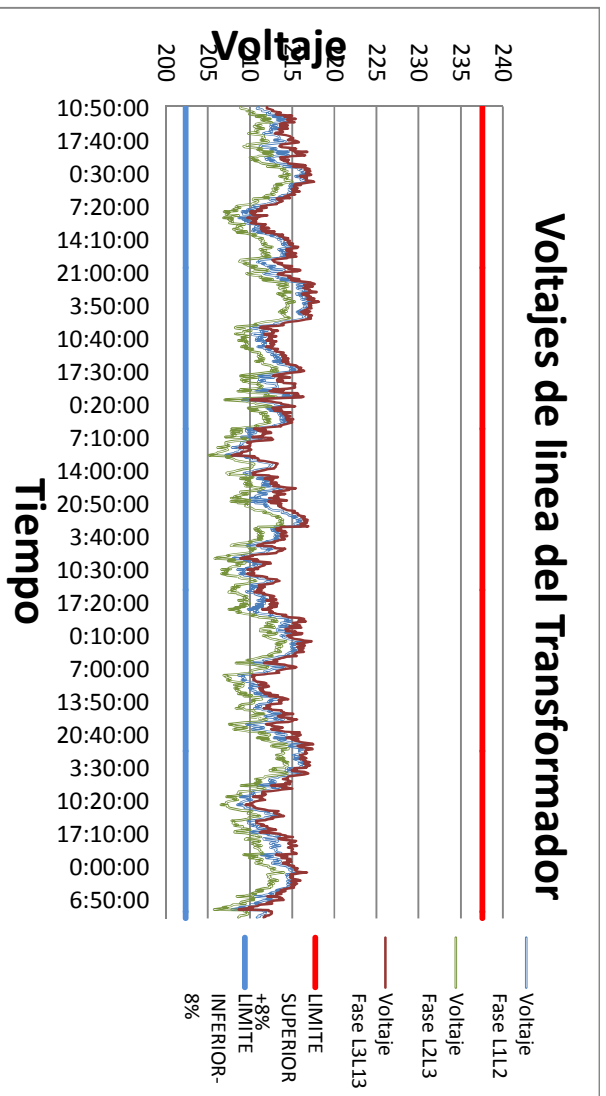
Energía registrada durante el período de medición

16.38 kW-h

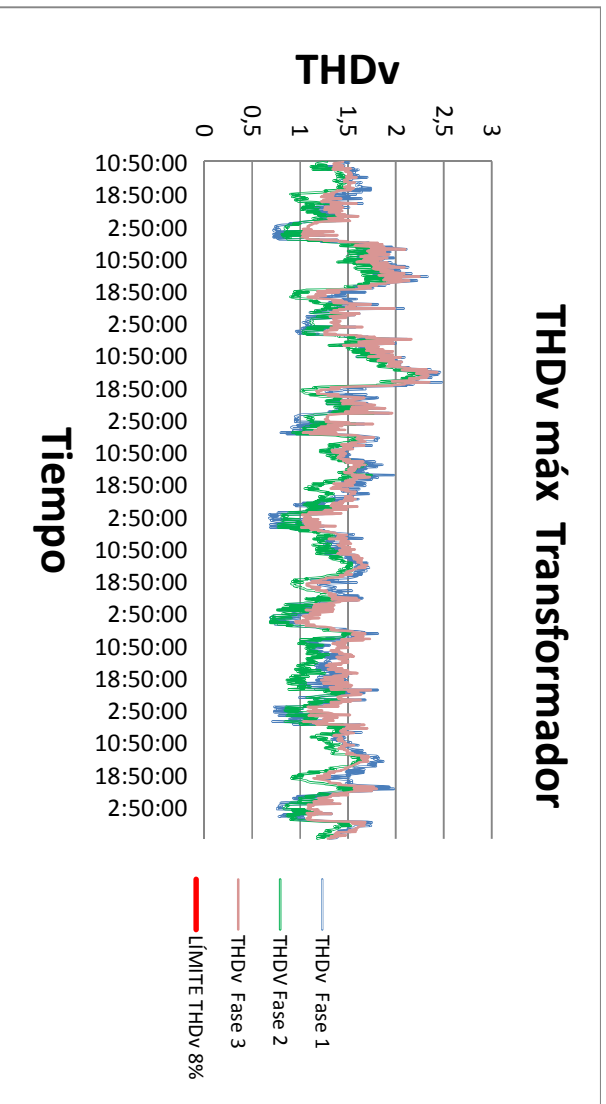
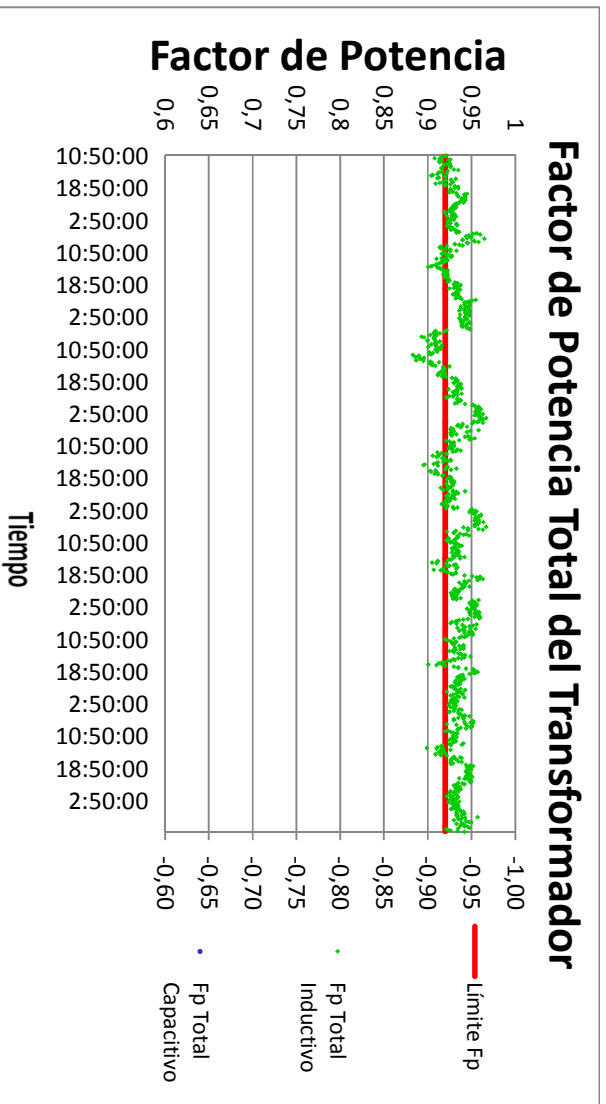
ANEXO 2

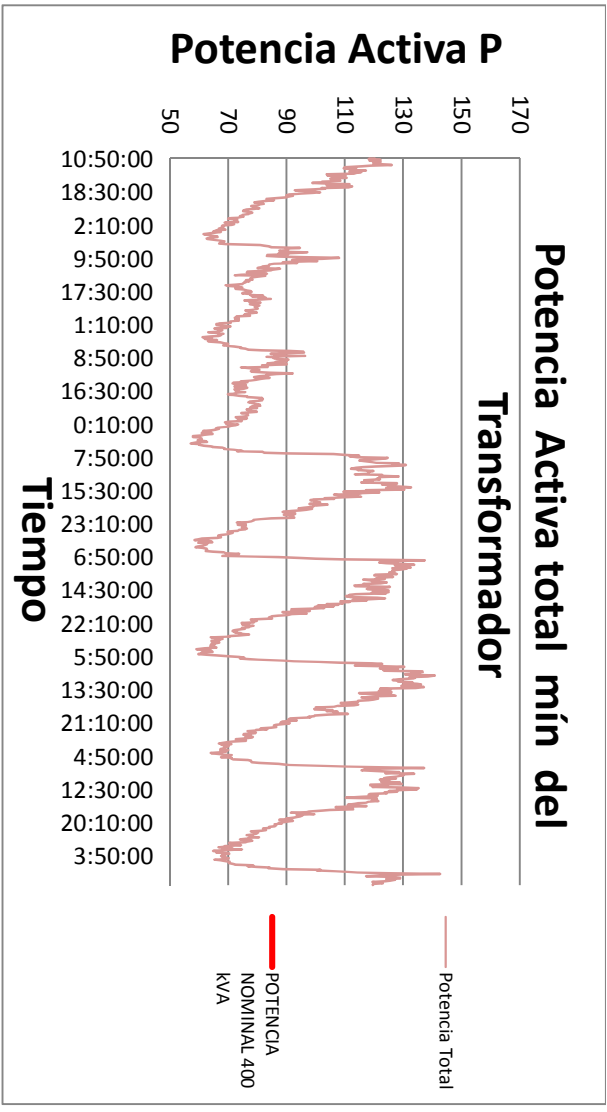
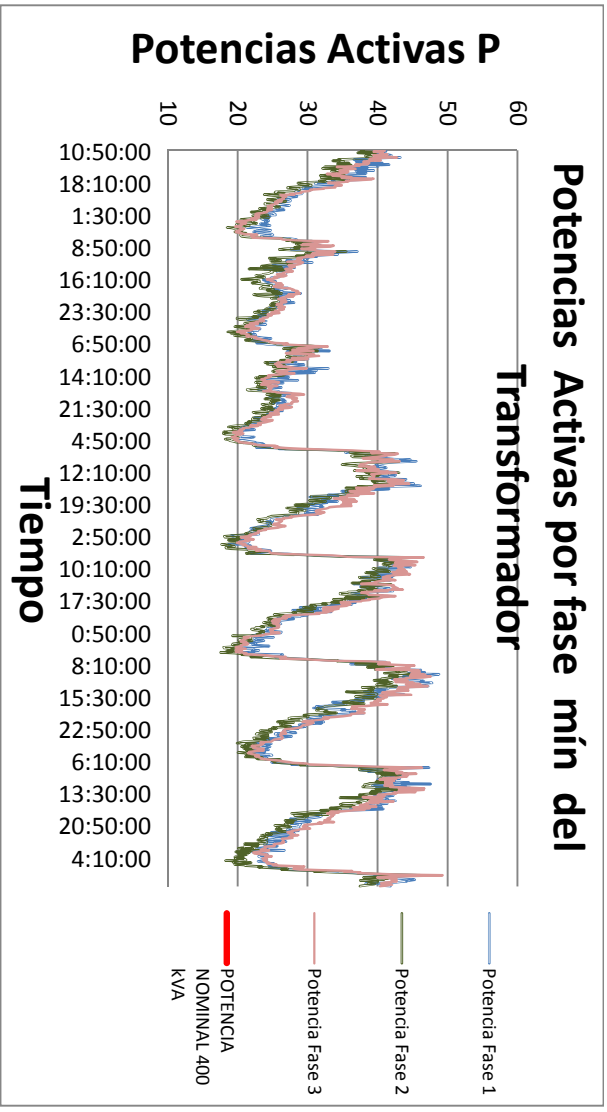
FIGURAS DE PARÁMETROS MÁXIMOS Y MÍNIMOS TRANSFORMADO  
400 KVA

