



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES AVANZADOS  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE  
PUERTO VALLARTA JALISCO**

“Tesis que como Requisito para obtener el Grado de Maestría  
en Energías renovables presenta:”

**Julio Cesar Ortiz Tovar.**

Director de Tesis:

**Pedro Sánchez Santiago**

**NUEVO VALLARTA, NAYARIT, A 16 DE MARZO DEL 2015**

## **DEDICATORIAS:**

**A mis padres Julio y Martha porque siempre me han alentado a que me prepare para que pueda trascender como profesional para los nuevos tiempos.**

**A mi esposa Brisia Marlen porque siempre me apoyó y me alentó a terminar este proyecto.**

**A mis hijos Aarón y Andrea que sea un aliciente en el futuro de cada uno de ellos, y que éste logro sea un ejemplo para que ellos también puedan lograr las metas que se propongan.**

**A mis hermanos Gaby, Liz y Lalo; que siempre han creído que puedo concretar grandes proyectos, esto solo es un humilde ejemplo.**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A los programas de la Secretaría de Educación Pública, tales como Programa Nacional de Becas y Financiamiento (PRONABES); y Coordinación Nacional de Becas de Educación Superior (CNBES), al Centro de Investigación de Materiales Avanzados (CIMAV), a las autoridades de la Universidad Tecnológica de Bahía de Banderas (UTBB), Director de la división ingenierías MANCP Luis Octavio Gallardo Arcega, a los diferentes Doctores que tuve como maestros en el transcurso de la maestría, mis respetos y reconocimiento al Dr. José Alberto Duarte Moller, al Dr. Antonino Pérez Hernández, Dra. Hilda Esparza y Mauricio Garza Castañón, por sus enseñanzas, pero quisiera hacer un agradecimiento especial al Maestro Pedro Sánchez Santiago por la asesoría en éste trabajo.**

# ÍNDICE

<b>DEDICATORIAS:</b>	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>I</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>II</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>II</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Panorama nacional y mundial del cambio climático</b>	<b>3</b>
1.1.1 Antecedentes	3
<b>1.2 México y el cambio climático</b>	<b>5</b>
<b>1.3 Plan de Desarrollo Nacional (PDN)</b>	<b>6</b>
<b>1.4 Emisiones de GEI en México.</b>	<b>7</b>
<b>1.5 Antecedentes e infraestructura</b>	<b>9</b>
<b>1.6 Planteamiento del problema</b>	<b>12</b>
<b>1.7 Objetivos</b>	<b>13</b>
1.7.1 Objetivo General	13
1.7.2 Objetivos específicos	13
<b>1.8 Justificación</b>	<b>13</b>
<b>1.9 Hipótesis</b>	<b>15</b>
<b>1.10 Metodología</b>	<b>16</b>
1.10.1 Metodología DMAMC	16
1.10.2 Cronograma	17
<b>2 MARCO REFERENCIAL</b>	<b>18</b>
<b>2.1 Eficiencia Energética Eléctrica (E.E.E.)</b>	<b>18</b>
<b>2.2 Eficiencia Energética en México</b>	<b>19</b>
2.2.1 Antecedentes	19
2.2.2 Presente	19
2.2.3 Tendencias	20
2.2.4 Estado de la técnica	22
2.2.5 Calidad de la Energía	24
2.2.6 Tipos de cargas (Cargas Resistivas, Inductivas y Capacitivas.)	28
<b>3 DESARROLLO</b>	<b>32</b>
<b>3.1 Metodología DMAMC</b>	<b>32</b>
<b>3.2 Definición</b>	<b>33</b>

3.2.1	¿Porque es importante este Proyecto?	33
3.2.2	Herramientas de investigación	34
<b>3.3</b>	<b>Medición</b>	<b>35</b>
3.3.1	Ubicación de Subestaciones.	36
3.3.2	Planos del aeropuerto donde se esquematiza la, distribución de áreas.	38
3.3.3	Análisis del recibo Comisión Federal de Electricidad (CFE).	40
3.3.4	Censo y características de equipos Electromecánicos.	42
<b>3.4</b>	<b>Conexión y puesta en operación de analizador Fluke 435.</b>	<b>52</b>
3.4.1	Clasificación de Seguridad analizador Fluke 435	52
3.4.2	Recomendaciones para la seguridad del personal y los equipos.	53
3.4.3	Normas de seguridad Mexicana:	54
3.4.4	Procedimiento de conexión de analizador Fluke 435.	54
3.4.5	Diagrama de conexión de terminales y procedimiento de medición.	55
3.4.6	Conexión de equipo analizador en tableros de planta baja y planta alta.	56
3.4.7	Conexión de equipo analizador en tableros de planta baja y planta alta.	57
3.4.8	Conexión de equipo analizador Fluke 435 a una Pc.	58
<b>3.5</b>	<b>Resultados de Tablero N-DS-9 servicios de emergencia, pertenecientes a la subestación # 1 planta baja.</b>	<b>59</b>
3.5.1	Medición Voltaje de Línea a Neutro	59
3.5.2	Corriente entre Líneas	62
3.5.3	Medición de la Potencia Activa (KW).	64
3.5.4	Medición de la Potencia Reactiva (KVAR)	66
3.5.5	Medición de la Potencia Aparente KVA	68
3.5.6	Medición del Factor de Potencia (F.P.)	71
<b>3.6</b>	<b>Resultados de Tablero N-DS-10 servicio normal (servicios de iluminación y maniobras de la pista) pertenecientes a la subestación # 1 planta baja.</b>	<b>74</b>
3.6.1	Medición Voltaje de Línea a Neutro	74
3.6.2	Corriente entre Líneas	77
3.6.3	Medición de la Potencia Activa (KW).	79
3.6.4	Medición de la Potencia Reactiva (KVAR)	81
3.6.5	Medición de la Potencia Aparente KVA	83
3.6.6	Medición del Factor de Potencia (F.P.)	85
<b>3.7</b>	<b>Resultados de Tablero M-DS-9 servicio de emergencia, pertenecientes a la subestación # 2 planta alta.</b>	<b>87</b>
3.7.1	Medición Voltaje de Línea a Neutro	87
3.7.2	Corriente entre Líneas	90
3.7.3	Medición de la Potencia Activa (KW)	92
3.7.4	Medición de la Potencia Reactiva (KVAR)	94
3.7.5	Medición de la Potencia Aparente KVA	96
3.7.6	Medición del Factor de Potencia (F.P.)	98
<b>3.8</b>	<b>Resultados de Tablero M-DS-10 servicio normal, pertenecientes a la subestación # 2 planta alta.</b>	<b>101</b>
3.8.1	Medición Voltaje de Línea a Neutro	101
3.8.2	Corriente entre Líneas	105
3.8.3	Medición de la Potencia Activa (KW).	107
3.8.4	Medición de la Potencia Reactiva (KVAR)	110
3.8.5	Medición de la Potencia Aparente KVA	113

<b>3.9</b>	<b>Inspección con cámara termográfica.</b>	<b>116</b>
3.9.1	Inspección en áreas común de arribos y documentación Planta baja y alta.	116
<b>3.10</b>	<b>Medición del nivel de resistencia eléctrica con Telurómetro.</b>	<b>118</b>
3.10.1	Medición del nivel de resistencia en subestación # 1 planta baja.	118
3.10.2	Medición del nivel de resistencia en subestación # 2 planta baja.	119
<b>3.11</b>	<b>Analizar</b>	<b>120</b>
3.11.1	Concentración de datos a partir de los censos	120
3.11.2	Concentración de Consumos a partir de los censos	122
3.11.3	Anomalías detectadas	123
3.11.4	Tipos de cargas conectadas	124
3.11.5	Análisis de los recibos de cobro CFE por bajo factor de potencia.	125
3.11.6	Análisis de propuestas de Control y Mejora	127
<b>4</b>	<b>Resultados y discusión</b>	<b>136</b>
4.1	Ahorro generado en el sistema de aires acondicionados	137
4.2	Ahorro generado en Locales Comerciales	137
4.3	Ahorro generado en el sistema de iluminación	137
4.4	Ahorro generado en el sistema de cargas generales	137
4.5	Ahorro generado en el sistema de bandas transportadoras	138
4.6	Ahorro generado en el sistema de bombeo de agua	138
4.7	Ahorros concentrados en tabla y gráfica de datos	139
4.8	Estudio económico	141
4.9	Costo de las adecuaciones propuestas	143
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>144</b>
<b>6</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>145</b>
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>146</b>
<b>8</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>147</b>



## RESUMEN

En este trabajo de investigación se realiza un Diagnóstico Energético del Aeropuerto internacional de Puerto Vallarta Jalisco, en el cual se aplica una serie de actividades que se rigen bajo la metodología Six-Sigma, la cual tiene como propósito aplicar estrategias de eficiencia energética eléctrica para mejorar el aprovechamiento de la energía, reducir desperdicios, identificar los puntos críticos donde se registran las oportunidades de incrementar la eficiencia, documentar la ubicación de los cuartos eléctricos, subestaciones y la distribución de los circuitos, con el fin de detectar oportunidades de mejora, que se traducirán en bajar los costos por el consumo de energía eléctrica. Otra de las aportaciones que más sobresalen en este trabajo, es la identificación de las cargas conectadas, cómo se consume la energía, tipos de cargas, que fenómenos interfieren en el uso adecuado de la energía, resultados favorables, propuestas de mejora para la reducción de consumo energético eléctrico. Con esta investigación se pudo determinar que es posible ahorrar un 23% de energía eléctrica aplicando estrategias de eficiencia energética eléctrica, a su vez se determinaron los porcentajes de ahorro en cada rubro, las cuales fueron representadas en gráficas y tablas, con el fin de que el lector comprenda mejor los resultados.

## ABSTRACT

In this research an Energy Diagnosis International Airport of Puerto Vallarta Jalisco, in which a series of activities that are regulated under the Six-Sigma methodology, which aims to implement strategies applied electrical energy efficiency is performed to improve the use of energy, reduce waste, identify critical points where opportunities to increase efficiency are recorded, documenting the location of the electrical rooms, substations and distribution circuits, in order to identify opportunities for improvement, which is will translate into lower costs for electricity consumption. Another contribution that stand out in this work is the identification of connected loads, how energy is consumed types of loads that phenomena interfere with the proper use of energy, adaptations, favorable results, suggestions for improvements to the reduction of electric energy consumption. With this research it was determined that it is possible to save 23% of electricity by applying electrical energy efficiency strategies, in turn saving percentages in each category were determined, which were represented in graphs. This work took shape graphs, tables, definitions and concepts underlying theme that develops, so that the reader better understand the results.

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Panorama nacional y mundial del cambio climático

### 1.1.1 Antecedentes

El proceso de cambio climático se perfila como el problema ambiental global más relevante de nuestro siglo, en función de sus impactos previsibles sobre los recursos hídricos, los ecosistemas, la biodiversidad, los procesos productivos, la infraestructura, la salud pública y, en general, sobre los diversos componentes que configuran el proceso de desarrollo.

En los últimos años, un gran número de análisis y estudios científicos que redujeron las incertidumbres y mejoraron la detección de los efectos iniciales del cambio climático, así como una creciente transformación de la conciencia colectiva, han contribuido a revalorar la prioridad con la que los gobiernos y las instituciones multilaterales enfrentan el tema.

Por el alcance de sus implicaciones económicas, políticas y sociales, el cambio climático es hoy tema ineludible de la agenda internacional y objeto de preocupación para las instancias de más alto nivel de los gobiernos.

Existen sin número de organizaciones y programas a nivel mundial responsables de vigilar y regular que se cumplan con los acuerdos que se han celebrados a lo largo de la historia, pero es necesario resaltar que dichos programas no han dado resultado como se esperaba para contribuir a la reducción del impacto ambiental.

"Durante la década de los años ochenta creció la evidencia científica de la posibilidad del cambio climático global, despertando una gran preocupación por sus posibles consecuencias entre científicos y tomadores de decisiones. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) respondieron a la creciente inquietud internacional en 1988 al establecer el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático por sus siglas (PICC), con el fin de Evaluar:

- La información disponible sobre cambio climático.
- Evaluar los impactos ambientales y socioeconómicos del cambio climático y Formular estrategias de respuesta." (NATURALES., 2009)

Posteriormente el Protocolo de Kyoto tiene su origen en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y tiene como base al Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (PICC). El Protocolo de Kyoto simboliza un acuerdo a nivel mundial en ámbito de conciencia ambiental, representa la voluntad de los líderes y las naciones para mitigar y revertir el cambio climático, tiene como objetivo reducir los seis "Gases de Efecto Invernadero" (GEI). La mayoría de los países industrializados y en vías de desarrollo ratificaron su compromiso de seguir los lineamientos del Protocolo de Kyoto, cabe señalar que EUA el mayor contaminador del



planeta, responsable de una cuarta parte del total de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) decidió no ratificar el acuerdo. Según datos del protocolo de Kyoto, en el pasado siglo y lo que lleva de transcurrido de éste siglo, la humanidad ha dañado, consumido y contaminado recursos naturales, ni siquiera equivalentes a los otros años transcurridos como civilización en el planeta.

"Existe consenso en la comunidad científica que sin el llamado efecto invernadero, la vida en la Tierra no sería posible, o al menos no en su forma actual. La capa de gases que impide el escape de la radiación solar es responsable, desde miles de años, que la temperatura promedio en nuestra Planeta sea de +15º C. De no existir ésta capa, los termómetros bajarían hasta los -30º C. De esta forma el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso, los hidrofluorocarburos, los perfluorocarburos y el hexafluoruro de azufre, han permitido que la superficie del planeta alcance una temperatura adecuada para el desarrollo de diversas especies de plantas y animales, y de su interacción en los ecosistemas. No es el efecto invernadero el objeto de controversia, sino su intensificación, proceso conocido como el calentamiento global, que está generando un aumento en la temperatura media de la superficie terrestre.

La evidencia científica sobre las variaciones climáticas, ha constatado que desde el siglo XVIII, en la Revolución Industrial, se mecanizan los procesos fabriles y surge la producción económica en serie, alimentada principalmente por energía proveniente de fuentes fósiles. Desde esta época, las emisiones a la atmósfera de gases de efecto invernadero (GEI) han roto el equilibrio que permite la emergencia y manutención de la vida, provocando un alza en la temperatura promedio del planeta, objeto de genuina preocupación mundial. En este período el dióxido de carbono, uno de los más importantes GEI, ha pasado de una concentración de 280 p.p.m. a 380 p.p.m; cifra que no tiene precedentes en los últimos 400,000 años. Ha sido el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), auspiciado por la Organización de Naciones Unidas, el responsable de suministrar la evidencia científica del aumento en la temperatura media global, como también de acreditar la responsabilidad humana en este proceso, cuyo insensato afán de expandir la producción de bienes mediante el actual sistema económico, presiona los límites que la naturaleza impone y excede la capacidad de carga de los ecosistemas." (Díaz-Bautista, 2008)

"La necesidad y la conveniencia de actuar ahora resulta cada vez más evidente y no debe posponerse una acción que, además de contrarrestar el cambio climático y sus impactos adversos, podría contribuir al logro de múltiples objetivos que confluyen en el desarrollo integral de una nación.

Múltiples procesos gubernamentales y de la sociedad civil se han propuesto contribuir al logro de los objetivos reseñados, dicha acción internacional concertada resulta indispensable para enfrentar un problema que ningún país podrá resolver aisladamente." (SEMARNAT, 28 de Agosto del 2009)

## **1.2 México y el cambio climático**

El Protocolo de Kyoto entró en vigor el 16 de febrero de 2005 con la participación de México y otros 140 países. La disminución en el ritmo de consumo de los combustibles fósiles (carbón y petróleo) y el desarrollo de las energías renovables, tales como la eólica, geotérmica, biomasa, solar, hidráulica y mareomotriz, así como estrategias de un mejor aprovechamiento en los energéticos, obtendrán como resultado la reducción de las emisiones de los (GEI).

Las implicaciones económicas de que México adopte oficialmente el Protocolo de Kyoto, son las de tener un nuevo modelo económico de desarrollo. Este modelo de crecimiento económico debe contemplar en lo posible la disminución de la generación y emisión de gases de efecto invernadero, en donde el crecimiento económico no signifique más daños ambientales a nuestro país y al planeta. Con la entrada en vigor oficial del Protocolo de Kyoto, México requiere de reformas económicas basadas en el desarrollo económico sostenido y sustentable, respetuoso del medio ambiente y socialmente más justo. En su actual fase inicial, y de acuerdo con el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas de los países partes de la convención, el Protocolo de Kyoto no establece compromisos inmediatos de reducción de emisiones para los países en desarrollo como México, sin embargo, será responsabilidad de los gobiernos actuales prever e iniciar los cambios pertinentes en el uso responsable de energéticos y generación de energías alternativas (Díaz-Bautista, 2008). En el contexto de cambio climático y emisión de gases de efecto invernadero (GEI), México contribuye con alrededor del 1.6% de las emisiones a nivel mundial, y muestra, además, una alta vulnerabilidad frente a sus efectos adversos, se sabe que México se ubica en el lugar número 13 entre los primeros 15 países generadores de Gases Efecto Invernadero (GEI), por lo que es uno de los principales responsables del cambio climático a nivel global. (México Globe 2012.)

El gobierno de México reconoce que el cambio climático constituye el principal desafío ambiental global de este siglo, y que representa, a mediano y largo plazo, una de las mayores amenazas para el proceso de desarrollo y el bienestar humano. Además de producir un desplazamiento de regiones climáticas, intensificación de sequías, inundaciones, huracanes intensos, derretimiento de glaciares, aumento en el nivel del mar, entre otros efectos, incide en la pérdida de biodiversidad, así como en el deterioro de los recursos hídricos y de los servicios ambientales que proporcionan los ecosistemas.

Enfrentar el cambio climático implica desarrollar de inmediato actividades de mitigación, o reducción de emisiones de (GEI), y de adaptación, o reducción de la vulnerabilidad y de los riesgos para la vida, para el orden natural y el desarrollo. La eficacia de estas actividades aumenta significativamente cuando concurren diversos sectores en una estrategia de política transversal.

Aunque las metas de mitigación de largo plazo son todavía objeto de discusión en los foros multilaterales, podría determinarse que, para evitar riesgos irreversibles para la sociedad y para los sistemas ecológicos, será necesario que las emisiones globales de GEI alcancen un máximo en los próximos diez años y se reduzcan a un tercio de su escenario tendencial en el año 2050. Por su índole y por su escala, las actividades y los procesos que pudieran asegurar ese resultado equivalen a una nueva Revolución Industrial.

Además de una amenaza, el cambio climático representa una oportunidad para impulsar el desarrollo humano sustentable. Las actividades que México se propone desarrollar para enfrentar las tareas de mitigación y de adaptación traen consigo múltiples beneficios, además de los climáticos: seguridad energética, procesos productivos más limpios, eficientes y competitivos, mejoría de la calidad del aire y conservación de los recursos naturales, entre otros.

En el curso de los próximos años la resiliencia o capacidad de recuperación- económica, social y natural de México ante el cambio climático dependerá de las iniciativas de la sociedad y de las políticas y programas para restaurar la integridad de los sistemas económicos y ecológicos, reorientando el desarrollo hacia la sustentabilidad. (SEMARNAT,2009)

### **1.3 Plan de Desarrollo Nacional (PDN)**

México en su (PND) presenta una serie de objetivos que al ser aplicados de forma eficiente y constante, se logrará un desarrollo integral, y el mejoramiento de su economía dejará de ser directamente proporcional al incremento de emisiones de (GEI) es por ello que se están desarrollando actividades estratégicas para instrumentar proyectos que ayuden a mejorar de la nación, tales como el aprovechamiento de metano en rellenos sanitarios, plantas de tratamiento de aguas residuales, granjas agropecuarias, minas de carbón y en instalaciones petroleras la generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables (eólica, biomasa, hidráulica, solar).

Un tema central en esta tarea es la reducción de emisiones de (GEI) en sectores estratégicos en los que existen co-beneficios muy importantes como la eficiencia energética, la competitividad industrial, la seguridad y el cuidado al medio ambiente.

En el objetivo 10.2 del cuarto eje (la sustentabilidad ambiental), que conforma el (PDN), establece la promoción del uso eficiente de energía en el ámbito doméstico, industrial, agrícola y de transporte.

Basándose en políticas de ahorro energético y promoción de productos eficientes en el uso de energía del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica y la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, se promoverán el uso de lámparas ahorradoras de energía y el aislamiento térmico en la vivienda, así como la sustitución de equipos altamente consumidores de energía en la industria.

En el diseño de vivienda nueva, se integrarán criterios de uso eficiente de energía. En el sector industrial es necesario identificar oportunidades de reducción de GEI en el marco de sus actividades y proceso, y alentar a las empresas a participar en esquemas de mercados de reducción de emisiones. Asimismo, la industria, particularmente la cementera, siderúrgica y azucarera, tiene un importante potencial de cogeneración de energía. Esa cogeneración evitará emisiones de GEI y mayor consumo de energía. También habrá que desincentivar el uso de combustóleo. (Mexicana., Mayo del 2012)

#### **1.4 Emisiones de GEI en México.**

Según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), México es miembro entre 192 países, de los cuales se contabilizan los de mayor población, PIB y mayores emisiones considerando solamente las de CO<sub>2</sub> por quema de combustibles fósiles. La figura 1.1 Muestra la disparidad existente o la relación inversa entre PIB, emisiones y población. Países como Noruega o Bélgica muestran países con un alto PIB, pero con una población y emisiones bajas, en tanto países como Bangladesh o Pakistán muestran un PIB bajo, emisiones bajas, pero con una población alta.

México se encuentra entre los países con un PIB alto, alta concentración de personas y altas emisiones contaminantes al igual que la mayoría de los países desarrollados. La cifra mundial incluye emisiones de aviación internacional y bunkers marinos.

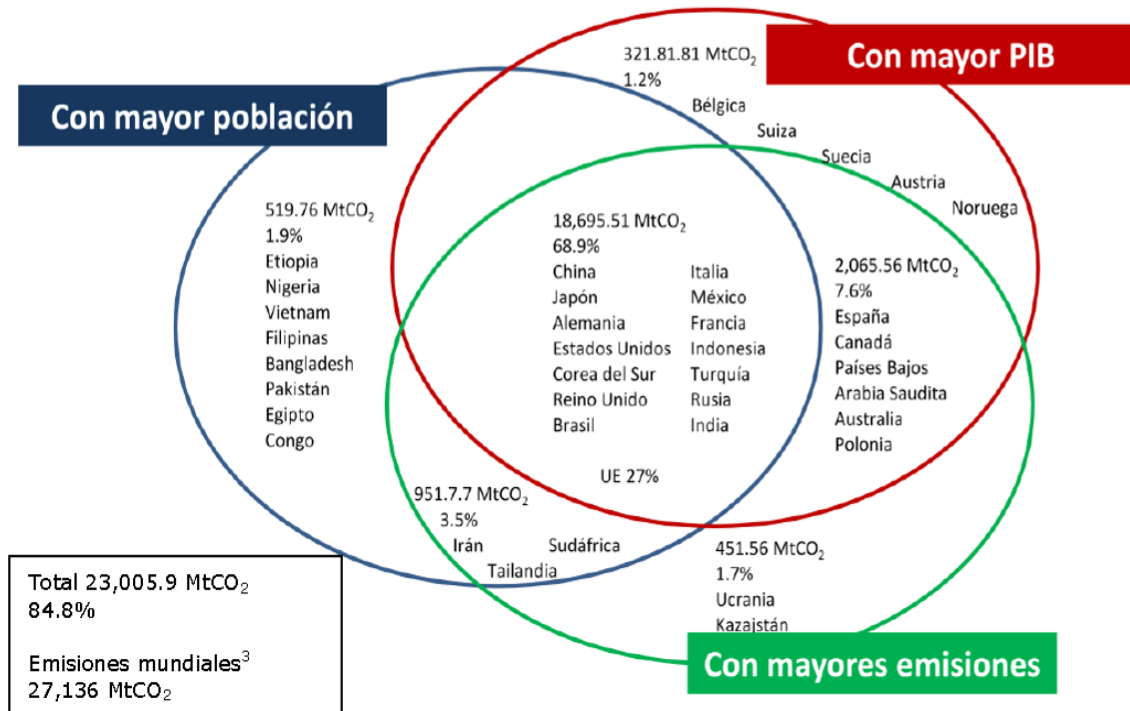


Figura 1.1 Países con mayor población, PIB y emisiones al 2005. Fuente: Emisión de CO<sub>2</sub>: International Energy Agency, 2007, Key World Energy Statistics.

En la figura 1.2 Se muestra el incremento de los GEI en nuestro país a partir de datos censados en la década de los noventa.

