

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE QUÍMICA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**“Evaluación del consumo energético del plantel de RECOPE en la
Garita, Alajuela”**



**PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO
DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

Jessie Susana Vega Méndez

Cartago, Enero 2013

Evaluación del consumo energético del plantel de RECOPE en la Garita, Alajuela

**Informe presentado a la Escuela de Química
del Instituto Tecnológico de Costa Rica como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero ambiental con el grado en Licenciatura:**

Miembros del Tribunal

Máster Laura Quesada Carvajal

Director de Tesis

M.Sc. Liliana Gaviria Montoya

Lector 1

M.Sc. Samuel Cubero Vargas

Lector 2

DEDICATORIA

Para mi abuelita Leticia, mi mamá y todas aquellas personas que a lo largo de mi camino contribuyeron con su experiencia a formar la persona que soy.

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá por su constante esfuerzo y lucha para sacarme adelante y por su apoyo incondicional en todos los momentos dulces y amargos de mi periodo en el TEC.

A todos mis compañeros y compañeras del plantel, por estar siempre anuentes a colaborarme y a responder mis múltiples preguntas, especialmente a los electricistas Eliécer Chavarría y Franklin Cuadra por sus enseñanzas y observaciones para la correcta elaboración del proyecto.

Al personal del departamento de Máxima Demanda y al Área de medición y calidad de la Dirección Regional Central del ICE por su disposición a brindarme información, instruirme y colaborarme en los temas de su competencia relacionados con el proyecto.

A la profesora Laura Quesada y los profesores Alberto Romero y Óscar Monge por su guía y asesoramiento, sin los cuales no hubiera sido posible este trabajo.

ÍNDICE

Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Índice.....	v
Índice de cuadros.....	viii
Índice de figuras.....	x
Glosario.....	xii
Resumen.....	xiv
Abstract.....	xv
1. Introducción.....	1
1.1. Justificación del proyecto.....	1
1.2. Definición del problema.....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Alcance y limitaciones.....	3
2. Marco teórico.....	4
2.1. Gestión de la energía en la industria.....	4
2.2. El diagnóstico energético.....	5
2.3. Marco Legal.....	9
2.4. Descripción del plantel de distribución La Garita.....	10
3. Metodología.....	13
3.1. Análisis preliminar.....	13
3.2. Recolección de datos.....	13
3.3. Caracterización de la carga.....	13
3.4. Cálculo de índices energéticos.....	15
3.5. Selección de oportunidades de conservación de la energía.....	15
4. Resultados y análisis de resultados.....	15
4.1. Diagnóstico energético.....	15

4.1.1. Reconocimiento del plantel	16
4.1.1.1.Área administrativa.....	16
4.1.1.2.Área de carga.....	17
4.1.1.3.Control de calidad.....	18
4.1.1.4.Oleoducto	19
4.1.1.5.Taller de mantenimiento.....	21
4.1.1.6.Separador API para aguas oleaginosas.....	21
4.1.2. Análisis de la facturación del recibo eléctrico.....	22
4.1.2.1.Acometida uno.....	24
4.1.2.2.Acometida dos	25
4.1.2.3.Acometida tres.....	27
4.1.2.4.Acometida cuatro.....	28
4.1.3. Análisis de las curvas de carga	30
4.1.3.1.Curva de carga acometida 1.....	31
4.1.3.2.Curva de carga acometida 2.....	32
4.1.4. Cálculo del consumo energético.....	34
4.1.4.1.Equipo de oficina y línea blanca.....	34
4.1.4.2.Aire acondicionado.....	39
4.1.4.3.Motores eléctricos.....	43
4.1.4.4.Iluminación.....	45
4.1.5. Consumo total.....	49
4.2. Índices energéticos	52
4.2.1. Consumo de energía por metro cúbico de combustible vendido.....	53
4.2.2. Costo de energía por metro cúbico de combustible vendido.....	54
4.2.3. Costo por kWh consumido	55
4.2.4. Consumo de energía por colaborador.....	56
4.2.5. Costo de energía por colaborador.....	56
4.3. Oportunidades de conservación de la energía	57
4.3.1. OCE's en instalaciones eléctricas.....	57
4.3.2. Manejo de carga.....	59
4.3.3. OCE's en iluminación	60

4.3.4.	OCE's en aire acondicionado	63
4.3.5.	OCE's en motores eléctricos	64
4.3.6.	OCE's en capacitación y concienciación.....	69
5.	Conclusiones	70
6.	Recomendaciones	72
7.	Referencias bibliográficas	73
8.	Anexos.....	76
8.1.	Mapa plantel Garita	77
8.2.	Cuadros para toma de datos nominales	78
8.3.	Encuesta sobre uso del equipo de aire acondicionado.....	82
8.4.	Tarifas de electricidad aplicadas por el Instituto Costarricense de Electricidad	83
8.5.	Cálculo del consumo de energía por equipo de oficina y línea blanca	84
8.6.	Análisis de la encuesta sobre el uso de los equipos de aire acondicionado	88
8.7.	Cálculo del consumo de energía por aires acondicionados	91
8.8.	Listado de motores de mayor uso	92
8.9.	Listado de motores de menor uso	93
8.10.	Cálculo del consume de energía por iluminación	94
8.11.	Especificaciones de luminaria LED tipo EL-162AA-00A	97
8.12.	Especificaciones de luminaria LED tipo BOL-SLWA60-A00.	98
8.13.	Especificaciones de luminaria solar para alumbrado público LED tipo BOL SLWA60-A00.....	99
8.14.	Cálculo del período de retorno de la inversión	100
8.15.	Especificaciones de las luminaria tipo Cenit para el taller de mantenimiento	101
8.16.	Material de apoyo para programa de uso racional de la energía	102
8.17.	Cotización del banco de capacitores para la acometida 2	105
8.18.	Ficha técnica del banco de capacitores	108

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Datos generales de las acometidas del plantel Garita.....	23
Cuadro 2. Datos generales sobre el consumo de electricidad del plantel Garita.....	23
Cuadro 3. Datos del consumo de energía de la acometida 1	24
Cuadro 4. Datos del consumo de energía de la acometida 2.....	26
Cuadro 5. Datos del consumo de energía de la acometida 3.....	27
Cuadro 6. Datos del consumo de energía de la acometida 4.....	29
Cuadro 7. Datos del consumo energético por equipo de oficina y línea blanca del área oleoducto.....	35
Cuadro 8. Datos consumo de energía por equipo de oficina y línea blanca por área.....	37
Cuadro 9. Datos del consumo energético por aire acondicionado del área administrativa.....	41
Cuadro 10. Datos del consumo de energía por aire acondicionado por área.....	42
Cuadro 11. Datos del consumo de energía por iluminación para el área de oleoducto.....	46
Cuadro 12. Consumo de energía por iluminación para el área.....	47
Cuadro 13. Distribución del consumo de energía para el plantel Garita.....	50
Cuadro 14. Consumo de energía por metro cúbico de combustible vendido. Período enero julio 2012.....	54
Cuadro 15. . Costo de energía por metro cúbico de combustible vendido. Período enero- julio 2012.....	55
Cuadro 16. Costo por kWh consumido. Período enero-julio 2012.....	55
Cuadro 17. . Consumo de energía por colaborador. Período enero-julio 2012.....	56
Cuadro 18. Costo de energía por colaborador. Período enero-julio 2012.....	56
Cuadro 19. . Cálculo de las oportunidades de conservación de la energía para mejora del factor de potencia	58
Cuadro 20. Costo de la energía por bombeo en hora pico.....	59
Cuadro 21. Cálculo de las oportunidades de conservación de la energía en iluminación exterior.....	61
Cuadro 22. Cálculo de las oportunidades de conservación de la energía en iluminación del taller de mantenimiento.....	62
Cuadro 23. Resumen del análisis de la implementación de las OCE's en iluminación.....	63

Cuadro 24. Criterios de eficiencia mínima para motores eléctricos.....	65
Cuadro 25. Niveles de eficiencia de carga completa para motores eléctricos eficientes de 60 Hz NEMA Premium®.....	66
Cuadro 26. Eficiencias para diversos tipos de bombas para diferentes requerimientos de flujo.....	68
Cuadro 27. Formulario para toma de datos nominales del equipo de oficina.....	78
Cuadro 28. Formulario para toma de datos nominales de iluminación.....	79
Cuadro 29. Formulario para toma de datos nominales de aires acondicionados.....	80
Cuadro 30. Formulario para toma de datos nominales de motores.....	81
Cuadro 31. Tarifas de electricidad de ICE, agosto 2012.....	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama del Sistema Nacional de Petróleo.....	11
Figura 2. Detalle del generador de emergencia.....	16
Figura 3. Oficinas del área administrativa.....	17
Figura 4. Detalle de cargaderos o racks de carga.....	18
Figura 5. Detalle del equipo de laboratorio.....	19
Figura 6. Oleoducto.....	20
Figura 7. Taller de mantenimiento.....	21
Figura 8. Detalle separador API.....	22
Figura 9. Curva de consumo de energía en kWh de la acometida 1 en el período de enero 2011 a julio 2012.....	25
Figura 10. Curva de consumo de energía en kWh de la acometida 2 en el período 2010-2011 y 2011-2012.....	27
Figura 11. Curva de consumo de energía en kWh de la acometida 3 en el período enero 2011 a julio 2012.....	28
Figura 12. Curva de consumo de energía en kWh de la acometida 4 en el período febrero a agosto 2012.....	29
Figura 13. Curva de carga de la acometida 1.....	31
Figura 14. Curva de carga de la acometida 2.....	33
Figura 15. Distribución del consumo de energía por equipo de oficina y línea blanca por área.....	38
Figura 16. Distribución del consumo de energía por equipo de oficina y línea blanca por tipo de equipo.....	39
Figura 17. Clases de aires acondicionados instalados en el plantel Garita.....	39
Figura 18. Distribución del consumo de energía por aire acondicionado por área.....	43
Figura 19. Distribución del consumo de energía por motores eléctricos.....	44
Figura 20. Distribución del consumo de energía por iluminación.....	48
Figura 21. Distribución del consumo de energía por tipo de iluminación.....	48
Figura 22. Distribución del consumo de energía por tipo de luminaria.....	49
Figura 23. Distribución del consumo total de energía del plantel por tipo de carga.....	51
Figura 24. Distribución del consumo total de energía del plantel por área.....	52

Figura 25. Temperatura de uso del aire acondicionado.....	88
Figura 26. Cantidad de horas diarias de uso del aire acondicionado.....	88
Figura 27. Porcentaje de oficinas que usan las puertas y ventanas cerradas al usar el aire acondicionado.....	89
Figura 28. Porcentaje de oficinas que tiene barreras para reducir el calor exterior.....	89
Figura 29. Porcentaje de equipos colocados de forma eficiente.....	89
Figura 30. Tiempo que llevan instalados los equipos de aire acondicionado.....	90
Figura 31. Porcentaje de equipos que reciben mantenimiento.....	90

GLOSARIO

Balasto: Elemento auxiliar que requieren las fuentes luminosas que funcionan por la circulación de una corriente eléctrica en un gas.

Banco de capacitores: es un conjunto de capacitores que mediante un equipo electrónico que mide el factor de potencia, agrega capacitores a medida que aumenta la carga inductiva y los desconecta si baja la carga inductiva en el sistema.

Capacitor: es un dispositivo capaz de almacenar energía sustentando un campo eléctrico, está formado por un par de superficies conductoras, generalmente en forma de láminas o placas, en situación de influencia total, separadas por un material dieléctrico o por el vacío.

Carga: cualquier dispositivo que absorbe energía en un sistema eléctrico.

Carga resistiva: son aquellas cargas en las que la electricidad produce calor y no movimiento, como las lámparas incandescentes y los radiadores eléctricos.

Carga inductiva: son aquellas cargas en las que la electricidad circula a través de bobinas, como los motores y transformadores.

Conservación de Energía: Término usado para definir una política que comprende las medidas a tomar para asegurar la utilización más eficiente de los recursos energéticos.

Consumo energético: Utilización de la energía para su conversión en energía secundaria o para la producción de energía útil.

Curva de carga: representación gráfica de la forma en que el consumidor, en un determinado intervalo de tiempo hace uso de sus equipos eléctricos. Es la razón entre la demanda media durante un determinado intervalo de tiempo, y la demanda máxima registrada en el mismo periodo.

Demanda: en una instalación corresponde la suma aritmética de la potencia de todos los equipos que tiene funcionando simultáneamente. Por tanto, todas las instalaciones tienen cierta demanda en cualquier instante de tiempo.

Demanda máxima: es la demanda más alta registrada en una instalación en el período del mes de facturación sostenida como mínimo durante quince minutos.

Factor de carga: es la relación entre el consumo durante un período de tiempo determinado y el consumo que habría resultado de la utilización continua de la potencia máxima contratada durante ese período.

Factor de potencia: relación entre la potencia de trabajo o real y la potencia total consumida.

Eficiencia energética: conjunto de actividades encaminadas a reducir el consumo de energía en términos unitarios, manteniendo el nivel de servicios prestados y mejorando la utilización de la misma; con el fin de proteger el medio ambiente, reforzar la seguridad del abastecimiento y crear una política energética sostenible.

Energía activa: energía que la ingresar a una instalación por los conductores de electricidad produce luz, calor y movimiento. Se mide en kilovatios hora (kWh)

Energía reactiva: energía requerida para crear el campo magnético de las bobinas de motores, transformadores, balastos magnéticos y otros equipos. Se mide en kilovares hora (kVARh)

Gestión de la demanda eléctrica: conjunto de medidas tendientes a influir en el consumidor para que modifique su patrón de demanda, con el fin de lograr un ahorro neto de energía y un uso más eficiente de la misma.

Manejo de carga: conjunto de acciones encaminadas al manejo adecuado de la Curva de carga de una instalación con el fin de optimizar el uso de los equipos disponibles y por lo tanto el servicio de electricidad.

Motor: máquina que convierte la energía eléctrica en energía mecánica apta para mover accionamientos de una variedad de equipos.

Motor tipo Totally enclosed fan cooled (TEFC): motores diseñados para prevenir la entrada de aire hacia el interior del motor, enfriado por medio de un ventilador integrado al motor pero externo a sus partes. Usado para exteriores y ambientes contaminados o con polvo.

Motores tipo explosion proof (EXPL): motores tipo TEFC diseñados para evitar chispas o explosiones dentro del motor.

Potencia: energía desarrollada o consumida en una unidad de tiempo. Se mide en kilovatios o kilowatts (kW)

Uso racional de la energía: Utilización de la energía por parte de los consumidores, en la forma más racional, para conseguir objetivos económicos, teniendo en cuenta los condicionamientos sociales, políticos, financieros, ambientales, etc.

Voltaje o tensión: Diferencia de potencial entre los extremos de un conductor energizado eléctricamente.

W: watts

RESUMEN

La evaluación del consumo energético del plantel de RECOPE en la Garita, Alajuela consistió en la elaboración de un diagnóstico del consumo de energía eléctrica de las principales cargas y áreas del plantel, generando información de línea base para orientar la toma de decisiones en materia de ahorro energético e identificar las opciones de ahorro de energía que contribuyan a mejorar su desempeño ambiental, siguiendo la norma INTE 19-4-01-94 sobre Auditorías en Establecimientos de Consumo de Energía: Desarrollo y Contenido del Dictamen Energético

En consecuencia, con las leyes nacionales que garantizan el uso eficiente de la energía como la Ley de Regulación del uso racional de la energía N° 7447 y con la actual tendencia mundial de promover la eficiencia energética y el desarrollo de energías alternas, dentro del marco del calentamiento global y la dependencia de combustibles fósiles.

Se determinó para el año 2012, un consumo total de energía de 156 785 kWh mensuales para el plantel, del cual, el 71,4% corresponde al uso de motores eléctricos de oleoducto y ventas, el 16,8% a iluminación, el 9,6% a aire acondicionado y el 2,2% restante, al consumo por el equipo de oficina y línea blanca.

Como principales zonas consumidoras de energía se identificaron: oleoducto con un consumo mensual estimado de 107 075 kWh que representa el 68% de la electricidad que ingresa al plantel y el patio de carga con un consumo de 35 987 kWh mensual que constituye el 23% del consumo total.

Las oportunidades de conservación de la energía identificadas se orientaron hacia el cambio por nuevas tecnologías como el reemplazo de las luminarias para exteriores por luminarias tipo LED o solares y hacia la gestión de la energía en lo referente al establecimiento de mejores criterios de selección de los motores eléctricos y aires acondicionados, la implementación de índices energéticos, la mejora del factor de potencia, manejo de carga y la continua sensibilización de los colaboradores como principales actores del manejo de la energía en el plantel.

ABSTRACT

The evaluation of energy consumption RECOPE campus in Garita, Alajuela was the development of a diagnosis of electrical energy consumption of the main loads and campus areas, generating baseline information to guide decision-making in savings energy and identify energy saving options to help improve their environmental performance.

Consequently, with national laws that guarantee the efficient use of energy as the Act Regulating the rational energy use No. 7447 and with the current global trend of promoting energy efficiency and alternative energy development, within the framework global warming and dependence on fossil fuels

The study identified a total energy consumption of 156 785 kWh for campus distribution, of which 71,43% corresponds to the use of electric motors used in pipeline oil and sales, 16,83% for lighting, 9, 58% for air conditioning and the remaining 2,16%, consumption by office equipment and appliances.

As major energy consuming areas were identified: the pipeline oil with a monthly consumption estimate of 107 075 kWh which represents 68% of the electricity that enters the campus and the freight yard with a consumption of 35 987 kWh per month which is 23% of total consumption.

The opportunities for energy conservation identified were oriented toward change by new technologies such as the replacement of outdoor luminaires for LED lighting or solar type and towards energy management as regards the establishment of criteria for selecting better engines electrical and air conditioners, the implementation of energy indices, improved power factor and the continued awareness of employees as major players in energy management on campus.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación del proyecto

Actualmente, con el calentamiento global, el acelerado ritmo de consumo de combustibles fósiles y el inestable precio de los mismos, existe una tendencia mundial enfocada a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y del consumo energético.

Asimismo, con frecuencia se encuentra en las instalaciones equipo eléctrico de baja eficiencia que ha sobrepasado su vida útil, lo cual provoca desperdicios energéticos que se traducen en altos costos operacionales, generación de desechos industriales por el desgaste de los equipos y aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Este último impacto, debido principalmente al creciente uso de combustibles fósiles en la generación de la electricidad, por la utilización cada vez mayor de las plantas térmicas porque con los constantes cambios en el clima, la disponibilidad de agua en los embalses para generar hidroelectricidad se limita.

En Costa Rica durante el 2011 se generó 9760 GWh, de los cuales, el 91,15% se produjo de fuentes renovables y el restante 8,85% se obtuvo a partir de combustibles fósiles; de este el 5,72% se produjo a partir de búnker y el 3,13% a partir de diesel. (ICE, 2012)

Por todo lo anterior, es necesario implementar en la industria criterios mínimos de eficiencia energética en la selección de los equipos, la operación de las instalaciones y el mantenimiento de las mismas, para lograr una adecuada gestión de la energía que permita reducir los impactos ambientales asociados al uso de la energía y mejorar la imagen de la organización ante la comunidad.

Bajo este contexto, uno de los objetivos estratégicos de la Refinadora Costarricense de Petróleo es desarrollar proyectos y operaciones de forma amigable con el ambiente y de manera que garanticen la sostenibilidad y el uso racional y eficiente de la energía.

Dentro del plan de acción del Programa de Gestión Ambiental Institucional de RECOPE se establece el objetivo de mejorar la métrica interna del consumo de energía en la empresa con las siguientes metas para lograrlo en el período 2012-2016:

- Implantar un mecanismo de medición, análisis y reporte del consumo de energía en los procesos de la empresa.
- Generar información estadística sobre los consumos de energía, potencia y costo de la energía.
- Completar el inventario por tipos de los equipos que hacen uso de la electricidad en la institución.
- Desarrollar y poner en práctica indicadores por proceso que permitan monitorear los avances de la empresa en materia de ahorro de energía.

Para cumplir con estas metas se plantea entonces la necesidad de realizar un diagnóstico del consumo energético del plantel que contribuya a identificar opciones de conservación de la energía, que mejoren la gestión de la misma en la institución.

A la vez, que permita actualizar la información disponible sobre el consumo energético del plantel debido a que en los últimos años se amplió la capacidad de trasiego del oleoducto, se construyó un nuevo separador para aguas oleaginosas y un nuevo taller de mantenimiento.

Además, el último estudio realizado sobre energía en la institución fue en el año 2005 por Consultores en ingeniería y recursos energéticos y Fernando Caldas & Asociados quienes efectuaron un diagnóstico energético de los planteles de bombeo y distribución de combustibles, en el cual se obtuvieron como principales conclusiones la falta de un sistema interno de conservación de la energía en la institución, bajo factor de potencia en los planteles Garita, Barranca y Turrialba, falta de controles en los planteles para determinar el desgaste de los equipos y problemas en el mantenimiento preventivo menor.

1.2. Definición del problema

El desconocimiento del consumo energético del plantel de distribución de RECOPE, en la Garita, impide la toma de decisiones que contribuyan a mejorar la gestión de la energía en la organización.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Elaborar un diagnóstico del consumo energético del plantel de RECOPE en la Garita, identificando las oportunidades de ahorro energético que contribuyan a mejorar su desempeño ambiental.

1.3.2. Objetivos específicos

- Establecer información de línea base sobre el consumo de energía del plantel, para orientar la toma de decisiones en materia de ahorro de energía.
- Evaluar la factibilidad de la implementación de las oportunidades de ahorro energético detectadas.

1.4. Alcance y limitaciones

El proyecto realizado consistió en el diagnóstico energético de segundo nivel para el plantel de RECOPE en la Garita, evaluando el consumo de energía eléctrica de los motores de trasiego y ventas, equipos de oficina, aire acondicionado e iluminación interna y externa en cada área productiva.

El diagnóstico se llevó a cabo de acuerdo a la disponibilidad de equipo y personal para brindar la información y hacer las mediciones, siguiendo los procedimientos establecidos por la normativa de RECOPE.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Gestión de la energía en la industria

Con frecuencia el uso de la energía en la industria se hace de forma desmedida y la gestión de la misma se reduce a obtener una buena tarifa, esto se debe en gran medida a carencias en ingeniería y a que se tiene insuficiente información sobre los flujos energéticos que ocurren en la empresa. (Greenfield, 2009)

Sin embargo, la gestión de energía en la industria busca identificar las pérdidas de energía que impactan los costos, conocer sus causas si son por procedimientos o por la tecnología empleada, establecer y monitorear indicadores de eficiencia para controlar y reducir las pérdidas asociadas a los procedimientos, evaluar cambios potenciales en tecnología y contar con un plan estratégico a corto, mediano y largo plazo con metas alcanzables y comprendidas por todos los actores implicados. (Chanto & Chanto, 2004)

De forma que se reduzca el impacto ambiental, los costos por control ambiental, se mejora la imagen, se reducen índices de consumo y precios, aumenta la confiabilidad, se reducen las paradas de proceso, se mejoran los niveles de servicio, se mejora la calidad y se desarrolla una cultura organizacional.

Existen factores internos y externos que promueven los proyectos de uso eficiente de la energía como la inestabilidad en las tarifas de los precios de la energía, la reducción de los costos de las tecnologías eficientes, la fuerza de la legislación ambiental, la mejora de la imagen de la empresa a través de la gestión ambiental y la mejora en competitividad que se logra con una mayor productividad. (Garro, 2007)

También, concurren elementos que dificultan la gestión de la energía como la falta de enfoque, falta de definición de un alcance con objetivos medibles, carencia de coordinación, falta de mecanismos de evaluación, dilución de responsabilidades, falta de compromiso y ausencia de mecanismos de control. (Chanto & Chanto, 2004)

Se ha demostrado que la gestión sistémica y el comportamiento han llegado a ser los esfuerzos claves para lograr eficiencia energética puesto que, los mayores logros se obtienen a través de cambios en cómo la energía es gestionada en una aplicación, más que en la instalación de una nueva tecnología. (Huang, 2011)

Por tanto, la clave para un Sistema de Gestión de la Energía exitoso es que éste sea asumido como propio y sea integrado completamente a los procesos de gestión dentro de la

organización, es decir, que las implicaciones de la administración de la energía sean consideradas en todas las etapas del proceso de desarrollo de nuevos proyectos, y que esas implicaciones formen parte de cualquier cambio en el control de procesos. (Huang, 2011)

2.2. El diagnóstico energético

Para elaborar un programa de uso eficiente de la energía este se debe sustentar en un diagnóstico energético que permite determinar, en el lugar donde se aplique, la eficiencia y la responsabilidad con que es utilizada la energía. Un diagnóstico energético es un estudio detallado de todas las formas y fuentes de energía empleadas en un instalación consumidora de energía, para determinar dónde y cómo se usa y factura la energía en la organización, además de cuantificar cuánta se desperdicia, con el objetivo de establecer las pautas para la implementación y control de un programa de ahorro de energía (Hernández & Labrador, 2009).

Asimismo, con el diagnóstico energético y la implementación de las medidas de ahorro detectadas, se puede profundizar la conciencia energética de los colaboradores mediante la capacitación y formación en el uso sostenible de la energía, de forma que se mejora la gestión de la energía en la organización a la vez que se fortalece la gestión ambiental de la misma. (Chanto & Chanto, 2004)

En Costa Rica, la Dirección Sectorial de Energía en conjunto con el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica desarrolló la norma INTE 19-4-01-94 sobre Auditorías en Establecimientos de consumo de energía: Desarrollo y contenido de dictamen energético para establecer las pautas a seguir en el desarrollo de un diagnóstico o auditoría energética, esta norma es aplicable para todos los establecimientos de consumo de energía, sin importar el sector ni tamaño. (INTECO, 1994)

Un establecimiento de consumo de energía es un lugar en el cual entran flujos de energía bajo diversas formas como electricidad, gasolina, diesel, carbón, búnker, gas licuado de petróleo y demás, las cuales son empleadas directamente o transformadas en vapor, agua caliente, electricidad o cualquier otro fluido energético transferible para producir bienes o servicios. (Madrigal 2009).

Para analizar la estructura del consumo de energía en el establecimiento se procede a segmentarlo en un número de entidades llamadas “secciones”, cada sección está integrada

por un conjunto de equipos que interactúan entre sí en la transformación de productos a través de una serie de operaciones ligadas entre ellas. (INTECO, 1994)

De acuerdo con la norma, para facilitar la aplicación los diagnósticos energéticos, estos se clasifican en dos niveles, de nivel 1 y de nivel 2 correspondientemente.

En la auditorías de nivel 1 o preliminar se estudian los registros y los datos que la empresa pueda brindar, incluye una inspección visual del estado de la instalación, el análisis de los registros de operación y mantenimiento y el estudio de los consumos y gastos por concepto de energía eléctrica y combustibles. (INTECO, 1994)

Se incluyen dos tipos de balance de energía: el primero es el balance energético del conjunto de la planta, este balance se presenta como un cuadro que indica los consumos de las diferentes formas de energía que entran en la industria en las secciones de producción y el segundo es el balance por secciones de producción, contabilizando los flujos de energía y de materia que entran y salen de la sección; ambos balances dentro de un período de referencia dado (Garro, 2007)

La auditoría de nivel 2 detalla los niveles de consumo de energía de los equipos con mayor demanda y procesos energéticos determinados en el diagnóstico de nivel 1. Estos procesos se conocen como operaciones energéticas elementales, las operaciones energéticas elementales se caracterizan por los siguientes datos:

- Descripción del producto: características físicas del producto a la entrada y a la salida, de las otras materias primas y de los desechos.
- Descripción del equipo: tipo, potencia, capacidad, presión, temperatura, edad, régimen de funcionamiento.
- Descripción de la energía (utilización): forma de energía utilizada, recuperaciones (condensados, vapores de baja presión), efluentes líquidos o gaseosos

Con esto tres aspectos bien definidos, la operación energética es lo suficientemente precisa para que se pueda tener un estándar del consumo real específico y ver si su valor se aleja de lo tradicional. (INTECO, 1994)

Siguiendo la norma, la correcta ejecución de un diagnóstico de energía se lleva a cabo de acuerdo con las siguientes etapas:

- Definición de objetivos: primeramente se debe establecer qué se quiere lograr con el estudio, además de conocer los alcances que debe tener el proyecto, principalmente

los alcances físicos (plantas o procesos que se quieren analizar), al área por analizar (eléctrica, térmica, entre otros) y la profundidad (nivel del diagnóstico).

- Planeamiento del proyecto: en esta etapa del diagnóstico se investigan los antecedentes e información disponible sobre proyectos relacionados y la planta en sí, para poder hacer una planificación adecuada del trabajo.

Por considerar en este punto están: auditorías realizadas anteriormente, personal técnico disponible, capacidad y disponibilidad del personal que opera las instalaciones, plan de trabajo, instrumentación necesaria, entre otros.

- Reconocimiento de la planta: el objetivo principal de esta etapa es determinar el alcance del estudio que se desea realizar y los datos que serán necesarios conocer para el desarrollo del trabajo, efectuando actividades como: contactarse con los responsables de la planta, conocer el proceso productivo, realizar visitas a la planta para determinar su situación real, elaborar un diagrama sobre el proceso que sufre la energía. La profundidad del desarrollo de las actividades antes mencionadas depende únicamente de los objetivos de trabajo en particular y de la preparación de quienes las realizarán.

- Recolección de datos y análisis estadísticos: el propósito de esta etapa es conocer el tipo de carga instalada y la magnitud de la potencia de cada equipo o grupo de equipos, es decir, el estado energético de los equipos consumidores de energía.

En este punto del diagnóstico las acciones que se realizan son: toma de datos nominales sobre los equipos y máquinas que existen en el área de estudio, análisis de facturación u otros datos relativos al consumo, características del tipo de tarifas a las que está sometida la fuente energética.

- Medición y monitoreo de parámetros: en esta etapa se da a conocer cuáles son las demandas reales de energía y se explica cómo trabajan los equipos y maquinarias presentes en la planta. Para esto se llevan a cabo actividades como: cronometrar los tiempos de funcionamiento de cada máquina, entrevistar operadores, cuantificar fugas, medir voltajes y corrientes, plantear diversos escenarios de funcionamiento.

Para la realización de las mediciones, es necesario atender los siguientes aspectos: fijar un orden de trabajo, definir los puntos necesarios y suficientes para efectuar las

mediciones, calibrar o constatar los equipos de medición y recopilar datos complementarios

- Balance energético: como objetivo primario de un diagnóstico de energía se tiene la creación de un balance energético que refleje el comportamiento de las cargas en la planta o industria y permita entender la operación y la eficiencia de la instalación y compararla con otras similares. La especificación de este balance depende del nivel del diagnóstico que se desarrolla y el área específica por analizar (área eléctrica, térmica, etc.).

Los objetivos principales de un balance energético son: conocer como se distribuyen los gastos energéticos en el proceso productivo y disponer de indicadores energéticos o índices de consumo técnicamente fundamentados.

- Cálculos de índices energéticos: esta etapa consiste en el cálculo de los índices energéticos mediante una estadística similar de producciones expresadas en una misma unidad, con lo que podrá relacionarse los consumos de energía frente a las producciones.