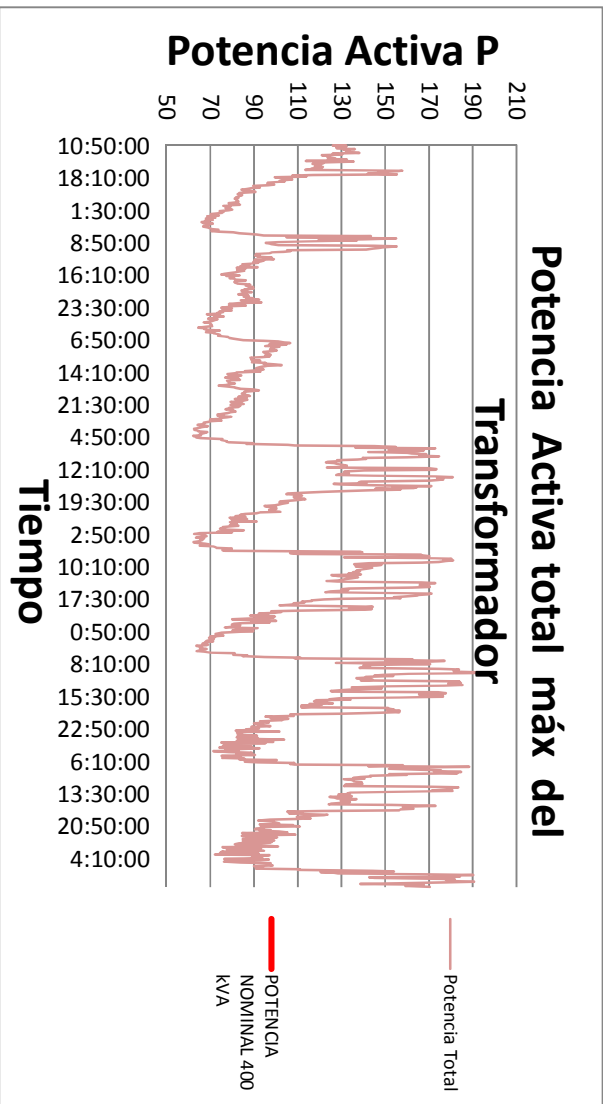
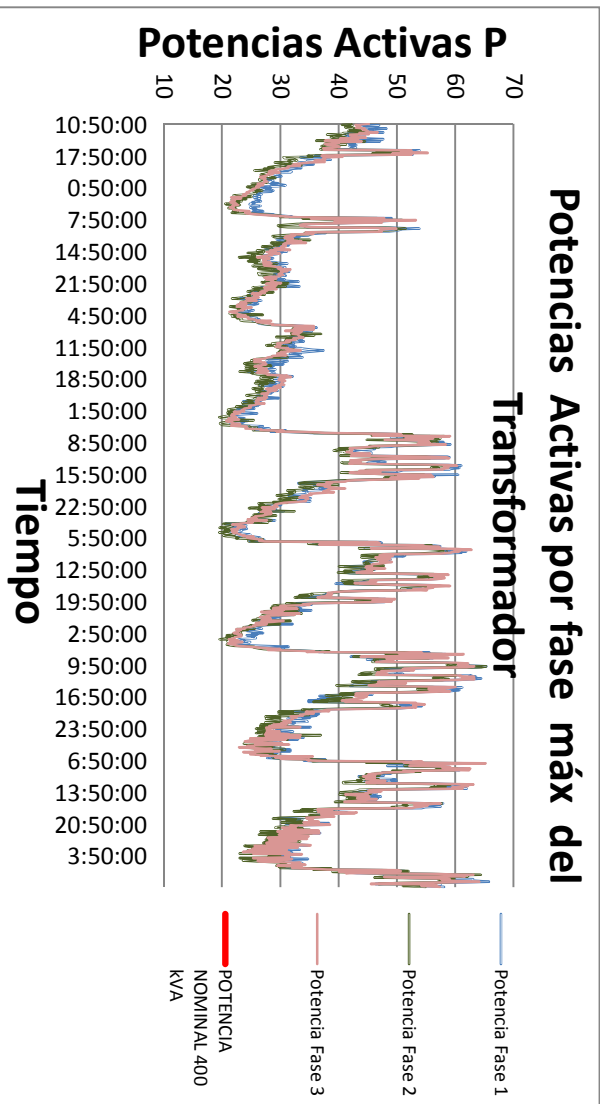


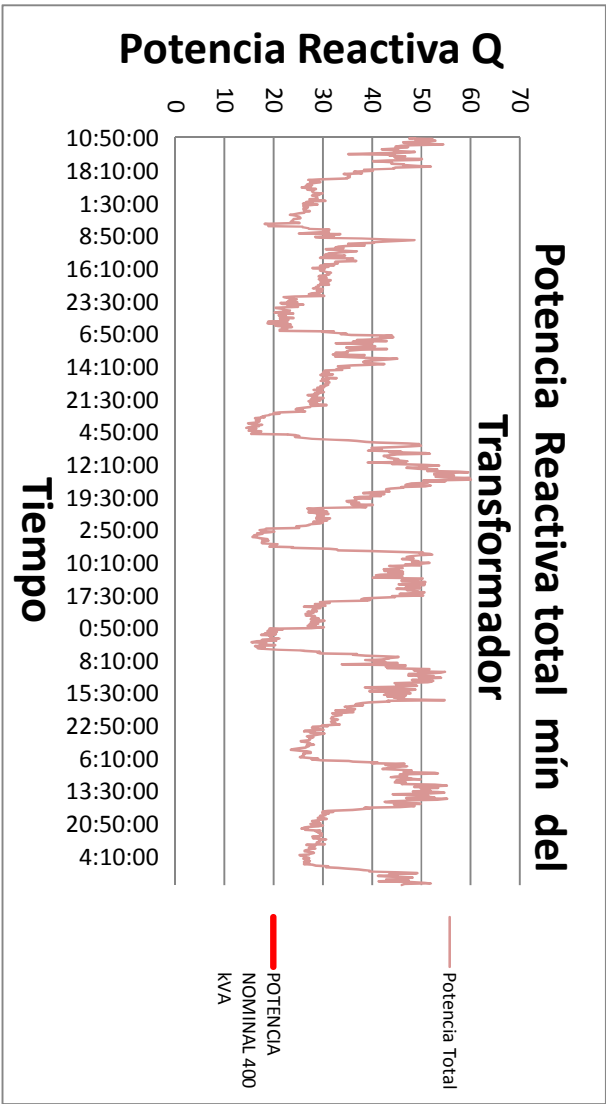
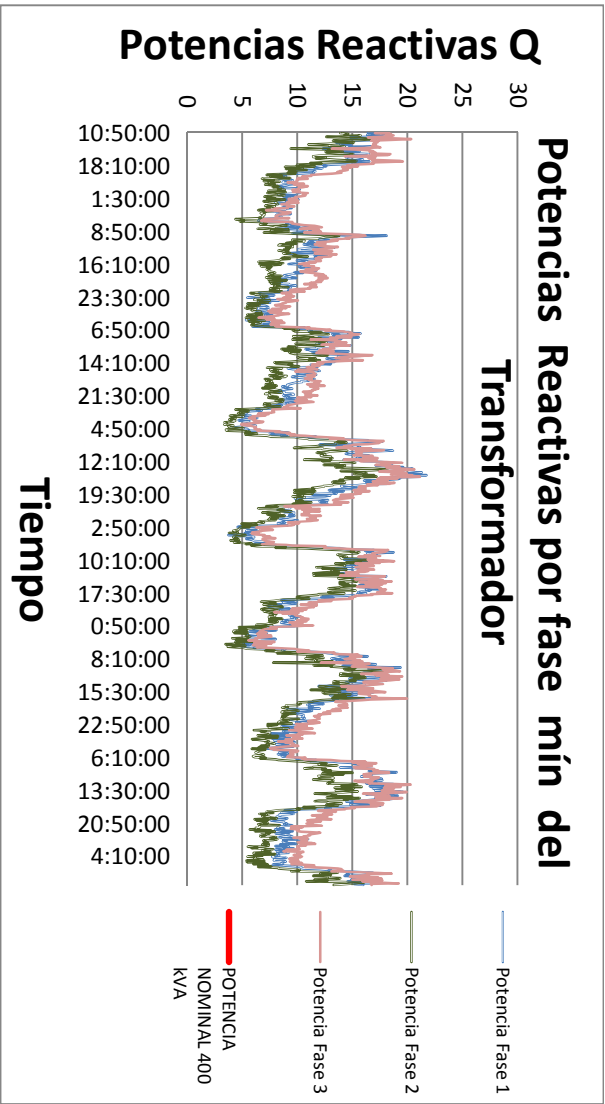