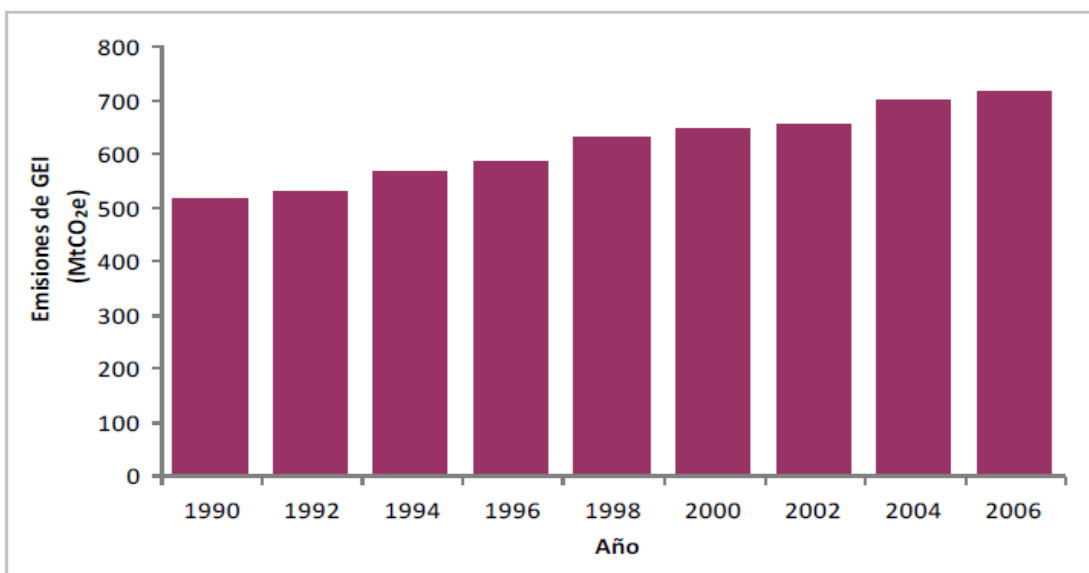


Figura 1.2 Fuente: (Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012).

En la figura 1.3 se muestra la intensidad de carbono y se define como la relación entre las emisiones de gases de efecto invernadero y la magnitud de la economía que las genera, expresada como Producto Interno Bruto. En esta relación, México se sitúa cerca de países como Japón, con niveles bajos de intensidad de carbono.

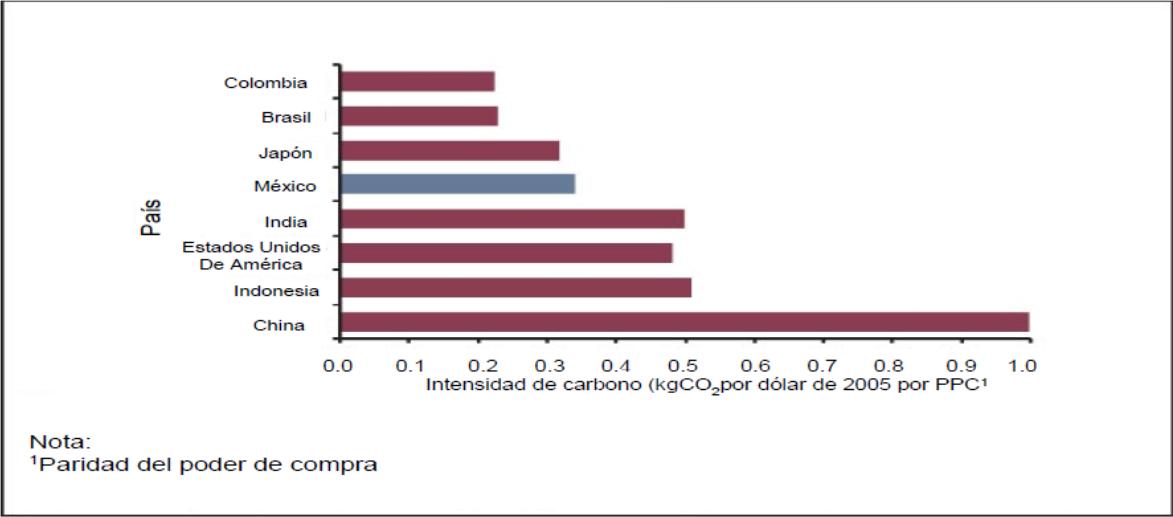


Figura 1.3 CO2 vs PBI Fuente: (Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012).

**1.5 Antecedentes e infraestructura**

El aeropuerto internacional de Puerto Vallarta "Lic. Gustavo Díaz Ordaz" comenzó a operar el 11 de Noviembre del 1954, gracias a la visión empresarial de la aerolínea Mexicana de Aviación, la cual inauguró vuelos entre Guadalajara y Puerto Vallarta, a partir de ahí, comenzó a explotarse y a difundirse como uno de los destinos turísticos más visitados en México, Puerto Vallarta está ubicada en la Región Costa Norte del estado de Jalisco y tiene una población aproximadamente de 350,000. El municipio se localiza en la Región Costa Norte del estado. Limita al norte con el estado de Nayarit, al sur con el municipio de Cabo Corrientes y Talpa de Allende; al este con San Sebastián y Mascota y al oeste con el Océano Pacífico.

El aeropuerto internacional de Puerto Vallarta "Lic. Gustavo Díaz Ordaz" es el séptimo aeropuerto más visitado de los 59 aeropuertos considerados como internacionales. Inicialmente contaba con una terminal muy pequeña, pero debido a la demanda de servicios turísticos y al número de visitantes que cada año se multiplicaban, se llevaron a cabo ampliaciones estratégicas, con el fin de cubrir la demanda de los próximos años

venideros, actualmente cuenta con dos edificios terminales: el edificio terminal principal de aviación comercial y el de aviación general.

El aeropuerto cuenta con una pista de 3.100 metros de longitud por 45 metros de ancho y diversos rodajes de conexión con las plataformas de aviación comercial y general. La pista permite atender sin restricciones las rutas y equipos que actualmente operan las diversas líneas aéreas.

La pista tiene capacidad para 40 operaciones por hora. La plataforma comercial cuenta con 15 posiciones, de las cuales 7 son de contacto y 8 remotas. En aviación general se cuenta con 18 posiciones además se tiene dos accesos al aeropuerto, 5 rodajes de accesos a plataformas, un rodaje principal y cuatro rodajes para salir de la pista principal independientes en sus extremos.

Domicilio: Carretera a Tepic, Km 7,5 Col. Villa de las flores, C.P. 48311, Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco.



Figura: 1.4 Ubicación geográfica de Aeropuerto, Fuente: Google Maps.



Figura: 1.5 Conjunto Terminales y pista, Fuente: Google Maps.



Figura 1.6 Vista de planta, área de documentación y llegadas nacional e internacional, Fuente: Google Maps.



## **1.6 Planteamiento del problema**

En el aeropuerto Internacional de Puerto Vallarta Lic. Gustavo Díaz Ordaz, existe una serie de anomalías en el sistema energético, los cuales al conjugarse, dan como resultado un uso inadecuado e ineficiente de la energía eléctrica, la mayoría de los problemas que se presentan en dicho aeropuerto son desperdicios energéticos involuntarios, falta de mantenimiento y otros son descuidos. Debido al confort que debe mantener y ofrecer a los usuarios, se requiere que el aeropuerto opere con el sistema de aire acondicionado de forma permanente, se tiene poco control de la temperatura, y de los tiempos que permanece encendido, de igual forma el sistema de iluminación está encendido de forma permanente, en algunos casos de forma innecesaria debido a que a veces las luminarias operan en días soleados, por otro lado, el sistema eléctrico ha sido modificado de forma constante a lo largo de los años debido a los cambios no planeados, eso ha generado desorden, descontrol y conexiones mal proyectadas de equipos de diferentes tipos, con sus respectivas consecuencias las cuales inducen efectos nocivos a la red, como (desbalances en las fases, fluctuaciones, armónicos, bajo factor de potencia, parpadeo, desequilibrio, transitorios) aparte de los fenómenos atmosféricos que se generan en el propio aeropuerto, se sabe que la energía que provee la red de CFE, no es fiable al 100 %, por lo cual todo ello se convierte en una problemática que merece de atención y análisis.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo General**

- ▶ Elaborar un diagnóstico energético del Aeropuerto Internacional de Puerto Vallarta, Lic. Gustavo Díaz Ordaz, con el fin de evaluar el estado de los parámetros eléctricos, analizar las estrategias con las que se administra la energía y recomendar un plan de mejora. Determinar el costo de las adecuaciones y el tiempo de recuperación.

### **1.7.2 Objetivos específicos**

- Ejecutar un censo de equipos eléctricos, que incluya de forma general datos técnicos, características, eficiencia y vida útil.
- Realizar un diagnóstico de las condiciones generales del funcionamiento de los sistemas eléctricos y de la instalación eléctrica en tiempo real, a partir de un estudio de calidad de la energía, apoyado con aparatos de medición como un analizador de Redes Fluke 435, una cámara termográfica Ti-25 Fluke, además de otros Equipos auxiliares.
- Analizar y evaluar los resultados del diagnóstico.
- Proponer soluciones para mejorar la eficiencia energética, que incluyan implementación de nuevas tecnologías con mayor eficacia, para un mejor aprovechamiento energético y bajar el costo por el consumo energético.
- Generar un estudio económico que sustente las propuestas de mejora.

## **1.8 Justificación**

El aeropuerto Internacional de Puerto Vallarta Jalisco, Lic. Gustavo Díaz Ordaz, comenzó a operar desde 1954, es por eso que es una gran área de oportunidad, debido a que cuenta

con una infraestructura muy completa en su sistema eléctrico, prácticamente cuenta con todos los tipos de cargas y aparatos. Pero lo que más justifica este trabajo es que se ha detectado que aún hay secciones que operan con instalaciones eléctricas viejas, fuera de norma, en las cuales se han hecho modificaciones que no estaban contempladas al inicio, así como la operación de aparatos viejos, de baja eficiencia y alto consumo; no se puede negar que también los administradores del Aeropuerto han tratado de hacer su labor de mantener las instalaciones funcionales, seguras, e implementando de forma constante equipos de bajo consumo de energía y mayor eficiencia, pero esta disciplina requiere de mayor conocimiento y dominio, debido a que aún con los posibles ajustes por parte de la administración, hay parámetros eléctricos perjudiciales ocultos así como sus causas (ceguera de taller) y que si no se atiende como se debe, los problemas seguirán y repercutirán en paros no programados en los diferentes servicios, daños a la infraestructura, peligro a los operadores de equipos electromecánicos, quejas por parte de los usuarios, etc.

Debido a ello, se llevó a cabo la elaboración de éste trabajo, con la intención de ofrecer mejoras en el sistema energético, a partir de un diagnóstico de Eficiencia Energética Eléctrica que englobe una serie de estrategias y uso de herramientas sofisticadas con el fin de proponer correcciones serias y reales, de lo cual su resultado será un mayor aprovechamiento energético, reducción del consumo energético eléctrico y bajos costos en el uso de la energía y sobre todo asegurar la continuidad del servicio.

## **1.9 Hipótesis**

Es posible mejorar un 17% o más la eficiencia energética del aeropuerto Internacional de Puerto Vallarta Jalisco, Lic. Gustavo Díaz Ordaz, implementando un plan de mejora basado en un diagnóstico energético.

## 1.10 Metodología

### 1.10.1 Metodología DMAMC

Para el desarrollo de esta investigación será necesario hacer uso de las técnicas metodológicas del **DMAMC** las cuales pertenecen a su vez a la metodología estructurada de resolución de problemas **SIX SIGMA**, el fin del uso de estas técnicas es llevar un orden de pasos que garantice una mejora continua de proceso de producción o servicios. El **DMAMC** significa las siguientes palabras (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), se traduce del **DMAIC** del cual es un acrónimo por sus siglas en inglés: (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*).

Otra cita que hace referencia al mejoramiento continuo de cualquier proceso o servicio es la siguientes "La medición es el primer paso para el control y la mejora, si no se puede medir algo, no se puede entender, si no se entiende, no se puede controlar, si no se controla, no se puede mejorar". (H. James Harrington)

Si se enfoca el **DMAMC** al tema de un Diagnóstico Energético Eléctrico se podría resumir en 4 pasos:

1. En la primera fase se llevará a cabo un levantamiento de información, en el cual se incluirá la realización de un censo de equipos eléctricos, que incluya de forma general datos técnicos, características, eficiencia, vida útil, horas de uso, ubicación, además de analizar las estrategias con las que se administra la energía. Para esta actividad, se diseñarán tablas en Excel para un mejor manejo con el fin de plasmar cualquier inspección visual y un levantamiento de las condiciones en las que operan todos los sistemas eléctricos del aeropuerto, la forma en que se administra la energía es decir los horarios de uso de cada tipo de aparato, datos de la placa de los sistemas eléctricos como sistemas de iluminación, sistemas de aire acondicionado, motores, y cargas en general, para un mejor orden se iniciará la exposición en tablas elaboradas en Excel y en el siguiente orden:
  - 1.1. Sistema de iluminación interiores
  - 1.2. Sistema de iluminación exteriores
  - 1.3. Sistema de Aire Acondicionado
  - 1.4. Sistema de motores y bombas de agua potable y de aguas negras
  - 1.5. Cargas Generales.
  - 1.6. Motores y sistemas de bombeo.
2. En la segunda fase se realizarán mediciones de las condiciones generales del funcionamiento de los sistemas eléctricos y de la instalación eléctrica en tiempo real, a partir de un estudio de calidad de la energía, apoyado con aparatos de medición como

un analizador de Redes Fluke 435, una cámara termográfica Ti-25 Fluke, además de otros equipos.

3. En la fase tres se analizará la información obtenida y se emitirá un diagnóstico tomando como base los resultados de la fase uno y fase dos, con los cuales se propondrán soluciones para implementar una Eficiencia Energética Eléctrica en el aeropuerto.
4. Un estudio económico de las propuestas que se van a presentar, con el fin de que se opte por la opción más adecuada.

Una vez analizado los valores obtenidos a partir de instrumentos de medición, indagatorias e inspecciones visuales, se propondrán soluciones de mejora, todo esto con el fin de reducir probables daños a la integridad física de los usuarios y de la instalación contribuyendo a la operación continua e ininterrumpida del aeropuerto, proponer estrategias de reducción en el consumo energético y contribuir en la reducción de la emisión de gases contaminantes a la atmósfera, producto de la generación de energía eléctrica.

#### 1.10.2 Cronograma

El cronograma es una herramienta muy importante en la gestión de proyectos. Es importante establecer y seguir un cronograma de trabajo para poder avanzar con orden en esta investigación, con el fin de cumplir en tiempo y forma los puntos establecidos, ver (anexos 1).

## 2 MARCO REFERENCIAL

### 2.1 Eficiencia Energética Eléctrica (E.E.E.)

La Eficiencia Energética Eléctrica (E.E.E.) se define como “el modo más rápido, económico y limpio de reducir el consumo de energía en equipos eléctricos sin sacrificar el confort, la calidad de operación y objetivo para la cual fueron diseñados los equipos consumidores de energía eléctrica”. Con ello lograrán alargar la vida útil de los aparatos, y un bajo costo en los recibos de la compañía suministradora de energía, a su vez se promueve la reducción en el impacto del medio ambiente. Para poder implementar métodos de (E.E.E.), será necesario en la mayoría de los casos implementar aparatos de bajo consumo energético ejemplo Motores e iluminación con la mayor eficiencia, además de sistemas domóticos que ayuden a la optimización del consumo energético, todo esto ha sido aplicado a residencias, comercios e industrias con resultados garantizados. Cabe mencionar que de todos los costos operativos, el energético es el más fácil de controlar, pero para su reducción es indispensable un control continuo, una gestión adecuada de la información y una asesoría de E.E.E efectiva. Los tres objetivos de la E.E.E. son 1.- el ahorro energético, 2.- Mejora de la productividad, 3.- la Disponibilidad y fiabilidad. A continuación en la figura 2.1 se presenta un Proceso de mejora continua con enfoque a la E.E.E.

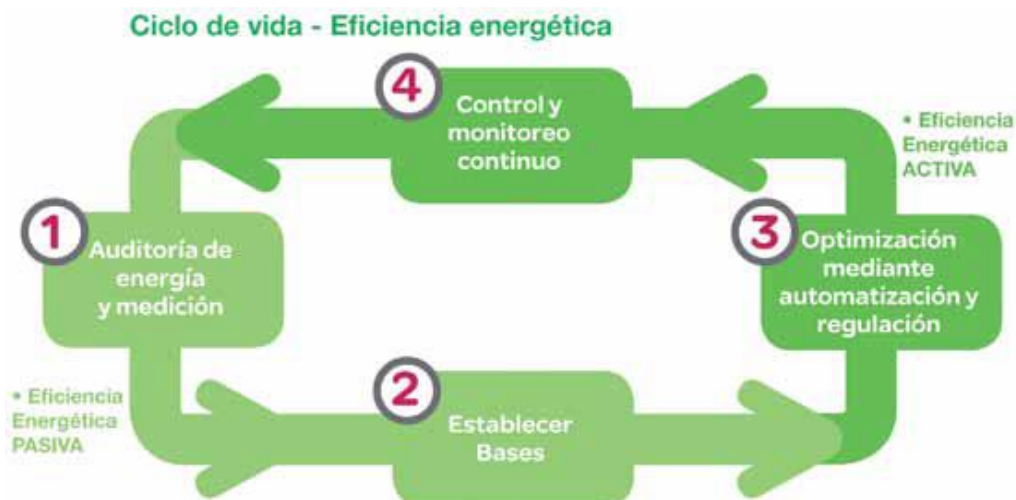


Figura 2.1: Mejora continua con enfoque a la E.E.E. Fuente Shneider Electric.

**1.- Medir y auditar:** Medición de los parámetros de la energía eléctrica (Métodos de Calidad de energía).

**2.- Establecer bases:** Implementación de dispositivos de bajo consumo, nuevas tecnologías de materiales térmicamente aislantes, mantener disponibilidad de energía de calidad.

**3.- Automatizar y regular:** Soluciones domóticas para el control del consumo de energía en edificios, se refiere a la automatización secuencial de motores, iluminación, climatización y cualquier proceso industrial.

**4.- Monitoreo continuo:** Supervisión y Mantenimiento Predictivo.

## **2.2 Eficiencia Energética en México**

### **2.2.1 Antecedentes**

"En México poco más del 85% de los energéticos proceden de recursos naturales no renovables, hidrocarburos y carbón. La normalización en eficiencia energética ha demostrado ser, en diferentes países, una herramienta útil para lograr un consumo prudente y racional de la energía. Con base a lo anterior la Secretaría de Energía (SENER) a través de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) ahora llamada Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), constituyó en el año de 1993 el Comité Consultivo para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE), presidido por el director General de dicha Comisión para elaborar y expedir las Normas Oficiales Mexicanas en Eficiencia Energética (NOMENER).

Se puede decir que, formalmente, el proceso de normalización de eficiencia energética en México se inicia en 1993, las primeras tres normas se publican en septiembre de 1994 y entran en vigor en enero de 1995. Los tres productos normalizados fueron refrigeradores, acondicionadores de aire y motores trifásicos. A la fecha se han elaborado 28 normas de eficiencia energética." (Hernández., 2011)

### **2.2.2 Presente**

"El consumo adecuado y asequible de energía es indispensable para el desarrollo económico y social de un país. La situación actual exige cambiar la forma en que se produce y consume la energía para garantizar un desarrollo económico sustentable, al mismo tiempo que se satisfacen las necesidades energéticas por medio del uso racional de los recursos y las tecnologías.



Los indicadores de eficiencia energética son una herramienta útil para ello, ya que describen de forma detallada cómo ciertos factores determinan o impulsan el uso de la energía en los distintos sectores de la economía. Asimismo, dichos indicadores permiten conocer las áreas potenciales de mejora en la eficiencia energética y el alcance en el ahorro de energía por sector, además de proporcionar información desde una perspectiva social como la equidad en el acceso y distribución a los recursos energéticos." (SENER, 2011)

"En tiempos en que el calentamiento global y los cambios climáticos son motivo de preocupación en el mundo, la mejoría de la eficiencia energética es la solución más económica, eficaz y rápida para minimizar impactos ambientales causados por el uso de energía y reducir emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Es un reto para todos los usuarios consumidores de energéticos, principalmente, para organizaciones en expansión que son los mayores consumidores y a su vez los responsables de aportar altos índices de emisiones de (CO<sub>2</sub>).

La aplicación de métodos de eficiencia energética trae, además, otras ventajas. Economiza recursos naturales como el petróleo y el gas, disminuye costos de producción, posibilita la producción de bienes cada vez más baratos y competitivos, mejora el desempeño económico de empresas. Reduce la necesidad de invertir en infraestructura y energía, pues es más barato conservar que generar energía, garantiza más recursos para ser destinados a otros fines. Además, asegura el retorno de la inversión realizada, ya que dicha inversión es recuperada a lo largo de la vida útil de los equipamientos, debido al ahorro de energía ocurrida. En ese contexto, considerando que, hoy en el mundo, el 85 % de la energía consumida tiene origen fósil y no renovable, mejorar la eficiencia energética significa, además, economizar recursos para las próximas generaciones." (Gabielli, 2012)

### 2.2.3 Tendencias

El cuidado y buena administración de la energía requiere de la participación de la sociedad en su conjunto. El impacto de dicha participación en la meta se verá reflejado en los niveles de eficiencia energética del país. Es por ello que, se ha incluido a la eficiencia energética como uno de los tres ejes rectores de la Estrategia Nacional de Energía (ENE). Las normas y estándares técnicos son instrumentos que promueven un uso más eficiente de la energía. Sin embargo, es fundamental lograr claridad en los objetivos y en los temas planteados para tener óptimos niveles de participación social y alcanzar las metas. En los últimos años, el consumo per cápita de energía y la intensidad energética han aumentado significativamente. (SENER, 2011).

Para revertir este incremento, el Gobierno Federal ha promovido una cultura energética enfocada al uso eficiente de la energía y al aprovechamiento óptimo de los recursos a

través de campañas y programas que incentivan a la población a consumir la energía de forma más responsable y eficiente. Ejemplo de lo anterior, son los programas “Focos Sustentable” y “Cambia tu viejo por uno nuevo” que están orientados a la sustitución de equipos ineficientes por equipos más eficientes. Con ello, los hogares reducen su consumo de electricidad. La meta global del primer programa asciende a 45.8 millones de focos. Para lograr cumplir con la meta, se está ampliando la campaña de difusión del Programa y se han incrementado los puntos de canje. Asimismo, se está diseñando un nuevo esquema para la segunda etapa del Programa.

Es por ello que a través de una cultura energética que favorezca el uso eficiente de la energía, será posible incrementar la calidad de vida de la población, a la vez que se favorece la seguridad energética, la competitividad, el respeto y protección al medio ambiente. Algunas de las medidas requieren acciones sencillas que pueden instrumentarse de inmediato, como la promoción y difusión de las ventajas del ahorro energético y el uso de nuevas tecnologías más eficientes; otras necesitan de tiempo y preparación para que se concreten, como generar una cultura para adoptar nuevos hábitos de consumo. (SENER, 2011).

#### 2.2.4 Estado de la técnica

Las empresas requieren de un suministro de energía eléctrica fiable y de buena calidad, hoy día prácticamente todas las operaciones comerciales y los procesos industriales, se controlan con equipos electrónicos e informáticos, estas y otras cargas eléctricas importantes están expuestas a las perturbaciones presentes en la red, que afectan a la calidad y fiabilidad del sistema eléctrico; la productividad y eficiencia de las empresas dependen totalmente de un suministro eléctrico de calidad, no obstante se estima que en un mes se producen como media más de cien interrupciones del suministro, de las cuales un 80% se originan en las propias instalaciones, anomalías en la iluminación, mal funcionamiento en los sistema de cómputo, protecciones que se disparan intempestivamente y sobrecalentamiento en los equipos, son efectos típicos de una falta de calidad del suministro eléctrico; Si estos problemas se ignoran se pueden producir paradas indeseables de la producción, fallos en los equipos, situaciones de riesgo para la seguridad del personal, y un excesivo consumo de energía.

La inspección periódica de la calidad eléctrica, garantiza la productividad de la instalación y un recorte notable de gastos, (FLUKE, 2011)

Actualmente el diagnostico energético eléctrico ha cobrado especial interés debido a la preocupación global de cuidar el planeta. En las redes de distribución se pueden originar las perturbaciones eléctricas que afectan en las instalaciones del usuario final. Estas a su vez, tienen numerosas consecuencias que afectan a los equipos y que incluso, pueden poner en riesgo la integridad física de las personas. Las empresas en la búsqueda de una mejora integral de su eficiencia, tienen en la calidad de la energía eléctrica uno de sus puntos estratégicos primordiales. Las perturbaciones eléctricas deben ser atendidas como un asunto existente y que tiene solución. La normatividad existente en el tema se puede aplicar por especialistas técnicos que puedan alcanzar la calidad de la energía eléctrica requeridas por las necesidades de cada consumidor. (Oquendo, 2008).

"La gestión energética se define como "la suma de medidas planificadas y llevadas a cabo para conseguir el objetivo de utilizar la mínima cantidad posible de energía mientras se mantienen los niveles de confort (en oficinas y edificios) y los niveles de producción (en fábricas)". (Alfonso Aranda Usón, 2010)

De esto se deduce que el uso eficiente de la energía requiere de métodos racionales que den solución a los sobreconsumos, los excesos de pérdidas y la explotación de las instalaciones a partir de un análisis integral que se corresponda con las características específicas del consumidor.

