

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

IMPLEMENTACIÓN INICIAL DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE USO DE ENERGÍA EN UN HOSPITAL PÚBLICO DEL ECUADOR

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DE GRADO DE MÁSTER (MSc.) EN EFICIENCIA ENERGÉTICA

ARPI LLIVIPUMA CARINA ELIZABETH

carina_arpi@hotmail.com

SALAZAR FLORES VÍCTOR GERMÁN

ingvsalazarf@hotmail.com

DIRECTOR: Ing. FRANCISCO SALGADO, MSc.

francisco.salgado@epn.edu.ec

QUITO, JUNIO 2016

© Escuela Politécnica Nacional (2016)
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Nosotros, Arpi Llivipuma Carina Elizabeth y Salazar Flores Víctor Germán, declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Arpi Llivipuma Carina Elizabeth

Salazar Flores Víctor Germán

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Arpi Llivipuma Carina Elizabeth y Salazar Flores Víctor Germán, bajo mi supervisión.

Ing. Francisco Salgado, MSc.
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a nuestros profesores de la Maestría, que día a día impartieron sus conocimientos en beneficio de nuestra preparación.

A nuestro Director de Tesis Ing. Francisco Salgado, MSc. un especial agradecimiento por su guía en el desarrollo del presente trabajo y su culminación.

A los Directivos del Hospital General de Latacunga por las facilidades brindadas para llevar a cabo la investigación energética en esta Casa de Salud y a la Jefatura de Mantenimiento un agradecimiento muy particular.

Un especial agradecimiento a nuestra querida secretaria de Postgrados de la Facultad de Mecánica Jacqueline Ordoñez.

Carina y Víctor

DEDICATORIA

El presente trabajo ha sido fruto de un gran esfuerzo, paciencia y mucha comprensión por eso mi Doménica, Julián, mami María y Javi les dedico este objetivo cumplido con mucho amor.

A mis compañeros y amigos que me quedaron de esta etapa especialmente Víctor mi gran amigo además de mis profesores.

Carina Elizabeth

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir una vida plena llena de amor y paz

A la memoria de mis padres, quienes desde el infinito siempre me han acompañado, con apoyo y amor incondicional. Gracias por sus enseñanzas y ejemplo, siempre ustedes han sido siempre mi motor en mi formación temprana.

A mi amada Susy, quien con su amor y compañía ha dado empuje a mi vida personal y profesional, a ser mejor humano y respetuoso con la naturaleza.

A mis hijos Tatiana, Patricio y Verónica por ser parte de mi vida, por quienes me he esforzado con mucho cariño y entrega para que tengan una buena calidad de vida. A Ximenita, mi nuera y a mi nieta Athenea.

A todos mis familiares, va también este trabajo, concluyendo que nunca es tarde para actualizarse profesionalmente, acorde con los adelantos tecnológicos.

Víctor Germán

CONTENIDO	PAG.
CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO	1
1.1 Eficiencia energética en edificios	
1.2 Simulación	
1.3 Políticas Nacionales	
1.3.1 Plan Maestro de Electrificación del Ecuador	
CAPITULO 2. METODOLOGÍA	29
2.1 Determinar el estado actual de un hospital público	
2.2 Obtención de datos de sistemas de instalaciones, indicadores	
2.2.1 Cuantificación del CO ₂	
2.3 Establecimiento del Sistema de Gestión de Energía	
CAPITULO 3. DESARROLLO	48
1.4 Presentación de resultados	
1.5 Simulación del sistema de aire acondicionado en quirófanos	
1.6 Análisis de resultados	
CAPITULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
4.1 Conclusiones	
4.2 Recomendaciones	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS	PÁGINA
1.1 Clasificación de Establecimientos de Salud del Ministerio de Salud Pública	8
1.2 Tipología de las Unidades Médicas del IESS, Primer Nivel de Atención	10
1.3 Tipología de las Unidades Médicas del IESS, Segundo Nivel de Atención	11
1.4 Tipología de las Unidades Médicas del IESS, Tercer Nivel de Atención	12
3.1 Informe estadístico de producción hospitalaria	49
3.2 Informe estadístico de producción hospitalaria	54
3.3 Planillas mensuales de consumo eléctrico	58
3.4 Planilla mensual de consumo de agua potable	61
3.5 Planillas mensuales de consumo de agua potable (usd)	61
3.5.1 Tabla resumen de consumo mensual interior del hospital de energía eléctrica	69
3.6 Consumo anual de energía eléctrica	70
3.7 Tabla resumen de consumo anual eléctrico	71
3.8 Tabla resumen de consumo anual de agua potable	71
3.9 Tabla resumen de consumo anual de gas licuado de petróleo	71
3.10 Tabla resumen de consumo de diésel	71

	x
3.11 Indicadores anuales de energía y servicio	74
3.12 Indicadores anuales de atención a pacientes (total 97.575pacientes)	75
3.13 Indicadores anuales de lavandería (total 194.035 kg de ropa)	75
3.14 Indicadores anuales de raciones alimentación	76
3.15 Aplicación de indicadores anuales de energía	77
3.16 Aplicación de indicadores anuales de energía	79
3.18 Cálculo de cargas térmicas teóricas del centro quirúrgico	81

LISTA DE FIGURAS		PÁGINA
1.1	Pantalla inicial EnergyPlus 2015	18
1.2	Dibujo 3D en Sketchup™	20
1.3	Consumo energético Nacional	24
1.4	Consumo Nacional por sectores GWh	24
1.5	Usos finales Región Sierra	25
2.1	Mapa satelital del Hospital General de Latacunga	32
2.2	Fachada principal del Hospital General de Latacunga	33
2.3	Implantación del hospital	34
2.4	Planta Baja del hospital	34
2.5	Primera planta alta del hospital	35
2.6	Equipos de climatización instalados en patio exterior	36
2.7	Centro Quirúrgico. Primera planta alta	37
2.8	Sistema de climatización del Centro Quirúrgico	38
2.9	Quirófano del Centro quirúrgico	38
2.10	Áreas de Lavandería, Cocina, Esterilización y Casa se Maquinas. Planta baja	39

2.11	Calentamiento de agua con calefones	40
2.12	Sistema de bombeo de agua potable (sistema de presión constante)	41
2.13	Calderos antiguos actualmente sin funcionar	42
2.14	Caldero nuevo de 100 BHP	42
3.1	Atenciones de Consulta Externa	49
3.2	Total de atenciones de Consulta Externa	50
3.3	Atenciones de Emergencia	50
3.4	Área de Emergencia (total de atenciones)	51
3.5	Atenciones de pacientes en diferentes áreas de encamados	52
3.6	Gráfico de días paciente en diferentes áreas	52
3.7	Promedio diario de camas disponibles	53
3.8	Camas promedio disponibles por áreas	54
3.9	Cantidad de lavado de ropa del hospital	54
3.10	Total de ropa lavada de consulta externa y hospitalización	55
3.11	Raciones mensuales de alimentación a enfermos y personal	56
3.12	Raciones de alimentación a pacientes y personal	56

3.13	Intervenciones en el Centro Quirúrgico	57
3.14	Intervenciones en el Centro Gineco-obstétrico anual	57
3.15	Consumo mensual de energía eléctrica (kWh)	59
3.16	Consumo mensuales de energía eléctrica	59
3.17	Valores mensuales de energía eléctrica	60
3.17.1	Consumo mensual de agua potable (m ³)	62
3.18	Valores mensuales de agua potable	62
3.19	Consumo y valores mensuales de agua potable	63
3.20	Consumo y valores mensuales de agua potable	63
3.21	Valores mensuales de volumen de diésel No. 2 (gal)	64
3.22	Valores mensuales de diésel No. 2 (usd)	65
3.23	Valores mensuales de diésel No. 2 (compra)	65
3.24	Consumo mensual de Gas Licuado de Petróleo	66
3.25	Consumo y valores mensuales de GLP	66
3.26	Consumo independiente tanques de 1000 y 250 kg de GLP	67
3.27	Consumo de los tanques de 1000 y 250 kg de GLP	68

3.28	Diagrama de consumo de energía eléctrica	70
3.29	Indicadores de consumo de energía eléctrica	72
3.30	Indicadores de consumo de agua potable	73
3.31	Indicadores de consumo de diésel	73
3.31.1	Indicadores de consumo de GLP	74
3.33	Radiación solar promedio diario mensual	78
3.33.1	Diagrama de consumo de GLP tanques	80
3.34	Modelado en sketchup del centro quirúrgico	82
3.35	Datos climáticos en OpenStudio	83
3.36	Potencia requerida en calefacción y refrigeración	84
3.37	Calculo de CO ₂	84

LISTADO DE ANEXOS

ANEXO 1.1 DEFINICIONES BASICAS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD

ANEXO 1.2 INDICADORES DEL SIISE, OCUPACIÓN DE CAMAS EN ESTABLECIMIENTOS DEL MSP

ANEXO 1.3 RENDIMIENTO ENERGÉTICO

ANEXO 1.4 OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA

ANEXO 1.5 BASE LEGAL DE IMPLEMENTACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

ANEXO 1.6 DEFINICIONES ARQUITECTÓNICAS

ANEXO 1.7 INDICADORES ENERGÉTICOS

ANEXO 1.8 EQUIPOS PARA DIFERENTES ÁREAS. DIMENSIONAMIENTO

ANEXO 1.9 INDICADORES ENERGETICOS DE OTRAS UNIDADES DE SALUD

ANEXO 3.1 ATENCIONES EN CONSULTA EXTERNA

ANEXO 3.2 DATOS LAVANDERIA

ANEXO 3.3 DOTACION DE CAMAS

ANEXO 3.4 CONSUMO DE AGUA POR MES

ANEXO 3.5 ANALISIS DIESEL

ANEXO 3.6 CONSUMO GLP

ANEXO 3.7 TABLA DE MOTORES ELECTRICOS

ANEXO 3.8 EQUIPAMIENTO ELECTRICO

ANEXO 3.9 INDICADORES ENERGETICOS DE OTRAS UNIDADES DE SALUD

RESUMEN

El presente trabajo estuvo dirigido al área de la Salud que hoy en día está respaldado legalmente en la Constitución 2008, Capítulo VII, RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR, sección segunda, Salud, para la aplicación de la eficiencia energética en las edificaciones de los Establecimientos de Salud del Ecuador. Se realizaron evaluaciones de sistemas mecánicos y también se ha involucrado al sistema eléctrico como parte fundamental para el funcionamiento de los diferentes equipos de Casa de Maquinas, sistema de vapor, sistema de bombeo de agua potable, sistema de airea condicionado y ventilación mecánica; entre otros sistemas. La determinación de indicadores de energía en función de número de camas, así como el indicador del costo por paciente dieron un valor referencial del consumo por cama disponible. Se trató el tema de atenciones de tipo externo al hospital, como Consulta Externa, Triage y Emergencias, estas de gran demanda comparada con las atenciones al interior del establecimiento de salud. Además se aplicó el tema de eficiencia energética en un sistema del hospital con energías alternativas.

Por otro lado, es importante indicar que actualmente está construyéndose un edificio nuevo para la atención de otras especialidades y seria procedente en lo futuro planificar de la mejor manera la fusión de instalaciones, infraestructura física y equipamiento con el edificio antiguo, lo cual permitirá que el paciente externo o interno tenga mejor atención.

SUMMARY

This work is directed to the area of Health today is legally supported in the 2008 Constitution, Chapter VII, REGIME good living, second section, Health, to implement energy efficiency in buildings of Health Facilities of Ecuador. Mechanical systems evaluations were conducted and has also been involved the electrical system as an essential part for the operation of the different equipment powerhouse, steam system, pumping system for drinking water, aerated conditioning system and mechanical ventilation; among other systems. The determination of indicators of energy in terms of number of beds and the cost per patient indicator gave a referential value of consumption per available bed. The issue of external kind attentions to the hospital, an outpatient clinic, and Emergency Triage, these high demands compared to the attention within the health facility was discussed. Besides the theme of energy efficiency, it was applied in a hospital system with alternative energies.

On the other hand, it is important to note that is currently constructing a new building for the attention of other specialties and in the future it would be appropriate to plan the best way merger of facilities, physical infrastructure and equipment with the old building, which will allow the outpatient or inpatient care have better.

INTRODUCCIÓN

En los hospitales hoy en día, públicos o privados tienen una infraestructura física con un índice bajo de eficiencia energética, un tema relativamente nuevo en el Ecuador. En la planificación de edificaciones no se involucra al profesional en esta área, lo cual es urgente implementar un organismo rector que haga cumplir este tema muy importante en inicio y construcción de las edificaciones. El cambio de matriz energética va a influir en varios aspectos en beneficio de la colectividad y en particular en las Casas de Salud, por varias razones, una de ellas: la mejor calidad de energía eléctrica, además de bajar su costo, va a permitir controlar mejor su implementación en los diferentes sistemas consumidores de energía.

En equipos modernos de sistemas mecánicos, que en su mayoría dependen de la energía eléctrica, ya cuentan con motores de mejor eficiencia (ejemplo motores eléctricos tipo Premium). En lo que refiere al equipamiento de varios años de funcionamiento, pueden cambiarse sus motores por otros más eficientes, de igual potencia pero con menor consumo de energía.

Las planillas de consumos de electricidad, diésel y gas licuado de petróleo como energía primaria en el hospital son altos en cantidades de energía y bajos en su costo por los subsidios existentes en el área de salud. Al tener menor consumo de combustibles fósiles menor va a ser la contaminación, en consecuencia menor número de toneladas de CO₂ liberados a la atmósfera. En el Capítulo 1 refiere a este tema.

Por otro lado, las instalaciones y equipos en los edificios, en el mayor de los casos hay mínima intervención de mantenimiento preventivo y correctivo, que en muchos casos no tienen un presupuesto acorde a las exigencias que mantenimiento requiere para el éxito de su intervención.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

1.1 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS

1.1.2 DEFINICIÓN

Eficiencia energética es la capacidad para utilizar menor energía con un conjunto de acciones que permitan mejorar y optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y el producto obtenido de igual cantidad de calor, iluminación, transporte y otros servicios energéticos (CONAFE, 2015).

1.1.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS

La implementación de la eficiencia energética en los edificios es una parte importante del conjunto de medidas necesarias para alcanzar los objetivos marcados por reglamentaciones o leyes que permitan reducir energía en el funcionamiento de los sistemas y con resultados esperados en el servicio de sus ocupantes.

Con respecto a la energía consumida en edificios, esta tiene un porcentaje considerable de consumo a dentro de la matriz energética. En varios países, se está tomando como medida la obligación en los edificios de obtener la certificación de eficiencia energética, con el fin de fomentar las inversiones en ahorro de energía y potenciar la demanda de calidad energética de uso en las viviendas, en edificios nuevos y en edificios construidos. Es claro esperar que las últimas tendencias en la construcción de viviendas y edificios, es la búsqueda de la eficiencia energética en edificios, que reduzca su gasto energético y por ende la contaminación por emisiones de CO₂.

“La eficiencia energética es un principio que se ha incorporado como una práctica común en varios países, sobre todo por los altos precios de la energía, la limitada disponibilidad de recursos energéticos no renovables y los crecientes problemas ambientales causados por la producción, distribución y consumo de la energía. Es por esto, que la eficiencia energética se presenta como una alternativa para la optimización de recursos a lo largo de toda la cadena energética, por ejemplo:

- Exploración y producción de energéticos primarios (petróleo, gas natural y carbón)
- Transmisión y almacenamiento de energéticos primarios (oleoductos, gasoductos)
- Generación y distribución de electricidad (pérdidas técnicas).
- Distribución de energía y la provisión de servicios en actividades industriales, comerciales y residenciales” (Faral, A. y Morisio, 2011).

Los individuos y las organizaciones que son consumidores directos de la energía pueden desear ahorrar energía para reducir costos energéticos y promover sostenibilidad económica, política y ambiental. Los usuarios industriales y comerciales interesan aumentar eficacia y maximizar así su beneficio. Entre las preocupaciones actuales está el ahorro de energía y el efecto medioambiental de la generación de energía eléctrica mediante equipos que utilizan combustibles fósiles que por su combustión son altamente contaminantes.

El objeto de mejorar la eficiencia energética en servicios de edificaciones e industrias tiene que ver que directamente con una disminución del efecto de contaminación ambiental. Respecto a este tema de contaminación a nivel mundial es importante enunciar uno de los principales acuerdos a nivel mundial como el Protocolo de Kioto, que en la actualidad se ha prorrogado según lo que indica el siguiente artículo del 8 de diciembre del 2012:

“Casi 200 países han aprobado extender el protocolo de Kioto para combatir el calentamiento global hasta 2020, evitando un nuevo revés dos décadas después de que la ONU iniciara unos esfuerzos que no han logrado detener el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero.

No obstante, Rusia, Japón y Canadá, entre otros, no han accedido a este nuevo compromiso con lo que las emisiones de CO₂ de los participantes suponen ahora apenas el 15% de las emisiones globales. ..” (Doha, 2012).

A nivel mundial hay intereses por captar proyectos que tienen que ver con la reducción de gases que provocan el efecto invernadero que generen créditos

con posibilidad de vender en el mercado mundial, como el caso del Banco Mundial en el año 2000 con su Fondo Prototipo del Carbono (PCF) y el acuerdo denominado Plantar.

El acuerdo Plantar se implementó en plantaciones de eucalipto en grandes extensiones de Brasil, no tuvo éxito en el MDL para generar créditos de emisión muy ambiciosos para producir carbón y así evitar actividades mineras.

El comercio de emisiones es un sutil método para aplazar los cambios que se deben realizar para que la economía mundial reduzca sus emisiones. Estos cambios son, en teoría, muy sencillos: reducir el consumo de energía, ir abandonando los combustibles fósiles, y adoptar modelos equitativos y justos para la producción y el consumo de energía. Pero en la práctica, estos cambios plantean un desafío global que comporta un cambio social y político, y que atañe a cuestiones como derechos territoriales, explotación neocolonial, comercio y relaciones entre Norte y Sur. El Sur no es un vertedero para la contaminación del Norte. Es fundamental reconstruir estas relaciones entre el Norte y el Sur y abordar la histórica deuda ecológica. La incapacidad del Protocolo de Kyoto para abordar el cambio climático es también un ejemplo de los problemas que padecen los procesos de decisión democrática y un síntoma muy claro de las injusticias que inundan las relaciones internacionales entre los pueblos. De este modo, el cambio climático se puede contemplar como un marco a través del que afrontar un verdadero cambio social (CARBON TRADE WATCH, 2015).

A partir del 16 de febrero de 2005, el Protocolo de Kioto entró en rigor y luego de 10 años ha logrado reducir un porcentaje muy importante del 22.6% con respecto a los niveles del año 1990, cuando el acuerdo y compromiso de los países involucrados fue del 5% en ese entonces. El segundo y último acuerdo de Kioto será sustituido en París en este año.

A finales de 2015, en la Cumbre Mundial sobre el clima que se celebrará en París, debe acordarse un nuevo protocolo que sustituya a Kioto y cuyo objetivo será conseguir que la temperatura del planeta no suba más de 2°C respecto de la era preindustrial (ABC.ES/MADRID, 2015).

1.1.4 MANEJO DE LA ENERGIA EN EL ECUADOR

En el Ecuador, la implementación de la eficiencia energética, que está respaldado por la Constitución del Ecuador, se está aplicando con las políticas del estado, con el cambio de la matriz energética. En el campo hidroeléctrico, parques eólicos, entre otras áreas, se encuentran obras de esta nueva matriz energética, y también, de cierta manera, difunden estos temas y proyectos para conocimiento de la colectividad. La implementación requerirá de inversiones que a la larga van a ser rentables para las políticas del gobierno de turno y los venideros. Lo más importante es la proyección de disminuir notablemente la contaminación provocada por los combustibles fósiles.

Es necesario difundir la información necesaria de la eficiencia energética a gran escala mediante medios de comunicación, y para casos particulares, en forma de asistencia técnica, capacitación o talleres. La rentabilidad está ligada a la inversión, y esta debe estar financiada por organizaciones relacionadas con la energía, como el Ministerio de Energía y Energías Renovables, la OLADE, entre otros; tomando en cuenta que los beneficios económicos de la eficiencia energética se verán en el mediano y largo plazo, como reflejo de una efectiva aplicación de instituciones gubernamentales. Es importante, empezar de forma urgente con la preparación de personal idóneo que maneje esta temática y que tenga los suficientes conocimientos y herramientas para su difusión.

En otros países, la persona, empresa o institución que quiere implementar medidas de eficiencia energética, requiere necesariamente la colaboración y asesoría especializada de Empresas de Servicios Energéticos, denominadas “ESCOs” por sus siglas en inglés (Energy Service Companies) (Faral, A. y Morisio, 2011).

El servicio principal de estas empresas, radica en el desarrollo, diseño e implementación de programas de eficiencia energética. Asimismo, en ciertas ocasiones estas empresas proveen financiamiento a proyectos de eficiencia

energética, instalación y mantenimiento del equipo instalado, medición, monitoreo y verificación de los proyectos de ahorro de energía implementados y también asumen el riesgo del ahorro de energía asociado al proyecto.

En la actualidad el mayor número de ESCOs a nivel mundial se encuentran localizadas en Europa, Estados Unidos y Canadá, y se han fortalecido en los últimos años a partir de la liberación de los mercados energéticos y la intermediación de la comercialización de energía. En Latinoamérica, estas empresas de servicios energéticos se encuentran en una etapa inicial, y por su proceso buscan tener representatividad en nuestros países. Ciertas empresas tienen programas de aplicación a nivel nacional que financian inversiones en eficiencia energética con bajos niveles de interés y a largo plazo.

En nuestro país, empresas extranjeras están ofertando en ciertos temas servicios de aplicación en edificaciones de eficiencia energética. Al momento, la adquisición de sus programas técnicos con software en base a los parámetros e índices de aplicación son muy costosos.

Es necesario anotar que siendo la eficiencia energética el consumo inteligente de la energía; su correcta utilización se presenta como una necesidad del presente para que podamos disfrutar de ellas en un futuro.

“Ser más eficiente no significa renunciar a nuestro grado de bienestar y calidad de vida. Simplemente se trata de adoptar una serie de hábitos responsables, medidas e inversiones a nivel tecnológico y de gestión. Gracias a estas informaciones y consejos, el consumidor puede aprender cómo llevar un estilo de vida más sostenible disponiendo de los mismos servicios” (TWENERGY ENDESA, 2012).

1.1.5 PROBLEMAS ACTUALES DE LA ENERGÍA EN LA EDIFICACIÓN

Los edificios construidos hoy en día, en su mayoría, no cuentan con aplicaciones ecológicas y de sostenibilidad. Con este tipo de edificaciones el

medio ambiente siempre está amenazado. La falta de una buena aplicación de diseños, normas y reglamentos mínimos de esta índole en la planificación y construcción hace que los recursos energéticos consumidos ineficientemente también produzcan gran cantidad de emisiones contaminantes a la atmósfera en forma de CO₂; además de desperdicio de agua y energía eléctrica.

Según los expertos, es necesario tomar mediciones durante unos veinte años para medir el consumo energético real de un edificio, lo cual hace complejo que se apliquen las medidas de corrección en este sentido. No obstante, el objetivo es empezar a planificar y construir de forma amigable para el medio ambiente y con el menor consumo energético; es decir, que ya en la planificación (anteproyecto), ya debe participar el ingeniero especialista en eficiencia energética, para aprovechar condiciones naturales de luz y calor y llegar a aprovechar los materiales y ubicaciones de los edificios de una manera óptima, considerando insolaciones, influencia del viento, entre otras (INEN, 2011).

1.1.6 ENTORNO DE LA EDIFICACIÓN PLANTEAMIENTOS URBANÍSTICOS

Es importante para el buen desarrollo de la eficiencia energética en las edificaciones, que la urbanística de la ciudad, la población o el barrio tengan también un carácter sostenible por lo tanto es deseable que los entes de planificación tomen en consideración estos planteamientos.

Sin perjuicio de lo anterior, en los programas habitacionales y edificaciones futuras, sean estos públicos o privados, en su fase de diseño, se debe justificar técnicamente los siguientes aspectos:

- Diseño con criterio de ciudad compacta.
- Diseño de accesibilidad mediante movilidad sostenible.
- Consideración de la orientación que facilite el cumplimiento de los parámetros normativos de las edificaciones en cuanto a ganancia o protección solar y ventilación natural.

- Respeto e integración de áreas verdes utilizando vegetación autóctona (INEN, 2011).

En la planificación de edificaciones se requiere considerar varios aspectos que nos pueden llevar a conseguir resultados satisfactorios, como aplicación de lo indicado en la norma técnica ecuatoriana, la forma de considerar el entorno de la edificación:

“En el diseño o reforma sustancial de una edificación se debe realizar un análisis del entorno social, cultural, geográfico, de vegetación, climatológico (vientos, precipitaciones, temperaturas, humedad relativa), patrimonial, histórico y ancestral sobre la pertinencia de la edificación en cuestión, respetando además, las normas urbanísticas de uso de suelo y reglamentaciones u ordenanzas de construcción locales. Se debe justificar en este análisis las ventajas y desventajas que esta edificación acarrea a la población circundante” (INEN, 2011).

1.1.7 EFICIENCIA ENERGÉTICA EN HOSPITALES

En las construcciones que tienen que ver con las Unidades de Salud en el Ecuador existen normativas de aplicación a diferentes áreas de la salud; en el Ministerio de Salud Pública y también en el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social para diferentes tipos de edificaciones. Es necesario indicar que las edificaciones relacionadas con los Establecimientos de Salud en diferentes niveles de atención, son de las más complejas por su variedad de servicios, materiales y sistemas de instalaciones hidro-sanitarias, eléctrico- electrónicos y mecánicos.

Para la selección de los Establecimientos de Salud como aplicación del presente trabajo, se ha considerado en base a la Tipología de las Unidades de Salud, del Ministerio de Salud Pública del Ecuador y las unidades de Salud del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social de nuestro país, en consideración a que cuentan con la mayoría de unidades de salud en el país respecto a las de tipo privado o las que tienen financiamiento de las ONGs.

Ministerio de Salud Pública. Expide el “Reglamento General Sustantivo para la aplicación del Proceso de Licenciamiento en los Establecimientos de Salud” (febrero, 2010), según dispone Acuerdos Ministeriales N° 288 de junio de 2077, 818 de diciembre 2008 y los artículos 151 y 154 de la Constitución Política del Ecuador, da una clasificación de establecimientos según disponibilidad de recursos y organización de sus servicios como Ambulatorios y de Internación (Tabla 1.1). La tipología de los Establecimientos de Salud Públicos, codificados según su capacidad resolutive, nivel de atención, complejidad de recursos y subsector de origen, son los siguientes:

Tabla 1.1. Clasificación de Establecimientos de Salud del Ministerio de Salud Pública

1. Ambulatorios públicos
1.1 Puesto de Salud
1.2 Unidad Móvil de Salud
1.2.1 Clínica General
1.2.2 Clínica Especializada
1.2.3 Quirúrgica General
1.2.4 Quirúrgica Especializada
1.2.5 Diagnóstico General
1.2.6 Diagnóstico Especializado
1.3 Subcentro de Salud
1.3.1 Urbano
1.3.2 Rural
1.4 Centro de Salud, de 8 horas
1.4.1 CS - A
1.4.2 CS – A Jefatura de Área
1.5 Centro de Salud, de 24 horas
1.5.1 CS – B
1.5.2 CS – B Jefatura de Área
2. Internación Públicos
2.1 Hospital Básico – A
2.2 Hospital Básico – B
2.3 Hospital General
2.4 Hospital Especializado – A
2.5 Hospital Especializado – B
2.6 Hospital de Especialidades – A
2.6.1 Hospital de Especialidades – B

(MINISTERIO DE SALUD PUBLICA, 2010, págs. 3 y 5)

Según la clasificación del cuadro punto 3., el Hospital Básico tipo A de internación tiene una capacidad de 5 a 14 camas, para pacientes de bajo riesgo, con procedimientos de baja y mediana complejidad. Similar a Centro-Materno-Infantil.

El hospital Básico tipo B de internación, tiene una capacidad de 15 a 49 camas, para pacientes de bajo riesgo, con procedimientos de baja y mediana complejidad.

Respecto al Hospital General de internación, tiene una capacidad de 50 a 99 camas, para pacientes de mediano riesgo, con procedimientos de mediana y alta complejidad.

El Hospital Especializado tipo A de internación, tiene una capacidad de 15 a 14 camas, para pacientes de alto riesgo, con procedimientos de mediana complejidad.

Referente al Hospital Especializado tipo B de internación, tiene una capacidad de 15 o más camas, para pacientes de mediano riesgo, con procedimientos de alta complejidad.

El Hospital de Especialidades tipo A de internación, de referencia provincial o regional, tiene una capacidad de 100 a 299 camas, para pacientes de mediano o alto riesgo, con procedimientos de alta complejidad.

El Hospital de Especialidades tipo B de internación, de referencia nacional, tiene una capacidad de 300 o más camas, para pacientes de alto riesgo, con procedimientos de alta complejidad.

En el artículo 13, del Reglamento General Sustantivo para la Aplicación del Proceso de Licenciamiento en los Establecimientos de Salud, refiere a que el licenciamiento estará conformado por técnicos designados por el Director del Proceso de Servicios de Salud, responsabilidades en cuanto a capacitación, actualización de instrumentos técnicos, del análisis las nuevas tecnologías de recursos, entre otros aspectos. Es la parte fundamental del licenciamiento en donde debería aplicarse el tema de eficiencia energética revisando los

sistemas que involucran motores eléctricos, generadores de vapor, procesos de manejo de equipos en ares de alimentación, lavandería entre otros lo cual parte de los técnicos delegados deberán conocer lo concerniente al tema para hacer los correctivos necesarios o dar las recomendaciones que obliguen a ahorrar energía.