Relacionando los consumos con las producciones, pueden determinarse los consumos específicos de energía para los diferentes productos, bien sean globales o por operación básica o centro de utilización de la energía.

- Selección de Oportunidades de Conservación de Energía (OCE'S): luego de definido el comportamiento de las cargas en la planta, se plantean diferentes escenarios, en los cuales se realizan mejoras en los procesos, en los equipos o en ambos. Y a partir de estas mejoras se evalúa la variación en los parámetros de funcionamiento, el ahorro en las fuentes energéticas que requieren estudio y por último, la valoración del impacto económico del ahorro contra el de la inversión.

Las verdaderas oportunidades de ahorro de energía se identifican basándose en la experiencia de los auditores, antecedentes, referencias bibliográficas y siempre, a través del análisis detallado de los sistemas de la instalación en particular.

La evaluación económica es trascendental para seleccionar las OCE's que deben aplicarse, además de los costos y ahorros potenciales de energías se debe evaluar también el resultado de los índices, la facilidad de operación, realización, y seguridad.

- Informe final: es el verdadero producto de un diagnóstico energético, ya que en él se le da al cliente la información necesaria para que tomen las decisiones sobre la aplicación o no del proyecto o de las OCE's específicamente.

Este documento como mínimo debe contener los datos de identificación del informe, los datos energéticos básicos de la planta, un balance energético del total del establecimiento, análisis de las secciones de producción, los lineamientos sobre los procedimientos para el seguimiento de los ahorros. Son importantes también, la propuesta de utilización de los datos de consumo y producción, los índices energéticos para comprobar los ahorros, un plan de acción de un programa de ahorro de energía para la empresa, los resultados y conclusiones del diagnóstico.

2.3. Marco Legal

La gestión de la energía en la industria en Costa Rica, se encuentra regulada por un amplio marco normativo dentro del cual destaca la Ley de Regulación del uso racional de la energía N° 7447 y su respectivo reglamento para la regulación del Uso Racional de la Energía N° 25584 MINAE-H-MP que tiene como fin consolidar la participación del Estado en la promoción y ejecución gradual de programas de uso racional de la energía, estableciendo mecanismos para alcanzar un uso eficiente de la energía basados en:

- la obligación de ejecutar proyectos de uso racional de la energía en empresas de alto consumo,
- el control sobre los equipos y las instalaciones que inciden en la demanda energética y
- el establecimiento de un sistema de plaqueo de los equipos que informe a los usuarios de su consumo energético. (Rodríguez, 2012)

Asimismo, en el Decreto Ejecutivo N° 36499-MINAET-MS se establece la obligación de las entidades del sector público de elaborar y poner en marcha un Programa de Gestión Ambiental Institucional (PGAI) para la gestión de la calidad ambiental, energía y cambio climático; así como los mecanismos de control y seguimiento. Y dentro de este PGAI se incluye la elaboración de un Plan de Eficiencia Energética Institucional que incorpore acciones inmediatas y de mediano plazo, tales como:

- Medidas de ahorro en diferentes usos de energía como: la iluminación, aires acondicionados, equipos de cómputo, el uso de transporte y otros.
- Comunicar los lineamientos obligatorios sobre el uso racional de la energía y sensibilizar a los funcionarios en el tema.
- Realizar evaluaciones permanentes del consumo energético en equipos, sistemas y transporte de la institución.
- Ejecutar en forma permanente, programas de mantenimiento correctivo y preventivo en su flota vehicular, equipos consumidores de electricidad e instalaciones eléctricas.
- Incluir en sus compras, los lineamientos de compras sustentables y compras verdes.
- Otros a conveniencia de las instituciones enfocadas a la eficiencia energética.

Por tanto, RECOPE como actor clave del sector energético nacional tiene la responsabilidad de ser una empresa modelo en la gestión de la energía y en el acatamiento de la normativa que existe en el tema.

2.4. Descripción del Plantel de distribución la Garita

La construcción del plantel La Garita inició en 1976, pero entró en operación hasta 1981 con el fin de facilitar la venta de combustibles en el otro extremo del área metropolitana y liberar de trabajo el plantel de El Alto de Ochomogo. Se encuentra ubicado en la provincia de Alajuela, cantón primero distrito trece La Garita, a una altura sobre el nivel del mar de 738 metros con una temperatura mínima promedio de 17,9 °C y una máxima promedio de 26,4 °C. (Recope, 2012)

El plantel es una terminal de almacenamiento y distribución de combustibles para compradores mayoritarios que venden al detalle al usuario final, encuentra clasificado según el Código Industrial Uniforme como 50500 Venta al por menor de combustibles para vehículos automotores y motocicletas, los productos que se distribuyen son: diesel, gasolina Plus 91, gasolina súper, queroseno, Jet fuel y AV-gas. (Recope, 2012)

Con una capacidad de almacenamiento de 73 397 metros cúbicos es considerado el segundo en importancia en la distribución de combustibles a nivel nacional, su volumen de

ventas diario para enero del 2012 superó los 1200 millones de colones y distribuye todo el combustible de avión utilizado en el país. (Recope, 2012)

El Sistema Nacional de Petróleo inicia el proceso productivo en la refinería ubicada en Moin, Limón donde se refina el petróleo, luego, mediante el oleoducto el producto terminado es bombeado hasta la terminal de la Garita, pasando antes por las estaciones de bombeo de Siquirres, Turrialba y el Plantel del Alto de Ochomogo. (López, 2009)

Una vez en Garita, al producto se le toman muestras, para corroborar que cumplen con los estándares de calidad establecidos; confirmada la calidad del producto este se transfiere a los diferentes tanques de almacenamiento para luego ser vendido o bombeado a los planteles de Barranca y del Aeropuerto Juan Santamaría. (López, 2009)

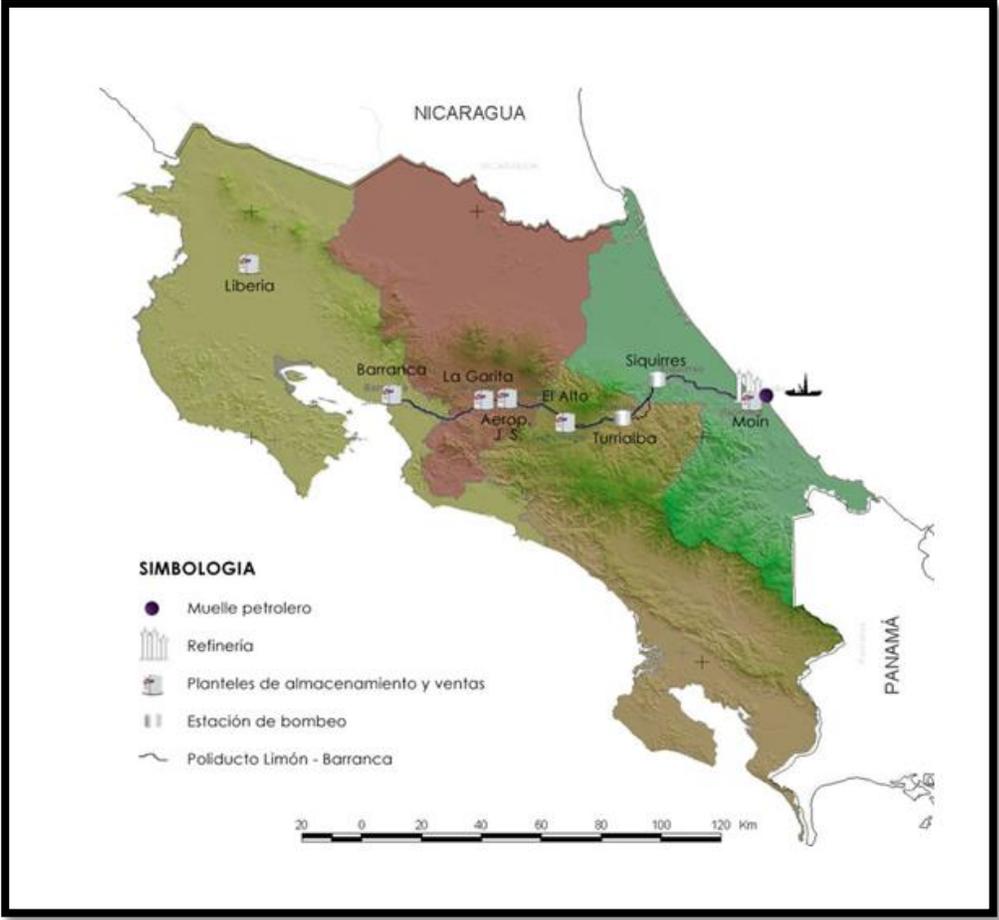


Figura 1. Diagrama del Sistema Nacional de Petróleo.

Fuente: Cubero Samuel, 2013.

El área de total de la terminal es de 146 646 m² dividida en cuatro secciones principales: administración, patio de carga, oleoducto y taller de mantenimiento. (Anexo 8.1.)

La principal forma de energía utilizada en el plantel es la electricidad empleada para accionar los diversos equipos instalados y como segunda forma de energía se emplea el diesel para los generadores de electricidad de emergencia y motobombas del sistema contra incendios.

Los equipos consumidores de energía se clasifican en:

- Equipos de trasiego: es el equipo usado en oleoducto para el bombeo a Barranca y el trasiego de jet-fuel al Aeropuerto Internacional Juan Santamaría, compuestos principalmente por bombas, motoválvulas y motores eléctricos de diferentes potencias.
- Equipos de ventas: comprende los equipos de bombeos de los diferentes dispensadores de combustible y la iluminación de cada puesto de carga.
- Equipos de servicio: incluye los equipos que se usan de forma indirecta en los procesos del plantel de carga, trasiego y almacenaje, como bombas y compresores.
- Equipos de oficina: incluye los equipos de computo, monitores, cpu`s, parlantes, fotocopiadoras, impresoras, equipos electrónicos como faxes, radios, teléfonos y equipo de línea blanca como microondas, refrigeradoras, coffe makers ubicados en todas las áreas operativas y administrativas del plantel.
- Equipos de aire acondicionado tipo Split y de ventana localizados en cada oficina del plantel.
- Luminarias: internas empleadas en las oficinas y externas colocadas en los accesos, patios y zonas verdes.

En lo referente al uso y ahorro de energía en el plantel se han dado esfuerzos aislados como cambiar las luminarias a T8 con balastro electrónico, conforme se reemplazan los motores estos se adquieren más eficientes y actualmente, se está construyendo por iniciativa del Departamento de ingeniería de la Gerencia de Distribución y Ventas, un centro de control de motores principal con el objetivo de organizar y dimensionar como corresponde las instalaciones eléctricas en el plantel.

Sin embargo, en el plantel Garita no existe un programa de uso racional de la energía; aunque RECOPE, tiene un Plan de cambio climático y eficiencia energética aprobado en junta directiva desde el 2010 que aplica a todos los planteles, estaciones de bombeo, refinería y edificio administrativo. En la práctica es muy poco lo que se ha hecho, esto debido a que en la institución existe falta de compromiso hacia el tema y se está acostumbrado a trabajar de forma eficaz pero no eficiente. (Chin Wo, 2012).

3. METODOLOGÍA

El diagnóstico energético del plantel al Garita se realizará de acuerdo con la norma INTE 19-4-01-94 sobre Auditorías en Establecimientos de Consumo de Energía: Desarrollo y Contenido del Dictamen Energético, considerando varias etapas: análisis preliminar, recolección de datos, caracterización de la carga, cálculo de índices energéticos y selección de oportunidades de conservación de la energía.

3.1. Análisis preliminar

Mediante visitas a las diferentes áreas del plantel y entrevistas a los colaboradores se conocerá el proceso productivo en lo referente a : capacidad, regímenes de funcionamiento, fuentes y formas de energía empleadas, tipo de equipo involucrado, cantidad de colaboradores, instalaciones eléctricas, condiciones del suministro energético, medidas de ahorro de energía existentes , tipo de materia prima y productos, con el fin de determinar la situación actual en materia de energía del establecimiento.

3.2. Recolección de datos

Se realizará el inventario y la toma de los datos nominales de los equipos consumidores de energía por tipo: motores, equipos de oficina, aires acondicionados e iluminación, ubicados en cada sección del plantel. (Anexo 8.2.)

Se recopilará la información referente al historial del consumo eléctrico del plantel.

3.3. Caracterización de la carga

Se realizará el análisis de facturación y los datos relativos al consumo incluyendo la caracterización del tipo de tarifa a la que está sometida la fuente energética, el factor de potencia, períodos de mayor consumo, costos de la energía y comportamientos de carga.

Se determinará la demanda de energía de cada equipo o grupo de equipos inventariados en un consumo total. Con la información recopilada se procederá a realizar el cálculo del consumo energético por sección y por tipo de equipo.

El cálculo de la potencia de las cargas activas (resistivas) se hará con la formula:

$$P = V \times I$$

Donde:

P: potencia en watts

V: voltaje en volts

I: corriente en amperes

En el caso de los equipos que son cargas reactivas o inductivas y de corriente alterna trifásica, su potencia se calculará de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

Donde:

P: potencia en watts

V: voltaje en volts

I: corriente en amperes

Cos φ : factor de potencia adimensional

Para el cálculo del consumo eléctrico por equipo se usará la fórmula:

$$W = P \times t$$

Donde:

W: energía en watts/horas

P: potencia en watts

t: tiempo en horas

3.4. Cálculo de índices energéticos

Con base en los consumos de energía calculados y la caracterización de la carga se determinarán índices energéticos en base a la planta, para lo cual se desarrollará una base de datos y de acuerdo a esta se seleccionará los índices más apropiados para el tipo de industria y proceso productivo.

3.5. Selección de oportunidades de conservación de la energía.

Finalmente, se plantearán mejoras en los procesos, en los equipos o ambos fundamentados en las posibles alternativas de ahorro viables en la planta, equipos y secciones previamente investigadas.

Con base en esas mejoras se evaluará la variación de los parámetros de funcionamiento y el ahorro en las fuentes energéticas y por último se valorará el impacto económico del ahorro contra el de la inversión.

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Diagnóstico energético

Aunque las actividades de un plantel de distribución están frecuentemente expuestas a variaciones en el ritmo de trabajo producto de múltiples factores como el precio de los combustibles, el período del año, fallas en los equipos y la disponibilidad de los combustibles, el presente diagnóstico refleja el comportamiento del consumo de energía eléctrica en el plantel Garita durante un periodo típico de trabajo en el que estén laborando todas las áreas bajo condiciones normales, para el año 2012.

4.1.1. Reconocimiento del plantel

Los principales procesos productivos de la terminal de distribución son la venta de combustibles y el trasiego de productos mediante el oleoducto hacia el plantel de Barranca y del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría.

En lo referente a la alimentación de energía, la principal forma de energía es la electricidad empleada para el funcionamiento de la mayoría de equipos, a excepción de las motobombas del sistema contra incendios que utilizan diesel y gasolina para su funcionamiento y dos generadores de electricidad empleados para suplir de energía el plantel durante las interrupciones del sistema eléctrico.



Figura 2. Detalle del generador de emergencia.
Fuente: Vega Jessie, 2012.

Las condiciones de operación, el horario de trabajo y los equipos empleados varían según el área de trabajo, por lo cual se realizaron múltiples visitas a cada zona para conocer su régimen de funcionamiento, a continuación se realiza una descripción de cada área de trabajo.

4.1.1.1. Área administrativa

El área administrativa comprende el edificio administrativo, el comedor, la sala de capacitación y el centro médico; la jornada de trabajo es de lunes a viernes de 7:00 am a 3:00 pm.

Las principales actividades realizadas son las referentes a la logística y administración de las operaciones del plantel, asimismo brindar la atención médica a los colaboradores cuando así lo requieran.

El consumo energético se debe al uso de equipo de cómputo, iluminación, equipo de línea blanca y aire acondicionado tipo split y de ventana, estos últimos instalados hace 16 años y poco eficientes.

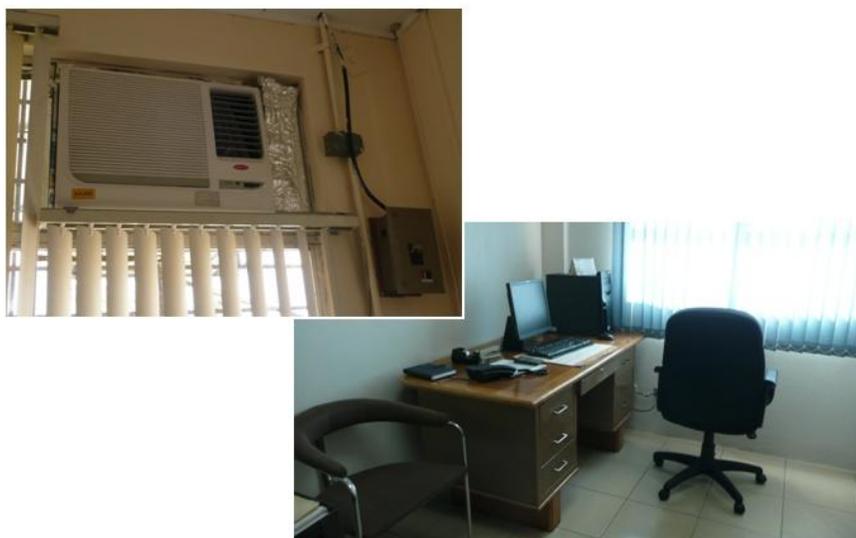


Figura 3. Oficinas del área administrativa.
Fuente: Vega Jessie, 2012.

4.1.1.2. Área de carga

En esta zona se ubican las oficinas de los inspectores de seguridad integral, del supervisor de seguridad, de facturación, del coordinador del departamento de salud, ambiente y seguridad y el vestidor de cargaderos, asimismo se ubican cuatro estaciones de carga donde se cargan los diferentes tipos de combustibles a los cisternas.

El principal proceso productivo desarrollado en esta área es la venta de producto limpio; cada cargadero o rack de carga tiene capacidad para cargar dos cisternas a la vez; en este sitio se llenan los cisternas, luego de que los transportistas han realizado el respectivo trámite administrativo y de facturación y por último los camiones cisterna se revisan a la

salida de la terminal para verificar que salen con las válvulas cerradas y con el marchamo interno.

El combustible es trasegado por bombas desde los tanques de almacenamiento a los racks, sólo los motores de las bombas de gasolina súper y jet se localizan en esta zona, los motores de diesel, av-gas, keroseno y gasolina regular, se encuentran en la zona de los tanques de almacenamiento y oleoducto.

La jornada de trabajo es la siguiente: lunes de 7:00 am a 5:00 pm, de martes a jueves de 7:00 am a 7:00 pm y sábados de 7:00 am a 3:00 pm., se trabaja con dos turnos de trabajo.

El consumo de energía corresponde al equipo de cómputo, iluminación, equipo de línea blanca, aire acondicionado tipo split y de ventana ubicado en cada oficina, por los motores para bombeo de gasolina súper y jet y la iluminación de cada puesto de carga.



Figura 4. Detalle de cargaderos o racks de carga.
Fuente: Vega Jessie, 2012.

4.1.1.3. Control de calidad

En el laboratorio se llevan los análisis físicoquímicos para determinar la calidad de los combustibles distribuidos en la terminal, se trabaja en horario de 7:00 am a 3:00 pm de lunes a sábado pero dependiendo del ritmo de trabajo este horario se puede ampliar de 5:00 am a 6:00 pm.

Las pruebas que se realizan son: densidad, destilación, apariencia visual, flashpoint, color, gomas, punto de inflamabilidad, sedimentos, presiones de vapor, punto de

congelación, octanaje, oxigenado, prueba de microseparómetros, reacción al agua para el combustible jet AV1 y pruebas Millipore.

En esta sección el consumo de energía se debe a los equipos de laboratorio empleados para cada prueba, iluminación, equipos de oficina, equipo de línea blanca y aire acondicionado por ductos.



Figura 5. Detalle del equipo de laboratorio.
Fuente: Vega Jessie, 2012.

4.1.1.4. Oleoducto

En oleoducto se encargan de recibir el producto que viene desde el plantel del Alto de Ochomogo, Cartago, una parte de éste se envía al plantel de Barranca y a los aeropuertos y la otra se almacena en los tanques para ventas, en esta zona hay dos secciones una de reciente construcción con capacidad de trasegar hasta 600 m³ por hora y otra antigua con capacidad de trasegar hasta 160 m³ por hora.

El sistema de cómputo controla lo que se está trasegando, por dónde viaja, los equipos que están trabajando, la cantidad de producto, el tiempo de funcionamiento de cada equipo, este sistema es manejado por un operador en el cuarto de control mientras afuera en el patio de válvulas trabaja otro operador verificando que las actividades se lleven a cabo de forma adecuada.

Existen seis líneas para el trasiego de producto, en las líneas 1, 2, 3, 4, 6 se recibe producto usando válvulas de control de flujo, en la línea 5 se envía por bombeo el

combustible de avión al Plantel de RECOPE en el Aeropuerto Internacional Juan Santamaría y por línea 4 se envía el combustible al Plantel de Barranca, Puntarenas.

Los equipos encargados del enviar producto a Barranca funcionan continuo por varios días, por lo general, se bombea los fines de semana iniciando jueves y terminando el domingo, pero todo depende de la demanda de combustible.

Se trabaja continuo y por existencia de tanques, las veinticuatro horas diarias de lunes a domingo en tres turnos de 7:00 am a 3:00 pm, 3:00 pm a 11:00pm y de 11:00 pm a 7:00 am.

En esta área el consumo energético se debe al uso de los motores para bombeo al Plantel de Barranca, al Plantel del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría y a los racks de carga, así como por los motores que se usan para recircular el producto a cada tanque luego de drenarlos o para pasar producto de un tanque a otro, motoválvulas, compresores, la bomba de los sumideros, aire acondicionado, línea blanca y equipo de oficina.

Del mismo modo, hay consumo por iluminación porque por la noche se necesita iluminación suficiente cuando se hacen mediciones y toman muestras en los tanques.



Figura 6. Oleoducto
Fuente: Vega Jessie, 2012.

4.1.1.5. Taller de mantenimiento

En el taller se realizan las labores de mantenimiento preventivo y correctivo de todos los equipos del plantel, a través de órdenes de trabajo mayor y correctivo, se divide en secciones: área administrativa, área eléctrica, soldadura, área de mecánica industrial, área de mecánica automotriz, instrumentación, cuadrilla de oleoducto y transportes.

El área eléctrica se encarga de todos los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones eléctricas, las lámparas y los motores eléctricos del plantel. En el área de mecánica industrial se ocupan de los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo de las bombas, sellos, válvulas, cañas, abastecedores, sistema contra incendios, tuberías, cámaras de espuma, compresores, cacheras y acoples.

En esta zona hay consumo energético por uso de equipos de oficina, equipo de línea blanca, iluminación, aire acondicionado tipo Split y equipos de trabajo propios de cada área.



Figura 7. Taller de mantenimiento.
Fuente: Vega Jessie, 2012.

4.1.1.6. Separador API para aguas oleaginosas

En el separador API se recogen todas las aguas con residuos de combustibles del plantel y se separa el agua del combustible basándose en la diferencia de densidades entre el agua y los combustibles, actualmente hay dos secciones un separador viejo que funciona

manualmente y otro separador nuevo automatizado, en esta zona hay consumo de energía por motores e iluminación.



Figura 8. Detalle separador API
Fuente: Vega Jessie, 2012.

4.1.2. Análisis de la facturación del recibo eléctrico

En el plantel la electricidad es suministrada por el Instituto Costarricense de Electricidad, existen cuatro acometidas las cuales se facturan independientemente. Las acometidas se encuentran distribuidas en el plantel de la siguiente manera:

- La primera acometida se encuentra junto al panel de control principal al lado del cuarto de motobombas principal, suministra energía al área administrativa, el patio de cargaderos, los cargaderos, el centro médico, la soda, el cuarto de motobombas, los vestidores de cargadores, las casetas de los guardas, las oficinas de los inspectores y el supervisor de seguridad y parte del edificio de facturación.
- La segunda acometida se ubica junto al generador principal y abastece de electricidad la zona de oleoducto, tanques de almacenamiento, metrología, control de calidad, separador API y parte del edificio de facturación.
- La tercera acometida se ubica sobre la calle que va al taller de mantenimiento y alimenta parte de la iluminación exterior de calle y la zona del taller viejo.
- La cuarta acometida se ubica frente al nuevo taller de mantenimiento y provee electricidad a la zona del taller de mantenimiento.

Las acometidas uno y dos se encuentran en la tarifa de media tensión (1000 a 34500 voltios) que aplica para clientes que consuman como mínimo 120 000 kWh al año, dado que estas dos son las encargadas de suministrar energía a los equipos de mayor potencia. Las acometidas tres y cuatro están en tarifa general que se utiliza para servicios no especificados en las otras tarifas de distribución del ICE. (Anexo 8.4.)

Cuadro 1. Datos generales de las acometidas del plantel Garita

Cliente	Refinadora Costarricense de Petróleo S.A.			
Nº Cliente	3101007749			
	Acometida 1	Acometida 2	Acometida 3	Acometida 4
Nº Medidor	3269	1055472	3	110113
Localización	954188500200	953088600545	954173007603	954173007533
Tarifa	T-MT	T-MT	T-GE	T-GE
NISE	7359	7338	7346	922666

Fuente: Vega Jessie con datos del ICE, 2012.

El plantel Garita presenta un consumo mensual de electricidad que oscila entre los 94 581 y los 174 002 kWh, con una demanda máxima promedio de 580 kW y un costo mensual por concepto de electricidad que varía entre los ₡ 12 667 089 y los ₡ 21 325 550; datos que evidencian que el consumo de la energía en el plantel por las condiciones de trabajo, no es constante.

Cuadro 2. Datos generales sobre el consumo de electricidad del plantel Garita.

Cliente	Refinadora Costarricense de Petróleo S.A.		
Nº Cliente	3101007749		
	Consumo de energía (kWh)	Demanda máxima (kW)	Costo (₡)
Promedio	127 140	580	16 908 575
Máximo	174 002	670	21 325 550
Mínimo	94 581	456	12 667 089

Fuente: Vega Jessie con datos del ICE, 2012.

4.1.2.1. Acometida uno

La acometida 1 como lo muestra el siguiente cuadro, presenta un consumo promedio mensual de 27 223 kWh equivalente en colones a 2 795 522; el mayor consumo de energía se realiza durante la noche por la iluminación, cuenta con un factor de carga promedio de 0,42 y un factor de potencia que oscila entre 0,93 y 0,98 dependiendo del período del día.

El factor de potencia alto se debe a que la acometida presenta un sistema de compensación reactiva mediante capacitores, es decir, cuenta con un banco de capacitores automático que se encarga de suministrar la energía reactiva de más que requiere el sistema.

Un banco de capacitores automático es un dispositivo empleado para la corrección del factor de potencia de un modo centralizado en aplicaciones donde la carga de la planta cambia periódicamente dando como resultado la necesidad de contar con cantidades variables de potencia reactiva.(Schneider electric, 2003)

Cuadro 3. Datos del consumo de energía de la acometida 1

			Promedio	Máximo	Mínimo
Acometida 1	Consumo de energía (kWh)	Pico	6 298	7 343	5 629
		Valle	8 879	10 771	7 344
		Noche	11 950	12 729	11 016
	Demanda máxima (kW)	Pico	83,54	100,36	71,72
		Valle	86,03	98,16	77,84
		Noche	59,41	62,91	57,77
	Factor de potencia	Pico	0,95	0,97	0,93
		Valle	0,95	0,98	0,93
		Noche	0,97	0,98	0,96
	Factor de carga		0,42	0,46	0,36
	Consumo total de energía (kWh)		27 223	30 843	24 724
	Costo (₡)		2 795 522	3 083 142	2 495 462

Fuente: Vega Jessie con datos del ICE, 2012.

Analizando la curva de consumo de energía (figura 9) se observa que los meses de menor consumo son abril, setiembre y octubre y el mayor consumo de energía ocurre en los meses de enero a marzo, esta tendencia del consumo responde a los patrones de venta y consumo de combustibles a nivel nacional.

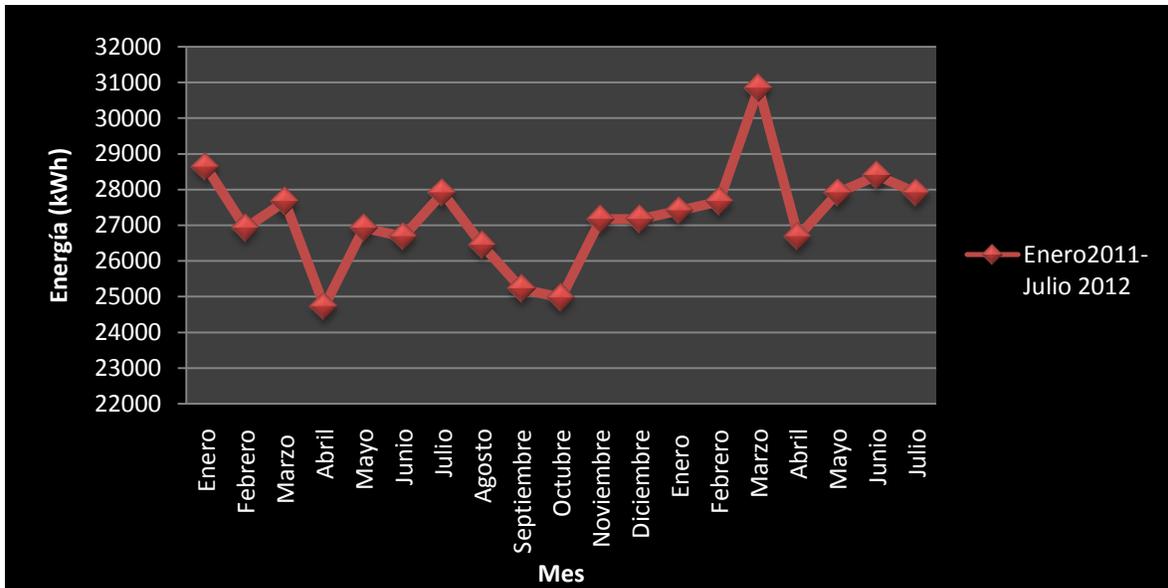


Figura 9. Curva de consumo de energía en kWh de la acometida 1 en el período de enero 2011 a julio 2012.

Fuente: Vega Jessie con datos ICE, 2012.

4.1.2.2. Acometida dos

La acometida 2 es la que presenta el mayor consumo de electricidad en promedio 94 834 kWh, porque abastece de energía a los equipos de oleoducto y los motores de gasolina regular y diesel de ventas; presenta un costo promedio mensual de ₡13 460 912; el mayor consumo de energía se hace en período valle y punta respectivamente porque los motores especialmente los de ventas trabajan de las 7:00 am a las 5:00 pm en un constante enciende y apague dependiendo de la demanda de cada combustible.

Presenta un bajo factor de carga de apenas un 27% lo cual se explica porque por el tipo de procesos llevados a cabo en el oleoducto constantemente se conectan cargas por períodos cortos.

Asimismo, esta acometida presenta recargo por bajo factor de potencia ya que de acuerdo con los lineamientos del ICE, los clientes con una demanda máxima menor a los 1 000 kW se les permite un factor de potencia mayor o igual a 0,90, sin embargo, como se evidencia en el cuadro 4 el factor de potencia oscila la mayor parte del tiempo entre 0,85 y 0,89 lo cual equivale a una penalización por bajo factor de potencia promedio mensual de ₡ 238 970.