La electricidad es uno de los principales portadores energéticos del sector empresarial, tal es así que la generación de electricidad representa el 30% de la emanación global de dióxido de carbono y constituye una de las principales causas del incremento de estas emanaciones en los últimos años.

Por ello hoy el empeño mundial está dirigido a incrementar la eficiencia de los procesos tecnológicos y equipos, utilizar mejores combustibles, el uso de fuentes alternativas de energía, la introducción de nuevas tecnologías y el desarrollo de programas y políticas que faciliten la implantación de sistemas de gestión.

Las nuevas tecnologías están asociadas a equipos domésticos, sistemas de climatización, productos de alumbrado, el uso intensivo de la electricidad en procesos productivos y los accionamientos asociados en el sector industrial y los servicios. Los factores que inciden en la eficiencia se pueden clasificar en: 1.- Factores asociados a limitaciones tecnológicas, problemas ambientales, políticas y barreras comerciales. 2.- Factores en el plano consumidor, relacionados con los costos, la disponibilidad y limitaciones para inversiones. 3.- Factores nacionales e internacionales que están asociados a políticas, programas, la colaboración y la no existencia de instituciones para establecer políticas.

Estudios realizados en países latinoamericanos han mostrado las siguientes características de los sectores consumidores: Sector residencial La iluminación representa el 32% del consumo eléctrico y se considera que la introducción de lámparas ahorradoras de bajo consumo puede reducir esto en un 20%. Mientras que la introducción de refrigeradores eficientes puede reducir el consumo anual de un equipo valores inferiores a 400KWh. Sectores privados de servicios han evaluado que los edificios comerciales y públicos tienen un 53% de consumo asociado a la iluminación. La experiencia internacional plantea que es posible ahorrar el 30% del consumo actual, si se introducen lámparas ahorradoras, se aprovecha la luz natural y se instalan sistemas de control para la iluminación. El potencial de ahorro en servicios sanitarios es elevado, si reducimos el derroche de agua es posible disminuir el bombeo de agua y utilizar un potencial de ahorro actual de un 50%. En este sector los sistemas de climatización también constituyen una importante fuente para el de ahorro, donde se han diseñado nuevos sistemas de intercambiadores de calor, piscinas almacenadoras de energía y la automatización de estos sistemas. En el sector industrial la mayor parte del consumo se encuentra en los accionamientos eléctricos, esto exige el uso de motores de alta eficiencia y mejoras en los equipos asociados. Un importante potencial de ahorro se encuentra en las máquinas eléctricas, vinculado a su uso intensivo, la correcta selección, los cambios de transmisión y el empleo de variadores de velocidad y arrancadores suaves. (Marrero Ramírez, 2010)

### 2.2.5 Calidad de la Energía

La Eficiencia Energética Eléctrica (E.E.E) engloba a la calidad de la energía, esta última es la herramienta que nos indicará el grado con la que una instalación eléctrica soporta la operación eficiente y fiable de todas sus cargas, la calidad de la energía se degrada por las perturbaciones de los parámetros eléctricos que se generan en la propia instalación o que proceden del exterior.

La mayoría de las empresas infravaloran el impacto de una pobre calidad eléctrica en su organización, cuando se produce algún problema en el suministro eléctrico se suele culpar a la compañía eléctrica, sin embargo al menos dos tercios de los incidentes se originan en las propias instalaciones, esto se debe a un uso cada vez mayor de componentes como equipos electrónicos e informáticos, variadores de velocidad en motores eléctricos, balastos electrónicos en la iluminación y cables largos o de reducida sección, durante su funcionamiento normal estos equipos pueden originar perturbaciones que se transmiten por toda la instalación eléctrica.

¿Cuáles son los signos que advierten problemas? Uno de ellos son las perturbaciones eléctricas que se pueden detectar de varias formas tales como, sistemas de cómputo que se apagan, luces y monitores que parpadean, motores sobre calentados, disparo intempestivo de protecciones y elevadas facturas, si estas señales se ignoran los equipos de la instalación podrían dañarse y los procesos claves de la actividad empresarial detenerse, los costos de un mal suministro eléctrico pueden ser notables cuando se para la producción por una perturbación eléctrica, esto se verá reflejado en las ventas y disminuirán los beneficios, las interrupciones pueden surgir al final de proceso de su fabricación obligando a retirar productos casi acabados. Cuando la producción se detiene intempestivamente a causa de una perturbación eléctrica, resulta difícil y costoso determinar el origen del paro y restablecer la producción sin olvidar como sube su factura por una mala calidad del suministro, para garantizar una buena calidad eléctrica es necesario llevar a cabo inspecciones frecuentes con los instrumentos de medidas adecuados, solo los instrumentos específicamente diseñados para registrar y analizar los parámetros de la calidad eléctrica le permitirán identificar el origen de las perturbaciones y diagnosticar el problema correctamente, los datos registrados sirven de base para el mantenimiento predictivo de su instalación, pues permiten detectar las perturbaciones en una fase insipiente todavía no perjudicial, estas perturbaciones se definen en términos de su magnitud y duración si superan la tolerancia del equipo este puede dejar de funcionar correctamente o puede incluso dañarse, las perturbaciones típicas que afectan a la calidad del suministro son huecos y sobre tensiones distorsión armónica, desequilibrio, fliques y transitorios, a continuación se hace una breve descripción. (FLUKE, 2011)

### 2.2.5.1 Hueco (Dips)

Es una reducción brusca de la tensión por debajo del 90% de su valor nominal y puede durar de 10 milisegundos a un minuto, los huecos son las perturbaciones eléctricas más frecuentes, originan las fluctuaciones en la iluminación, re-inicialización de los sistemas de cómputo o paradas intempestivas de variadores de velocidad, su origen suele estar en la conexión o desconexión de una gran carga como un compresor de un aire acondicionado o un gran motor.

### 2.2.5.2 Sobre tensión

Es un incremento súbito de la tensión por encima del 10% de su valor nominal, las sobre tensiones provocan el disparo de las protecciones automáticas, dañan a los motores y reducen las vidas de las luminarias, las sobre tensiones suelen originarse por un descenso súbito de equipos de alto consumo o desconexiones de grandes cargas.

### 2.2.5.3 Distorsión armónica

Es la alteración de la forma de onda sinusoidal de la tensión y tiene su origen en las cargas de la instalación que consumen corrientes a frecuencias distintas de 60 hertz, los armónicos provocan calentamientos sobre cables, motores y transformadores así como el disparo intempestivo de interruptores, relés y fusibles. Las distorsiones armónicas son corrientes y/o voltajes presentes en un sistema eléctrico, con una frecuencia múltiplo de la frecuencia fundamental. Así, en sistemas con frecuencia de 60 Hz y cargas monofásicas, las armónicas características son la tercera (180 Hz), quinta (300 Hz), y séptima (420 Hz).

Con el creciente aumento en el uso de cargas no lineales (procedentes de la electrónica de potencia), se han empezado a tener algunos problemas en las instalaciones eléctricas debido a los efectos de las componentes armónicas de corrientes y voltajes en el sistema eléctrico, que no se contemplaban anteriormente.

Esta situación puede llegar a causar un funcionamiento incorrecto de muchos equipos (especialmente los menos robustos) que han sido diseñados para operar bajo condiciones normales (poca distorsión armónica). Es importante señalar que las armónicas son una situación de estado estable, por lo que no se deben confundir con fenómenos transitorios. Aun y cuando las corrientes de energización en los transformadores son transitorios en sistemas eléctricos, también se pueden citar dentro de fuentes que producen armónicas, si operan en sistemas que presentan una resonancia aguda en alguna de las frecuencias de esta corriente (en su mayoría la 2da, 3ra, 4ta y 5ta armónicas). Esto causaría una distorsión en voltaje que a su vez afectará a la corriente de energización del transformador, por ende excitando aún más la frecuencia de resonancia del sistema e

incrementando la distorsión en voltaje hasta niveles que pueden degradar o dañar equipo en forma instantánea o eventual.

La distorsión armónica total o (THD), engloba todos los armónicos, el nivel de (THD) de la tensión debe situarse por debajo del 4 %, niveles superiores pueden causar problemas

#### 2.2.5.4 Desequilibrio

El desequilibrio de Tensión, hace referencia a la diferencia entre las tres tensiones de un sistema trifásico, para mantener el equilibrio en tensión es necesario hacer un reparto equilibrado de las cargas en las tres fases, un desequilibrio en tensión en más del 2% ocasiona el fallo prematuro en motores y otras cargas trifásicas, las cargas más alejadas del cuadro principal sufren mayores desequilibrios, por lo que se deben comprobar con mayor frecuencia. El desequilibrio de la tensión en los sistemas trifásicos, el desequilibrio implica un problema en la tensión de red o un problema de efecto en la carga, el desequilibrio se mide en tantos por ciento a mayor porcentaje mayor desequilibrio, por ejemplo: según la norma EN50160 el desequilibrio será menor a un 2 % en el punto de entrega de la compañía.

#### 2.2.5.5 Flicker (Parpadeo)

Este fenómeno es apreciable en la iluminación incandescente por efecto de la fluctuación periódica de la tensión a frecuencia de hasta 30 hercios, el flicker se origina generalmente en las cargas que funcionan en un régimen cíclico de arranque y parada, aunque el flicker no afecta a los equipos, pero es molesto para las personas, por ejemplo una fluctuación de la tensión del 0,5% a 9 hercios es perceptible y puede provocar dolor de cabeza.

#### 2.2.5.6 Transitorios

Son bruscos aumentos de la tensión con duración de milésimas de segundo, los transitorios pueden destruir los componentes electrónicos de los equipos, bloquear los sistemas de cómputo, generar errores en la transmisión de datos digitales o dañar el aislamiento de motores y otros equipos, los transitorios se producen en la conexión o desconexión de grandes equipos o incluso por los rayos.

#### 2.2.5.7 Factor de potencia (Cos $\phi$ )

Para hablar de una buena calidad de energía en los sistemas eléctricos de cualquier empresa, es necesario estudiar y atender un fenómeno llamado factor de potencia, el cual va directamente relacionado con la eficiencia energética eléctrica, esto quiere decir que un equipo entre más eficiente sea requerirá menos energía para realizar un trabajo útil. De forma general factor de potencia, f.d.p., de un circuito de corriente alterna, se define

como la relación entre la potencia activa, P, y la potencia aparente, S. (Ver Figura 2.1, triangulo de Potencias). El factor de potencia puede tomar valores entre 0 y 1, lo que significa que: El valor ideal del factor de potencia es 1, esto indica que toda la energía consumida por los aparatos ha sido transformada en trabajo. Por el contrario, un factor de potencia menor a la unidad significa mayor consumo de energía necesaria para producir un trabajo útil.

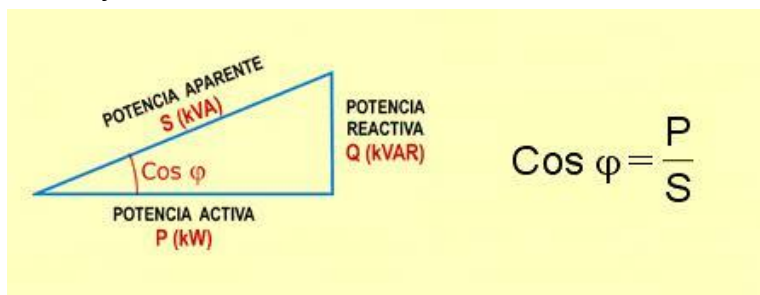


Figura 2.2 Triangulo de Potencias

Considerando lo anterior el factor de potencia por debajo del 90% significa energía desperdiciada por su empresa y en consecuencia un incremento innecesario en el importe de su facturación por este concepto.

De acuerdo al comportamiento del factor de potencia se aplica una penalización cuando el factor de potencia es menor al 90% o bonificación cuando el factor de potencia es mayor al 90%.

Qué origina un bajo factor de potencia

La mayoría de los equipos eléctricos utilizan potencia activa o real que es la que hace el trabajo real y utilizan también la potencia reactiva, la cual no produce un trabajo físico directo en los equipos.

Un alto consumo de energía reactiva puede producirse como consecuencia principalmente de:

- Un gran número de motores.
- Presencia de equipos de refrigeración y aire acondicionado.
- Una sub-utilización de la capacidad instalada en equipos inductivos, por una mala planificación y operación en el sistema eléctrico de la industria.
- Un mal estado físico de la red eléctrica y de los equipos de la industria.

Además del incremento en el importe de la facturación, un bajo factor de potencia también deriva en los siguientes problemas:

- Mayor consumo de corriente.
- Aumento de las pérdidas en conductores por efecto Joule.
- Desgaste prematuro de los conductores.
- Sobrecarga de transformadores y líneas de distribución.
- Incremento en caídas de voltaje.



### 2.2.5.8 Inspección

La detección de cualquier parámetro perjudicial no sería posible si no se llevaran a cabo inspecciones con regularidad en el sistema eléctrico, ésta actividad dará por consecuencia ahorro en tiempo y dinero en reparaciones, el análisis de la calidad eléctrica se centra en el registro de unos cuantos parámetros, cuya tendencia permite anticipar si se puede producir un mal funcionamiento a futuro de los equipos o incluso una parada crítica, la estabilidad de la tensión su distorsión armónica y el desequilibrio son buenos indicadores de la salud del suministro eléctrico. (FLUKE, 2011)

### 2.2.6 Tipos de cargas (Cargas Resistivas, Inductivas y Capacitivas.)

Los tipos de cargas eléctricas caen dentro de cuatro categorías: resistivas, capacitivas, inductivas o una combinación de las anteriores. Algunas cargas son puramente resistivas, capacitivas o inductivas. La naturaleza imperfecta de cómo son construidos los dispositivos eléctricos o electrónicos causa inductancia, capacitancia y resistencia para ser una parte inherente de muchos dispositivos.

#### Cargas resistivas.

Un resistor es un mecanismo que resiste el flujo de la electricidad. Al hacerlo, parte de la energía eléctrica es disipada como calor. Dos cargas comunes resistivas son los bulbos de luz incandescente y los calentadores eléctricos. La resistencia ( $R$ ) es medida en ohms. Un bulbo de luz incandescente produce luz al pasar corriente eléctrica a través de un filamento en un vacío. La resistencia del filamento causa que se caliente y la energía eléctrica es convertida en energía luminosa. Los calentadores eléctricos trabajan de la misma manera, excepto que ellos producen una poca luz. La corriente eléctrica y el voltaje en una carga resistiva se dicen estar "en fase" uno con otro. Cuando el voltaje se eleva o cae, la corriente también se eleva y cae al mismo tiempo.

#### Cargas Capacitivas.

Un capacitor almacena energía eléctrica. Las dos superficies conductoras están separadas por un aislante no conductor. Cuando una corriente eléctrica es aplicada a un capacitor, los electrones de la corriente se acumulan en la placa adjunta a la terminal a la cual es aplicada la corriente eléctrica. Cuando la corriente es retirada, los electrones fluirán de regreso a través del circuito para alcanzar la otra terminal del capacitor. Los capacitores son utilizados en motores eléctricos, radio circuitos, fuentes de poder y muchos otros circuitos. La capacidad de un capacitor para almacenar energía eléctrica es llamada capacitancia ( $C$ ). La unidad principal de medida es el faradio, pero la mayoría de los capacitores están medidos en microfaradios. La corriente lleva el voltaje de un capacitor. El voltaje a través de las terminales comienza en cero voltios mientras la corriente está a su máximo. A medida que la carga se desarrolla en la placa del capacitor, el voltaje se

eleva y la corriente cae. A medida que un capacitor se descarga, la corriente se eleva y el voltaje cae.

#### Cargas Inductivas.

Un inductor puede ser cualquier material conductor. Cuando un cambio de corriente pasa a través de un inductor, éste induce un campo magnético alrededor de este mismo. Girando el inductor en una bobina incrementa el campo magnético. Un principio similar ocurre cuando un conductor es colocado en un campo magnético cambiante. El campo magnético induce una corriente eléctrica en el conductor. Ejemplos de cargas inductivas incluyen transformadores, motores eléctricos y bobinas. Dos series de campos magnéticos en un motor eléctrico opuestos uno con otro, forzan al árbol del motor para que gire. Un transformador tiene dos inductores, uno primario y uno secundario. El campo magnético en el devanado primario induce una corriente eléctrica en el devanado secundario. Una bobina almacena energía en un campo magnético que induce cuando un cambio de corriente pasa a través de éste y libera la energía cuando la corriente es retirada. La inductancia (L) es medida en henrios. El cambio de voltaje y corriente en un inductor están fuera de fase. A medida que la corriente se eleva al máximo, el voltaje cae.

#### 2.2.6.1 Cargas Combinadas.

Todos los conductores tienen alguna resistencia bajo condiciones normales y también exhiben influencias inductivas y capacitivas, pero esas pequeñas influencias son generalmente despreciadas para fines prácticos. Otras cargas hacen uso de varias combinaciones de inductores, capacitores y resistores para llevar a cabo funciones específicas. El condensador eléctrico de un radio utiliza inductores variables o capacitores en combinación con un resistor para filtrar un rango de frecuencias mientras permite sólo una banda estrecha pasar a través del resto del circuito. Un tubo de rayos catódicos en un monitor o televisor utiliza inductores, resistores y la capacitancia inherente del tubo para controlar y desplegar una imagen en las cubiertas de fósforo del tubo. Los motores de una fase con frecuencia utilizan capacitores para ayudar al motor durante el encendido y la marcha. El capacitor de inicio provee una fase adicional de voltaje al motor a partir de que éste cambia la corriente y voltaje fuera de fase recíprocamente.

### 2.2.6.2 Relación entre los tipos de cargas y el factor de potencia.

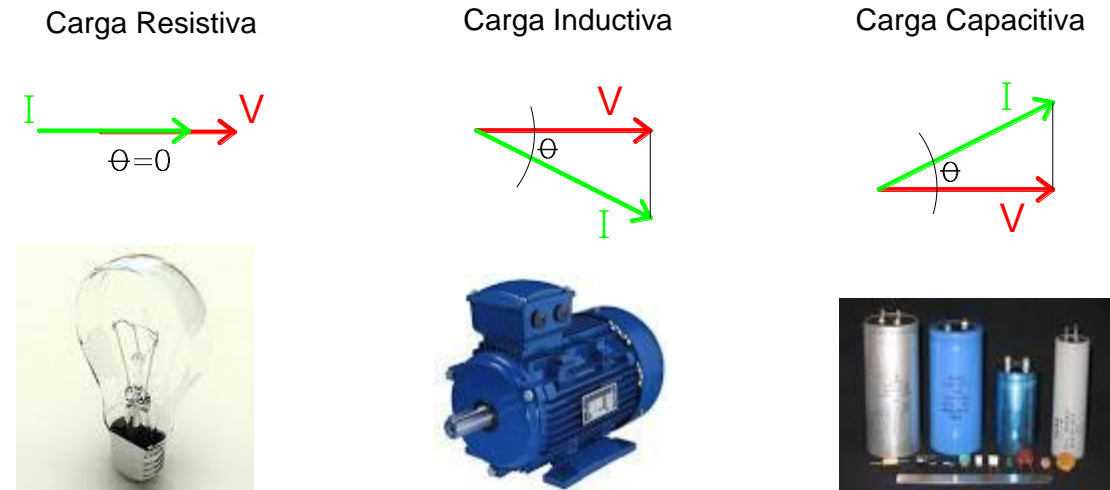


Figura 2.3 Diferentes tipos de cargas

Las cargas inductivas (transformadores, motores de inducción, balastos de lámparas fluorescentes, compresores, bombas, hornos, etc.) generan potencia reactiva; es decir, provocan un desfase entre las señales de voltaje (V) y corriente (I). La señal de corriente (I) se atrasa con respecto a V.

En luminarias fluorescentes y equipos electromecánicos (motores, compresores, transformadores, aire acondicionado) sólo una parte de la energía se transforma en frío, luz o movimiento del eje de los motores Energía Activa (P); el resto es requerido por el equipo para su propio funcionamiento (Energía Reactiva (Q) para que generen los campos magnéticos de los motores y balastos de iluminación. En síntesis: a mayor consumo de Energía Reactiva (Q) en una instalación, más pobre es el aprovechamiento de la energía. Si se corrige completamente dicho desfase inyectando energía reactiva pero de naturaleza eléctrica opuesta (energía capacitiva) entonces la energía reactiva resultante será cero (Q = 0) lo que significaría que no hay desperdicio porque las señales de voltaje (V) y corriente (I) están alineadas ó en fase.

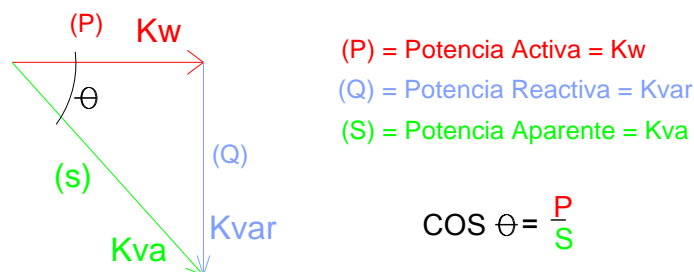


Figura 2.4 triángulo del factor de potencia

### 2.2.6.3 Como corregir el bajo factor de potencia.

A partir de un ejemplo en el cual se tienen los siguientes datos iniciales:

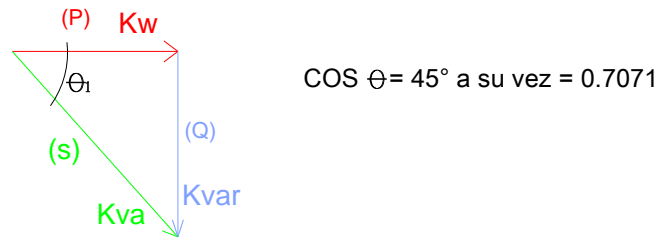


Figura 2.5 triángulo del factor de potencia

Lo cual se logra inyectando energía capacitiva; la que se contrapone eléctricamente o compensa la energía inductiva.

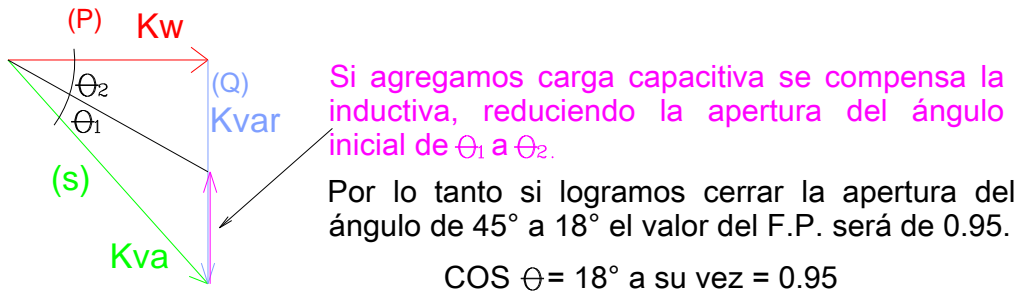


Figura 2.6 corrección del factor de potencia

### 3 DESARROLLO

#### 3.1 Metodología DMAMC

- 1º. **Definición** de las etapas de esta sección así como de la problemática, y sus causas. El objetivo de esta etapa es conocer, entender, delimitar y establecer la problemática que existe en el sistema energético eléctrico. Las necesidades del cliente así como las necesidades de proveedor de servicios, hacer referencia a las herramientas necesarias para llevar a cabo el diagnóstico.
- 2º. **Medición** El objetivo de esta etapa es conocer, entender el comportamiento de los parámetros eléctricos a partir de la información obtenida de un analizador de redes y una cámara termográfica, para ello es necesario hacer un levantamiento de información preliminar que incluya: ubicación de subestaciones, análisis de los recibos de cobro de Comisión Federal de Electricidad (CFE), censo de equipos y sus características técnicas.
- 3º. **Análisis** de los resultados para emitir dictamen de las causas que afectan al sistema eléctrico con ello se podrá ofrecer propuestas de **Mejora** en los aprovechamientos de los energéticos y beneficios intrínsecos.
- 4º. El **Control** y la **Mejora** continua se logrará con la aplicación de las propuestas de corrección a partir de la disciplina, perseverancia, visión y misión de la empresa, las cuales inciden en concientización del cuidado del medio ambiente y la certificación de procesos que ostentan.