Tabla 1.2. Tipología de las Unidades Médicas del IESS, Primer Nivel de Atención

NIVELES DE ATENCIÓN	NIVELES DE COMPLEJIDAD	CATEGORIA DE ESTABLECIMIENTO MSP	NOMBRE MSP	CATEGORÍA DEL ESTABLECIMIENTO IESS	NOMBRE IESS
PRIMER NIVEL DE ATENCIÓN	1º Nivel de complejidad	I - 1	Puesto de salud		
	2º Nivel de complejidad	I - 2	Consultorio general	12	Servicios profesionales
	3º Nivel de complejidad	I - 3	Centro de Salud - A	7	Dispensarios Anexos
	4º Nivel de complejidad	I - 4	Centro de Salud - B		
	5º Nivel de complejidad	I - 5	Centro de Salud - C	5	UAA
		CDI - 1	Centro de Diagnóstico Integral		
		i - 1	Establecimiento de Imagen Basica	10	Auxiliar de diagnóstico para Imagen
		L - 1	Laboratorio de diagnóstico Clínico general o de baja complejidad	10	Auxiliar de diagnóstico para laboratorio
		CRI - 1	Centro de Rehabilitación Integral General	10	Auxiliar de diagnóstico para Rehabilitacion

(IESS, Resolución CI 056, Reglamento General, 2013)

Tabla 1.3. Tipología de las Unidades Médicas del IESS, Segundo Nivel de Atención

NIVELES DE ATENCIÓN	AMBULATORIO					
	NIVELES DE COMPLEJIDAD	DE ESTABLECIMIENTO MSP	NOMBRE MSP	DEL ESTABLECIMIENTO IESS	NOMBRE IESS	
SEGUNDO NIVEL DE ATENCIÓN	1º Nivel de complejidad	II - 1	Consultorio de especialidades clínico quirúrgicas y odontológico	i2 - 20	Servicios profesionales y Clínicas Odontológicas	
	2º Nivel de complejidad	II - 2	Centro de especialidades	4	CAA	
	3º Nivel de complejidad	II - 3	Centro clínico quirúrgicas ambulatorio (Hospital del Día)	4	CAA	
		CDI - 2	Centro de Diagnóstico de mediana complejidad	10		
		i - 2	Establecimiento de Imagen con Intervencionismo	10	Auxiliar de diagnóstico para Imagen	
		L - 2	Laboratorio de diagnóstico Clínico especializado de mediana complejidad	10	Auxiliar de diagnóstico para laboratorio	
		CRI - 2	Centro de Rehabilitación Integral de Mediana Complejidad	10	Auxiliar de diagnóstico para Rehabilitación	
	HOSPITALARIO					
	4º Nivel de complejidad	II - 4	Hospital Básico	10	Hospital Nivel I	
	complejidad	II - 5	Hospital General	10	Hospital Nivel II	

(IESS, Resolución CI 056, Reglamento General, 2013)

Tabla 1.4. Tipología de las Unidades Médicas del IESS, Tercer Nivel de Atención

NIVELES DE ATENCIÓN	AMBULATORIO				
	NIVELES DE COMPLEJIDAD	DE ESTABLECIMIENTO MSP	NOMBRE MSP	DEL ESTABLECIMIENTO IESS	NOMBRE IESS
TERCER NIVEL DE ATENCIÓN	1º Nivel de complejidad	III - 1	Centro Especializado	6	Centros de Hemodiálisis
				15	Centro especializado de
		i - 3	o de Imagen de Alta Complejidad	10	Auxiliar de diagnóstico para Imagen
		L - 3	Laboratorio de diagnóstico Clínico especializado	10	Auxiliar de diagnóstico para Laboratorio
		CDI - 3	Diagnóstico Integral de Alta	10	Auxiliar de diagnóstico
		F - 1	Laboratorio Fisiológico Cardio	10	Auxiliar de diagnóstico
		F - 2	Fisiológico Músculo Esquelético	10	Auxiliar de diagnóstico
		F - 3	Laboratorio Fisiológico Neurofisiológico	10	Auxiliar de diagnóstico
		F - 4	Laboratorio Fisiológico Metabólico	10	Auxiliar de diagnóstico
		CRI - 3	Rehabilitación Integral de Alta Complejidad	10	Auxiliar de diagnóstico para Rehabilitación
	HOSPITALARIO				
	2º Nivel de complejidad	III - 2	Hospital Especializado	9	Hospital de Cuidados Mínimos
				17	Hospital Especializado Urología
3				Hospital Nivel III	
complejidad	III - 3	Hospital de Especialidades			

(IESS, Resolución CI 056, Reglamento General, 2013)

“Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. La tipología de las Unidades de Salud se describe según base legal del Acuerdo Ministerial 1203 publicado en el Registro Oficial 725 de agosto 2013, emitido por el MSP, en donde dispone:

Para desarrollar el trabajo articulado en todas las unidades del sector público y conformar la red Pública Integral de salud, el IESS expedita el Reglamento de Homologación de la Unidades médicas del IESS” (MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA, 2010).

Ver Tablas 1.2, 1.3 y 1.4, de equivalencias de Servicios y Niveles de Atención del MSP y el IESS:

I NIVEL DE ATENCIÓN: Puesto de salud, Consultorio general, Centro de Salud A, B y C, Centro de diagnóstico, Establecimiento de imagen básica, Laboratorio de diagnóstico, Centro de Rehabilitación.

II NIVEL DE ATENCIÓN: Consultorio de especialidades, Centro de especialidades, Centro clínico y diagnóstico, Establecimiento de imagen, Laboratorio de diagnóstico especializado, Centro de Rehabilitación, Hospital Básico (Hospital nivel I), Hospital General (Hospital nivel II).

III NIVEL DE ATENCIÓN: Centro especializado, Establecimiento de imagen de alta complejidad, Centro diagnóstico integral, Laboratorios fisiológicos, Centro de Rehabilitación alta complejidad, Hospital Especializado (Hospital de cuidado mínimos y Hospital Especializado Urología), Hospital de especializado (Hospital nivel III).

UNIDADES DEL SEGURO SOCIAL CAMPESINO: Centro de Salud A1, A2, B1, B2

De lo indicado, en cuanto a Unidades de Salud se refiere, la aplicación del presente trabajo se enmarcaría en unidades de salud según lo que se indica a continuación:

Ministerio de Salud Pública:

- Hospital General de internación, capacidad de 50 a 99 camas

- Hospital de Especialidades tipo A de internación, capacidad de 100 a 299 camas.
- Hospital de Especialidades tipo B de internación, capacidad de 300 o más camas.

Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social:

- II NIVEL DE ATENCIÓN: Hospital Básico (Hospital nivel I), Hospital General (Hospital nivel II).
- III NIVEL DE ATENCIÓN: Hospital Especializado (Hospital de cuidado mínimos y Hospital Especializado Urología), Hospital de especializado (Hospital nivel III).

Cabe indicar que en las unidades de salud a partir de 50 camas en varios casos, existen sistemas mecánicos y eléctrico - electrónicos de mayor complejidad como generación de vapor, sistemas de aire acondicionado, sistemas centralizados de gases medicinales, etc., lo cual aplica en buen nivel el análisis de estos sistemas.

En el Ecuador, la eficiencia energética en lo que tiene que ver con el área de la salud, y particularmente en las edificaciones, como respaldo de su aplicación, en la Constitución 2008, Capítulo VII, RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR, sección segunda, Salud, se refiere al artículo siguiente:

Art. 363.- El Estado será responsable de:

1. Formular políticas públicas que garanticen la promoción, prevención, curación, rehabilitación y atención integral en salud y fomentar prácticas saludables en los ámbitos familiar, laboral y comunitario.
2. Universalizar la atención en salud, mejorar permanentemente la calidad y ampliar la cobertura.
3. Fortalecer los servicios estatales de salud, incorporar el talento humano y proporcionar la infraestructura física y el equipamiento a las instituciones públicas de salud.

Por lo indicado, según el inciso 3, es viable la aplicación del presente trabajo, en donde se conseguirá un mejoramiento en todo nivel de salud, fortaleciendo las construcciones civiles en su infraestructura física y el equipamiento de las unidades de salud públicas, con la mejor práctica del convivir de las personas y el mejoramiento del talento humano para su mejor atención.

1.1.8 EDIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA: UN PROBLEMA DE ACTUALIDAD

Es importante analizar este tema, por cuanto es de responsabilidad mundial y particularmente en nuestro país que hay mucho que conservar, por lo que se ha enmarcado como premisas fundamentales: el respeto a la naturaleza y el Sumak Kawsay, los cuales se citan en varios artículos en la Constitución del 2008, debiéndose tomar en cuenta que la eficiencia energética en la construcción de edificios toma importancia a la hora de realizar un proyecto. La concienciación con respecto a la ecología debería hacer que el consumo energético se convierta en uno de los temas de interés principal para todas las instituciones que están dentro de procesos industriales, y de gran impacto al medio ambiente, es necesario que los proyectistas apliquen obligatoriamente el aspecto ecológico, para construir edificios verdes y que sean eficientes energéticamente.

1.1.8.1 EL CONCEPTO DE EDIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA

Desde el año de 1973 existe el concepto de edificación bioclimática, cuya denominación procede precisamente de un intento de reducción del consumo de elementos nocivos para el medio ambiente y un regreso a la aplicación de la arquitectura tradicional, con mejores aplicaciones con materiales naturales o reciclados. Lo ecológico cobra gran importancia por la crisis del petróleo que se va a dar en próximos años (ASOCIACION DE EMPRESAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA, 2010).

Haciendo referencia a lo bioclimático, que aplica la Unión Europea (UE). La reducción del consumo de energía en este ámbito constituye, por lo tanto, una prioridad en el marco de los objetivos “20- 20- 20” (en materia de eficiencia energética), en donde se tiene por objeto promover la eficiencia energética de los edificios en función del aprovechamiento de materiales que presenten mejores condiciones de conservación de energía, con requisitos mínimos en materia de eficiencia energética para alcanzar niveles óptimos en términos de costos. El nivel de estos requisitos debe revisarse cada cinco años, considerando una distinción entre edificios nuevos y edificios existentes y entre diferentes categorías de edificios.

Los edificios nuevos cumplen exigencias y antes del inicio de su construcción para ser objeto de un estudio de viabilidad relativo a la instalación de sistemas de abastecimiento de energías renovables, bombas de calor, sistemas de calefacción y refrigeración urbano o colectivo y sistemas de cogeneración.

Los edificios existentes, cuando son objeto de trabajos de renovación importantes, deben beneficiarse de una mejora de su eficiencia energética y en lo posible aplicar el concepto de edificaciones bioclimáticas, de tal forma que pueda satisfacer igualmente los requisitos mínimos.

En general, la no aplicación de los requisitos mínimos se enmarca para los siguientes casos:

- los edificios protegidos oficialmente (por ejemplo, edificios históricos);
- los edificios utilizados como lugares de culto;
- las construcciones provisionales;
- los edificios residenciales destinados a una duración de uso anual limitada;
- los edificios independientes de una superficie útil total inferior a 50 m².

(ASOCIACION DE EMPRESAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA, 2010)

Cuando en los edificios tienen instalaciones nuevas, se sustituyen o modernizan, los sistemas técnicos del edificio como los sistemas de calefacción, agua caliente, climatización, ventilación, vapor, entre otros, que

también deben cumplir los requisitos en materia de eficiencia energética, que en el caso del presente trabajo se aplicará en el hospital en cuestión.

Luego de realizar varios diagnósticos energéticos, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que al sustituir o mejorar los elementos de un edificio que integren la envolvente del edificio y que mejoren de manera significativa en la eficiencia energética de dicha envolvente (por ejemplo, aislamiento de tuberías), se fijen unos requisitos mínimos de eficiencia energética para ellos, con el fin de alcanzar unos niveles óptimos de rentabilidad.

En otros países, con políticas gubernamentales de aplicación de eficiencia energética en varias áreas de producción, se han planteado metas que podrían ser optimistas a un futuro cercano: a partir del 31 de diciembre de 2020, todos los edificios nuevos deben tener un consumo de energía casi nulo. Los nuevos edificios que estén ocupados y que sean propiedad de las autoridades públicas deben cumplir los mismos criterios después del 31 de diciembre de 2018. (EUR-LEX, 2014)

1.2 SIMULACIÓN

1.2.1 INTRODUCCIÓN

La simulación es un método por el cual se puede probar o experimentar o ver qué sucede en determinado proceso, escenario u objeto sin el riesgo que haya consecuencias reales. Luego permite comparar diferentes soluciones ante un problema, probarlas y ver cuál es la mejor (MORENO, 2012).

Se la utiliza en investigación para periodos a largo plazo que de modo matemático durarían muchas horas en calcularse, debido a la cantidad de datos a recolectarse durante este estudio la ayuda de software especializado permite relacionar las variables más importantes del conjunto de sistemas y sus influencias entre sí.

Dado que los programas de simulación pueden acortar tiempo en la obtención de resultados también se debe contrastar los resultados con los obtenidos mediante la recolección de datos experimentales y cálculos (MORENO, 2012).

El programa de simulación EnergyPlus es uno de varios programas que se utiliza para simular el consumo energético de una edificación tomando en consideración la ventilación y aire acondicionado, iluminación, consumo energético de motores y equipos, este programa es de uso libre y se lo descarga directamente desde la página de internet y se actualiza cada 6 meses.

Se destaca que este estudio incluye programas adicionales como Sketchup™ (producto con versión de uso libre de Google™) para modelizar la geometría de la edificación en 3D y OpenStudio (producto de uso libre del Departamento de Energía de los Estados Unidos) como un plug in que conecta el modelo con el simulador EnergyPlus.

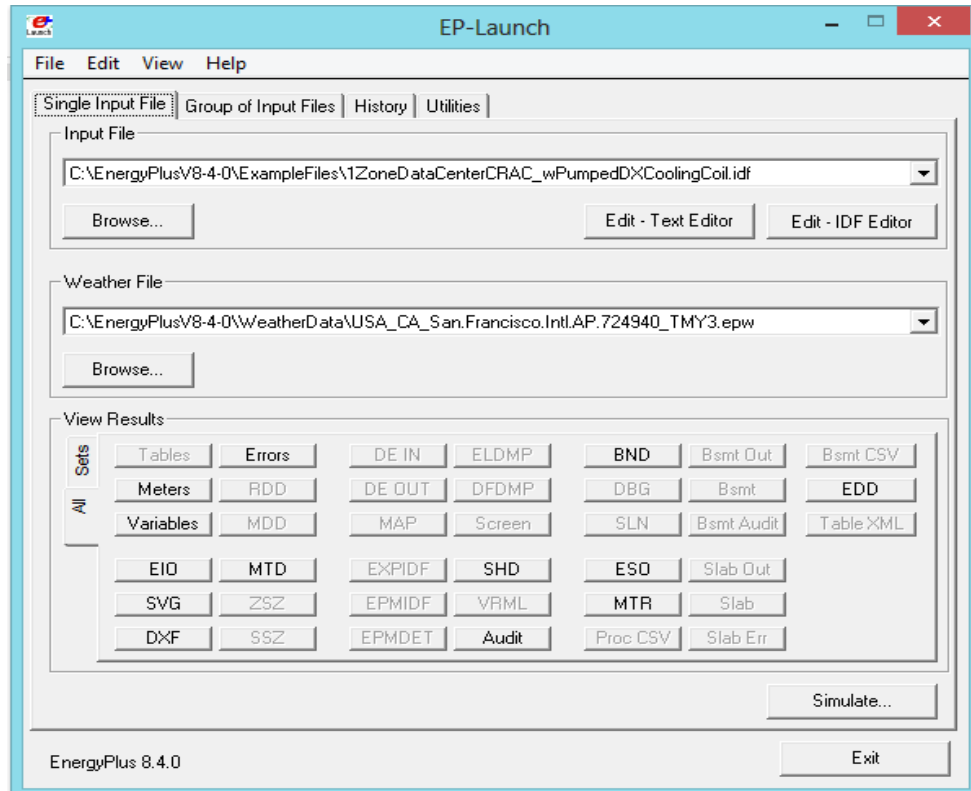


Figura 1.1. Pantalla inicial EnergyPlus 2015
(U.S. Department of Energy)

En la figura 1.1 se aprecia la pantalla inicial del programa de simulación EnergyPlus 2015 en su última versión.

La construcción del modelo se debe realizar en 3D, este dibujo facilitará introducir las características propias de la edificación como materiales, insolación, condiciones de iluminación, etc. a considerar lo cual facilita la introducción de variables y la consideración de las unidades correspondientes.

La simulación permite realizar cambios de parámetros como la psicrometría que está asociada al lugar donde se encuentra emplazado el edificio a analizar para ver cómo responde. Este comportamiento se comparara con los datos experimentales y cálculos teóricos lo cual permitirá entender y refinar el modelo.

1.2.2 VARIABLES DEL MODELO

Las variables permiten obtener un modelo muy parecido al real para lo cual también se debe tener un criterio sólido sobre cálculo de cargas térmicas, a continuación se tiene las variables que se consideran para la simulación:

- Temperatura bulbo húmedo
- Temperatura bulbo seco
- Latitud
- Insolación
- Periodo anual
- Material revestimiento (paredes, ventanas)
- Iluminación
- Carga de motores
- Carga de equipos, instrumentos

Una vez elegido el sistema a simular se procede con el dibujo que será el bosquejo inicial y del cual posteriormente se realizará la programación con las

correspondientes variables, constantes considerando fuentes de generación de energía y los controles del sistema, en la figura 1.2 se tiene un ejemplo de un dibujo en 3D el cual ayuda mucho en la visualización.



Figura 1.2. Dibujo 3D en SketchupTM

1.3 POLÍTICAS NACIONALES

La Constitución 2008 del Ecuador en sus Capítulos II y VII relaciona las energías alternativas y la eficiencia energética como derecho del buen vivir y ecología, lo cual aplicado a la presente tesis es el respaldo de ley para conseguir y aplicar condiciones de eficiencia energética a edificio y como forma particular y especializada a los establecimientos de salud, entre ellos los hospitales.

Respecto a preservación del medio ambiente y la utilización de las energías limpias, la Constitución 2008 del Ecuador indica:

“Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, Importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional” (República del Ecuador, 2008).

Los artículos mencionados son de suma importancia en la planificación de edificaciones, y como caso particular de edificaciones del Área de la Salud en donde, por su función tienen varias tecnologías de alto y bajo impacto ambiental, como el caso de generadores de vapor (calderos de combustibles fósiles), aguas negras e infectadas de laboratorios, lavanderías y desinfección de lavachatas.

Todos estos focos contaminantes obligan a estas edificaciones a tener plantas de tratamiento que minimicen el impacto ambiental, y en el caso de no tener ningún tipo de tratamiento pagan fuertes multas a las empresas municipales.

Respecto a la Eficiencia Energética, por otro lado, en la Constitución 2008 del Ecuador promueve esta aplicación y de energías renovables; igual para la limitación de las emisiones de gases de efecto Invernadero, reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos, entre otros; los cuales se irán adaptando al presente trabajo investigativo.

“Art. 413.-El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la

soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

Art. 414.- El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto Invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo.

Art. 415.- El Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados adoptarán políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano y de uso del suelo, que permitan regular el crecimiento urbano, el manejo de la fauna urbana e Incentiven el establecimiento de zonas verdes.

Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción, reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos. Se incentivará y facilitará el transporte terrestre no motorizado, en especial mediante el establecimiento de ciclo vías” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

1.3.2 PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACIÓN

1.3.2.1 INTRODUCCIÓN

El pueblo ecuatoriano, el 28 de septiembre de 2008, aprobó la nueva Constitución de la República del Ecuador, que en el artículo 313 y siguientes establece que el Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia.

Adicionalmente, señala que uno de los sectores estratégicos es la energía en todas sus formas y la provisión del servicio público de energía eléctrica es responsabilidad del Estado; para lo cual, se constituirán empresas públicas y se podrá delegar a empresas mixtas y, excepcionalmente a la iniciativa privada y a la economía popular y solidaria, el ejercicio de dichas actividades, en los casos que establezca la normativa vigente.

Esta responsabilidad conlleva a que en la producción, distribución y utilización de los energéticos, deban estar inmersos principios de eficiencia energética, toda vez que la energía es un bien costoso y escaso que debe ser gestionado considerando la preservación ambiental y la responsabilidad social hacia las futuras generaciones, conforme lo establecido en la misma Constitución.

De la misma forma, en las etapas previas al desarrollo de los emprendimientos energéticos debe haber la más amplia participación ciudadana, con particular énfasis en la opinión sobre los estudios de impacto ambiental de los proyectos de producción y transporte de electricidad, cuya infraestructura debe ser concebida de forma que los servicios que proveen, cumplan con los niveles de calidad, confiabilidad y seguridad que, según norma, se establezcan para todas las regiones del país.

Los aspectos señalados en los párrafos anteriores deben estar contemplados en una Planificación Sectorial Integral, que sea un instrumento técnico que permita establecer y optimizar la utilización de los recursos y la fijación de metas, para que el servicio público de energía eléctrica cumpla con los principios dispuestos por la Constitución, en cuanto a obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad.

Un aspecto importante que debe ser considerado son los subsidios estatales que puedan considerarse necesarios. En efecto, estos deberán ser focalizados y/o de carácter transitorio y constar en el Presupuesto General del Estado - PGE-, para ser transferidos a las empresas del sector, de forma obligatoria y oportuna (MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGÍAS RENOVABLES,2012).

1.3.2.3 OBJETIVO DEL PLAN MAESTRO DE ELECTRIFICACIÓN

El Plan Maestro de Electrificación -PME- como una herramienta integral para la toma de decisiones en el sector eléctrico, que permita garantizar la continuidad del abastecimiento de energía eléctrica a los habitantes del Ecuador, en el

corto, mediano y largo plazo, con niveles adecuados de seguridad y calidad, observando criterios técnicos, económicos, financieros, sociales y ambientales.

En la figura 1.3 se detalla el consumo energético nacional en porcentajes para el año 2012 de los diferentes sectores económicos.

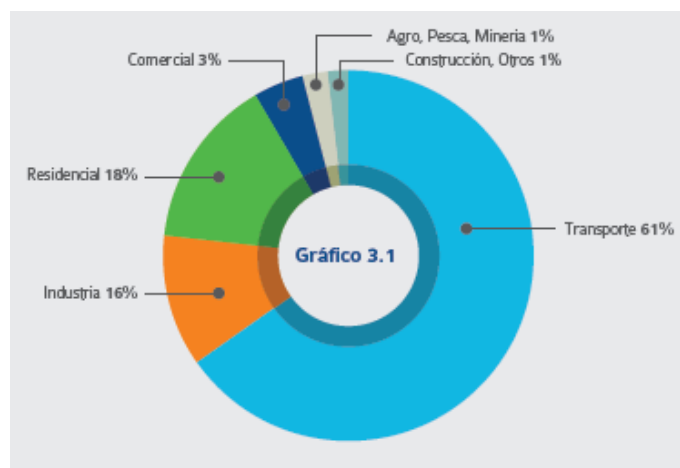


Figura 1.3. Consumo energético Nacional

(MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGÍAS RENOVABLES, 2012)

En la figura 1.4 se detalla el consumo energético nacional en GWh para el año 2010 de los diferentes sectores económicos.

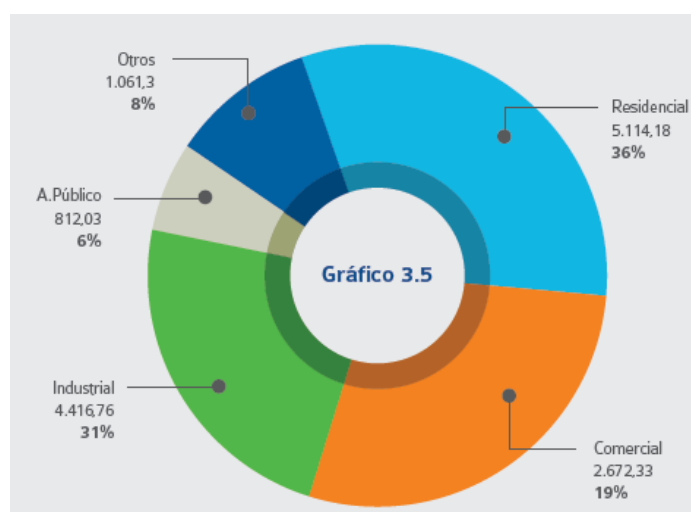


Figura 1.4. Consumo Nacional por sectores GWh (2010)

(MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGÍAS RENOVABLES, 2012)

En la figura 1.5 se detalla el uso final de la energía para la región Sierra para el año 2012.

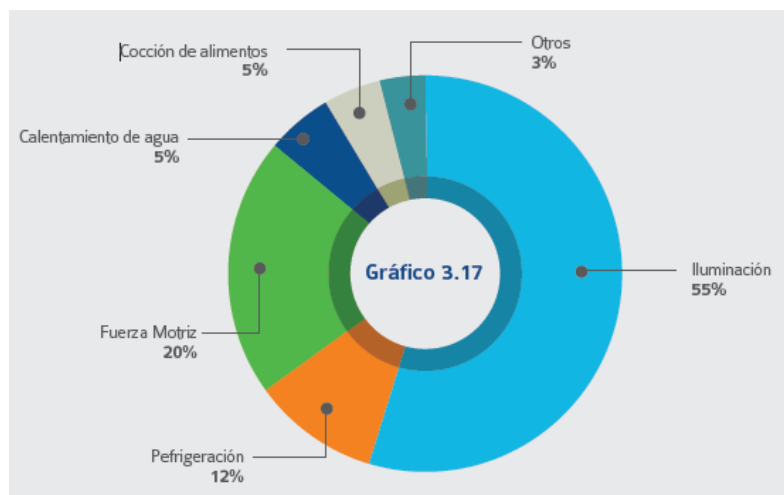


Figura 1.5. Usos finales Región Sierra

(MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGÍAS RENOVABLES, 2012)

1.3.2.4 SECTOR PÚBLICO

Se sabe que la mayoría de las instituciones públicas no han instaurado una cultura de buen uso de la energía. Asimismo, por la antigüedad de las edificaciones, muchas de ellas poseen iluminación ineficiente e instalaciones defectuosas, así como dispositivos que han cumplido con su vida útil tecnológica, principalmente equipos ofimáticos. Como parte de este sector se puede considerar al servicio de alumbrado público, el cual se caracteriza por utilizar, en muchos de los casos, equipos de baja eficiencia energética, además de no contar con adecuados procedimientos y programas de diseño, operación y mantenimiento, todo esto a pesar de las innovaciones tecnológicas que se han introducido en el mercado durante los últimos años.

- Proyecto de acción inmediata para el uso eficiente de la energía en el sector público.
- Proyecto alumbrado público a nivel nacional
- Proyecto sustitución de lámparas de alumbrado público por lámparas más eficientes en la provincia de Galápagos.

1.3.2.5 PROYECTO PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA EN EL SECTOR PÚBLICO

El Proyecto de Diagnósticos Energéticos, efectuado en el año 2008 por el Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos de Pichincha (CIEEPI) en 46 edificios públicos de Quito, concluyó que solo un 30% de los edificios estudiados aprovecha la luz natural para iluminación y que un 17% no cumplía con los niveles adecuados de flujo luminoso (MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGIAS RENOVABLES, 2012).

En cuanto al consumo energético, se concluyó que casi el 50% de los edificios tienen un índice de consumo promedio menor a 5 kWh/m², mientras que en el extremo superior se tienen edificios que consumen más de 30 kWh/m², llegando hasta 50 kWh/m² (MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGIAS RENOVABLES, 2012).

Con base en los estudios presentados se concluyó que las oportunidades de mejorar el uso de energía eléctrica, en cada uno de los 46 edificios públicos analizados, se centran en el tema de iluminación considerando los siguientes parámetros de necesidades lumínicas en los planos de trabajo.

Los edificios pertenecientes a la administración pública en Ecuador, presentan en muchos casos deficiencias en el buen uso de la energía y, por lo tanto, una alta y creciente demanda; debido, por un lado, a la falta de consideración de criterios de

eficiencia y rendimiento energético al momento del diseño y adquisición de las instalaciones, falta de control interno por parte de las instituciones en la gestión energética, falta de hábitos de uso eficiente de la energía por parte del personal que labora en los mismos; y, por otro lado, a la antigüedad de las edificaciones, principalmente en los rubros de climatización, generación de energía térmica calorífica para agua caliente sanitaria, iluminación, ascensores, sistemas ininterumpibles de energía (UPS), entre otros.

En lo que se refiere a mantenimiento, el 44% de los edificios realiza periódicamente mantenimientos apropiados a los distintos sistemas eléctricos,

existiendo a su vez varias instituciones que se encuentran implementando sistemas de eficiencia energética: un 8,7% de los edificios ya tienen implementados estos sistemas y un 17% tienen sistemas parcialmente instalados (MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGIAS RENOVABLES, 2012).

Esto es un indicador de que existe un potencial todavía grande para mejorar la eficiencia de la energía en el sector.

Mediante este proyecto, se busca implementar un plan de acción inmediata para lograr resultados cuantificables, medibles y predecibles de la mejora del rendimiento energético.

Los programas de uso eficiente de energía, orientados al sector público, ofrecen un gran potencial de generar ahorros económicos y beneficios ambientales, pero por otra parte, las acciones de ahorro de energía en el sector público constituyen un importante soporte para los programas nacionales de eficiencia energética, dada la fuerza moral que da el ejemplo.

Las acciones que se desarrollen mediante sistemas de medición en: iluminación, fuerza, datos y comunicaciones, con los resultados correspondientes, a fin de mejorar la eficiencia con que se utiliza la energía dentro de las instituciones de la administración pública son de mucha importancia debido al alto potencial de ahorro del recurso energético, y demanda de potencia que representan.

El importante soporte a la política y los programas nacionales de eficiencia energética que representa la iniciativa dada por parte del sector público con el aprendizaje y las herramientas que se desarrollen podrán ser reproducidos o trasladados a otros niveles y sectores, multiplicando los beneficios a obtener.

Se desarrollarán nuevas capacidades productivas creando fuentes de trabajo sostenibles de manera directa e indirecta en un sector de mayor proyección y

sobre todo al hecho de mostrar ejemplos de eficiencia desde lo público hacia la sociedad en general.

La estrategia de implementación se basa en la creación de un Presupuesto de Inversión para la ejecución de planes y proyectos de eficiencia energética en los edificios a cargo de las propias entidades públicas, mediante los cuales se pretende recuperar porcentaje de la facturación mensual, debido a la disminución en el consumo de energía obtenido.

Complementariamente se contempla en este proyecto la formulación de un Manual de Compras Públicas, que permitirá diseñar, elaborar y adoptar un manual de aplicación obligatoria que canalice las compras públicas hacia los productos energéticamente más eficientes y limpios del mercado, a fin de transparentar y hacer más eficientes las adquisiciones de insumos y materiales a cargo de las instituciones del sector público.

Las guías para la elaboración del manual contemplan:

- Uso de productos con bajo contenido o ausencia de sustancias tóxicas y peligrosas.
- Uso de productos reutilizables, de larga vida, separables y fácilmente reparables.
- Uso de productos y materiales reciclables o reciclados.
- Reducción y correcta gestión de residuos.

1.3.2.7 SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA

La adopción y promoción de las normas nacionales de gestión de la energía, junto con la creación de capacidad de las empresas será efectiva en la transformación de la eficiencia energética industrial. Experiencias internacionales en este sector, demuestran que mantener vigentes las prácticas de eficiencia energética constituye un desafío para la industria, pues la mayoría de sistemas optimizados pierden su eficiencia inicial con el tiempo debido a los cambios de personal y producción.