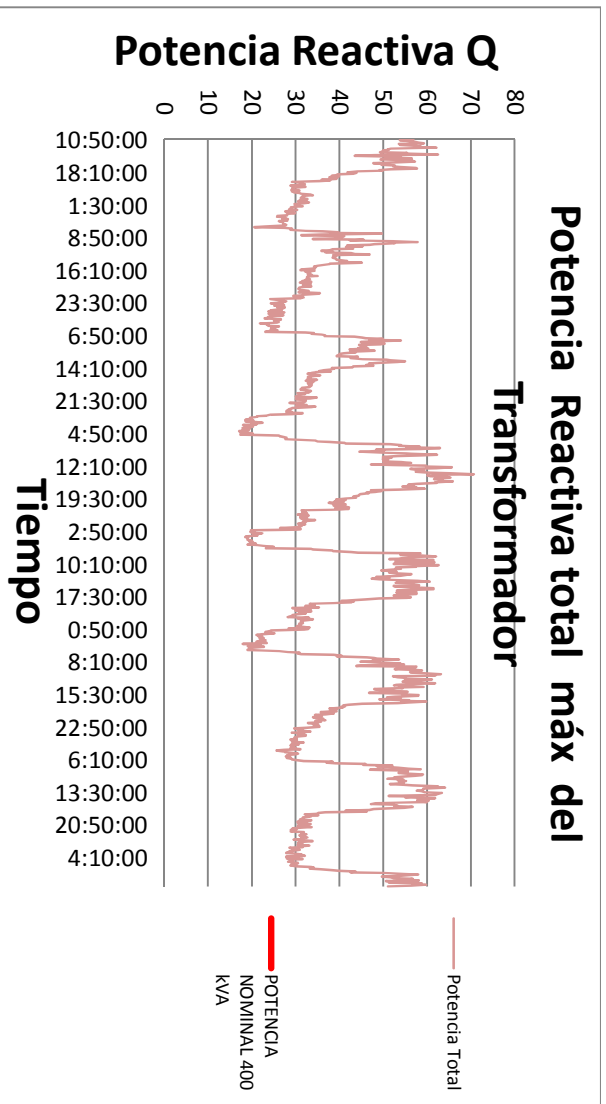
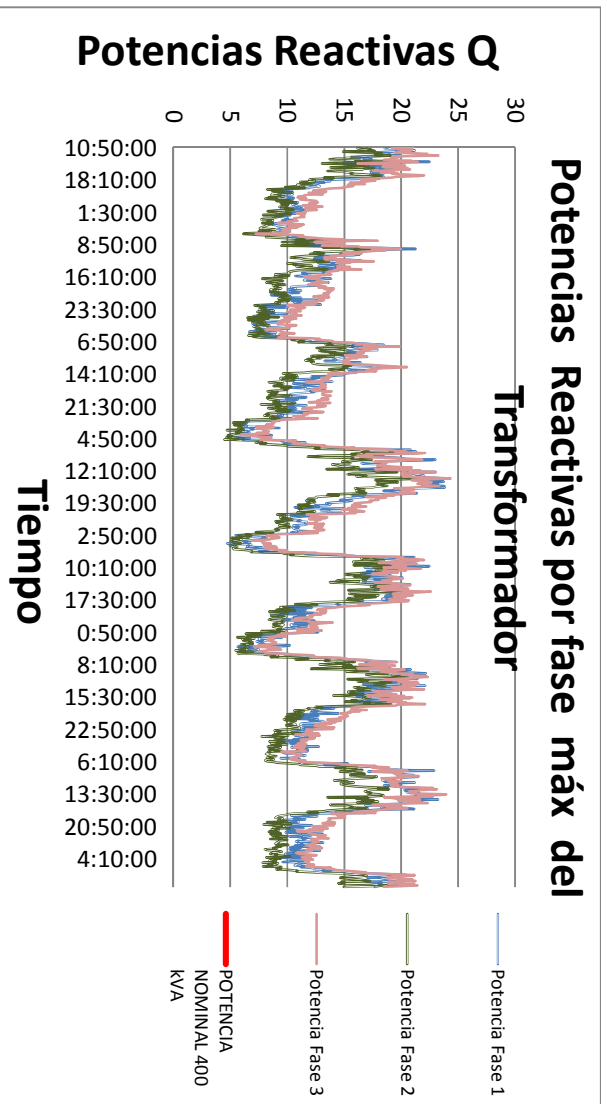


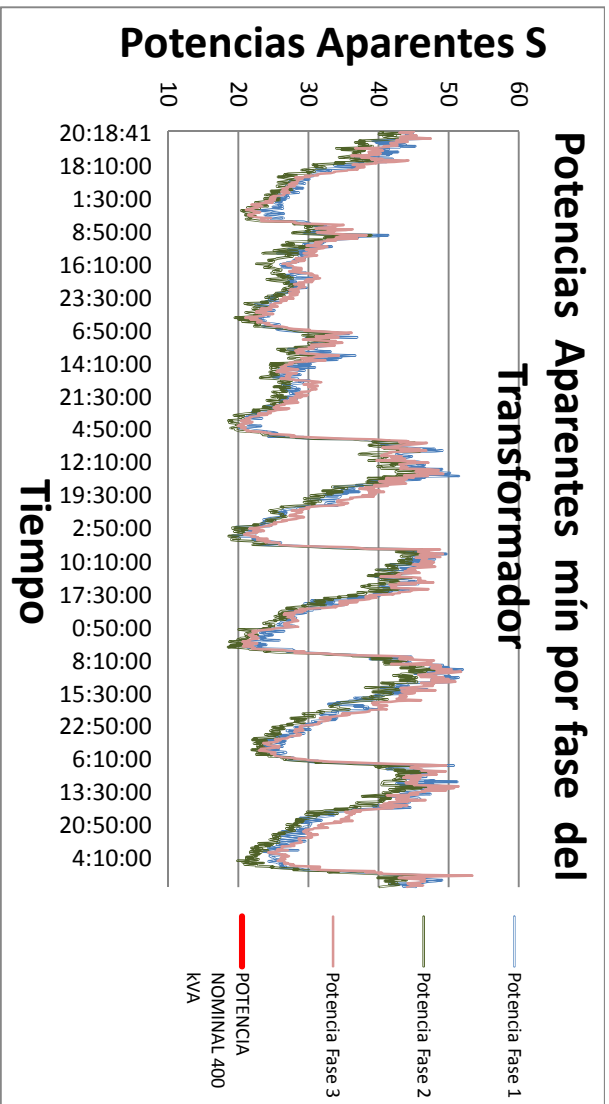
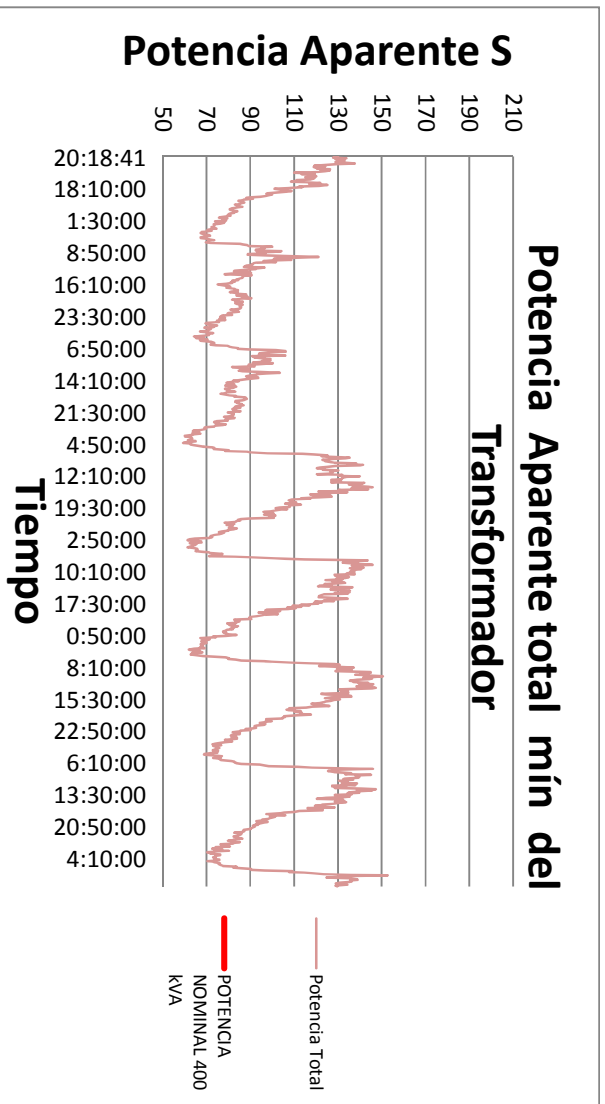


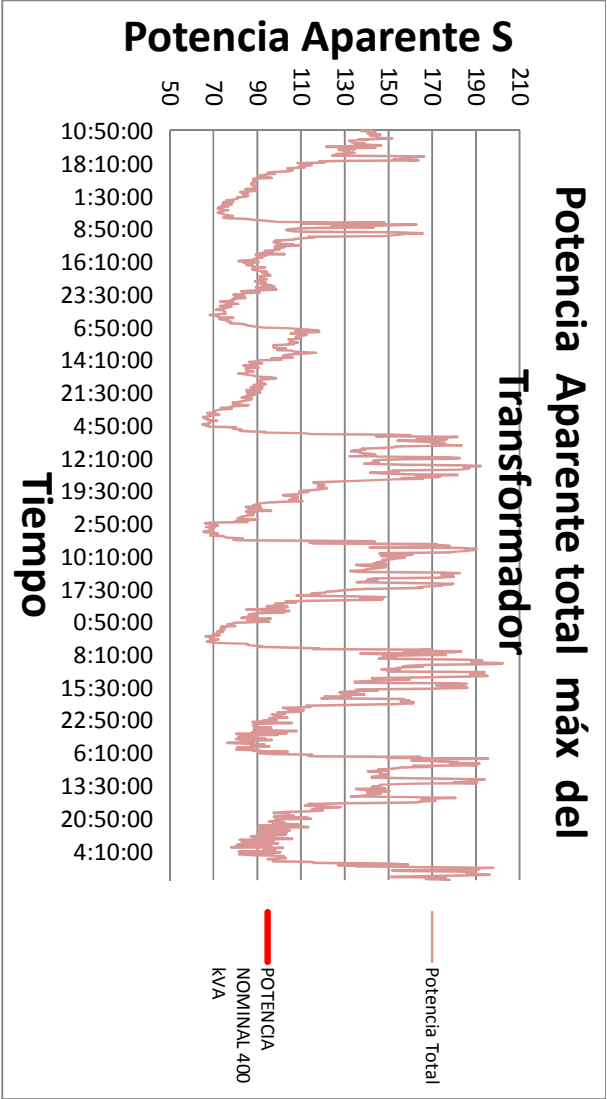
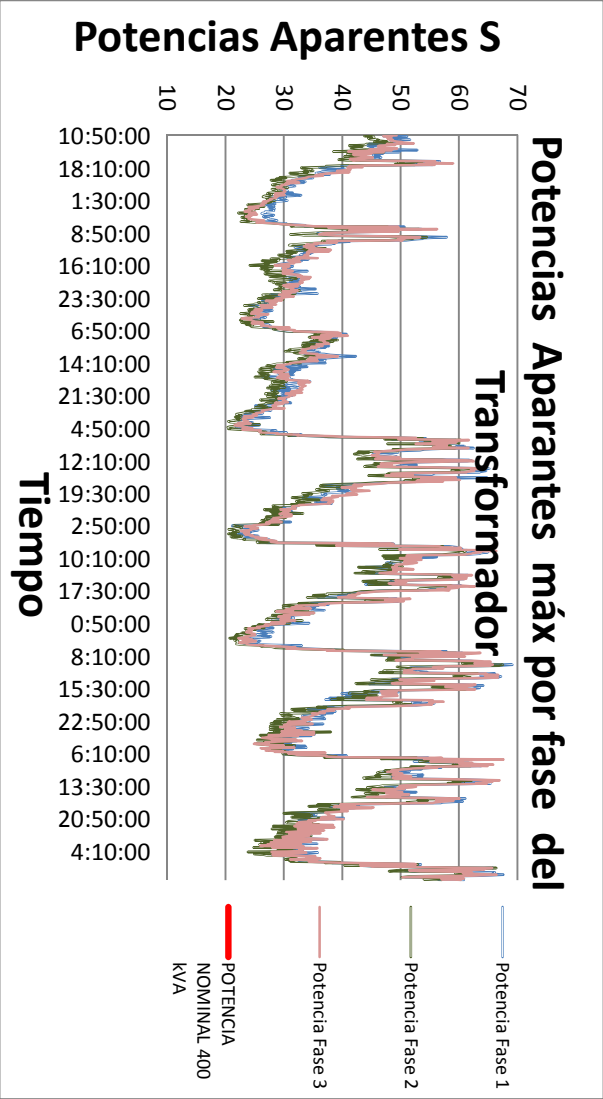