## **3.2 Definición**

En el aeropuerto Internacional de Puerto Vallarta Lic. Gustavo Díaz Ordaz, existe una serie de anomalías en el sistema energético, los cuales al conjugarse, dan como resultado un uso inadecuado e ineficiente de la energía eléctrica, la mayoría de los problemas que se presentan en dicho aeropuerto son desperdicios energéticos involuntarios, falta de mantenimiento y descuidos. Debido al confort que debe mantener y ofrecer a los usuarios, se requiere que el aeropuerto opere con el sistema de aire acondicionado de forma permanente, se tiene poco control de la temperatura, y de los tiempos que permanece encendido, de igual forma el sistema de iluminación está encendido de forma permanente, en algunos casos de forma innecesaria debido a que a veces las luminarias operan en días soleados, por otro lado, el sistema eléctrico ha sido modificado de forma constante a lo largo de los años debido a los cambios no planeados, eso ha generado desorden, descontrol y conexiones mal proyectadas de diferentes equipos, con sus respectivas consecuencias las cuales inducen efectos nocivos a la red, como (desbalances en las fases, fluctuaciones, armónicos, bajo factor de potencia, parpadeo, desequilibrio, transitorios) aparte de los fenómenos atmosféricos que se generan en el propio aeropuerto, se sabe que la energía que provee la red de CFE, no es fiable al 100 %, por lo cual todo ello se convierte en una problemática que merece de atención y análisis.

### **3.2.1 ¿Porque es importante este Proyecto?**

El desperdicio de energía es un problema para quien de forma consciente e inconsciente lo lleva a cabo, y que al final de cuentas repercute en altos consumos y por consecuencia pérdidas económicas, además de contaminación para la sociedad y el medio ambiente, debido a las emisiones de CO<sub>2</sub> que se esparcen por todo el mundo.

El aeropuerto tiene la obligación de implementar medidas de reducción en los consumos de energías, en este trabajo se darán a conocer técnica y estrategias, con el fin de que sean aplicadas a la brevedad y con ello mejore su aprovechamiento, reduzca sus costos por pagos a CFE, y sea una empresa en la medida de lo posible responsable y respetuosa con el medio ambiente.

Es importante resaltar que los administradores están preocupados y necesitan hacer las correcciones pertinentes, para ellos es urgente encontrar soluciones.

A partir de las indagatorias se pudo constatar que el desperdicio de los recursos energéticos en el aeropuerto es una responsabilidad total de los administradores, ellos son los que tienen que implementar medidas de ahorro. El usuario en promedio

permanece dentro del aeropuerto 1 hr con 30 minutos antes de abordar su vuelo y solo 30 minutos una vez que hace su llegada, todo esto en condiciones habituales.

Cabe resaltar que el usuario no tiene en sus manos el control del sistema de alumbrado, aires acondicionados, bombeo, uso de bandas transportadoras, señalamientos electrónicos, televisores, etc.

En esta investigación se pudo constatar que el sistema de alumbrado y de aire acondicionado permanece encendido prácticamente las 24 horas cuando se puede reducir utilizándolo de forma intermitente, sin afectar el confort que deben ofrecer las instalaciones del aeropuerto.

### 3.2.2 Herramientas de investigación

Una encuesta a los usuarios de las instalaciones del aeropuerto puede ser una herramienta confiable para conocer puntos de vista, datos específicos por parte del entrevistador. Se consideran confiables por que las respuestas que se esperan son sinceras y objetivas, ya que no hay ningún interés en los entrevistados más que el proponer mejoras en caso de que el aeropuerto lo requiriera.

A partir de una encuesta (Ver anexo 4) llevada a cabo y dirigida a los usuarios a la salida del aeropuerto, y previos a abordar su respectivo avión, la cual está conformada por 6 preguntas relacionadas con el aprovechamiento energético, dicha encuesta se llevó a cabo en acuerdo con los administradores del aeropuerto.

Previo a la encuesta se hicieron algunos experimentos con el fin de determinar si los usuarios notaban al aeropuerto fuera de confort, dichos experimentos consistieron en lo siguiente:

- ✓ Se apagaron algunas luminarias que regularmente permanecen encendidas en el día, ya que como es un aeropuerto está obligado a proveer un cierto nivel de iluminación, pero no consideran la estrada de iluminación natural, por lo tanto se puede concluir que a ciertas horas, la iluminación está excedida, para ser puntuales se debe tener un nivel de iluminación mínimo de 110 Luxes en el aeropuerto, intensidad suficiente para mantener una buena iluminación en Hangares, oficinas generales, restaurantes, cafeterías, salas de espera entre otros. (Ver anexo 3)
- ✓ En 4 baños (2 para Hombres y 2 para mujeres) de los más utilizados se instalaron sensores de presencia que activan el sistema de iluminación, cuando no hay

presencia de personas simplemente el sistema permanece apagado generando ahorro.

- ✓ Se pusieron a funcionar los aires acondicionados de forma intermitente, manteniendo una temperatura de confort, cabe aclarar que regularmente los sistemas de aires acondicionados permanecen encendidos si ningún control, y que hay partes dentro del aeropuerto que están muy frías, lo cual contrasta con el calor abrazante de la zona de puerto Vallarta. "Considerando que la temperatura de confort se encuentra siempre cercana a los 78°F y 50% de humedad relativa en verano y 75°F y 50 % de humedad relativa en invierno con una velocidad de viento de hasta 0.5 m/s." (Goríbar, 2011)
- ✓ De los 280 televisores que hay a lo largo del aeropuerto solo se dejaron encendidos el 50%.

Con estas 4 acciones se dio inicio a las indagatorias y se pudo constatar que más del 99% de los usuarios del aeropuerto se llevaron una buena impresión en general de las instalaciones y los servicios, y solo menos del 1% calificó con alrededor del 9.1, en una escala del 5 al 10 en donde el 10 es la calificación máxima.

### **3.3 Medición**

Es importante conocer los diferentes tipos de cargas, condiciones, características, ubicación y datos técnicos que están instalados actualmente en el aeropuerto, con el fin de recabar información que será necesaria para complementar los resultados que se obtengan de los diagnósticos que resulten del analizador de redes y cámara termográfica. Para esta etapa es necesario plantear el siguiente orden a seguir:

- 1.- Ubicación de las áreas donde se ubican los tableros eléctricos y las subestaciones que proveen energía al aeropuerto.
- 2.- Presentación de los planos arquitectónicos vistos de planta.
- 3.- Análisis del recibo Comisión Federal de Electricidad (CFE).
- 4.- Censo de equipos que incluya: cantidad, ubicación, marca, modelo, potencia, voltaje, anomalías, fotografías, consumo energético, etc.
- 5.- Instalación de los equipos de medición de parámetros eléctricos, para analizar los datos en la siguiente fase del DMAMC.



### 3.3.1 Ubicación de Subestaciones.

Se cuenta con 2 subestaciones que son las que abastecen las secciones de documentación y arribos tanto nacionales como internacionales. La subestación 1 se ubica en la planta baja, cabe mencionar que no a todos los equipos obtuvimos acceso, porque hay áreas restringidas e incluso las protegen con candado de seguridad.



Imagen 3.1, Subestación 1 en planta baja.



Imagen 3.2, Se visualiza Subestación 1 en planta baja, fuente Google Maps.

La subestación 2 se ubica en la planta alta, cabe mencionar que no a todos los equipos se autorizó el acceso debido a que hay áreas restringidas e incluso las mantienen con candado de seguridad por obvias razones.



Imagen 3.3, Subestación 2 en planta alta.

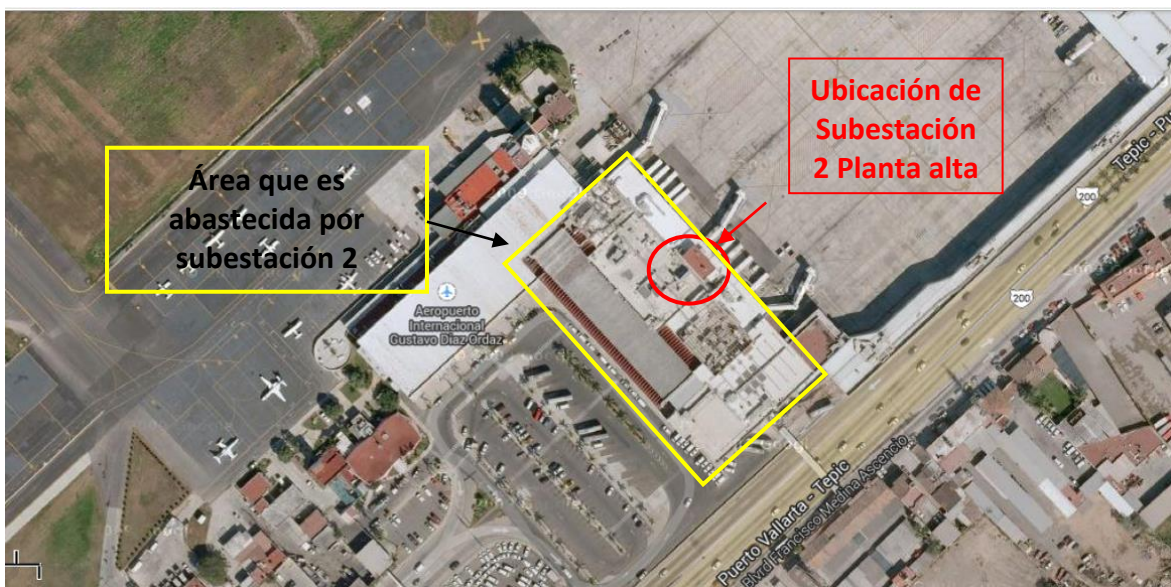


Imagen 3.4, Se visualiza Subestación 2 en planta alta, fuente Google Maps.

3.3.2 Planos del aeropuerto donde se esquematiza la, distribución de áreas.

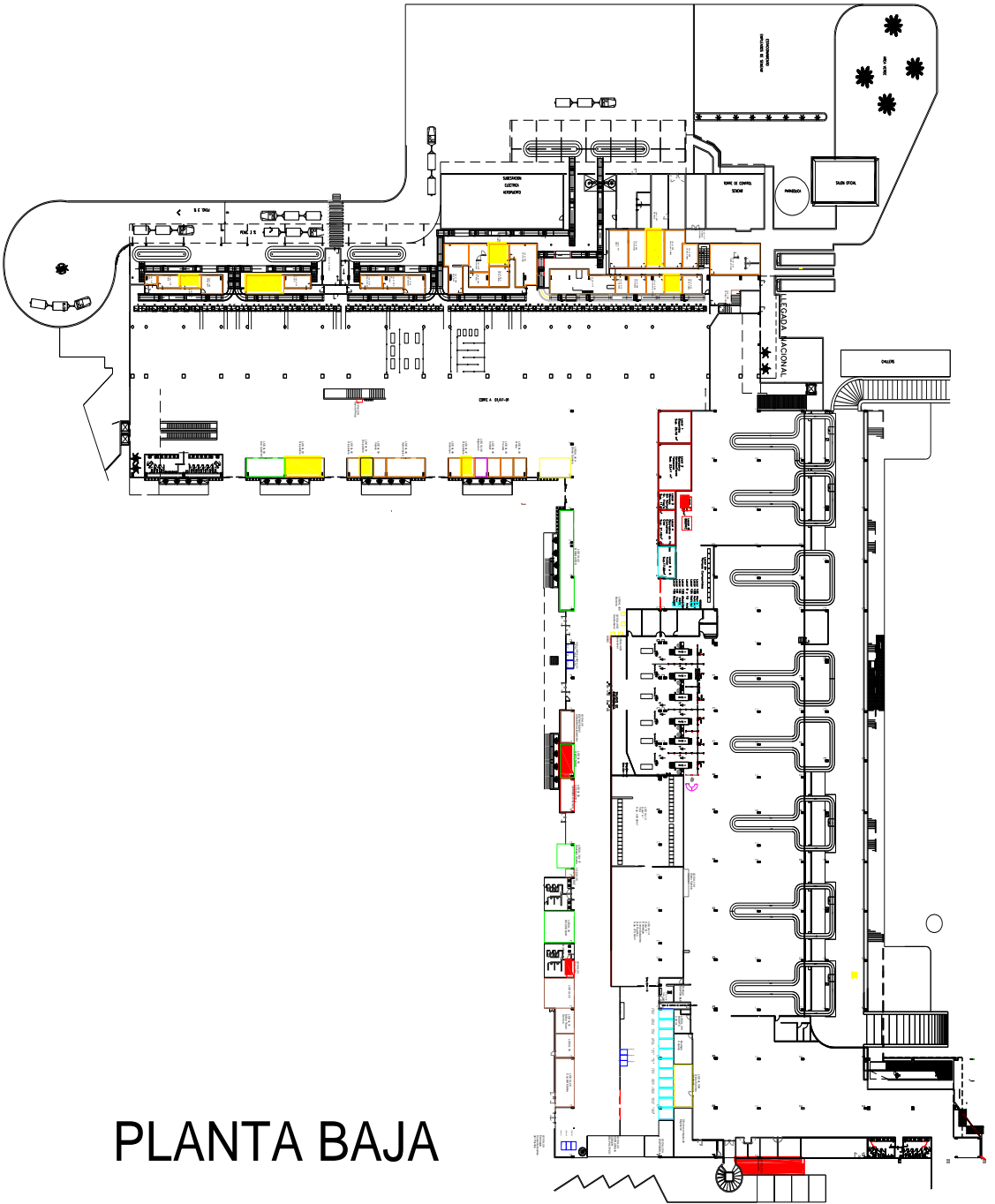
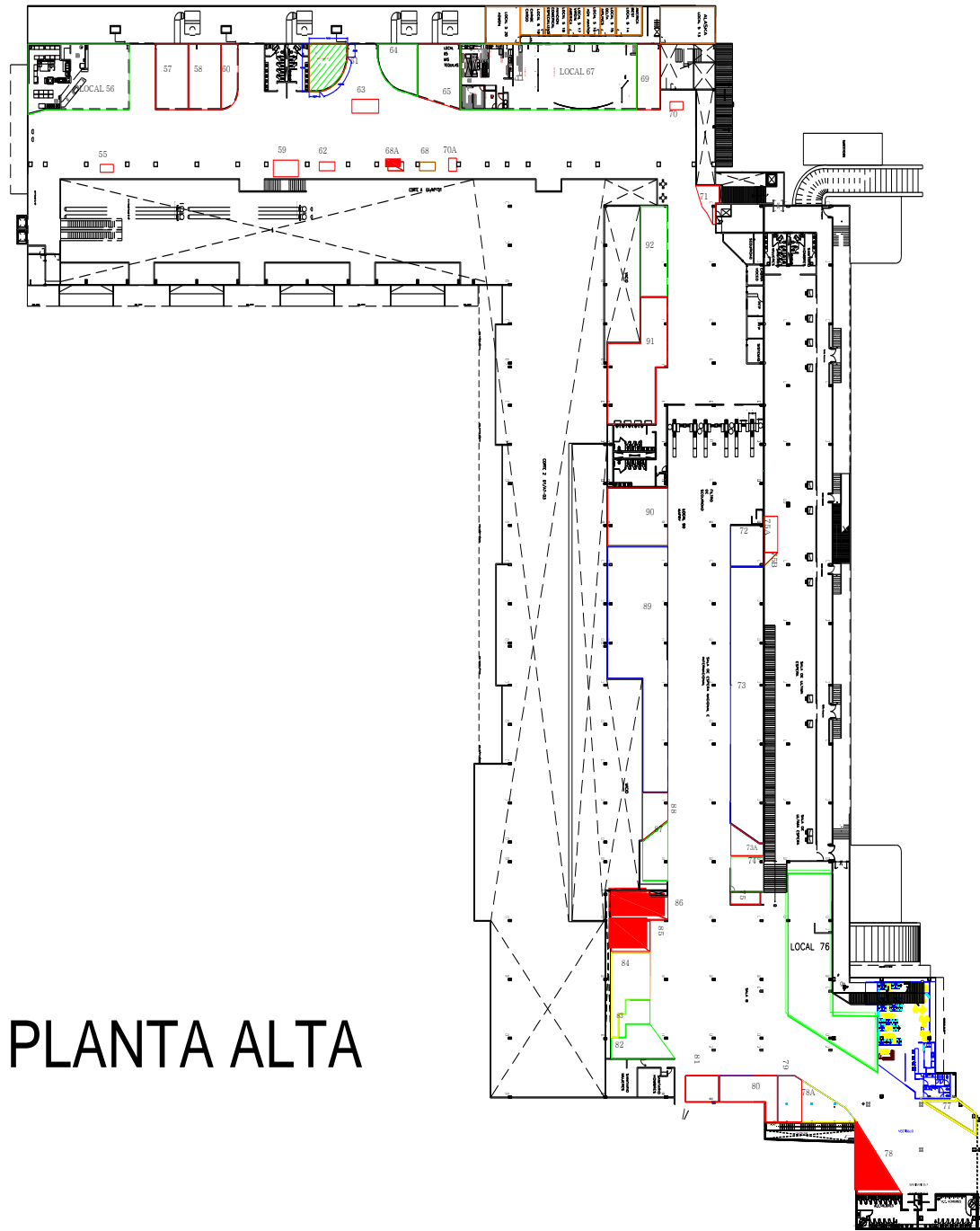


Figura 3.5 plano del aeropuerto de la distribución de áreas de la planta baja.



# PLANTA ALTA

Figura 3.5 plano del aeropuerto de la distribución de áreas de la planta alta.

### 3.3.3 Análisis del recibo Comisión Federal de Electricidad (CFE).

A continuación se presentan los recibos de cobro de (CFE) correspondientes al suministro de energía en media tensión tarifa HM para las subestaciones 1 y 2 que a su vez proveen energía en baja tensión a los equipos dentro del aeropuerto que funcionan en el área de documentación y arribos nacional e internacional. Ver Imágenes 1 y 2.

**CFE**  
Comisión Federal de Electricidad  
Av. Paseo de la Reforma Num. 164  
Cte. Juárez, México, D.F. 06600  
RFC: CFE370814-08

**Número de servicio:**  
494 921 201 705

**Total a pagar:**  
\$824,924.00  
(OCHOCIENTOS VENTICUATRO MIL NOVECIENTOS VENTICUATRO PESOS 00/100)

**Fecha límite de pago:**  
14 JUL 13

**Nombre y Domicilio:**  
AEROPUERTO DE PTD VTA SA CV  
RSE 7.5 CARR A TEPIC SN INT AER.  
AEROPUERTO  
PUERTO VALLARTA, JAL.

Fecha	Periodo	Ns. Medidor
00000000000000000000	31 MAY 13 A 30 JUN 13	834580

Tarifa	Carga conectada kW	Demanda contratada kW	Multiplicador
HM	1572	Datos 1,235	700

Consumo y Demanda	kWh base	kWh intermedia	kWh punta	kW base	kW intermedia	kW punta
	104,100	329,500	11,200	1,267	1,299	603

Consumo	Tarifa	Previa	Unidad	Valor
Energía en base kWh		104,100	kWh	1,00180
Energía en intermedia kWh		329,500	kWh	1,29900
Energía en punta kWh		11,200	kWh	2,38040
Demanda facturable kW		664	kW	171,00000

**Aviso importante:**  
- Corte a partir de 15 JUL 13.  
- Nos transformamos para servirte mejor.  
- Servicio a Clientes Teléfono 071.  
- El aprovechamiento de las energías renovables en los procesos genera mayor competitividad en la empresa. ¡Únase a una luz!

**Domicilio fiscal:**  
APV 000013FD

**Factura:** AJ  
**Folio:** 000040001  
**No. operación:** 187000  
**Año de operación:** 2013  
**No. contrato:** 000000001040002

Mes	Consumo (kWh)	P.P.	P.C.	Promedio
JUN 12	1,018	99.94	68	1,4536
JUL 12	924	99.94	70	1,4617
AGO 12	901	99.97	67	1,5267
SEP 12	1,046	99.93	62	1,4533
OCT 12	1,124	99.93	63	1,4296
NOV 12	931	99.92	72	1,4134
DIC 12	1,239	99.98	60	1,6006
ENE 13	963	99.94	46	1,6753
FEB 13	967	99.93	47	1,7067
MAR 13	982	99.97	40	1,6790
ABR 13	955	99.99	58	1,6452
MAY 13	930	99.94	48	1,5743
JUN 13	914	99.93	45	1,5963
JUL 13	964	99.93	49	1,6120

Conceptos	Importe \$
Energía	534,239.23
Demanda Facturable	174,776.32
Cargo Factor de Potencia	2,127.94
Subtotal	711,143.49
IVA 16%	113,782.60
Facturación del Periodo	824,926.09
Adelanto Anterior	-790,002.09
Su Pago	-790,002.09
<b>Total</b>	<b>\$824,924.00</b>

**Total a pagar:**  
\$824,924.00  
(OCHOCIENTOS VENTICUATRO MIL NOVECIENTOS VENTICUATRO PESOS 00/100 M.N.)

**Ruta:** 01 494921201705 130714 000624924 6  
**Clave de envío:** 29

**TALÓN DE CAJA**

Imagen 3.6 de recibo de cobro subestación 1. (Según el historial de éste recibo siempre se ha tenido problemas de bajo factor de potencia). La primera pista es que este fenómeno se presenta en temporada de invierno, lo cual indica que es cuando se dejan de utilizar los aires acondicionados y demás cargas inductivas a su capacidad nominal por lo que el factor de potencia se empobrece al operar por debajo de la potencia nominal o de placa.

**AVISO RECIBO**



Comisión Federal de Electricidad

Av. Paseo de la Reforma Num. 104  
 Col. Juárez, México, D.F. 06600  
 RFC: CFE370814-Q12

Número de servicio:

**494 950 312 869**

Total a pagar:

**\$1,509,375.00**

(UN MILLON CINCENTOS NUEVE MIL TRESCIENTOS SETENTA Y CINCO PESOS 00 MN.)

Fecha limite de pago:

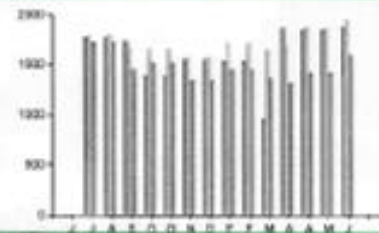
**14 JUL 13**

Nombre y Domicilio:

AEROPUERTO DE PTO VTA SA CV  
 KM 7.5 CARR A TEPIC SN INT AER  
 KVAS 750,054.00 VTA11348 Y 1064 KVA 1677 KW 06 01 23  
 AEROPUERTO  
 PUERTO VALLARTA, JAL.

Función y Período	Rata		Período	No. Medidor
	Letra actual	Letra anterior	Diferencia	
	820X13A010012600		31 MAY 13 A 30 JUN 13	682313
kWh base				213,953
kWh intermedia				572,944
kWh punta				43,122
kW base				1,587
kW intermedia				1,956
kW punta				1,587

Tarifa	Carga conectada kW	Demanda contratada kW	Multiplicador
W01	2035	7855	700



Módulo Conceptos	Total	Precio Unitario
Factor de potencia %		95.24
Energía en base kWh	213,953	1.29150
Energía en intermedia kWh	572,944	1.23650
Energía en punta kWh	43,122	2.90400
Demanda contratada kW	1,705	175.80000

Mes	Demanda (kW) 15:00	Consumo (kWh) 15:00	FP (%) 15:00	FC (%) 15:00	Precio (pesos)
JUN 12	1,787	1,018,321	91.00	72	1,4294
JUL 12	1,741	1,079,498	95.07	79	1,4522
AGO 12	1,714	929,022	95.03	97	1,5079
SEP 12	1,642	899,909	98.52	95	1,4401
OCT 12	1,736	833,799	96.03	97	1,4052
NOV 12	1,627	124,206	95.84	74	1,4349
DIC 12	1,746	858,494	95.84	95	1,5811
ENE 13	1,539	854,455	96.30	47	1,6633
FEB 13	1,585	819,870	96.81	50	1,6930
MAR 13	1,421	571,228	96.89	54	1,6391
ABR 13	1,536	584,906	98.45	40	1,6254
MAY 13	1,458	542,305	98.27	60	1,6034
JUN 13	1,458	523,174	96.04	47	1,5405
JUN 13	1,500	589,900	98.64	54	1,5053
<b>JUN 13</b>	<b>1,500</b>	<b>Estimado de CFE</b>	<b>98</b>	<b>50</b>	<b>1,5870</b>

**Avisos importantes**

- Corte a partir de 15 JUL 13.
- Nos transformamos para servir mejor.
- Servicio a Clientes Teléfono 071.
- El aprovechamiento de las energías renovables en los procesos genera mayor competitividad en la empresa... ¡¡Máximala una luz!

**Domicilio fiscal**  
 APV000015RD

Factura Xu  
 Folio 30000400013  
 No. de anotación 137876  
 Año de anotación 2011  
 No. certificado 30000000013410002

Conceptos	Importe \$
Energía	1,019,870.26
Demanda Factorable	209,790.15
Sanificación Factor de Potencia	-18,675.24
Sustitución	1,301,185.12
IVA 18%	208,180.62
Facturación del Período	1,509,374.79
Ajusto Anterior	1,400,855.86
Si Pago	-1,400,855.00
<b>Total</b>	<b>\$1,509,375.67</b>

Este documento es una representación impresa de un CFD

Comprobar original  
 El CFD es un documento electrónico que genera el sistema de facturación de CFE. Este documento es una representación impresa de un CFD. No tiene validez jurídica. El CFD es un documento electrónico que genera el sistema de facturación de CFE. Este documento es una representación impresa de un CFD. No tiene validez jurídica. El CFD es un documento electrónico que genera el sistema de facturación de CFE. Este documento es una representación impresa de un CFD. No tiene validez jurídica.