CAPITULO 2. METODOLOGÍA

2.1 DETERMINACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS MECÁNICOS DE UN HOSPITAL PÚBLICO

La situación actual de los sistemas hidráulicos, vapor- condensado y aire acondicionado – ventilación, como objetivo específico del presente trabajo, se evaluaron en varias actividades, como se indica a continuación:

- Entrevista con autoridades del hospital para socializar y poner en conocimiento de los aspectos técnicos del trabajo que se realizó, para aplicar en las áreas de incidencia de los sistemas mencionados.
- Con los delegados administrativos y de mantenimiento se realizó un cronograma de actividades, de los sistemas mecánicos para ingresar a las diferentes áreas de interés, las de mayor incidencia en el estudio de aplicación de eficiencia energética y de mayor contaminación de aire.
- Luego de puntualizadas las áreas de observación se procedió con su recorrido, para toma de datos y lecturas de parámetros necesarios (temperaturas, presiones, caudales, etc.).
- Para respaldar el desarrollo de datos y cálculos que se realizarán más adelante, fue importante también obtener material fotográfico.

La evaluación de los sistemas hidráulicos, vapor- condensado, aire acondicionado y ventilación mecánica Hospital General de Latacunga (de tipología de Internación Pública), se realizó con la autorización de la Gerencia Hospitalaria, quien delegó al Área Administrativa y al Departamento de Mantenimiento de la mencionada Casa de Salud, realizar las actividades para la toma de datos de consumo de energía y también para efectuar los recorridos a las instalaciones y equipos de los sistemas mecánicos en las áreas de mayor incidencia de consumo energético.

El área administrativa proporcionó las facturas de sistemas de energía primaria y de servicios: planillas mensuales de la empresa eléctrica, planillas mensuales del agua potable, planillas de consumo mensual de gas licuado de petróleo y

las planillas de diésel No. 2; así también, cuadros con información estadística de la atención diaria a pacientes en emergencias, consulta externa, mensual de pacientes, número de camas disponibles, carga de camas disponibles, egresos de pacientes, alimentación, entre otros, de lo que se desarrolló su análisis en tablas y gráficos correspondientes.

Con el personal de Mantenimiento se tomaron datos de ubicación y recorrido de tuberías; medidores de agua, cisterna, sistemas de bombeo, equipos de aire acondicionado, cuartos fríos, bombonas de gas licuado de petróleo, etc.

Luego del procesamiento de datos y la información proporcionada por la Institución se determinaron los indicadores de base para desarrollar el análisis técnico de la energía a implementarse en el hospital, tanto en su planificación o como medida de corrección en los casos que se determinó desperdicio de energía. Tales recomendaciones se indican en el capítulo 4.

La presentación de resultados inicia con los datos estadísticos de atención hospitalaria; luego su análisis en base a las planillas de consumo mensual. Este análisis comprende el total de energía del hospital, y determinación de indicadores de energía por cama.

Se analizó los sistemas hidráulicos, vapor- condensado, aire acondicionado y ventilación mecánica, como objetivo específico, sin dejar de lado al consumo eléctrico de iluminación, cargas interiores de equipos, incidencia de motores eléctricos que no dan ahorro energético. Los datos eléctricos de motores se tomaron igual en el sitio de funcionamiento y los datos particulares de iluminación, transformadores, y otros lo proporcionó el Departamento de Mantenimiento, como datos de primera mano.

En la simulación del sistema se consideró lo indicado en el capítulo 2, con una aplicación del programa EnergyPlus, como aplicación del sistema de climatización (termo ventilación) del Centro Quirúrgico, el cual arrojó los datos de cargas térmicas ideales con las condiciones de psicrometría, que por ser programa internacional, este considera parámetros de la ciudad de Quito y no de Latacunga, pero considerando la altitud promedio sobre el nivel del mar, se consideró que no tiene variación significativa comparada con la hoja de cálculo

empleada para este tipo de cálculo de cargas térmicas. De forma adicional en la aplicación de este programa, se obtuvo la cantidad de CO₂ generado por el funcionamiento del hospital.

Determinándose los parámetros que pueden dar un correctivo al desperdicio de energía. En base a la simulación realizada, como medida de implementación de gestión de energía, se variaron algunos parámetros, consiguiéndose un ahorro de energía considerable y una buena aplicación de eficiencia energética.

Luego del procesamiento de datos y la información proporcionada por la institución se determinó la carga de atenciones de los pacientes externos e internos, carga de Kg de ropa, la incidencia en el consumo de electricidad, agua potable, diésel y gas licuado de petróleo y los indicadores de base desarrollados en el análisis técnico de la energía. Con tales datos se implementó una tabla referencial de consumo de energía para un hospital de tipología público, tanto para su planificación inicial o como medida de corrección en los ya construidos, como es el caso actual de este hospital analizado.

En los sistemas que se detectaron desperdicio de energía, se harán referencia en el capítulo 4. Una buena herramienta para que las autoridades y áreas involucradas de mantenimiento de infraestructura del hospital adapten sus sistemas a una eficiencia energética aplicada a sus condiciones, instalaciones y equipos que en varios casos pasaron su vida útil.

2.1.1 DESCRIPCIÓN DEL ESTADO FÍSICO DE LOS SISTEMAS MECÁNICOS

Para conocer el estado de las instalaciones y equipos se consideró averiguar su historia constructiva.

El hospital en mención, en la actualidad de tipología de Internación Público, inicio su actividad el 8 de octubre de 1863 (antes conocido como Hospital de la Caridad), como donación de las Hnas. Ana y Mercedes Páez Vela durante la Presidencia del Dr. Gabriel García Moreno.

Mapa Satelital de Latacunga con street view gogle



Figura 2.1. Mapa satelital del Hospital General de Latacunga

(CODIGOS POSTAL. Org ESPAÑA, 2015)

En 1946 cuando se inicia la construcción del nuevo edificio bajo asesoría técnica del Servicio Cooperativo Interamericano y toma el nombre de Hospital General de Latacunga. Desde el 14 de abril de 1973 hasta la actualidad la Institución depende del Ministerio de Salud Pública del Ecuador.(INCOP, MSP 2011).

Según la figura 2.1 muestra la ubicación satelital del Hospital en análisis, en cual está ubicado en el centro de la ciudad con varias vías de acceso y limitado en el sector occidental por el rio Cutuchi.



Figura 2.2. Fachada principal del Hospital General de Latacunga

Por Decreto Ejecutivo No. 232 del 14 de abril de 1972, publicado en el Registro Oficial No. 48 de la misma fecha se suprimieron las Juntas y Asistencias Sociales del País y se incorporan al Ministerio de Salud Pública, todos los Hospitales con sus patrimonios mediante Decreto Ejecutivo No. 3292 publicado en el Registro Oficial No. 932 del 11 de mayo de 1992, se establecieron los Sistemas Locales de Salud, mediante la modalidad de Áreas de Salud. (INCOP, MSP 2011)

Su planta física se encuentra a 2.850 metros sobre el nivel del mar y tiene una temperatura promedio de 12 grados centígrados. Su uso y construcción siempre ha sido exclusiva para la salud. Terreno que presenta un área de 22.346m², está conformado por 6 crujías de norte a sur y 2 crujías de este oeste con un total de 8 crujías, según Fig. 2.2 refiere a la fotografía de su fachada principal. (INCOP, MSP 2011)

Para el análisis energético del hospital, fue necesario tener documentos referenciales para ubicar áreas y también consumos de servicios, así, con los planos arquitectónicos facilitó revisar las áreas incidentes de mayor consumo de energía. En la figura 2.3 grafica el plano de la implantación de la edificación. (INCOP, MSP 2011)

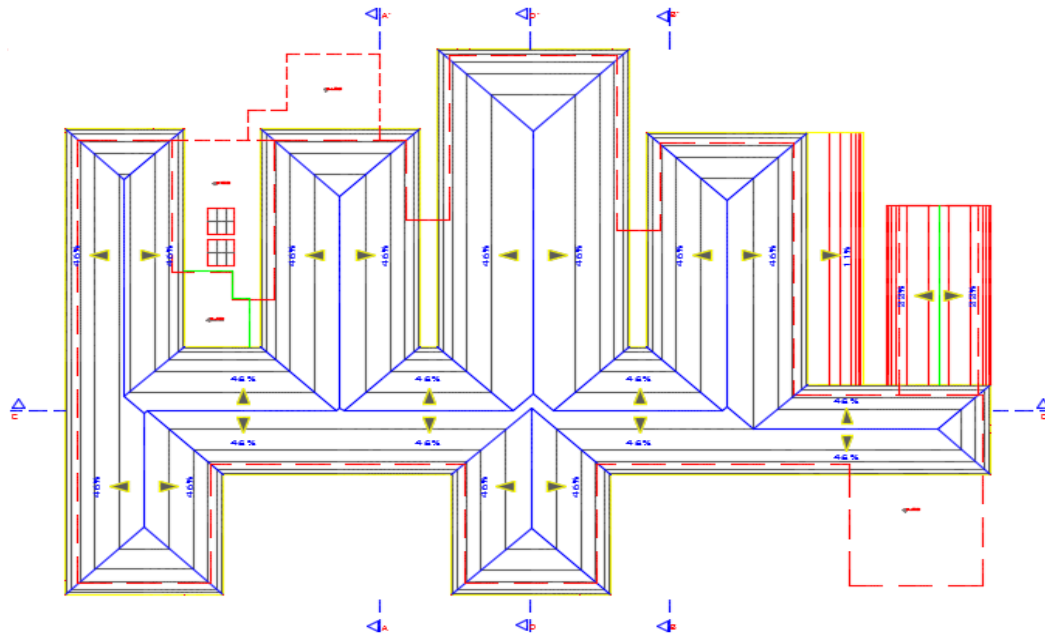


Figura 2.3. Implantación del hospital

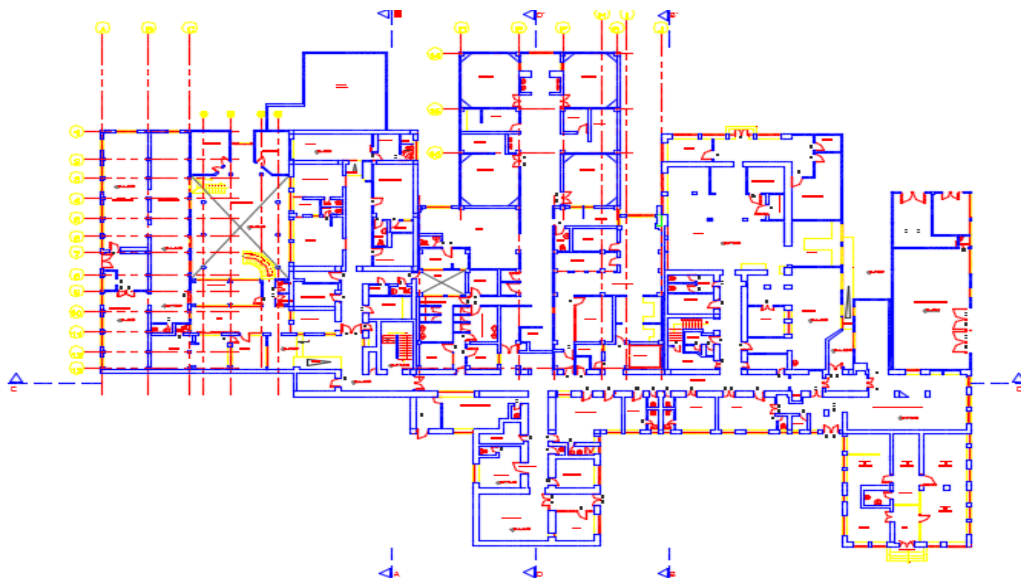


Figura 2.4. Planta Baja del hospital

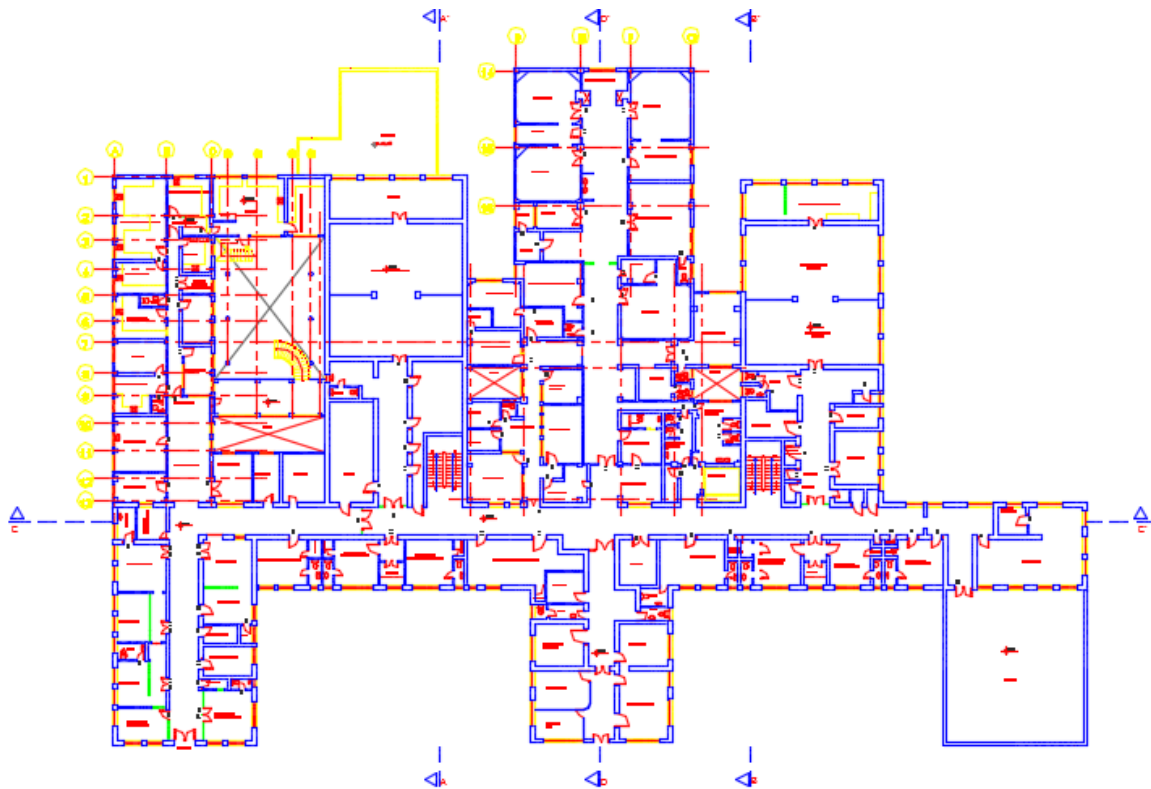


Figura 2.5. Primera planta alta del hospital

Las Figuras 2.4 y 2.5 hacen detallan los planos de planta baja y primera planta alta, en donde están las áreas de servicios (lavandería, esterilización, cocina, casa de máquinas) y el Centro Quirúrgico como áreas críticas. La segunda planta alta tiene hospitalizaciones y el Centro Gineco-obstétrico.

2.1.2 ÁREAS DE INCIDENCIA DE SISTEMAS MECÁNICOS EN EL CONSUMO ENERGÉTICO

El Hospital General de Latacunga tiene las áreas de servicios y áreas críticas en la planta baja, primera planta alta y segunda planta alta, como se indicó anteriormente; en las mencionadas plantas se desarrolló el análisis como objetivo específico. Así también se consideró el análisis del consumo de energía de todo el hospital.

En las áreas exteriores del hospital están las acometidas de agua, la cisterna y sistemas de bombeo, así como, los medidores eléctricos y cámaras de transformación eléctrica; además de equipos de climatización, centrales de gases medicinales y el tanque mensual de diésel.

Se procesaron las planillas mensuales de consumo de electricidad, agua potable, diésel No. 2 y del gas licuado de petróleo, determinándose los gráficos para su análisis de la incidencia en los sistemas mecánicos. La Figura 2.6 muestra la instalación forzada de los equipos en el patio exterior, igual equipos de otros sistemas, debido que el hospital no cuenta con un piso técnico.



Figura 2.6. Equipos de climatización instalados en patio exterior

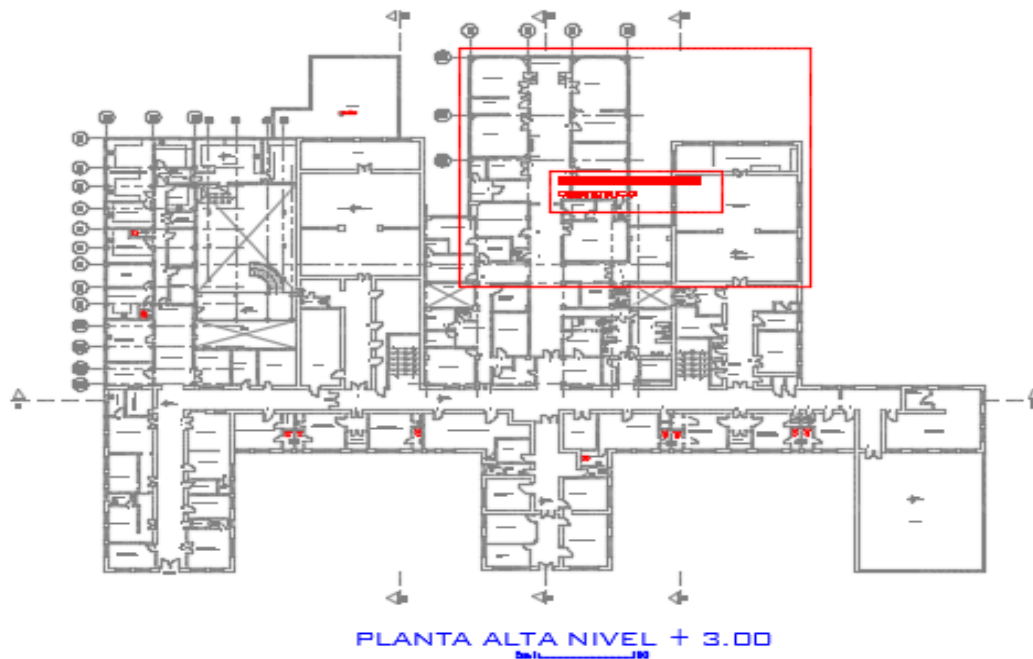


Figura 2.7. Centro Quirúrgico. Primera planta alta

Respecto a los sistemas hidráulico, vapor y condensado y aire acondicionado, se describen a continuación varias áreas para su evaluación.

En el **sistema de climatización** se analizaron las condiciones de climatización de los Centros Quirúrgico (Primera Planta) y Gineco-Obstétrico (Segunda Planta), de similares ubicaciones según indica el área la figura 2.7 (Primera Planta).

El sistema de climatización del Centro Quirúrgico (figura 2.8) similar al funcionamiento del Centro Gineco-Obstétrico cuenta con unidades manejadoras con recirculación de aire al 30% y sirve exclusivamente a los 4 quirófanos y sala de Recuperación post operatorios. En los corredores internos se detectó que no tienen renovación de aire, y el calor generado en toda el área proviene de los quirófanos. Cabe indicar que los quirófanos tienen presión positiva, que garantiza el no ingreso de aire contaminado al interior mientras se practican las operaciones.



Figura 2.8. Sistema de climatización del Centro Quirúrgico

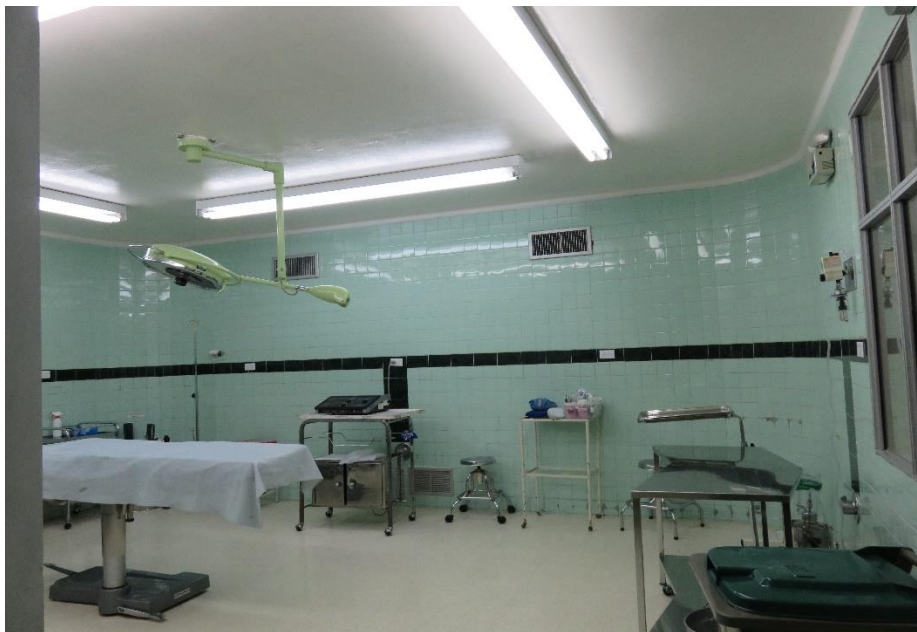


Figura 2.9. Quirófano del Centro quirúrgico

En el Área de Esterilización también se observó que no tiene un sistema de climatización y extracción adecuado. En esta área crítica, como en quirófanos

es necesario aplica un filtraje de tipo absoluto, esto es con filtros al 99,99% o también al 99,97%. Para refrescar el ambiente se observó ventanas abiertas para mitigar el excesivo calor de radiación de los autoclaves hacia el personal que labora no tiene confort (22°C a 24°C). En la figura 2.10 se grafican las áreas de análisis.

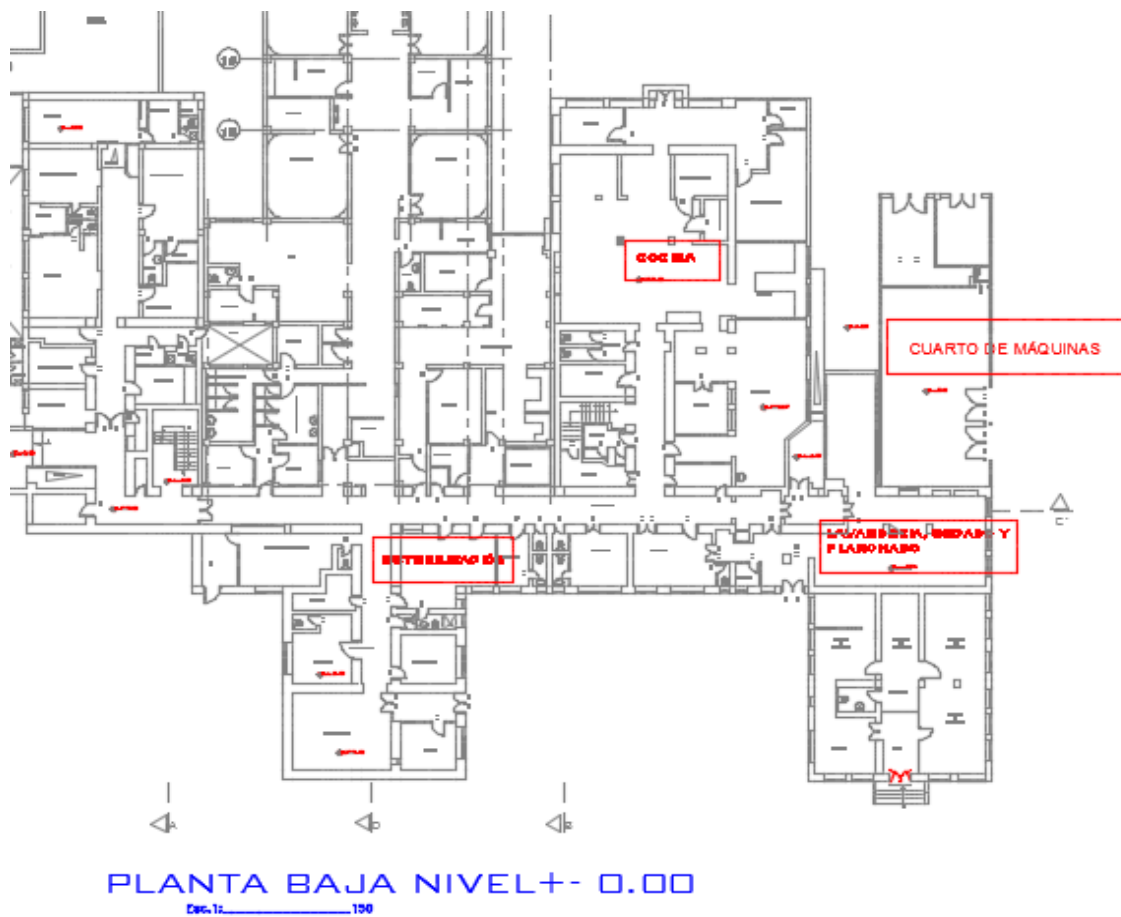


Figura 2.10. Áreas de Lavandería, Cocina, Esterilización y Casa se Maquinas. Planta baja

En lo que tiene que ver con la ventilación forzada, se observaron varios lugares en donde aplica este sistema, como en Rayos X, extracción de olores de campana en área de cocina, entre otros. Sectores que tienen contaminación muy peligrosa no cuentan con ventilación mecánica como Emergencia, Triage, hospitalizaciones y en algunos baños interiores.

Respecto al **sistema hidráulico** se evaluaron las acometidas de agua potable que tiene el hospital, siete medidores ubicados en tres calles principales. Varios de ellos de ellos llenan la cisterna de 300 m³.

Los medidores que están en la calle Hnas. Páez tienen cada uno dos ramificaciones, una va al hospital y otra a la cisterna mencionada anteriormente. Una parte del caudal da el servicio el sistema de bombeo (Sistema de presión constante) con su bomba piloto de 5 HP y por otro lado el ingreso directo al hospital. De las instalaciones del agua potable no hay planos actualizados y no se conocen recorridos exactos.

Dentro de la normativa de instalaciones más actuales, en los hospitales las tuberías, en general van colocadas sobre el cielo raso, por trincheras, túneles, pasos elevados, que permiten su fácil inspección y es factible aplicar un mantenimiento preventivo y correctivo; o también alimentar para futuras ampliaciones. Una excepción se da en los bajantes aplicados a baños y piezas sanitarias, en todos los casos siempre van empotradas.



Figura 2.11. Calentamiento de agua con calefones

Se observó que el hospital no cuenta con un sistema matriz de agua caliente que vaya paralela a la red de agua fría. Se ha solucionado con calefones instalados cerca a las áreas de servicio, dando un riesgo de incendio.

La figura 2.11 indica la instalación de alto riesgo para el calentamiento de agua. Se determinó que debería proyectarse a un sistema centralizado de GLP o solucionar con aplicación de energías alternativas que se indicara más adelante.



Figura 2.12. Sistema de bombeo de agua potable (sistema de presión constante)

Respecto al **sistema contra incendios**, el hospital no cuenta con una red de mitigación de incendios. Este tema llamo mucho la atención por ser una contravención al Reglamento Vigente del Cuerpo de Bomberos, aunque el sistema de bombeo funcione con el generador de emergencia, debe tener una red independiente contra incendios. Dos compartimentos y una buena reserva de agua pero no garantiza que de darse un flagelo se cuente con el agua disponible. En la figura 2.12 se observa el sistema de presión constante existente en el hospital, del cual dependen los servicios generales, la generación de vapor e incendios.

En la evaluación del **sistema de vapor y condensado**, que da servicio a las áreas de: lavandería, cocina y esterilización, desde la Casa de Maquinas, existen dos calderos sin funcionamiento hace varios meses y están totalmente deteriorados, son los equipos originales desde el inicio del Hospital que paso a responsabilidad del MSP.



Figura 2.13. Calderos antiguos actualmente sin funcionar



Figura 2.14. Caldero nuevo de 100 BHP

La generación de vapor está a cargo un caldero nuevo de fabricación nacional de 100 BHP. Cabe indicar que al inicio del presente trabajo el montaje e instalación de este caldero, en últimos meses la Institución dejó ya sin funcionamiento los dos calderos antiguos. Se mantiene el antiguo distribuidor de vapor y redes con nuevo aislamiento con foil de aluminio.

2.2 OBTENCIÓN DE INDICADORES

En general los indicadores se determinaron con base en el número de camas disponibles, según aplica el Ministerio de Salud Pública para indicadores de enfermedades o servicios.

Los indicadores también podrían determinarse con base en el área de construcción, en edificaciones de tipo horizontal (ejemplo el Hospital Pablo Arturo Suarez) o de tipo vertical, (por ejemplo el Hospital Eugenio Espejo), no permite tener un indicador similar o cercano por cuanto las edificaciones de tipo vertical utilizaran menor área de construcción.

Por lo indicado, lo que se requiere es determinar el indicador de aproximación de edificaciones de tipo horizontal, sobre las 50 camas (ver I Capítulo 1.17).

“Los indicadores son parámetros de medición que integran generalmente más de una variable básica que caracteriza un evento, a través de formulaciones matemáticas sencillas, permitiendo una fácil comprensión de las causas, comportamiento y resultados de una actividad”.

“Las características básicas que deben tener los indicadores son, que sean confiables, periódicos, desagregados, que cubran los parámetros básicos, de manera que faciliten la evaluación del sector y evalúen los resultados frente a objetivos y/o metas. Para garantizar esto, se debe tener una metodología para establecer los indicadores...” (Trujillo Vera, 2014)

Considerando tablas desarrolladas de varias Unidades de Salud de Chile (ver anexo 9), en donde se presentan indicadores en $[\text{kWh}/\text{m}^2 * \text{año}]$, es una referencia para comparar con los indicadores que se va a obtener en este caso particular del Hospital General de Latacunga.

Para determinar los indicadores se aplicó el siguiente método:

Con base en las planillas de consumo eléctrico, agua potable, gas licuado de petróleo y diésel, se resumen los valores en cantidad y costos por mes. Luego de conocer el número de camas disponibles de la Unidad de Salud, que se han utilizado en el mes correspondiente, se calcula la cantidad de energía y el costo del servicio mensual para el número de camas.

Los indicadores de situación actual de la unidad de salud se determinaron en función de los usuarios y de los costos de energía por cama disponible. Así los indicadores determinados fueron los siguientes:

I_{AP} = Indicador de consumo de agua potable

I_{EL} = Indicador de consumo de energía eléctrica

I_{GLP} = Indicador de consumo de gas licuado de petróleo

I_{DI} = Indicador de consumo de diésel

2.3 ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE ENERGÍA

2.3.1 INTRODUCCIÓN

Para establecer el sistema de gestión de energía ya se expuso los requisitos técnicos necesarios como un análisis de la situación actual de la edificación y de los cuales se obtuvieron los indicadores de la parte real descrito en el punto 2.1 de este capítulo.

Se realizó la simulación del mismo sistema bajo los parámetros de funcionamiento normales a los cuales se aplica ya los criterios de eficiencia energética en los sistemas de vapor, aire acondicionado e hidráulico bajo las normas ecuatorianas vigentes como son las RTE – INEN que se encuentran

clasificadas según los equipos como motores, bombas, etc. o más generales como edificaciones.

2.3.2 METODOLOGÍA DE SIMULACIÓN

Para la utilización de sistemas informáticos de simulación se requirió inicialmente de la construcción de un modelo básico en el cual se aplica la teoría de eficiencia energética para los sistemas mecánicos descritos en los objetivos de este proyecto, la caracterización de los materiales y el análisis de los resultados.