Cuadro 4. Datos del consumo de energía de la acometida 2

		Promedio	Máximo	Mínimo	
Acometida 2	Consumo de energía (kWh)	Pico	31 767	47 490	14 392
		Valle	38 614	56 548	24 235
		Noche	24 452	37 699	11 505
	Demanda máxima (kW)	Pico	439,49	763,89	116,76
		Valle	451,60	557,65	310,4
		Noche	347,18	478,09	117,99
	Factor de potencia	Pico	0,87	0,89	0,85
		Valle	0,87	0,89	0,85
		Noche	0,88	0,90	0,86
	Factor de carga		0,27	0,34	0,20
Consumo total de energía (kWh)		94 458	134 883	63 157	
Costo (₡)		13 460 912	17 200 185	7 196 890	

Fuente: Vega Jessie con datos del ICE, 2012.

Examinando la curva de consumo de energía de la acometida 2 para los años 2010 y 2011 (figura 10), se observa que durante los meses de diciembre a febrero se da el mayor consumo, lo cual coincide con el período de navidad, año nuevo y las vacaciones donde aumentan los viajes y vuelos y por tanto el consumo de combustibles, lo cual implica un mayor bombeo y trasiego de los mismos durante esa época del año.

En contraste, en los meses de setiembre y octubre se da el menor consumo de energía porque durante este período disminuye el bombeo de oleoducto y se da una disminución de las transferencias a los aeropuertos Daniel Oduber y Tobías Bolaños. Este comportamiento se debe a los patrones de venta y consumo de combustible a nivel nacional.

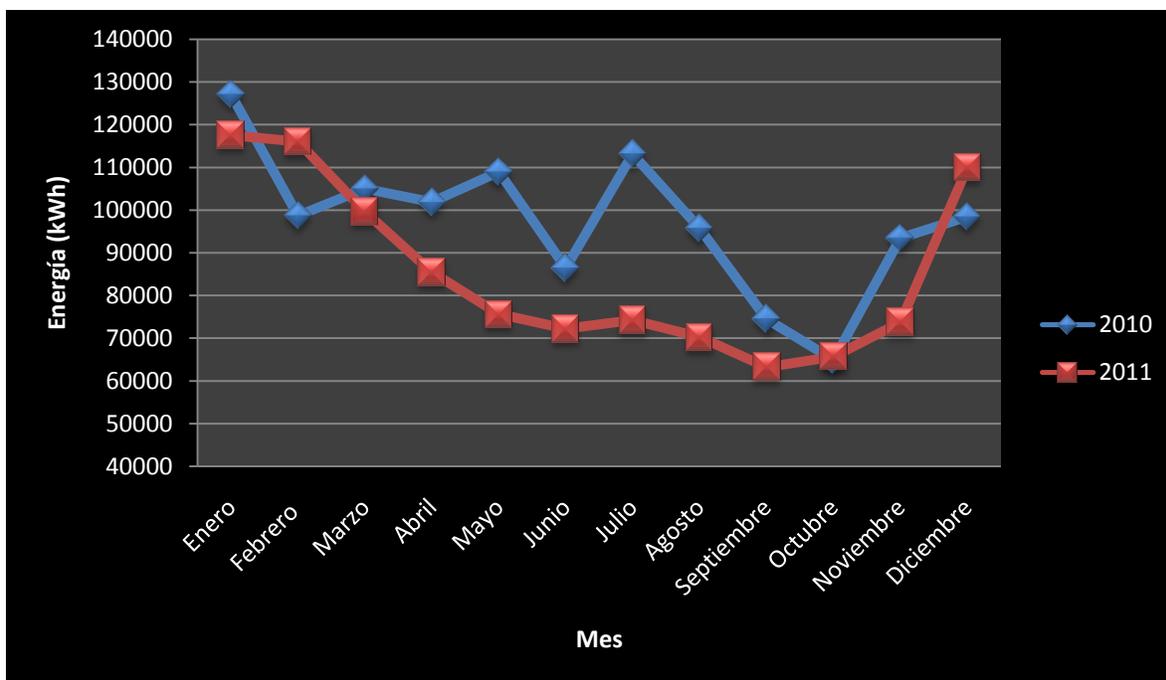


Figura 10. Curva de consumo de energía en kWh de la acometida 2 en el período 2010-2011 y 2011-2012

Fuente: Vega Jessie con datos ICE, 2012.

4.1.2.3. Acometida tres

La acometida tres presenta un consumo de energía promedio mensual de 5 945 kWh, un costo promedio mensual de ¢ 636 900, con una demanda máxima promedio de 17,05 kW y un factor de carga promedio de 0,48.

Cuadro 5. Datos del consumo de energía de la acometida 3

		Promedio	Máximo	Mínimo
Acometida 3	Consumo de energía (kWh)	5 945	7 409	4 279
	Demanda máxima (kW)	17,05	21,05	10,81
	Factor de carga	0,49	0,57	0,38
	Costo (¢)	636 900	773 795	440 187

Fuente: Vega Jessie con datos ICE, 2012.

La curva de consumo de energía de la acometida tres muestra una tendencia variable esto porque aunque se utiliza para iluminación nocturna, en los últimos meses se encuentran realizando trabajos constructivos en el plantel por lo que varios equipos e instalaciones provisionales de la empresa encargada se abastecen de energía de esta acometida.

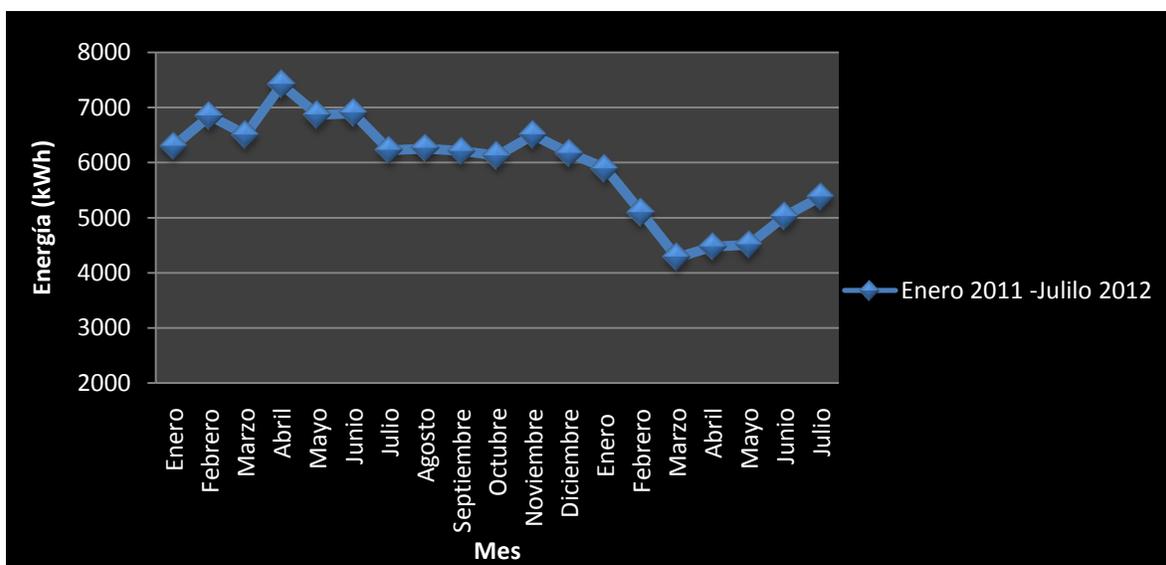


Figura 11. Curva de consumo de energía en kWh de la acometida 3 en el período enero 2011 a julio 2012

Fuente: Vega Jessie con datos ICE, 2012.

4.1.2.4. Acometida cuatro

La acometida cuatro correspondiente al taller de mantenimiento nuevo empezó a funcionar en febrero del 2012, presenta un consumo promedio mensual de 4 289 kWh que representa un costo promedio mensual de ₡611 322, con una demanda máxima promedio de 24,45 kW y un factor de carga de 0,25. Asimismo, presenta un factor de potencia promedio de 0,86 menor al 0,9 permitido por lo tanto esta se paga una multa por recargo por bajo factor de potencia que en promedio es equivalente a ₡11 574 mensuales.

Cuadro 6. Datos del consumo de energía de la acometida 4

		Promedio	Máximo	Mínimo
Acometida 4	Consumo de energía (kWh)	4 289	4 896	3 100
	Demanda máxima (kW)	24,45	34,27	16,80
	Factor de carga	0,25	0,36	0,16
	Factor de potencia	0,86	0,88	0,83
	Costo (₡)	611 322	741 557	487 659

Fuente: Vega Jessie con datos del ICE, 2012.

Analizando la curva de consumo de energía para el período febrero – agosto 2012 se aprecia como el consumo varia mes a mes, esto ocurre porque hay períodos de mucho trabajo en el taller y otros donde las actividades disminuyen porque los colaboradores van a realizar trabajos de mantenimiento a instalaciones y equipos fuera del plantel.

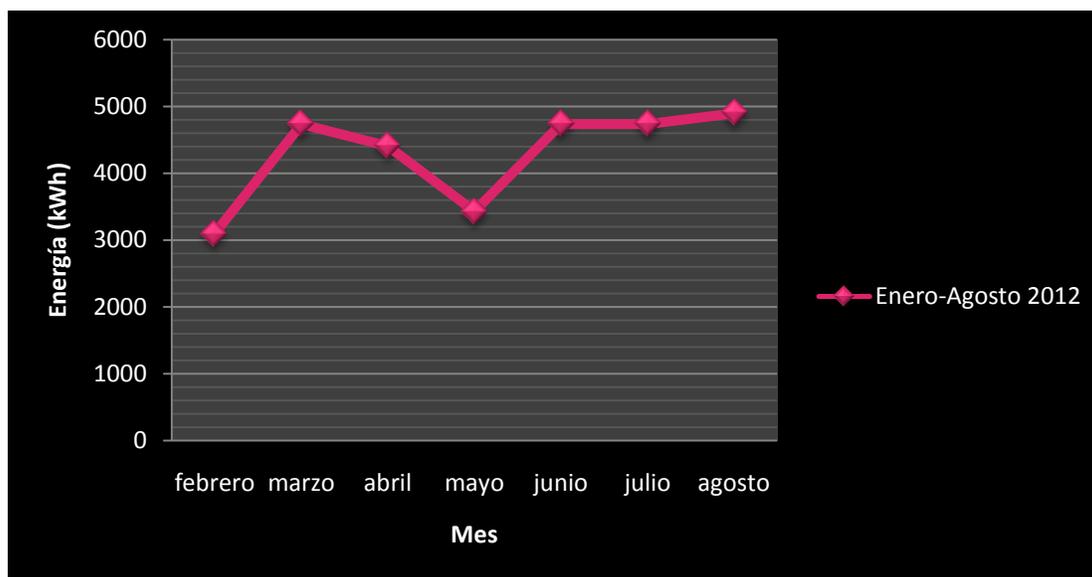


Figura 12. Curva de consumo de energía en kWh de la acometida 4 en el período febrero a agosto 2012

Fuente: Vega Jessie con datos ICE, 2012.

4.1.3. Análisis de las curvas de carga

La demanda de potencia eléctrica en cada instalación varía con el tiempo y el espacio y la generación de electricidad debe responder a la demanda en cada instante, aunado a ello la electricidad no se puede almacenar a gran escala con costes razonables, por lo que, el suministro de electricidad tiene que ser en tiempo real, igual a su consumo. (Conserjería de economía y hacienda, Comunidad de Madrid, 2007)

De forma que para asegurar y optimizar el funcionamiento del sistema eléctrico, a nivel técnico como económico, tanto para el ente generador como el consumidor final; la información más requerida y de mayor utilidad es la curva de carga del sistema, esta es la representación gráfica de cómo varía la demanda de potencia de una instalación en un período de tiempo determinado, ya sea diario, mensual o anual. (Gómez, 2007)

Mediante el análisis de la curva de carga se pueden determinar criterios de ahorro de energía y gestión de la demanda eléctrica como: conservar el consumo y reducir la demanda o conservar la demanda y aumentar el consumo.

El primer caso es el más común y aplicado en aquellas industria que deciden implementar un programa de uso racional de la energía, manteniendo la misma cantidad de producto terminado; el segundo se debe actuar sobre la reducción de la demanda a través del cambio de operaciones de ciertas máquinas para otros intervalos de tiempo de bajo consumo en la curva de carga de la instalación, esto requiere alteración de los turnos de servicio y a veces aumento de la mano de obra. (Fernández, 2002)

Con el propósito de conocer mejor el comportamiento de consumo de energía del plantel en conjunto con el Área de medición y calidad de la Dirección Regional Central del ICE, se efectuó una revisión de medidores para obtener la información necesaria para hacer las curvas de carga de las dos principales acometidas del plantel, las acometidas 1 y 2.

El caso de la acometida 1 está cuenta con un medidor que registra los datos necesarios para la curva de carga por lo que los técnicos del ICE sólo descargaron la información pero, la acometida 2 no cuenta con este tipo de medidor por lo que se instaló un medidor provisional del 23 de julio al 1 de setiembre del 2012, para efectuar las mediciones necesarias para la curva de carga.

Para la selección de la curva de carga representativa para cada acometida lo recomendable es escoger la curva que muestre mejor, el comportamiento del sistema en los períodos de mayor volumen de trabajo, con todos los equipos involucrados funcionando correctamente.

Por lo anterior para la acometida 1 se escogió como curva representativa la del jueves 26 de julio porque de acuerdo a las consultas realizadas los días de mayor trabajo en el plantel son los miércoles y jueves. En el caso de la acometida 2 se eligió la curva del sábado 28 de julio porque durante ese día se realizó venta de producto, trasiego de combustible tipo jet al aeropuerto y trasiego de gasolina regular y diesel al plantel de Barranca, lo que significa que estuvieron funcionando la mayoría de equipos que se abastecen de electricidad de esa acometida.

4.1.3.1. Curva de carga de la acometida 1

Analizando la curva de carga de la acometida 1 (figura 13) se observa como durante el período nocturno la demanda de potencia se mantiene constante determinada básicamente por las cargas de iluminación del plantel, entre las 6:00 y las 7:00 horas se observa como la demanda decrece puesto a esa hora las lámparas exteriores se apagan.



Figura 13. Curva de carga de la acometida 1

Fuente: Vega Jessie con datos ICE, 2012.

A partir de las 7:00 horas se dan un pico en la demanda puesto que a esa hora inician las actividades laborales en el plantel por lo que se enciende el equipo de oficina, los aires acondicionados, las luces interiores y los motores de ventas. Durante el resto del día y hasta las 19:00 horas se observa cómo se dan múltiples variaciones representadas por los abundantes picos y valles en la curva de carga, debido a que los motores para venta de gasolina de súper, jet, av-gas y keroseno están es constante enciende y apague dependiendo de la demanda de cada combustible para ese día.

Al finalizar el día se observa como disminuye la demanda porque va culminando el día laboral pero, a las 18:00 horas se da un pico en demanda producido por el encendido de las lámparas externas para iluminación nocturna.

En síntesis, la demanda de potencia para la acometida 1 se caracteriza por ser casi constante durante la noche entre las 18: 00 y las 6:00 horas pero en el día, con las operaciones normales de venta de combustible la demanda varía dependiendo del número de camiones que lleguen a cargar cada día y el tipo de combustible que deseen llevar.

4.1.3.2. Curva de carga de la acometida 2

Analizando la figura 14 entre las 0:00 y las 6:00 horas no hubo prácticamente actividad pero a partir de las 06:00 horas hay un pico de demanda producto de que se inició bombeo de gasolina plus 91 a Barranca el cual se extendió hasta las 20:00 horas posterior a eso, se continuo con trasiego de diesel al mismo plantel por el resto de la noche.

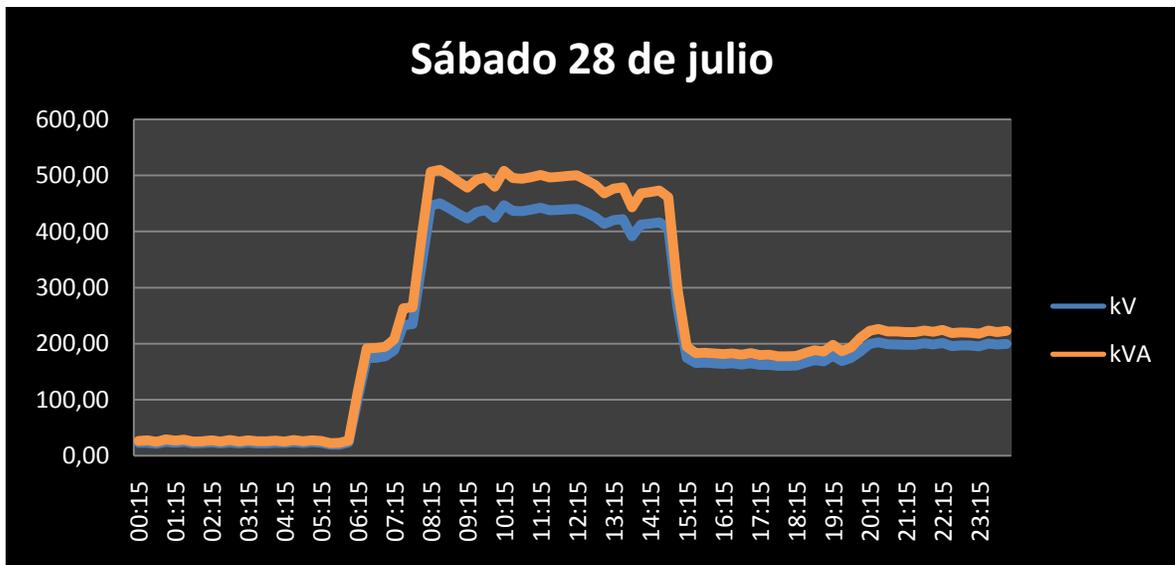


Figura 14. Curva de carga de la acometida 2

Fuente: Vega Jessie con datos ICE, 2012.

A partir de las 7:00 horas hay un nuevo incremento en la demanda porque inician las actividades normales de venta de combustible, el cual se mantiene hasta las 15:00 horas cuando finaliza el período de venta, cabe recordar que esta acometida abastece de electricidad a los motores de ventas de gasolina plus 91 y diesel, combustible de mayor venta en el plantel, por lo tanto los diferentes picos de demanda que se observan en la curva se deben a que estos motores se encuentran en constante enciende y apague conforme las demandas de mercado para cada combustible.

A las 8:00 horas de nuevo se da un aumento de demanda que se mantiene hasta las 15:00 horas, correspondiente al período de bombeo de jet hacia el Plantel del Aeropuerto Internacional Juan Santamaría. De acuerdo a los registros de bombeo y la curva de carga el trasiego al aeropuerto se realiza diariamente y en las horas pico del medio día, esto porque los bombeos se programan condicionados por la capacidad de almacenamiento de los tanques del aeropuerto.

En resumen, la demanda de potencia en la acometida 2 varía constantemente de una hora a otra o de un día para otro debido a que los bombeos se programan para cumplir las exigencias del mercado de combustibles dejando de lados los criterios de ahorro de energía y gestión de la demanda eléctrica como el manejo de carga.

4.1.4. Cálculo del consumo energético

4.1.4.1. Equipo de oficina y línea blanca

En lo referente al equipo de oficina y línea blanca se realizó el inventario de los mismos en cada oficina del plantel, registrando los datos nominales de cada artefacto; el cálculo del consumo de energía se realizó con base en los datos nominales de las placas respectivas, en los casos en los que la información fue insuficiente se investigó en los manuales de los fabricantes y en la “Guía para calcular el consumo de electricidad” del Instituto Costarricense de Electricidad, los datos necesarios.

Asimismo, para este apartado se consideraron sólo los equipos que son de uso diario y constante, dejando de lado equipos como escáners cuyo uso es ocasional. En el caso de las refrigeradoras su consumo de energía se basó en los datos de consumos anuales que establecían sus placas.

El presente cuadro correspondiente al área de oleoducto, ejemplifica la forma de realización del cálculo de los consumos de energía para el equipo de oficina y línea blanca del plantel.

Cuadro 7. Datos del consumo energético por equipo de oficina y línea blanca del área oleoducto.

Ubicación	Especificación	Marca	Modelo	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia encendido (W)	Potencia apagado (W)	Tiempo de operación diario (Horas)	Tiempo de apagado diario (Horas)	Tiempo de operación semanal (Horas)	Consumo mensual (kWh)
Laboratorio	Coffe maker	Hamilton Beach	A41	120		850				0,75	2,55
Laboratorio	Microondas	Panasonic	NN-5540WF			1100				0,75	3,30
Laboratorio	Fotocopiadora	Ricoh	Aficio MP171	120	8	960	30	0,5	7,5		19,80
Laboratorio	Laptop	DELL latitude D630	PP18L	19,5	4,62	90		8		48	17,28
Laboratorio	Monitor	DELL	E177Fpb			190	10	8	16		41,28
Laboratorio	CPU	DELL	Optiplex Gx260			190	10	8	16		41,28
Laboratorio	Monitor	DELL	E177Fpb			190	10	8	16		41,28
Laboratorio	CPU	DELL	DCME			190	10	8	16		41,28
Laboratorio	Monitor	Lenovo	9417-HC2			190	10	8	16		41,28
Laboratorio	CPU	Lenovo	9632-BH5			190	10	8	16		41,28
Laboratorio	Monitor	Lenovo	9417-HC2			190	10	8	16		41,28
Laboratorio	CPU	Lenovo	9632-BH5			190	10	8	16		41,28
Laboratorio	Laptop	Panasonic	Toughbook FCF-19	16	3,75	60		8		48	11,52
Instrumentación	Laptop	Hp	Hp Elite book 8440P notebookPc	18,4		95		8		48	18,24
Instrumentación	Laptop	Hp	Hp Elite book 8440P notebookPc	18,4		95		8		48	18,24
Instrumentación	Laptop	Panasonic	Toughbook FCF-19	16	3,75	60		8		48	11,52
Instrumentación	Coffe maker	Black & Decker	DLX851B	120		850				0,75	2,55
Instrumentación	Microondas	Whirpool	WM1107D00	120	10	1200				0,5	2,40
Instrumentación	Refrigeradora	White westing				290				67,5	78,30

		House									
Oleoducto	CPU	DELL	Precision 380			190	10	24		168	127,68
Oleoducto	Monitor	AOC	TFT1780PSA	100-240	1,5						
Oleoducto	Monitor	DELL	2407WFPb	100-120	2	190	10	24		168	127,68
Oleoducto	CPU	DELL	Precision 380								
Oleoducto	Monitor	DELL	2407WFPb	100-120	2	190	10	24		168	127,68
Oleoducto	CPU	DELL	Precision 380								
Oleoducto	Pantalla	LG	32LH20-UA.AUSML			150		24		168	100,80
Oleoducto	CPU	DELL	Optiplex 760			100		24		168	67,20
Oleoducto	Impresora	EPSON	LQ-2090	220-240		42		0,2		1,4	0,24
Oleoducto	Impresora	Hp	Hp Laser Jet P1005	100-127	4,9	315	3	0,2	23,8		3,76
Oleoducto	Refrigeradora	Atlas				270				67,5	72,90
Oleoducto	Coffe maker	Black & Decker	DE711B	120		900				0,75	2,70
Oleoducto	Microondas	Samsung	AMW784B	120		1200				0,5	2,40
Oleoducto	Monitor	DELL	E773s			190	10	24		168	127,68
Oleoducto	CPU	DELL	Optiplex 280								
Oleoducto	Cargador de radio	Motorola		100-240	3	150				12	7,20
Oleoducto	Refrigeradora	Refrigeración Omega	CR16-8	115	4,5	517				67,5	139,59
Oleoducto	Monitor	Samsung	740NW	100-240	0,7	190	10	24		168	127,68
Oleoducto	CPU	Colorsit									
										Total	1386,01

Fuente: Vega Jessie, 2012.

Realizando de igual forma el cálculo del consumo para las otras tres secciones se obtuvo como resultado: para el área administrativa un consumo total de 595 kWh, para el patio de carga de 984 kWh y para el taller de mantenimiento 423 kWh. Para un consumo total mensual de electricidad por concepto de equipos de oficina y línea blanca para el plantel de 3 388 kWh. (Anexo 8.5.)

Cuadro 8. Datos consumo de energía por equipo de oficina y línea blanca por área.

Área	Especificación	Consumo mensual (kWh)	Consumo Total mensual (kWh)
Administración	Electrodomésticos	158,59	595
	Computadores	355,20	
	Laptop	20,30	
	Equipo de impresión	60,43	
	Otros	0,00	
Patio de carga	Electrodomésticos	389,51	984
	Computadores	522,12	
	Laptop	15,20	
	Equipo de impresión	49,92	
	Otros	7,20	
Oleoducto	Electrodomésticos	167,10	1 386
	Computadores	971,52	
	Laptop	76,80	
	Equipo de impresión	23,80	
	Otros	146,79	
Taller de mantenimiento	Electrodomésticos	90,10	423
	Computadores	288,93	
	Laptop	30,40	
	Equipo de impresión	13,63	
	Otros	0,00	

TOTAL 3 388

Fuente: Vega Jessie, 2012.

De forma, que el área que representa un mayor consumo por este rubro es oleoducto con un 40,9% puesto que los equipos en su mayoría trabajan 24 horas los 7 días de la semana, seguido por el patio de carga con un 29 % por el horario de trabajo en promedio 11 horas diarias 6 días a la semana. El área administrativa y el taller de mantenimiento representan las zonas de menor consumo 17,5 y 12,5 % respectivamente, porque se trabaja de lunes a viernes 8 horas diarias.

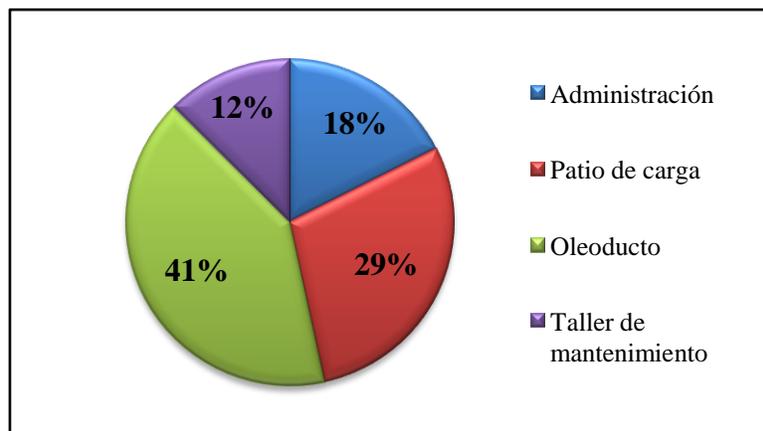


Figura 15. Distribución del consumo de energía por equipo de oficina y línea blanca por área.

Fuente: Vega Jessie, 2012.

Analizando el consumo por tipo de equipo, el artefacto de mayor uso son las computadoras de escritorio el cual representa el 62,3% de total calculado en este apartado equivalente a 2110 kWh mensuales, seguido por el equipo de línea blanca compuesto principalmente por microondas, coffe makers, refrigeradoras y hornos tostadores que consume el 27,9 % correspondiente a 945 kWh mensuales.

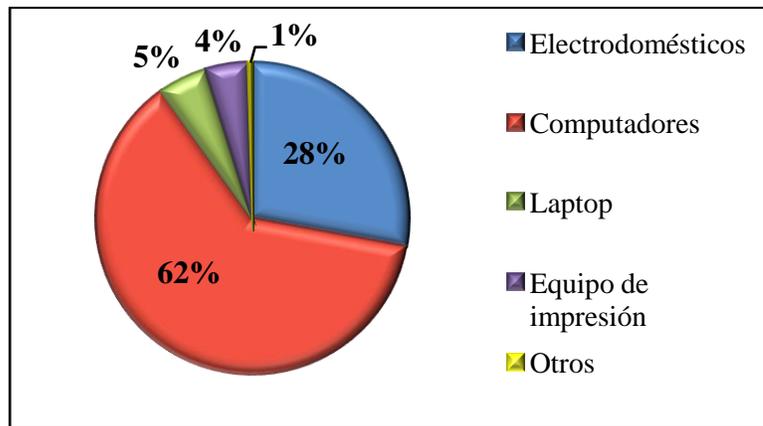


Figura 16. Distribución del consumo de energía por equipo de oficina y línea blanca por tipo de equipo.

Fuente: Vega Jessie, 2012.

4.1.4.2. Aire acondicionado

En el plantel se encuentran instalados 22 equipos de aire acondicionado (AC) de múltiples clases y capacidades, el 45% correspondiente a equipos tipo Split, el 36% a unidades tipo ventana, el 14% a equipos de aire acondicionado por ductos y el 5% restante correspondiente a una unidad multisplit.

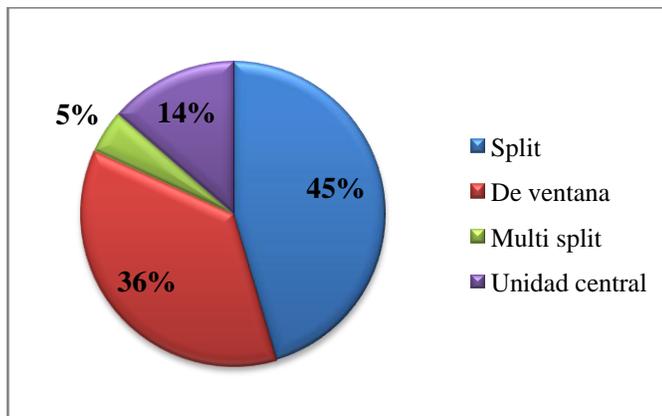


Figura 17. Clases de aires acondicionados instalados en el plantel Garita.

Fuente: Vega Jessie, 2012.

De acuerdo con la encuesta realizada sobre el uso de los aires acondicionados y condiciones de instalación de los mismos (Anexo 8.6.) se determinó que el patrón de uso más común de los

equipos es de ocho horas diarias correspondiente a la jornada laboral de 07:00 am a 3:00 pm, a una temperatura promedio que oscila entre los 16 y los 22°C dependiendo de estado de confort de cada usuario, durante el tiempo de uso de los equipos las puertas y ventanas permanecen cerradas y en el 65% de los casos existen barreras como cortinas y persianas en las oficinas, para reducir el calor exterior.

En lo concerniente a las condiciones de instalación, las unidades tipo ventana se encuentran instaladas desde hace 16 años, lo que significa que ya han sobrepasado su vida útil. Además en el 35% de los casos consultados la unidad condensadora exterior no estaba colocada de forma que le diera el sol lo menos posible y tuviera buena circulación de aire.

De igual forma al consultar sobre si el equipo recibe mantenimiento, el 30% de los consultados respondió que NO lo cual contrasta con la información brindada por el departamento de mantenimiento quienes sostienen que se les da mantenimiento preventivo a los aires acondicionados cada tres meses, el motivo de la discrepancia se puede deber a que hasta la elaboración del presente trabajo no existía un inventario actualizado de los equipos de aire acondicionados instalados en el plantel, por lo que al contratar el servicio de mantenimiento quedan unidades por fuera.