494950312869  
 01 494950312869 130714 001509375 1



Ruta:

Clave de envío:

31

**Total a pagar:**

**\$1,509,375.00**  
 (UN MILLON CINCENTOS NUEVE MIL TRESCIENTOS SETENTA Y CINCO PESOS 00 MN.)

**FALÓN DE CAJA**

Imagen 3.7 de recibo de cobro subestación 2. (Según el historial de éste recibo nunca ha habido problemas de bajo factor de potencia)

### 3.3.4 Censo y características de equipos Electromecánicos.

A continuación se presentan los equipos contabilizados dentro del aeropuerto que funcionan en el área de documentación y llegada nacional e internacional.

Para esta fase se llevó a cabo una inspección visual y un levantamiento de las condiciones en las que operan todos los sistemas eléctricos del aeropuerto, la forma en que se administra la energía es decir los horarios de uso de cada tipo de aparato, datos de la placa de los sistemas eléctricos, tales como sistemas de iluminación, sistemas de aire acondicionado, motores, y cargas en general, para un mejor orden se iniciará la exposición de cada tabla en el siguiente orden:

- 1) Sistema de iluminación interior.
- 2) Sistema de Aire Acondicionado Refrigeración.
- 3) Sistema de motores y bombas.
- 4) Cargas generales.

A continuación se presentan las fórmulas para la elaboración de las tablas de censo de todas las cargas del aeropuerto.

**Potencia Total = (valor en watts de la carga) (Número de aparatos)**

**Horas por mes = (Número de horas de uso del aparatos) (30 días)**

**Consumo mensual en (Kilovatios-Hora) = (Potencia Total) (Horas por mes) / (1000)**

### 3.3.4.1 Características técnicas y número de los equipos de iluminación interiores (sector documentación).

**Tabla 3.1** “características técnicas, ubicación y número de los equipos de iluminación interior”.







Iluminación Sector Documentación Planta Baja y Planta Alta											
Tablero	Cantidad	Imagen	Tipo de luminaria	Marca-Modelo	Potencia Vattios (W)	Potencia Total	Tiempo de uso al día	Horas por mes	Consumo mensual. Kilovatios-Hora (Vattios/1000xhr)	Anomalías detectadas	Tipo de carga
TAB. A Servicio de Emergencia	350		Gabinete 60x60 cm Modular con luminaria fluoerescente soquet T-8	Philips FB32T8/t1841/6	64	22,400	24	720	16,128	Luminarias encendidas en el día	Inductiva
	113		Luminaria tipo de empotrar en plafón	Tecnolite YD-4000/B	40	4,520	24	720	3,254	Luminarias encendidas en el día	Inductiva
	50		Luminaria tipo reflector aditivos metálicos de 1000 Watts.	Lumipar 1000w	1,000	50,000	24	720	36,000	Luminarias encendidas en el día	Inductiva
	85		Luminaria tipo reflector suspendido fluoerescente 2xDDE-26W	Tecnolite LFC-222/B	150	12,750	24	720	9,180	Luminarias encendidas en el día	Inductiva
	90		Reflector ES-3360	Tecnolite Briviesca ES3360	108	9,720	14	420	4,082	Luminarias encendidas en el día	Inductiva
	90		Luminaria empotrada color aluminio	Tecnolite YD-222/s	26	2,340	24	720	1,685	Luminarias encendidas en el día	Inductiva
Carga instalada (Watts)						101,730	Total de KW-Hrs-mes		70,330		



Imagen 3.8 sector documentación para una mejor apreciación de las características de luminarias ver anexos.



3.3.4.2 Características técnicas y número de los equipos de iluminación interiores (sector llegadas nacional e internacional).

**Tabla 3.2** “características técnicas, ubicación y número de los equipos de iluminación interior”.

Iluminación Sector Llegadas Nacional e Internacional Planta Baja											
Tablero	Cantidad	Imagen	Tipo de luminaria	Marca-Modelo	Potencia Vatios (W)	Potencia Total	Tiempo de uso al día	Horas por mes	Consumo mensual. Kilovatios-Hora (Vatios/1000Xhr)	Anomalías detectadas	Tipo de carga
TAB. B Servicio de Emergencia	92		Luminaria fluorescente de 2x32, lineal tipo industrial de sobreponer.	MAGG L10940	150	13,800	24	720	9,936	Luminarias encendidas en el día	Inductiva
	96		Luminaria tipo de empotrar en plafón	Tecnolite YD-4000/B	40	3,840	24	720	2,765	Luminarias encendidas en el día	Inductiva
	54		Reflector ES-3360	Tecnolite Briviesca ES3360	108	5,832	14	420	2,449	Luminarias encendidas en el día	Inductiva
	60		Luminaria empotrada color aluminio	Tecnolite YD-222/s	26	1,560	24	720	1,123	Luminarias encendidas en el día	Inductiva
Carga instalada (Watts)						25,032	Total de KW-Hrs-mes		16,273		



Imagen 3.9 sector llegadas nacional e internacional para una mejor apreciación de las características de luminarias ver anexos.

Características técnicas y número de los equipos de iluminación interiores (sector abordar, salas de espera, revisión de equipaje, pasillos).

**Tabla 3.3** “características técnicas, ubicación y número de los equipos de iluminación interior”.



Iluminación sector abordaje, salas de espera, revisión de equipaje, pasillos, Planta Alta											
Tablero	Cantidad	Imagen	Tipo de luminaria	Marca-Modelo	Potencia Varios (W)	Potencia Total	Tiempo de uso al día	Horas por mes	Consumo mensual. Kilovatios-Hora (Vatios/1000xhr)	Anomalías detectadas	Tipo de carga
TAB. C Servicio de Emergencia	375		Gabinete 60x60 cm Modular con luminaria fluorescente soquet T-8	Philips FB32T8/tl841/6	64	24,000	24	720	17,280	Luminarias encendidas en el día	Inductiva
	156		Luminaria tipo de empotrar en plafón	Tecnolite YD-4000/B	40	6,240	24	720	4,493	Luminarias encendidas en el día	Inductiva
	186		Luminaria fluorescente de 2x32, lineal tipo industrial de sobreponer.	MAGG L10940	150	27,900	24	720	20,088	Luminarias encendidas en el día	Inductiva
	80		Extrator de aire	Master Fan 15m3/hr	150	12,000	24	720	8,640	Luminarias encendidas en el día	Inductiva
			Carga instalada (Watts)			70,140	Total de KW-Hrs-mes		41,861		



Imagen 3.10 sector llegadas nacional e internacional para una mejor apreciación de las características de luminarias ver anexos.

### 3.3.4.3 Características técnicas y número de los equipos de iluminación exteriores.

**Tabla 3.4** “características técnicas, ubicación y número de los equipos de iluminación exterior”.


Iluminación Sector Exterior											
Tablero	Cantidad	Imagen	Tipo de luminaria	Marca-Modelo	Potencia Varios (W)	Potencia Total	Tiempo de uso al día	Horas por mes	Consumo mensual. Kilovatios-Hora (Vatios/1000xhr)	Anomalías detectadas	Tipo de carga
TAB. D. Servicio de Emergencia	95		Luminaria tipo reflector aditivos metálicos de 400 Watts.	Tecnolite DFL-400	400	38,000	24	720	27,360	Luminarias encendidas en el día	Inductiva
	42		Luminaria tipo de empotrar en plafón	Philips Hadco	800	33,600	14	420	14,112	Luminarias encendidas en el día	Inductiva
Carga instalada (Watts)						71,600	Total de KW-Hrs-mes		41,472		



Imagen 3.11 sector estacionamiento para una mejor apreciación de los tipos de las características de luminarias ver anexos.

### 3.3.4.4 Características técnicas y número de los equipos de Aire Acondicionado.

**Tabla 3.5** “características técnicas, ubicación y número de los equipos de Aire Acondicionado”.

Aires acondicionados										
Ubicación	Cantidad	Tipo de sistema	Marca	Potencia Vatos (W)	Tensión Eléctrica (V)	PotenciaTotal.	Tiempo de uso al día	Horas por mes	Consumo mensual. Kilovatios-Hora (Vatos/1000xhr)	Anomalías detectadas
Sector Documentación Planta Alta y Baja	12	Mini-Split	TRANE	2,600	220	31,200	12	360	11,232	Falta de control de temperatura y de mantenimiento
	3	Mini-Split	LG	2,600	220	7,800	12	360	2,808	Falta de control de temperatura y de mantenimiento
	4	Mini-Split	YORK	2,600	220	10,400	12	360	3,744	Falta de control de temperatura y de mantenimiento
	2	Multi-Split	YORK	3,900	220	7,800	12	360	2,808	Falta de control de temperatura y de mantenimiento
	1	Chiller	TRANE	305,500	440	305,500	12	360	109,980	Falta de control de temperatura y de mantenimiento
	4	Manejadora	CARRIER	11,190	440	44,760	12	360	16,114	Falta de control de temperatura y de mantenimiento
	17	Manejadora	CARRIER	26,110	440	443,870	12	360	159,793	Falta de control de temperatura y de mantenimiento
	5	Paquete	YORK	87,000	220	435,000	12	360	156,600	Falta de control de temperatura y de mantenimiento
Sector Arriivos Nacional e Internacional Planta Alta y Baja	7	Paquete	YORK	33,600	220	235,200	12	360	84,672	Falta de control de temperatura y de mantenimiento
	1	Data Air Inc.	DCI	6,500	220	6,500	12	360	2,340	Falta de control de temperatura y de mantenimiento
	1	Data Air Inc.	DCI	6,500	220	6,500	12	360	2,340	Falta de control de temperatura y de mantenimiento
	1	Torre Enfriamiento	REYMSA	7,460	440	7,460	12	360	2,686	Falta de control de temperatura y de mantenimiento
	2	Torre Enfriamiento	B.A.C	5,595	440	11,190	12	360	4,028	Falta de control de temperatura y de mantenimiento
	4	Bomba de Agua Condensada	SIEMENS	11,190	220	44,760	12	360	16,114	Falta de control de temperatura y de mantenimiento
	5	Bomba de Agua Helada	SIEMENS	44,760	220	223,800	12	360	80,568	Falta de control de temperatura y de mantenimiento
				Carga instalada (Watts)		1,821,740	Total de KW-Hrs-mes		655,826	



Imagen 3.12 sector Azotea e interiores.

### 3.3.4.5 Características técnicas y número de los motores eléctricos.

**Tabla 3.6** “características técnicas, ubicación y número de los motores eléctricos”.

Motores de Bandas Transportadoras Documentación y Llegadas													
Cantidad	Marca	Descripción	Hp	Tensión Eléctrica (V)	Intensidad (A)	Factor de Potencia	Eficiencia	Potencia Varios (W)	Potencia Total.	Tiempo de uso al día	Horas por mes	Consumo mensual. Kilovatios-Hora (Vatios/1000xhr)	Anomalías encontradas
24	Baldor Super-E	Motor	5	220	13.4	1	1	3,730	89,520	12	360	32,227	Falta de Control y de Mantenimiento
26	Baldor Super-E	Motor	3	220	5.6	1	1	2,238	58,188	12	360	20,948	Falta de Control y de Mantenimiento
40	Baldor Super-E	Motor	2	220	8.6	1	1	1,492	59,680	12	360	21,485	Falta de Control y de Mantenimiento
Carga instalada (Watts)									207,388	Total de KW-Hrs-mes		74,660	



Imagen 3.13 sector Documentación y llegadas nacional e internacional.

### 3.3.4.6 Características técnicas y número de cargas generales en el aeropuerto.

**Tabla 3.7** “características técnicas, ubicación y número de cargas generales”.

Cargas Generales									
Ubicación	Cantidad	Descripción	Potencia Vatios (W)	Potencia Total.	Tipo de carga	Tiempo de uso al día (Horas/Día)	Horas por mes	Consumo mensual. Kilovatios-Hora (Vatios/1000xhr)	Anomalías detectadas
General	250	Computadora	300	75,000	Capacitiva	12	360	27,000	Uso excesivo
General	130	Pantalla Plasma 32"	250	32,500	Capacitiva	19	300	9,750	Uso excesivo
General	150	Pantalla Plasma 42"	300	45,000	Capacitiva	19	300	13,500	Uso excesivo
Documentación & Arrivos	11	Puertas eléctricas	746	8,206	Inductiva	19	570	4,677	Uso excesivo
Documentación	2	Puertas eléctricas	3,730	7,460	Inductiva	19	570	4,252	Uso excesivo
Documentación	2	Elevadores	5,968	11,936	Inductiva	24	720	8,594	Uso excesivo
Documentación	1	Escalera eléctrica	5,968	5,968	Inductiva	24	720	4,297	Uso excesivo
Documentación	25	Básculas de equipaje	90	2,250	Inductiva	19	570	1,283	Uso excesivo
Documentación	75	Señalamientos Anuncios	50	3,750	Inductiva	24	720	2,700	Uso excesivo
General	120	Contactos servicios generales	180	21,600	Inductiva	24	720	15,552	Uso excesivo
Documentación	6	Sistemas de revisión y vigilancia	500	3,000	Inductiva	24	720	2,160	Uso excesivo
Carga instalada (Watts)				216,670	Total de KW-Hrs-mes		93,765		

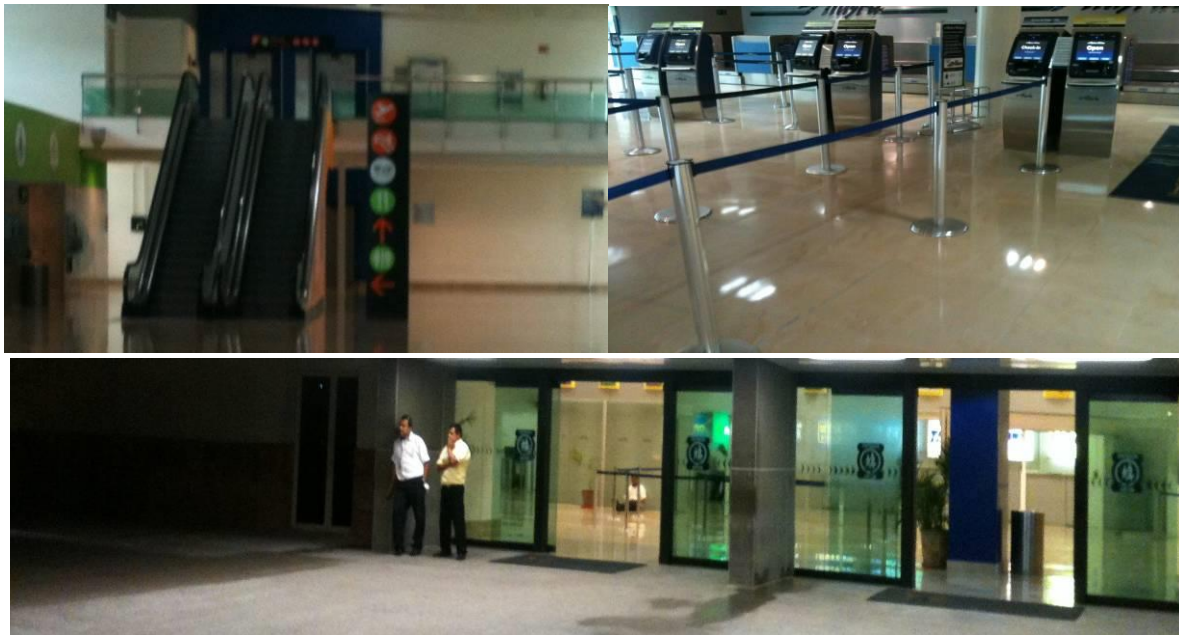


Imagen 3.14 sector Documentación y llegadas nacional e internacional.

### 3.3.4.7 Características técnicas y número Locales comerciales en el aeropuerto.

**Tabla 3.8** “características técnicas, ubicación y número de locales comerciales”.

Locales comerciales									
Ubicación	Cantidad	Descripción	Potencia Vattios (W)	Potencia Total.	Tipo de carga	Tiempo de uso al día (Horas/Día)	Horas por mes	Consumo mensual. Kilovatios-Hora (Vattios/1000xhr)	Anomalías detectadas
Locales comerciales tipo A	15	Concentrado de cargas	2,000	30,000	Capacitiva	15	450	13,500	Uso excesivo
Locales comerciales tipo B	20	Concentrado de cargas	4,500	90,000	Capacitiva	15	450	40,500	Uso excesivo
Locales comerciales tipo C	18	Concentrado de cargas	6,000	108,000	Capacitiva	15	450	48,600	Uso excesivo
Locales comerciales tipo D	10	Concentrado de cargas	18,000	180,000	Capacitiva	15	450	81,000	
		<b>Carga instalada (Watts)</b>		<b>408,000</b>			<b>Total de KW-Hrs-mes</b>		<b>183,600</b>



Imagen 3.15 sector Documentación y llegadas nacional e internacional.

### 3.3.4.8 Características técnicas y número Sistemas de Bombeo en el aeropuerto.

**Tabla 3.9** “características técnicas, ubicación y número de sistema de bombeo”.

Sistema de Bombeo										
Ubicación	Cantidad	Descripción	HP	Potencia Vattios (W)	Potencia Total.	Tipo de carga	Tiempo de uso al día (Horas/Día)	Horas por mes	Consumo mensual. Kilovatios-Hora (Vattios/1000xhr)	Anomalías detectadas
Cuarto de equipos eléctricos	5	Bomba de agua potable	5	3,730	18,650	Inductiva	12	360	6,714	Uso excesivo
Cuarto de equipos eléctricos	6	Bomba de aguas negras	5	3,730	22,380	Inductiva	12	300	6,714	Uso excesivo
Cuarto de equipos eléctricos	6	Hidroneumáticos	2	1,492	8,952	Inductiva	12	300	2,686	Uso excesivo
Carga instalada (Watts)					49,982	Total de KW-Hrs-mes			16,114	



Imagen 3.16 Cuarto de bombas eléctricas.



### **3.4 Conexión y puesta en operación de analizador Fluke 435.**

Es importante dejar en claro que la actividad de monitorear los parámetros eléctricos de una empresa por medio de un analizador de redes no es cosa fácil, ni es labor común de cualquier persona. Para garantizar buenos resultados se recomienda que quien se dedique a dicha actividad, tendrá necesariamente que prepararse, documentarse, investigar, dominar temas de instalaciones eléctricas, eficiencia energética, calidad de la energía y normas de seguridad. En este trabajo solo se muestran algunos puntos que se consideran esenciales del analizador Fluke 435, así como las secuencias que se llevaron a cabo para la recolección de información.

#### **3.4.1 Clasificación de Seguridad analizador Fluke 435**

El factor más importante dentro de cualquier inspección o análisis de parámetros eléctricos en tiempo real, es la seguridad en la integridad física del personal a cargo del monitoreo, la seguridad de los instrumentos analizadores, los aparatos por analizar, todo ello sin interrumpir y a su vez se debe garantizar la continuidad de los procesos de producción o servicios en cualquier empresa. Éste tipo de monitoreo cae dentro del tipo de mantenimiento predictivo, y por ello se deben de cumplir con ciertas normas de seguridad y de prevención de accidentes. Para el caso del analizador Fluke 435 cumple con los siguientes requisitos y categorías de seguridad:

IEC/EN61010-1-2001, Requisitos de seguridad de equipos eléctricos de medida, control y uso en laboratorio. Requisitos generales

La clasificación de seguridad más alta de la industria: Categoría de seguridad: 600V CAT IV 1000V CAT III, grado 2 de contaminación.

CAN/CSA-C22.2 NO. 61010-1-12 - Requisitos de seguridad de equipos eléctricos de medida, control y uso en laboratorio - Parte 1: Requisitos generales (estándar Internacional, con UL 61010-1 y ANSI/ISA-61010-1 (82.02.01)

### 3.4.2 Recomendaciones para la seguridad del personal y los equipos.

- Lea el manual completo antes de utilizar los analizadores y sus accesorios
- Evite trabajar solo, es recomendable apoyarse con personal auxiliar previamente capacitado.
- No utilice los analizadores en entornos con vapores o gases explosivos. Utilice sólo las sondas de corriente, los cables de prueba y los adaptadores aislados suministrados con los analizadores o aquellos que se indiquen como de uso adecuado para los modelos de Fluke 434/435.
- Antes de su utilización, inspeccione los analizadores, las sondas de tensión, los cables de prueba y los accesorios para cerciorarse de que no presentan daños mecánicos; si estuviesen dañados, cámbielos. Intente localizar roturas o componentes plásticos que pudieran faltar. Preste especial atención al material aislante en torno a los conectores.
- Desconecte todas las sondas, cables de prueba y accesorios que no esté utilizando.
- Antes de conectar el cargador de batería o el adaptador de red a los analizadores, conéctelo primero a la toma de CA.
- Utilice la entrada de tierra sólo para conectar a tierra los analizadores y no aplique ninguna tensión.
- No aplique tensiones de entrada superiores a la tensión nominal del instrumento.
- No aplique tensiones superiores a las indicadas como nominales para las sondas de tensión y pinzas amperimétricas.
- Tenga especial cuidado al instalar y retirar la pinza amperimétrica flexible: elimine la corriente de la instalación que desea comprobar o utilice ropa de protección apropiada.
- Utilice únicamente la fuente de alimentación modelo BC430 (cargador de batería/adaptador de red). Antes de utilizarlo, compruebe que el rango de tensión y frecuencia de la red eléctrica local sean las adecuadas si no ajústelo a sus necesidades.
- Para el modelo BC430, utilice sólo adaptadores de enchufe de red CA o cables de alimentación CA que cumplan las normas de seguridad locales.

### 3.4.3 Normas de seguridad Mexicana:

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 Hace referencia a las especificaciones de las Instalaciones Eléctricas.

Norma Oficial Mexicana NOM-013-ENER-2013, Hace referencia para garantizar Eficiencia energética para sistemas de alumbrado.

Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEDE-2010, Hace referencia a las especificaciones y Requisitos de seguridad y eficiencia energética para transformadores de distribución.

Norma Oficial Mexicana NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo, Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

### 3.4.4 Procedimiento de conexión de analizador Fluke 435.

Se muestra a detalle en el esquema las partes del analizador, conectores hembra y macho, las diferentes funciones y tipos de display según los botones.

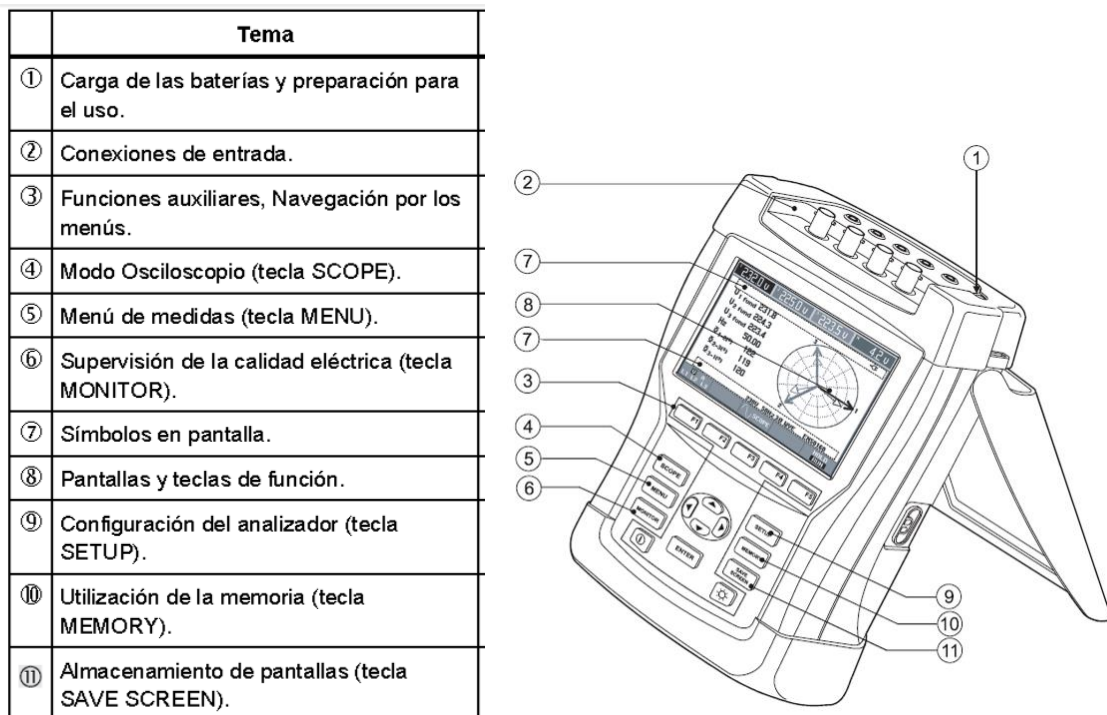


Figura 3.17 Partes analizador (Fuente Fluke 434/435 Three Phase Power Quality Analyzer)

### 3.4.5 Diagrama de conexión de terminales y procedimiento de medición.

Se colocan primero las pinzas amperimétricas alrededor de los conductores de fase A (L1), B (L2), C (L3) y N (neutro), para garantizar un buen trabajo es necesario asegurarse firmemente y verificar que estén completamente cerradas. Las pinzas cuentan con marcas de flecha que indica la polaridad de señal correcta. Una vez colocadas las pinzas amperimétricas se procedió a colocar las pinzas de tensión: comenzando con la pinza de puesta a tierra la cual es importante para obtener buenos resultados, luego se procedió con el N (neutro), A (L1), B (L2) y C (L3), sucesivamente. Es recomendable comprobar siempre dos veces las conexiones antes de poner a funcionar el equipo de monitoreo.