Para iniciar el proceso se tomó los criterios para cálculo de cargas térmicas del edificio hospitalario el cual se basa en las demandas de cada área y la necesidad de confort según datos teóricos, tablas normas como ASHRAE (Sociedad Americana de Aire Acondicionado, Refrigeración y Calefacción) además de experiencias laborales. En vista de que es un edificio existente los materiales para la simulación son los reales.

El programa informático para simulación fue cargado con datos de psicrometría, altura, incidencia solar según la posición geográfica del Ecuador ya que muchos programas vienen predeterminados en su base de datos para ciertas condiciones de países como Estados Unidos o países europeos.

El modelo para la simulación se dibujó inicialmente en programas de diseño como AutoCad™ del cual se obtuvo las dimensiones del edificio hospitalario para posteriormente dibujar el Sketchup™ el modelo maqueta en 3D, a través del plug in OpenStudio se caracterizó cada componente de la construcción dándole texturas, incidencias solares, etc.

El programa EnergyPlus es un programa gratuito de simulación de energía para edificios que se utiliza ampliamente para modelar el consumo de energía, calefacción, refrigeración, ventilación, iluminación, cargas de conexiones y uso del agua, este software se lo descargó desde su página web. Su desarrollo está financiado por el Departamento de Energía de los estados

Unidos y fue el seleccionado para llegar a cumplir con los objetivos de esta tesis.

Los resultados de la simulación se compararon con los obtenidos en forma experimental para emitir las conclusiones respectivas y en anexos se muestran las capturas de pantalla de los resultados.

2.3.3 SISTEMA DE GESTIÓN DE ENERGÍA

El sistema de gestión de energía es un compendio de medidas cuyo objetivo es el ahorro de energía siendo la eficiencia energética una de las herramientas para potenciarlo. Esta gestión puede actuar en varios niveles de la organización establecida dentro del hospital.

Se estableció un sistema de gestión de energía tomando en cuenta todas las fuentes de energía que se utilizan, todo esto en un análisis de situación actual del establecimiento hospitalario.

Se planteó el uso de nuevas fuentes de energía ya sean alternativas o nuevas tecnologías que ayuden a la eficiencia energética para este objetivo se analizó los resultados de estudios técnicos para este Hospital público.

La distribución de la energía requerida para el funcionamiento del establecimiento hospitalario fue la más adecuada para cumplir con las metas de eficiencia energética.

Se estableció los puntos prioritarios a los que la energía debe llegar según las necesidades del hospital y de acuerdo a los costos que influyen en el presupuesto anual para el funcionamiento.

Como un objetivo principal de este Sistema de gestión de energía se debe perseguir la certificación nacional e internacional para lo cual se tiene la norma ISO 50001.

2.3.4 CUANTIFICACIÓN DEL CO₂

La medición del CO₂ consistió en estimar las emisiones de gases con efecto invernadero en términos de CO₂ equivalente, las cuales son generadas, directa e indirectamente, por la actividad de las personas o empresas y para su cálculo se consideró:

- a) Las fuentes de energía para la generación de electricidad como combustibles fósiles, hidro generación, energías alternativas, etc., otros servicios del establecimiento como uso de calderas para generación de vapor en cocina, lavanderías, esterilización, agua caliente sanitaria, etc.
- b) El sistema de transporte utilizado en el establecimiento, determinando marcas de vehículos, cilindraje, demanda de uso y cuyos factores para cálculo se los encontró en tablas o manuales de los fabricantes.

Cabe considerar que no se tomó en cuenta la huella de carbono que genera la fabricación de los materiales utilizados para la construcción de la edificación sino solo la que genera su funcionamiento.

CAPITULO 3. DESARROLLO

3.1 PRESENTACION DE RESULTADOS

De acuerdo al objetivo específico del presente trabajo, acerca del análisis de los sistemas hidráulicos, vapor- condensado, aire acondicionado y ventilación mecánica del Hospital General de Latacunga, se realizó cumpliendo con las etapas de evaluación, con los datos proporcionados por la Administración y los datos tomados en el sitio y los entregados por el Departamento de Mantenimiento.

3.1.1. ANÁLISIS DE DATOS EN ATENCIÓN HOSPITALARIA

Con los datos proporcionados por la Administración del hospital (ver Anexos 3.1 y 3.2), se desarrolló varios cuadros de atención hospitalaria.

Tabla 3.1. Informe estadístico de producción hospitalaria

INFORME ESTADISTICO DE PRODUCCION HOSPITALARIA POR SERVICIOS Y EN GENERAL DE ENERO A DICIEMBRE DEL 2012

ATENCIONES EN CONSULTA EXTERNA

SERVICIO	ENERO	FEB	MARZ	ABR	MAY	JUN	JULI	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
MEDICINA INTERNA	942	796	782	450	621	398	618	666	528	799	792	560	7952
CIRUGIA	193	186	181	138	185	199	256	286	274	208	103	101	2310
CIRUGIA PLASTICA	66	58	65	45	46	51	59	89	75	33	54	38	679
TRAUMATOLOGIA	446	469	410	438	348	483	574	473	441	545	494	385	5506
CARDIOLOGIA	190	151	185	148	161	161	179	131	126	175	185	133	1925
OTORRINOLARINGOLOGIA	141	144	139	61	129	136	187	174	44	222	213	158	1748
GINECOLOGIA	394	289	249	269	283	293	306	326	258	265	220	167	3319
OFTALMOLOGIA	149	131	101	151	143	159	215	240	39	211	195	187	1921
PEDIATRIA	697	700	447	250	315	289	242	368	265	333	278	233	4417
PSIQUIATRIA	91	166	189	189	159	136	191	185	160	198	184	109	1957
OBSTETRICIA	282	243	90	28	27	16							686
TOTAL:	3591	3333	2838	2167	2417	2321	2827	2938	2210	2989	2718	2071	32420

(Herrera, ESTADISTICA HGL, 2013)

Fue necesario el análisis de la carga de atenciones de forma externa y de encamados, para determinar el consumo por usuario en lo que tiene que ver con el agua potable, energía eléctrica, combustibles y servicios internos como raciones de comida y cargas de limpieza de ropa, entre otras.

La tabla 3.1 refiere a las atenciones de consulta externa por mes y anual llegando a un número total de atenciones de 32.420, en las diferentes áreas de atención del hospital (medicina interna, traumatología, ginecología, psiquiatría, cirugía, cardiología, oftalmología, obstetricia, cirugía plástica, pediatría y otorrinolaringología).

Tales datos se han procesado en gráficos para ver incidencia de mayor o menor asistencia de pacientes, como se indica en la figura 3.1 y figura 3.2.

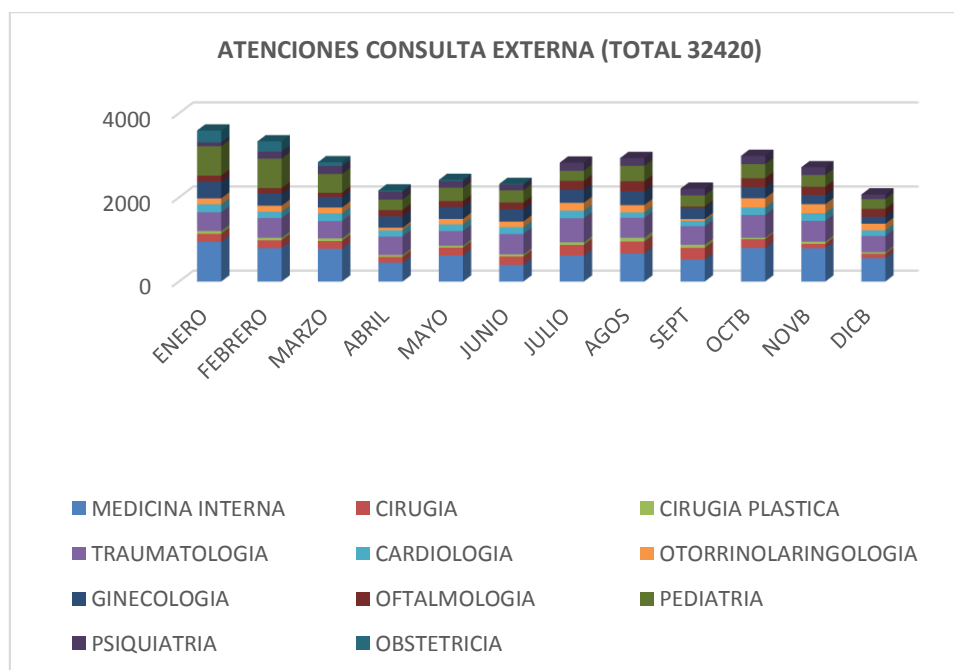


Figura 3.1. Atenciones de Consulta Externa

(Herrera, ESTADISTICA HGL, 2013)

Durante los meses de enero y febrero se tuvo mayor número de atenciones de consulta externa; abril, septiembre y diciembre las de menor número de atenciones.

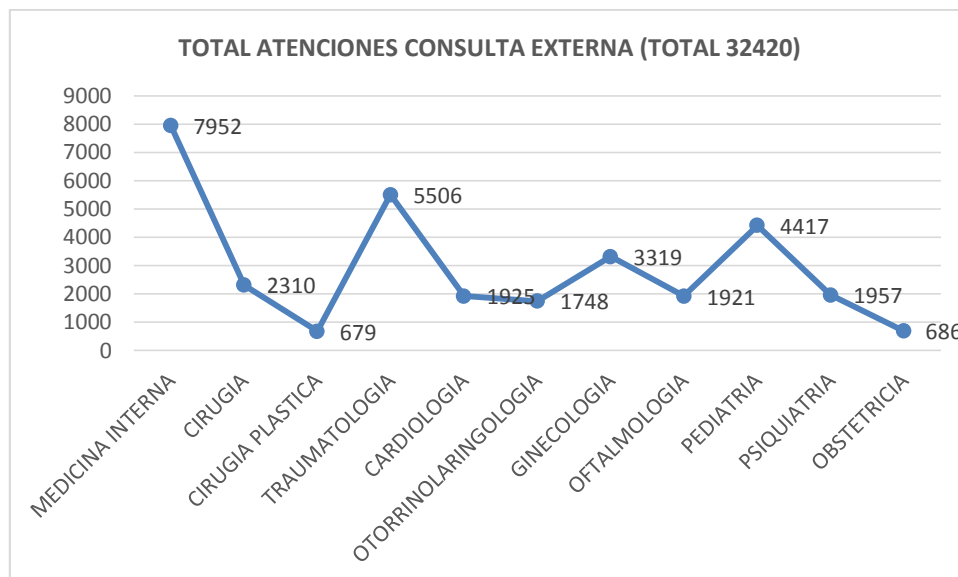


Figura 3.2. Total de atenciones de Consulta Externa

(Herrera, ESTADISTICA HGL, 2013)

La figura 3.2, muestra las atenciones anuales de las diferentes áreas, se observó que las áreas de medicina interna, traumatología y pediatría tienen mayor incidencia con un total de 55.1% del total de atenciones.

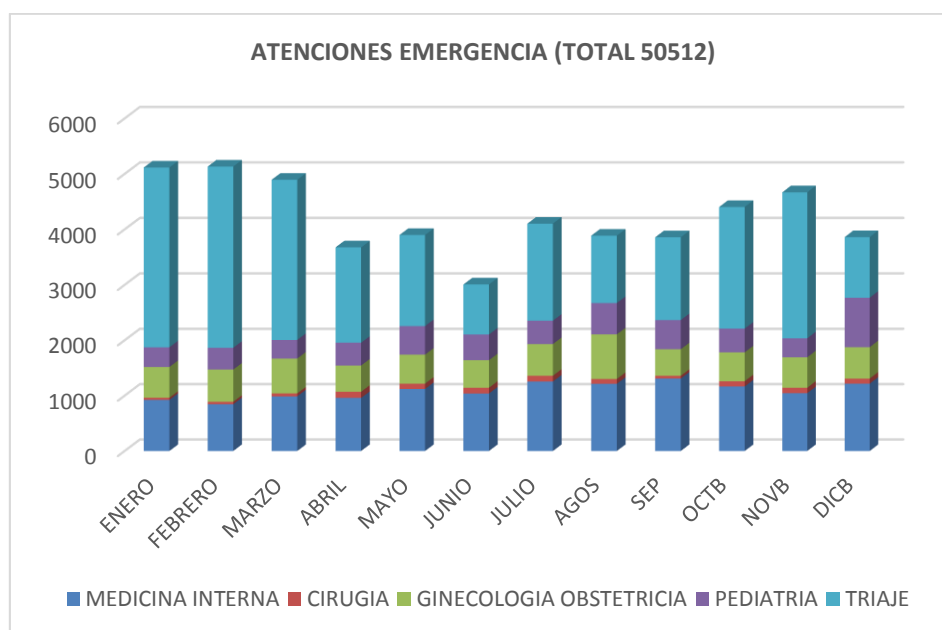


Figura 3.3. Atenciones de Emergencia

(Herrera, ESTADISTICA HGL, 2013)

En lo que tiene que ver con Emergencia, la figura 3.3 describe al inicio del año en los meses de enero a marzo se dan mayores citas de atención. Caso especial en el área de triaje se determinó un alto porcentaje de atención de emergencias de 47.59% del total de 50.512 pacientes, el área de triaje y el área de medicina interna suman 37.122 atenciones equivalente al 73.5% del total de 50.512 pacientes. La incidencia de lo indicado se observa en la figura 3.3.

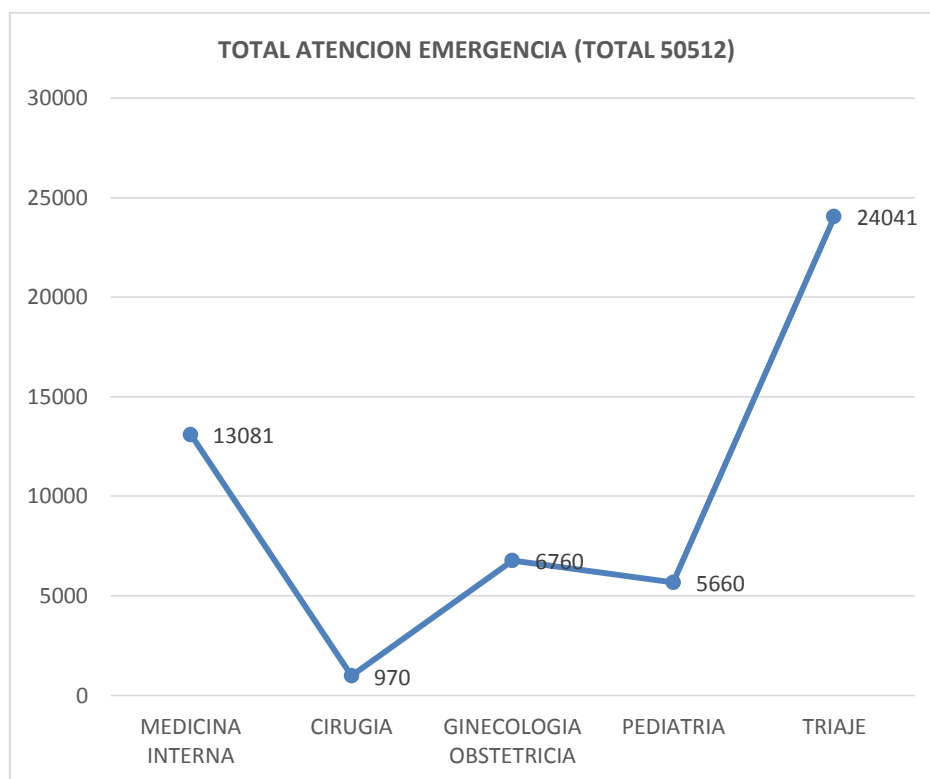


Figura 3.4. Área de Emergencia (total de atenciones)

(Herrera, ESTADISTICA HGL, 2013)

Por otro lado, en lo que tiene que ver con la cantidad de pacientes durante ese mismo periodo (ver Anexo 3.1), la figura 3.5 indica la cantidad de pacientes por mes y total anual.

En los meses de agosto y octubre hay mayor frecuencia de atención, siendo ligeramente mayores a los otros meses.

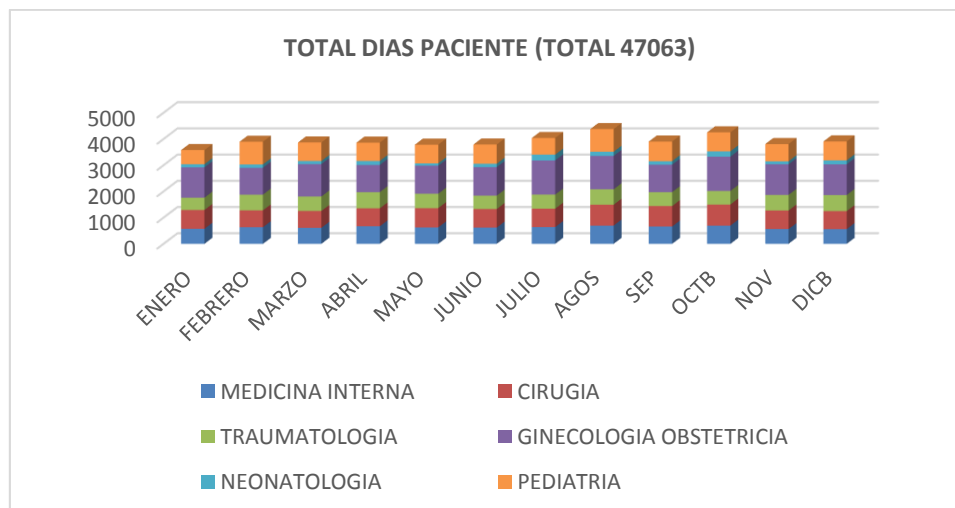


Figura 3.5. Atenciones de pacientes en diferentes áreas de encamados

(Herrera, ESTADISTICA HGL, 2013)

Según el gráfico mencionado, las Áreas de Cirugía, Ginecología Obstetricia y Pediatría suman 31.101 pacientes, equivalente al 66.1 % del total de 47.603 pacientes atendidos anualmente.

En el anexo 3.1 se detallan estos valores.

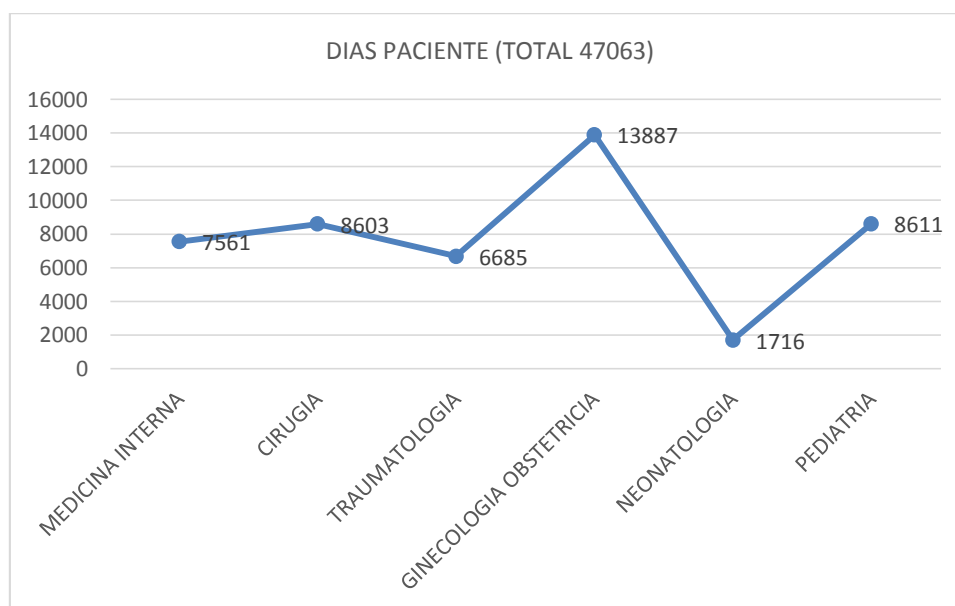


Figura 3.6. Gráfico de días paciente en diferentes áreas

(Herrera, ESTADISTICA HGL, 2013)

Respecto a las camas disponibles, es necesario analizar la disponibilidad de camas para los pacientes; según anexo 3.1, se tienen las cantidades promedio por mes.

Tabla 3.2. Informe estadístico de producción hospitalaria

PROMEDIO DIARIO CAMAS DISPONIBLES

SERVICIO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS	SEP	OCTB	NOV	DICB	TOTAL
MEDICINA INTERNA	23,97	24	24	23,97	24	24,13	24,1	23,9	23,6	24	24	24	23,9
CIRUGIA	29,81	30,1	30	29,6	30	30,2	30	30,2	31,8	29,5	30,1	30	30,1
TRAUMATOLOGIA	23	22,9	22,9	23,07	23,26	22,9	23,7	23,8	24	24,1	24	24	23,4
GINECOLOGIA OBSTETRICIA	34,74	36	35,9	36	36	36	36	36	36	26	36	35,2	35,8
NEONATOLOGIA	6	6	6	6	5,96	6,03	6,6	6,1	6,1	6,7	6	6,1	6,1
PEDIATRIA	33,29	33,2	33	33,07	33,39	33,17	33,1	32,5	32,7	33,4	33,1	33,4	33,1
TOTAL:	150,8	152,1	152	151,7	152,6	152,4	153,7	152,7	154,1	153,6	153,1	152,6	152,6

(Herrera, ESTADISTICA HGL, 2013)

En la figura 3.7 se observa la distribución promedio de camas disponibles, como desarrollo de la tabla 3.2. Cada mes tiene una fluctuación aproximada al promedio anual de 152.6 camas diarias disponibles. Cabe indicar que la dotación normal de camas es de 202 unidades (ver anexo 3.1), lo cual por motivo de egresos e ingresos de pacientes se dan espacios en camas disponibles inmediatas debido a la limpieza, desinfección y mantenimiento.

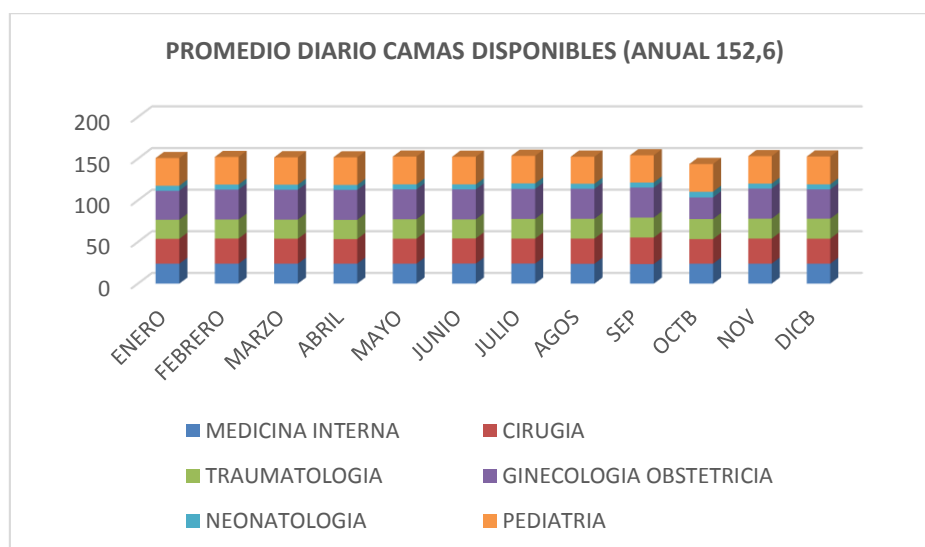


Figura 3.7. Promedio diario de camas disponibles

(Herrera, ESTADISTICA HGL, 2013)

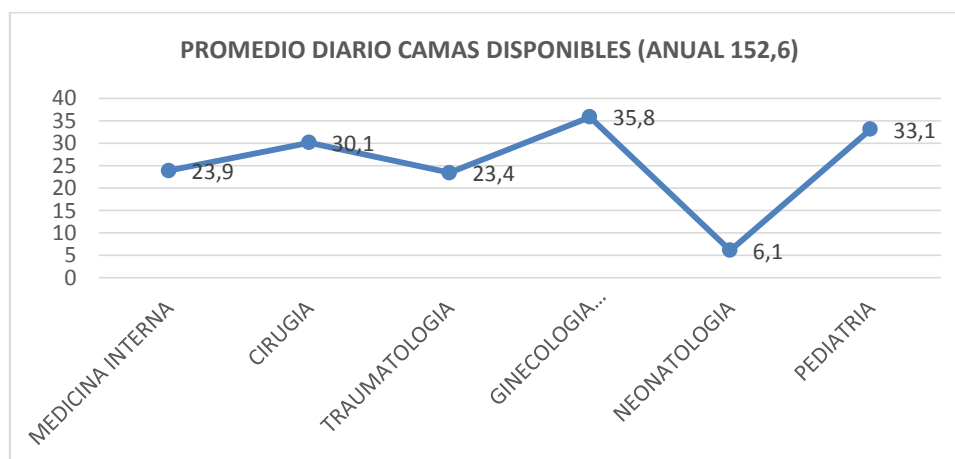


Figura 3.8. Camas promedio disponibles por áreas

(Herrera, ESTADISTICA HGL, 2013)

La figura 3.8 presenta las camas promedio diario durante el año; las áreas de mayor cantidad de camas promedio son de ginecología- obstetricia, pediatría y cirugía, que llegan a un porcentaje de 64,9%.

Respecto a producción de lavado de ropa y alimentación tiene un considerable consumo de energía (vapor, combustibles, agua y electricidad), fue necesario también analizar la carga por áreas que da este servicio.

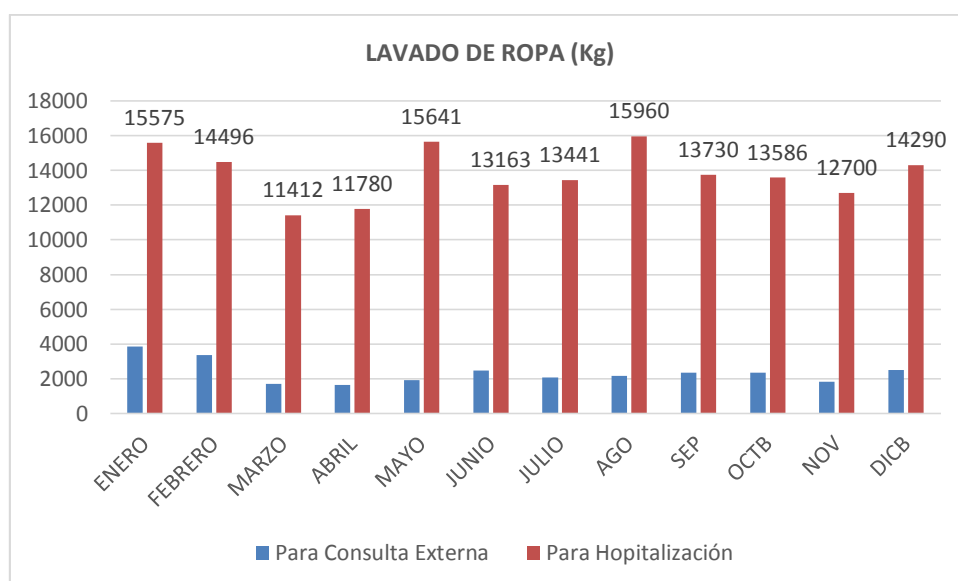


Figura 3.9. Cantidad de lavado de ropa del hospital

(Herrera, ESTADISTICA HGL, 2013)

La figura 3.9 presenta la carga de ropa mensual para consulta externa y hospitalización, con mayor cantidad durante los meses de enero, febrero, mayo, agosto y diciembre. Los meses restantes bajan en su producción, y su análisis se realiza en el punto 3.1.1.7.

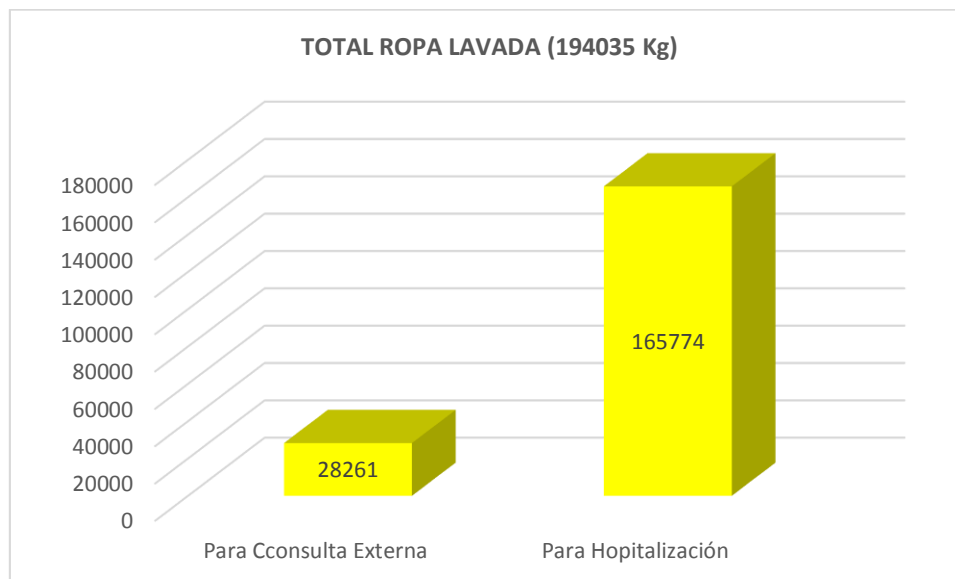


Figura 3.10. Total de ropa lavada de consulta externa y hospitalización

(Herrera, ESTADISTICA HGL, 2013)

En la figura 3.10 se observa la cantidad de ropa total de consulta externa y hospitalización anual, con un 85,4% del total.

Así como el área de lavandería, también el área de alimentación y dietética, consume una importante cantidad de energía. El área indicada da su servicio con raciones alimenticias a dos grupos: raciones a enfermos y raciones al personal; en el año que se analizó, tiene mayor número de raciones en los meses de febrero, marzo, agosto y octubre, según indica la figura 3.11.