**ANEXO 3**  
**INFORME DE CALIDAD DE ENERGÍA DE TRANSFORMADOR DE 160**  
**kVA**

**EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL NORTE**

**DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN**  
**ÁREA DE CALIDAD DE SERVICIO**  
**ELÉCTRICO**

---

**1 Informe Técnico**

Cliente:	Privado	Tipo	Trifásico
Subestación:	Atuntaqui	Potencia No.	160 kVA
Alimentador	J4	Medidor	T4- 5894 J4P6
Lugar	Ibarra	Poste	0 AV. Jaime Miguel
Trafo No.	J4T26	Dirección:	Vaca

Análisis realizado para valores promedios:

**2**

**Nivel de carga**

Potencia máxima total transformador:

**1,47 KVA**

$I_{MAX}$	Fase 1	7,21 A	$I_{PROM}$	Fase 1	1,74 A
$I_{MAX}$	Fase 2	6,67 A	$I_{PROM}$	Fase 2	2,71 A
$I_{MAX}$	Fase 3	8,37 A	$I_{PROM}$	Fase 3	2,81 A
$I_{MAX}$	Neutro	4,86 A	$I_{PROM}$	Neutr 0	1,25 A

Cargabilidad del Transformador:

**0,92%**

**3 Nivel de tensión (fase-neutro)**

Fuera de Regulación

Tensión Nominal	127 V
Tensión media	126,54 V



120

Tensión mínima 122,70 V  
Tensión máxima 129,90 V

4 Porcentaje de mediciones fuera de límite respecto del 5% admisible  %

**Factor de Potencia**

Límite del Factor de potencia 0,92  
Factor de Potencia Total promedio 0,86  
Factor de Potencia Total mínimo 0,45  
5 Factor de Potencia Total Máximo 0,96

Porcentaje de mediciones fuera de límite respecto del 5% admisible  %

**Flicker**

Límite máximo de Flicker 1,00  
Nivel de Flicker promedio 0,41  
Nivel de Flicker mínimo -  
Nivel de Flicker máximo 1,19

Porcentaje de mediciones fuera de límite respecto del 5% admisible  %

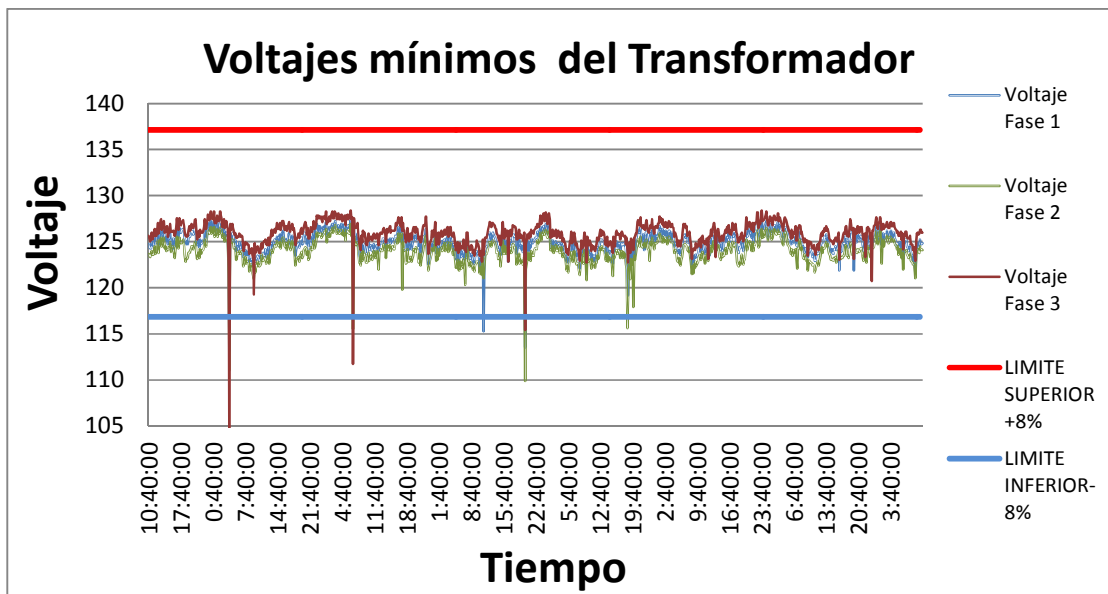
**THD de tensión, [ %]**

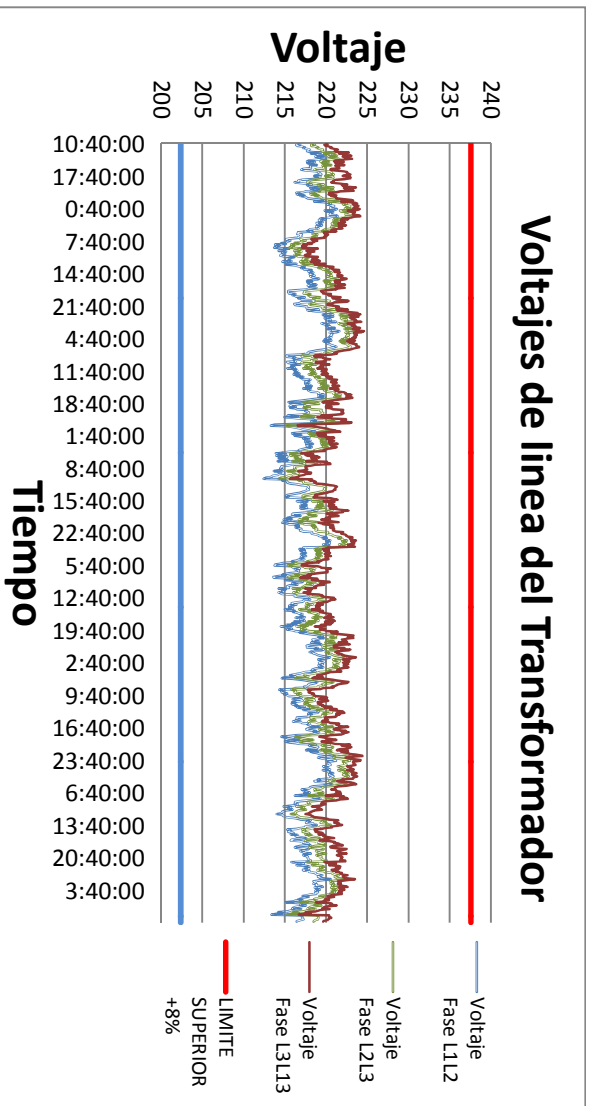
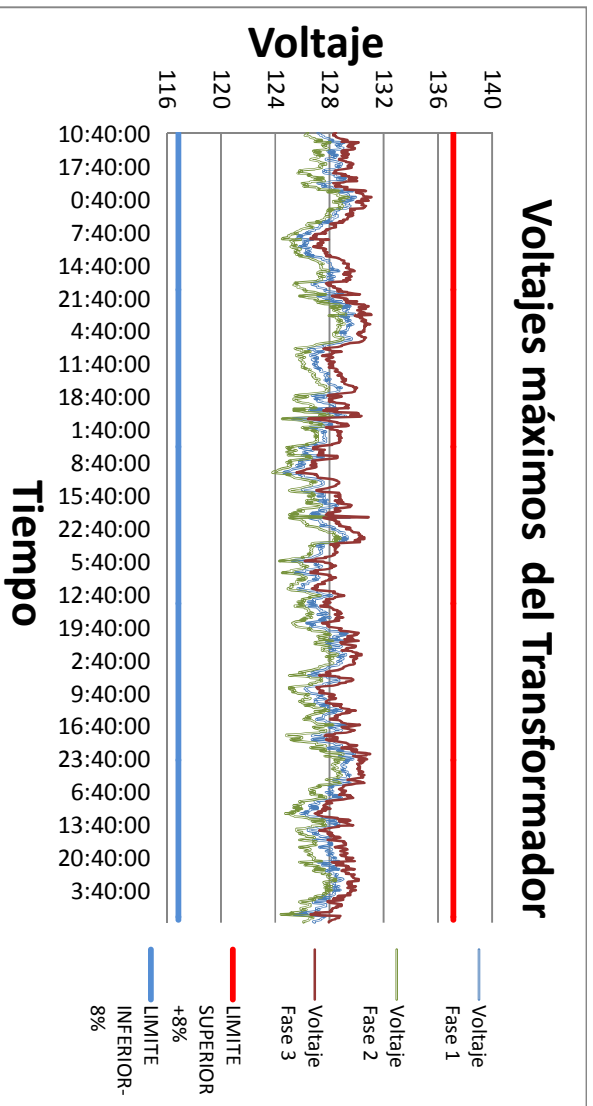
Límite de THDv 8,00 %  
Nivel de THD de tensión media 0,99 %  
Nivel de THD de tensión mínima 0,37 %  
Nivel de THD de tensión máxima 1,84 %