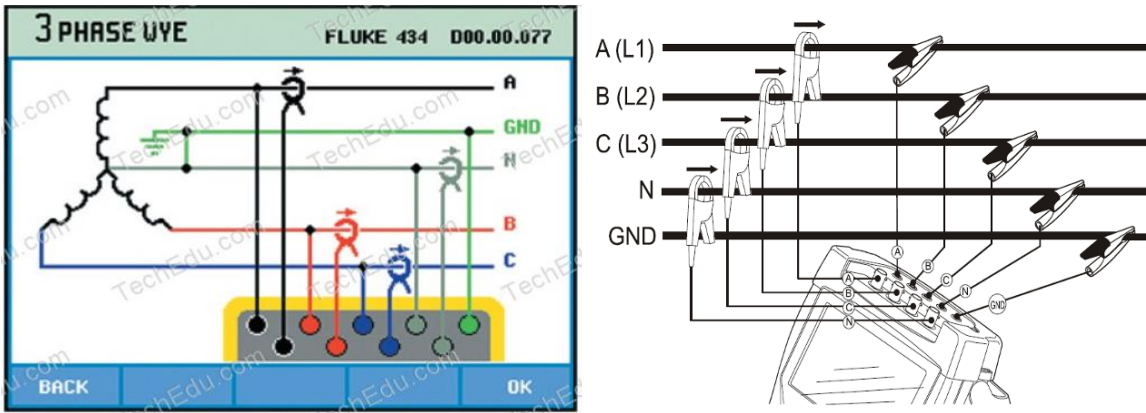


Figura 3.18 Conexión del analizador a un sistema de distribución trifásico.

Es importante utilizar la pantalla en modo de osciloscopio y diagrama fasorial el cual resulta útil para comprobar si los cables de tensión y las pinzas amperimétricas están conectadas correctamente. En el diagrama vectorial, las corrientes y tensiones de fase L1 (A), L2 (B) y L3 (C) deben aparecer sucesivamente cuando se observan en el sentido de las agujas del reloj, como se muestra en la imagen.

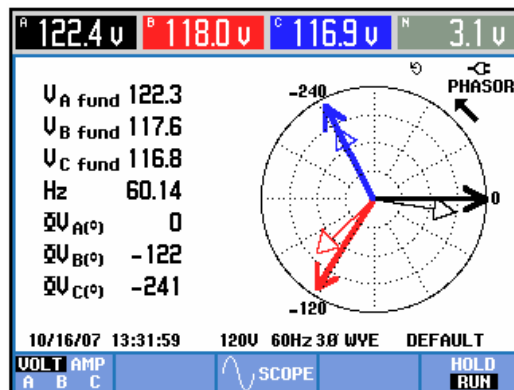


Figura 3.18-A Conexión del analizador a un sistema de distribución trifásico.

### 3.4.6 Conexión de equipo analizador en tableros de planta baja y planta alta.

Se acudió a las instalaciones del aeropuerto en específico los cuartos donde se ubican los tableros para realizar los monitoreos con el fin de determinar el estado de los parámetros eléctricos actuales. En todos los casos el periodo de conexión del analizador fue de 20 horas y 45 minutos. El primer monitoreo se realizó en la subestación 1 en los tableros respectivos, el área en cuestión se ubica en la planta alta, el tablero analizado se denomina con la clave M-DS-9 y pertenece al servicio de emergencia, el segundo monitoreo se realizó en la misma área pero se analizó un tablero de servicio normal y se denomina con la clave M-DS-10.



Imagen 3.19 Conexión en tiempo real de analizador en tableros de distribución trifásicos P.B.

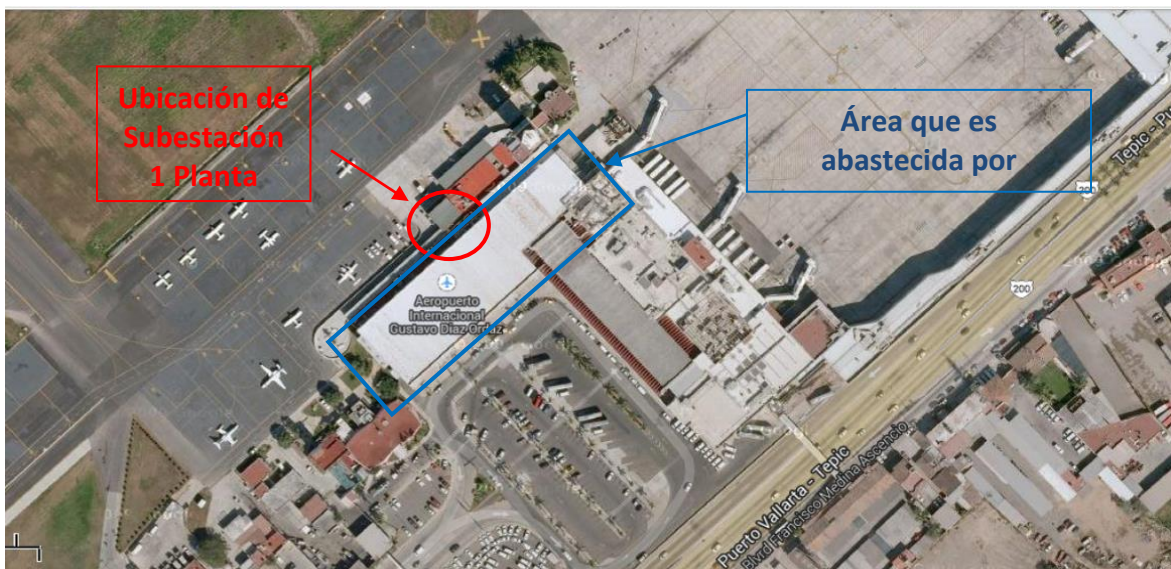


Imagen 3.19-A Se visualiza Subestación 1 en planta baja, fuente Google Maps.

### 3.4.7 Conexión de equipo analizador en tableros de planta baja y planta alta.

Se acudió a las instalaciones del aeropuerto en específico los cuartos donde se ubican los tableros para realizar los monitoreos con el fin de determinar el estado de los parámetros eléctricos actuales. En todos los casos el periodo de conexión del analizador fue de 20 horas y 45 minutos. El segundo monitoreo se realizó en la subestación 2 en los tableros respectivos, el área en cuestión se ubica en la planta alta, el tablero analizado se denomina con la clave N-DS-9 y pertenece al servicio de emergencia, el segundo monitoreo se realizó en la misma área pero se analizó un tablero de servicio normal y se denomina con la clave N-DS-10.



Imagen 3.20 Conexión en tiempo real de analizador en tableros de distribución trifásicos.

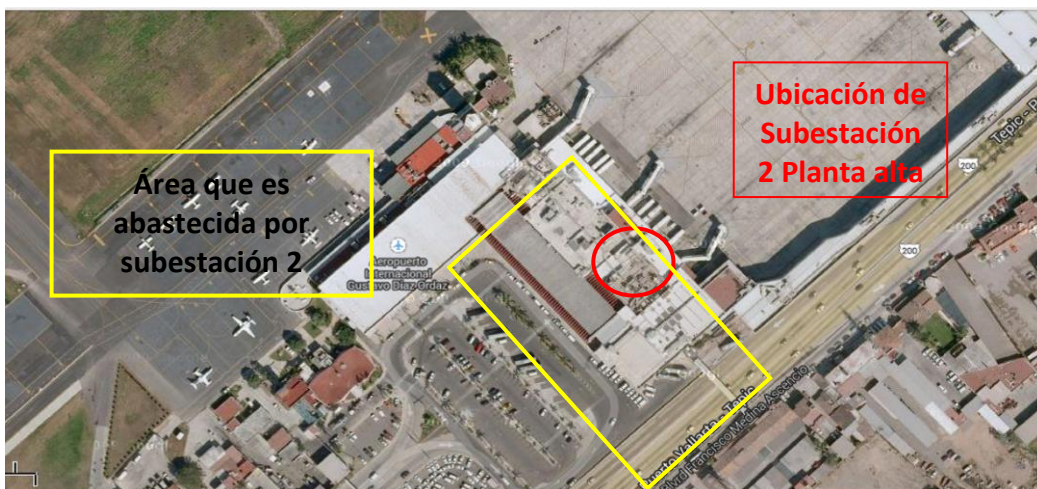
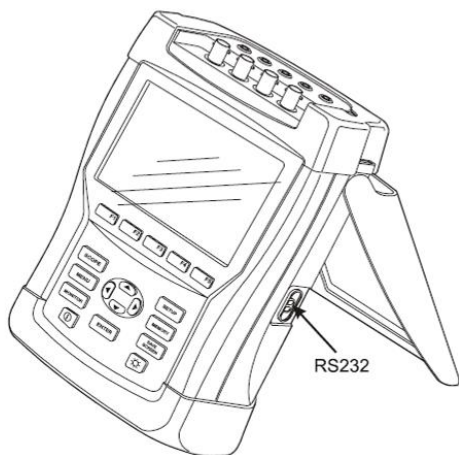


Imagen 3.20-A Se visualiza Subestación 2 en planta alta, fuente Google Maps.

### 3.4.8 Conexión de equipo analizador Fluke 435 a una Pc.

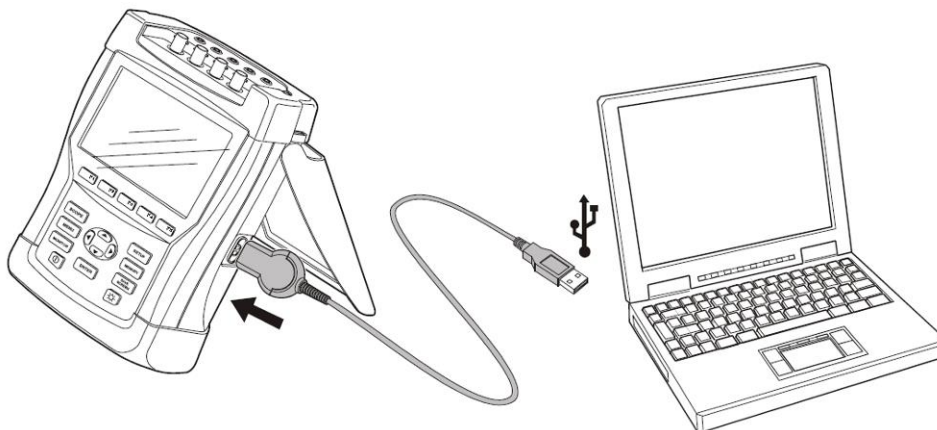
El analizador está equipado con un puerto óptico RS-232 (Ver imagen 3.20) que permite establecer la comunicación con un PC o una impresora. Para la conexión con el puerto USB del PC, se utiliza un cable óptico de comunicación modelo OC4USB (Ver imagen 3.21), para el traslado de información es necesario tener instalado el software FlukeView, para este caso se utilizó el software Power Log 3.2 el cual es compatible con el analizador Fluke 435, puede cargar los datos de forma de onda y las pantallas con un formato de mapa de bits en el PC o el portátil. El software Fluke View incluye información acerca de estas funciones. Es importante recordar el puerto de la PC donde se colocó el cable OC4USB por primera vez al momento de la instalación del software ya que la configuración se guarda, y no permitirá el traslado de información en caso de colocarlo en otro puerto (Ver imagen 3.22)



**Imagen 3.21**



**Imagen 3.22**



**Imagen 3.23**

### 3.5 Resultados de Tablero N-DS-9 servicios de emergencia, pertenecientes a la subestación # 1 planta baja.

De acuerdo a este monitoreo se obtuvieron los siguientes resultados en un periodo de 24 horas. En la imagen 3.24 se presenta el significado de los colores en las gráficas registradas debido a los parámetros de voltaje, corriente, Potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente y factor de potencia.

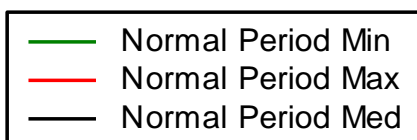


Imagen 3.24 Parámetros determinados por el programa Power log 3.2.

#### 3.5.1 Medición Voltaje de Línea a Neutro

##### 3.5.1.1 Grafica Voltaje Fase 1 a Neutro



Figura 3.25 Grafico donde se muestra el valor máximo de 134.05V, mínimo de 125.52V. El periodo de muestra fue de 24 horas, la tensión promedio se encuentra 2.19% arriba del valor nominal de 127 Volts, dicha energía proviene del TRO-1 1000 Kva. Para los valores recomendados por el estándar IEEE 1100-1999, el valor no debe ser mayor al 5% del valor nominal. Existe una relación clara de cuando el voltaje de la red baja es debido al aumento de equipos encendidos.



### Gráfica Voltaje Fase 2 a Neutro

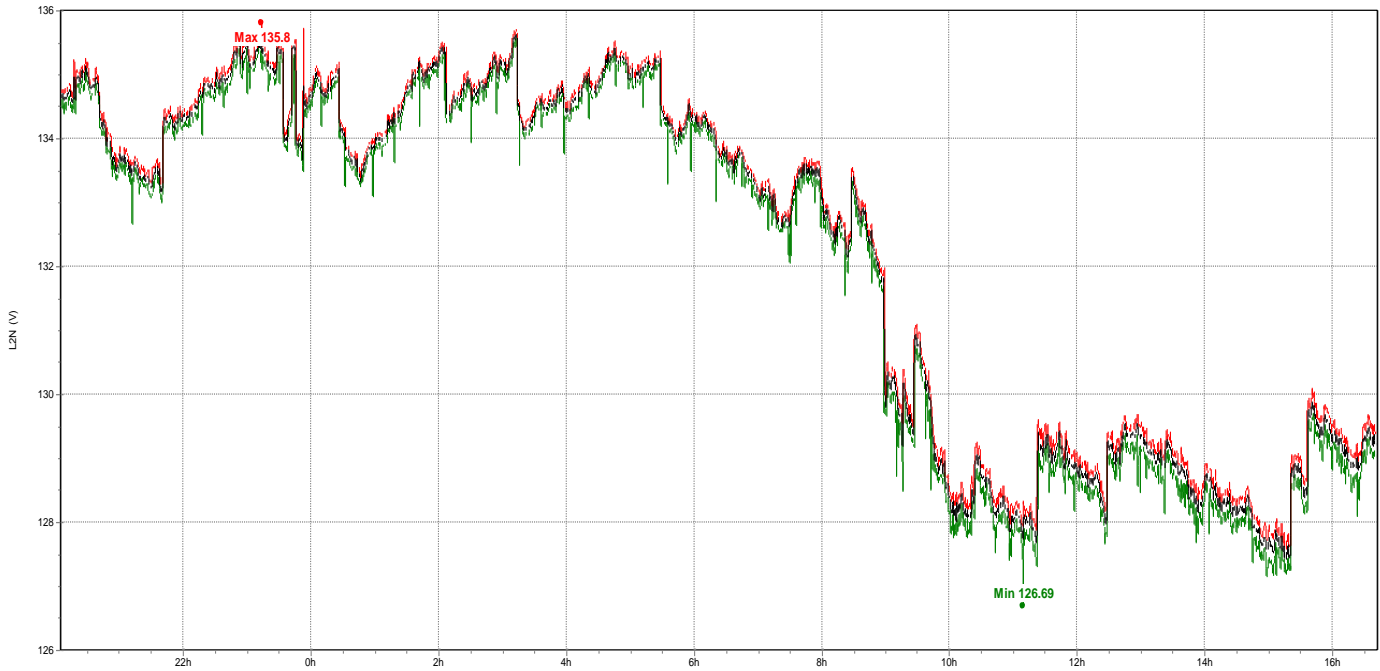


Figura 3.26 se registró valor **máximo de 135.8V**, **mínimo de 126.69V** y promedio de **131.245V**. El periodo de muestra fue de 24 horas, la tensión promedio se encuentra 3.34% arriba del valor nominal de 127 Volts, dicha energía proviene del TRO-1 1000 Kva. Para los valores recomendados por el estándar **IEEE 1100-1999**, el valor no debe ser mayor al 5% del valor nominal. Existe una relación clara de cuando el voltaje de la red baja es debido al aumento de equipos encendidos.

### 3.5.1.2 Gráfica Voltaje Fase 3 a Neutro

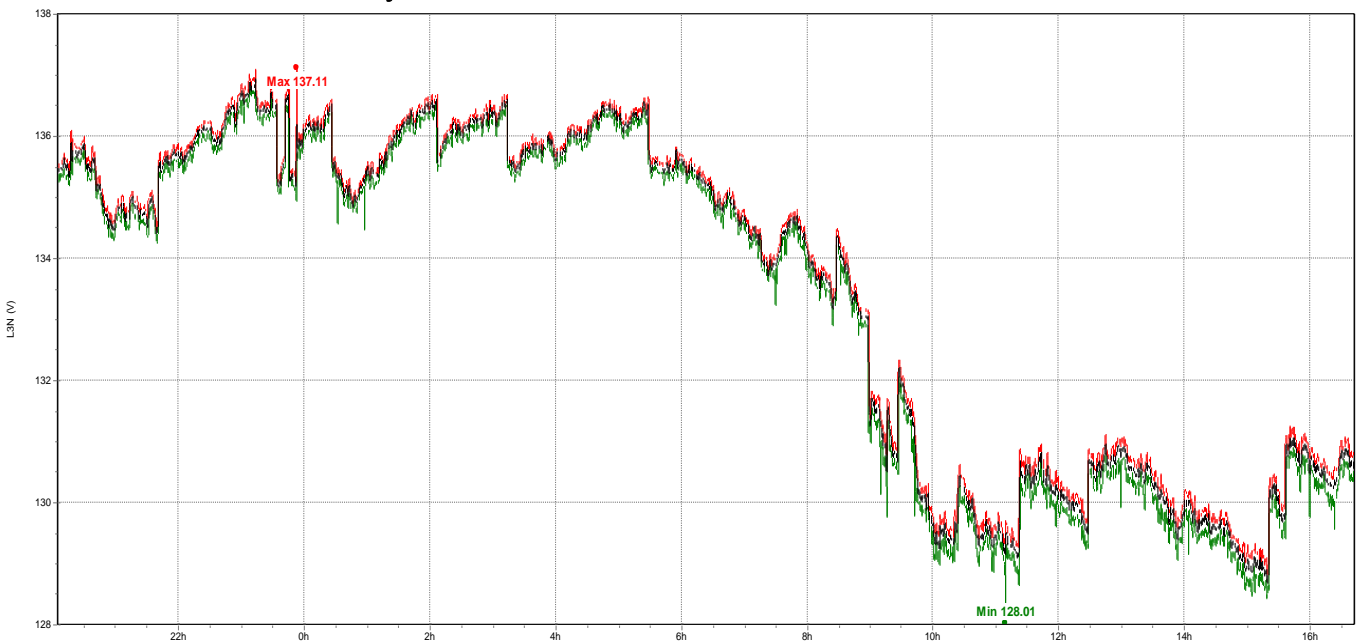


Figura 3.27 Se registró valor **máximo de 137.11V**, **mínimo de 128.01V** y promedio de **132.56V**.

El periodo de muestra fue de 24 horas, la tensión promedio se encuentra 4.37% arriba del valor nominal de 127 Volts, dicha energía proviene del TRO-1 1000 Kva. Para los valores recomendados por el estándar **IEEE 1100-1999**, el valor no debe ser mayor al 5% del valor nominal. Existe una relación clara de cuando el voltaje de la red baja es debido al aumento de equipos encendidos.

### 3.5.1.3 Gráfica Voltaje Neutro a Tierra Física.

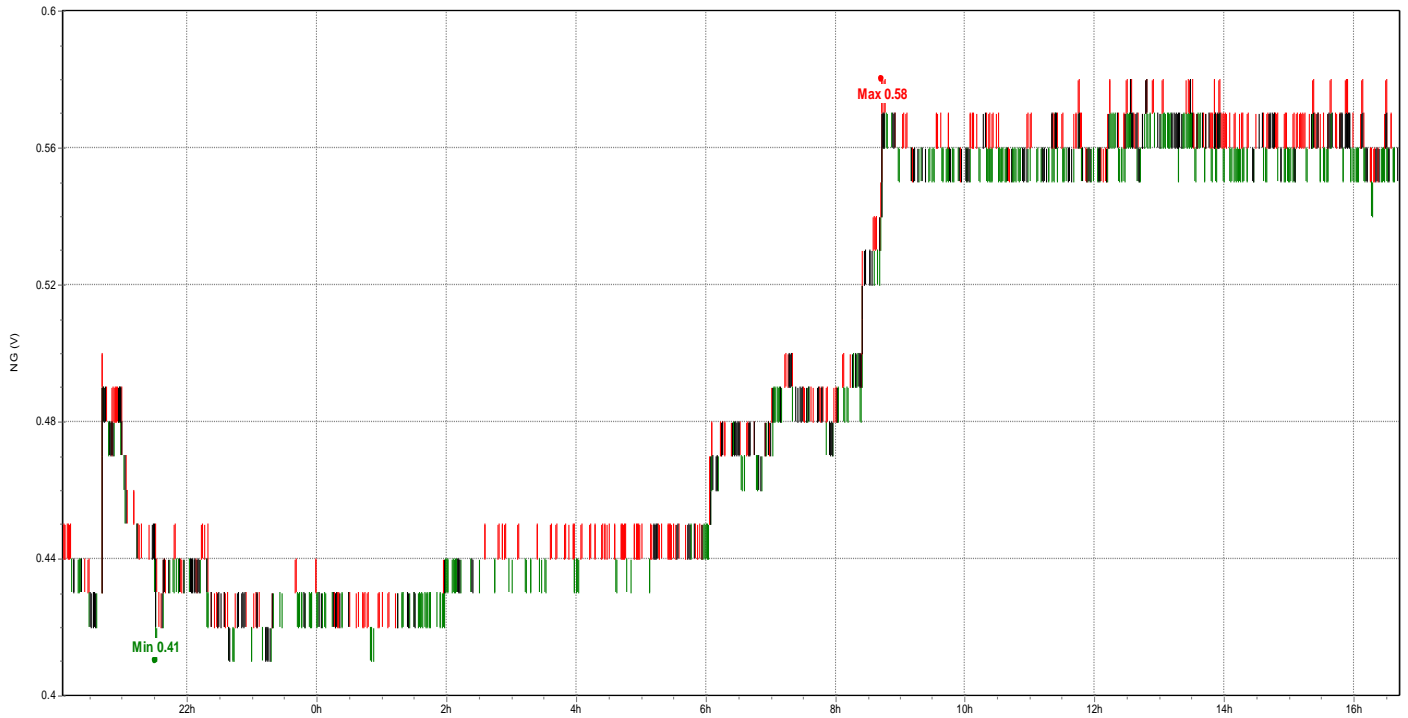


Figura 3.28 Se registró valor **máximo de 0.58V**, **mínimo de 0.41V** y promedio de **0.495V**. El voltaje que circula en el conductor del neutro es despreciable. En esta gráfica sucede todo lo contrario con el voltaje con respecto a las 3 fases anteriores, se aprecia un incremento del voltaje en el conductor neutro, en el mismo horario en el que las fases disminuyen.