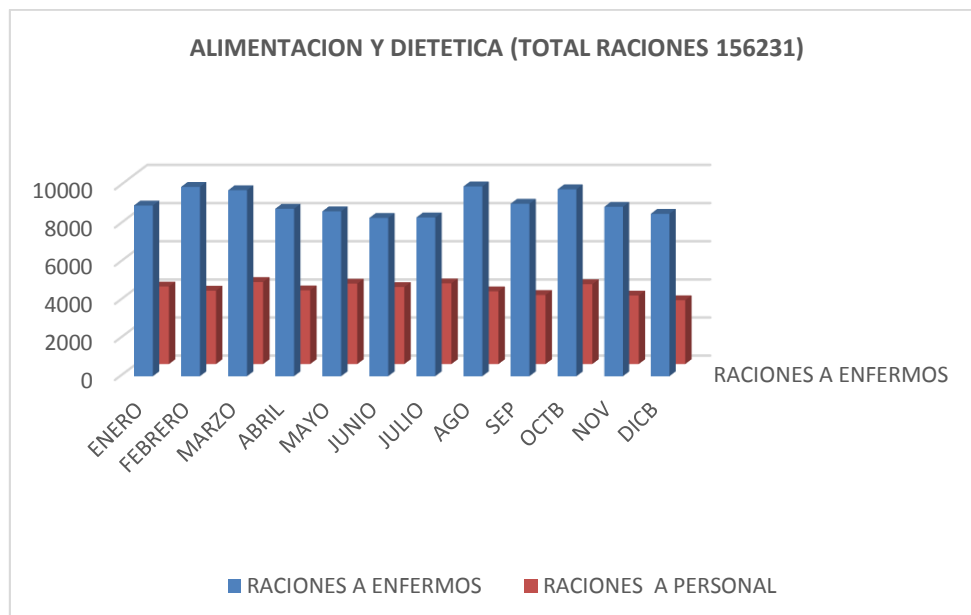


Figura 3.11. Raciones mensuales de alimentación a enfermos y personal

(Herrera, ESTADISTICA HGL, 2013)

Más adelante se analiza este consumo de energía. Las raciones a pacientes es el 69.76%. Tal diagrama se observa en la figura 3.12.

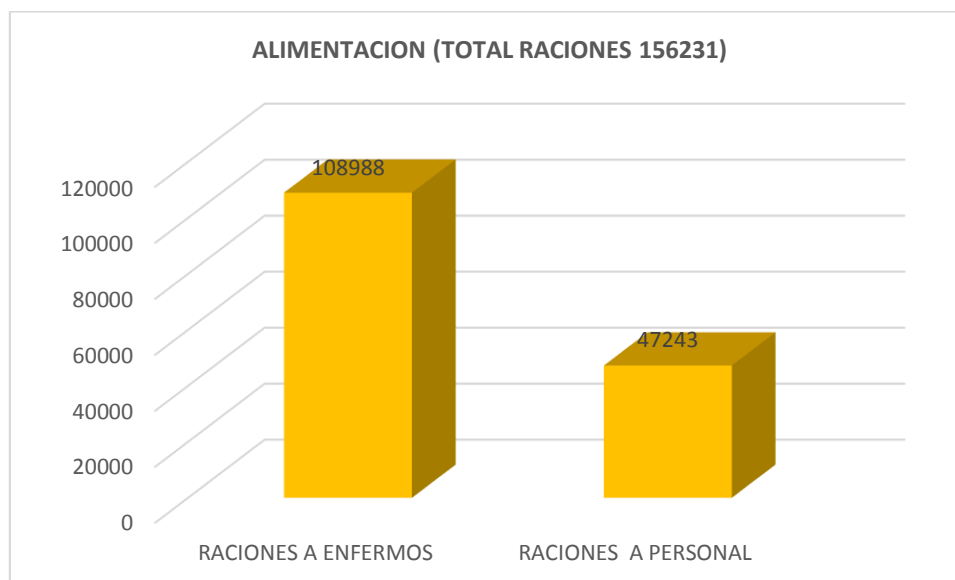


Figura 3.12. Raciones de alimentación a pacientes y personal

(Herrera, ESTADISTICA HGL, 2013)

En lo que tiene que ver con el Centro Quirúrgico, para análisis de la carga de aire acondicionado y ventilación mecánica, en la figura 3.13, según los datos del Anexo 3.2, detallándose las intervenciones y todas tienen cantidades

importantes de frecuencias de ejecuciones urgentes, generales, locales y electivas.

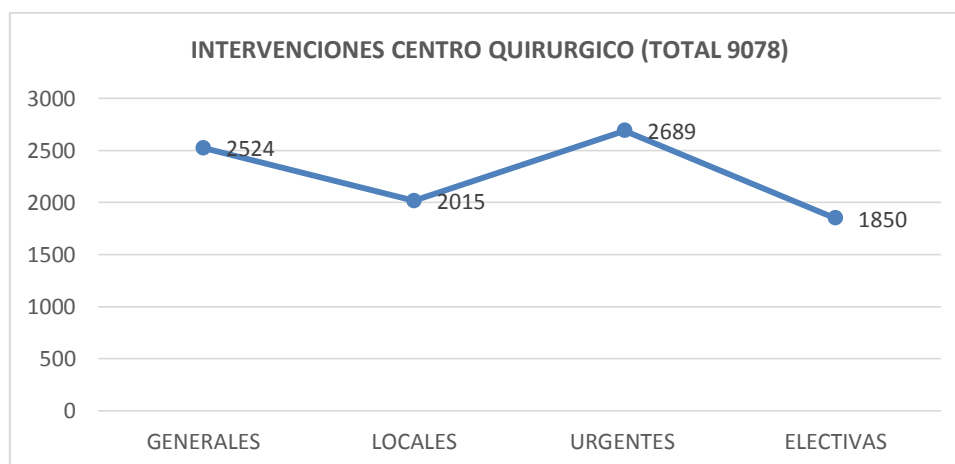


Figura 3.13. Intervenciones en el Centro Quirúrgico

(Herrera, ESTADISTICA HGL, 2013)

Anualmente las intervenciones en los quirófanos existentes llegan a un valor de 9.078. Esta área cuenta con un sistema de termo ventilación aplicado solo en quirófanos, recuperación y no en corredores. No tiene un sistema de extracción forzada; y el equipo de termo ventilación tiene recirculación de aire.

En el Centro Gineco-Obstétrico, las intervenciones llegan a 3.535 pacientes madres y neonatos vivos.

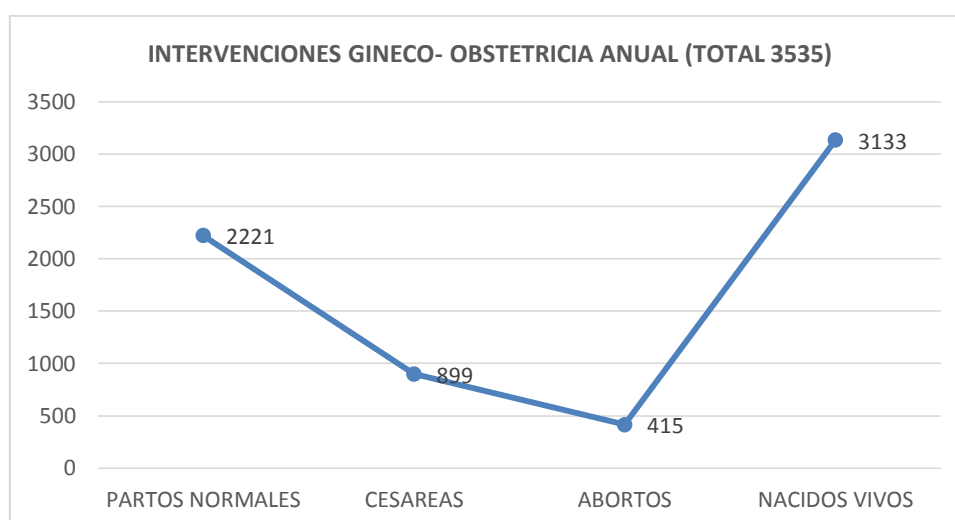


Figura 3.14. Intervenciones en el Centro Gineco-obstétrico anual

(Herrera, ESTADISTICA HGL, 2013)

Los cuadros obtenidos sirvieron para calcular los indicadores energéticos determinados en el punto 3.1.1.7 con su análisis correspondiente.

3.1.1.2 PLANILLAS DE ENERGÍA CONSUMIDA

Para el análisis de consumo de energía, se tomó la información remitida por la Institución, de las planillas mensuales de la empresa de agua potable, empresa eléctrica, distribuidores de gas licuado de petróleo y diésel.

3.1.1.3 PLANILLAS DE EMPRESA ELÉCTRICA

La tabla 3.3 tomada del anexo 3.3 en forma resumida, detalla los valores de pago de consumo eléctrico de cada planilla mensual, determinándose que el mayor consumo fue entre los meses de agosto a octubre, y los menores en consumo febrero y abril.

Tabla 3.3. Planillas mensuales de consumo eléctrico

Año:	2012							
Dotación normal de camas:	202							
					Valores de terceros			
MES	kW (07h00-22h00)	kW (22h00-07h00)	Demanda Cliente (kW)	Consumo Total mensual (kWh)	Tasa Alumbrado público (USD)	Tasa Recolección Basura (USD)	Recargos recuperación cartera (USD)	Total Factura (USD)
Enero	28674	11349	96	40023	8,3	88,05		2385,93
Febrero	26876	10489	96	37365	8,3	82,2		2217,86
Marzo	28892	11495	96	40387	8,3	88,85	2,72	2379,03
Abril	27480	10788	94	38268	16	84,19		2264,48
Mayo	28791	11398	97	40189	16	88,42		2369,35
Junio	28254	10976	95	39230	16	86,31		2338,02
Julio	29644	11610	96	41254	16	90,76	4,05	2436,99
Agosto	30479	12240	99	42719	16	93,98		2525,47
Septiembre	28950	11634	97	40584	16	89,28	2,79	2412,91
Octubre	29350	11546	96	40896	16	89,97	5,05	2420,6
Noviembre	27589	10933	91	38522	16	84,75		2291,44
Diciembre	27589	10933	91	38522	16	84,75		2291,44
		TOTAL ANUAL	kW	477959		TOTAL ANUAL USD		28333,52

La tabla 3.3 considera el valor de consumo eléctrico con subsidio estatal (ver Anexo 3.3), determinándose que el pago por ser entidad Pública de la Salud es el menor. En la sección 3.1.1.7, se realiza el análisis con el consumo de motores eléctricos y demás áreas de consumo eléctrico.

La figura 3.15 detalla la incidencia mensual del consumo eléctrico durante el año en análisis.

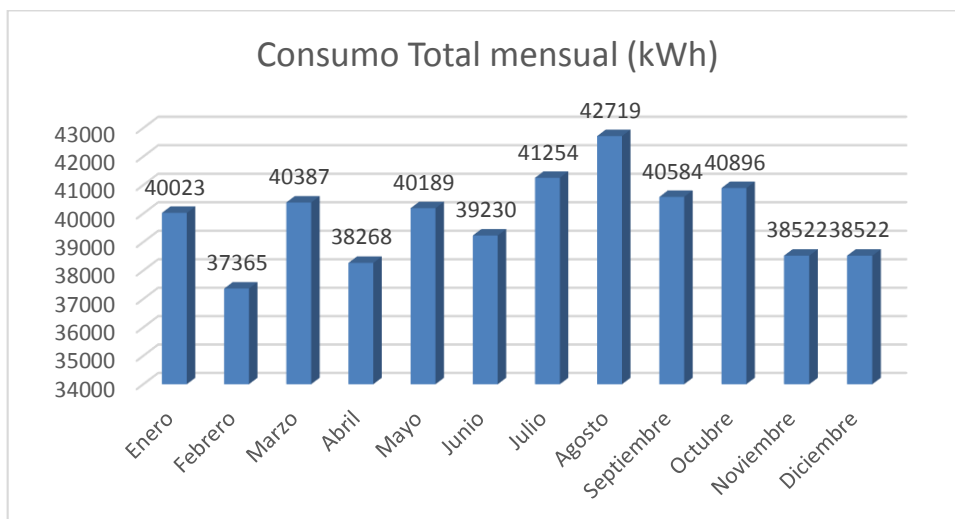


Figura 3.15. Consumo mensual de energía eléctrica (kWh)

(HGL, Empresa Eléctrica Latacunga, 2012)

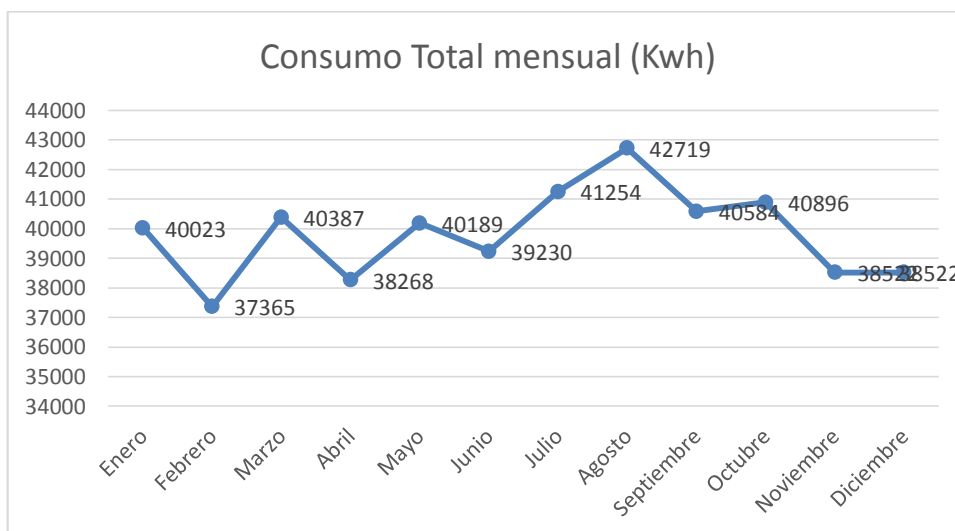


Figura 3.16. Consumo mensuales de energía eléctrica

(HGL, Empresa Eléctrica Latacunga, 2012)

La tendencia mensual de consumo eléctrico se aprecia en la figura 3.16 con el mayor consumo en el mes de agosto y el menor en febrero, en forma

proporcional al consumo efectuado. En la figura 3.17 se presenta los diferentes valores mensuales de facturas totales.

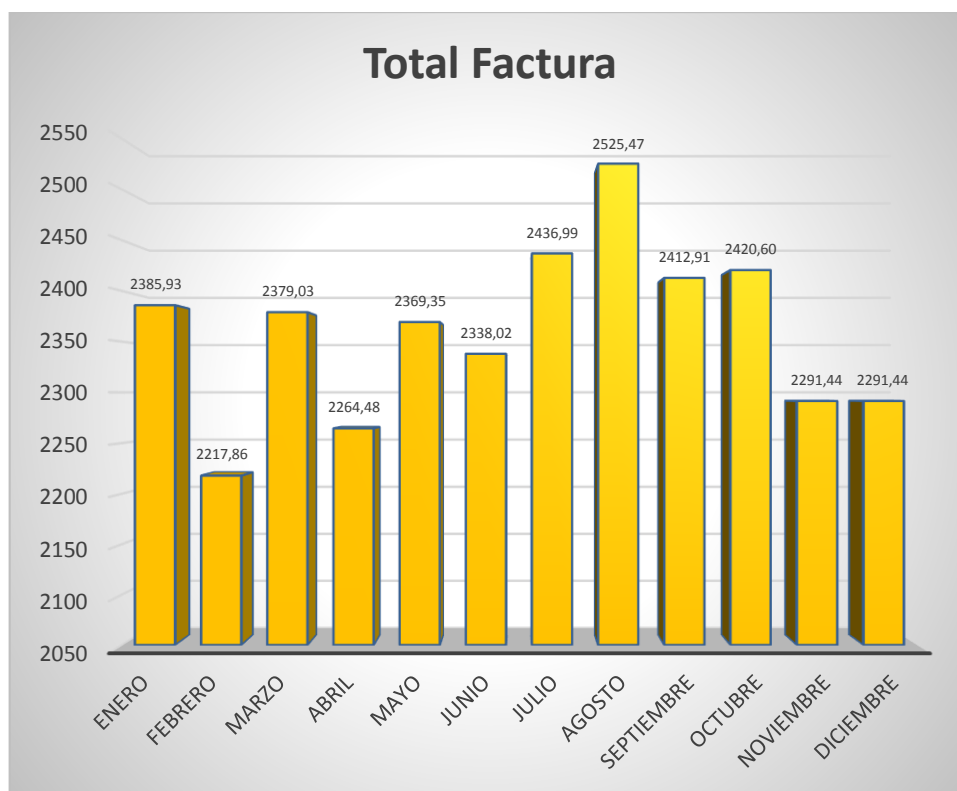


Figura 3.17. Valores mensuales de energía eléctrica

(HGL, Empresa Eléctrica Latacunga, 2012)

3.1.1.4 PLANILLAS DE EMPRESA DE AGUA POTABLE

Las planillas de consumo de agua potable se detallan con base en lecturas de siete medidores ubicados en las calles Hermanas Páez 1-01, 2 de mayo y Márquez de Maenza como se indica la planilla del mes de enero en la tabla 3.4.

En la toma de lecturas no hay valores de consumo de cuatro medidores, debido a mantenimiento o en casos de no pasar el informe a tiempo para el cobro correspondiente. Por ese motivo el consumo de agua potable en diferentes meses fluctuó considerablemente.

Tabla 3.4. Planilla mensual de consumo de agua potable

MES	# Medidor	Consumo (m ³)	Total Factura (USD)
Enero	BO-24975	170	54,54
	M106934	0	3,62
	M106928	339	58,67
	M106925	0	3,62
	M106929	445	97,64
	M106927	0	3,62
	M106926	0	3,62
subtotal		954	225,33

Tabla 3.5. Planillas mensuales de consumo de agua potable (usd)

MES	Consumo (m ³)	Total Factura (usd)
Enero	954	225,33
Febrero	1184	259,62
Marzo	1608	421,29
Abril	1349	319,64
Mayo	948	167,3
Junio	1148	86,06
Julio	1997	525,96
Agosto	668	127,86
Septiembre	963	200,85
Octubre	930	199,01
Noviembre	892	159,1
Diciembre	869	147,98

En la tabla 3.5 se resume el consumo en m³ y el total de la factura del agua potable por mes (ver Anexo 3.4) se detallan las lecturas y facturas correspondientes al año de análisis y fueron tomados para obtener los gráficos de las figuras 3.17, 3.18 y 3.19.

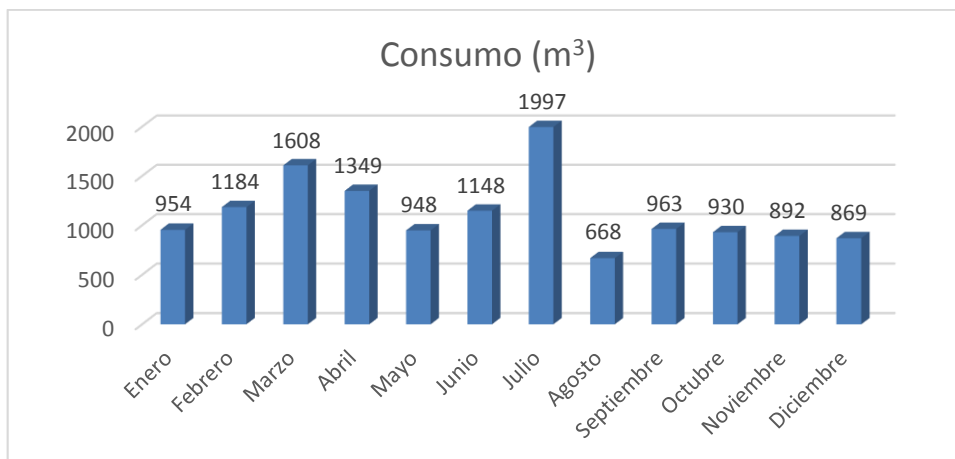


Figura 3.17.1 Consumo mensual de agua potable (m³)

(HGL, Empresa de Agua Potable, 2012)

La figura 3.17 refiere al consumo mensual de agua potable, resaltando mayor consumo los meses de julio y marzo. Según las lecturas el menor consumo se dio en agosto.

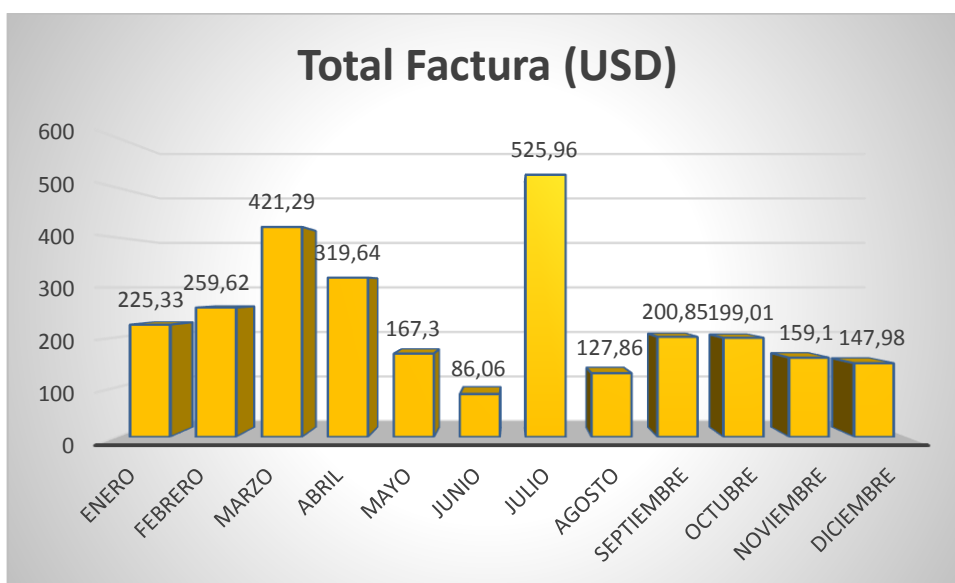


Figura 3.18. Valores mensuales de agua potable

(HGL, Empresa de Agua Potable, 2012)

La figura 3.18 resume los valores facturados mensualmente con los mayores gastos en julio y marzo, en junio se da el menor valor facturado (en el grafico 3.17 el menor consumo fue en el mes de agosto), posiblemente las tomas de lecturas se realizaron en tiempos diferentes al reporte del personal. En la figura

3.19 se aprecia los datos de consumo y valores facturados, con este dato incoherente.

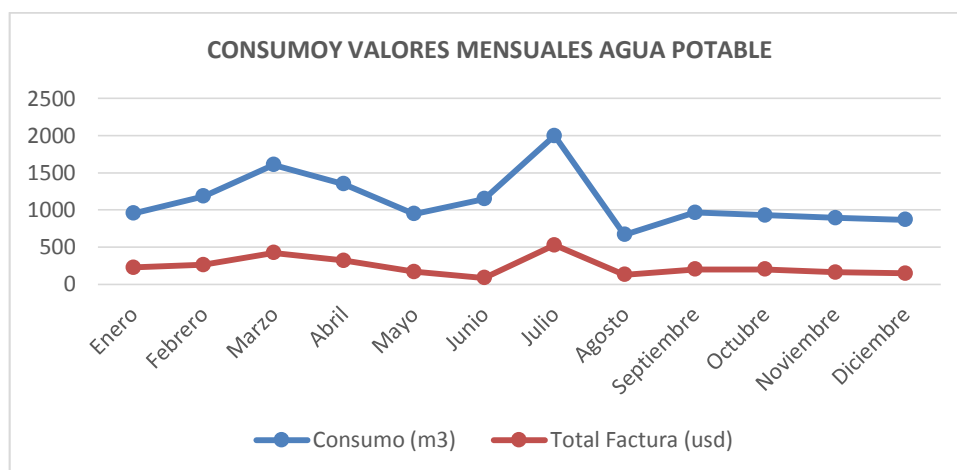


Figura 3.19. Consumo y valores mensuales de agua potable

(HGL, Empresa de Agua Potable, 2012)

La figura 3.20 indica los valores de consumo en un año posterior y la tendencia se da a un mayor consumo en el mes de agosto y fue necesario considerar para el análisis el promedio mensual por año para determinar los indicadores correspondientes.

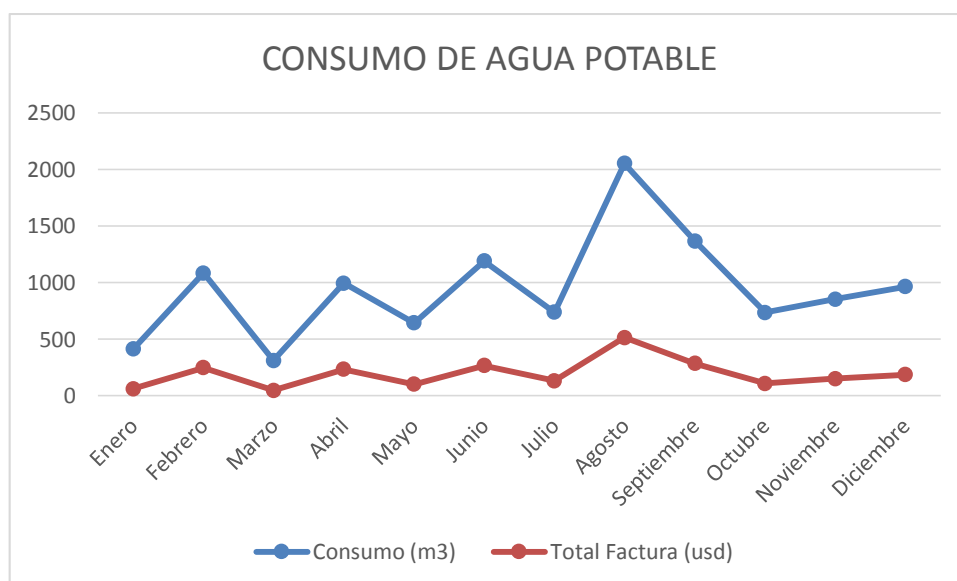


Figura 3.20. Consumo y valores mensuales de agua potable

(HGL, Empresa de Agua Potable, 2012)

3.1.1.5 PLANILLAS DE COMBUSTIBLES

Los sistemas de diésel No.2 y de gas licuado de petróleo que tiene el hospital para su generación de energía están ubicados en varios sectores, a continuación se describen para su análisis.

El sistema de diésel con su tanque de almacenamiento de 2.000 galones (7,5 m³) provisiona a Casa de Máquinas este combustible para el funcionamiento del Caldero de 100 BHP y del generador de emergencia.

La figura 3.21 presenta los valores de volumen de diésel No.2 que mensualmente compra el hospital (ver Anexo 3.5 tabla correspondiente). La cantidad mensual que adquiere es de 2.000 galones, lo cual según información de personal de Mantenimiento, solventa las necesidades del hospital de generación de vapor y para el generador de emergencia.

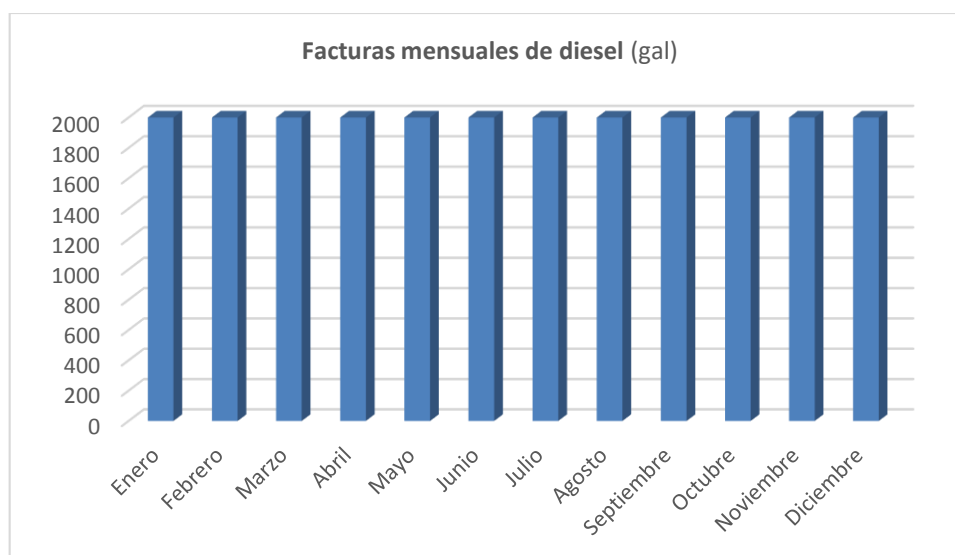


Figura 3.21. Valores mensuales de volumen de diésel No. 2

(HGL, Empresa Distribuidora, 2012)

Por lo indicado anteriormente, al tener igual cantidad de volumen adquirido cada mes, las facturas que cancela el hospital cada mes son iguales, esto es de \$1.640,57 mensuales, como indica la figura 3.22.

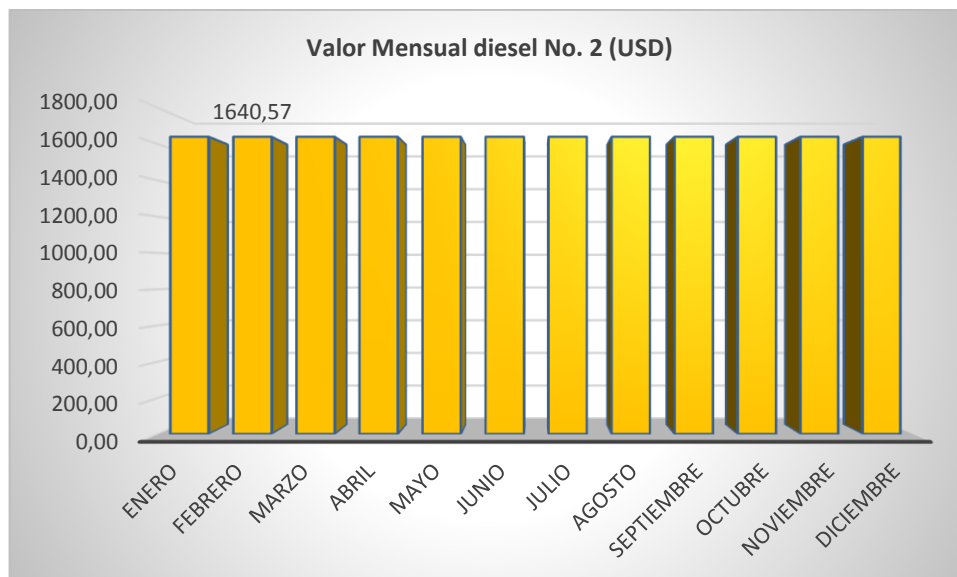


Figura 3.22. Valores mensuales de diésel No. 2

(HGL, Empresa Distribuidora, 2012)

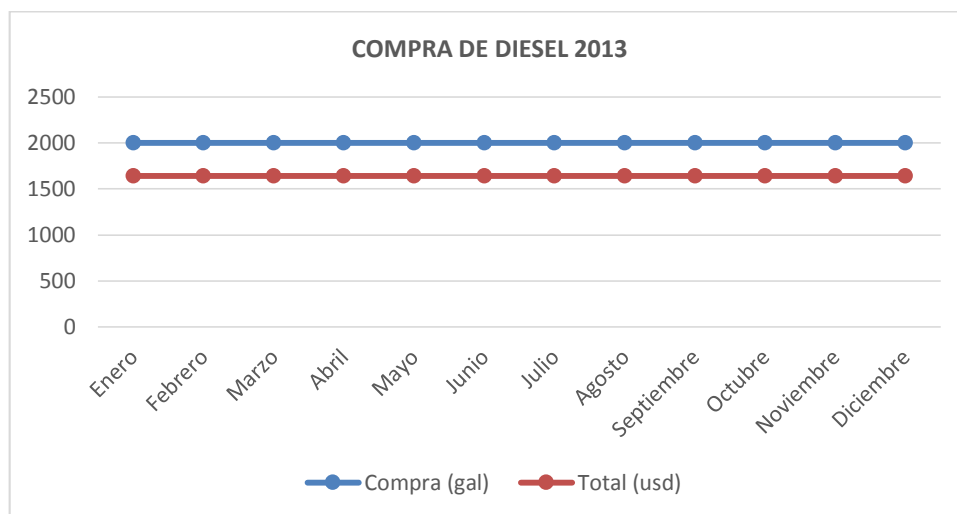


Figura 3.23. Valores mensuales de diésel No. 2

(HGL, Empresa Distribuidora, 2012)

En la figura 3.23 refiere a los datos de consumo y valores facturados de diésel con una distribución uniforme sin ninguna variación. En el punto 3.1.1.7 se analiza este tema energético.