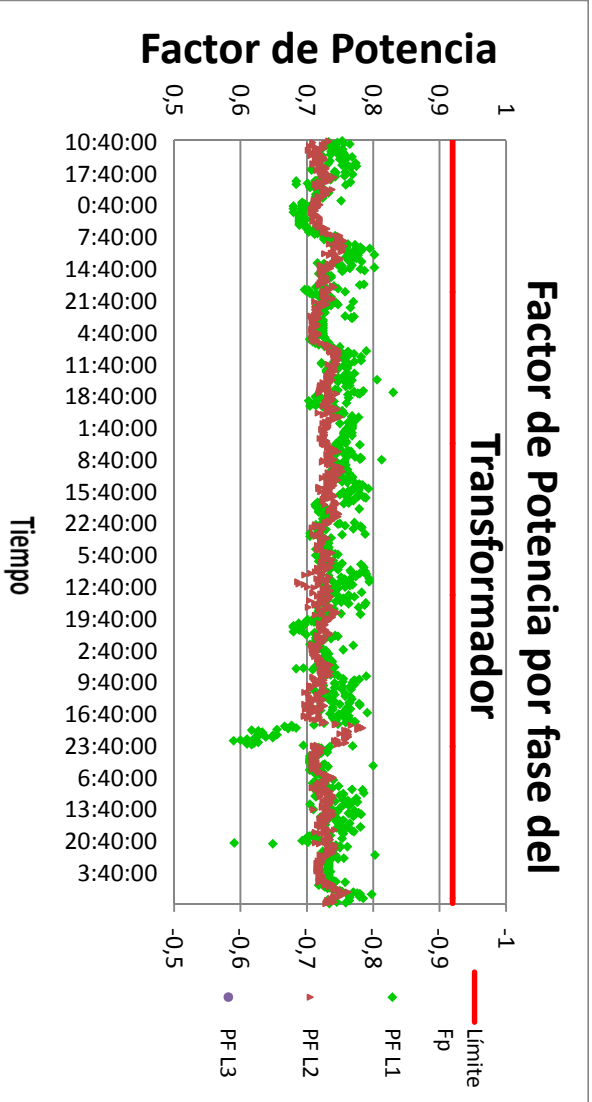
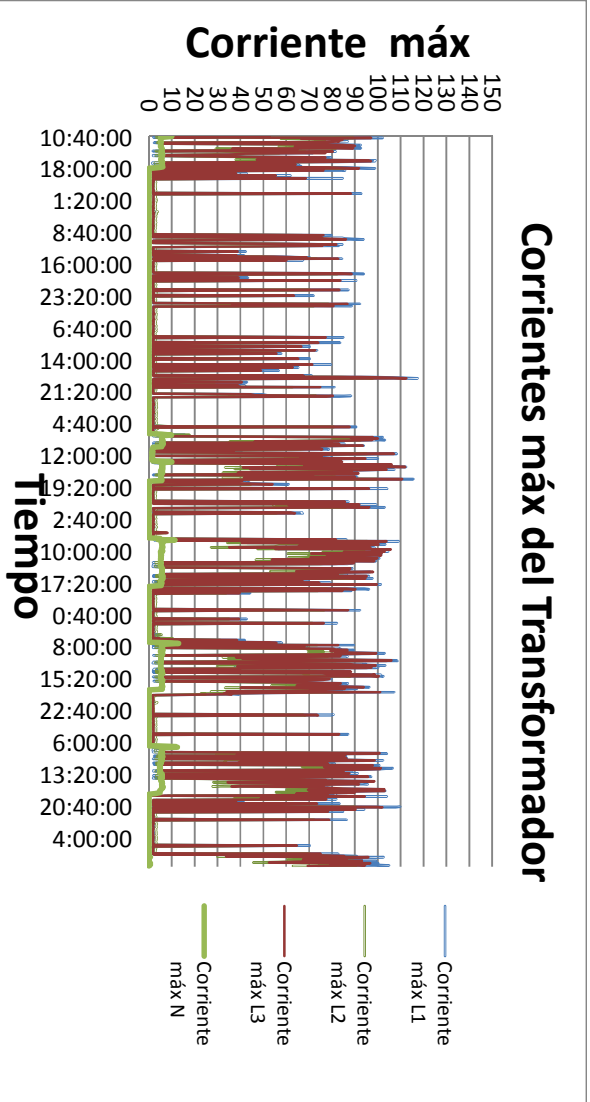
Porcentaje de mediciones fuera de límite respecto del 5% admisible  %

Energía registrada durante el período de medición  kW-h

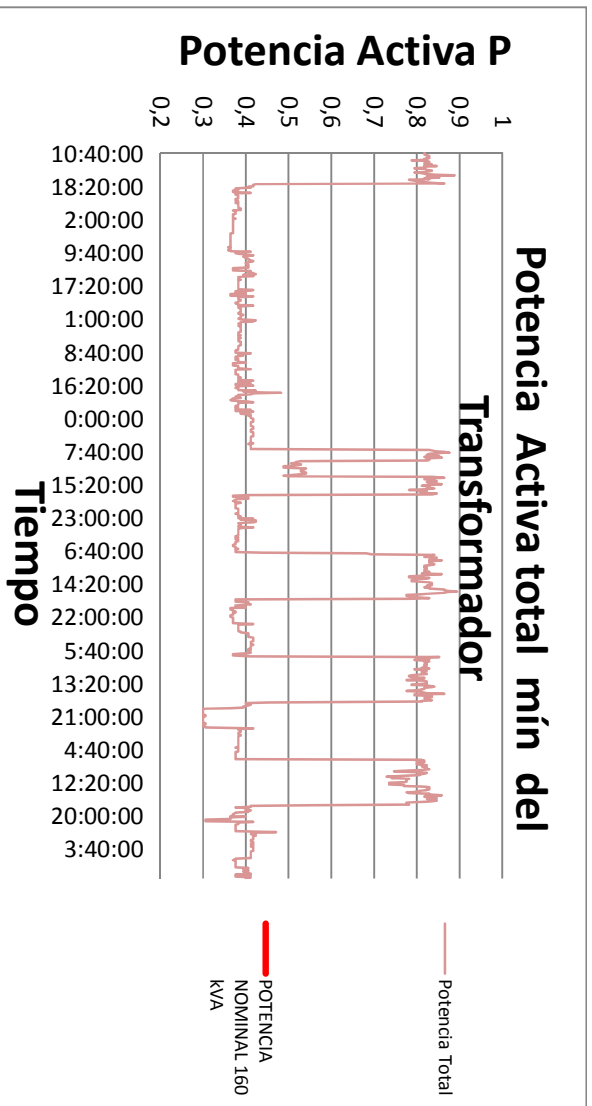
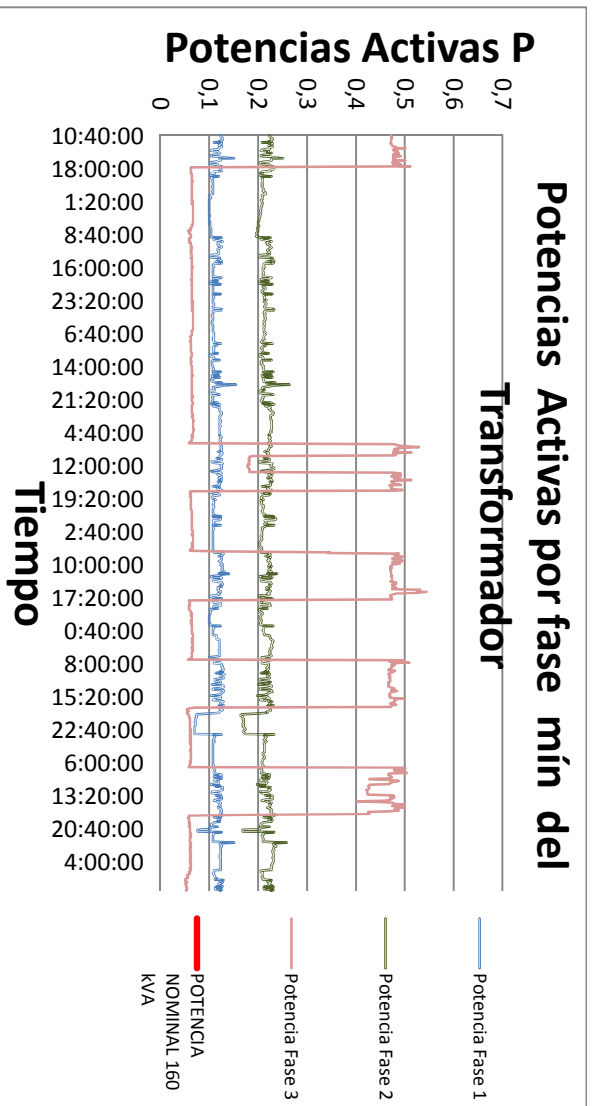
**ANEXO 4**  
**FIGURAS DE PARÁMETROS MÁXIMOS Y MÍNIMOS TRANSFORMADO**  
**160 kVA**

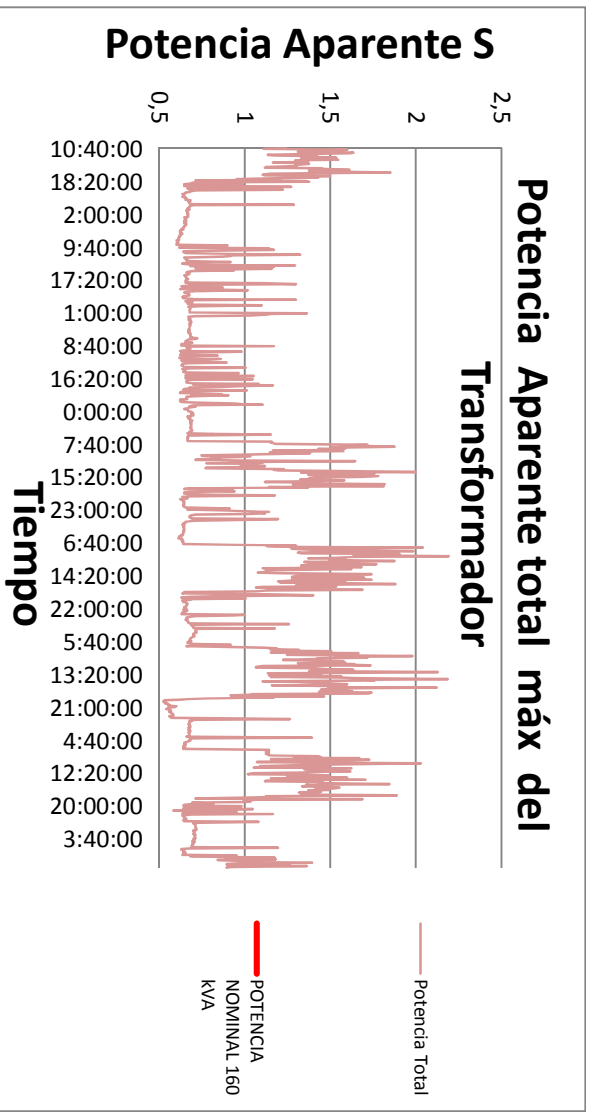
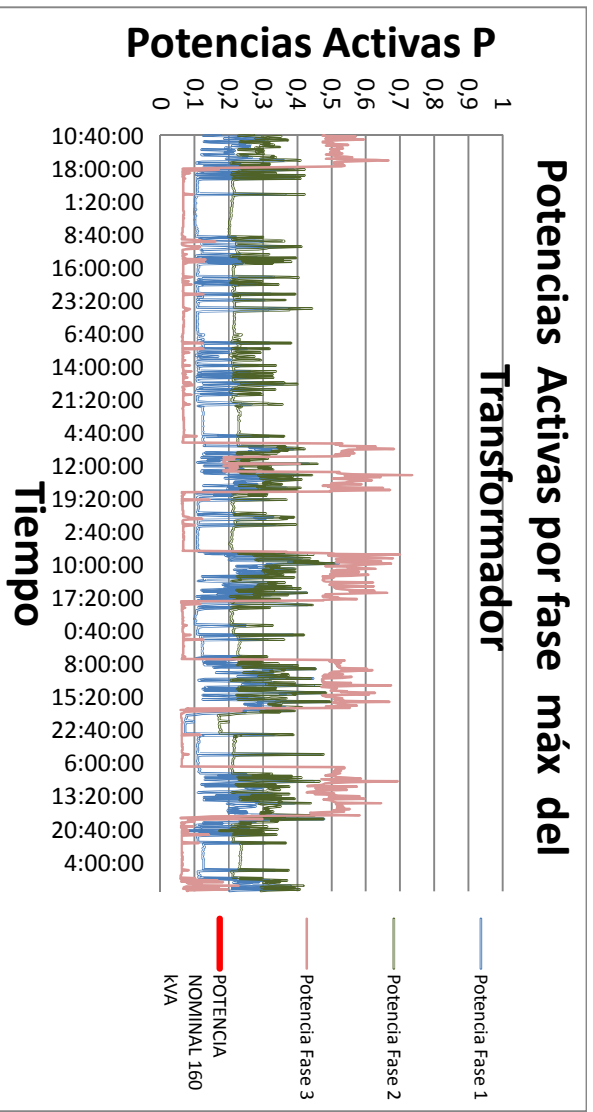