En lo concerniente al consumo de energía de los aires acondicionados, se realizó el inventario de los equipos instalados actualmente en el plantel, registrando los datos de sus placas. Asimismo, se hizo una investigación bibliográfica y se determinó para el tipo de equipos presente en el plantel con carga térmica constante, un factor de funcionamiento de 0.9, el cual se multiplicó por las horas de uso del aire acondicionado.

En los casos de los equipos donde no se pudo acceder a sus placas o había datos faltantes se investigaron los manuales de los fabricantes y como último recurso para aquellas unidades que por su antigüedad o deterioro no se encontraron sus datos, el cálculo de su consumo se realizó con base en las especificaciones de equipos similares.

A continuación se presenta una muestra del cálculo por equipo de aire acondicionado correspondiente a las unidades instaladas en el área de administración.

Cuadro 9. Datos del consumo energético por aire acondicionado del área administrativa.

Código	Ubicación	Marca	Tipo de unidad	Modelo	Tipo de refrigerante	LRA compresor	RLA compresor	Potencia motor ventilador (kW)	Voltaje	Corriente (A)	Potencia (W)	CFM	Rango de presiones (PSIG)	Capacidad	Eficiencia	Tiempo de operación diario(Horas)	Consumo mensual (kWh)
AA-039	Ed. Adm. Recepcionista	Cooltek	minisplit	SE12CRNI-CL	R22					4,8	680			12000		7	95,20
AA-044	Ed. Adm. Oficina Ma. Isabel	Goldstar	ventana	GA1823FCS	R22				110	12,5	1380			12000		8	220,80
AA-041	Ed. Adm. Oficina Zaida	Innovair	ventana		R22				110	12,5	1380			12000		0,5	13,80
AA-042	Ed. Adm. Of. Rafa	Goldstar	ventana	GA1823FCS	R22				110	12,5	1380			12000		7	193,20
	Ed. Adm.	Comfortstart	minisplit	CCH018CD					220	8,2	1804			18000	13 SEER	24	865,92
	Centro Médico_Ma Elena	Comfortstart	minisplit	CCH024CD					220	12,3	2706			24000	13 SEER	8	432,96
	Camper Of. Víctor y choferes	Comfortstart	minisplit	CCE18-410	R-410A	39			220	9,2	2000		174,04-406,1	18000		8	320,00
AA-040	Of. Maggie Valverde	Innovair	minisplit	H18C2MR63	R22	40	7,26	85	208/230	8	1800	1200		18000	12 SEER	2	72,00
	Of. Enrique Neil	Goldstar	ventana	GA1823TC					110	12,5	1380			18000		9	248,40
TOTAL																	2462,28

Fuente: Vega Jessie, 2012.

Efectuando de la misma manera el cálculo para las otras secciones se determinó para el área del patio de carga un consumo total de 2 187 kWh, para oleoducto un consumo de 8 455 kWh y para el taller de mantenimiento un consumo de 1 912 kWh para un consumo total de electricidad por concepto de aires acondicionado en el plantel de 15 016 kWh. (Anexo 8.7.)

Cuadro 10. Datos del consumo de energía por aire acondicionado por área.

Área	Especificación	Consumo mensual (kWh)	Consumo Total mensual (kWh)
Taller de mantenimiento	AC Of. Administrativa 1	0,8	1 912
	AC Of. Administrativa 2	6,4	
	AC Of. Jefe instrumentación	6,4	
	AC Of. Supervisor	0,8	
	AC Of. Jefe de mantenimiento	4,8	
	AC Of. Mecánica automotriz	6,4	
	AC Of. Eléctricos	3,2	
	AC Of. Cuadrilla de oleoducto	6,4	
	AC Of. Mecánica industrial	6,4	
	AC Of. Transportes	6,4	
	AC Of. Soldadores	6,4	
	Compresor	1857,6	
Oleoducto	unidad de ventana	1548	8 455
	Unidad central _ oleoducto	4504,3	
	Unidad central _ laboratorio	1201,2	
	Unidad central _ laboratorio	1201,2	
Administración	AC Recepción	95,2	2 462
	AC Of. Ma Isabel	220,8	
	AC Of. Asistente del jefe del plantel	13,8	
	AC Of. Jefe del plantel	193,2	
	AC Servidores	865,9	
	AC Centro médico	433,0	
	AC Of. Víctor Víquez	320	
	AC Of. Asistente de gerente	72	
	Eq. Ventana Of.	248,4	
Patio de carga	AC Of. Coordinador del SAS	220,8	2 187
	AC Of. Jefe de guardas	236,2	
	AC Ventana Of. Inspectores	325,3	
	AC Ventana UPS de facturación	993,6	
	AC Facturación	35,5	
	AC Facturación	44,3	
	AC Of. Inspector de patio	331,2	
TOTAL			15 016

Fuente: Vega Jessie, 2012.

De forma que del total de energía consumida por aires acondicionados, el 56% corresponde a oleoducto, el 16% a administración, el 15% a la zona del patio de carga y el restante 13% al taller de mantenimiento. Oleoducto es el área de mayor consumo porque tanto el edificio de los operadores de oleoducto como el de control de calidad poseen aire acondicionado por ductos con capacidades de 48 000 bthu, y en el primer caso el equipo pasa funcionando las 24 horas diarias.

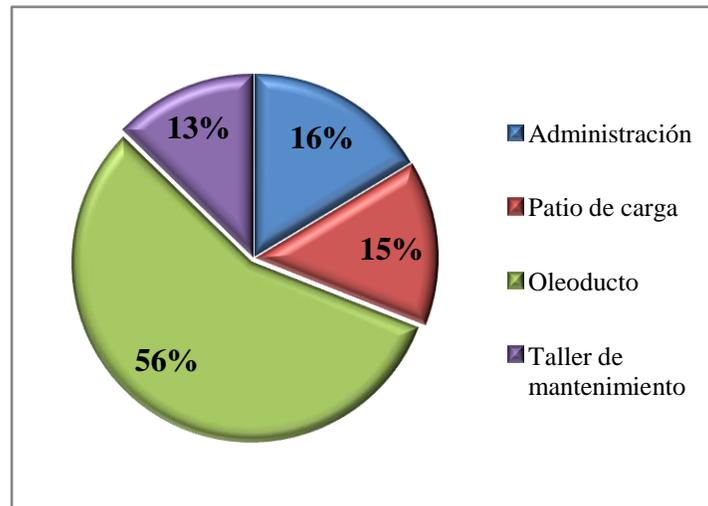


Figura 18. Distribución del consumo de energía por aire acondicionado por área.
Fuente: Vega Jessie, 2012.

4.1.4.3. Motores eléctricos

En lo referente a los motores eléctricos se procedió a realizar el inventario de los mismos, luego se solicitó al departamento de mantenimiento, el voltaje y la corriente real de funcionamiento de los equipos.

Dado que en el plantel existen motores que se usan de forma constante y otros que se usan sólo ocasionalmente o rara vez, se decidió clasificarlos en dos grupos: motores de poco uso y motores de uso constante, de forma que para el cálculo del consumo de energía por motores sólo se consideraron los motores de uso constante, cuyo consumo de energía si es representativo. (Anexo 8.8. y 8.9.)

Para el grupo de motores de uso constante se investigó en las bitácoras de bombeo al aeropuerto y a Barranca sus horas de funcionamiento mensual y conforme a esta información se estimó un promedio de horas de uso mensual, en el caso de los motores de ventas de los

los cuales no se lleva registro de su tiempo de uso, se consultó al personal respectivo cuales con su conocimiento y experiencia establecieron un período de uso mensual acorde con el volumen de ventas de cada combustible.

En el caso de algunos de equipos los cuales por su antigüedad y deterioro de sus placas no se pudo conocer sus datos nominales se consultó con el personal encargado de darles mantenimiento para conocer sus especificaciones.

De acuerdo con los cálculo del consumo de energía por motores se determinó un consumo total de 111 987 kWh, de los cuales 81 115 kWh que representan el 72% corresponden al uso de los motores de oleoducto empleados para trasegar producto al aeropuerto y Barranca, mientras que el 28% restante equivalente a 30 872 kWh se debe al consumo de los equipos de ventas.

De forma que el mayor consumo por motores ocurre en oleoducto puesto que los equipos empleados son los de mayor potencia, además, los motores de transferencia a Barranca permanecen conectados a la red por varios días al mes y los motores del aeropuerto se emplean todos los días un promedio de 7 horas diarias.

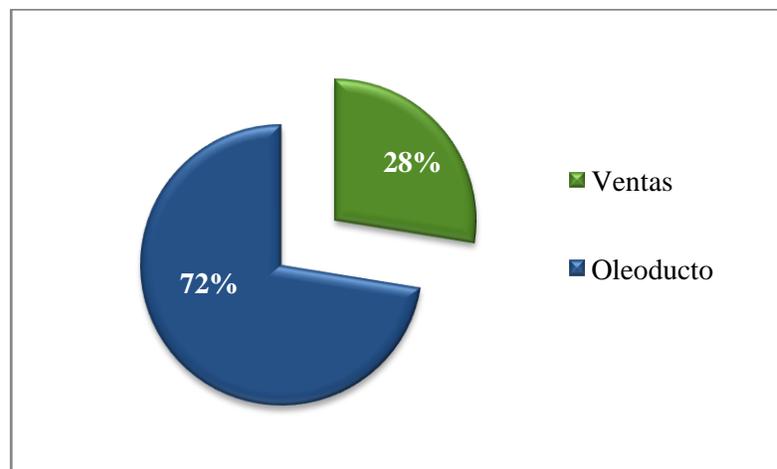


Figura 19. Distribución del consumo de energía por motores eléctricos.
Fuente: Vega Jessie, 2012.

4.1.4.4. Iluminación

Para efectuar el cálculo del consumo por iluminación se realizó un inventario de las lámparas colocadas en cada recinto del plantel, así como de las luminarias externas de calles, accesos y parqueos y se investigó en los catálogos de los fabricantes Sylvania y Phillips la potencia consumida por cada tipo de lámpara a analizar.

El cálculo del tiempo de uso se realizó con base en observaciones efectuadas y en las entrevistas a los colaboradores de cada área y al personal de seguridad y vigilancia, en los casos de las lámparas cuyo uso es poco frecuente, estas no se tomaron en cuenta para realizar el cálculo del consumo de energía.

A continuación se presenta una muestra del cálculo realizado, correspondiente al área de oleoducto.

Cuadro 11. Datos del consumo de energía por iluminación para el área de oleoducto.

Ubicación	Tipo de luminaria	Marca del tubo	Modelo del tubo	Potencia del tubo (W)	Cantidad de lámparas	Número de tubos por lámpara	Modelo lámpara	Potencia Total(W)	Tiempo de operación diario(Horas)	Consumo diario (kWh)	Consumo mensual (kWh)	Consumo total por area (kWh)
Generador 1	Fluorescente	Philips	F32T8		1	2		58	11,5	0,667	20,01	16119,6
Generador 1	Fluorescente compacta	Sylvania		23	1				11,5	0,2645	7,935	
Calle de acceso al generador 1	Reflector	Sylvania	M1000/U	1000	7		FL23-1-1000MET CUAD	1080	12	90,72	2721,6	
Calle de acceso al generador 2	Sodio de alta presión tipo Cobra	Sylvania	LU250	250	3		2250-2-250HPS-240V	295	12	10,62	318,6	
Seprador API	Antiexplosión	Crouse hinds domex			3		E28-E23-1/2 BT28	175	0	Poco uso		
Tanques de almacenamiento y oleoducto	Antiexplosión	Crouse hinds domex			32		E28-E23-1/2 BT28	175	0	Poco uso		
Calle de acceso a tanques	Sodio de alta presión tipo Cobra	Sylvania	LU250	250	37		2250-2-250HPS-240V	295	12	130,98	3929,4	
Calle de acceso a tanques	Reflector	Sylvania	M1000/U	1000	21		FL23-1-1000HPS CUAD	1080	12	272,16	8164,8	
Bomba de espuma	Fluorescente	Sylvania		32	4	2			0	Poco uso		
Afuera oficinas de oleoducto	Fluorescente compacta	Sylvania		23	9				11,5	2,3805	71,415	
Oficinas de oleoducto	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	3	2	504-EO-48-2	58	20	3,48	104,4	
Oficinas de oleoducto	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	4	2	504-EO-48-2	58	4	0,928	27,84	
Oficinas de oleoducto	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	3	2	504-EO-48-2	58	4	0,696	20,88	
Oficinas de oleoducto	Fluorescente	Philips		32	4	3		85	14	4,76	142,8	
Calle taller viejo	Olympic	Sylvania	LU1000	1000	1		HPXL-T4-1000-MT-LL	1100	12	13,2	396	
Laboratorio	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	2	2	200-EO-48-2	58	8	0,928	22,272	
Laboratorio	Fluorescente	Sylvania	FO40	32	1	2	200-ERS-48-1	40	8	0,32	7,68	
Laboratorio	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	1	2	200-EO-48-2	58	8	0,464	11,136	
Laboratorio	Fluorescente	Philips	F32T8	32	7	3		85	8	4,76	114,24	
Laboratorio	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	1	3	200-EO-48-3	85	8	0,68	16,32	
Laboratorio	Fluorescente	Philips	F32T8	32	2	2		58	8	0,928	22,272	

Fuente: Vega Jessie, 2012.

Realizando el cálculo de la misma forma para las demás secciones se obtuvo un consumo por iluminación de 6 186 kWh para el área de administración, 1 944 kWh para el patio de carga y 2145 kWh para el taller de mantenimiento, para un consumo total de 26 395 kWh por concepto de iluminación. (Anexo 8.10.)

Cuadro 12. Consumo de energía por iluminación para el área.

Área	Tipo de lámpara	Consumo mensual (kWh)	Consumo total (kWh)
Oleoducto	Fluorescente	510	16 120
	Fluorescente compacto	79	
	Reflector	10 886	
	Sodio de alta presión tipo cobra	4248	
	Otras	396	
Administración	Fluorescente	841	6 186
	Fluorescente compacto	357	
	Reflector	2 722	
	Sodio de alta presión tipo cobra	1 863	
	Otras	404	
Patio de carga	Fluorescente	256	1 944
	Fluorescente compacto	134	
	Reflector	1 166	
	Sodio de alta presión tipo cobra	319	
	Antiexplosión	69	
Taller de mantenimiento	Fluorescente	139	2 145
	Sodio de alta presión tipo cobra	850	
	Lámpara industrial tipo 2500	851	
	Otras	305	
TOTAL			26 395

Fuente: Vega Jessie, 2012.

Así del total consumido en iluminación, el 61% lo representa la iluminación de oleoducto y los tanques de almacenamiento, el 24% lo consume la iluminación del área administrativa, el 8% el taller de mantenimiento y el 7% remanente lo consume la iluminación del patio de carga.

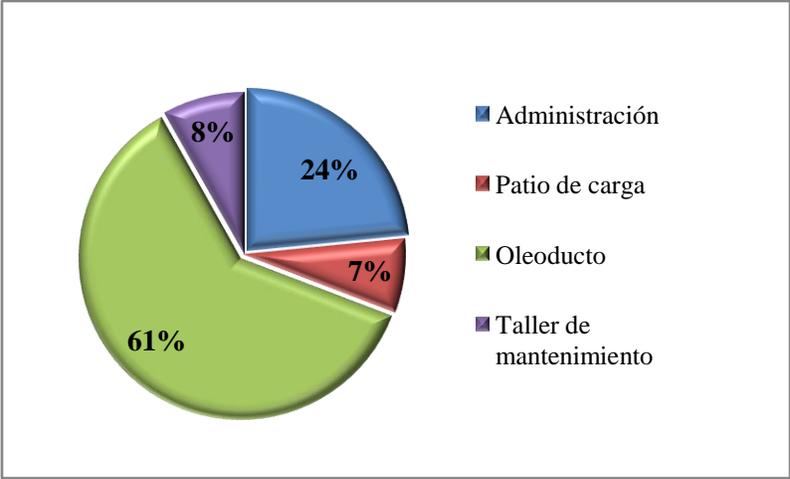


Figura 20. Distribución del consumo de energía por iluminación por área.
Fuente: Vega Jessie, 2012.

Analizando los resultados, oleoducto es la zona que representa el mayor consumo por iluminación lo cual se debe a que el área de los tanques de almacenamiento se ilumina durante la noche con 28 reflectores de 1000 W y 40 luminarias tipo cobra. A nivel de plantel el 94% de la energía consumida en iluminación se debe a iluminación para exteriores empleada en la noche y solo el 6% corresponde a iluminación para interiores.

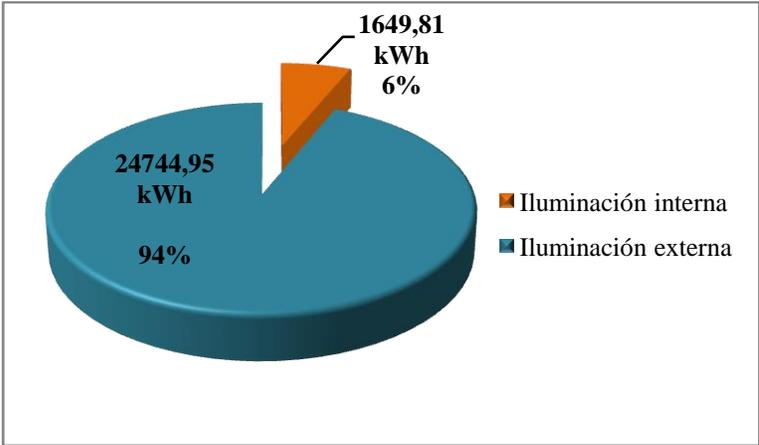


Figura 21. Distribución del consumo de energía por tipo de iluminación.
Fuente: Vega Jessie, 2012.

Desglosando el consumo en iluminación por tipo de luminaria, el 56% lo representan los reflectores tipo FL-23, seguido por la luminarias tipo cobra que consumen el 27%, los fluorescentes corresponden al 7% y el 10% restante lo consumen los fluorescentes compactos, las lámparas antiexplosión, la lámparas tipo 2500 empleadas en el taller y otros clases de lámparas para exteriores encontradas.

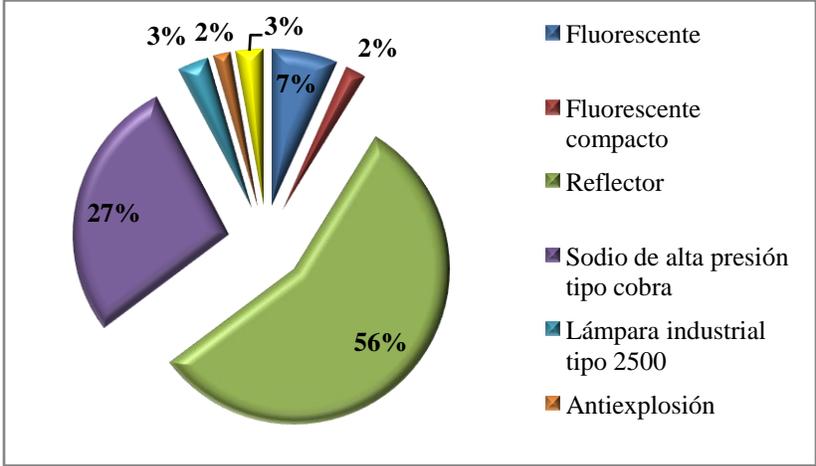


Figura 22. Distribución del consumo de energía por tipo de luminaria.
Fuente: Vega Jessie, 2012.

4.1.5. Consumo total

A partir del cálculo del consumo de energía para las cargas anteriormente descritas, se determinó un consumo total de energía de 156 785 kWh para el plantel, distribuido por tipo de carga como se muestra en el cuadro a continuación.

Cuadro 13. Distribución del consumo de energía para el plantel Garita.

Tipo de carga	Área	Consumo (kWh)	Consumo Total (kWh)
Equipo de oficina y línea blanca	Administración	595	3 388
	Patio de carga	984	
	Oleoducto	1 386	
	Taller de mantenimiento	423	
Aire acondicionado	Administración	2 462	15 016
	Patio de carga	2 187	
	Oleoducto	8 455	
	Taller de mantenimiento	1 912	
Motores	Ventas	30 872	111 987
	Oleoducto	81 115	
Iluminación	Administración	6 186	26 395
	Patio de carga	1 944	
	Oleoducto	16 120	
	Taller de mantenimiento	2 145	

Total 156 785

Fuente: Vega Jessie, 2012.

Las principales cargas consumidoras de energía en el plantel son los motores de oleoducto y ventas que representan el 51,74 y el 16,69% del total calculado respectivamente; seguida, por la iluminación de oleoducto y los tanques de almacenamiento que representa el 10,28%.

Como cargas menores se identifican los equipos de aire acondicionado, aparatos de oficina, línea blanca y la iluminación de las demás secciones, de los cuales el equipo de aire acondicionado de oleoducto es el mayor consumidor de energía cuyo consumo representa el 5,39% del total calculado.

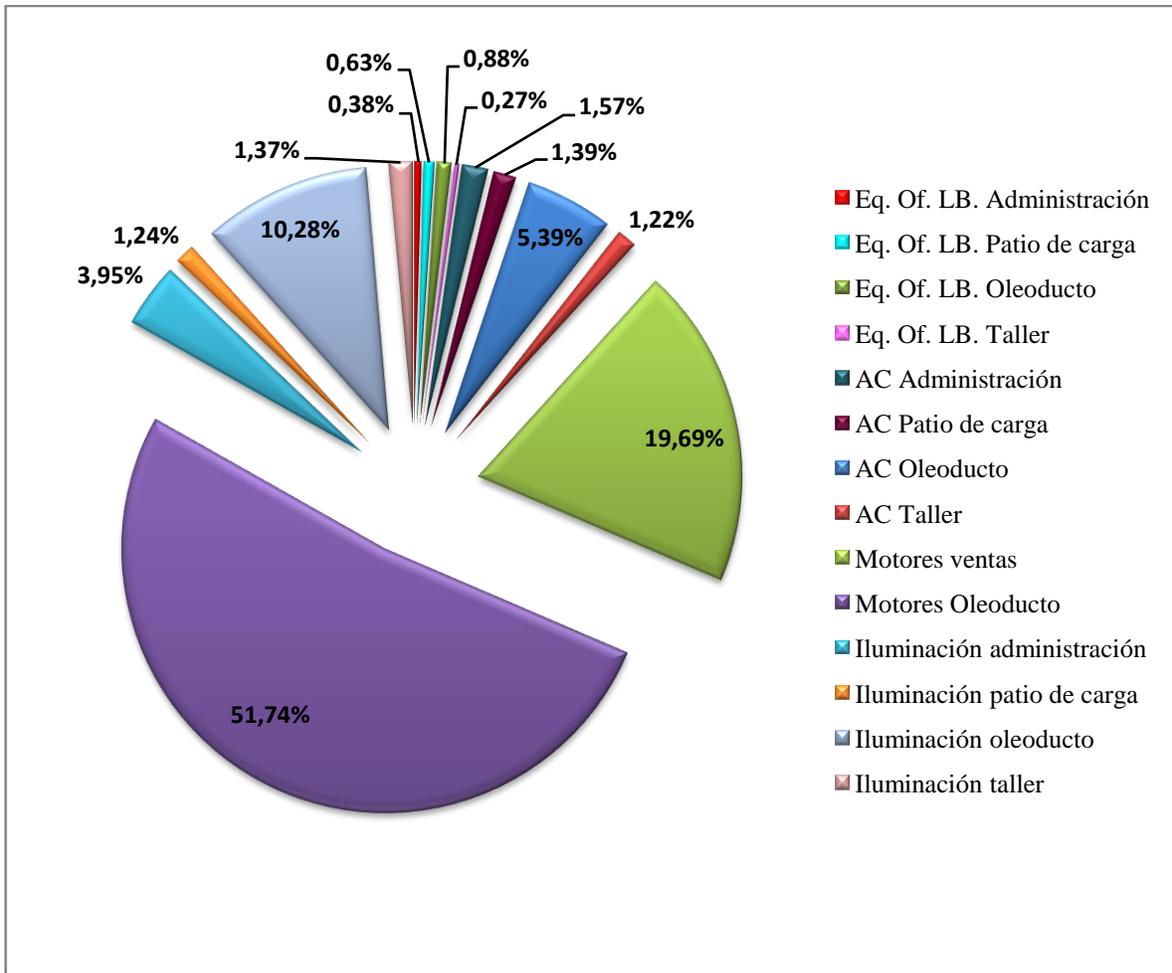


Figura 23. Distribución del consumo total de energía del plantel por tipo de carga.
Fuente: Vega Jessie, 2012.

El área que presenta el mayor consumo de energía es oleoducto con un consumo mensual estimado de 107 075 kWh que representa el 68% de la electricidad que ingresa al plantel, debido principalmente al tipo de equipo instalado que requiere una alta potencia para trasegar producto hacia el aeropuerto y el plantel de Barranca y a su ritmo de trabajo de veinticuatro horas, los siete días de la semana, durante todo el año.

En segundo lugar se encuentra el patio de carga con un consumo de 35 987 kWh que constituye el 23% del consumo total, debido al empleo de los motores usados para impulsar los combustibles de los tanques de almacenamiento a los racks de carga y a su jornada de trabajo de once horas diarias, seis días a semana.

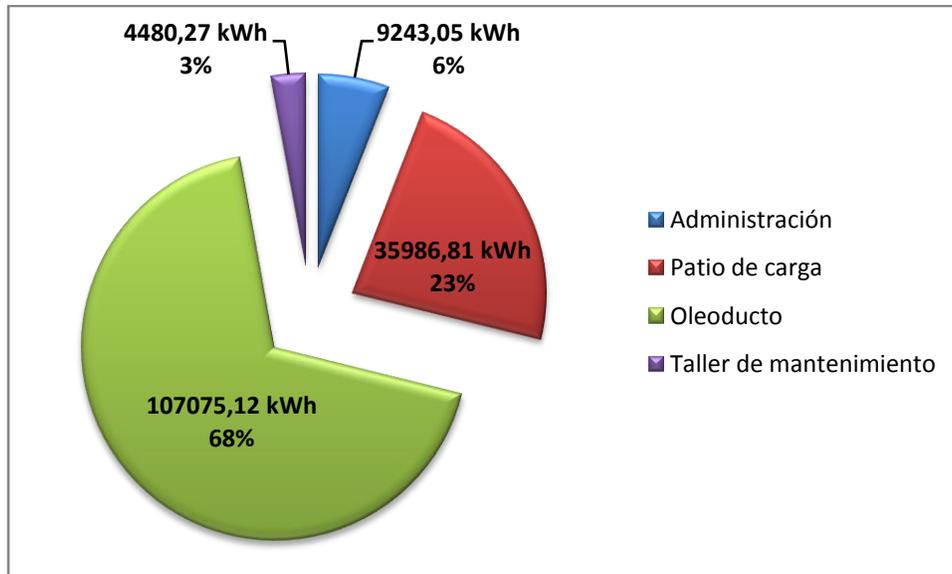


Figura 24. Distribución del consumo total de energía del plantel por área.
Fuente: Vega Jessie, 2012.

4.2. ÍNDICES ENERGÉTICOS

Los índices energéticos son valores en unidad homogénea que pueden ser comparados con otros datos de origen similar y revelan información sobre el proceso o relación que representan, además, con su evolución en el tiempo reflejan los progresos alcanzados con respecto al uso de la energía o la falta de ellos. (Madrigal, 2009)

Con el objetivo de tener una forma confiable de monitorear los avances o retrocesos en el tema del uso racional de la energía y poder comparar con los demás planteles de distribución o empresas afines, en el plantel Garita se pueden establecer índices como consumo de energía por metro cúbico de combustible vendido, costo de energía por metro cúbico de combustible vendido, costo por kWh consumido, consumo de energía por colaborador y costo de energía por colaborador.

Para lo cual es necesario que cada mes se solicite al los departamentos respectivos los datos sobre el consumo de energía y el monto pagado para cada acometida, la cantidad de colaboradores del plantel y total en metros cúbicos vendidos, para ya con esta información se proceda a realizar el cálculo de los índices, generando una estadística de la eficiencia con la que se están llevando a cabo las operaciones en el plantel y con base en esa información

establecer metas y medidas en materia de ahorro de energía acordes con las condiciones del plantel.

4.2.1. Consumo de energía por metro cúbico de combustible vendido

Dado que la principal actividad de un plantel de distribución es la venta de combustible, este índice sería representativo para este tipo de industria. Calculado con base en el consumo total mensual de energía en kWh que se obtiene sumando los consumos mensuales de electricidad de cada acometida y el total de m³ de combustible vendidos en cada mes en el plantel, como se muestra,

$$\text{Consumo de energía por m}^3 \text{ de combustible vendido} = \frac{\text{kWh consumidos}}{\text{m}^3 \text{ totales vendidos}}$$

En el siguiente cuadro se muestra la relación calculada para el período enero – julio 2012, en donde se puede observar como lo vendido y lo consumido es muy variable mes a mes, lo que evidencia que existen oportunidades de un mejor aprovechamiento de la energía con el objetivo de vender más consumiendo la menor cantidad de electricidad.

Así por ejemplo, en abril se vendieron 66 417 m³ y se consumieron 155 511 kWh, mientras que en julio se vendió casi la misma cantidad 66 302 m³ con un consumo menor de energía de 122 962 kWh. Esta diferencia se debió principalmente a que durante el mes de julio las operaciones de trasiego de producto hacia Barranca en oleoducto disminuyeron considerablemente en comparación con abril, lo cual se refleja en el total de horas de bombeo a Barranca que en abril fue de 391 horas mientras que en julio de 63 horas.

Cuadro 14. Consumo de energía por metro cúbico de combustible vendido. Período enero-julio 2012

Mes	Combustible vendido (m3)	Consumo de energía (kWh)	Consumo de energía (kWh) por m3 vendido
ene-12	65 823	168 198	2,56
feb-12	72 971	136 224	1,87
mar-12	77 250	174 002	2,25
abr-12	66 417	155 511	2,34
may-12	69 594	128 865	1,85
jun-12	68 268	107 919	1,58
jul-12	66 302	122 962	1,85

Fuente: Vega Jessie con datos del ICE y RECOPE, 2012.

4.2.2. Costo de energía por metro cúbico de combustible vendido

Esta relación se calcula dividiendo el costo total pagado por electricidad entre el total de combustibles vendidos al mes en metros cúbicos, como se detalla,

$$\text{Costo de energía por m}^3 \text{ de combustible vendido} = \frac{\text{Costo por energía (}\$)}{\text{m}^3 \text{ totales vendidos}}$$

Realizando el cálculo para el período enero-julio 2012 se obtiene que la relación varía mes con mes puesto que tanto el costo por energía como la venta y trasiego de combustible cambian en el tiempo de acuerdo con la demanda, siendo abril el mes que presentó un mayor costo de energía por m³ puesto que este mes presentó el mayor período de tiempo de bombeó a Barranca 391 horas, la cual significa que tuvo el mayor consumo de energía ya que como se estimó en el diagnóstico energético realizado el uso de motores de oleoducto consume el 51,74 % de la electricidad que entra al plantel y por tanto abril tuvo la factura por electricidad más alta del período analizado.