### 3.5.2 Corriente entre Líneas

#### 3.5.2.1 Gráfica de Corriente Línea 1

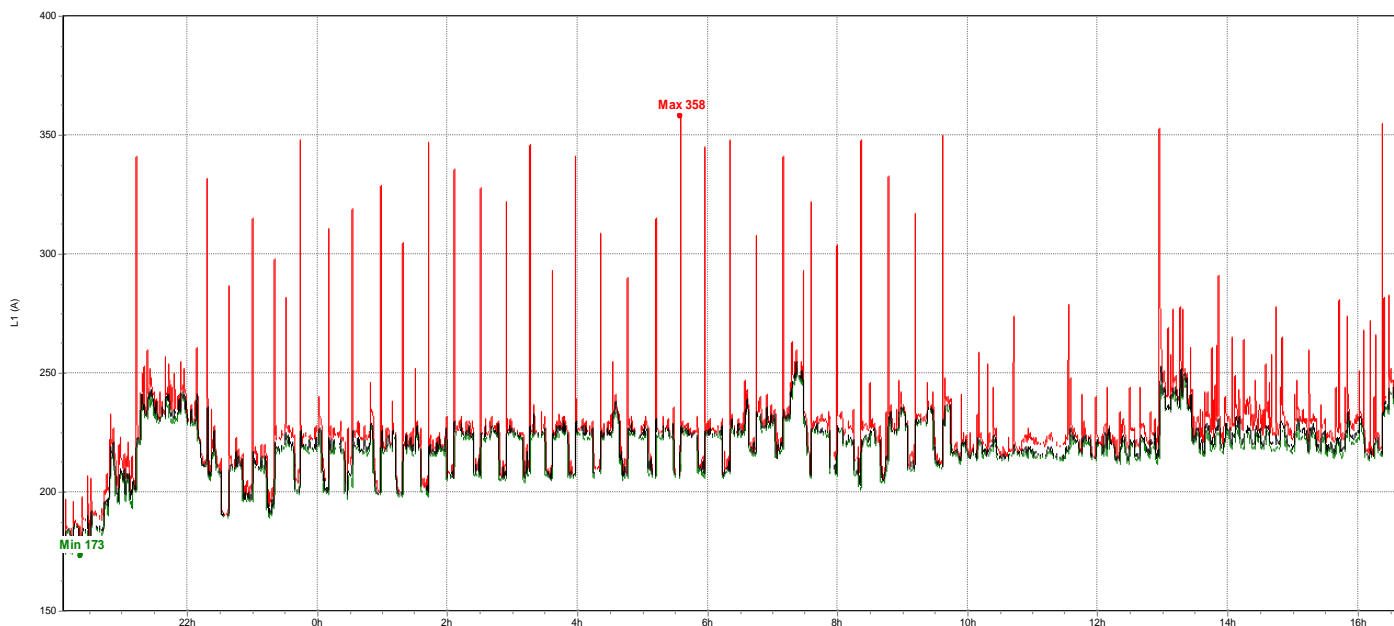


Figura 3.29 Se registró valor **máximo de 358 A**, **mínimo de 173 A** y promedio de **265.5A**. En esta gráfica también se aprecia que existen rastros de crestas muy elevadas, de forma constante y desordenada, puede ser debido al arranque súbito y a plena carga de aparatos de alto consumo.

#### 3.5.2.2 Gráfica de Corriente Línea 2

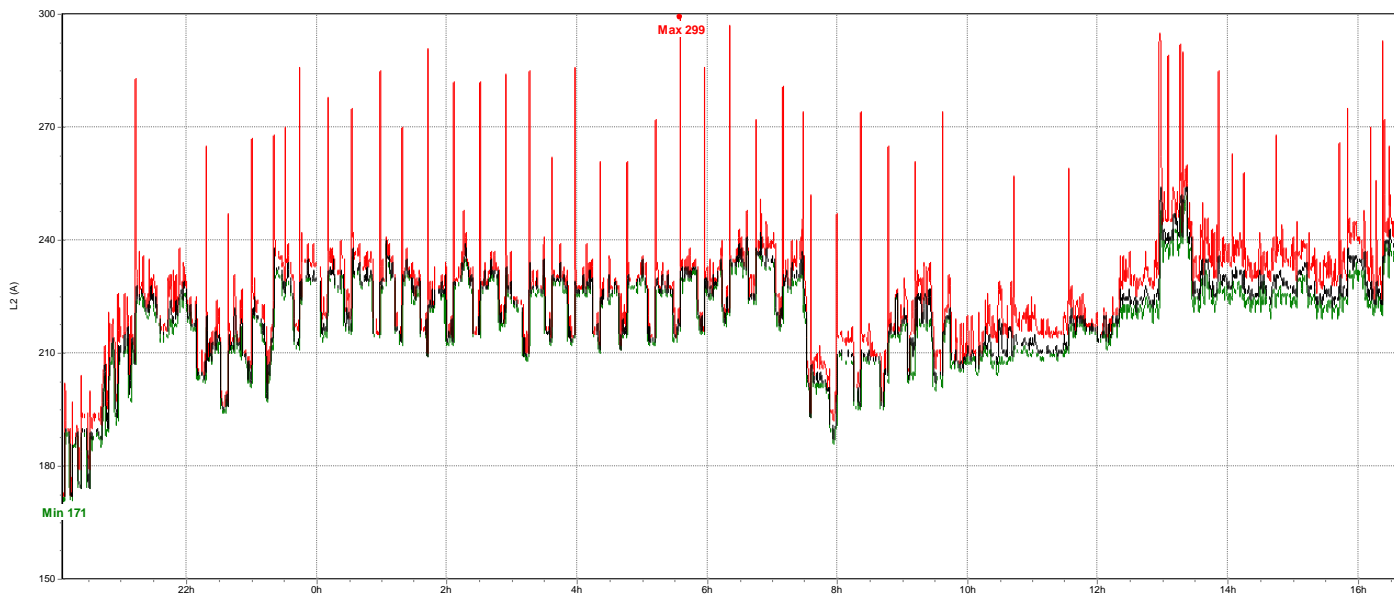


Imagen 3.30 Se registró valor **máximo de 299 A**, **mínimo de 171 A** y promedio de **235 A**. En esta gráfica también se aprecia que existen rastros de crestas muy elevadas, de forma constante y desordenada, puede ser debido al arranque súbito y a plena carga de aparatos de alto consumo.

### 3.5.2.3 Gráfica de Corriente Línea 3

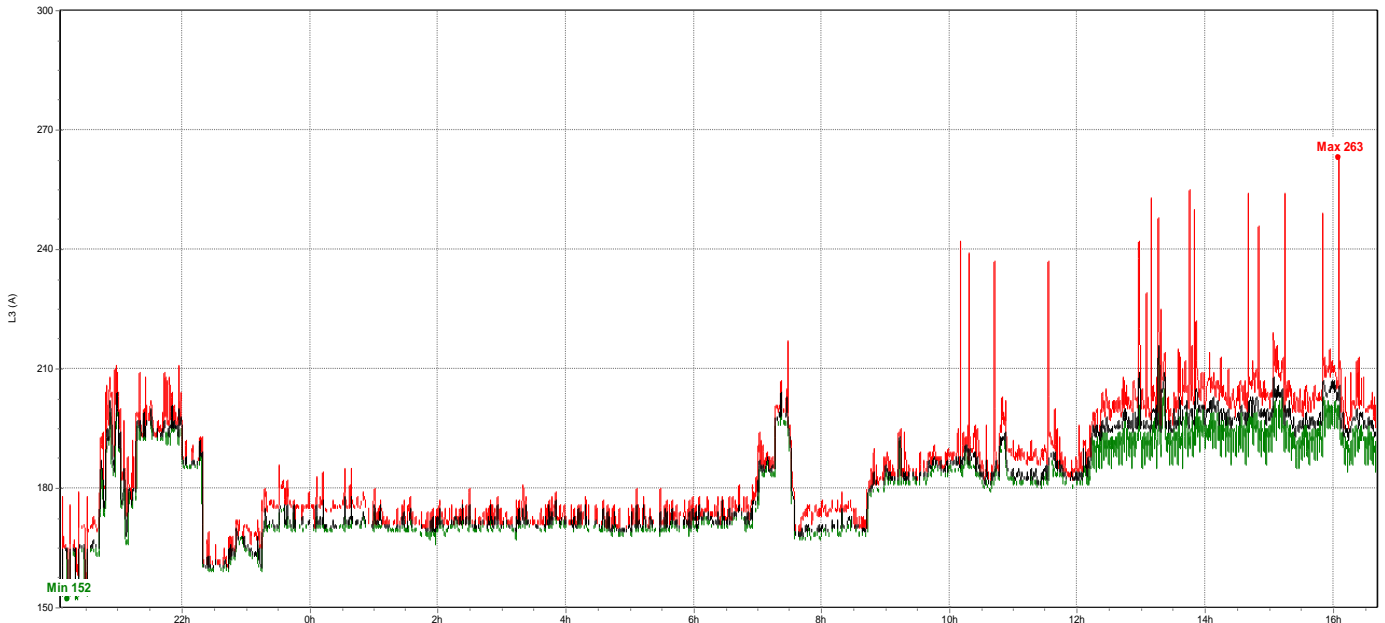


Figura 3.31 Se registró valor **máximo de 263 A**, **mínimo de 152 A** y promedio de **207.5 A**. En esta gráfica también se aprecia que existen rastros de crestas muy elevadas, de forma constante y desordenada, puede ser debido al arranque súbito y a plena carga de aparatos de alto consumo.

### 3.5.2.4 Gráfica de Corriente generada en el Neutro.

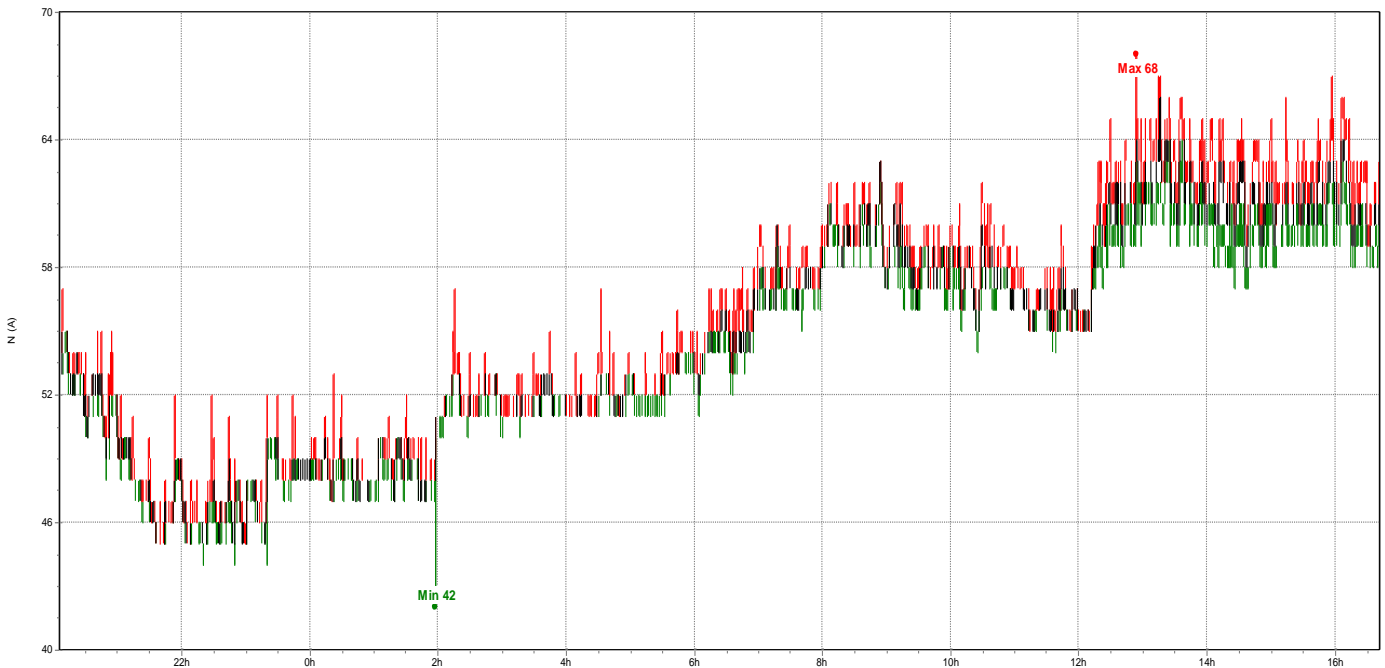


Imagen 3.32 Se registró valor **máximo de 68 A**, **mínimo de 42 A** y promedio de **55 A**. Se parecían crestas elevadas en las 4 gráficas anteriores, debido a posibles arranques de aparatos de alto consumo de forma constante y desordenada.

### 3.5.3 Medición de la Potencia Activa (KW).

#### 3.5.3.1 Gráfica Potencia Activa (KW) Línea 1

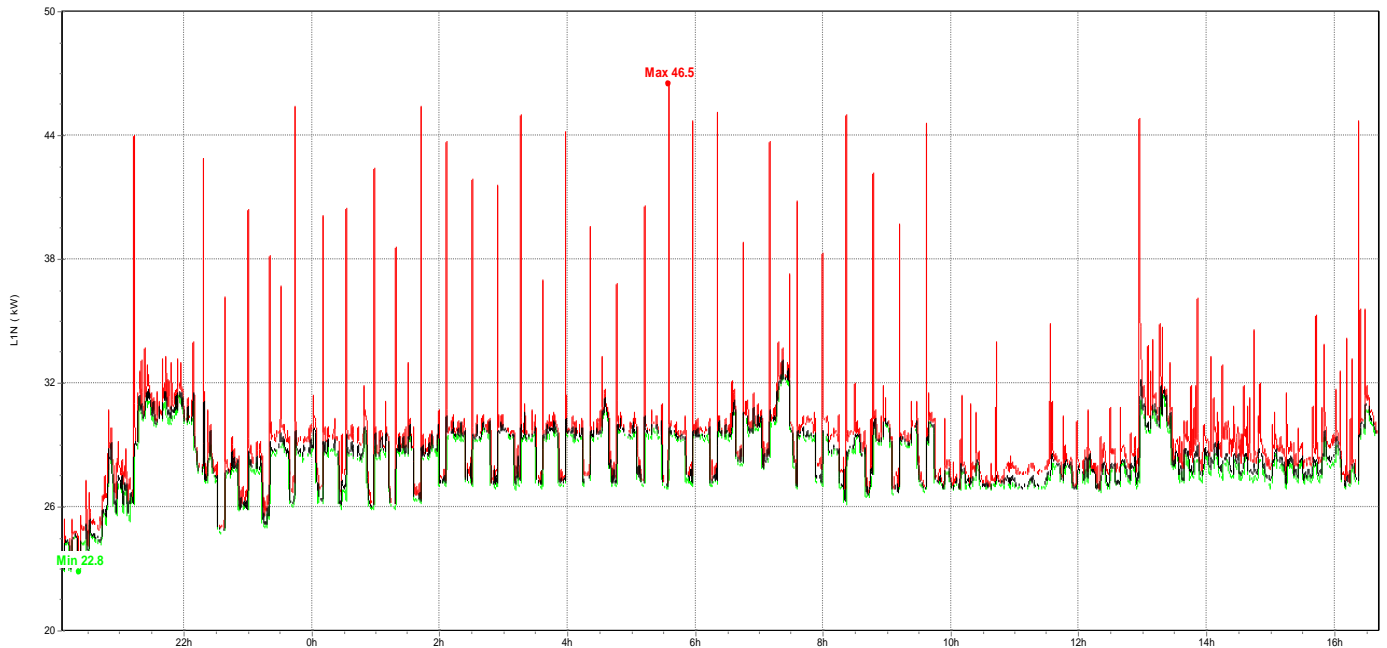


Figura 3.34 Medición de la Potencia Activa en la Línea 1, a continuación se muestran los valores: **máximo de 46.5kW**, **mínimo de 22.8kW** y promedio de **34.65kW**. Se aprecia que la gráfica tiene una relación directamente con el arranque de aparatos de forma súbita.

#### 3.5.3.2 Gráfica Potencia Activa (KW) Línea 2

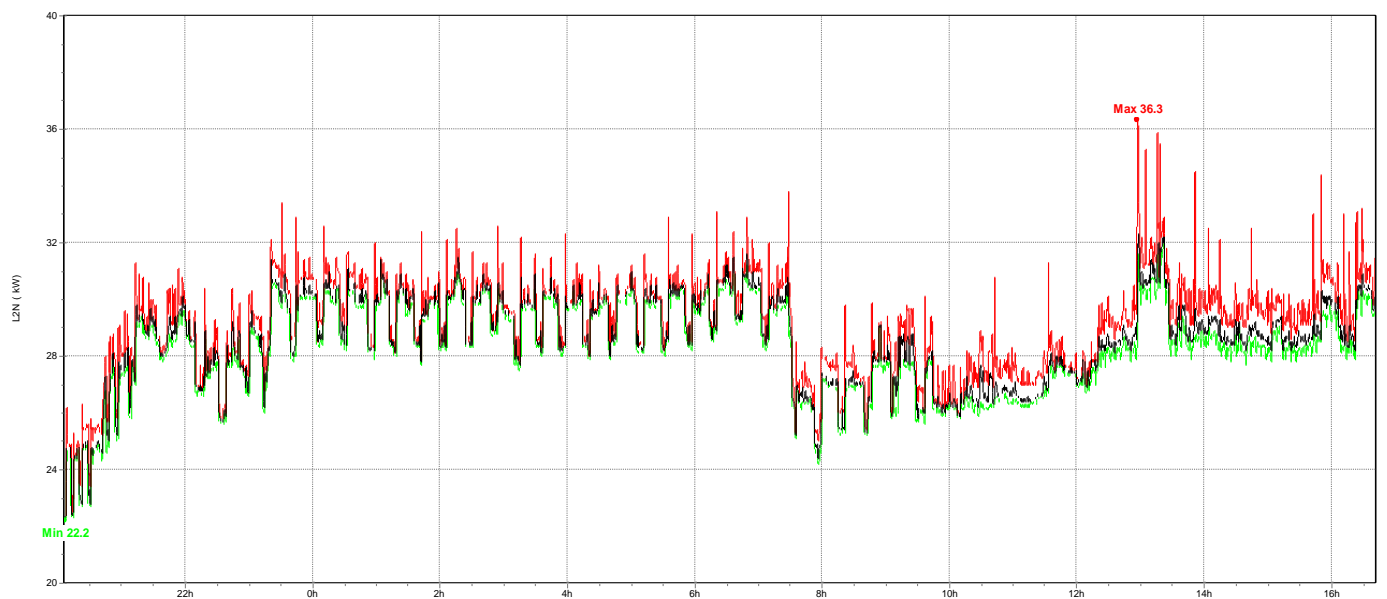


Figura 3.35 Medición de la Potencia Activa en la Línea 2, a continuación se muestran los valores: **máximo de 36.3kW**, **mínimo de 22.2kW** y promedio de **2.25kW**. Se aprecia que la gráfica tiene una relación directamente con el arranque de aparatos de forma súbita.

### 3.5.3.3 Gráfica Potencia Activa (KW) Línea 3

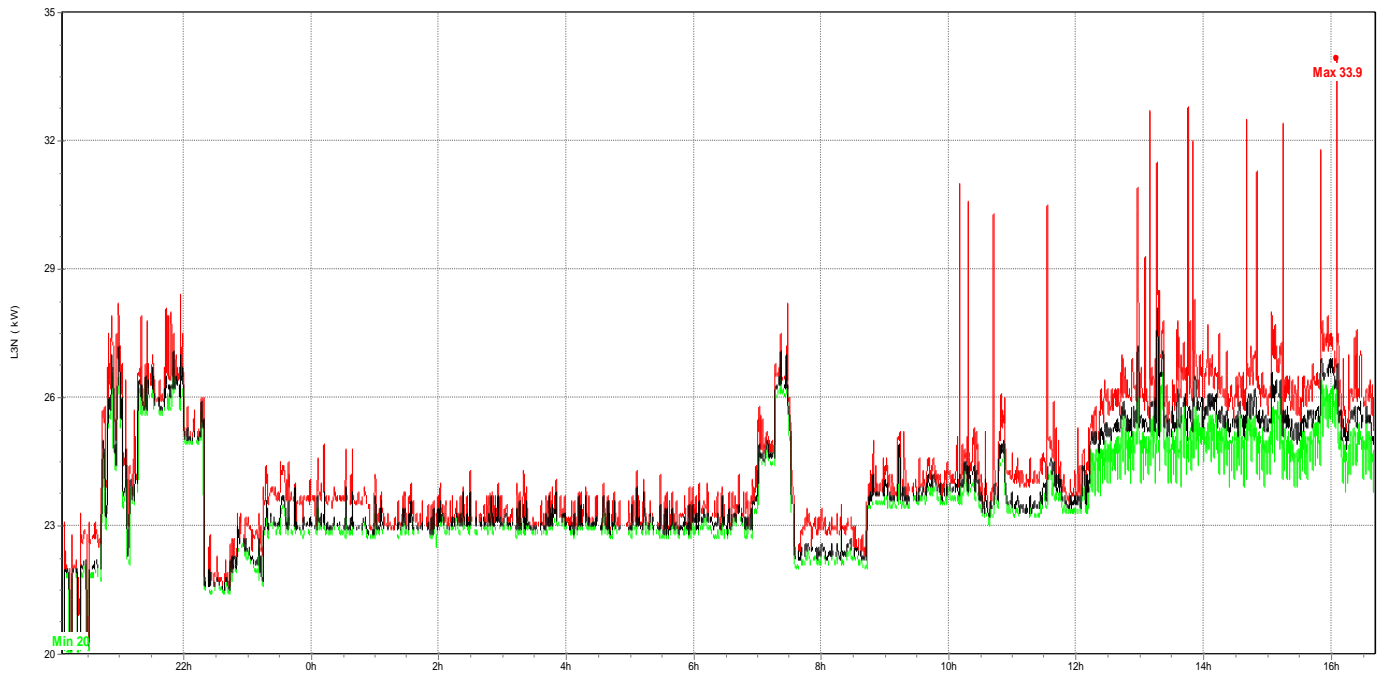


Figura 3.36 Medición de la Potencia Activa en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 33.9kW**, **mínimo de 20kW** y promedio de **26.95kW**. Se aprecia que la gráfica tiene una relación directamente con el arranque de aparatos de forma súbita.

### 3.5.3.4 Gráfica Potencia Activa (KW) que se genera en el Neutro

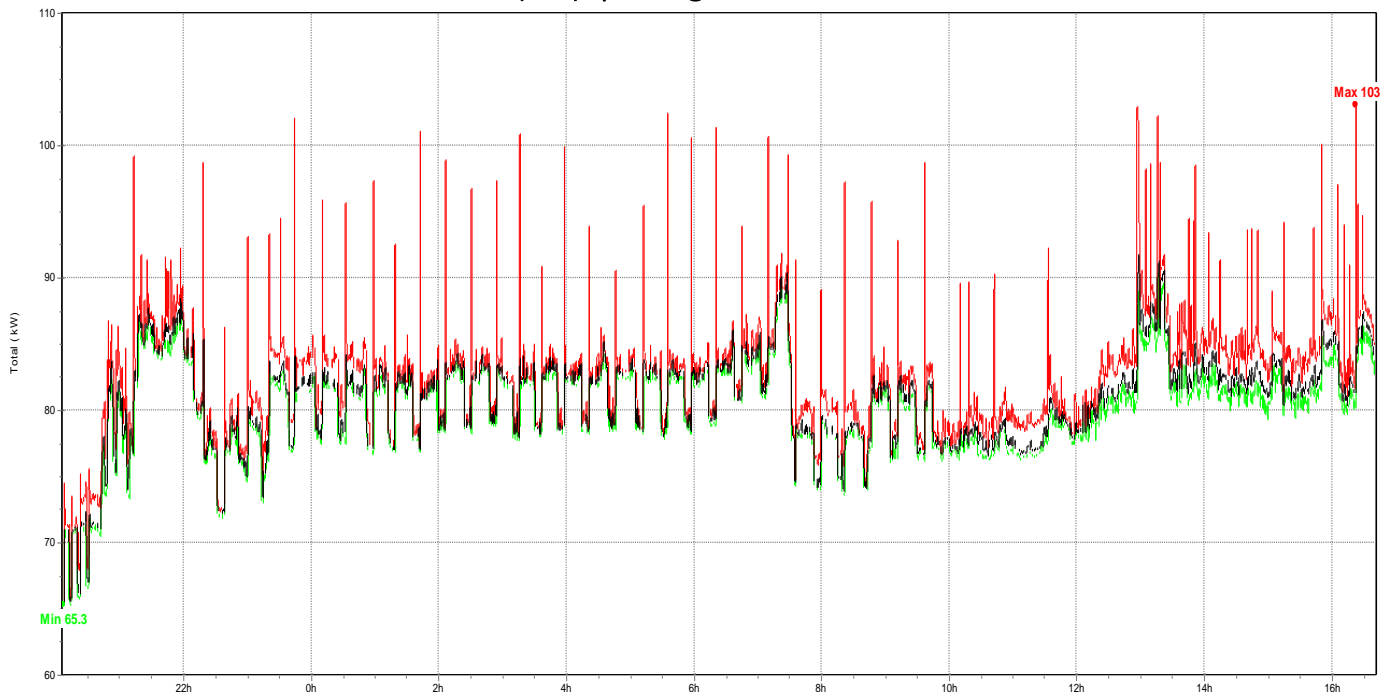


Figura 3.37 Medición de la Potencia Activa en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 103kW**, **mínimo de 65.3kW** y promedio de **84.15kW**.