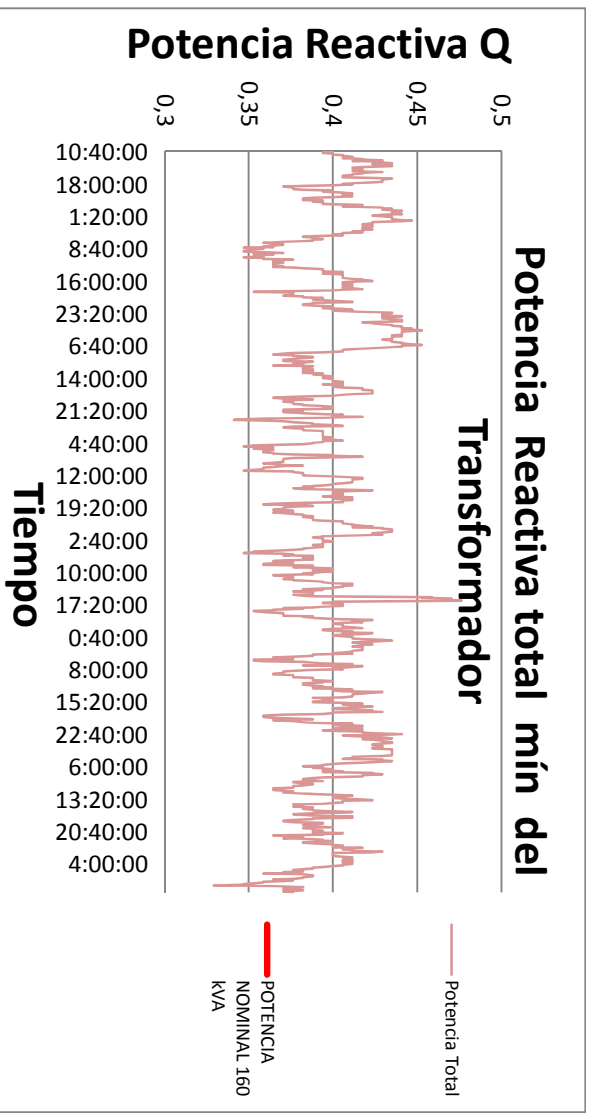
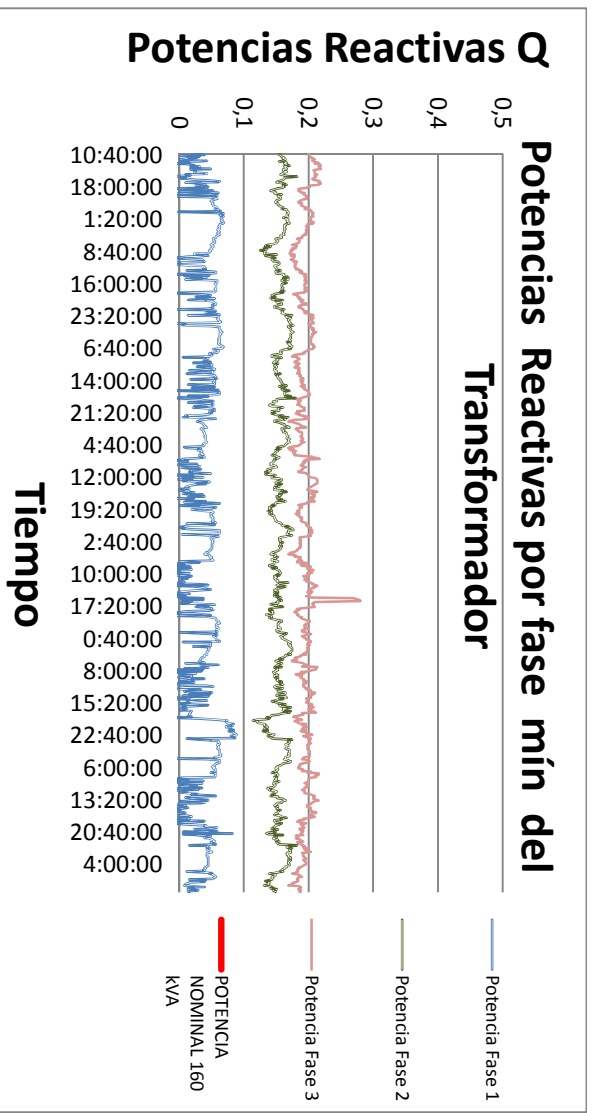




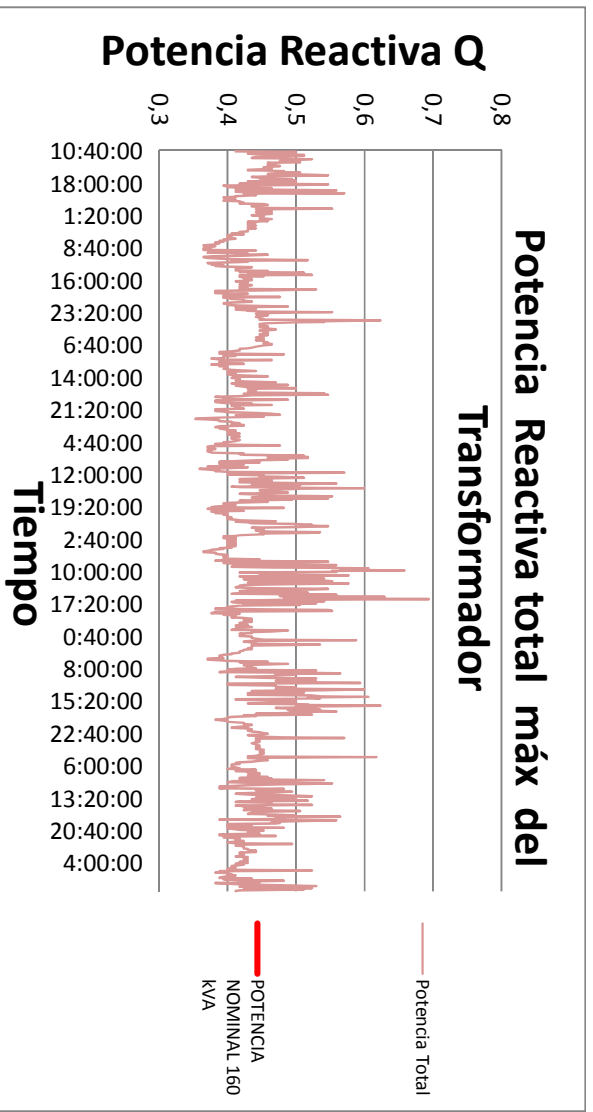
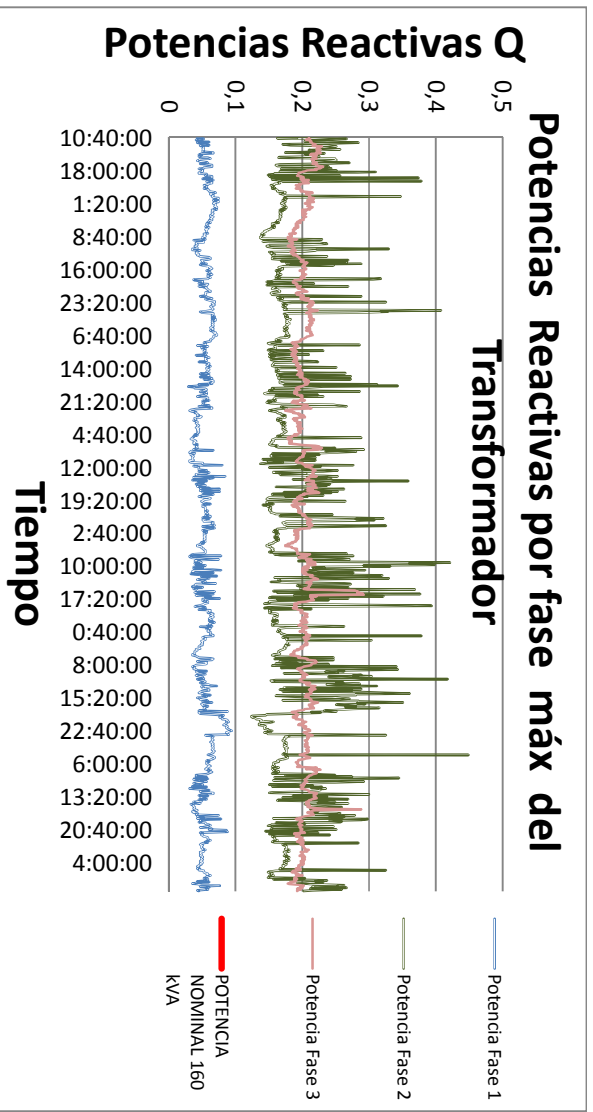