Cuadro 15. Costo de energía por metro cúbico de combustible vendido. Período enero-julio 2012

Mes	Combustible vendido (m3)	Costo por energía (₡)	Costo de energía (₡) por m3 vendido
ene-12	65 823	18 870 377,00	286,7
feb-12	72 971	19 689 453,00	269,8
mar-12	77 250	21 325 550,40	276,1
abr-12	66 417	20 424 703,00	307,5
may-12	69 594	17 807 925,00	255,9
jun-12	68 268	15 435 654,00	226,1
jul-12	66 302	17 483 081,00	263,7

Fuente: Vega Jessie con datos del ICE y RECOPE, 2012.

4.2.3. Costo por kWh consumido

Este indicador se calcula con base en total en colones pagado por electricidad entre el total de kWh consumidos en el mes como se detalla,

$$\text{Costo por kWh consumido} = \frac{\text{Costo total por energía (₡)}}{\text{kWh totales consumidos}}$$

En el siguiente cuadro se detalla el cálculo del costo por kWh consumido para el periodo de enero a julio del 2012, el cual oscila entre los ₡ 112,19 y los ₡ 144,54.

Cuadro 16. Costo por kWh consumido. Período enero-julio 2012

Mes	Consumo de energía (kWh)	Costo por energía (₡)	Costo por kWh consumido
ene-12	168 198	18 870 377	112,2
feb-12	136 224	19 689 453	144,5
mar-12	174 002	21 325 550	122,6
abr-12	155 511	20 424 703	131,3
may-12	128 865	17 807 925	138,2
jun-12	107 919	15 435 654	143,0
jul-12	122 962	17 483 081	142,2

Fuente: Vega Jessie con datos del ICE y RECOPE, 2012.

4.2.4. Consumo de energía por colaborador

Relacionando el consumo total de energía en kWh entre la cantidad de colaboradores se obtiene el consumo de energía por empleado, índice que resulta útil para el proceso de concientizar al personal sobre las buenas prácticas de uso y ahorro de energía. De forma que para los primeros siete meses del año 2012 este índice varió entre 1 090 y los 1 776 kWh por colaborador.

Cuadro 17. Consumo de energía por colaborador. Período enero-julio 2012

Mes	Nº de empleados	Consumo de energía (kWh)	Consumo de energía (kWh) / empleado
ene-12	103	168 198	1 633
feb-12	105	136 224	1 297
mar-12	98	174 002	1 776
abr-12	97	155 511	1 603
may-12	97	128 865	1 329
jun-12	99	107 919	1 090
jul-12	101	122 962	1 217

Fuente: Vega Jessie con datos del ICE y RECOPE, 2012.

4.2.5. Costo de energía por colaborador

Asimismo, en conjunto con el índice anterior es posible relacionar el costo total en colones por energía con el número de empleados, para el plantel Garita de acuerdo a los cálculos para el período enero – julio 2012, se tiene un costo por energía por empleado entre los ₡ 155 916 y los ₡ 217 608.

Cuadro 18. Costo de energía por colaborador. Período enero-julio 2012.

Mes	Nº de empleados	Costo por energía (₡)	Costo de energía por empleado (₡)
ene-12	103	18 870 377	183 208
feb-12	105	19 689 453	187 519
mar-12	98	21 325 550	217 608
abr-12	97	20 424 703	210 564
may-12	97	17 807 925	183 587
jun-12	99	15 435 654	155 916
jul-12	101	17 483 081	173 100

Fuente: Vega Jessie con datos del ICE y RECOPE, 2012.

4.3. OPORTUNIDADES DE CONSERVACION DE LA ENERGÍA

De acuerdo con el diagnóstico del consumo de energía realizada y con miras a establecer las bases para la implementación de un programa de uso racional de la energía en el plantel, se procedió a determinar las oportunidades de conservación de energía factibles para implementar, las cuales se detallarán a continuación.

4.3.1. OCE's en instalaciones eléctricas

Primeramente, es aconsejable la unificación de las acometidas en una acometida principal de forma que se facilite la facturación de la electricidad, el pago de la misma y se eliminen las pérdidas asociadas, en el plantel ya se realizó el estudio correspondiente y actualmente se ejecutan los trabajos necesarios para unificar las acometidas 1 y 2.

Se planea eliminar por completo la acometida 1 y dejar la acometida 2 como principal encargada de abastecer de electricidad al área de administración, patio de carga, oleoducto y los tanques de almacenamiento; las acometidas 3 y 4 permanecerán sin cambios.

Considerando que la acometida 2 será en el futuro la acometida principal y que esta presenta actualmente recargo por bajo factor de potencia, la principal oportunidad de conservación de energía aplicable al plantel es la mejora del factor de potencia de esta acometida.

Debido a que el bajo factor de potencia provoca efectos negativos para la industria como: un aumento de la intensidad de corriente, pérdidas en los conductores y fuertes caídas de tensión, incremento del consumo de potencia activa, reducción de la vida útil de los transformadores, motores y cables, aumento de la temperatura de los conductores disminuyendo la vida del aislamiento y pago del recargo por bajo factor de potencia.

Y para la empresa distribuidora de la energía implica mayor inversión en equipos de generación para poder entregar la energía reactiva adicional, mayor capacidad de las líneas de transmisión, distribución y transformadores, elevadas caídas de tensión y baja regulación de voltaje.

La colocación de un banco de capacitores para compensar la energía reactiva de más que requiere el sistema es primordial y traería beneficios tanto para RECOPE como para el ICE.

Por tales motivos se procedió cotizar un banco de condensadores adecuado para la acometida 2, se consultó con varios fabricantes y sólo se tuvo respuesta de Demsa en Alajuela (Anexos 8.17. y 8.18.), cuya propuesta consiste en el suministro y puesta en marcha de un banco de capacitores automático, 480 VAC, 140 kVAR en gabinete NEMA 1 con breaker principal tipo KD3300, dividido en 9 etapas cada una con su respectivo contactor.

Las 5 etapas de 10 kVAR compuestas por 1 condensador de 10 kVAR autocicatrizante, con resistencias de descarga y desconectador por sobrepresión, 1 contactor NEMA 2 y un interruptor termomagnético de 3 polos.

Las 3 etapas de 20 kVAR compuestas por 1 condensador de 20 kVAR autocicatrizante, con resistencias de descarga y desconectador por sobrepresión, 1 contactor NEMA 2 y un interruptor termomagnético de 3 polos.

La etapa de 30 kVAR compuestas por 1 condensador de 30 kVAR autocicatrizante, con resistencias de descarga y desconectador por sobrepresión, 1 contactor NEMA 2 y un interruptor termomagnético de 3 polos.

La implementación de esta propuesta requiere una inversión por la compra y puesta en marcha del banco de capacitores de \$ 11 860,53 pero significa un ahorro anual por reducción de recargo por bajo factor de potencia de \$ 5 678,50, para un período de retorno de la inversión de 2.1 años con lo cual se demuestra la factibilidad económica de colocar el banco de capacitores. (Anexo 8.14.)

Cuadro 19. Cálculo de las oportunidades de conservación de la energía para mejora del factor de potencia.

OCE	Ahorro anual (US\$)	Ahorro anual (colones)	Inversión (US\$)	Retorno de la inversión (años)
Colocación de un banco de capacitores en la acometida 2	5 678,50	2 867 641,00	11 860,53	2,1

Fuente: Vega Jessie, 2012.

De forma que la instalación de un banco de condensadores para la acometida 2 es factible porque la inversión inicial se recupera en relativamente poco tiempo, a la vez que se elimina la multa por bajo factor de potencia, se aumenta la capacidad del sistema, se mejora la calidad de energía y se establece energía más eficiente.

4.3.2. Manejo de carga

En oleoducto es factible implementar el manejo de carga en lo referente al sistema de bombeo hacia el aeropuerto, planificando las horas de bombeo de forma que no se trasiegue producto en las horas pico y sólo en período valle, pues en período nocturno aunque es más barata la energía no se puede bombear porque en el aeropuerto se trabaja hasta las 10 pm.

Analizando el bombeo al aeropuerto, en el período enero – mayo 2012 se bombeo 475.5 horas en período pico lo cual significa en costo sólo por concepto de energía un total de ₡ 4 990 169, mientras que si se hubiera bombeado ese total de horas en período valle el costo total por concepto de energía hubiera sido de ₡ 1 821 808, lo que equivaldría a un ahorro de más de 63% (₡3 168 361) en la factura eléctrica.

Cuadro 20. Costo de la energía por bombeo en hora pico.

Mes	Tiempo de bombeo en hora pico (hr)	Consumo de energía (kWh)	Costo de energía (₡)
Enero	117,5	19 307	1 216 364
Febrero	101,5	16 678	1 050 731
Marzo	102,5	16 843	1 061 083
Abril	105,5	17 335	1 092 140
Mayo	48,5	9 045	569 851
Total	475,50	79 209	4 990 169

Fuente: Vega Jessie, 2012.

Con la implementación de esta medida aunque se consume básicamente la misma energía pero en un período del día en el que la misma es más barata, se contribuye a la sostenibilidad del sistema eléctrico nacional haciendo que los recursos se utilicen con mayor eficiencia. En el caso de los motores para ventas y de bombeo a Barranca, no es posible realizar manejo de carga porque su uso está condicionado por la demanda de combustibles.

4.3.3. OCE's en iluminación

La iluminación es la segunda carga consumidora de energía en el plantel, esta representa el 16,83% del consumo (Cuadro 13) y de esta el 94% corresponde a iluminación exterior (Figura 21) por lo que se investigaron opciones disponibles para el cambio de las luminarias exteriores existentes tipo cobra por equipos más eficientes.

Se analizó el reemplazo por luminarias exteriores tipo LED de dos modelos diferentes y luminarias para alumbrado público solar (Anexos 8.11., 8.12. y 8.13.), suponiendo la sustitución del 5% de las luminarias tipo cobra existentes.

Los períodos de recuperación de las inversiones son altos puesto que cada luminaria tipo LED cuesta entre ₡ 434 000 y ₡ 570 000 ivi y las luminarias solares tienen un precio de ₡ 2 100 000 ivi cada una.

De acuerdo con los períodos de retorno de la inversión calculados a corto plazo es poco rentable en términos económicos la sustitución de las luminarias actuales, sin embargo, se puede implementar en un plan de inversión a mediano o largo plazo para cambiar paulatinamente a alguna de las tecnologías propuestas.

Asimismo, ambientalmente, sí se recomienda la incorporación de nuevas tecnologías más eficientes, con las cuales se lograría reducir el consumo de energía, los costos de mantenimiento y además, tienen una mayor vida útil de 40000 horas y utilizan de una forma más eficiente la energía.

Cuadro 21. Cálculo de las oportunidades de conservación de la energía en iluminación exterior.

OCE	Ahorro anual (kWh)	Ahorro anual (US\$)	Ahorro anual (₡)	Inversión (US\$)	Retorno de la inversión (años)
Cambio a luminaria tipo led EL-162AA-00A 	3 196,8	95,3	47 952,0	4 532,8	47,5
Cambio a luminaria tipo led BOL-SLWA60-A00 	3 715,2	110,8	55 728,0	3 451,3	31,2
Cambio a luminaria solar tipo BOL-SOL030W-HX02-2400lm 	5 097,6	152,0	76 464,0	16 699,8	109,9

Fuente: Vega Jessie, 2012.

En lo referente a la iluminación interna en el plantel años atrás se hizo la sustitución de las luminarias fluorescente T12 por luminarias fluorescentes T8 con balastro electrónico, no obstante en el nuevo taller de mantenimiento en las áreas de trabajo y la zona exterior, se colocaron lámparas tipo 2500 con bulbo metalarc de 250W las cuales proporcionan un nivel de iluminación más alto de lo que se necesita.

Se investigó con fabricantes y se determinó que lo más recomendable es cambiar las luminarias actuales por lámparas Cenit con tubos fluorescentes T8 de 32 W, las cuales cuentan con balastro electrónico de alto factor de potencia, baja distorsión de armónicas y protección térmica y contra transientes de voltaje. (Anexo 8.15)

Cuadro 22. Cálculo de las oportunidades de conservación de la energía en iluminación del taller de mantenimiento.

OCE	Ahorro anual (kWh)	Ahorro anual (US\$)	Ahorro anual (colones)	Inversión (US\$)	Retorno de la inversión (años)
Cambio de luminarias del taller de mantenimiento 	7 854	1 046	526 230	1 690	1,62

Fuente: Vega Jessie, 2012.

El cambio de luminarias significaría un ahorro anual de 7 854 kWh que equivalen a \$1046 ahorrados anuales en la factura de electricidad. Además, el período de retorno de la inversión es de un año y seis meses, lo que indica que esta OCE es factible de implementar.

En resumen, el reemplazo de un 5% de las luminarias tipo cobra empleadas para iluminación nocturna por luminarias tipo Led o solares, implica un ahorro de energía de un 4% y 6% respectivamente sobre el consumo actual y el cambio de las luminarias del taller de mantenimiento por fluorescentes compactos representa un ahorro de energía de un 77% sobre el actual consumo.

Cuadro 23. Resumen del análisis de la implementación de las OCE's en iluminación.

OCE	Consumo actual mensual (kWh)	Ahorro mensual aplicando la OCE (kWh)	Porcentaje de ahorro
Cambio de un 5% de luminarias exteriores por luminaria tipo led EL-162AA-00A	7279	267	4%
Cambio de un 5% de luminarias exteriores por a luminaria tipo led BOL-SLWA60-A00	7279	310	4%
Cambio de un 5% de luminarias exteriores por luminaria solar tipo BOL-SOL030W-HX02-2400lm	7279	425	6%
Cambio de luminarias del taller de mantenimiento	851	654	77%

Fuente: Vega Jessie, 2013.

4.3.4. OCE'S en aire acondicionado

Con respecto al aire acondicionado, se recomienda cambiar los equipos con más de 12 años de estar en operación, es decir los aires acondicionados tipo ventana que aún se encuentran funcionando ubicados en administración, edificio de facturación y oficina del inspector de patio.

En esa línea, la principal OCE es establecer criterios de eco eficiencia para selección de los equipos de aire acondicionado, de forma que en futuras compras se tomen en cuenta además del factor económico, el factor ambiental con los cual se haría un uso eficiente de la energía y se disminuirían las emisiones de efecto invernadero asociadas al uso de la electricidad y de los refrigerantes dañinos como el R22 o freón que actualmente está prohibido su uso en Europa.

A continuación se establecen los criterios de eco eficiencia para la selección de aires acondicionados, de acuerdo con el Departamento de Energía de Estados Unidos:

- SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio) mayor o igual a 14.5.

- EER (Energy Efficiency Ratio) mayor o igual a 12.
- Refrigerante tipo R-410
- Contar con un controlador de velocidad de aire variable, lo cual mejorará la comodidad y la eficiencia, a la vez que permite un continuo filtrado del aire aun coste energético mínimo.
- Tener un sistema automático de retardo del interruptor del ventilador de forma que el ventilador se apague unos minutos después de apagado el compresor.
- Poseer el sello energy start.
- Contar con una luz de verificación que le recuerde al usuario que es necesario limpiar el filtro de AC.

Además se recomienda, realizar una revisión y limpieza de los filtros cada tres meses pues no debe permitirse que estos se ensucien obstruyendo el flujo de aire porque esto puede dañar la unidad y el condensador debe ser limpiado por un profesional una vez al año. (Céspedes, 1999)

4.3.5. OCE'S en motores eléctricos

De acuerdo con las consultas realizadas a los ingenieros mecánicos y eléctricos de la Gerencia de Distribución y Ventas, encargados de hacer las compras de los motores, estos sólo se cambian cuando se dañan definitivamente, por tal motivo la principal OCE encontrada es establecer los criterios de eficiencia para la selección de motores, para cuando sea necesario adquirir un motor nuevo.

Para la correcta selección de los motores se debe considerar el lugar de la instalación, las condiciones de la instalación, la red eléctrica, la carga, el arranque, la potencia y la eficiencia. (WEG, 2007)

1. **El lugar de la instalación:** la temperatura ambiente no debe superar los 40°C y la altura no debe ser mayor a 1000 msnm.
2. **Condiciones de la instalación:** en un plantel de distribución dado que se almacenan y manejan líquidos volátiles e inflamables se encuentran áreas clasificadas según el Código Eléctrico de Costa Rica por su riesgo de explosividad dentro del grupo D, clase 1, divisiones 1 y 2

Las áreas grupo D, clase 1, división 1 son lugares donde los líquidos inflamables o gases licuados inflamables son transportados de un recipiente a otro, en estas zonas se deben seleccionar motores a prueba de explosión (EP).

Las áreas grupo D, clase 1, división 2 son sitios donde se usan líquidos volátiles, gases o vapores inflamables que llegarían a ser peligrosos sólo en caso de accidente u operación anormal del equipo, en estas áreas se pueden seleccionar motores del tipo totally enclosed fan cooled (TEFC).

3. **Red eléctrica:** en lo correspondiente al voltaje y la frecuencia, se debe seleccionar un motor que opere al mismo voltaje disponible en la red donde será alimentado y a la frecuencia normalizada para Costa Rica 60 Hz. (Guerrero, 2010)
4. **La carga:** se debe realizar un estudio de cuál será el momento de inercia y la curva Par-velocidad de la carga para definir cómo será el comportamiento dinámico del motor con su máquina de trabajo y los tiempos de arranque. (WEG, 2007)
5. **La potencia:** el proyectista mecánico debe determinar la velocidad de rotación y torque requerido del motor, con los cuales se determina la potencia requerida para el motor. (WEG, 2007)
6. **La eficiencia:** la ley de uso racional de la energía establece los siguientes criterios de eficiencia mínima requerida para motores eléctricos de corriente alterna.

Cuadro 24. Criterios de eficiencia mínima para motores eléctricos.

Potencia del motor (kW)	Eficiencia mínima (%)
De 1 a 4	32
Mayor a 4 menor a 8	35
Mayor de 8 menor a 30	33
Mayor a 33	92

Fuente: Reglamento para la regulación del uso racional de la energía, 1995.

Sin embargo, como criterio de eficiencia se recomienda adoptar los criterios de eficiencia establecidos por la Ley de independencia y seguridad energética de Estados

Unidos, la cual estable los niveles de eficiencia de carga completa para motores eléctricos eficientes de 60 Hz NEMA Premium®, de corriente alterna de 1-500 caballos de fuerza.

Cuadro 25. Niveles de eficiencia de carga completa para motores eléctricos eficientes de 60 Hz NEMA Premium®.

Caballos de fuerza del motor	Eficiencia nominal de carga completa					
	Motores abiertos			Motores cerrados		
	2 polos	4 polos	6 polos	2 polos	4 polos	6 polos
1	77,0	85,5	82,5	77,0	85,5	82,5
1,5	84,0	86,5	86,5	84,0	86,5	87,5
2	85,5	86,5	87,5	85,5	86,5	88,5
3	85,5	89,5	88,5	86,5	89,5	89,5
5	86,5	89,5	89,5	88,5	89,5	89,5
7,5	88,5	91,0	90,2	89,5	91,7	91,0
10	89,5	91,7	91,7	90,2	91,7	91,0
15	90,2	93,0	91,7	91,0	92,4	91,7
20	91,0	93,0	92,4	91,0	93,0	91,7
25	91,7	93,6	93,0	91,7	93,6	93,0
30	91,7	94,1	93,6	91,7	93,6	93,0
40	92,4	94,1	94,1	92,4	94,1	94,1
50	93,0	94,5	94,1	93,0	94,5	94,1
60	93,6	95,0	94,5	93,6	95,0	94,5
75	93,6	95,0	94,5	93,6	95,4	94,5
100	93,6	95,4	95,0	94,1	95,4	95,0
125	94,1	95,4	95,0	95,0	95,4	95,0
150	94,1	95,8	95,4	95,0	95,8	95,8
200	95,0	95,8	95,4	95,4	96,2	95,8
250	95,0	95,8	95,4	95,8	96,2	95,8
300	95,4	95,8	95,4	95,8	96,2	95,8
350	95,4	95,8	95,4	95,8	96,2	95,8
400	95,8	95,8	95,8	95,8	96,2	95,8
150	95,8	96,2	96,2	95,8	96,2	95,8
500	95,8	96,2	96,2	95,8	96,2	95,8

Fuente: Baldor, 2009.

7. **El arranque:** el tipo de arranque debe buscar en la medida de lo posible,
 - a. Para la red: un tiempo de transición mínimo y una corriente consumida mínima.

- b. Para el motor: debe garantizar el menor calentamiento.
- c. Para la carga: debe garantizar los menores desgastes mecánicos.

Además de los criterios anteriormente descritos es conveniente escoger motores en la medida de lo posible, con un factor de potencia mayor o igual a 0.90 y con una clase de aislamiento (insulation class) tipo F o H.

También se puede estudiar la factibilidad de implementar variadores de velocidad (VSD's) porque son una alternativa eficiente en sistemas de bombeo que requieren flujo variable como por ejemplo el sistema de bombeo para ventas y son la opción preferida cuando las bombas operan por lo menos 2000 horas por año y los requerimientos de flujo en el proceso varían alrededor del 30% o más en el tiempo. (Ministerio de ambiente y cambio climático del Estado de Victoria, Australia, 2010)

En caso de considerar utilizar VSD's lo aconsejable es realizar un estudio de eficiencia de motores considerando las características de la curva de carga y momento de inercia tanto del motor como de la carga.

Asimismo, para la selección de bombas se recomienda seguir los siguientes criterios de eficiencia de acuerdo a los requerimientos de flujo para cada flujo.

Cuadro 26. Eficiencias para diversos tipos de bombas para diferentes requerimientos de flujo.

Flujo (gpm)	Tipo de bomba				
	De succión final (inclinación vertical e impulsor cerrado)	Horizontal / Vertical 68plit Casing (centrifuga e impulsor cerrado)	Multietapas vertical/horizontal (impulsor cerrado)	Sumergible (impulsor abierto y semiabierto)	Processor Pump (impulsor abierto)
110-250	65-75	73-76	68-75	48-55	48-52
300-450	75-80	75-79	70-75	55-65	48-52
460-600	78-82	75-79	-	55-65	48-52
700-1000	80-85	78-82	-	65-72	48-52
1100-1500	83-87	78-82	-	60-68	-
1600-2500	83-88	78-83	-	60-70	-
2600-3600	-	80-86	-	70-75	-
3700-4000	-	82-86	-	75-80	-
>5000	-	80-88	-	75-80	-

Fuente: Ministerio de ambiente y cambio climático del estado de Victoria, Australia, 2012.

4.3.6. OCE's en capacitación y concienciación

Con las múltiples visitas a los lugares de trabajo y el contacto constante con todos los colaboradores de plantel se constató que ellos en su mayoría son conscientes de hacer un uso racional de la energía en sus lugares de trabajo, sobre todo en los más jóvenes.

Considerando que de acuerdo con el plan estratégico de RECOPE 2010-2014, la institución debe implementar un extensivo plan de sucesión de personal porque parte significativa de su personal operativo está pronto a jubilarse y vendrán entonces nuevos jóvenes colaboradores, es un período óptimo para implementar en el plantel un programa de uso racional de la energía que tenga como eje principal la capacitación y concienciación del personal.

El cual permita, fomentar una cultura organizacional orientada a la conservación de los recursos naturales y la conservación del medio ambiente, convertir a RECOPE en un modelo nacional de buenas prácticas de uso de la energía y con ello promover en la sociedad costarricense buenas prácticas ambientales e impulsar el ahorro de electricidad a través de buenas prácticas en el trabajo y el hogar.

Se deben elaborar charlas, afiches, boletines informativos y stickers sobre buenas prácticas en el apagado de luces, mantenimiento de los equipos, uso del equipo de oficina y aire acondicionado.

El contenido de las charlas debe incluir:

- Introducción:
 - Reseña de la situación global e institucional
 - Situación institucional: diagnóstico del consumo de energía e índices energéticos.
- Buenas prácticas en el uso de la energía en:
 - Iluminación
 - Equipo de oficina
 - Aire acondicionado
 - El hogar
- Acciones emprendidas por RECOPE

Adicionalmente, con el uso del material de apoyo como los brochures y stickers ejemplificados en el Anexo 8.16. en los apagadores se informarán y promoverán buenas prácticas de ahorro y uso eficiente de la energía no sólo en el personal del plantel, sino también en los contratistas y demás visitantes.

5. CONCLUSIONES

- El plantel Garita presenta un consumo de energía estimado de 156 785 kWh, del cual, el 71,4% corresponde al uso de motores eléctricos de oleoducto y ventas, el 16,8% a iluminación, el 9,6% a aire acondicionado y el 2,2% restante, al consumo por el equipo de oficina y línea blanca.
- Las principales zonas consumidoras de energía son: oleoducto con un consumo mensual estimado de 107 075 kWh que representa el 68% de la electricidad que ingresa al plantel y el patio de carga con un consumo de 35 987 kWh mensual que constituye el 23% del consumo total.
- La implementación de mejores criterios de selección de los motores eléctricos representa una importante vía para lograr el ahorro y el uso eficiente de energía en el plantel puesto que estos equipos son los mayores consumidores de energía en el plantel con un consumo estimado mensual de 111 987 kWh.
- La iluminación es la segunda carga consumidora de energía en el plantel con un consumo estimado mensual de 26 395 kWh, del cual el 94 % se emplea para la iluminación exterior nocturna.
- La sustitución de las luminarias actuales del taller de mantenimiento por fluorescentes compactos representa un ahorro del 77% (654 kWh) sobre el consumo actual por iluminación en esa área.
- De acuerdo con las características de la carga instalada y la tarifa de electricidad aplicada, en la acometida 2 es factible la colocación de un banco de capacitores para compensar su bajo factor de potencia con el cual se elimina la multa mensual por bajo factor de potencia, se aumenta la capacidad del sistema, se mejora la calidad de energía suministrada y se establece energía más eficiente.

- Los patrones de uso de los equipos de aire acondicionado no son los recomendados por lo que se debe reforzar en el personal las buenas prácticas en el uso de aire acondicionado como utilizarlos a una temperatura de 24°C, encenderlos a partir de las 9:00 a.m. y apagarlos una hora antes de terminar la jornada laboral.
- Los indicadores energéticos propuestos constituyen una herramienta esencial para conocer aspectos de los procesos productivos y de la gestión de la energía en el plantel, a la vez que permiten dar a conocer a los encargados de tomar las decisiones y al personal en general los avances en la gestión de la energía.
- La implementación de un programa de uso racional de la energía en el plantel Garita que cuente con el apoyo y compromiso de todo el personal permitirá evaluar mensualmente la eficiencia en el uso de la energía y profundizar la conciencia energética de los colaboradores.
- Para lograr una adecuada gestión de la energía los principales esfuerzos se deben enfocar hacia la sensibilización de los colaboradores ya que son estos quienes están en contacto directo con los equipos y saben las diferentes condiciones y aspectos técnicos que permiten su adecuado funcionamiento.

6. RECOMENDACIONES

- Instalar un banco de capacitores para la acometida 2 de 140 kVAR como mínimo para compensar la energía reactiva de más que requiere el sistema y evitar las multas por bajo factor de potencia.
- Reemplazar la luminarias lámparas tipo 2500 con bulbo metalarc de 250W colocadas actualmente en el taller de mantenimiento por lámparas Cenit con tubos fluorescentes T8 de 32 W con lo cual se lograría un ahorro anual de 7 854 kWh
- En las futuras compras de equipos de aire acondicionado y motores incorporar los criterios recomendados en este estudio, para la correcta selección de los mismos.
- Realizar un estudio de eficiencia de motores para identificar en cuales es factible la instalación de un variador de frecuencia.
- Monitorear mensualmente los avances o retrocesos en el tema del uso racional de la energía mediante el cálculo de los índices energéticos recomendados establecer el mismo programa de evaluación en cada plantel para poder compararlos entre sí.
- A partir de los inventarios realizados en este estudio generar una base de datos de los equipos instalados en el plantel de forma que se registre cada cambio o reemplazo de equipos, manteniendo actualizada la información sobre las cargas del plantel.
- Realizar charlas de capacitación y concienciación con el personal sobre buenas prácticas en el uso de la energía.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Havells Sylvania. (2009). Catálogo 2009. *Catálogo 2009* . Costa Rica: Havells Sylvania.
- Asamblea Legislativa. (13 de diciembre de 1994). Ley de uso racional de la energía. *Ley de uso racional de la energía* . San José, Costa Rica: La Gaceta N°236.
- Baldor Electric Company. (3 de setiembre de 2012). *Stock product catalog 501* .
- Baldor Electric Company. (2009). *Baldor Distribuidora*. Recuperado el 2012 de octubre de 2012, de Ley de independencia y seguridad energéticas de 2007: <http://www.baldor.com/support/Literature/Load.ashx/IMS501SP?LitNumber=IMS501SP>
- Céspedes, G. (1999). *Programas de ahorro energético y uso racional de la energía, una necesidad empresarial. Tesis de grado*. San José: Universidad de Costa Rica, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Eléctrica.
- Chanto, F., & Chanto, N. (2004). *Manual para la gestión energética y los programas de uso eficiente de la energía en la industria*. San José: Refinadora Costarricense de Petróleo S.A. & Dirección de estudios de demanda energética, Ministerio de Ambiente y Energía.
- Chin Wo, A. (12 de junio de 2012). Alcances del plan de cambio climático y eficiencia energética de Recope. (J. Vega, Entrevistador)
- Conserjería de economía y hacienda, Comunidad de madrid. (2007). *Guía básica de la gestión de la demanda eléctrica*. Madrid: Gráficas Elisa, S.A.
- Consultores en Ingeniería y Recursos energéticos S.A. & Fernando Caldas y Asociados S.A. (2005). *BALANCES ENERGETICOS Y AUDITORÍAS ENERGÉTICAS EN LOS PLANTELES DE BOMBEO Y DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES*.
- DIGECA. (s.f.). Recuperado el 08 de octubre de 2012, de Reglamento para la Regulación del Sistema de Almacenamiento y Comercialización de Hidrocarburos: <http://www.digeca.go.cr/documentos/legislacion/30131-Reglamento%20Regulacion%20Sistema%20Almacenamiento%20Comercializacion%20de%20Hidrocarburos.pdf>
- Electrificación, C. R. (2007). *Todo sobre energía y potencia*. Recuperado el 02 de mayo de 201, de Cooperativa Rural de Electrificación: <http://www.cre.com.bo/webcre/empresas/todoenergia.htm>
- energía-BUN-CA, F. R. (2010). *Acondicionadores de aire: Buenas prácticas en eficiencia* . Recuperado el 21 de marzo de 2012, de BUN-CA: http://www.bun-ca.org/index.php?option=com_content&view=article&id=332&Itemid=122
- energía-BUN-CA, F. R. (2010). *Iluminación: Buenas prácticas en eficiencia energética*. Recuperado el 21 de marzo de 2012, de BUN-CA: http://www.bun-ca.org/index.php?option=com_content&view=article&id=333&Itemid=123

energía-BUN-CA, F. R. (2010). *Moors eléctricos: Buenas prácticas en eficiencia energética*. Recuperado el 21 de marzo de 2012, de BUN-CA: http://www.bun-ca.org/index.php?option=com_content&view=article&id=334&Itemid=124

ETSU. (1998). Recuperado el 11 de junio de 2012, de Energy savings with motors and drives: http://www.excaliburenergy.co.uk/downloads/Energy_Motors.pdf

Fernández, D. (setiembre de 2002). *Instalaciones eléctricas industriales I*. Recuperado el 24 de diciembre de 2012, de Universidad Mayor de Sab Simón, : <http://www.umss.edu.bo/epubs/etexts/downloads/33.pdf>

Gómez, I. (octubre de 2007). *Análisis de la estacionalidad de la curva de demanda para clientes BT-1*. Recuperado el 24 de diciembre de 2012, de Universidad de Chile: <http://web.ing.puc.cl/~power/paperspdf/DanielGomez.pdf>

Greenfield, D. (12 de marzo de 2009). *PACE (Process and control engineering)*. Recuperado el 19 de agosto de 2012, de Energy management: firts steps forward greater efficiency: <http://www.pacetoday.com.au/news/energy-management-first-steps-toward-greater-ffic>

Guerrero, O. (Enero de 2010). *Prevención de las fallas de los motores trifásicos de inducción mediante una adecuada selección*. Recuperado el 15 de agosto de 2012, de Tecnológico de Costa Rica: http://www.tec.ac.cr/sitios/Vicerrectoria/vie/editorial_tecnologica/Revista_Tecnologia_Marcha/pdf/tecnologia_marcha_23-1/23-1%20p%2078-93.pdf

Hernández, M., & Labrador, L. (2009). *Diagnóstico energético*. Recuperado el 21 de Febrero de 2011, de <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia25/HTML/articulo09.htm>

Huang, E. (28 de abril de 2011). *ISO 50001: conozca la nueva norma de gestión de energía*. Recuperado el 19 de diciembre de 2012, de América economía : <http://www.americaeconomia.com/analisis-opinion/iso-50001-conozca-la-nueva-norma-de-gestion-de-energia>

ICE. (2012). *Datos relevantes del sector electricidad a diciembre 2011* . Instituto Costarricense de Electricidad.