El sistema de gas licuado de petróleo cuenta con dos sistemas de distribución de GLP para todo el hospital, uno con tres tanques de alta capacidad (uno de

1000 kg y dos de 250 kg cada uno) y el otro con tanques de baja capacidad (15 kg) distribuidos por varias áreas del hospital.

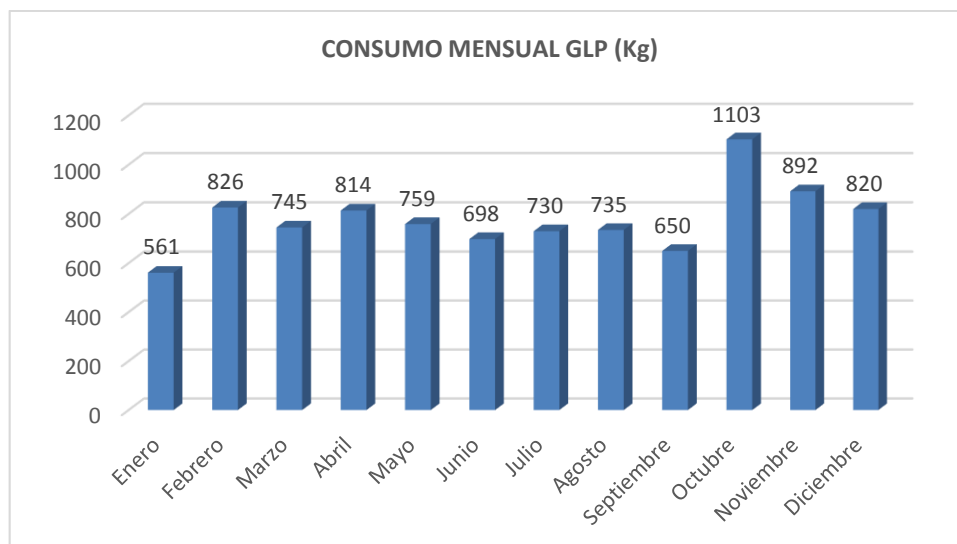


Figura 3.24. Consumo mensual de Gas Licuado de Petróleo

(HGL, Empresa Distribuidora, 2012)

La figura 3.24 presenta el consumo mensual de los tanques de 1.000 Kg y los dos tanques de 250 Kg, con mayor consumo en el mes de octubre (ver tabla de lecturas en Anexo 3.6). En el punto 3.1.1.7 se analiza este tema energético.

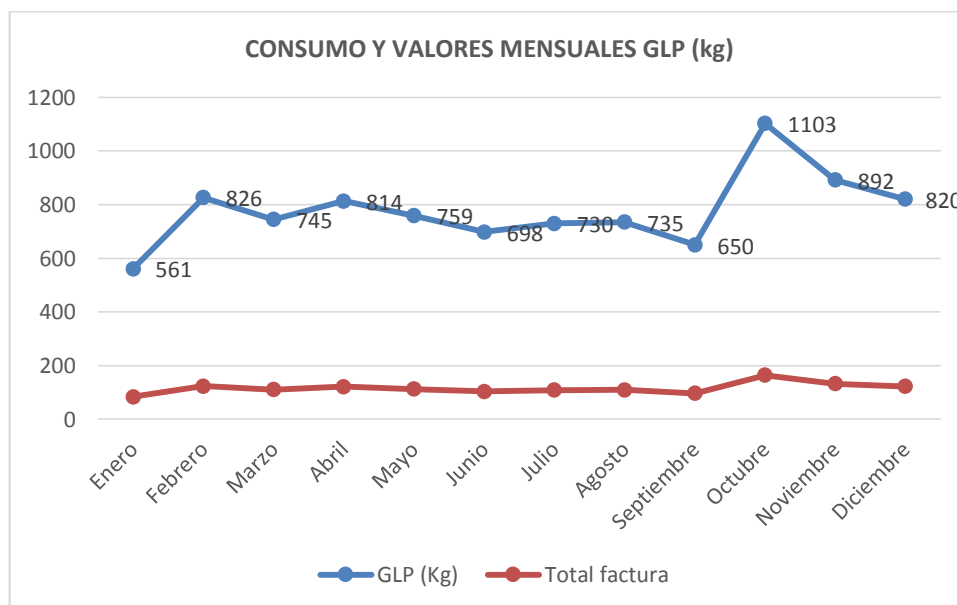


Figura 3.25. Consumo y valores mensuales de GLP

(HGL, Empresa Distribuidora, 2012)

La figura 3.25 indica la variación mensual del consumo de los tanques mencionados anteriormente y el valor facturado de forma mensual al hospital.

En la figura 3.26 muestra la variación del consumo de GLP durante un mes de los tanques mencionados anteriormente, con las lecturas graficadas de forma independiente, en donde hay periodos que cada tanque no registra consumo (ver Anexo 3.6 de lecturas tomadas durante dos meses).

En el gráfico de la figura 3.26 se puede observar que prácticamente dan suministro los dos tanques de GLP de 250 kg la mitad del periodo. En la segunda mitad de descarga, solo trabaja el de 1.000 kg.

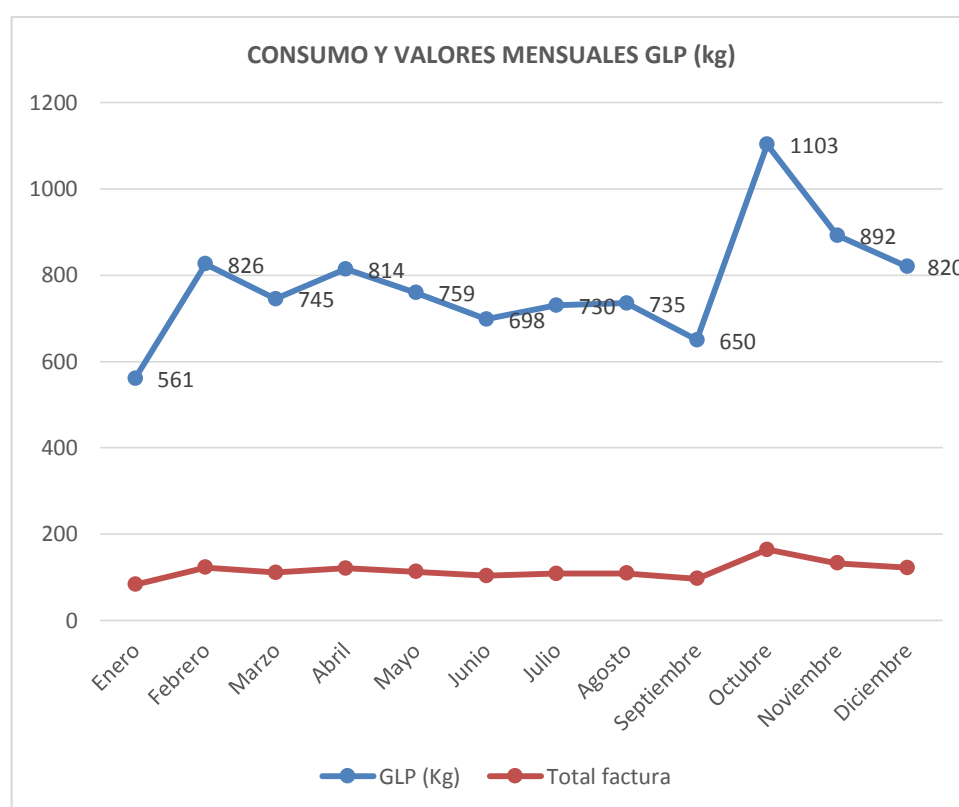


Figura 3.26. Consumo independiente tanques de 1000 y 250 kg de GLP

(HGL, Empresa Distribuidora, 2012)

En la figura 3.27 presenta el sistema de con su consumo total simultáneo de los tanques de alta capacidad, tomado de Anexo 3.6.

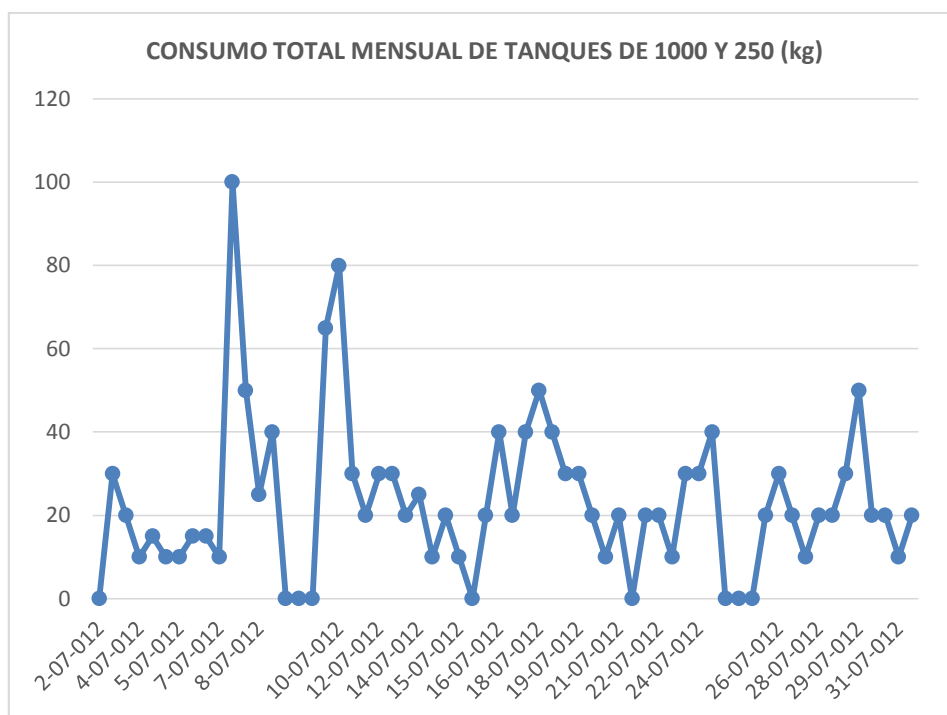


Figura 3.27. Consumo de los tanques de 1000 y 250 kg de GLP

(HGL, Empresa Distribuidora, 2012)

Por otro lado, respecto al sistema de gas licuado de petróleo, se utiliza también para el calentamiento de agua y para los intercambiadores de calor del sistema de termo ventilación del Centro Gineco- Obstétrico y Centro Quirúrgico. En el Anexo 3.6 se describen los calefones instalados en varias áreas del hospital, suman 389 cargas anuales de 15 kg para un total de 5835 kg (81690 kWh). La información proporcionó el Departamento de Mantenimiento.

3.1.1.6 MOTORES ELECTRICOS E ILUMINACION

En el Anexo 3.7 detalla el consumo de energía los motores eléctricos que operan en el hospital (equipos de bombeo, climatización, gases medicinales, etc.), cuyos datos se tomaron con el personal de Mantenimiento durante los recorridos efectuados en las áreas pertinentes. La mayoría de ellos trifásicos y de acuerdo al tiempo de funcionamiento por día se proyectó para el análisis para el mes de 30 días y en otros casos su funcionamiento en 24 días por mes. Realizados los cálculos se tiene un consumo mensual de 23.736 kWh por mes y de 284.833,36 kWh por año; dato que se consideró para el análisis como

parte del total de energía del hospital. Igual para el análisis de los sistemas mecánicos se harán referencia a esta tabla resumen.

Respecto a la iluminación interior referencial de 329 lámparas de 2x40 W, 201 lámparas de 2x32 W y 34 lámparas de 2x75 W, dato proporcionado por Mantenimiento, se llegó a un valor de 80.303,04 kWh por año.

3.1.1.7 VALORES TOTALES DE ENERGIA CONSUMIDA Y DE AGUA POTABLE

La tabla 3.5. detalla el resumen del consumo de energía eléctrica mensual de equipos fijos (no considera equipos de oficina y similares) e iluminación interior del hospital.

En el resumen se consideró la carga de duchas eléctricas instaladas en el hospital. Existen siete duchas en funcionamiento, al momento el personal utiliza solo tres.

Tabla 3.5.1 Tabla resumen de consumo mensual interior del hospital de energía eléctrica

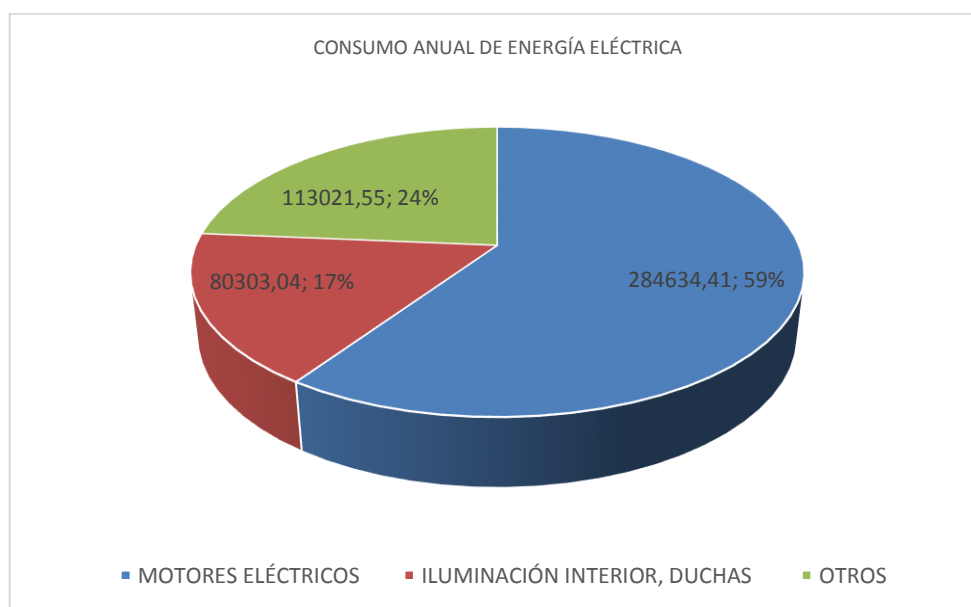
CONSUMO MENSUAL (kWh)		
MOTORES ELECTRICOS	23.719,53	
ILUMINACIÓN EXTERIOR	12.783,84	
DUCHAS ELECTRICAS	600,00	
TOTAL	37.103,37	kWh

En la tabla 3.6, presenta el desglose del consumo de motores, iluminación interior y ducha (ver detalle en Anexo 3.8). En lo que refiere a otros están los equipos de oficinas, pérdidas eléctricas, entre otros.

Tabla 3.6. Consumo anual de energía eléctrica

	kWh	
TOTAL ANUAL	477959	100,00%
MOTORES ELÉCTRICOS	284634,41	59,55%
ILUMINACIÓN INTERIOR, DUCHAS	80303,04	16,80%
OTROS	113021,55	23,65%

La figura 3.28 muestra la distribución de consumo de energía eléctrica durante el año, en donde los motores eléctricos de varios equipos de los sistemas mecánicos llega al 59.59%, un porcentaje importante que se analizó para recomendar el cambio de varios motores eléctricos que cumplieron ya su vida útil, por otros más eficientes energéticamente.

**Figura 3.28.** Diagrama de consumo de energía eléctrica

(HGL, Empresa Eléctrica, 2012)

Para determinar los indicadores de energía, a continuación se detalla el consumo anual con base en las planillas mensuales de energía eléctrica, agua potable y combustibles (3.1.1.2) se resumen en las tablas 3.7, 3.8, 3.9 y 3.10, a continuación.

Tabla 3.7. Tabla resumen de consumo anual eléctrico

	(kWh)	Total factura (USD)
FACTURACION TOTAL	477959	28333,52

Tabla 3.8. Tabla resumen de consumo anual de agua potable

	Consumo (m³)	Total Factura (USD)
TOTAL PLANILLAS	13.510,00	2.840,00

Tabla 3.9. Tabla resumen de consumo anual de gas licuado de petróleo

	GLP (kg)	Total factura (USD)
TANQUES DE 1.000 Kg Y 250 Kg	9333	1388,83
TANQUES DE 15 Kg	5835	868,31
TOTAL	9738	2257,1364

Tabla 3.10. Tabla resumen de consumo de diésel

	(gal)	Total factura (USD)
TANQUE MENSUAL DE 2.000 (gal)	24.000	19.686,82

3.1.1.8 INDICADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA, AGUA POTABLE, DIÉSEL Y GAS LICUADO DE PETRÓLEO

Respecto a los sistemas de mayor consumo de energía y agua potable, se han calculado los indicadores que como gestión de energía se aplicaran en varios casos en el mejoramiento de infraestructura de las instalaciones del Área de la Salud o para su planificación inicial. Los indicadores por cada sistema resultan de la división del valor del consumo de energía o consumo de agua potable dividido para en número de camas.

Se consideró el número de camas disponibles por día o por mes y el número de camas promedio estadístico que tiene que ver con la historia del hospital.

Hay atención de tipo externo que también tiene una carga importante en el consumo de energía del hospital, igual se determinaron indicadores de energía por paciente atendido. Los indicadores determinados se indican en los gráficos siguientes:

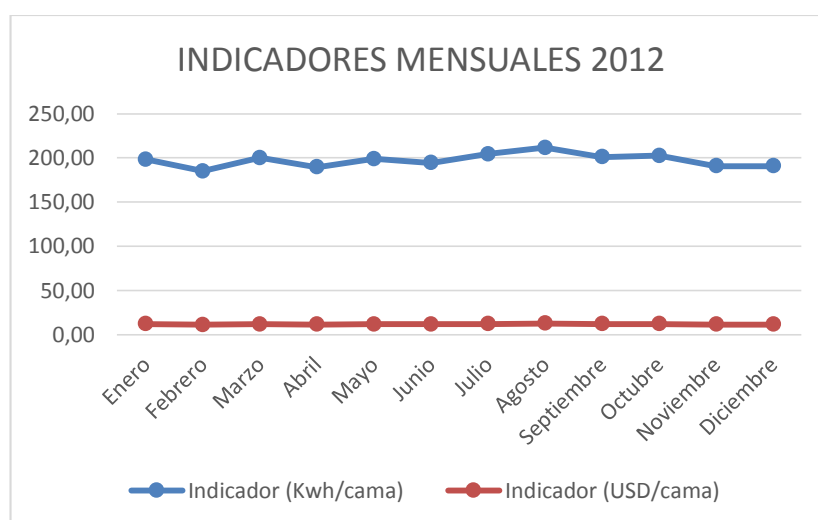


Figura 3.29. Indicadores de consumo de energía eléctrica (HGL, Empresa Eléctrica, 2012)

La figura 3.29 grafica los indicadores en función del número de camas (202 camas disponibles). La una curva es el costo por unidad de cama y el segundo grafico la línea de energía eléctrica por unidad de cama.

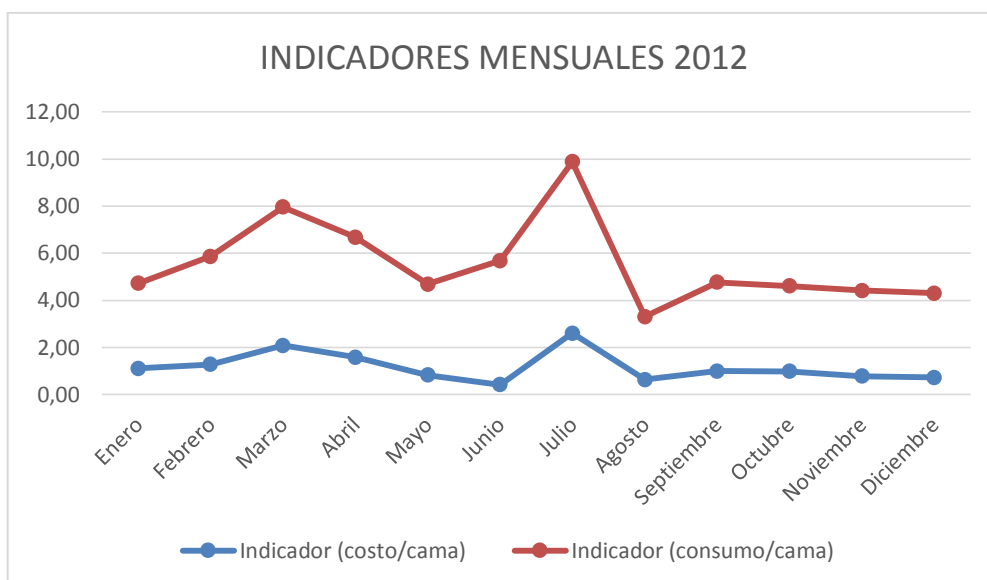


Figura 3.30. Indicadores de consumo de agua potable

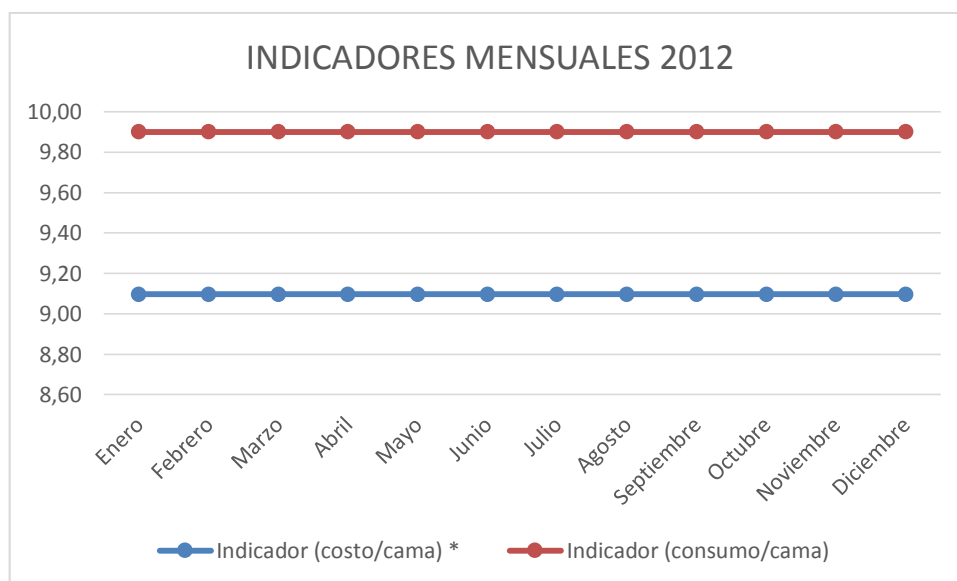


Figura 3.31. Indicadores de consumo de diésel

(HGL, Empresa Distribuidora, 2012)

Para los sistemas de agua potable, diésel y GLP se grafican los indicadores en las figuras 3.30, 3.31 y 3.32, respecto al número de camas.

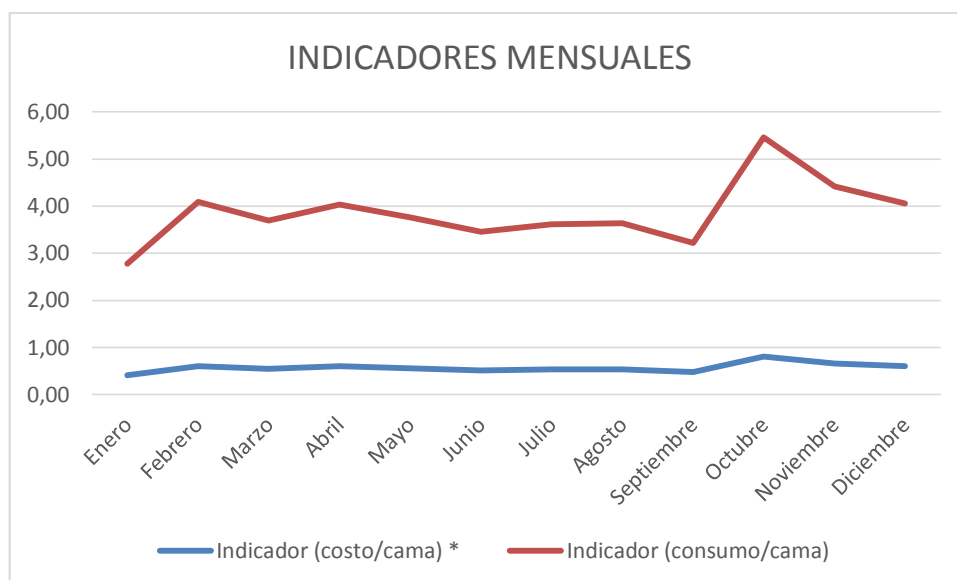


Figura 3.31.1 Indicadores de consumo de GLP

(HGL, Empresa Distribuidora, 2012)

En los cuadros siguientes se presentan los indicadores determinados para un lapso de tiempo mayor, con base en los determinados mensualmente. El indicador anual puede manejarse de mejor manera para planificaciones o construcciones existentes para proyectar los consumos de energía y sus correctivos para conseguir ahorro sin sacrificar el bienestar del servicio o de los pacientes.

Tabla 3.11. Indicadores anuales de energía y servicio

NUMERO DIARIO DE CAMAS			
NUMERO DE CAMAS DISPONIBLES	202		unidad
		152,6	
I _{EL} = Indicador de consumo de energía eléctrica	2366	3132	kWh / cama
I _{AP} = Indicador de consumo de agua potable	66,9	88,5	m ³ / cama
I _{DI} = Indicador de consumo de diésel	118,8	157,3	gal / cama
I _{GLP} = Indicador de consumo de gas licuado de petróleo	48,2	63,8	kg / cama

La tabla 3.11 muestra los valores de los indicadores anuales para cada sistema, las unidades se indican en kWh, m³, gal y kg por unidad de cama. En

esta tabla también se empleó el valor del número de camas promedio diario, y al ser menor, el indicador es mayor al relacionado al número de camas disponibles.

Tabla 3.12. Indicadores anuales de atención a pacientes (total 97.575pacientes)

ATENCIONES PACIENTES EXTERNOS			
ATENCIONES PACIENTES INTERNOS	47.063		unidad
		50.512	
I _{EL} = Indicador de consumo de energía eléctrica	10,2	9,5	kWh / paciente
I _{AP} = Indicador de consumo de agua potable	0,3	0,3	m3 / paciente
I _{DI} = Indicador de consumo de diésel	0,5	0,5	gal / paciente
I _{GLP} = Indicador de consumo de gas licuado de petróleo	0,2	0,2	kg / paciente

En la tabla 3.12 se calculó el indicador de energía respecto al número de pacientes de tratamientos externos y pacientes de hospitalización (pacientes internos), con valores muy cercanos, debido a que el número de atenciones en cada caso es casi similar.

Tabla 3.13. Indicadores anuales de lavandería (total 194.035 kg de ropa)

ROPA CONSULTA EXTERNA			
ROPA CONSULTA INTERNA	165.774		unidad
		28.261	
I _{EL} = Indicador de consumo de energía eléctrica	2,9	16,9	kWh / kg ropa
I _{AP} = Indicador de consumo de agua potable	0,1	0,5	m3 / kg ropa
I _{DI} = Indicador de consumo de diésel	0,1	0,8	gal / kg ropa
I _{GLP} = Indicador de consumo de gas licuado de petróleo	0,1	0,3	kg GLP / kg ropa

La tabla 3.13 se analizó en función de la energía o agua utilizada respecto a la carga de ropa a ser lavada. Los valores en el caso del sistema de GLP son cercanos en los dos casos, el resto de sistema difiere, con mayor cantidad el indicador de energía eléctrica.

Tabla 3.14. Indicadores anuales de raciones alimentación

RACIONES A PERSONAL			
RACIONES A ENFERMOS	108.988		unidad
		47.243	
I _{EL} = Indicador de consumo de energía eléctrica	4,4	10,1	kWh / ración
I _{AP} = Indicador de consumo de agua potable	0,1	0,3	m ³ / ración
I _{DI} = Indicador de consumo de diésel	0,2	0,5	gal / ración
I _{GLP} = Indicador de consumo de gas licuado de petróleo	0,1	0,2	kg / ración

En la tabla 3.14 se analizan las cargas alimenticias a pacientes y personal interno de atención directa a los pacientes. En este tema no intervienen empleados administrativos y de trabajos externos. El personal interno tiene en general turnos rotativos y veladas en hospitalización y salas de recuperación.

El consumo de energía eléctrica es gravitante en la mayoría de indicadores.

Como aplicación de los indicadores de energía, la tabla 3.15 detalla los valores resultantes por cada establecimiento de salud.

Los valores obtenidos, comparados con la tabla del Anexo 3.9, Ranking de hospitales y clínicas según sus indicadores de consumo energético (Vera R, 2008) se tienen valores más bajos que los referenciales del Anexo 3.9, debido que en ese país tiene mayor consumo de energía, especialmente por la carga del aire acondicionado y generación de vapor para servicios generales. Respecto a combustibles está dentro de rangos de las tablas mencionadas.

Se ha aplicado a los siguientes hospitales de 50, 100, 200 y 300 camas:

Tabla 3.15. Aplicación de indicadores anuales de energía

INDICADOR ANUAL	UNIDAD	NUMERO DE CAMAS			
		A)	A)	B)	C)
		50	100	200	300
I _{EL} = Indicador de consumo de energía eléctrica	kWh / cama	118306,68	236613,37	473226,73	709840,10
I _{AP} = Indicador de consumo de agua potable	m ³ / cama	3344,05941	6688,11881	13376,2376	20064,3564
I _{DI} = Indicador de consumo de diésel	gal / cama	5940,59406	11881,1881	23762,3762	35643,5644
I _{GLP} = Indicador de consumo de gas licuado de petróleo	kg / cama	2310,14851	4620,29703	9240,59406	13860,8911

Para poder realizar la comparación de indicadores se transformó las unidades de energía todas a MWh, según las equivalencias siguientes:

$$1 \text{ galón diésel} = 40,7 \text{ kWh}$$

$$\text{Kg GLP} = 14 \text{ kWh}$$

Con estos factores de conversión se desarrolló la tabla 3.16, en unidades de 50 camas, 100 camas, 200 camas y 300 camas.

Tabla 3.16. Aplicación de indicadores anuales de energía

	NUMERO DE CAMAS			
	A)	A)	B)	C)
unidad	50	100	200	300
MWh	118,3	236,6	473,2	709,8
MWh	6,9	483,6	967,1	1450,7
MWh	33,7	67,5	135	202,5

3.1.1.9 APLICACIÓN DE ENERGÍA ALTERNATIVA

Como se indicó anteriormente, que el sistema de calentamiento de agua del hospital, lo realiza mediante combustión del GLP en los calefones instalados en los patios cercanos a las áreas de servicio, a continuación se selecciona un sistema de energía solar con paneles calentadores de agua, como medida de energía alternativa con cero emisiones de carbono.