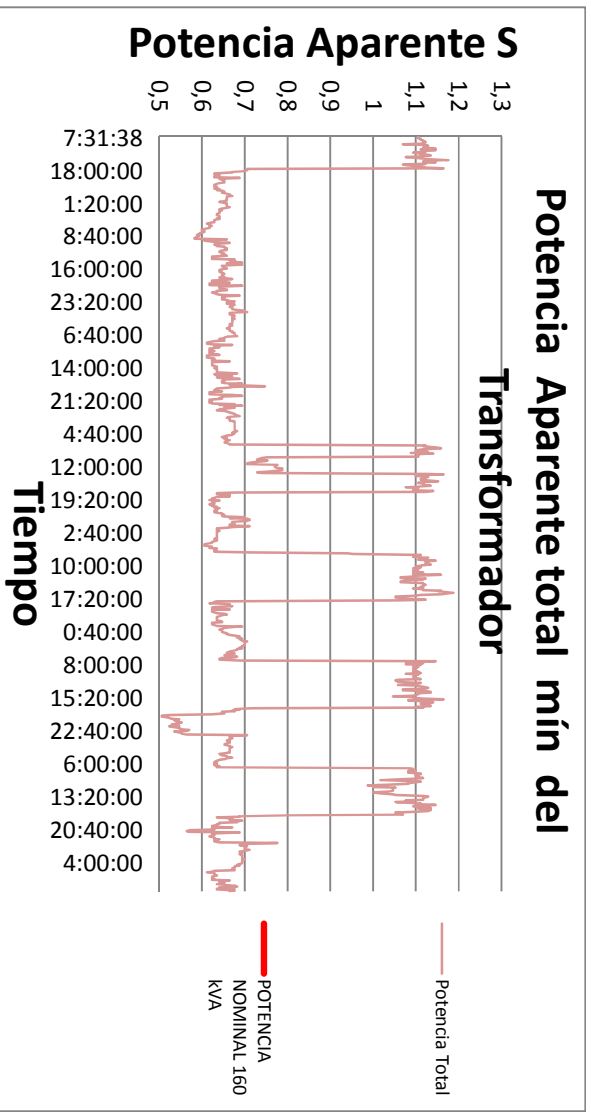
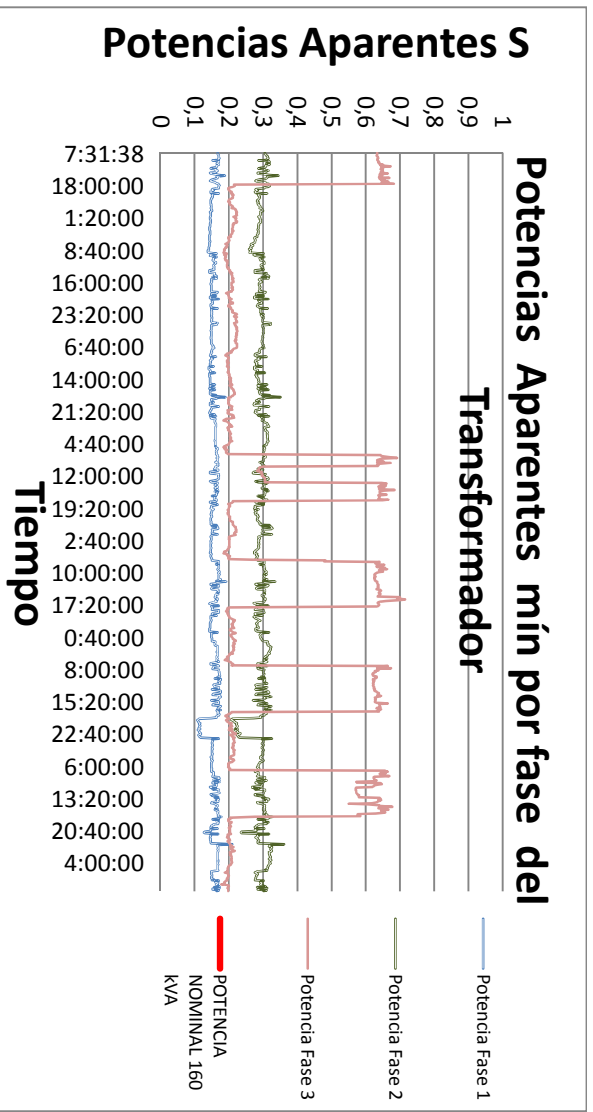


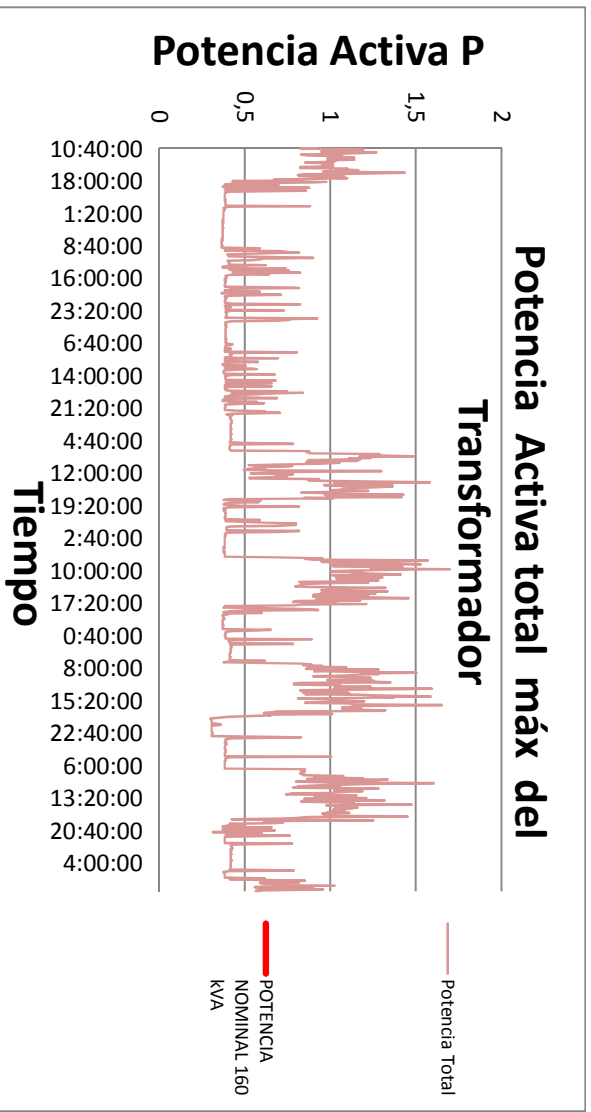
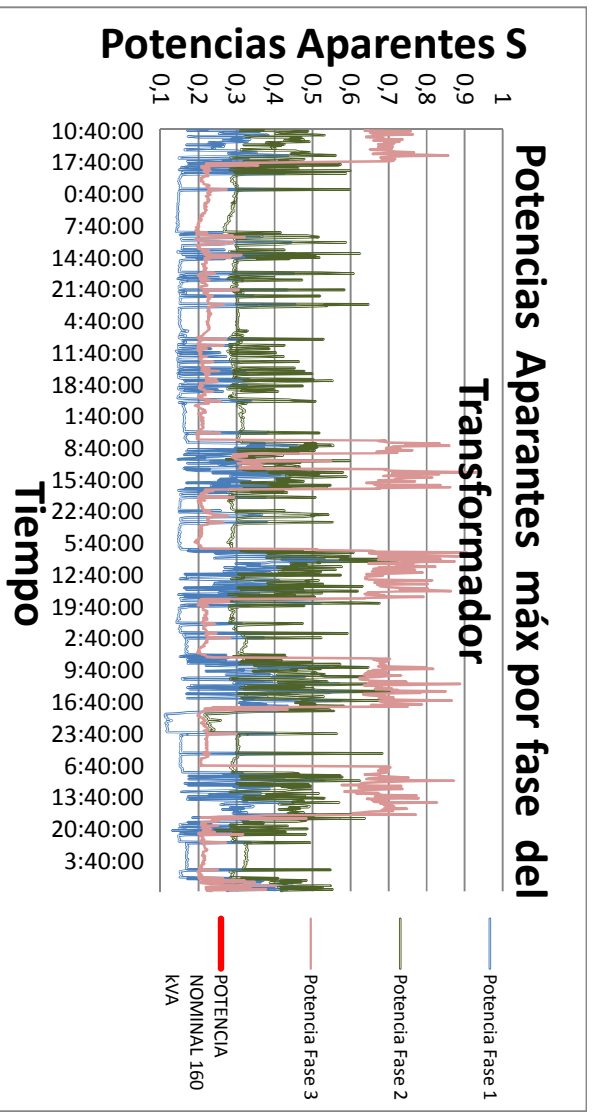












## ANEXO 5

### LISTADO DE LAS DIFERENTES LUMINARIAS EXISTENTES POR ÁREAS EN EL HOSPITAL IESS IBARRA

<b>LISTA DE LUMINARIAS POR ÁREA DEL HOSPITAL IESS-IBARRA.</b>	
<b>LOCALIZACIÓN / ÁREA</b>	<b>LUMINARIA / LÁMPARA</b>
<b>CURACIONES</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>COCINA</b>	Pantalla 60x120 4xT8 40W
	Pantalla 60x120 3x36W
<b>Bodega Cocina</b>	Pantalla 60x120 4xT8 40W
<b>OFICINA LIMPIEZA</b>	BC E27 20W
	BC E27 20W
<b>VESTIDORES</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Baños</b>	BC E27 20W
<b>ASCENSORES (3)</b>	Tube Fluorescente (suelto) 120cm 36W
<b>CASA DE MAQUINAS</b>	

<b>Cuarto de Máquinas</b>	Pantalla Superf. 60x120 2xT8 40W
	BC E40 150W
<b>Pasillo</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Mecánica</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Baños</b>	BC E27 20W
	BC E27 20W
<b>Jefatura</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Baños</b>	BC E27 20W
<b>Bodega</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Vestidores</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Exterior</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	BC E27 150W
	BC E27 90W
<b>CENTRAL DE AIRE COMPRIMIDO</b>	
	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>ELECTRICIDAD</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>BODEGA</b>	Pantalla 60x120 2xT8
<b>INCINERADOR</b>	E27
<b>CASA DE BOMBAS</b>	Tubo Fluorescente (suelto) 120cm 40W
	Incandescente E27 150W
	BC E27 20W
<b>COMBUSTIBLE</b>	E27
<b>ALMACÉN. DESECHOS INFECTOLOGÍA.</b>	BC E27 20W
	BC E27 20W
<b>CUARTO TRANSFORMADORES</b>	Pantalla Superf. 60x120 2xT8 40W
<b>ÁREA TANQUE OXIGENO</b>	reflector halógeno 150W
<b>CENTRAL OXÍGENO MÉDICO</b>	
<b>Central Vacío</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Central Respaldo Oxígeno</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>DUCTO</b>	Pantalla Superf. 30x120 2xT8 40W
	Pantalla Superf. 30x120 2xT8 40W
	Pantalla Superf. 30x120 2xT8 36W
	Pantalla Superf. 30x120 2xT8 36W
<b>CASA BOMBAS PISCINA</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>REHABILITACIÓN</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Incandescente E27 150W

Baños	BC E27 20W
<b>ENTRADA</b>	
Hall pasillos	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Pantalla Superf. 120x 1xT8 40W
Oftalmología pasillo	Pantalla 60x120 2xT8 40W
Hall entrada	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Halógeno 50W
Pasillo unidad terapia	Pantalla 60x120 2xT8 40W
Terapia intensiva	Pantalla 60x60 3xT8 18W
	Down light
	Pantalla Superf. 60x120 2xT8 36W
Sala de reuniones	Pantalla 60x60 3xT8 18W
Vestidor hombres	Down light
Servicio central estéril	Pantalla 60x120 2xT8 40W
Despachos oncólogo y neumólogo	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>CENTRO QUIRÚRGICO</b>	
Pasillo	Pantalla 60x120 3xT8 36W
	E27
Quirófano	Pantalla 60x120 3xT8 36W
Pasillos	Down light 2x36W
Jefatura	Pantalla superf. 60x120 3xT8 36W
Quirófano 1	Bombillas especiales
Quirófano 2	Bombillas especiales
Quirófano 3	Bombillas especiales
Pasillo trasero	Down light 2x32W
<b>SERVICIO DE EMERGENCIA</b>	Pantalla 60x120 3xT8 40W
	E27
	Pantalla 60x120 2xT8 40W
Baños	Down light
<b>RAYOS X</b>	
Pasillo	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Tubo Fluorescente (suelto) 120cm 36W
Rayos X	E27
	Down light 2x26W
Despachos 1	Down light 2x26W
Despachos 2	Down light 2x26W
Rayos X 3	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	E27
Rayos X	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Pantalla suspensión 60x120 2xT8 40W