INTECO. (1994). *Norma INTE-19-4-0194: Auditorías en Establecimientos de Consumo de Energía: Desarrollo y Contenido del Dictamen Energético*. San José: Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica.

IPCC. (2006). *Combustión estacionaria*. Recuperado el 18 de julio de 2012, de IPCC: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>

López, D. (2011). Auditoría para evaluar el cumplimiento de los SGA y PGA presentados al MINAET bajo el marco del decreto ejecutivo 33889-MINAE y la norma INTE-ISO-14001 vigente, en las instalaciones de Garita, Barranca, Oleoducto y Aeropuertos de la región Pacífica.

López, D. (2012). Diseño e implementación de un sistema de recolección de información para los indicadores de desempeño ambiental en las instalaciones de la GDV en el sector pacífico.

López, D. (2009). Propuesta de elaboración de manual para el sistema de gestión ambiental de la terminal de distribución de combustibles la Garita, RECOPE.

Madrigal, G. (2009). *Informe de práctica de especialidad: Diagnóstico de consumo y ahorro energético de la Planta Hidroeléctrica Brasil*. Cartago: Tecnológico de Costa Rica.

Mata, D. (2009). *Guía para el levantamiento, estudio y análisis de instalaciones industriales y determinación de oportunidades de ahorro de energía*. Tesis de grado. San José: Universidad de Costa Rica, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Eléctrica.

Ministerio de ambiente y cambio climático del Estado de Victoria, Australia. (2010). *Energy Efficiency Best Practice Guide Pumping Systems*. Recuperado el 08 de octubre de 2012, de Resourcesmart: http://www.resourcesmart.vic.gov.au/documents/BP_Pump_Manual.pdf

Recope. (2012). *Distribución de planteles*. Recuperado el 10 de febrero de 2012, de Recope: http://www.recope.go.cr/nuestra_actividad/sistema_petroleo/distribucion_planteles.htm

Recope S.A. (2010). *Plan estratégico 2010-2014*. Recuperado el 10 de marzo de 2012, de Recope S.A.: http://www.recope.go.cr/acerca/Plan_Estrategico_2010-2014.pdf

Rodríguez, A. (2012). *IV Congreso Nacional de Energía Mesa redonda Ley reguladora del uso racional de la energía*. Recuperado el 19 de diciembre de 2012, de Cámara de industrias de Costa Rica: http://cicr.com/docs/IV_Congreso_Energia/Agustin-Rodriguez.pdf

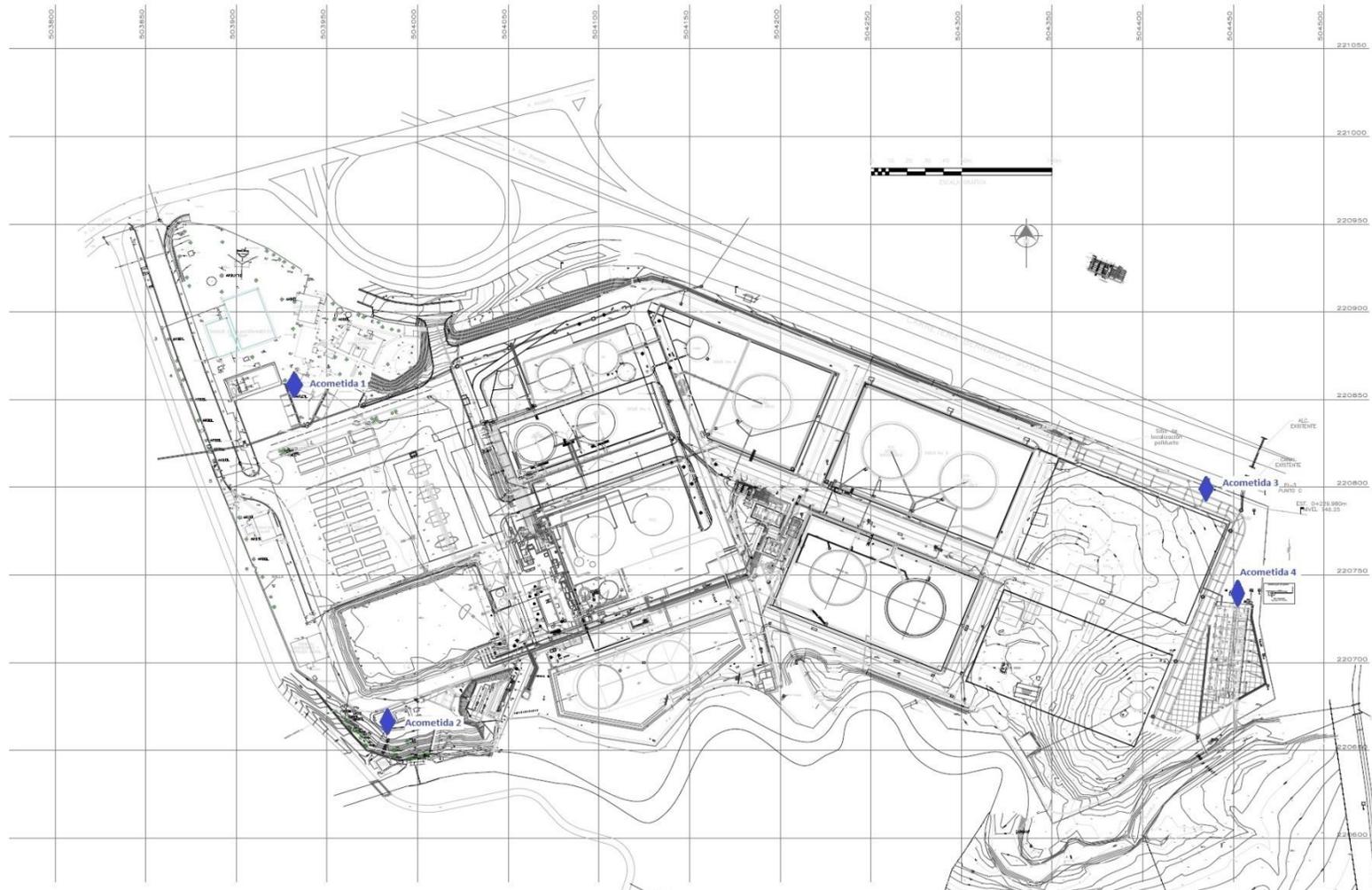
US Department of energy. (setiembre de 2011). *Air conditioning*. Recuperado el 01 de agosto de 2012, de US Department of energy: http://www.energysavers.gov/your_home/space_heating_cooling/index.cfm/mytopic=12370

US Department of Energy. (setiembre de 2011). *Air conditioning*. Recuperado el 01 de agosto de 2012, de US Department of energy: http://www.energysavers.gov/your_home/space_heating_cooling/index.cfm/mytopic=12370

WEG. (2007). *WEG*. Recuperado el 14 de mayo de 2012, de SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE MOTORES ELÉCTRICOS : <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-seleccion-y-aplicacion-de-motores-electricos-articulo-tecnico-espanol.pdf>

8. ANEXOS

8.1. Mapa plantel Garita.



Fuente: RECOPE, 2012.

8.3. Encuesta sobre el uso del equipo de aire acondicionado

Encuesta sobre el uso del aire acondicionado

Elaborado por: Jessie Vega

Ubicación: _____

1. ¿A qué temperatura mantiene normalmente el aire acondicionado?

2. ¿Por cuánto tiempo mantiene encendido el aire acondicionado?

3. ¿Las puertas y ventanas de la oficina permanecen cerradas cuando se usa el aire acondicionado?
Si_____ No_____
4. ¿Existen barreras como cortinas o persianas para reducir el calor exterior?
Si___ ¿Cuáles?

No_____
5. ¿La unidad condensadora exterior se encuentra colocada de modo que le dé el sol lo menos posible y haya una buena circulación de aire?
Si_____ No_____
6. ¿Hace cuanto fue instalado el equipo?

7. ¿Recibe el equipo algún tipo de mantenimiento?
Si___ ¿Cuál?

No_____

8.4. Tarifas de electricidad aplicadas por el Instituto Costarricense de electricidad.

Cuadro 31. Tarifas de electricidad de ICE, agosto 2012.

Tarifas de Electricidad ICE	
Publicadas en la Gaceta N°157 del 16 agosto del 2012	
Servicio de distribución	
T-GE General	
Menos de 3 000 kWh	
Por cada kWh	110
Más de 3 000 kWh	
Por cada kWh	67
Por cada kW	10127
T-MT Media tensión	
Cargo por potencia	
Período punta por cada kW	10186
Período valle por cada kW	7111
Período nocturno por cada kW	4554
Cargo por energía	
Período punta por cada kWh	63
Período valle por cada kWh	23
Período nocturno por cada kWh	15
T-AP Alumbrado público	3,3
Cargo mínimo 30kWh y máximo 50 000 kWh	

Fuente: Autoridad reguladora de los servicios públicos, 2012.

Tarifa T-GE General: aplica a los servicios no especificados en otras tarifas del servicio de distribución del ICE.

Tarifa T-MT Media tensión: tarifa opcional para clientes servidos en media tensión (1000 a 34500 voltios) con una vigencia mínima de un año, prorrogable por períodos anuales, debiendo comprometerse los clientes a consumir como mínimo 120000 kWh por año calendario. Si dicho mínimo no se ha cumplido por el cliente, en la facturación del doceavo mes se agregarán los kWh necesarios para complementarlo, a los que se le aplicará el precio de la energía en período punta.

Servicio de alumbrado público: esta tarifa se aplica a los consumidores directos del ICE, por el disfrute del servicio de alumbrado público en parques, vías públicas, zonas recreativas y deportivas, entre otros. Tiene un cargo fijo mínimo de 30 kWh y un máximo de 50000 kWh por mes.

Períodos horarios:

Período punta: período comprendido entre las 10:01 y las 12:30 horas y entre las 17:31 y las 20:00 horas.

Período valle: período comprendido entre las 6:01 y las 10:00 horas y entre las 12:31 y las 17:30 horas.

Período nocturno: período comprendido entre las 20:01 y las 6:00 horas.

8.5. Cálculo del consumo de energía por equipo de oficina y línea blanca

Ubicación	Especificación	Marca	Modelo	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia encendido (W)	Potencia apagado (W)	Tiempo de operación diario (Horas)	Tiempo de apagado diario (Horas)	Tiempo de operación semanal (Horas)	Consumo mensual (kWh)	Consumo Total mensual (kWh)
Caseta 1	Coffe maker	Black & Decker				1100				0,75	3,30	594,51
Caseta 1	Microondas	Sankey				1050				0,5	2,10	
Caseta 1	Ventilador					130		8		56	29,12	
Administración	Monitor	Lenovo	9417-HC2			190	10	8	16		35,52	
Administración	CPU	Lenovo	9632-BH5									
Administración	Fotocopiadora	Ricoh	Aficio MP2000	220-240		1280	45	1,5	6,5		44,25	
Administración	Monitor	Lenovo	9417-HC2			190	10	8	16		35,52	
Administración	CPU	Lenovo	8811-C53									
Administración	Monitor	Lenovo	9417-HC2			190	10	8	16		35,52	
Administración	CPU	Lenovo	9632-BH5									
Administración	Monitor	Lenovo	9417-HC2			190	10	8	16		35,52	
Administración	CPU	Lenovo	9632-BH5									
Administración	Monitor	Lenovo	9417-HC2			190	10	8	16		35,52	
Administración	CPU	Lenovo	9632-BH5									
Administración	Impresora	Epson	P361A			150	3	1	23		4,38	
Administración	Laptop	Hp	Hp Elite book 8440P notebookPc	14,8		95		9		45	17,10	
Centro médico	Monitor	DELL	E178Pc			190	10	8	16		35,52	
Centro médico	CPU	DELL	Optiplex 745									
Centro médico	Impresora	Hp	Hp Laser Jet P3015	100-120	8,6	780	8,5	0,5	23,5		11,80	
Centro médico	Monitor	DELL	1707FPc			190	10	8	16		35,52	
Centro médico	CPU	DELL	Optiplex GX620									
Centro médico	Refrigeradora	LG	GR30W12CPC								42,72	
Centro médico	Coffe maker	Black & Decker				975				0,75	2,93	
Centro médico	Horno	Black & Decker				1200				1,25	6,00	
Centro médico	Refrigeradora	Samsung				0,9					27,90	
Centro médico	Laptop	DELL	TADP-19ABD	38	0,42	20				40	3,20	
Administración	Refrigeradora	Atlas	AM30**1D*A							67	34,12	
Administración	Microondas	Oster				1100				0,83	3,65	
Administración	Horno	Black & Decker				1200				0,5	2,40	
Administración	Coffe maker	Oster		120		900				0,5	1,80	
Camper	Monitor	Lenovo	9417-HC2			190	10	8	16		35,52	
Camper	CPU	Lenovo	9632-BH5									
Camper	Monitor	Lenovo	9417-HC2			190	10	8	16		35,52	
Camper	CPU	Lenovo	9632-BH5									
Camper	Monitor	Hp	HP L1750			190	10	8	16		35,52	
Camper	CPU	Hp	P compaq 600 Pro small form factor									
Camper	Coffe maker	Hamilton Beach				850				0,75	2,55	

Caseta 2	Microondas	Haier				1100				0,75	3,30
Caseta 2	Refrigeradora	Cetron	CF28EW1ABA		2,6	285				67,5	76,95
Caseta 2	Coffe maker	Black & Decker				975				0,75	2,93
Caseta 2	Plantilla					1000				2,5	10,00
Oficina SAS	CPU	Hp	Compaq dc 7900 convertible monitor			190	10	8	16		35,52
Oficina SAS	Monitor	Hp	Hp L2208w								
Oficina SAS	Refrigeradora	GE	TA04407Ex								16,17
Oficina SAS	Coffe maker	Oster		120		900				0,75	2,70
Oficina SAS	Microondas	Sunbeam	SGT1703			110				0,17	0,07
Oficina SAS	Laptop	Hp	Hp Elite book 8440P notebookPc			95		8		40	15,20
Oficina SAS	Multifuncional	Hp	Hp PSC 1610 All-in-one	32	0,94	70	7,9			0,25	0,07
Facturación	Computadora	Hp	HP Compaq 8200 Elite	19	7,89	26	1,2	11	23		7,64
Facturación	Monitor	DELL	1707FPc			190	10	11	23		56,64
Facturación	CPU	DELL	DCTA								
Facturación	Monitor	Lenovo	9417-HC2			190	10	11	23		56,64
Facturación	CPU	Lenovo	9632-BH5								
Facturación	Monitor	Lenovo	9417-HC2			190	10	11	23		56,64
Facturación	CPU	Lenovo	9632-BH5								
Facturación	Computadora	Hp	HP Compaq 8200 Elite	19	7,89	26	1,2	11	23		7,64
Facturación	Impresora	Hp	Hp Laser Jet P3015	100-120	8,6	780	8,5	1	10		20,76
Facturación	Televisor					150		11			39,60
Facturación	Monitor	Lenovo	9417-HC2			190	10	13	23		56,64
Facturación	CPU	Lenovo	9632-BH5								
Facturación	Computadora	Hp	HP Compaq 8200 Elite	19	7,89	26	1,2	11	23		7,64
Facturación	Impresora	HP	Hp Laser Jet P3005x			600	9	1	10		16,56
Facturación	Refrigeradora	Atlas	02C3130		1,57						59,10
Facturación	Coffe maker				1,1	1100				0,75	3,30
Facturación	Cocina 4 discos	White westing House				1500				6	36,00
Facturación	Microondas	Samsung	ME4190W	120		1100				0,75	3,30
Facturación	Fax	Lexmark	X4270			150			Poco uso		
Facturación	Monitor	Lenovo	9417-HC2			190	10	13	23		56,64
Facturación	CPU	Lenovo	MT-8811-C53								
Facturación	Impresora	Kyocera	FS-1100	120	7,5	439	8,3	1	10		12,53
Oficina Jefe Seguridad	Monitor	Lenovo	9417-HC2			190	10	8	16		41,28
Oficina Jefe Seguridad	CPU	Lenovo	9632-BH5								
Oficina Jefe Seguridad	Refrigeradora					290				67,5	78,30
Oficina Jefe Seguridad	Coffe maker	Black & Decker				900				0,75	2,70
Vestidores cargadores	Monitor	Lenovo	9417-HC2			190	10	11	23		56,64
Vestidores cargadores	CPU	Lenovo	9632-BH5								
Vestidores cargadores	Waflera	Black & Decker	732 EW	120		640				1	2,56
Vestidores cargadores	Microondas	Haier	MWM7800TSS			1200				0,75	3,60
Vestidores cargadores	Coffe maker	Black & Decker	DCM2161B	120		975				0,75	2,93
Vestidores cargadores	Refrigeradora	Atlas			1,35						30,83
Vestidores cargadores	Ventilador					130	4			24	12,48
Oficina inspectores	Monitor	DELL	1707FPc			190	10	8	16		41,28
Oficina inspectores	CPU	DELL	Optiplex GX620								
Oficina inspectores	Monitor	DELL	1707FPc			190	10	8	16		41,28
Oficina inspectores	CPU	DELL	Optiplex GX620								
Oficina inspectores	Coffe maker	Procto Silex				900				0,75	2,70
Oficina inspectores	Cargador de radio	Motorola		100-240	3	150				12	7,20

983,96

Laboratorio	Coffe maker	Hamilton Beach	A41	120		850				0,75	2,55	1386,01
Laboratorio	Microondas	Panasonic	NN-5540WF			1100				0,75	3,30	
Laboratorio	Fotocopiadora	Ricoh	Aficio MP171	120	8	960	30	0,5	7,5		19,80	
Laboratorio	Laptop	DELL latitude D630	PP18L	19,5	4,62	90		8		48	17,28	
Laboratorio	Monitor	DELL	E177Fpb			190	10	8	16		41,28	
Laboratorio	CPU	DELL	Optiplex Gx260									
Laboratorio	Monitor	DELL	E177Fpb			190	10	8	16		41,28	
Laboratorio	CPU	DELL	DCME									
Laboratorio	Monitor	Lenovo	9417-HC2			190	10	8	16		41,28	
Laboratorio	CPU	Lenovo	9632-BH5									
Laboratorio	Monitor	Lenovo	9417-HC2			190	10	8	16		41,28	
Laboratorio	CPU	Lenovo	9632-BH5									
Laboratorio	Laptop	Panasonic	Toughbook FCF-19	16	3,75	60		8		48	11,52	
Instrumentación	Laptop	Hp	Hp Elite book 8440P notebookPc	18,4		95		8		48	18,24	
Instrumentación	Laptop	Hp	Hp Elite book 8440P notebookPc	18,4		95		8		48	18,24	
Instrumentación	Laptop	Panasonic	Toughbook FCF-19	16	3,75	60		8		48	11,52	
Instrumentación	Coffe maker	Black & Decker	DLX851B	120		850				0,75	2,55	
Instrumentación	Microondas	Whirpool	WM1107D00	120	10	1200				0,5	2,40	
Instrumentación	Refrigeradora	White westing House				290				67,5	78,30	
Oleoducto	CPU	DELL	Precision 380			190	10	24		168	127,68	
Oleoducto	Monitor	AOC	TFT1780PSA	100-240	1,5							
Oleoducto	Monitor	DELL	2407WFPb	100-120	2	190	10	24		168	127,68	
Oleoducto	CPU	DELL	Precision 380									
Oleoducto	Monitor	DELL	2407WFPb	100-120	2	190	10	24		168	127,68	
Oleoducto	CPU	DELL	Precision 380									
Oleoducto	Pantalla	LG	32LH20-UA.AUSML			150		24		168	100,80	
Oleoducto	CPU	DELL	Optiplex 760			100		24		168	67,20	
Oleoducto	Impresora	EPSON	LQ-2090	220-240		42		0,2		1,4	0,24	
Oleoducto	Impresora	Hp	Hp Laser Jet P1005	100-127	4,9	315	3	0,2	23,8		3,76	
Oleoducto	Refrigeradora	Atlas				270				67,5	72,90	
Oleoducto	Coffe maker	Black & Decker	DE711B	120		900				0,75	2,70	
Oleoducto	Microondas	Samsung	AMW784B	120		1200				0,5	2,40	
Oleoducto	Monitor	DELL	E773s			190	10	24		168	127,68	
Oleoducto	CPU	DELL	Optiplex 280									
Oleoducto	Cargador de radio	Motorola		100-240	3	150				12	7,20	
Oleoducto	Refrigeradora	Refrigeración Omega	CR16-8	115	4,5	517				67,5	139,59	
Oleoducto	Monitor	Samsung	740NW	100-240	0,7	190	10	24		168	127,68	
Oleoducto	CPU	Colorsit										

Taller	Monitor	AOC				190	10	8	16		35,52	423,07
Taller	CPU											
Taller	Impresora	EPSON	LQ-2180			42		0,08		0,4	0,07	
Taller	Monitor	Lenovo	9417-HC2			190	10	8	16		35,52	
Taller	CPU											
Taller	Impresora	EPSON	LQ-2180	120		42		0,08		0,4	0,07	
Taller	Fotocopiadora	Ricoh	Aficio MP 161spf			900	30	0,5	7,5		13,50	
Taller	Laptop	Hp	Hp Elite book 8440P notebookPc	14,8		95		8		40	15,20	
Taller	Monitor	DELL	1707FPc			190	10	8	16		35,52	
Taller	CPU	DELL	Optiplex GX620									
Taller	Laptop	Hp	Hp Elite book 8440P notebookPc	14,8		95		8		40	15,20	
Taller	Monitor	Lenovo	9417-HC2			190	10	8	16		35,52	
Taller	CPU	Lenovo	9632-BH5									
Taller	Monitor	Lenovo	9417-HC2			190	10	8	16		35,52	
Taller	CPU	Lenovo	9632-BH5			190	10	8	16		35,52	
Taller	Monitor	Lenovo	9417-HC2									
Taller	CPU	Lenovo	9632-BH5									
Taller	Horno tostador	leluplal				1200		0,5		2,5	12,00	
Taller	Refrigeradora	Atlas				270				67,5	72,90	
Taller	Microondas	White westing House	WMDB11S3MJM			1100				0,5	2,20	
Taller	Coffe maker	Procto Sílex				1000				0,75	3,00	
Taller	Monitor	Lenovo	9417-HC2			190	10	8	16		35,52	
Taller	CPU	Lenovo	9632-BH5									
Taller	Monitor	Lenovo	9417-HC2			190	10	8	16		35,52	
Taller	CPU	Lenovo	9632-BH5									
Taller	Monitor	Lenovo	9417-HC2			190	10	En desuso				
Taller	CPU	Lenovo	9632-BH5					En desuso				
Taller	Computadora	Hp	HP Compaq 8200 Elite	19	7,89	26	1,2	8	16	40	4,77	
											TOTAL	3387,55

Fuente: Vega Jessie, 2012.

8.6. Análisis de la encuesta sobre el uso de los equipos de aire acondicionado

La encuesta constó de siete preguntas y fue aplicada a 20 colaboradores que diariamente usan estos equipos, con el objetivo de conocer las condiciones de uso y de instalación del aire acondicionado, en adelante AC.

La pregunta 1, cuestionaba sobre la temperatura normal de uso de los AC, se obtuvo que la temperatura de uso varía entre los 16°C y los 25° C dependiendo de estado de comfort de cada usuario, la temperatura más común de uso son 22° grados para un 35% del total de encuestados, seguido por las temperaturas de 16 y 20 °C que representan un 20% cada una. A temperaturas superiores a los 22°C no es costumbre usar el equipo, lo cual contrasta con los recomendaciones del ICE para ahorrar electricidad en la oficina en las que se recomienda usar el AC a 24°C.

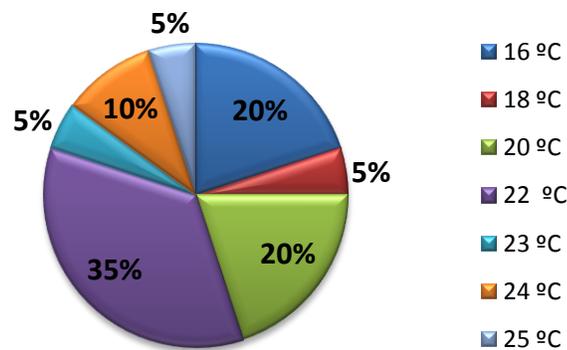


Figura 25. Temperatura de uso del aire acondicionado.
Fuente: Vega Jessie, 2012.

En la pregunta 2, sobre la cantidad de horas diarias en que el AC permanece encendido se encontró una gran variedad de criterios siendo, las ocho diarias de 07:00 am a 03:00 pm. el período de uso más común, lo cual no es lo recomendado porque lo correcto es encender el aire a las 09:00 am y apagarlo una hora antes de salir de la oficina.

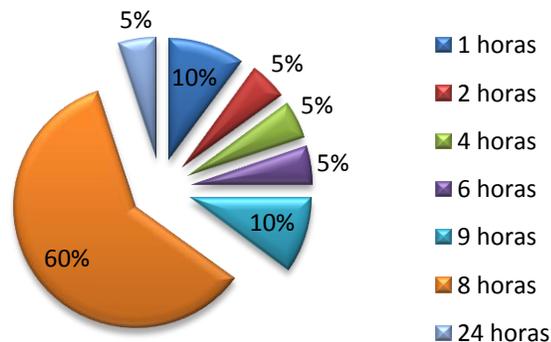


Figura 26. Cantidad de horas diarias de uso del aire acondicionado.
Fuente: Vega Jessie, 2012.

Ante la pregunta 3 sobre si las ventanas y puertas permanecen cerradas mientras se esté usando el AC, el 100% de los encuestados respondió afirmativamente.

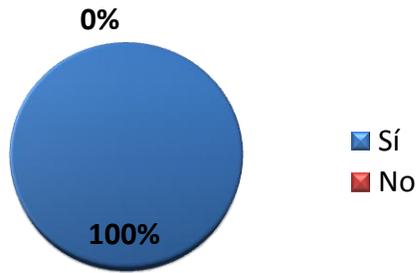


Figura 27. Porcentaje de oficinas que usan las puertas y ventanas cerradas al usar el aire acondicionado
Fuente: Vega Jessie, 2012.

La pregunta 4 sobre si existían barreras como cortinas y persianas para reducir el calor exterior se obtuvo que en el 65% de los aposentos sí hay barreras como persianas, cortinas y ventanas con aislamiento.

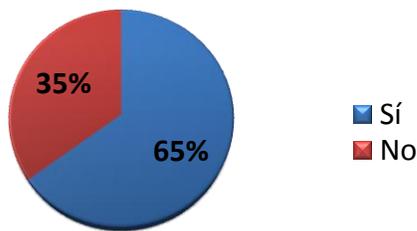


Figura 28. Porcentaje de oficinas que tiene barreras para reducir el calor exterior
Fuente: Vega Jessie, 2012.

En lo referente a la pregunta 5 sobre si la unidad condensadora exterior estaba colocada de modo que le diera el sol lo menos posible y tuviera buena circulación de aire, en el 35% de los equipos esto no se cumple lo que evidencia desconocimiento sobre la forma más eficiente de colocar los equipos de AC.



Figura 29. Porcentaje de equipos colocados de forma eficiente.
Fuente: Vega Jessie, 2012.

En lo referente al tiempo que llevan los equipos instalados, con la pregunta 6 se determinó que el 50% de estos fueron colocados durante el 2010, sin embargo el 25% de los equipos están colocados desde hace 16 años por lo cual se intuye que actualmente esos equipos están obsoletos y han superado su vida útil.

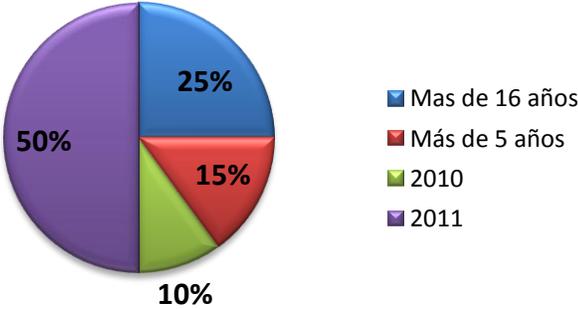


Figura 30. Tiempo que llevan instalados los equipos de aire acondicionado.

Fuente: Vega Jessie, 2012.

En la pregunta 7 sobre si los equipos reciben el mantenimiento se encontró que el 30% de los equipos no reciben mantenimiento, lo que contrasta con lo información brindada por el departamento de mantenimiento ya que de acuerdo con ellos cada tres meses se hace una revisión de los aires acondicionados.

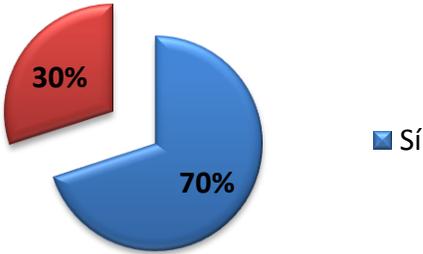


Figura 31. Porcentaje de equipos que reciben mantenimiento.

Fuente: Vega Jessie, 2012.

En síntesis los resultados de la encuesta muestran que en el plantel existen cierta conciencia sobre las buenas prácticas en el uso del aire acondicionado como mantener las puertas y ventanas cerradas cuando se usa el AC o la existencia de barreras para reducir el calor exterior en las oficinas, sin embargo se hace evidente que falta concienciar al personal en el uso del AC puesto como se demostró la mayoría de los equipos de AC trabajan a una temperatura inferior a la recomendada y por un período de tiempo diario innecesario.