En la página de la NASA (figura 3.3.2) se aplica las coordenadas geográficas de longitud y latitud de Latacunga para encontrar los valores promedio de radiación mensual:

Longitud = -0,93333

Latitud = -78,61667

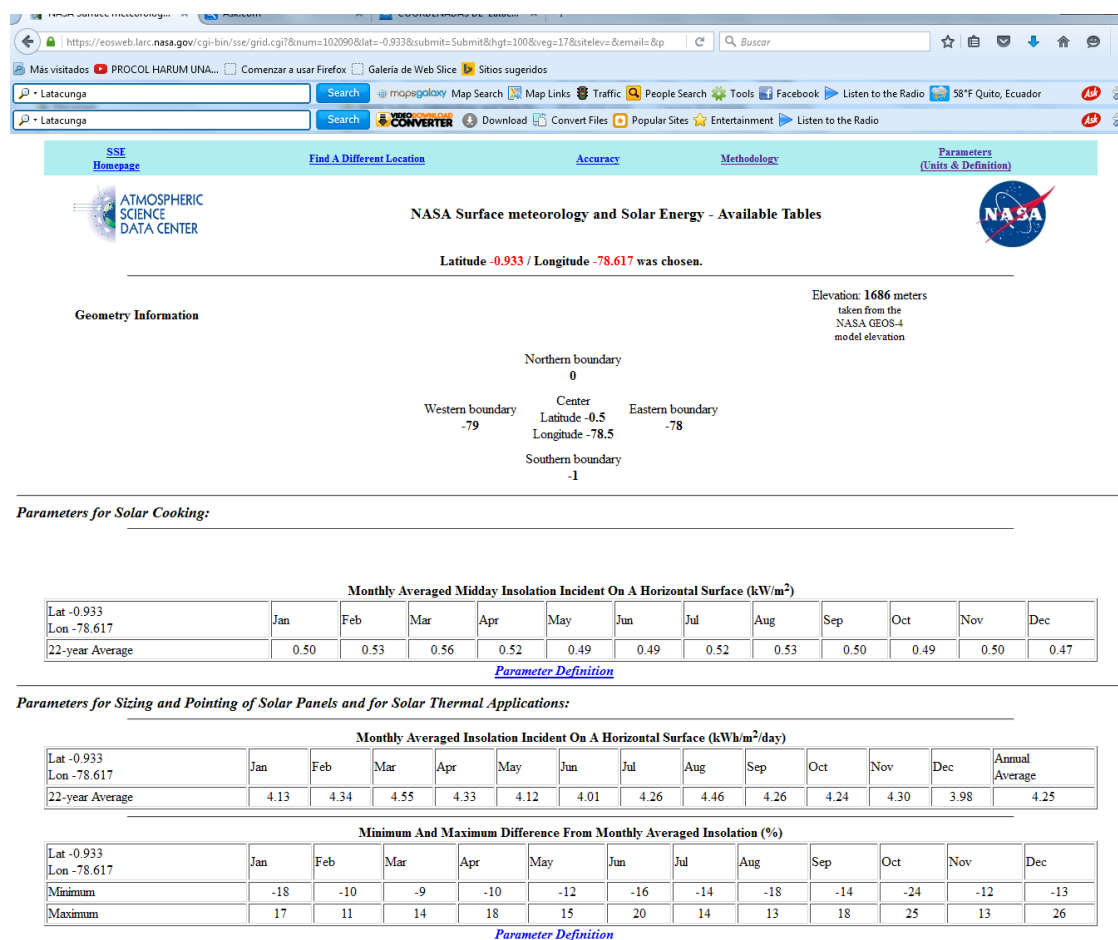


Figura 3.33. Radiación solar promedio diario mensual

(NASA, 2012)

Según la tabla mencionada se tiene la radiación promedio de 4.25 kWh/m² día, siendo esta la energía disponible para calentar el colector solar.

De acuerdo a lo sistemas de energía solar del mercado local, requerimientos técnicos y confort del usuario, se consideran los siguientes parámetros (tabla 3.17):

Tabla 3.17. Aplicación de indicadores anuales de energía

E	=	Demanda energética		kJ/día
M	=	masa de agua		kg/día
Cp	=	Capacidad calorífica del agua	4,18	kJ/kg °C
Tf	=	Temperatura de consumo de agua	30	°C
Ti	=	Temperatura inicial del agua	12	°C
np	=	Número de personas	6	
r	=	Densidad del agua	1000	kg/m ³
Vp	=	Volumen de agua per cápita	40	l/ persona
Hp	=	Radiación solar	4,25	Wh/m ²
η	=	Eficiencia del sistema	0,6	
Qu	=	Energía para calentar el agua		kJ/día
Id	=	Energía solar incidente sobre área		Wh/m ²
Nc	=	Número de colectores		
A cap	=	Área de captación		m ²
FS	=	Factor seguridad o de proyección de demanda (1 a 1,50)	1,1	
Ac	=	Área de un colector	2,4	m ²

En las siguientes expresiones se obtuvo la demanda que cubre el colector solar, de eficiencia promedio del 60%. También se determinó la capacidad del tanque de almacenamiento para este ejemplo tipo.

DEMANDA A CUBRIR CON EL COLECTOR	
$E =$	$N_c H_p A_c \eta$
$E =$	19863,36 (Kj)

El volumen de almacenamiento se calcula en 62,77 galones y se selecciona uno de 60 galones de acceso comercial.

MASA DE AGUA A ALMACENAR	
$M =$	$E / (C_p (T_{eq} - T_i))$
$M =$	237,6 (l)
$M =$	62,77 (gal)

Con este sistema se eliminará el sistema de GLP de los cilindros de 15 kg (38,47% del consumo total) y su emisión de gases de combustión.

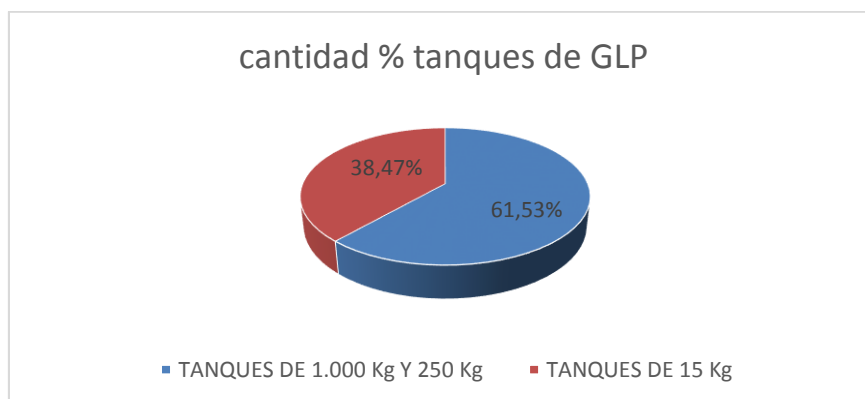


Figura 3.33.1 Diagrama de consumo de GLP tanques

(HGL, 2012)

3.2 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

En el proceso de simulación se utilizó un modelo basado en un área crítica de los hospitales que es el Centro Quirúrgico, los datos para realizar el cálculo de las cargas térmicas teóricas se introdujeron en una hoja de Excel donde se han introducido las ecuaciones correspondientes y las variables de salida.

Tabla 3.18 Cálculo de cargas térmicas teóricas del Centro Quirúrgico

CONDICIONES DE DISEÑO							Proyecto: CENTRO QUIRURGICO		
Exterior	Interior	Diferencia	Ext. °C	Int. °C	DT °C	Recinto: HOSPITAL G. LATACUNGA			
BS, °F	65,3	72	-6,3	18,5	22	Fecha: 25-nov-15			
BH, °F	46,6	65	-18,4	8,1	18,3	Mes diseño: Septiembre			
% HR	76%	50%				Hora solar: 14:00			
Agua, gr /lb	149,8	73,5	76,3			k (DTCE): 1,00			
Promedio (°F/°C)	72	22				f (DTCE): 1,00			
Altura cielo del recinto, pies		8,9		2,7	m	U: Coeficiente Total Transmisión Calor (Btu/h/ft² · °F).			
Area del recinto, pies2		2.178,6		202,5	m2	DTCE: Diferencia de conducción para cargas de enfriamiento.			
T aire suministro (Tsa) °F		59,0		15,0	°C	RSHR: Relación de calor sensible del interior.			
Volumen del recinto, pies3		19.293		546,8	m3	RSHG: ganancia calor sensible interior. RLHG: ganancia calor latente.			
K, conduc. de unidad de long.		1,64				GSHR: línea de proceso del serpentín (Psicrometría).			
Fc, factor de corrección		0,97				GSHG: ganancia neta calor sensible. GLHG: ganancia neta calor latente.			

1. Conducción		Dir	Color	U (A.8)	A, pies2		DTCE, °F (6.5)		RSHG			
					Bruta	Neta	Tabla	Corrección	Fc			
Vidrio (A.8, 6.5)		N		1,13	38,2	13	10	0,97	419			
		S		1,13	145,3	13	10	0,97	1.583			
		E		1,13	16,1	13	10	0,97	176			
		O		1,13	16,1	13	10	0,97	176			
			LM, 6.4	U (A.7,6.3)	Logitud, pies	Area, pies2	DTCE, °F (6.2)					
Pared exterior	emp. 6.2	G	N	0,34	406,2	23	22	0,97	2.947			
		G	S	0,34	341,3	24	14	0,97	1.576			
		G	E	0,34	504,3	31	27	0,97	4.491			
		G	O	0,34	504,3	41	37	0,97	6.154			
Techo/cielo raso		6.4,6.1		-1	0,29	2.178,58	77	73	0,97	44.737		
Puerta		6.4, 6.3, 6.2	O	-1	0,64	70,12	41	37	0,97	1.611		
				U (A.7)	Logitud, pies	Area, pies2	DT, °F					
Piso inferior		A.7		0,29		2.178,58	202,5	11,1	0,97	3,1		
Piso superior		A.7		0,29		2.178,58	202,5	11,1	0,97	3,1		
Partición interior		A.7		0,26	93,2	407,74	37,9	11,1	0,97	2,8		
2. Radiación Solar		Dir.	Sombra	FGCS (6.6)	A, pies2		CS (6.7)	FCE (6.8)	Fc			
					Bruto	Neta						
Vidrio		N	SI	12	38,2	1	0,75	0,97	343,8			
		S	No	12	145,3	1	0,58	0,97	1.011			
		E	No	0	16,1	1	0,32	0,97	0			
		O	No	0	16,1	1	0,29	0,97	0			
3. Iluminación y equipo		componentes electricos		Watts	Btu/w	FB	FCE	Fc	RLHG			
		Iluminacion	Incascescente	0	3,41	1	1	0,97	0			
			Fluorescente	3.072	3,41	1,2	1	0,97	12.194			
		Equipo Eléctrico	Otros Equipos	4.000	3,41		1	0,97	13.640			
4. Ganancias de los ocupantes		Tipo de ganancia de calor		Btu/hr/per	Nº per.	Fc						
		Ganancias sensibles		350	24	x	0,97	8.148				
		Ganancias latentes		150	24			3.600				
5. Infiltración por puertas y ventanas		Seleccione una opción		CFM	Ganancias por infiltración							
		a)	120	pies de ranura x nro aperturas/h x	1	cfm/pie ranura =	120	Sensible	1.1 x cfm x	-6,3	DT	-831,6
		b)	0	900	cfm/apertura =	0	Latente	0.68 x cfm x	0,0	gr/lb	0	
6. Ganancias en ductos		Tipo de ductos		Area ducto, pies2	U ducto	DT, °F						
		Ducto de Retorno			0,15	-6,3	1%	RSHG	36			
		Ducto de suministro			0,15	-18,4	5%	RLHG	0			
								RSHG	RLHG			
								Btu/h				
								TOTAL GANANCIAS DE CALOR DEL RECINTO		99.225	3.600	
								TOTAL GANANCIAS DE CALOR DEL RECINTO + % ductos		100.217	3.780	
7. Ventilación de Ocupantes		Seleccione una opción		CFM	Ganancias por ventilación							
		a)	15	cfm/per x No. Personas	360							
		b)	0	cfm/pie2 x pies2 piso	0	Sensible	1.08 x cfm x	-12,6	DT (°F)	-4.899		
		c)	10	cambios/h x pies3 recinto	3215,58	Latente	0,68 x cfm x	76,3	W _o - W _i (grains/lb AIRE)	166.837		
						Ganancia por ventilador forzado	2,5 %			2.481		
								GSHG	GLHG			
								TOTAL CARGA DE CALENTAMIENTO		97.799	170.617	
								RSHR = RSHG/RTHG	GSHR = GSHG / GTHG			
								96%	Btu/h	TONS		
								VOLUMEN AIRE DE SUMINISTRO, CFM sa		268.416	22	
								RSHG / 1.08 x (Tr-Tsa) =		(7.292)		
								cambios/hr del recinto		-23		
								Porcentaje de aire exterior		-5%		
								CFM / Tons		-325,99		
								Btu / pies2		123		
								Btu / m2		1.326		

Se tomó en cuenta la transferencia de calor entre ambientes, las necesidades de ventilación, calentamiento y enfriamiento que se necesita según los lineamientos de la norma ASHRAE (Sociedad Americana de Ingenieros en Refrigeración, Calentamiento y Aire Acondicionado), además de las condiciones reales en las que está funcionando el hospital en la actualidad. El cálculo teórico que se realizó fue fundamental debido a la comparación que se hizo con los resultados de la simulación y se consideraron cuatro quirófanos y el corredor.

En la tabla 3.18 se puede apreciar los valores de áreas para cada quirófano y el área total, las cargas por iluminación, por equipos, cantidad de personas, infiltraciones, incidencia solar, etc., se necesitó $268.416 \text{ Btu/h} = 78612 \text{ W}$.

Se modeló en el programa sketchup los quirófanos y el corredor interior como se puede apreciar en la figura 3.34.

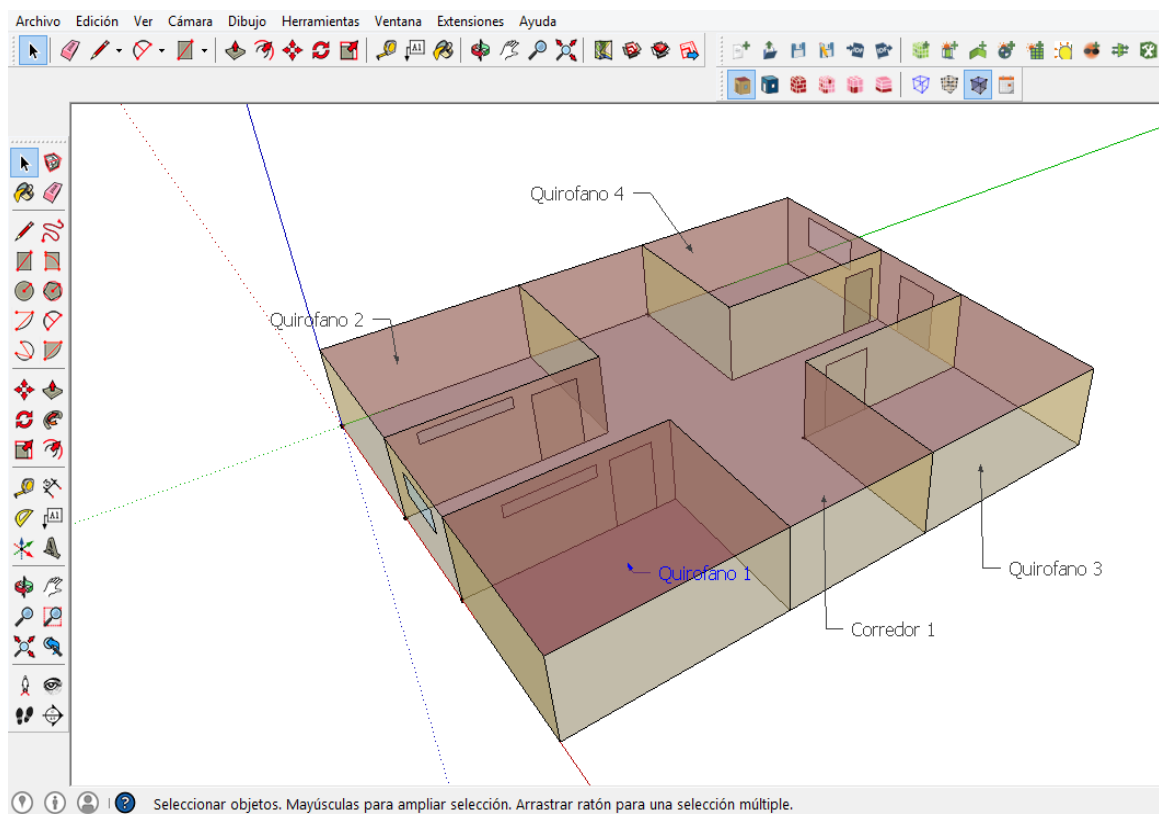


Figura 3.34 Modelado en sketchup del Centro Quirúrgico

Se utilizó el modelo anterior para realizar la simulación a través de OpenStudio con los archivos de clima de Quito descargados desde la página web del Instituto de Energía de los Estados Unidos y se puede apreciar en la figura 3.35

Los datos obtenidos en la simulación dio a conocer las necesidades de calefacción y refrigeración que tiene el edificio a lo largo del año, en la figura 3.36 se aprecia como varían las cantidades de calefacción y refrigeración.

The screenshot shows the OpenStudio interface for configuring climate data. The 'Weather File' section is set to 'QUITO' with the following details:

- Name: QUITO
- Latitude: -0.15
- Longitude: -78.48
- Elevation: 2812
- Time Zone: -5

The 'Measure Tags (Optional)' section shows:

- ASHRAE Climate Zone: [Dropdown]
- CEC Climate Zone: 3

The 'Design Days' section includes a table with the following columns: Design Day Name, All, Day Of Month, Month, Day Type, and Daylight Saving Time Indicator. The table contains several rows of design days for QUITO, including conditions for condensation (DB, DP, WB) and heating (HTG) for both summer and winter.

Design Day Name	All	Day Of Month	Month	Day Type	Daylight Saving Time Indicator
QUITO Ann Clg .4% Condns DB=>MWB	<input type="checkbox"/>	21	8	SummerDesignDay	<input type="checkbox"/>
QUITO Ann Clg .4% Condns DB=>MWB 1	<input type="checkbox"/>	21	8	SummerDesignDay	<input type="checkbox"/>
QUITO Ann Clg .4% Condns DP=>MDB	<input type="checkbox"/>	21	8	SummerDesignDay	<input type="checkbox"/>
QUITO Ann Clg .4% Condns Enth=>MDB	<input type="checkbox"/>	21	8	SummerDesignDay	<input type="checkbox"/>
QUITO Ann Clg .4% Condns WB=>MDB	<input type="checkbox"/>	21	8	SummerDesignDay	<input type="checkbox"/>
QUITO Ann Htg 99.6% Condns DB	<input type="checkbox"/>	21	11	WinterDesignDay	<input type="checkbox"/>
QUITO Ann Htg 99.6% Condns DB 1	<input type="checkbox"/>	21	11	WinterDesignDay	<input type="checkbox"/>
QUITO Ann Htg 99.6% Condns WS=>MCD8	<input type="checkbox"/>	21	11	WinterDesignDay	<input type="checkbox"/>

Figura 3.35 Datos climáticos en OpenStudio

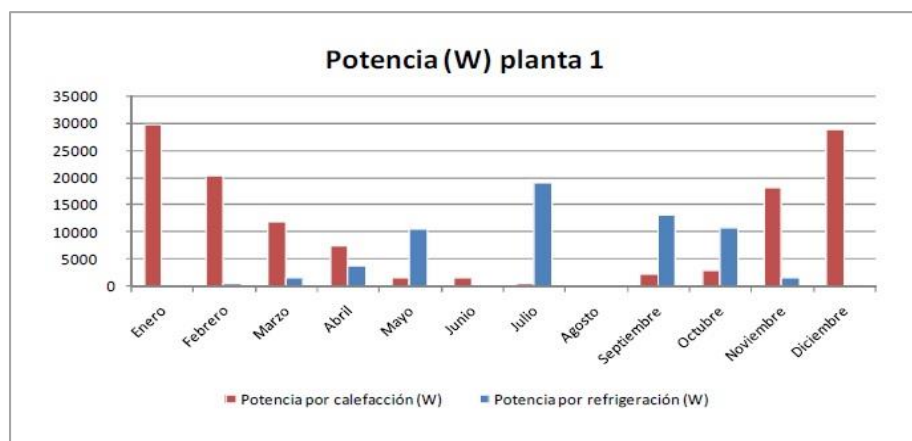


Figura 3.36 Potencia requerida en calefacción y refrigeración

Si se compara el valor teórico obtenido con el cálculo en Excel y la obtenida con la simulación hubo una diferencia del 50% debido a que en la simulación se pudo controlar mejor los parámetros de incidencia solar de esta forma para el mes de enero se requirió de mayor calefacción al igual que en el mes de diciembre y en julio se necesitó de refrigeración.

3.2.1 CALCULO DEL CO₂

[1] Inventario de emisiones

Tipo	Cantidad	Medida	Emisiones de CO ₂	Fuente
Consumo eléctrico	78.612	KWh	51.098	Kg CO ₂ CE
Transporte				
Coche gasolina	0	Km	0	Kg CO ₂ CE
Coche diesel	0	Km	0	Kg CO ₂ CE
Furgoneta	0	Km	0	Kg CO ₂ EERE
Trailer	0	Km	0	Kg CO ₂ EERE
Avión*	0	Km	0	Kg CO ₂ ICAO, IPCC
Tren AV*	0	Km	0	Kg CO ₂ UIC, EEA
Regional*	0	Km	0	Kg CO ₂ UIC, EEA
Cercanías/Metro*	0	Km	0	Kg CO ₂ UIC, EEA
Total emisiones CO₂			51.098	Kg CO ₂

Las cifras emitidas por esta calculadora vienen expresadas en notación inglesa, siendo el punto (.) el separador de decimales.

*Datos por pasajero

CALCULADORA DE CO₂

reiniciar calcular

CE: Comisión Europea
 IPCC: Grupo Intergubernamental de la ONU para el Cambio Climático
 ICAO: Organización Internacional de Aviación Civil
 EERE: Departamento de Energía de EEUU
 UIC: Unión Internacional de Ferrocarriles
 EEA: Agencia Europea de la Energía

Figura 3.37 Potencia requerida en calefacción y refrigeración

Se calculó la cantidad de CO₂ que representa el funcionamiento del centro quirúrgico en base a los datos de simulación el cual dio un total de 51 Kg de dióxido de carbono relacionados al funcionamiento del centro quirúrgico a lo largo de 1 año como se puede apreciar en la figura 3.37.

CAPITULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

1. El cambio del sistema de calentamiento de agua con gas licuado de petróleo (GLP) a un sistema de calentamiento solar (sin generación de CO₂), reducirá el consumo de GLP en 38.47% del consumo anual.
2. Se obtuvieron los indicadores de energía y de consumo de los sistemas mecánicos (eléctrico, combustibles fósiles y agua potable) como valores anuales referenciales por cama disponible:

I_{AP} = Indicador de consumo de agua potable= 66,88 m³/cama

I_{EL} = Indicador de consumo de energía eléctrica=140,26 kWh/cama

I_{GLP} = Indicador de consumo de gas licuado de petróleo=46,20
kg/cama

I_{DI} = Indicador de consumo de diésel=118,81 gal/cama

3. Las pérdidas de energía térmica se reducen con aislamientos bien aplicados en tuberías; y en ductos con aislamientos de mayor densidad. La reducción de energía eléctrica se consigue con motores modernos dotados con variadores de velocidad y calentamiento de agua con energía solar.
4. Con la aplicación de energías alternativas y eficientes se elimina la combustión de 5835 kg de GLP con su generación de CO₂.

4.2 RECOMENDACIONES

El presente trabajo al ser la implementación inicial de un sistema de gestión de uso de energía en un hospital, se recomienda continuar el proyecto con los lineamientos de la norma ISO 50001 Gestión de la Energía, siendo necesaria una auditoria energética para la evaluación inicial.

Se recomienda adquirir un nuevo caldero de 100 BHP para trabajo simultáneo con el existente para facilitar labores de mantenimiento y asegurar el funcionamiento de las áreas requeridas.

Realizar la implementación del sistema de protección de incendios en todo el hospital para estar dentro de la normativa hospitalaria.

Cambiar los calefones de GLP para calentamiento de agua instalados en los patios de las áreas de servicio a calentamiento con paneles solares.

Instalar sistema de control de energía con sensores para realizar evaluaciones de los sistemas a un software común.

Implementar en numerosas áreas del hospital sistemas de aire acondicionado y ventilación mecánica de acuerdo a la norma ASHRAE.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Códigos postales de España Org. (2015). *Mapas de Latacunga-Cotopaxi plano satelital y código postal*. España. Recuperado de <http://www.codigospostal.org/mapas/ecuador/plano.php?Latacunga&id=63>
- Vera, D. (2014). *Gestión e indicadores energéticos*. Colombia. E-ure. Recuperado de <http://www.si3ea.gov.co/eure/16/inicio.html>
- Ministerio de Salud Pública. (2011). *Reseña histórica*. Ecuador. Recuperado de http://www.hpgl.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=19&Itemid=62
- Conafe. (2015). *Uso eficiente de energía*. Chile. Recuperado de <http://www.conafe.cl/clientehogar/Paginas/Us EFicientedelaEnergia.aspx>
- Faral, A. y Morisio, L. (2011). *La eficiencia energética, rentabilidad del negocio y el cuidado del medio ambiente a través del uso de vehículos eléctricos*. Uruguay. Recuperado de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/bitstream/123456789/463/1/M-CD4230.pdf>
- La vanguardia. (2012). *Doha, acuerda finalmente prorrogar el protocolo de Kioto hasta 2020*. España. Recuperado en <http://www.lavanguardia.com/medioambiente/20121208/54356191791/cumbre-doha-acuerdo-final-prorrogar-kioto-2020.html#ixzz2KhlgFYpc>

- Carbon watch trade org. (2015). *Los vínculos del CO₂*. España. Recuperado de <http://www.carbontradewatch.org/carbon-connection-es/que-es-el-protocolo-de-kyoto.html>
- Abc. (2015). *El protocolo de Kioto ha logrado reducir en un 22,6% las emisiones*. Madrid, España. Recuperado de <http://www.abc.es/sociedad/20150216/abci-protocolo-kyoto-aniversario-201502161505.html>
- Twenergy. (2012), *Que es la eficiencia energética*. España. Recuperado de <http://twenergy.com/a/que-es-la-eficiencia-energetica-39>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización, (2011), *Norma Técnica Ecuatoriana NTE Inen XX*, Quito, Ecuador: Inen.
- Ministerio de salud pública, (2010), *Reglamento General Sustantivo para la aplicación del Proceso de Licenciamiento en los Establecimientos de Salud*, Quito, Ecuador: MSP.
- Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, (2013), *Reglamento de Homologación de la Unidades médicas del IESS*, Quito, Ecuador: IESS.
- República del ecuador, (2008). *Constitución de la República del Ecuador*, Quito, Ecuador: Registro Oficial # 449.
- Ministerio de electricidad y energía renovable, (2012), *Plan Maestro de electrificación 2012-2020*. Ecuador. Recuperado de <http://www.energia.gob.ec/plan-maestro-de-electrificacion/>

- Asrhae, (2010), *Normas de aire acondicionado*, EEUU.
- Rey F.; Velasco E., (2006), *Eficiencia Energética en Edificios. Certificación y Auditorías Energéticas*, Ediciones Paraninfo. S.A. ,1ª ed, España.
- TECNOLOGIA INDUSTRIAL RESIDUOS S.A. (2015). Qué es la huella de CO₂. Chile. Recuperado de <http://www.tirsa.cl/huellaco2.html>
- U.S. ENERGY DEPARTMENT. (2015). Concentrating solar power. USA. Recuperado de <http://energy.gov/eere/office-energy-efficiency-renewable-energy>
- INSTITUTO DE ENERGIA USA (2015). Free publications. USA. Recuperado de <http://www.iea.org/publications/freepublications/>

ANEXOS

ANEXO 1.1

DEFINICIONES BASICAS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD

Número de camas hospitalarias disponibles en un determinado período en los establecimientos con internación del MSP.- También conocido como giro de camas, las estadísticas hospitalarias registran el porcentaje de ocupación o utilización de camas en cada establecimiento durante un determinado año. El indicador registra el porcentaje promedio de ocupación en los hospitales del MSP.

Giro de camas.- Es un indicador relacionado con la producción de servicios, es una medida del número de egresos que en promedio comprometieron el uso de cada cama disponible.

MINISTERIO DE SALUD - DEIS (2014), Recuperado de
http://www.siise.gob.ec/siiseweb/PageWebs/SALUD/ficsal_S125.htm

ANEXO 1.2

INDICADORES DEL SIISE

OCUPACIÓN DE CAMAS EN ESTABLECIMIENTOS DEL MSP

Fundamento.- La frecuencia de ocupación o uso de camas es una forma de medir el rendimiento o eficiencia de una institución de salud; es decir, se trata de un indicador de insumo.

Cama de Hospital.- Es aquella que se encuentra instalada y dispuesta las 24 horas del día para uso regular de pacientes hospitalizados.

Se cuentan como camas de hospital, las camas de adultos y niños (cunas e incubadoras usadas para el tratamiento de niños hospitalizados), camas críticas, etc.

No son camas de hospital las que se usan sólo temporalmente con fines de diagnósticos o tratamiento (rayos X, camas de parto y de trabajo de parto, pruebas de metabolismo basal, camas de recuperación post operatoria), camas para realizar CMA, camillas ubicadas en salas de emergencia donde el paciente espera su atención definitiva), cunas de recién nacidos sanos que se encuentran instaladas en los servicios de obstetricia y que están destinadas al cuidado de los niños recién nacidos en el establecimiento que permanecen en él después del parto, camas de acompañantes, camas para el personal, etc.

Dotación normal de camas: Son las camas asignadas al establecimiento por la autoridad competente, instaladas y dispuestas las 24 horas del día para la hospitalización de pacientes, que funcionan regularmente en períodos de actividad normal.

La dotación no está afectada por fluctuaciones temporales, es decir camas que se agregan o que se quitan por períodos cortos de tiempo.

Días de estada: es el total de días que el paciente permaneció hospitalizado en el establecimiento y corresponde al número de días transcurridos entre la fecha de ingreso y la fecha de egreso.

Promedio de camas disponibles o camas en trabajo: es el número promedio de camas que estuvieron en funcionamiento cada día en un período dado.