	Down light
<b>BODEGA GENERAL</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Pasillo bodega</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Bodega</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>ALMACENES VARIOS</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Baño almacenes</b>	E27
<b>Pasillo almacenes</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Baño</b>	E27
<b>FARMACIA</b>	
<b>Baño</b>	E27
<b>Farmacia</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Pantalla 30x120 2xT8 40W
<b>Baño</b>	Down light
<b>Bodega de Farmacia 1</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Baños</b>	Incandescente E27 60W
	E27
<b>Bodega de Farmacia 2</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Incandescente E27 60W
<b>Bodega fármacos</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>EMPLEADOS TÉCNICOS</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Down light (incandescente) 60W
<b>MÉDICOS (bodega)</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Down light (incandescente) 60W
<b>BODEGA 3</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	BC E27 20W
<b>LAVANDERÍA</b>	
<b>Entrada</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Lavandería</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Ropería</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Baño</b>	BC E27 20W
	E27
<b>Bodega</b>	E27
<b>Baño 2</b>	Incandescente E27 60W
	BC E27 20W
<b>Ropa Infectada</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Aseo</b>	BC E27 20W
<b>COMEDOR PERSONAL Y COCINAS</b>	Pantalla 60x120 3xT8 36W
<b>Activos Fijos</b>	Down light 1x18W
	Pantalla estancia 60x120 2xT8 36W

Bodega	Pantalla 60x120 2xT8 36W
<b>ÁREA OFTALMOLOGÍA</b>	
Pasillos	Pantalla 60x120 2xT8 40W
Gastroenterología	Pantalla 60x120 3xT8 40W
Baño	Incandescente E27 60W
Morgue	Pantalla 60x120 2xT8 40W
Bodega	Down light (incandescente) 60W
Consultorios (4)	Pantalla 60x120 2xT8 40W
Baños (2)	Pantalla 60x120 2xT8 40W
UPS	BC E27 20W
Rack	BC E27 20W
Bodegas (2)	BC E27 20W
Baños (2)	BC E27 20W
Bodega 3	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>EXTERIORES</b>	Farolas globo bajo 250W vapor sodio
Entrada	Pantalla 60x120 3xT8 36W
	Pantalla empotrar 60x120 3xT8 36W
Baños	Down light 1x18W
<b>PRIMERA PLANTA</b>	
Hall ascensor	Pantalla 60x60 3xT8 18W
Vestidores	Pantalla 60x60 3xT8 18W
Baño	Down light
Pasillo	Pantalla 60x60 3xT8 18W
<b>AUDITORIO</b>	Pantalla 60x60 3xT8 18W
<b>ECOGRAFÍA</b>	Pantalla 60x60 3xT8 18W
Pasillo	Pantalla 60x60 3xT8 18W
Baño	Down light 2x26W
Pasillo quirófano 1	Pantalla 60x60 3xT8 18W
Residencia medica	Pantalla 60x60 3xT8 18W
Baño	Down light 2x36W
Preparación medica	Pantalla 60x60 3xT8 18W
Medicación	Pantalla 60x60 3xT8 18W
Baño	Down light 2x36W
Sala de partos 1	Pantalla superf. 60x120 2xT8 36W
Baño	Down light 2x32W
Residencia Neonatal	Pantalla 60x60 3xT8 18W
Utilería limpia	Down light 2x36W
<b>ENFERMERÍA</b>	Pantalla 60x60 3xT8 18W
<b>INSUMOS</b>	Down light 2x32W
Sala de partos 2	Pantalla 60x120 2xT8 36W



<b>Baños</b>	Down light
<b>Entrada quirófano 2</b>	Pantalla 60x60 3xT8 18W
<b>Sala de partos 3</b>	Pantalla 60x120 2xT8 36W
<b>Sala neonatal</b>	Pantalla 60x60 3xT8 18W
	Down light 2x32W
<b>Utilería</b>	Pantalla 60x60 3xT8 18W
<b>Quirófano 2</b>	Pantalla superf. 60x60 3xT8 18W
<b>Reumatología</b>	Pantalla 60x60 3xT8 18W
	Pantalla Superf. 60x120 2xT8 36W
	Down light
<b>Pasillo Área administrativa</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Pasillo baño</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	E27
<b>Pasillo</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Jefatura financiera</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Archivo</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Baños</b>	E27
<b>Auditorio</b>	Pantalla 60x120 2xT12 40W
	Proyectores E27 60W
<b>UNIDAD DE GESTIÓN Y TALENTO</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Baño</b>	Down light
<b>DIRECCIÓN ADMINISTRATIVA</b>	
	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Baño</b>	BC E27 20W
<b>Sala de Reuniones</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Oficina Dir. Administrativa</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>CUARTO DE SERVIDORES</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>DIRECCIÓN MÉDICA</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Baño</b>	BC E27 20W
<b>COMPRAS PUBLICAS</b>	
	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Baño</b>	BC E27 20W
<b>ACTIVOS FIJOS</b>	
	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Baño</b>	BC E27 20W
<b>DIRECCIÓN TÉCNICA</b>	
	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Baño</b>	BC E27 20W
<b>PAGADURÍA</b>	

	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Baño</b>	BC E27 20W
<b>DEPARTAMENTO FINANCIERO</b>	
	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Despacho Financiero</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Archivo Financiero</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	BC E27 20W
<b>Baño</b>	BC E27 20W
<b>SEGUNDA PLANTA: Medicina Interna</b>	
<b>Hall ascensor</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Habitación doble 201</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 202</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 203</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 204</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 205</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Pasillo</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Oratorio</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Halógeno 50W
<b>Oficina (hab 206)</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
<b>Baño</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 207</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W

<b>Habitación doble 208</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 209</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 210</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 211</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 212</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 213</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación sencilla 214</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	Down light
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Habitación sencilla 215</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	Down light
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Habitación sencilla 216</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	Down light
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Ropa utilizada</b>	Down light
<b>Lavachatas</b>	Down light
<b>Utilería limpia</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>TERCERA PLANTA: Hospitalización - Cirugía</b>	

<b>Hall ascensor</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Pasillo</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Estación de enfermería</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Reparación de medicamentos</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Bodega</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Baño</b>	Down light 2x26W
<b>Curaciones</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Sala de conferencias</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Utilería limpia</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Utilería sucia</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Down light 2x26W
<b>Sépticos</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Aislamiento</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Down light 2x26W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Habitación doble 301</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 302</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 303</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 304</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 305</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 306</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 307</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W

	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 308</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 309</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 310</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 311</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 312</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación sencilla 313</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	Down light
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Habitación sencilla 314</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	Down light
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Residencia</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	Down light
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Sala de nutrición</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Despacho de jefatura</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>CUARTA PLANTA: Hospitalización - Traumatología</b>	
<b>Hall ascensor</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W

<b>Pasillo</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Estación de enfermería</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Reparación de medicamentos</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Bodega</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Baño</b>	Down light 2x26W
<b>Curaciones</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Sala de conferencias</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Utilería limpia</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Utilería sucia</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Down light 2x26W
<b>Sépticos</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Aislamiento</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Down light 2x26W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Habitación doble 401</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 402</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 403</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 404</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 405</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 406</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Habitación doble 407</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)

<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 408</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 409</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 410</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 411</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 412</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Residencia</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	Down light
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Sala de nutrición</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>QUINTA PLANTA: Hospitalización - Ginecostetricia</b>	
<b>Hall ascensor</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Pasillo</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Estación de enfermería</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Reparación de medicamentos</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Bodega</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Baño</b>	Down light 2x26W
<b>Curaciones</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Sala de conferencias</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Utilería limpia</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Utilería sucia</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Down light 2x26W
<b>Sépticos</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W

<b>Aislamiento</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Down light 2x26W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Habitación doble 501</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 502</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 503</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 504</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 505</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 506</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Habitación doble 507</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 508</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 509</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 510</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W



	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 511</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 512</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Residencia</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	Down light
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
Sala de nutrición	Pantalla 60x120 2xT8 40W
SEXTA PLANTA: Hospitalización pediátrica	
Hall ascensor	Pantalla 60x120 2xT8 40W
Pasillo pediatría	Pantalla 60x120 2xT8 40W
Estación de enfermería	Pantalla 60x120 2xT8 40W
Reparación de medicamentos	Pantalla 60x120 2xT8 40W
Bodega	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Baño</b>	Down light 2x26W
Curaciones	Pantalla 60x120 2xT8 40W
Sala de conferencias	Pantalla 60x120 2xT8 40W
Utilería limpia	Pantalla 60x120 2xT8 40W
Utilería sucia	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Down light 2x26W
Sépticos	Pantalla 60x120 2xT8 40W
Aislamiento	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Down light 2x26W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
Habitación doble 601	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 602</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
<b>Baño habitación</b>	Down light 2x26W
<b>Habitación doble 603</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W

	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
Baño habitación	Down light 2x26W
Habitación doble 604	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
Baño habitación	Down light 2x26W
Habitación doble 605	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
Baño habitación	Down light 2x26W
Habitación doble 606	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
Baño habitación	Down light 2x26W
Habitación doble 607	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
Baño habitación	Down light 2x26W
Habitación doble 608	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
Baño habitación	Down light 2x26W
Habitación doble 609	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
Baño habitación	Down light 2x26W
Habitación doble 610	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
Baño habitación	Down light 2x26W
Habitación doble 611	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
Baño habitación	Down light 2x26W
Habitación doble 612	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
Baño habitación	Down light 2x26W
Habitación sencilla 613	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W

	Down light
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
Habitación sencilla 614	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	Down light
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
Residencia	Pantalla 60x120 2xT8 40W
	Palazón 2T8 120x36W
	Down light
	F20 T12 /D /L /20W (60cm)
Sala de nutrición	Pantalla 60x120 2xT8 40W
Sala de Conferencias	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>SÉPTIMA PLANTA: Conferencia y cafetería</b>	
<b>Hall ascensor</b>	Pantalla 60x120 2xT8 40W
Sala de sistemas	Pantalla 60x120 2xT8 40W
<b>Pasillo</b>	Down light (23 cm de diámetro)
Ludoteca 1	Pantalla 60x120 2xT8 40W
Baño	Down light (BC E27) 20W
Ludoteca 2	Pantalla 60x120 2xT8 40W
Cafetería	Down light (23 cm de diámetro)
Baño	Down light (23 cm de diámetro)
Sala de conferencias	Pantalla 60x120 2xT8 40W
Baño	BC E27 20W
COORDINACIÓN	Pantalla 60x120 2xT8 40W
Baño	Down light (BC E27) 2x 20W
<b>TERRAZA</b>	
Cuarto Máquinas Ascensor Cocina	Tubo Fluorescente (suelto) 120cm 36W
<b>ESCALERAS 7MA PLANTA - 1RA PLANTA</b>	Plazones 16Wx32 cm
<b>OCTAVA PLANTA</b>	
Casa Máquinas	Pantalla Superf. 60x120 2xT8 40W