8.7. Cálculo del consumo de energía por aires acondicionados

Código	Ubicación	Marca	Tipo de unidad	Modelo	Tipo de refrigerante	LRA compresor	RLA compresor	FLA motor ventilador	Potencia motor ventilador (kW)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia (W)	CFM	Rango de presiones (PSIG)	Capacidad	Eficiencia	Tiempo de operación diario (Horas)	Consumo mensual (kWh)	Consumo mensual por área (kWh)
	Taller Of. Jose Fonseca	Mc Quay	split	MWM 015T	R22				0,04	220	0,18	40	347	435,1	12000		1	0,8	1912,00
	Taller OF.Milagro	Mc Quay	split	MWM 015T	R22				0,04	220	0,18	40	347	435,1	12000		8	6,4	
	Taller Of. Jefe instrumentación	Mc Quay	split	MWM 015T	R22				0,04	220	0,18	40	347	435,1	12000		8	6,4	
	Taller Of.Piquique	Mc Quay	split	MWM 015T	R22				0,04	220	0,18	40	347	435,1	12000		1	0,8	
	Taller Of.Heriberto	Mc Quay	split	MWM 015T	R22				0,04	220	0,18	40	347	435,1	12000		6	4,8	
	Taller Of.Mecánica automotriz	Mc Quay	split	MWM 015T	R22				0,04	220	0,18	40	347	435,1	12000		8	6,4	
	Taller Of.Electricos	Mc Quay	split	MWM 015T	R22				0,04	220	0,18	40	347	435,1	12000		4	3,2	
	Taller Of.Cuadrilla	Mc Quay	split	MWM 015T	R22				0,04	220	0,18	40	347	435,1	12000		8	6,4	
	Taller Of.Mecánica industrial	Mc Quay	split	MWM 015T	R22				0,04	220	0,18	40	347	435,1	12000		8	6,4	
	Taller Of.Montacargas	Mc Quay	split	MWM 015T	R22				0,04	220	0,18	40	347	435,1	12000		8	6,4	
	Taller Of.Soldadores	Mc Quay	split	MWM 015T	R22				0,04	220	0,18	40	347	435,1	12000		8	6,4	
	Afuera taller de mantenimiento	Mc Quay	Compresor	MDS140B	R22		38,5 A			208-230	38,5	12900		116,03-406,1	129700		8	1857,6	
	Oleducto	Goldstar	ventana	GA2423FC	R22					220-240	10,5	2150			24000	8,5 EER	24	1548	8454,62
AA-033	Oleducto	Comfortstar	unidad centra	MIA48-13	R22					230	27,2	6256			48000	13 SEER	24	4504,32	
	Laboratorio	Comfortstar	unidad centra	MIA48-13	R22					230	27,2	6256			48000	13 SEER	8	1201,152	
	Laboratorio	Comfortstar	unidad centra	MIA48-13	R22					230	27,2	6256			48000	13 SEER	8	1201,152	
AA-039	Ed. Adm. Recepcionista	Cooltek	minisplit	SE12CRNI-CL	R22						4,8	680			12000		7	95,2	2462,28
AA-044	Ed. Adm. Oficina Ma. Isabel	Goldstar	ventana	GA1823FCS	R22					110	12,5	1380			12000		8	220,8	
AA-041	Ed. Adm. Oficina Zaida	Innovair	ventana		R22					110	12,5	1380			12000		0,5	13,8	
AA-042	Ed. Adm. Of. Rafa	Goldstar	ventana	GA1823FCS	R22					110	12,5	1380			12000		7	193,2	
	Ed. Adm.	Comfortstar	minisplit	CCH018CD						220	8,2	1804			18000	13 SEER	24	865,92	
	Centro Médico_ Ma Elena	Comfortstar	minisplit	CCH024CD						220	12,3	2706			24000	13 SEER	8	432,96	
	Camper Of. Víctor y choferes	Comfortstar	minisplit	CCE18-410	R-410A	39				220	9,2	2000		174,04-406,1	18000		8	320	
AA-040	Of. Maggie Valverde	Innovair	minisplit	H18C2MR63	R22	40	7,26		85	208/230	8	1800	1200		18000	12 SEER	2	72	
	Of. Enrique Neil	Goldstar	ventana	GA1823TC						110	12,5	1380			18000		9	248,4	
AA-038	Of. Álvaro Coto	Yamabishi	ventana		R22					110	12,5	1380			12000		8	220,8	2186,77
	Of. Jefe Guardas		minisplit	AW12C2MKHS	R22					208/230		1230					8	236,16	
	Of. Inspectores del SAS	Carrier	ventana	WRCAR123R						220	5,6	1232			12000	9,8 SEER	11	325,248	
AA-037	UPS Facturación	Yamabishi	ventana		R22					110	12,5	1380			12000		24	993,6	
AA-141	Facturación	Goodman	split	HDC24-1AB		61	12,8	0,6		208/230	16,6	149,2			33000		11	35,44992	
AA-036	Facturación	Miller	split	H2RA036506E		82	16,1	1,4		208/230	21,5	186,5					11	44,3124	
	Oficina inspector de patio	Goldstar	ventana	GA1823FCS	R22					110	12,5	1380			12000		10	331,2	
Total																		15015,67432	15015,67

Fuente: Vega Jessie, 2012.

8.8. Listado de motores de mayor uso

Código	Ubicación	Especificación	Marca	Modelo	Serie	Eficiencia	Potencia (HP)	Potencia (kW)	Corriente (A)	Voltaje (V)	Fases	RPM	Factor de potencia	Corriente real (A)	Voltaje real (V)	Potencia real (kW)	Horas de uso mensual	Consumo de energía mensual (kWh)
ME-423	Oleoducto	Para Jet	Siemens	96ZZVESD		94,5	125	93,2	28,4/142	220/440	3	3575		25	440	16,19	64	1036,46
ME-403	Oleoducto	Bombeo Barranca	General Electric Motors		YVG25222A	94,1	250	186,4	269	460	3	3570	0,925	240	460	176,88	256,2	45315,89
ME-146	Oleoducto	Bombeo Aeropuerto MP-1	U.S. Electric Motors	EVC-4	G92946/Y06Y069030R-1		200	149,1		460	3	3568		200	440	129,56	96,4	12489,33
ME-145	Oleoducto	Bombeo Aeropuerto MP-2	U.S. Electric Motors	EVC-4	G92946/Y069030R-2		200	149,1		460	3	3568		210	410	126,76	96,4	12219,68
ME-143	Oleoducto	Booster 1 Bombeo aeropuerto	U.S. Electric Motors	LCF-TE	G45171V11V269R087F		20	14,9	51/25	230/460	3	1760		51	440	14,92	96,4	1438,29
ME-144	Oleoducto	Booster 2 Bombeo aeropuerto	U.S. Electric Motors	LCF-TE	G45171V01U2691R159F		20	14,9	51/26	230/460	3	1760		40	440	11,70	96,4	1127,88
ME-394	Oleoducto	Motor de respaldo diesel. Trasiego, bombeo a Barranca	General Electric Motors	SK33246S2085D20PM	RRS151207	94,1	40	29,8	49,4	460	3	1775	0,805	49	460	29,60	178,7	5289,52
ME-395	Oleoducto	Ventas diesel	General Electric Motors	SK33246S2085D20PM	RRS151209	94,1	40	29,8	49,4	460	3	1775	0,81	36,8	234,4	12,03	240	2886,51
ME-396	Oleoducto	Ventas diesel	General Electric Motors	SK33246S2085D20PM	RRS151208	94,1	40	29,8	49,4	460	3	1775	0,81	49	460	29,60	240	7104,00
ME-398	Oleoducto	Transferencia gasolina	U.S. Electric Motors	LVE9		91,7	50	37,3	116/58	230/460	3	1780	0,87	29	480	20,95	104,9	2197,84
ME-399	Oleoducto	Ventas gasolina plus 91	U.S. Electric Motors	LVE9		91,7	50	37,3	116/58	230/460	3	1780	0,87	25	460	17,31	240	4154,22
ME-400	Oleoducto	Ventas gasolina plus 91	U.S. Electric Motors	LVE9		91,7	50	37,3	116/58	230/460	3	1780	0,87	58	460	36,06	240	8654,40
ME-238	Oleoducto	Ventas Keroseno	Construction electriques Nancy	N132Sa	512953		6,6 (kW)	6,6	23,8/11,9	220/440	3	3450	0,86	19	240	6,79	48	326,04
ME-152	Oleoducto	Ventas AV gas	Construction electriques Nancy	N132Sa			6,6 (kW)	6,6	23,8/11,9	220/440	3	3450	0,86	19	240	6,79	24	163,02
ME-268	Rack 1	Motor gasolina súper					6,6 kw	6,6	23,8/11	220/440	3	3450	0,86	19	240	6,86	240	1647,24
ME-156	Rack 2	Motor gasolina súper	Construction electriques Nancy	N132SA	534912			6,6	23,8/11	220/440	3	3450	0,86	14,4	120,4	2,58	240	619,81
ME-155	Rack 3	Motor gasolina súper						6,6	23,8/11	220/440	3	3450	0,86	19	240	6,79	240	1630,18
ME-462	Rack 3	Motor jet	U.S. Electric Motors	LE		93	40	29,8	46	460	3	1780	0,876	46	460	32,11	96	3082,13
ME-160	Rack 4	Motor gasolina súper	U.S. Electric Motors	LC	G72095W07W1340586F		15	11,2	38,6/19,3	230/460	3	3515		14,1	121,4	2,52	240	604,82

Fuente: Vega Jessie, 2012.

8.9. Listado de motores de menor uso

Código	Ubicación	Especificación	Marca	Modelo	Serie	Potencia (HP)	Corriente(A)	Voltaje (V)	Fases	RPM	Factor de potencia
	Oleoducto	Trasferencia Jet	U.S. Electric Motors	L-1		15	39,6/19,8	230/460	3	1765	
ME-485	Oleoducto	Sumidero principal	U.S. Electric Motors	20011319-10		20	47/23,4	230/460	3	3530	89,5
ME-401	Oleoducto	Trasiego slop a tanques	U.S. Electric Motors			30	35	460	3	3550	88,8
ME-402	Oleoducto	Sumidero de puntos bajos, trasiego a tanques	U.S. Electric Motors	20037354-100		15	37/18,5	230/460	3	1775	82,8
ME-405	Oleoducto	Motor del sumidero línea 6	U.S. Electric Motors	A17208	K06-A17206-A16971-3M	7,460(kW)	11,3	460	3	3520	87,8
ME-404	Oleoducto	Trasiego tanque 507 a línea 6	U.S. Electric Motors	A17209	K06-A17209-A18971-4M	74,60(kW)	111	460	3	3570	90,2
	Oleoducto	Drenado tanques 502 y 503	U.S. Electric Motors	CH63EVAAA1000MF08C		1	12/6,3-6	115/208-230	1	3450	81,5
ME-484	Oleoducto	Sumidero diesel	U.S. Electric Motors	20037353-100		10	24,1/12	230/460	3	1760	85,5
ME-397	Oleoducto	Sumidero gasolina plus 91	U.S. Electric Motors	20035611-100		7,5	18,8/9,4	230/460	3	1750	83,4
ME-432	Oleoducto	Tanque de drenado 521	Leeson	A6C347C2OH		1		115/208-230	1	3450	
ME-431	Oleoducto	Tanque de drenado 522	Leeson	A6C347C2OH		1		115/208-231	1	3450	
ME-162	Oleoducto	Drenado tanques 514,515,516	U.S. Electric Motors			15	38,6/19,3	230/460	3	3515	
	Oleoducto	Drenado tanque 520 jet	Bluffton motors	111307422	CA250592	1		115/230	1	3450	
	Oleoducto	Drenado tanque 519 jet	Bluffton motors	111307422		1		115/231	1	3450	
ME-332	Oleoducto	Tanque recolector keroseno	WEG	02536XP3E284TS		25	58/29	208-230/460	3	3525	0,88
ME-333	Oleoducto	Tanque recolector gasolina super	WEG	02536XP3E284TS		25	58/29	208-230/460	3	3525	0,88
ME-205	Oleoducto	Tanque recolector y de descarga de AV-gas	A.C. Induction motors	NP284X		7,5		220	3	1750	
MS-034	Oleoducto	Motor compresor	WEG			3,7	14,8-15,4/6,7	208-230/460			
	Detrás de instrumentación	Motor del compresor de respaldo	Baldor electric	M3218T*		5	14,8-14/7	208-230/460	3	1725	80
	Taller de mantenimiento	Motor bomba de agua	WEG	00536OP3E182JM		5	13,6-12,3/6,17	208-230/460	3	3480	
	Taller de mantenimiento	Motor bomba de agua	WEG	00536OP3E182JM		6	13,6-12,3/6,18	208-230/461	3	3480	
ME-138	Cuarto de motobombas principal	Dosificador de espuma principal		1940405249		15	40/20	230/460	3	1750	
	Cuarto de motobombas auxiliar	Dosificador de espuma auxiliar	Marathon Electric	CVK284TTDP4027BCL		25		230/460		1765	
ME-140	Separador API viejo	Motor separador API viejo	Siemens	R6ZZV	51-394-911		13,4/6,7	230/460		1745	
ME-308	Separador API viejo	Motor de lodos	Leeson	A145117XB20F		2		208-230/460	3	1740	0,75
	Separador API viejo	Motor bomba de arranque	Leeson	A6T17XC24F		1,5		208-230/460	3	1725	0,74
	Separador API nuevo	Separador API 2Motor bomba de lodos	Marathon Electric	JK182TTCS40699DRL		3		208-230/460	3	1760	
	Separador API nuevo	Separador API 1 Motor bomba de lodos	Marathon Electric	JK182TTCS40699DRL		3		208-230/460	3	1760	
	Separador API nuevo	Separador API 1 Aceites	Baldor electric	CA476590	F1103286449	10	24,6/12,3	230/460	3	1765	0,81
	Separador API nuevo	Separador API 2 Aceites	Baldor electric	CA476589	F1103286450	10	24,6/12,4	230/461	3	1765	0,81
ME-334	Cuarto de motobombas principal	Bomba Jokey	Baldor	WH2514T		20	46/25	230/460	3	3450	0,91

Fuente: Vega Jessie, 2012.

8.10. Cálculo del consumo de energía por iluminación

Ubicación	Tipo de luminaria	Marca del tubo	Modelo del tubo	Potencia del tubo (W)	Cantidad de lámparas	Número de tubos por lámpara	Modelo lámpara	Potencia Total(W)	Tiempo de operación diario(Horas)	Consumo diario (kWh)	Consumo mensual (kWh)	Consumo total por area (kWh)
Generador 1	Fluorescente	Philips	F32T8		1	2		58	11,5	0,667	20,01	16119,6
Generador 1	Fluorescente compacta	Sylvania		23	1				11,5	0,2645	7,935	
Calle de acceso al generador 1	Reflector	Sylvania	M1000/U	1000	7		FL23-1-1000MET CUAD	1080	12	90,72	2721,6	
Calle de acceso al generador 2	Sodio de alta presión tipo Cobra	Sylvania	LU250	250	3		2250-2-250HPS-240V	295	12	10,62	318,6	
Seprador API	Antiexplosión	Crouse hinds domex			3		E28-E23-1/2 BT28	175	0	Poco uso		
Tanques de almacenamiento y oleoducto	Antiexplosión	Crouse hinds domex			32		E28-E23-1/2 BT28	175	0	Poco uso		
Calle de acceso a tanques	Sodio de alta presión tipo Cobra	Sylvania	LU250	250	37		2250-2-250HPS-240V	295	12	130,98	3929,4	
Calle de acceso a tanques	Reflector	Sylvania	M1000/U	1000	21		FL23-1-1000HPS CUAD	1080	12	272,16	8164,8	
Bomba de espuma	Fluorescente	Sylvania		32	4	2			0	Poco uso		
Bomba de espuma	Fluorescente compacta	Sylvania		23	5				Cuando se necesita			
Afuera oficinas de oleoducto	Fluorescente compacta	Sylvania		23	9				11,5	2,3805	71,415	
Oficinas de oleoducto	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	3	2	504-EO-48-2	58	20	3,48	104,4	
Oficinas de oleoducto	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	4	2	504-EO-48-2	58	4	0,928	27,84	
Oficinas de oleoducto	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	3	2	504-EO-48-2	58	4	0,696	20,88	
Oficinas de oleoducto	Fluorescente	Philips		32	4	3		85	14	4,76	142,8	
Calle taller viejo	Olympic	Sylvania	LU1000	1000	1		HPXL-T4-1000-MT-LL	1100	12	13,2	396	
Laboratorio	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	2	2	200-EO-48-2	58	8	0,928	22,272	
Laboratorio	Fluorescente	Sylvania	FO40	32	1	2	200-ERS-48-1	40	8	0,32	7,68	
Laboratorio	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	1	2	200-EO-48-2	58	8	0,464	11,136	
Laboratorio	Fluorescente	Philips	F32T8	32	7	3		85	8	4,76	114,24	
Laboratorio	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	1	3	200-EO-48-3	85	8	0,68	16,32	
Laboratorio	Fluorescente	Philips	F32T8	32	2	2		58	8	0,928	22,272	

Caseta 1	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	2	2	EL 2X40	82	11,5	1,886	56,58	6186,26
Caseta 1	Fluorescente compacta	Sylvania		23	2				0	Poco uso		
Caseta 1 pasillos exteriores	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	4	2	503-EO-48-2	58	11,5	2,668	80,04	
Caseta 1 parqueo	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	4	2	503-EO-48-2	58	11,5	2,668	80,04	
Calles	Sodio de alta presión tipo Cobra	Sylvania	LU250	250	3		2250-2-250HPS-240V	250	12	9	270	
Jardines	Para jardín	Sylvania	LU150/MED	150	3		2740-2-150HPS-240V	185	11,5	6,3825	191,475	
Edificio administración afueras	Fluorescente compacta	Sylvania		23	7				11,5	1,8515	55,545	
Edificio administración	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	2	2		58	0	Poco uso		
Edificio administración	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	1	2	200-EO-96-1 2X32 T	58	8	0,464	9,28	
Edificio administración	Fluorescente	Sylvania	FO32T8	32	2	3	Phillips R-243B		8	Poco uso		
Edificio administración	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	4	4			0	Poco uso		
Edificio administración	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	2	3		85	0	Poco uso		
Comedor	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	7	4	200-EO-48-4	112	0	Poco uso		
Cocina	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	2	2	200-EO-48-2	58	8	0,928	18,56	
Edificio administración	Fluorescente	Sylvania	FO32T8	32	4	3	Phillips R-243B		8	Poco uso		
Edificio administración	Fluorescente	Sylvania	FO32T8	32	4	3	Phillips R-243B		8	Poco uso		
Edificio administración	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	1	2		58	0	Poco uso		
Centro médico afueras	Fluorescente compacta	Sylvania		23	22				11,5	5,819	174,57	
Centro médico	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	1	3	504-EO-48-3	85	0	Poco uso		
Centro médico	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	1	2	504-EO-48-2	58	8	0,464	9,28	
Centro médico	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	3	3	504-EO-48-3	85	0	Poco uso		
Centro médico	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	1	3	504-EO-48-3	85	8	0,68	13,6	
Centro médico	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	1	2	504-EO-48-2	58	8	0,464	9,28	
Centro médico	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	1	2	504-EO-48-2	58	0	Poco uso		
Camper afueras	Fluorescente compacta	Sylvania		23	16				11,5	4,232	126,96	
Camper	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	4	2	310-EO-48-2-RA	58	0	Poco uso		
Camper	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	2	2	310-EO-48-2-RA	58	8	0,928	18,56	
Exteriores	Reflector	Sylvania	M1000/U	1000	7		FL23-1-1000HPS CUAD	1080	12	90,72	2721,6	
Exteriores	Sodio de alta presión	Sylvania	LU250	250	2		2300-2-250HPS-240V	295	12	7,08	212,4	
Exteriores	Sodio de alta presión tipo Cobra	Sylvania	LU250	250	15		2250-2-250HPS-240V	295	12	53,1	1593	
CCM 1	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	3	2	200-EO-48-2	58	24	4,176	125,28	
Parqueo administración	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	6	2	200-EO-48-2	58	11,5	4,002	120,06	
Parqueo administración	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	4	2	412-EO-48-2	58	11,5	2,668	80,04	
Bodega motobombas	Fluorescente	Sylvania	FO32T8	32	4	2	200-EO-48-2	58	11,5	2,668	80,04	
Motobombas	Fluorescente	Sylvania	FO32T8	32	1	2	200-EO-48-2	58	11,5	0,667	20,01	
Motobombas	Fluorescente	Sylvania	FO32T8	32	6	2	200-EO-96-1 2X32 T	58	11,5	4,002	120,06	
Motobombas	Fluorescente	Sylvania	FO32T8	32	1	2	200-EO-48-2	58	0	Poco uso		

Oficina inspectores	Fluorescente	Sylvania	FO32T8	32	2	2	200-EO-48-2	58	4	0,464	11,136	1943,71
Oficina seguridad y vigilancia	Fluorescente	Sylvania	FO32T8	32	1	2	200-EO-48-2	58	10	0,58	13,92	
Caseta 2	Fluorescente	Philips	F32T8	32	2	2		58	11,5	1,334	32,016	
Caseta 2	Fluorescente compacta	Sylvania		23	3				0			
Caseta 2	Antiexplosión	Crouse hinds domex			4		E28-E23-1/2 BT28	175	11,5	2,0125	60,375	
Caseta 2	Fluorescente compacta	Sylvania		23	4				11,5	1,058	31,74	
Alrededores de facturación	Fluorescente compacta	Sylvania		23	7				11,5	1,8515	55,545	
Baños	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	3	2	408-EO-48-2	58	1	0,096	2,304	
Frente de facturación	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	1	2	200-EO-48-2	58	11,5	0,368	11,04	
Facturación	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	3	3	504-EO-48-3	85	11	2,805	67,32	
Facturación	Fluorescente	Philips	F32	32	1	3	504-EO-48-3	85	11	0,935	22,44	
Facturación	Fluorescente compacta	Sylvania		23	1				0			
Facturación	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	2	3	504-EO-48-3	85	2	0,34	5,44	
Facturación	Fluorescente	Philips	F32T12	32	1	2		58	8	0,464	3,712	
Oficina SAS	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	1	3	504-EO-48-3	85	0	Poco uso		
Oficina SAS	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	1	2	EL 2X40	82	0	Poco uso		
Patio de carga	Reflector	Sylvania	M1000/U	1000	3		FL23-1-1000HPS CUAD	1080	12	38,88	1166,4	
Patio de carga	Sodio de alta presión tipo Cobra	Sylvania	LU250	250	3		2250-2-250HPS-240V	295	12	10,62	318,6	
Vestidores	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	1	2	200-EO-48-2	58	11,5	0,368	8,832	
Vestidores	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	2	2	200-EO-48-2	58	3	0,192	4,608	
Vestidores	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	2	4	200-EO-48-4	112	11	0,704	16,896	
Vestidores	Fluorescente compacta	Sylvania		23	2				11	0,506	15,18	
Vestidores	Fluorescente compacta	Sylvania		23	5							
Vestidores	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	2	2	200-EO-48-2	58	2	0,128	3,072	
Vestidores	Fluorescente	Sylvania	F96	96	3	2	200-EO-96-2	110	0	Poco uso		
Vestidores	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	6	2	200-EO-48-2	58	0	Poco uso		
Vestidores	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	6	3	200-EO-48-3	85	11,5	2,208	52,992	
Vestidores	Fluorescente compacta	Sylvania		23	4				11,5	1,058	31,74	
Vestidores	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	3	2	200-EO-48-2	58	0	Poco uso		
Racks	Antiexplosión	Crouse hinds domex			20		E28-E23-1/2 BT28	175	2	0,35	8,4	
Taller- exteriores	Metalarc	Sylvania	M250/BU	250	5		2500-1-250MET-240V	295	11,5	16,9625	508,875	
Taller-mecánica automotriz	Metalarc	Sylvania	M250/BU	250	4		2500-1-250MET-240V	295	7	8,26	165,2	
Taller-electricos	Metalarc	Sylvania	M250/BU	250	2		2500-1-250MET-240V	295	0	Poco uso		
Taller-instrumentación	Metalarc	Sylvania	M250/BU	250	2		2500-1-250MET-240V	295	8	4,72	94,4	
Taller-mecánica industrial	Metalarc	Sylvania	M250/BU	250	2		2500-1-250MET-240V	295	0	Poco uso		
Taller-soldadura	Metalarc	Sylvania	M250/BU	250	2		2500-1-250MET-240V	295	7	4,13	82,6	
Taller	Fluorescente compacta	Sylvania		23	4				0			
Taller-of soldadura	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	1	2	504-EO-48-2	58	0	Poco uso		
Taller pasillo 1er piso	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	9	2	504-EO-48-2	58	8	4,176	83,52	
Taller-of transporte	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	1	2	504-EO-48-2	58	4	0,232	4,64	
Taller-vestidores	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	6	2	504-EO-48-2	58	2	0,696	13,92	
Taller-of mecánica industrial	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	1	2	504-EO-48-2	58	8	0,464	9,28	
Taller-of eléctricos	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	1	2	504-EO-48-2	58	4	0,232	4,64	
Taller-of mecánica automotriz	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	1	2	504-EO-48-2	58	0	Poco uso		
Taller-instrumentación	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	2	2	504-EO-48-2	58	8	0,928	18,56	
Taller-pasillo 2do piso	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	4	3	504-EO-48-3	85	0	Poco uso		
Taller of 2do piso	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	10	2	504-EO-48-2	58	0	Poco uso		
Taller-comedor	Fluorescente	Sylvania	FO32	32	4	2	504-EO-48-2	58	1	0,232	4,64	
Taller-exteriores	Sodio de alta presión tipo Cobra	Sylvania	LU250	250	8		2250-2-250HPS-240V	295	12	28,32	849,6	
Taller-exteriores	Reflectores pequeños	Sylvania	LU250	250	3		WPL-WALLPACK	295	11,5	10,1775	305,325	

Total	893,306	26394,768	26394,768
-------	---------	-----------	-----------

Fuente: Vega Jessie, 2012.

8.11. Especificaciones de luminaria LED tipo EL-162AA-00A.



Product Specification

LED Street Light

EL-162AA-00A

Introduction

The EL-162AA-00A will eventually become the chief substitutes for high pressure sodium vapour lamps. Its components can operate in a low voltage, so it is safe when operating. This design accords with relevant safety and street lighting standards. The EL-162AA-00A has greatly energy-saving capacity. In addition, the product features high luminous efficiency and low lumen depreciation. When it is operating, the lighting is distributed properly, showing a unique optical design. Compared with the traditional street lamps, the LED street lamp reduces the maintenance costs.

Application Environment



The EL-162AA-00A can provide soft, symmetrical and directional lighting without strobe. It can be used for street lighting in different conditions.

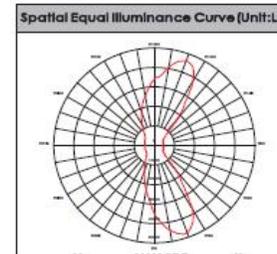
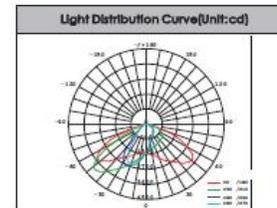
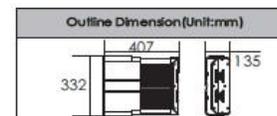
Technical Parameters

Part NO.	Size (mm)	Weight(kg)	Color
EL-162AA-00A	407×332×135	13.2	Brown

Parameter	Value
Input Voltage (V AC)	100-240
Quantity of LED(PCS)	100
Power(W)	110
Luminous Flux (lm)	6,500\8,300
Power Factor	≥0.92
Emitting Angle	140° × 60°
Shape of Flare	Rectangle
CCT (K)	4,500-6,500
CRI	70
IP	IP65/WF1
Overhang Diameter (mm)	60
Operating Temperature(°C)	-20~50
Body Material	AL+PC
Packaging	1PCS/Carlton (K5K5K)
Package Size (mm)	615×400×200(1PCS)
Design Life (Hr)	40,000



Design Picture



BYD (Hui Zhou) Co., Ltd.
Xiangshui River, Daya Bay, Huizhou, China
P.C: 516083
Tel: +86-755-89888888-68888 (9:00-17:00, GMT+8:00)
www.bydlighting.com

Reference before JUL.25, 2011 only due to product improvement.

8.12. Especificaciones de luminaria LED tipo BOL-SLWA60-A00.



Product Specification

LED Street Light

BOL-SLWA60-A00

> Introduction

The BOL-SLWA60-A00 will eventually become the chief substitutes for high pressure sodium vapour lamps. Its components can operate in a low voltage, so it is safe when operating. This design accords with relevant safety and street lighting standards. The BOL-SLWA60-A00 has greatly energy-saving capacity. In addition, the product features high luminous efficiency and low lumen depreciation. When it is operating, the lighting is distributed properly, showing a unique optical design. Compared with the traditional street lamps, the LED street lamp reduces the maintenance costs.

> Application Environment



The BOL-SLWA60-A00 can provide soft, symmetrical and directional lighting without strobe. It can be used for street lighting in different conditions.

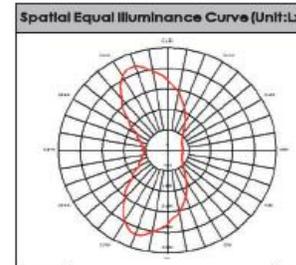
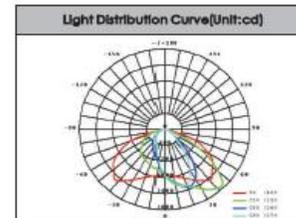
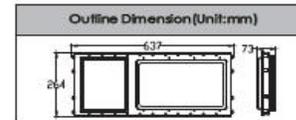


Design Picture

> Technical Parameters

Part NO.	Size (mm)	Weight(kg)	Color
BOL-SLWA60-A00	637×264×73	13.2	Silver

Parameter	Value
Input Voltage (V AC)	100-240
Quantity of LED(PCS)	60
Power(W)	80
Luminous Flux(lm)	3,800\4,800
Power Factor	≥0.92
Emitting Angle	140° × 60°
Shape of Flare	Rectangle
CCT (K)	4,500-6,500
CRI	70
IP	IP65/WF1
Overhang Diameter (mm)	60
Operating Temperature(°C)	-20~50
Body Material	Aluminium alloy+Tempered glass
Packaging	1PCS/Carton (K5K5K)
Package Size (mm)	814×340×166(1PCS)
Design Life (Hr)	40,000



Reference before JUL25, 2011 only due to product improvement.

BYD (Huizhou) Co., Ltd.
Xiangshui River, Daya Bay, Huizhou, China
P.C: 516083
Tel: +86-755-89888888-68888 (9:00-17:00, GMT+8:00)
www.bydlighting.com

The BOL-SLWA60-A00 has obtained the following certificates.



8.13. Especificaciones de luminaria solar para alumbrado público LED tipo BOL-SLWA60-A00.



Product Specification

LED Street Light

BOL-SOL090W HX02

> Introduction

BYD LED solar street light serves as a market leading of eco-friendly lighting, and it integrates solar energy into LED lighting. Product Features:

- . No power consumption
- . Eco-friendly and long lifetime
- . No underground wiring, significantly lower operational and maintenance cost
- . Safely invest in LED lighting
- . High efficiency and low lumen depreciation, professional optics and thermal design
- . Equipped with Fe-Li battery (small volume, long cycle life, wide temperature range, and deep DOD)
- . Optical and intelligent control

> Application Environment



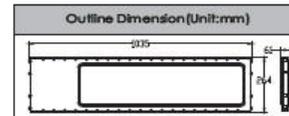
The LED solar street light can provide soft, symmetrical and directional lighting, so it can be used for road lighting in different places.