Forma de cálculo:

Total de días camas disponibles en un período dado

Total de días del mismo período

Giro de camas o índice de rotación: es un indicador relacionado con la producción de servicios, mide el número de pacientes que en promedio pasan por una cama en un período determinado de tiempo

Forma de cálculo:

Total de egresos en un período dado

Promedio de camas disponibles o en trabajo del mismo período

ANEXO 1.3

RENDIMIENTO ENERGETICO

Para aplicar la eficiencia energética en un edificio, se debe conocer la cantidad de energía calculada o medida que se necesita para satisfacer la demanda de energía asociada a su uso normal, incluirá, entre otras cosas, la energía consumida en sistemas de bombeo, generación de vapor, refrigeración, termo ventilación, aire acondicionado, entre otros sistemas.

Un edificio energéticamente eficiente es aquel que minimiza el uso de las energías convencionales (en particular la energía no renovable), a fin de ahorrar y hacer un uso racional de la misma. La eficiencia energética o rendimiento energético surge del cociente entre la energía útil o utilizada por un sistema y la energía total consumida:

$$\eta = \frac{E_{\text{util}}}{E_{\text{total}}}$$

TWENERGY ENDESA (2012), recuperado de <http://twenergy.com/a/que-es-la-eficiencia-energetica-39>

ANEXO 1.4

OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA

Para una correcta gestión energética de los locales dedicados al sector sanitario de clínicas y hospitales es necesario conocer los aspectos que determinan cuáles son los elementos más importantes a la hora de lograr la optimización energética, conocimiento que permitirá un mejor aprovechamiento de los recursos y un ahorro tanto en el consumo como en el dimensionamiento de las instalaciones. De la diversidad de instalaciones que puede acoger este sector, así como de los servicios concretos que en ellas se ofrecen (consultas, urgencias, quirófanos, oficinas, laboratorios, etc.) depende el suministro de ENERGÍA.

Como norma general, se puede decir que las aplicaciones que más consumo de energía concentran son climatización, calentamiento de agua, vapor e iluminación. El consumo de energía, como una variable más dentro de la gestión de un negocio, adquiere relevancia cuando de esa gestión se pueden obtener ventajas que se traducen directamente en ahorros reflejados en la cuenta de resultados.

FUNDACION DE LA ENERGIA DE LA COMUNIDAD DE MADRID, Recuperado de <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-de-Ahorro-y-Eficiencia-Energetica-en-Hospitales-fenercom-2010.pdf>

ANEXO 1.5

BASE LEGAL DE IMPLEMENTACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Constitución 2008, Capítulo VII, RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR, sección segunda, Salud, se refiere los artículos siguientes:

Art. 359.- El sistema nacional de salud comprenderá las instituciones, programas, políticas, recursos, acciones y actores en salud; abarcará todas las dimensiones del derecho a la salud; garantizará la promoción, prevención, recuperación y rehabilitación en todos los niveles; y propiciará la participación ciudadana y el control social.

Art. 361.- El Estado ejercerá la rectoría del sistema a través de la autoridad sanitaria nacional, será responsable de formular la política nacional de salud, y normará, regulará y controlará todas las actividades relacionadas con la salud, así como el funcionamiento de las entidades del sector.

Por otro lado, a nivel regional, los Estados miembros tienen la obligación de adoptar, a nivel nacional o regional, una metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios que tiene en cuenta determinados elementos, en especial:

- las características térmicas del edificio (capacidad térmica, aislamiento, etc.);
- la instalación de calefacción y de agua caliente;
- las instalaciones de aire acondicionado;
- la instalación de iluminación incorporada;
- las condiciones ambientales interiores.

La influencia positiva de otros elementos como la exposición solar local, la iluminación natural, la producción eléctrica por cogeneración y los sistemas de calefacción y refrigeración urbanos o colectivos también se tienen en cuenta.

ANEXO 1.6

DEFINICIONES ARQUITECTONICAS

Crujías.- Es el espacio arquitectónico comprendido entre dos muros de cargas, dos alineamientos de pilares (pórticos), o entre un muro y los pilares alineados contiguos. Constructivamente es una de las partes principales en que se divide la planta de un edificio. Se denomina primera crujía al volumen situado más próximo a la fachada principal, numerándose correlativamente hacia el interior de la edificación.

Altura de edificación.- La altura predominante es tres pisos

Tramo Heterogéneo.- El Hospital en su conjunto está conformado por un conjunto de edificaciones de distintas características en cuanto a su estilo, altura, tipología, estética.

Destaca positivamente: por encontrarse en el centro histórico de la ciudad guarda una correlación con las edificaciones de la época con valor arquitectónico dentro de su entorno urbano inmediato.

ANEXO 1.7

INDICADORES ENERGETICOS

La gestión energética implica una medición regular de las variables del proceso como base para encontrar las eficiencias y los consumos, además permite contar con elementos técnicos para analizar las condiciones de operación actuales y calcular sus indicadores, definir metas de mejoramiento y revisar el comportamiento en el tiempo, plantear y evaluar posibles ahorros y mejoras, y estableciendo las prioridades de la empresa, tomar decisiones de control (Ver figura a). Los indicadores son muy valiosos para registrar, comentar y analizar periódicamente, y el análisis de sus comportamientos históricos es el que permite descubrir estas oportunidades de mejora.

Usualmente la Eficiencia Energética se evalúa a través de los llamados Indicadores de Eficiencia Energética que permiten medir “cuán bien” se utiliza la energía para producir una unidad de producto (APEREC, 2000). Los Indicadores de Eficiencia Energética adoptan diferentes formas dependiendo de los objetivos buscados, de modo que existen indicadores económicos, tecno-económicos o indicadores de ahorro-energético.

En relación con la profundidad del análisis y la interpretación de los resultados, mientras mayor sea el nivel de agregación de la información utilizada, por ejemplo a nivel macroeconómico, los indicadores pueden englobar diversos efectos. Por otro lado, a medida que el nivel de desagregación aumenta, la influencia de los cambios estructurales se reduce y, por lo tanto, es posible identificar las variables que afectan a la eficiencia energética y comprender de mejor manera la evolución en los consumos, agregados de energía

Editores: Farid Chejne Janna, Katerina Sánchez Parra

Diseñadora: Carolina Múnera Cadavid

Montaje: Cristian de Jesús Gómez De la Hoz

Implementación: Roberto Manjarrés

ANEXO 3.1 ATENCIONES EN CONSULTA EXTERNA

ATENCIONES EN CONSULTA EXTERNA													
SERVICIO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS	SEPT	OCTB	NOVB	DICEM	TOTAL
MEDICINA INTERNA	942	796	782	450	621	398	618	666	528	799	792	560	7952
CIRUGIA	193	186	181	138	185	199	256	286	274	208	103	101	2310
CIRUGIA PLASTICA	66	58	65	45	46	51	59	89	75	33	54	38	679
TRAUMATOLOGIA	446	469	410	438	348	483	574	473	441	545	494	385	5506
CARDIOLOGIA	190	151	185	148	161	161	179	131	126	175	185	133	1925
OTORRINOLARINGOLOGIA	141	144	139	61	129	136	187	174	44	222	213	158	1748
GINECOLOGIA	394	289	249	269	283	293	306	326	258	265	220	167	3319
OFTALMOLOGIA	149	131	101	151	143	159	215	240	39	211	195	187	1921
PEDIATRIA	697	700	447	250	315	289	242	368	265	333	278	233	4417
PSIQUIATRIA	91	166	189	189	159	136	191	185	160	198	184	109	1957
OBSTETRICIA	282	243	90	28	27	16							686
TOTAL:	3591	3333	2838	2167	2417	2321	2827	2938	2210	2989	2718	2071	32420

ATENCIONES EN CONSULTA EXTERNA													
SERVICIO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS	SEPT	OCTB	NOV	DICB	TOTAL
TODOS	3591	3333	2838	2167	2417	2321	2827	2938	2210	2989	2718	2071	32420

ATENCIONES EN EMERGENCIA													
SERVICIO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS	SEP	OCTB	NOVB	DICB	TOTAL
MEDICINA INTERNA	923	845	987	960	1120	1039	1256	1214	1309	1167	1045	1216	13081
CIRUGIA	39	44	53	110	97	104	103	86	51	93	98	92	970
GINECOLOGIA OBSTETRICIA	556	582	630	474	523	498	572	807	478	523	550	567	6760
PEDIATRIA	355	394	336	413	516	464	423	566	528	429	343	893	5660
TOTAL:	1873	1865	2006	1957	2256	2105	2354	2673	2366	2212	2036	2768	26471
TRIAJE	3243	3268	2888	1720	1644	903	1750	1214	1492	2192	2633	1094	24041

PROMEDIO DIARIO CAMAS DISPONIBLES													
SERVICIO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS	SEP	OCTB	NOV	DICB	TOTAL
MEDICINA INTERNA	23,97	24	24	23,97	24	24,13	24,1	23,9	23,6	24	24	24	23,9
CIRUGIA	29,81	30,1	30	29,6	30	30,2	30	30,2	31,8	29,5	30,1	30	30,1
TRAUMATOLOGIA	23	22,9	22,9	23,07	23,26	22,9	23,7	23,8	24	24,1	24	24	23,4
GINECOLOGIA OBSTETRICIA	34,74	36	35,9	36	36	36	36	36	36	26	36	35,2	35,8
NEONATOLOGIA	6	6	6	6	5,96	6,03	6,6	6,1	6,1	6,7	6	6,1	6,1
PEDIATRIA	33,29	33,2	33	33,07	33,39	33,17	33,1	32,5	32,7	33,4	33,1	33,4	33,1
TOTAL:	150,8	152,1	152	151,7	152,6	152,4	153,7	152,7	154	154	153,1	152,6	152,6

DOTACION NORMAL DE CAMAS												
SERVICIO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS	SEPT	OCTB	NOV	DICB
MEDICINA INTERNA	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
CIRUGIA	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
TRAUMATOLOGIA	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
GINECOLOGIA OBSTETRICIA	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
NEONATOLOGIA	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
PEDIATRIA	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
TOTAL:	202	202	202	202	202	202	202	202	202	202	202	202
Fuente: Dpto. de Estadística												
Elaborado por : Ing. Marco Herrera												
fecha: enero 3 del 2013												

ANEXO 3.2 DATOS LAVANDERIA

LAVANDERIA													
KILOS ROPA LAVADA													
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO	SEP	OCTB	NOV	DICB	TOTAL
Para Ct. Ext.	3845	3373	1704	1640	1916	2483	2086	2175	2364	2354	1814	2507	28261
Para Hospitalización	15575	14496	11412	11780	15641	13163	13441	15960	13730	13586	12700	14290	165774
total:	19420	17869	13116	13420	17557	15646	15527	18135	16094	15940	14514	16797	194035

ALIMENTACION Y DIETETICA													
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO	SEP	OCTB	NOV	DICB	TOTAL
RACIONES A ENFERMOS	8961	9936	9761	8791	8655	83110	8335	9960	9052	9808	8892	8526	183787
RACIONES A PERSONAL	4076	3857	4311	3874	4226	4049	4241	3823	3631	4198	3603	3354	47243
total:	13037	13793	14072	12665	12881	87159	12576	13783	12683	14006	12495	11880	231030

ANEXO 3.3 DOTACION DE CAMAS

Año:	2012							
Dotación normal de camas:	202							
	Valores de terceros							
MES	kW (07h00-22h00)	kW (22h00-07h00)	Demanda Cliente (kW)	Consumo Total mensual (kWh)	Tasa Alumbrado público (USD)	Tasa Recolección Basura (USD)	Recargos recuperación cartera (USD)	Total Factura (USD)
Enero	28674	11349	96	40023	8,3	88,05		2385,93
Febrero	26876	10489	96	37365	8,3	82,2		2217,86
Marzo	28892	11495	96	40387	8,3	88,85	2,72	2379,03
Abril	27480	10788	94	38268	16	84,19		2264,48
Mayo	28791	11398	97	40189	16	88,42		2369,35
Junio	28254	10976	95	39230	16	86,31		2338,02
Julio	29644	11610	96	41254	16	90,76	4,05	2436,99
Agosto	30479	12240	99	42719	16	93,98		2525,47
Septiembre	28950	11634	97	40584	16	89,28	2,79	2412,91
Octubre	29350	11546	96	40896	16	89,97	5,05	2420,6
Noviembre	27589	10933	91	38522	16	84,75		2291,44
Diciembre	27589	10933	91	38522	16	84,75		2291,44
		TOTAL ANUAL	kW	477959		TOTAL ANUAL USD		28333,52

ANEXO 3.4 CONSUMO DE AGUA POR MES

MES	Consumo (m3)	Total Factura (usd)	Indicador (costo/cama)	Indicador (consumo/cama)
Enero	954	225,33	1,12	4,72
Febrero	1184	259,62	1,29	5,86
Marzo	1608	421,29	2,09	7,96
Abril	1349	319,64	1,58	6,68
Mayo	948	167,3	0,83	4,69
Junio	1148	86,06	0,43	5,68
Julio	1997	525,96	2,60	9,89
Agosto	668	127,86	0,63	3,31
Septiembre	963	200,85	0,99	4,77
Octubre	930	199,01	0,99	4,60
Noviembre	892	159,1	0,79	4,42
Diciembre	869	147,98	0,73	4,30

66,88

ANEXO 3.5 ANALISIS DIESEL

Análisis Diesel						
Número camas:	202					
Año:	2012					
MES	Compra (gal)	Precio unitario (usd/gal)	Total (usd)	Demanda de camas	Indicador (costo/ca ma) *	Indicador (consumo/cama)
Enero	2000	0,820284	1640,57	202	9,10	9,90
Febrero	2000	0,820284	1640,57	202	9,10	9,90
Marzo	2000	0,820284	1640,57	202	9,10	9,90
Abril	2000	0,820284	1640,57	202	9,10	9,90
Mayo	2000	0,820284	1640,57	202	9,10	9,90
Junio	2000	0,820284	1640,57	202	9,10	9,90
Julio	2000	0,820284	1640,57	202	9,10	9,90
Agosto	2000	0,820284	1640,57	202	9,10	9,90
Septiembre	2000	0,820284	1640,57	202	9,10	9,90
Octubre	2000	0,820284	1640,57	202	9,10	9,90
Noviembre	2000	0,820284	1640,57	202	9,10	9,90
Diciembre	2000	0,820284	1640,57	202	9,10	9,90
	24000	9,843408	19686,82		109,15	118,81
* mas iva						

ANEXO 3.6 CONSUMO GLP

GAS LICUADO DE PETROLEO						
Número camas:	202					
Año:	2013					
MES	GLP (Kg)	Precio unitario	servicio PIF	Total factura	Indicador (costo/cama a) *	Indicador (consumo/cama)
Enero	561	0,095238	0,053571	83,482	0,41	2,78
Febrero	826	0,095238	0,053571	122,916	0,61	4,09
Marzo	745	0,095238	0,053571	110,863	0,55	3,69
Abril	814	0,095238	0,053571	121,131	0,60	4,03
Mayo	759	0,095238	0,053571	112,946	0,56	3,76
Junio	698	0,095238	0,053571	103,869	0,51	3,46
Julio	730	0,095238	0,053571	108,631	0,54	3,61
Agosto	735	0,095238	0,053571	109,375	0,54	3,64
Septiembre	650	0,095238	0,053571	96,726	0,48	3,22
Octubre	1103	0,095238	0,053571	164,136	0,81	5,46
Noviembre	892	0,095238	0,053571	132,738	0,66	4,42
Diciembre	820	0,095238	0,053571	122,023	0,60	4,06
						46,20

MODELO

LECTURAS DIARIAS DEL CONSUMO DE GLP DE TANQUES DE 1000 KG Y 250 KG							
FECHA	HORA	TANQUE 1000 KILOS	2 TANQUES 250 KILOS C/U		Peso (Kg) Consumido Tanque 1000 Kg	Peso (Kg) Consumido Tanques 250 Kg (2u)	Peso (Kg) Consumido Total
2-07-013	19h	25%	80%		0	0	0
3-07-013	07h	22%	80%		30	0	30
3-07-013	19h30	20%	80%		20	0	20
4-07-013	07h	19%	80%		10	0	10
4-07-013	19h	19%	77%		0	15	15
5-07-013	07h30	19%	75%		0	10	10
5-07-013	19h00	19%	73%		0	10	10
6-07-013	07h30	19%	70%		0	15	15
6-07-013	19h30	19%	67%		0	15	15
7-07-013	07h30	19%	65%		0	10	10
7-07-013	19h30	19%	45%		0	100	100
8-07-013	07h30	19%	35%		0	50	50
8-07-013	19h30	19%	30%		0	25	25
9-07-013	07h30	19%	22%		0	40	40
							0
		CARGA DE GLP					0

UBICACIÓN DE CALEFONES	Cantidad
MEDICINA INTERNA	4
EMERGENCIA	4
TRAUMATOLOGIA	4
PEDIATRIA	2
GASTROENTEROLOGIA	1
LABORATORIO (1º PISO)	1
CIRUGIA HOMBRES	1
CENTRO OBSTETRICO	1
CIRUGIA MUJERES	1
REHABILITACION	2
NEONATOLOGIA	1
EMERGENCIA	1
QUIROFANO GENERAL	1
RAYOS X	1
RESIDENCIA MEDICOS	1
ESTAR CHOFERES	1

AÑO 2012	CANTIDAD DE CARGAS	UNIDAD (15 kg)
ENERO	42	U
FEBRERO	33	U
MARZO	40	U
ABRIL	31	U
MAYO	38	U
JUNIO	27	U
JULIO	27	U
AGOSTO	42	U
SEPTIEMBRE	27	U
OCTUBRE	30	U
NOVIEMBRE	23	U
DICIEMBRE	29	U
TOTAL DE CARGAS	389	U
TOTAL CONSUMO GLP	5835	kg
	81690	kWh

ANEXO 3.7 TABLA DE MOTORES ELECTRICOS

TABLAS DE MOTORES ELECTRICOS												
SISTEMA DE PRESION CONSTANTE	VOLTAJE	AMPERIOS	POTENCIA HP	FASE	POTENCIA ACTIVA (Kw)	MARCA	FRECUENCIA	FACTOR DE POTENCIA	POTENCIA CONSUMIDA (Kw)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (h)	kWh / día	kWh / año
MOTOR BOMBA No 1	208-230/460	19-18/9	7 1/2	TRIFÁSICO	5,60	BALDOR	60 Hz	91%	6,15	4	24,59	8976,59
MOTOR BOMBA No 2	208-230/460	19-18/9	7 1/2	TRIFÁSICO	5,60	BALDOR	60 Hz	91%	6,15	4	24,59	8976,59
MOTOR BOMBA No 3	208-230/460	13-12,2/6,1	5	TRIFÁSICO	3,73	BALDOR	60 Hz	89%	4,19	24	100,58	36713,26
EQUIPOS DE LAVANDERIA	VOLTAJE	AMPERIOS	POTENCIA HP		POTENCIA ACTIVA (Kw)	MARCA	FRECUENCIA	FACTOR DE POTENCIA	POTENCIA CONSUMIDA (Kw)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (h)	kWh	
LAVADORA METRAMO	208/240	6,0-4,6	4/9	TRIFÁSICO	0,34	SM	60 Hz	77%	0,44	4	1,74	636,52
LAVADORA SPEED QUEEN	195/390	25	7 1/2	TRIFÁSICO	5,60	MARATHON	60 Hz	83%	6,74	4	26,96	9841,81
SECADORA SPEED QUEEN	208-230/460	4,7		MONOFÁSICO	0,75	MARATHON	60 Hz	85%	0,88	3	2,65	966,18
SECADORA SPEED QUEEN	208-230/460	3,4	1	TRIFÁSICO	0,75	MARATHON	60 Hz	85%	0,88	3	2,65	966,18
LAVADORA MILNOR	220/240	35,2	10	TRIFÁSICO	7,46	BALDOR	60 Hz	85%	8,78	4	35,11	12813,65
CALANDRIA												
PLANCHADORA	230/460	1,63/0,98		TRIFÁSICO	0,37	DEM	60 Hz	77%	0,48	4	1,92	701,56
LAVADORA AMERICAN	230 /115	4,7/9,4		TRIFÁSICO	0,75	AMERICAN	60 Hz	77%	0,97	3	2,92	1066,56
SISTEMA DE VACIO	VOLTAJE	AMPERIOS	POTENCIA HP		POTENCIA ACTIVA (Kw)	MARCA	FRECUENCIA	FACTOR DE POTENCIA	POTENCIA CONSUMIDA (Kw)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (h)	kWh	
MOTOR 1	230	20,4	7 1/2	TRIFÁSICO	5,50	BALDOR	60Hz	89%	6,18	8	49,44	18044,94
MOTOR 2	230	20,4	7 1/2	TRIFÁSICO	5,50	BALDOR	60Hz	89%	6,18	8	49,44	18044,94
AIRE MEDICINAL	VOLTAJE	AMPERIOS	POTENCIA HP		POTENCIA ACTIVA (Kw)	MARCA	FRECUENCIA	FACTOR DE POTENCIA	POTENCIA CONSUMIDA (Kw)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (h)	kWh	
MOTOR 1	220 /440	23,2/11,6	7 1/2	TRIFÁSICO	5,60	SIEMENS	60 Hz	79%	7,09	8	56,71	20698,73
MOTOR 2	220/440	23,2/11,6	7 1/2	TRIFÁSICO	5,60	SIEMENS	60Hz	79%	7,09	8	56,71	20698,73
CLIMATIZACION DE AIRE	VOLTAJE	AMPERIOS	POTENCIA HP		POTENCIA ACTIVA (Kw)	MARCA	FRECUENCIA	FACTOR DE POTENCIA	POTENCIA CONSUMIDA (Kw)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (h)	kWh	
VENTILADOR 1 COBSETRICO	220/440	15,8/7,9	5	TRIFÁSICO	3,70	SIEMENS	60 Hz	78%	4,74	12	56,92	20776,92
VENTILADOR 2 CQUIRURGICO	220/440	15,8/7,9	5	TRIFÁSICO	3,70	SIEMENS	60Hz	78%	4,74	12	56,92	20776,92
AREA DE COCINA	VOLTAJE	AMPERIOS	POTENCIA HP		POTENCIA ACTIVA (Kw)	MARCA	FRECUENCIA	FACTOR DE POTENCIA	POTENCIA CONSUMIDA (Kw)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (h)	kWh	
UNIDAD ENFRIAMIENTO CUARTO FRIO 1 COCINA	220	5	1 1/2	MONOFÁSICO	1,12			85%	1,32	8	10,53	3844,09
UNIDAD ENFRIAMIENTO CUARTO FRIO 2 COCINA	220	3,3	1	MONOFÁSICO	0,75			85%	0,88	8	7,02	2562,73
VENTILADOR E-1 CAMPANA EXTRACTORA COCINA	220	2,5	3/4	MONOFÁSICO	0,56		60 Hz	85%	0,66	6	3,95	1441,54
AREA DE RAYOS X	VOLTAJE	AMPERIOS	POTENCIA HP		POTENCIA ACTIVA (Kw)	MARCA	FRECUENCIA	FACTOR DE POTENCIA	POTENCIA CONSUMIDA (Kw)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (h)	kWh	
VENTILADOR E-2 RAYOS X	220	1,7	1/2	MONOFÁSICO	0,37		60Hz	80%	0,47	6	2,80	1021,09
VENTILADOR E-3 RAYOS X	220	2,5	3/4	MONOFÁSICO	0,56		60Hz	80%	0,70	6	4,20	1531,63
UNIDAD PAQUETE RAYOS X	220	10,1	3	MONOFÁSICO	2,24			85%	2,63	8	21,06	7688,19
CASA DE MAQUINAS	VOLTAJE	AMPERIOS	POTENCIA HP		POTENCIA ACTIVA (Kw)	MARCA	FRECUENCIA	FACTOR DE POTENCIA	POTENCIA CONSUMIDA (Kw)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (h)	kWh	
MOTOR 1 BOMBA SUCCION AGUA	220 /440	21,0/10,5	7 1/2	TRIFÁSICO	5,60	SIEMENS	60 Hz	87%	6,43	4	25,72	9389,31
MOTOR 2 BOMBA PRODUCTO QUIMICO	120	3,5		MONOFÁSICO	0,37	NSF	60 Hz	80%	0,46	2	0,93	337,63
MOTOR 3 BOMBA SUCCION COMBUSTIBLE	115/230	2,5	1/2	MONOFÁSICO	0,37	PAOLO	60 Hz	80%	0,47	2	0,93	340,36
CALDERO DE 100 BHP	220	25	7 1/2	TRIFÁSICO	5,60		60 Hz	88%	6,36	5	31,79	11603,27
ASCENSOR MONTACAMILLA	VOLTAJE	AMPERIOS	POTENCIA HP		POTENCIA ACTIVA (Kw)	MARCA	FRECUENCIA	FACTOR DE POTENCIA	POTENCIA CONSUMIDA (Kw)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (h)	kWh	
MOTOR 1	220/380	29/16,5		TRIFÁSICO	6,00	SCHINDLER	60Hz	87%	6,90	12	82,76	30206,90
COMPRESORES DE AUTOCLAVES	VOLTAJE	AMPERIOS	POTENCIA HP		POTENCIA ACTIVA (Kw)	MARCA	POTENCIA	FACTOR DE POTENCIA	POTENCIA CONSUMIDA (Kw)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (h)	kWh	
MOTOR 1 C. ESTERILIZACION	220/440	22,00/11,00	5	TRIFÁSICO	3,73	WEG	60Hz	78%	4,78	5	23,91	8727,24
MOTOR 2 CQUIRURGICO	380/220	8,1/14	5	TRIFÁSICO	3,73	WEG	60Hz	78%	4,78	3	14,35	5236,35
											TOTAL	284630,41

ANEXO 3.8 EQUIPAMIENTO ELECTRICO

EQUIPOS ELECTRICOS	RELACION DE TRANSFORMACION	POTENCIA NOMINAL (kVA)	FASE	FRECUENCIA	
TRANSFORMADOR	13,8 kV / 225 V	500	TRIFASICO	60 Hz	
TRANSFORMADOR	13,8 kV / 225 V	112,5	TRIFASICO	60 Hz	
GENERADOR DE EMERGENCIA	220/440	125	TRIFASICO	60 Hz	
ILUMINACION INTERIOR	CANTIDAD	CARGA POR ILUMINACION (kW)	FUNCIONAMIENTO PROMEDIO (h)	CARGA (Kwh/día)	CARGA (Kwh/mes)
LAMPARAS 2X40w	329	26,32	8	210,56	6316,8
LAMPARAS 2X32w	201	12,864	12	154,37	4631,04
LAMPARAS 2X75w	34	5,1	12	61,20	1836
TOTAL					12783,84
DUCHAS ELÉCTRICAS EN FUNCIONAMIENTO	CANTIDAD	CARGA (kW)	FUNCIONAMIENTO PROMEDIO (h)	CARGA (Kwh/día)	CARGA (Kwh/mes)
RESIDENCIA CHOFERES	1	2	2	4,00	120
CENTRO OBSTÉTRICO	2	4	4	16,00	480
TOTAL					600
DUCHAS ELÉCTRICAS SIN UTILIZAR	CANTIDAD				
	4				

ANEXO 3.9

INDICADORES ENERGETICOS DE OTRAS UNIDADES DE SALUD

6.5.2. Indicador: Consumo eléctrico por cantidad de camas.

Hospital	Número de camas	Consumo Primario anual [MWh]	Indicador [KWh/cama*año]	% c/r al primero [%]	Puntaje	Puntaje
Instituto Nacional Geriátrico Presidente Eduardo Frei Montalva	80	42,2	528,0		100,0	
Instituto Nacional de Rehabilitación Infantil Presidente Pedro Aguirre Cerda	45	38,9	865,5	39,00%	61,0	100,0
Hospital San Juan de Dios	541	589,9	1090,3	51,58%	48,4	79,4
Instituto Traumatológico Dr. Teodoro Gebauer	108	134,8	1248,2	57,70%	42,3	69,3
Instituto Psiquiátrico Dr. José Horwitz Barak	218	300,8	1379,7	61,73%	38,3	62,7
Hospital del Salvador	454	807,8	1779,2	70,32%	29,7	48,6
Hospital Clínico de Niños Dr. Roberto del Río	249	540,9	2172,3	75,69%	24,3	39,8
Hospital Dr. Luis Tisné B.	384	861,7	2243,9	76,47%	23,5	38,6
Hospital de Urgencias Asistencia Pública Dr. Alejandro del Río	284	643,3	2265,3	76,69%	23,3	38,2
Hospital Clínico San Borja Arriaran	650	1627,0	2503,0	78,91%	21,1	34,6
Hospital San José	550	1403,0	2550,9	79,30%	20,7	33,9
Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias y Cirugía Torácica	216	627,6	2905,7	81,83%	18,2	29,8
Instituto Nacional del Cáncer	98	307,9	3141,4	83,19%	16,8	27,6
Hospital de Niños Dr. Luis Calvo Mackenna	243	798,6	3286,5	83,93%	16,1	26,3
Instituto de Neurocirugía Dr. Alfonso Asenjo	112	808,4	7218,1	92,69%	7,3	12,0

Tabla 15: Ranking de Hospitales Públicos según consumo eléctrico por cantidad de camas.

Hospital	Número de camas	Consumo Primario anual [MWh]	Indicador [KWh/cama*año]	% c/r al primero [%]	Puntaje	Puntaje
Clínica Colonial	34	27,3	803,0		100,0	
Clínica Universidad Católica	500	549,9	1099,8	26,99%	73,0	100,0
Clínica Juan Pablo II	60	68,1	1134,8	29,25%	70,8	96,9
Clínica Integramédica	93	163,3	1756,0	54,27%	45,7	62,6
Clínica Presbiteriana Madre e Hijo	50	93,5	1870,6	57,08%	42,9	58,8
Clínica IEC	16	33,9	2120,6	62,14%	37,9	51,9
Hospital Clínico Universidad de Chile	600	2273,7	3789,5	78,81%	21,2	29,0
Clínica Hospital del Profesor	100	447,9	4479,2	82,07%	17,9	24,6
Clínica Indisa	239	1286,1	5381,1	85,08%	14,9	20,4
Hospital Clínico Mutual de Seguridad	134	829,7	6192,2	87,03%	13,0	17,8
Clínica Davila	404	2749,5	6805,7	88,20%	11,8	16,2
Clínica Universidad Católica (Clínica San Carlos de Apoquindo)	106	866,3	8172,8	90,18%	9,8	13,5
Hospital del Trabajador - Santiago	250	2614,4	10457,6	92,32%	7,7	10,5
Fundación Arturo López Pérez	53	577,7	10899,2	92,63%	7,4	10,1
Clínica Alemana	343	5071,5	14785,8	94,57%	5,4	7,4
Clínica Santa María	200	3067,0	15335,2	94,76%	5,2	7,2
Clínica Las Condes	216	4375,4	20256,5	96,04%	4,0	5,4
Clínica Avansalud	35	716,5	20470,2	96,08%	3,9	5,4

Tabla 16: Ranking de Clínicas y Hospitales Privados según consumo eléctrico por cantidad de camas.