> Technical Parameters

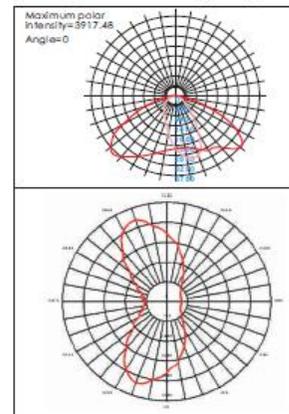
Light Head	Value	Fe-Si Module	Value
P/N	BOL-SOL090W	P/N	NP-P130050_12V_8A_H
Weight (kg)	16.6	Weight (kg/pcs)	36.6
Quantity of LED (PCS)	90	Power of Solar Panel (W/pcs)	130
Power (W)	110	Battery	Fe-battery
Luminous Flux (lm)	5,500/7,200	Capacity	50AH*12V
Operating Temperature (°C)	-20 ~ 50	Operating Temperature (°C)	0-50
Overhang Diameter (mm)	60	Battery Lifespan (Cycle)	2,000 (Ambient temperature)
Design Life (Hr)	40,000	Package Size (mm)	1,610 x 820 x 155
Package Size (mm)	1,205 x 340 x 166 (1PCS)	Performance index	Value
		Continuous Time (Day)	3
Material	Aluminium alloy + Tempered glass	Charging Time (Hr)	5.8 (In a sunny day)
		Input Voltage for Light (V DC)	12
Emitting Angle	125° x 45°	Input Voltage (V AC)	90-264
CCT (K)	4,500-6,500	Time Control	Operating at a lower power after 5-hour operation
CRI	70	Configuration	Street light (1 PCS) + Si-Fe module (4 PCS)
IP	IP65/WF1		



Design Picture



Light Distribution Curve (Unit:cd)



Reference before Aug.28, 2012 only due to product improvement.

8.14. Cálculo del período de retorno de la inversión

Para el cálculo del período de retorno simple de la inversión de las oportunidades de conservación de la energía se utilizó la fórmula:

$$\text{Período de retorno de la inversión} = \frac{\text{inversión}}{\text{ahorro}}$$

Todos los períodos de retorno de la inversión calculados en la sección de oportunidades de conservación de la energía fueron realizados del mismo modo de acuerdo con la fórmula anterior.

Así por ejemplo, para la colocación de un banco de capacitores en la acometida 2 el período de retorno de la inversión se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Inversión} = \$11\,860,53$$

$$\text{Ahorro anual} = \$5\,678,50$$

$$\text{Período de retorno de la inversión} = \frac{11\,860,53}{5\,678,5} = 2,1 \text{ años}$$

8.15. Especificaciones de las luminaria tipo Cenit para el taller de mantenimiento.




400 CENIT

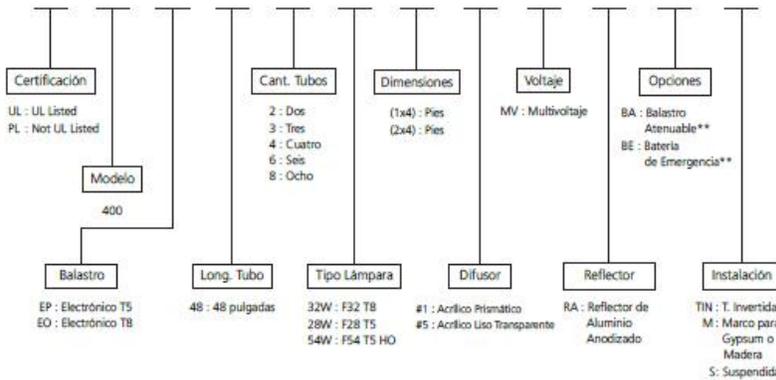
- Industrias / Industry
- Bodegas / Warehouse
- Comercios / Commercial

- Cuerpo fabricado en hierro negro según norma JIS G3141 SPCC-SD, tratado químicamente contra la oxidación.
- Soldado por punto eléctrico de alto voltaje.
- Recubierto con pintura poliéster en polvo de alta reflectividad (93%), larga durabilidad y cero decoloración bajo un proceso de post-pintado.
- Balastro electrónico de alto factor de potencia (HPF) y baja distorsión de armónicas para tubos T5 y T8.
- Cuenta con protección térmica y contra transientes de voltaje.
- Diseñado para cumplir los requerimientos de las siguientes normas:
 - ANSI / IEEE C62.41
 - ANSI C82.11
 - FCC parte 18 (regulación sobre emisiones de radio frecuencia y electromagnetismo).
 - UL
- Difusor acrílico prismático o transparente.
- Body made of black iron according to JIS G3141 SPCC-SD, chemically treated against oxidation.
- Welding through high voltage electrical point.
- Coated with durable high reflectivity (93%) polyester paint powder, with no discoloration, under a post-painting process.
- Electronic high power factor (HPF) ballast, and low harmonic distortion of T5 and T8 tubes.
- Has protection against thermal and voltage transients.
- Designed to accomplish the requirements of the following standards:
 - ANSI / IEEE C62.41
 - ANSI C82.11
 - FCC Part 18 (regulation of radio frequency and electro).
 - UL
- Prismatic acrylic or clear diffuser.

SYLVANIA

- Luminaria de alta salida luminosa para aplicaciones industriales y comerciales. Se instala de manera sobrepuesta o colgante en todo tipo de estructuras.
- High output fixture designed for industrial and commercial applications. Superimposed or pendant installation in any type of ceiling.

INFORMACIÓN PARA ORDENAR / ORDERING INFORMATION



**BE y BA, consultar disponibilidad con su asesor comercial. / **BE and BA consult availability with your sales representative.

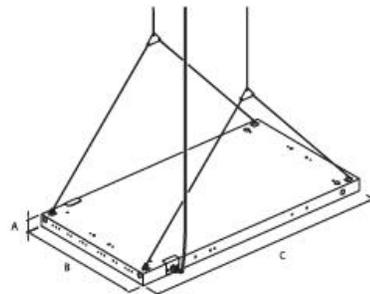
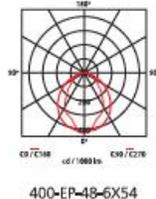
DISPONIBILIDAD / AVAILABILITY***

Dimensión Nominal	# Lámparas	Tipo de Lámpara	A (mm)	B (mm)	C-T5 (mm)	C-T8 (mm)
(1x4)	2 - 3 - 4	T8: 32W, 28W - T5: 54W	58	320	1173	1226
(2x4)	4 - 6	T8: 32W, 28W - T5: 54W	58	640	1173	1226
(3x4)	8	T8: 32W, 28W - T5: 54W	55	829	1173	1226

***Para otras configuraciones, consultar con su asesor comercial.
***For other configurations, consult with your sales representative.

Consumo en Watts: Revisar la sección "Consumo en Watts" al final del catálogo.
Watt Consumption: Revise the "Watt Consumption" section at the end of the catalogue.

Curvas fotométricas disponibles:
Photometric curves available:



*UL contra pedido / UL upon request



8.16. Material de apoyo para programa de uso racional de la energía

Razones para ahorrar electricidad:

- Se protege el medio ambiente.
- Se ayuda a dar sostenibilidad al Sistema Eléctrico Nacional.
- Se reducen las emisiones de efecto invernadero.
- Permite una mejor calidad de vida.
- Se optimizan el uso de los recursos.
- Es fácil y responsabilidad de todos
- Porque es un asunto de Conciencia.

Ahorrar energía
es tarea de
todos



reCOPE®

Buenas prácticas para ahorrar electricidad





Iluminación:

- Aproveche la luz natural, no encienda luces si no es necesario.
- Mantenga apagadas en la medida de lo posible las luces de baños, pasillos, y bodegas.
- Apague las luces cuando termine sus tareas. Recuerde a los servicios de limpieza y vigilancia o a los últimos en abandonar los recintos, que apaguen las luces o den aviso para que esto se realice.

Equipo de oficina

- Cuando no utilice los equipos de oficina, como por ejemplo: computadora, fotocopiadora, fax, impresora, entre otros, por un tiempo prolongado, no olvide que la mejor forma de ahorrar energía es apagándolos.
- Para pausas cortas, apague el monitor de su computadora, ahorrará energía y evitará tener que reiniciar todo el equipo.
- Utilice las funciones de ahorro que incluye su computadora.



Aire acondicionado

- Úselo solo en caso necesario.
- Programe y mantenga el aire acondicionado en 24°C(75°F).
- Mantenga puertas y ventanas cerradas.
- Apague el aire acondicionado cuando salga de la oficina.
- Encienda el aire acondicionado a las 9:00 am y apaguélo una hora antes de concluir la jornada laboral.
- No dejar cargadores, cámaras, baterías, u otros conectados a la red eléctrica cuando no se esté usando.

Cuando termines
apágame



reCOPE[®]

8.17. Cotización del banco de capacitores para la acometida 2



EATON Soluciones integrales para el uso eficiente de la energía eléctrica en sus proyectos

COTIZACION ES1-1211-338-V1
Proyecto: Suministro y puesta en marcha de banco de capacitores.

01 de noviembre de 2012

Estimados Señores:
RECOPE.
Referencia: Suministro y puesta en marcha de banco de capacitores.

EATON ELECTRICAL, S. A. una empresa ISO: 14000 e ISO: 9000 en todos sus procesos, se complace en presentarle para su consideración la siguiente cotización de productos con los más altos estándares de calidad.

Servicios de Ingeniería

La siguiente oferta refiere a la realización de servicios de ingeniería en el suministro de un banco de capacitores con capacidad para 140kVAR alimentación 480V, automático, 3 fases con interruptor principal, a ser realizada en las instalaciones de RECOPE, Coyol, Alajuela. El alcance del trabajo es el siguiente:

Suministro del banco con las siguientes especificaciones:

Banco de condensadores automático, 480VAC, 140 KVAR en gabinete NEMA1 (uso interior) con breaker principal tipo KD3300.

Dividido en 9 etapas cada una con su respectivo contactor.

- Las 5 etapas de 10 KVAR están compuestas por 1 condensador de 10 KVAR, autocalentante, con resistencias de descarga y desconector por sobrepresión, 1 contactor NEMA 2 y un interruptor termomagnético 3 polos.
- Las 3 etapas de 20 KVAR están compuestas por 1 condensador de 20 KVAR, autocalentante, con resistencias de descarga y desconector por sobrepresión, 1 contactor NEMA 2 y un interruptor termomagnético 3 polos.
- La etapa de 30 KVAR está compuesta por 1 condensador de 30 KVAR, autocalentante, con resistencias de descarga y desconector por sobrepresión, 1 contactor NEMA 2 y un interruptor termomagnético 3 polos.

- Incluye relé programador electrónico con microprocesador BELUK de 14 etapas.
- Gabinete tipo switchboard (PRLC) de 90 pulgadas de alto.
- Condensadores cilíndricos para mejor aprovechamiento del espacio.
- Incluye abanico extractor en el gabinete.
- Espacio disponible para expansiones futuras.
- Acceso para mantenimiento por puerta frontal.
- Microswitch que permite la desconexión del banco de condensadores cuando se abre la puerta frontal.
- Barras de sección de potencia en montaje lateral de gabinete, con barrera acrílica para prevenir contacto accidental.
- Todas las etapas del controlador BELUK (14 etapas en total) van conectadas de fábrica a puntos de regleta.
- Breakers de las etapas son de caja moldeada tipo GI.

E-mail: Christianmolina@eaton.com
Aplica política: 25-000CR

Costa Rica (506) 2247-7400 • Honduras (504) 550-2258 • Nicaragua (505) 2270-0920
Guatemala (502) 2362-9168 • Panamá (504) 260-1287 • Puerto Rico (787) 2764400
El Salvador (503) 2273-4113 • Rep. Dominicana (809) 542-3331
www.eaton.com/latinoamerica



EATON
Powering Business Worldwide



COTIZACION ES1-1211-038-V1
Proyecto: Suministro y puesta en marcha de banco de capacitores.

- Breaker de protección de falla a tierra (GFCI) para la etapa de control del banco.
- Selector con llave de 2 posiciones (ON-OFF) y luz indicadora en la puerta para para mantenimiento de equipo en caliente.
- Regleta cortocircuitable para conexión de transformador de corriente (medición).
- Ventilador de mayor robustez para mejorar el intercambio de calor (diferencia de temperatura de 5°C entre el exterior y el interior del gabinete)
- La potencia de cada etapa es cableada directo a barras.
- Bandejas de soporte ajustables a distintas capacidades de condensador.
- Soportería interna en acero galvanizado.

Puesta en marcha.

- Verificación de calibraciones actuales y reporte de las mismas
- Verificación de la instalación y conexión del controlador
- Verificación del cableado de control, según estándares de fábrica y planos.
- Inicio de la inspección y procedimientos de pruebas que incluye al controlador y los accesorios, inspección sobre las conexiones de potencia
- Inicio de las pruebas eléctricas y funcionales, mediciones de temperatura, corriente, voltaje, torque y faséo.

Cantidad	Descripción	Precio Total
1	Suministro y puesta en marcha BC 140kVar	\$ 11,860.53

Nota.

El trabajo será realizado por el departamento de servicios EESS, para lo cual se necesita por parte del cliente una persona que brinde acceso a toda área que se requiera para realizar dicha labor.

Notas:

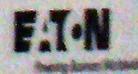
1. Los precios suministrados incluyen el impuesto de ventas sobre los equipos.
2. EATON ELECTRICAL ofrece una garantía de doce (12) meses, a partir de la puesta en marcha de los equipos ó de dieciocho (18) meses luego de entregados los mismos en sus almacenes. Si cualquiera de las opciones anteriores son ejecutados por la División de Ingeniería y Servicios de Eaton Electrical S.A. (EES) la garantía se extiende a 24 meses sobre el trabajo realizado. Para ello, se levantará un acta de aceptación provisional. La responsabilidad se limita al suministro e instalación de los equipos indicados en la oferta, tal como se describe en el alcance. Los daños a terceros y/o consecuenciales producto de la mala operación de los equipos no estarán amparados siendo de exclusiva responsabilidad del cliente dichos daños.

Términos:

- Tiempo de entrega: 4-6 semanas.

E-mail: Christianmolina@eaton.com
 Aplica política: 25-000CR

Caracas (58) 212-7100 • Medellín (54) 301-2150 • Managua (505) 2271-0100
 Guatemala (502) 242-7168 • Panamá (506) 301-2100 • Puerto Rico (787) 276-6600
 © Eaton 2018. 2271-4211 • Rep. Dominicana (809) 742-0100
www.eaton.com/latamercia





COTIZACION ES1-1211-338-V1
Proyecto: Suministro y puesta en marcha de banco de capacitores.

- Condiciones de Pago: Crédito de acuerdo a condiciones previamente estipuladas con EATON, si el cliente no posee línea de crédito o no está inscrito en la base de datos de EATON, se debe de hacer el deposito del 100% del precio cotizado por adelantado previo a la recepción de la orden de compra.
- Por favor refiérase al número de Cotización (ES1-#) y número de versión (V#) cuando envíe su orden de compra.
- Esta cotización fue hecha bajo nuestra mejor interpretación de la información suministrada, sirvase por favor, verificar que cumple con su requerimiento.
- Esta cotización incluye solamente lo indicado en la descripción y cualquier variación requerida, podría representar un cambio en el precio.
- Con la aceptación de esta cotización, automáticamente aplica nuestra política 25-000CR, si no cuenta con una copia, por favor solicítela a nuestro representante.

Atentamente,



Soluciones Eléctricas

Adrián Fernández M.

Representante de Ventas Ing. EATON
Tel.: +506 2442-2600 Ext. 112
Cel.: +506 8334-8949
Fax: +506 2242-1064
500 mts oeste del
Restaurante KFC, Alajuela, Costa Rica.
www.demsacr.com

8.18. Ficha técnica del banco de capacitores



Soluciones Eaton en:

Bancos de Condensadores

Administración e innovación están llegando a ser cada vez más importantes, mientras que tomamos medidas para crear un ambiente sostenible para las futuras generaciones.

Esto es particularmente relevante cuando viene a la construcción de edificios o centros comerciales, así como plantas de producción. Con este fin, Eaton Corporation ofrece una gama amplia de soluciones en corrección de factor de potencia, como parte de nuestra propuesta para el uso eficiente de la energía.

Para proteger su instalación eléctrica interna y recibir una calidad de servicio adecuada, es muy útil que Usted esté informado acerca de la importancia del Factor de Potencia de su consumo. La corrección de factor de potencia permite a su organización llegar a ser más responsable con el medio ambiente sin reducir el uso de la energía necesaria para un buen funcionamiento. Esto sumado a los ahorros adicionales en costos de materiales que habrían sido utilizados con equipos más grandes.

EATON
Powering Business Worldwide


An Eaton Green Solution

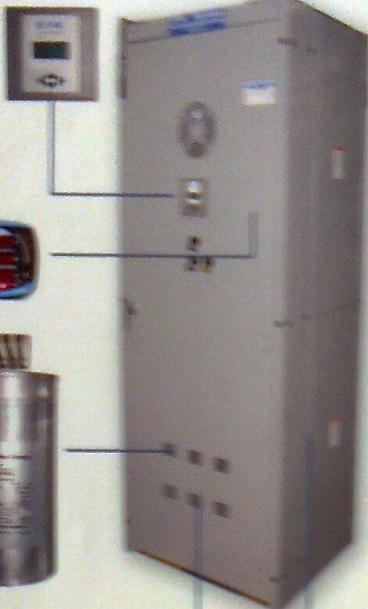
Banco de Condensadores

Automáticos:

- Pantalla LCD • Control de 14 Etapas autodetectables • Relé de alarmas
- Monitoreo de los parámetros
- Visualización de:
 - THD
 - Factor de Potencia
 - Etapas Energizadas, etc.
- Control Manual/Automático

Opción de Monitoreo

- Capacitor trifásico con dieléctrico Seco.
- Interruptor sensible a la presión de fácil visualización
- Cumple con UL E10 Sta. Ed. & IEC 60831.
- Resistencia de cerámica para descarga

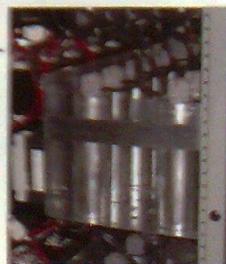


Características Generales

- Conexión en 208 VAC, 240VAC o 480VAC.
- Montaje en gabinete autoportado NEMA 1 o NEMA 3R de 78" o 90" de alto, expandible. Opción en 45".
- Espacio disponible para expansiones futuras.
- Interruptor para desconexión de control cuando se abre la puerta.
- Barras de potencia laterales con barrera acrílica para prevenir contacto accidental.
- Todas las etapas del controlador conectadas a regletas.
- Los disyuntores de las etapas son de caja moldeada.
- Disyuntor de protección de falla a tierra para el control.
- Selector con llave, luz indicadora en la puerta y alarma audible.
- Regleta cortocircuitable para conexión de transformador de corriente.
- Ventilador extractor de mayor robustez para mejorar el intercambio de calor.
- Soportería interna en acero galvanizado.
- Bandejas con una capacidad de 4 capacitores.
- Acometida principal con disyuntor o bornes.
- Control a 120 VAC



- Contactores con resistencia de precalzo especiales para condensadores.
- Protección con disyuntor termomagnético de caja moldeada.
- Conexión a barras de cada etapa



- Etapas configuradas en ranuras extraíbles, especialmente diseñadas para un fácil acceso
- Condensadores del tipo industrial que permiten un mejor aprovechamiento del espacio

Fijos:

El cable se estima al 135% de la corriente según el NEC, Artículo 460



- Conexión: 208 VAC, 240VAC o 480VAC.
- Montaje en gabinete NEMA 1 o NEMA 3R de 78" de alto.
 - Selector con llave y luz indicadora en la puerta.
 - Acometida con disyuntor o bornes.

Para calcular el KVAR requerido para corregir el Fp de un motor, utilizar la fórmula siguiente:

$$KVAR = \frac{hp \times 0.746}{\%EFF} \left(\frac{1}{PFa} - \frac{1}{PFr} \right)$$

hp: Hp de placa de motor
 %EFF: Efic de placa de motor, en decimal
 Pfa: Fp de placa de motor
 Pfr: Fp Requerido

Potencia a 208VAC		Potencia a 240VAC	
75k	= 75KVAR	10k	= 10 KVAR
100k	= 100KVAR	15k	= 15 KVAR
150k	= 150KVAR	20k	= 20 KVAR
200k	= 200KVAR	25k	= 25 KVAR
250k	= 250KVAR	30k	= 30 KVAR
300k	= 300KVAR	35k	= 35 KVAR
350k	= 350KVAR	40k	= 40 KVAR
400k	= 400KVAR	45k	= 45 KVAR
450k	= 450KVAR	50k	= 50 KVAR
500k	= 500KVAR	55k	= 55 KVAR
550k	= 550KVAR	60k	= 60 KVAR

Potencia a 480VAC	
10k	= 10 KVAR
20k	= 20 KVAR
30k	= 30 KVAR
40k	= 40 KVAR
50k	= 50 KVAR
60k	= 60 KVAR
70k	= 70 KVAR
80k	= 80 KVAR

VOLTAJE DE POTENCIA	
10k	= 10 KVAR
20k	= 20 KVAR
30k	= 30 KVAR
40k	= 40 KVAR
50k	= 50 KVAR
60k	= 60 KVAR
70k	= 70 KVAR
80k	= 80 KVAR

GABINETE:	
FL	= 78" de alto
FR	= 90" de alto

ACOMETIDA:	
B	= BORNES
P	= BREAKER PRINCIPAL

30K 40 P N1

Funciones: 1011

Coeficiente K para Selección del Banco de Condensadores

$$kVAR = kW \times K$$

- Instrucciones de uso del siguiente cuadro:
 1. Encuentre el Fp actual en la primera columna
 2. Busque el Coeficiente K según el Fp deseado de la primera fila.
 3. Multiplique por la demanda (kW).

Fp Actual	Fp deseado																				
	0.8	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.9	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.0
0.50	0.982	1.008	1.034	1.060	1.086	1.112	1.138	1.165	1.192	1.220	1.248	1.276	1.306	1.337	1.369	1.403	1.440	1.481	1.529	1.589	1.732
0.51	0.937	0.962	0.989	1.015	1.041	1.067	1.094	1.120	1.147	1.175	1.203	1.231	1.261	1.292	1.324	1.358	1.395	1.436	1.484	1.544	1.687
0.52	0.893	0.919	0.945	0.971	0.997	1.023	1.050	1.076	1.103	1.131	1.159	1.187	1.217	1.248	1.280	1.314	1.351	1.392	1.440	1.500	1.643
0.53	0.850	0.876	0.902	0.928	0.954	0.980	1.007	1.033	1.060	1.088	1.116	1.144	1.174	1.205	1.237	1.271	1.308	1.349	1.397	1.457	1.600
0.54	0.809	0.835	0.861	0.887	0.913	0.939	0.966	0.992	1.019	1.047	1.075	1.103	1.133	1.164	1.196	1.230	1.267	1.308	1.356	1.416	1.559
0.55	0.769	0.795	0.821	0.847	0.873	0.899	0.926	0.952	0.979	1.007	1.035	1.063	1.093	1.124	1.156	1.190	1.227	1.268	1.316	1.376	1.519
0.56	0.730	0.756	0.782	0.808	0.834	0.860	0.887	0.913	0.940	0.968	0.996	1.024	1.054	1.085	1.117	1.151	1.188	1.229	1.277	1.337	1.480
0.57	0.692	0.718	0.744	0.770	0.796	0.822	0.849	0.875	0.902	0.930	0.958	0.986	1.016	1.047	1.079	1.113	1.150	1.191	1.239	1.299	1.442
0.58	0.655	0.681	0.707	0.733	0.759	0.785	0.812	0.838	0.865	0.893	0.921	0.949	0.979	1.010	1.042	1.076	1.113	1.154	1.202	1.262	1.405
0.59	0.619	0.645	0.671	0.697	0.723	0.749	0.776	0.802	0.829	0.857	0.885	0.913	0.943	0.974	1.006	1.040	1.077	1.118	1.166	1.226	1.369
0.60	0.583	0.609	0.635	0.661	0.687	0.713	0.740	0.766	0.793	0.821	0.849	0.877	0.907	0.938	0.970	1.004	1.041	1.082	1.130	1.190	1.333
0.61	0.549	0.575	0.601	0.627	0.653	0.679	0.706	0.732	0.759	0.787	0.815	0.843	0.873	0.904	0.936	0.970	1.007	1.048	1.096	1.156	1.299
0.62	0.516	0.542	0.568	0.594	0.620	0.646	0.673	0.699	0.726	0.754	0.782	0.810	0.840	0.871	0.903	0.937	0.974	1.015	1.063	1.123	1.266
0.63	0.483	0.509	0.535	0.561	0.587	0.613	0.640	0.666	0.693	0.721	0.749	0.777	0.807	0.838	0.870	0.904	0.941	0.982	1.030	1.090	1.233
0.64	0.451	0.477	0.503	0.529	0.555	0.581	0.608	0.634	0.661	0.689	0.717	0.745	0.775	0.806	0.838	0.872	0.909	0.950	0.998	1.058	1.201
0.65	0.419	0.445	0.471	0.497	0.523	0.549	0.576	0.602	0.629	0.657	0.685	0.713	0.743	0.774	0.806	0.840	0.877	0.918	0.966	1.026	1.169
0.66	0.388	0.414	0.440	0.466	0.492	0.518	0.545	0.571	0.598	0.626	0.654	0.682	0.712	0.743	0.775	0.809	0.846	0.887	0.935	0.995	1.138
0.67	0.358	0.384	0.410	0.436	0.462	0.488	0.515	0.541	0.568	0.596	0.624	0.652	0.682	0.713	0.745	0.779	0.816	0.857	0.905	0.965	1.108
0.68	0.328	0.354	0.380	0.406	0.432	0.458	0.485	0.511	0.538	0.566	0.594	0.622	0.652	0.683	0.715	0.749	0.786	0.827	0.875	0.935	1.078
0.69	0.299	0.325	0.351	0.377	0.403	0.429	0.456	0.482	0.509	0.537	0.565	0.593	0.623	0.654	0.686	0.720	0.757	0.798	0.846	0.906	1.049
0.70	0.270	0.296	0.322	0.348	0.374	0.400	0.427	0.453	0.480	0.508	0.536	0.564	0.594	0.625	0.657	0.691	0.728	0.769	0.817	0.877	1.020
0.71	0.242	0.268	0.294	0.320	0.346	0.372	0.399	0.425	0.452	0.480	0.508	0.536	0.566	0.597	0.629	0.663	0.700	0.741	0.789	0.849	0.992
0.72	0.214	0.240	0.266	0.292	0.318	0.344	0.371	0.397	0.424	0.452	0.480	0.508	0.538	0.569	0.601	0.635	0.672	0.713	0.761	0.821	0.964
0.73	0.186	0.212	0.238	0.264	0.290	0.316	0.343	0.369	0.396	0.424	0.452	0.480	0.510	0.541	0.573	0.607	0.644	0.685	0.733	0.793	0.936
0.74	0.159	0.185	0.211	0.237	0.263	0.289	0.316	0.342	0.369	0.397	0.425	0.453	0.483	0.514	0.546	0.580	0.617	0.658	0.706	0.766	0.909
0.75	0.132	0.158	0.184	0.210	0.236	0.262	0.289	0.315	0.342	0.370	0.398	0.426	0.456	0.487	0.519	0.553	0.590	0.631	0.679	0.739	0.882
0.76	0.105	0.131	0.157	0.183	0.209	0.235	0.262	0.288	0.315	0.343	0.371	0.399	0.429	0.460	0.492	0.526	0.563	0.604	0.652	0.712	0.855
0.77	0.079	0.105	0.131	0.157	0.183	0.209	0.236	0.262	0.289	0.317	0.345	0.373	0.403	0.434	0.466	0.500	0.537	0.578	0.626	0.685	0.829
0.78	0.052	0.078	0.104	0.130	0.156	0.182	0.209	0.235	0.262	0.290	0.318	0.346	0.376	0.407	0.439	0.473	0.510	0.551	0.599	0.659	0.802
0.79	0.026	0.052	0.078	0.104	0.130	0.156	0.183	0.209	0.236	0.264	0.292	0.320	0.350	0.381	0.413	0.447	0.484	0.525	0.573	0.633	0.776
0.80	0.000	0.026	0.052	0.078	0.104	0.130	0.157	0.183	0.210	0.238	0.266	0.294	0.324	0.355	0.387	0.421	0.458	0.499	0.547	0.609	0.750
0.81	0.000	0.000	0.026	0.052	0.078	0.104	0.131	0.157	0.184	0.212	0.240	0.268	0.298	0.329	0.361	0.395	0.432	0.473	0.521	0.581	0.724
0.82	0.000	0.000	0.000	0.026	0.052	0.078	0.105	0.131	0.158	0.186	0.214	0.242	0.272	0.303	0.335	0.369	0.405	0.447	0.495	0.555	0.698
0.83	0.000	0.000	0.000	0.000	0.026	0.052	0.079	0.105	0.132	0.160	0.188	0.216	0.246	0.277	0.309	0.343	0.380	0.421	0.469	0.529	0.672
0.84	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.026	0.053	0.079	0.106	0.134	0.162	0.190	0.220	0.251	0.283	0.317	0.354	0.395	0.443	0.503	0.646
0.85	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.027	0.053	0.080	0.108	0.136	0.164	0.194	0.225	0.257	0.291	0.328	0.369	0.417	0.477	0.620
0.86	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.026	0.053	0.081	0.109	0.137	0.167	0.198	0.230	0.264	0.301	0.342	0.390	0.450	0.593
0.87	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.027	0.055	0.083	0.111	0.141	0.172	0.204	0.238	0.275	0.316	0.364	0.424	0.567
0.88	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.056	0.084	0.114	0.145	0.177	0.211	0.248	0.289	0.337	0.397	0.540
0.89	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.056	0.086	0.117	0.149	0.183	0.220	0.261	0.309	0.369	0.512
0.90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.058	0.089	0.121	0.155	0.192	0.233	0.281	0.341	0.484
0.91	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.92	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.93	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.94	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.95	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.96	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.97	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.98	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.99	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Form No: FLY008
 Capac2012 Eaton
 Todos los derechos reservados
 Impreso en Costa Rica
 Febrero 2012

Eaton Electrical S.A.
 Sector Eléctrico
 Centroamérica y Caribe

Costa Rica (506) 2247-7600
 Guatemala (502) 2362-9168
 Nicaragua (505) 2270-0920
 El Salvador (503)2273-4113
 Panamá (507) 260-1287
 Honduras (504) 550-2258
 Puerto Rico (787) 276-4400
 República Dominicana (809) 542-3331

www.eaton.com/centroamerica

Nota: Las descripciones y características listadas en este documento están sujetas a cambios si previo aviso.
 Toda la información acá descrita se ha realizado y colocado con el cuidado de que sea real, precisa y revisada por ingenieros especializados,