### 3.5.4 Medición de la Potencia Reactiva (KVAR)

#### 3.5.4.1 Gráfica Potencia Reactiva (KVAR) Línea 1

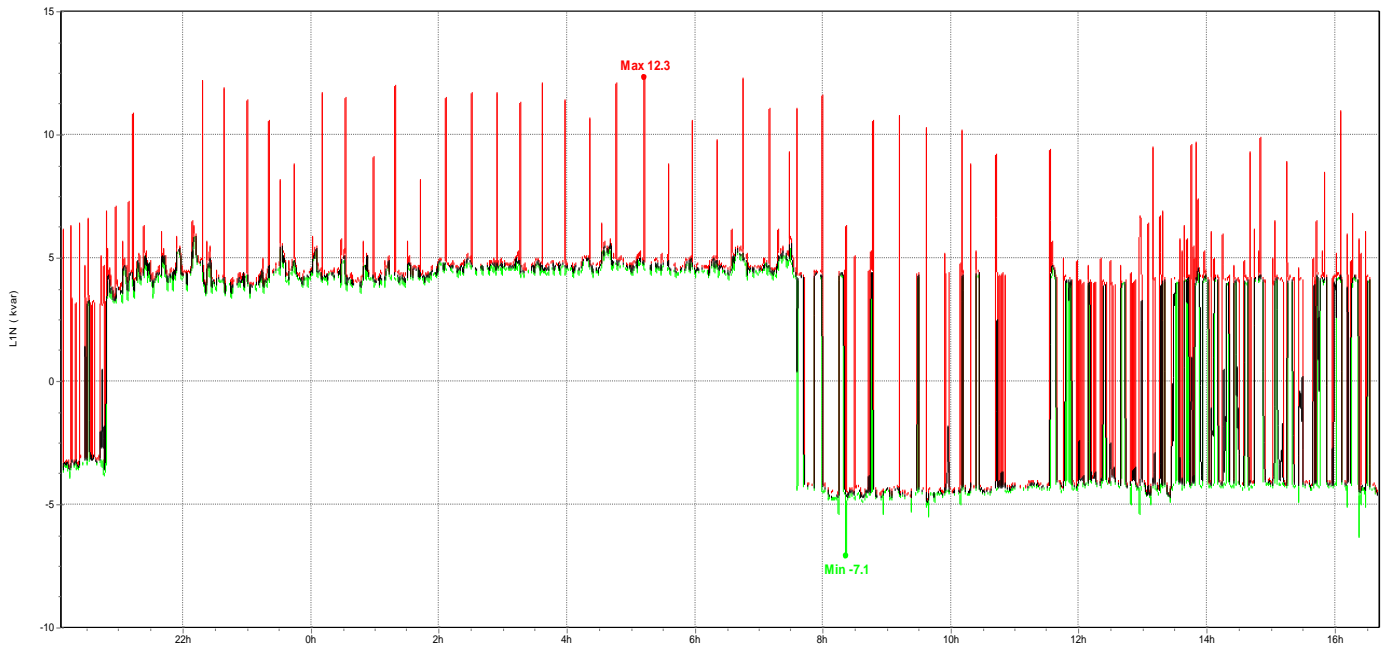


Figura 3.39 Medición de la Potencia Reactiva en la Línea 1, a continuación se muestran los valores: **máximo de 12.3 KVAR**, **mínimo de -7.1 KVAR** y promedio de **2.6 KVAR**.

#### 3.5.4.2 Gráfica Potencia Reactiva (KVAR) Línea 2

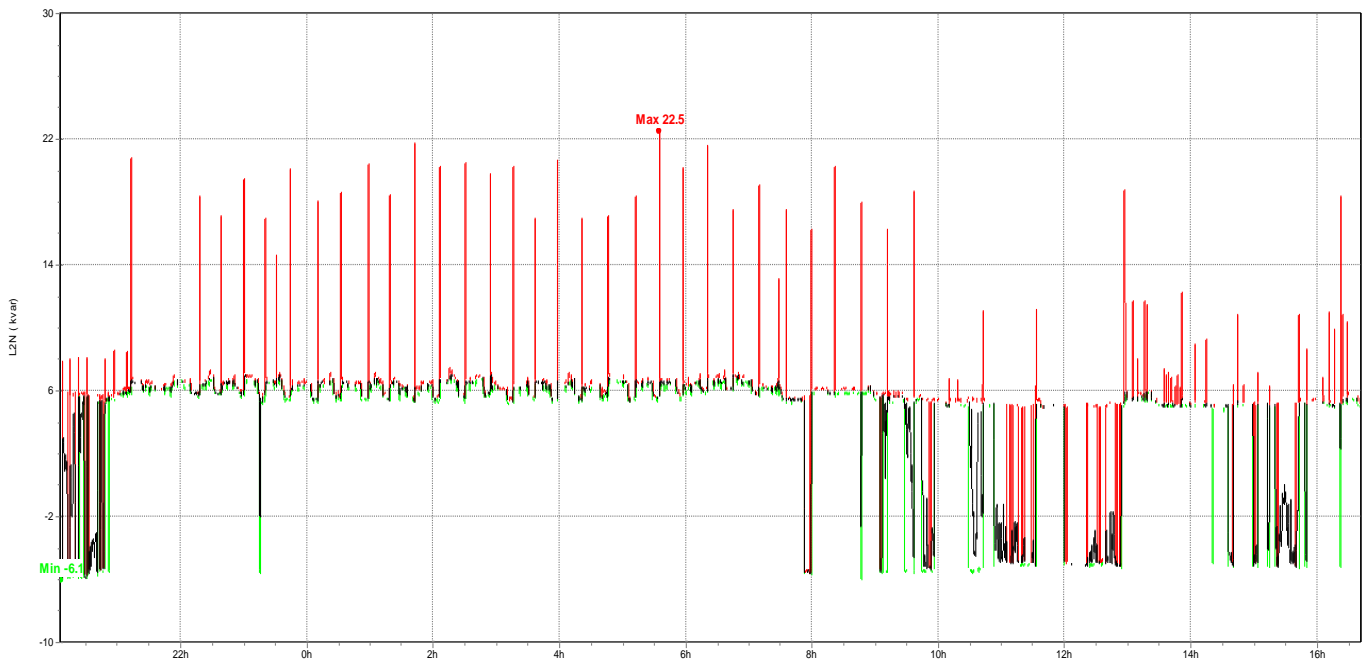


Figura 3.40 Medición de la Potencia Reactiva en la Línea 2, a continuación se muestran los valores: **máximo de 22.5 KVAR**, **mínimo de -6.1 KVAR** y promedio de **8.2 KVAR**.

### 3.5.4.3 Gráfica Potencia Reactiva (KVAR) Línea 3

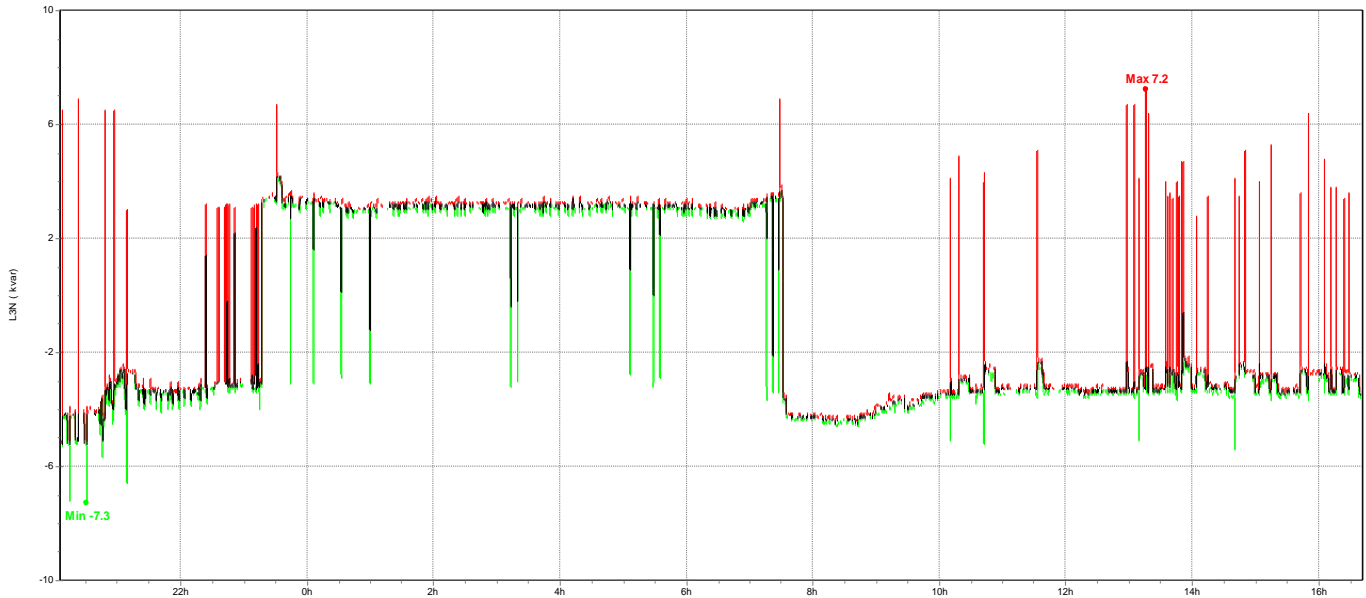


Figura 3.41 Medición de la Potencia Reactiva en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 7.2KVAR**, **mínimo de -7.3KVAR** y promedio de **-0.05 KVAR**. El promedio indica una mínima inclinación hacia el tipo de carga inductiva.

### 3.5.4.4 Gráfica Potencia Reactiva (KVAR) que se genera en el Neutro

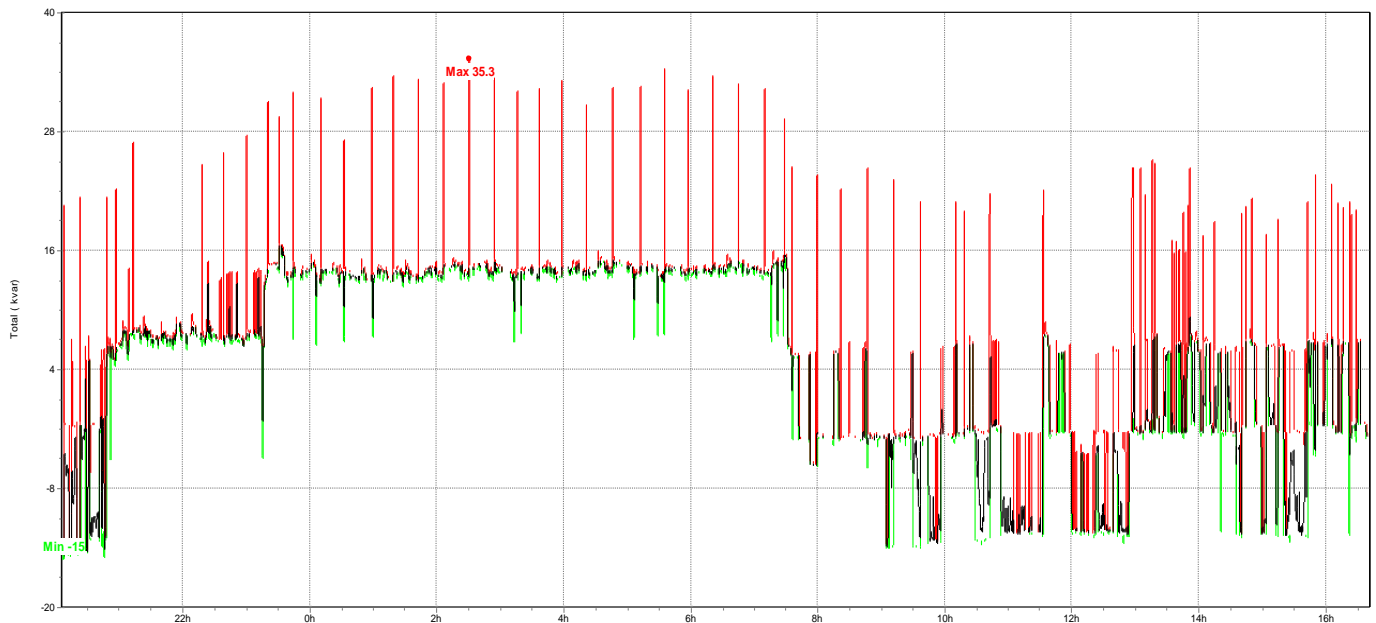


Figura 3.42 Medición de la Potencia Reactiva en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 35.3 KVAR**, **mínimo de -15KVAR** y promedio de **10.15 KVAR**. Por las características de los promedios de las cuatro imágenes anteriores se puede determinar que hay presencia de cargas inductivas, sin embargo al momento de promediar los resultados prevalecen valores positivos.



### 3.5.5 Medición de la Potencia Aparente KVA

#### 3.5.5.1 Gráfica Potencia Aparente (KVA) Línea 1

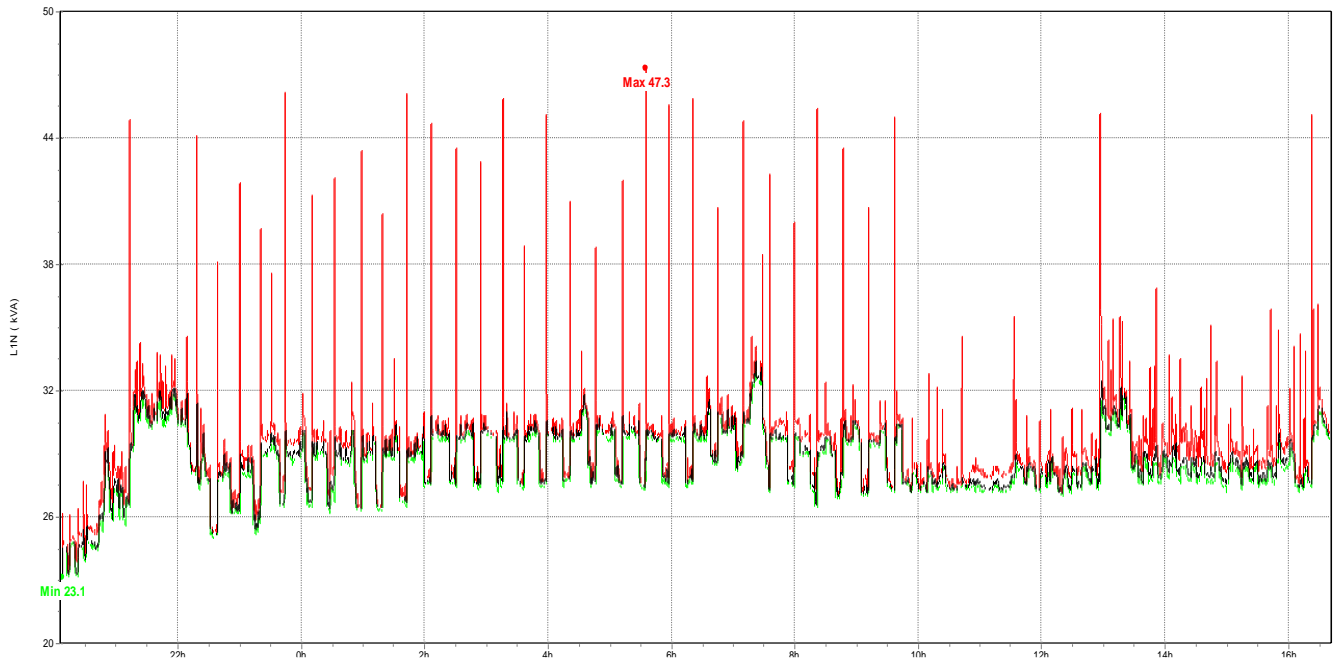


Figura 3.43 Medición de la Potencia Aparente en la Línea 1, a continuación se muestran los valores: **máximo de 47.3 KVA**, **mínimo de 23.1 KVA** y promedio de **35.2 KVA**.

#### 3.5.5.2 Gráfica Potencia Aparente (KVA) Línea 2

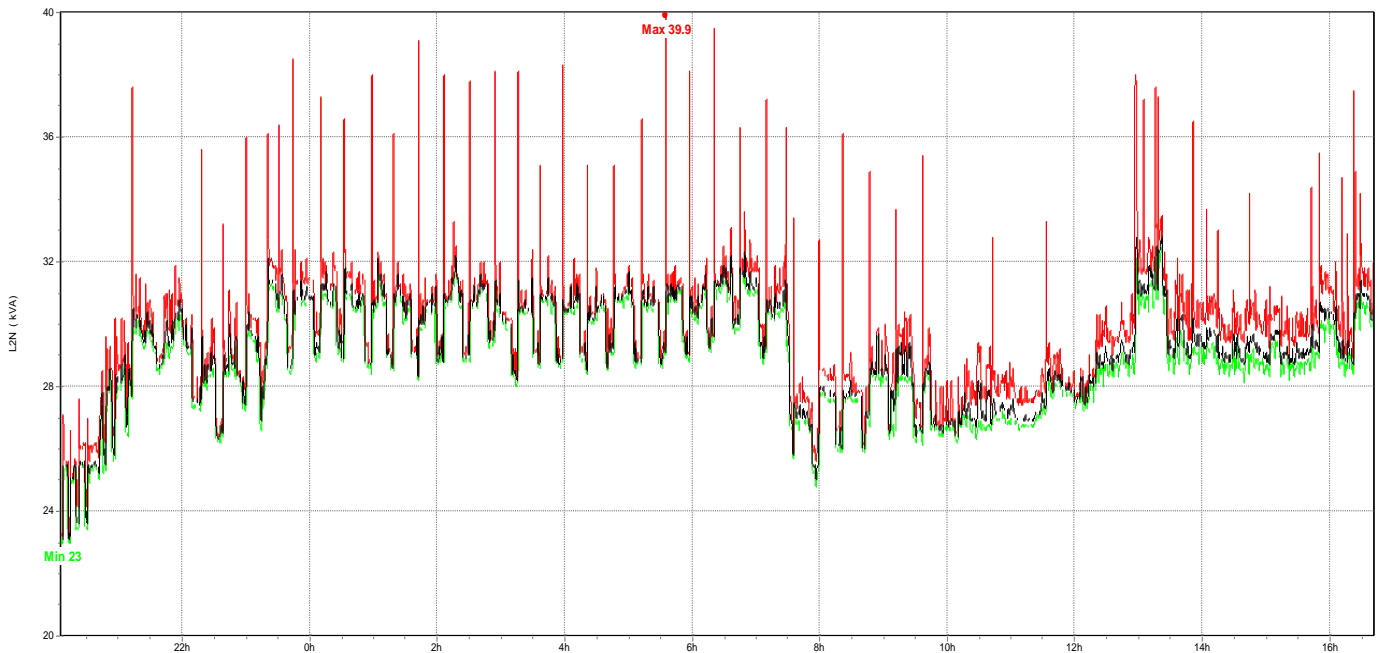


Figura 3.44 Medición de la Potencia Aparente en la Línea 2, a continuación se muestran los valores: **máximo de 39.9 KVA**, **mínimo de 23 KVA** y promedio de **31.45 KVA**.

### 3.5.5.3 Gráfica Potencia Aparente (KVA) Línea 3

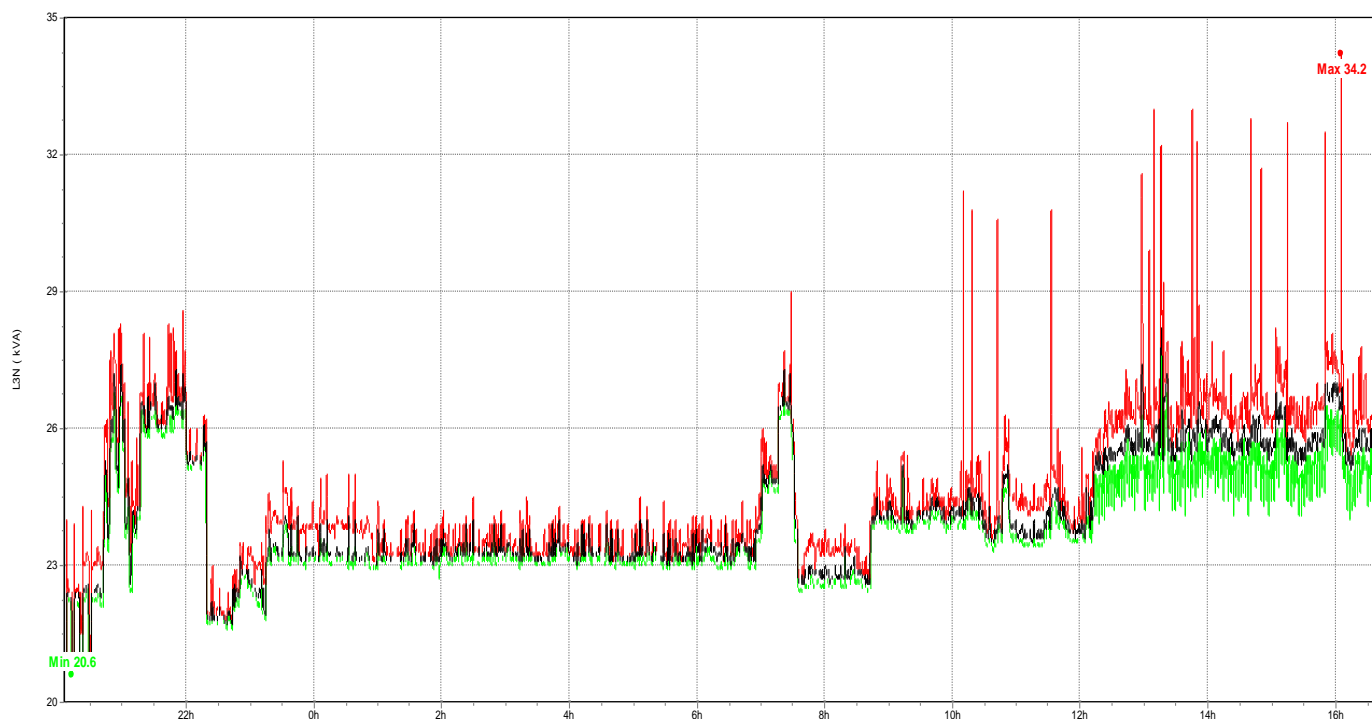


Figura 3.45 Medición de la Potencia Aparente en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 5.1KVA**, **mínimo de 0.1KVA** y promedio de **2.6KVA**.

### 3.5.5.4 Gráfica Potencia Aparente (KVA) que se genera en el Neutro

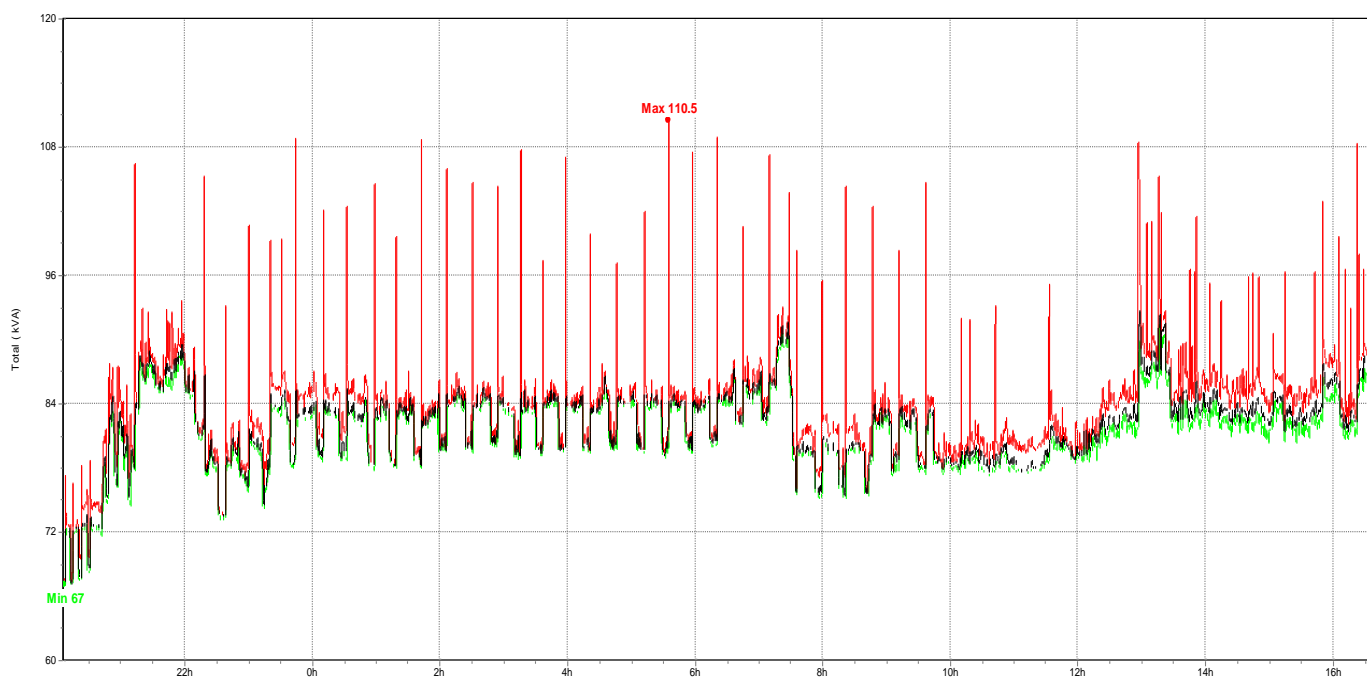


Figura 3.46 Medición de la Potencia Activa en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 110.5 KVA**, **mínimo de 67 KVA** y promedio de **88.75 KVA**.

### 3.5.6 Medición del Factor de Potencia (F.P.)

#### 3.5.6.1 Gráfica del Factor de Potencia (F.P.) Línea 1

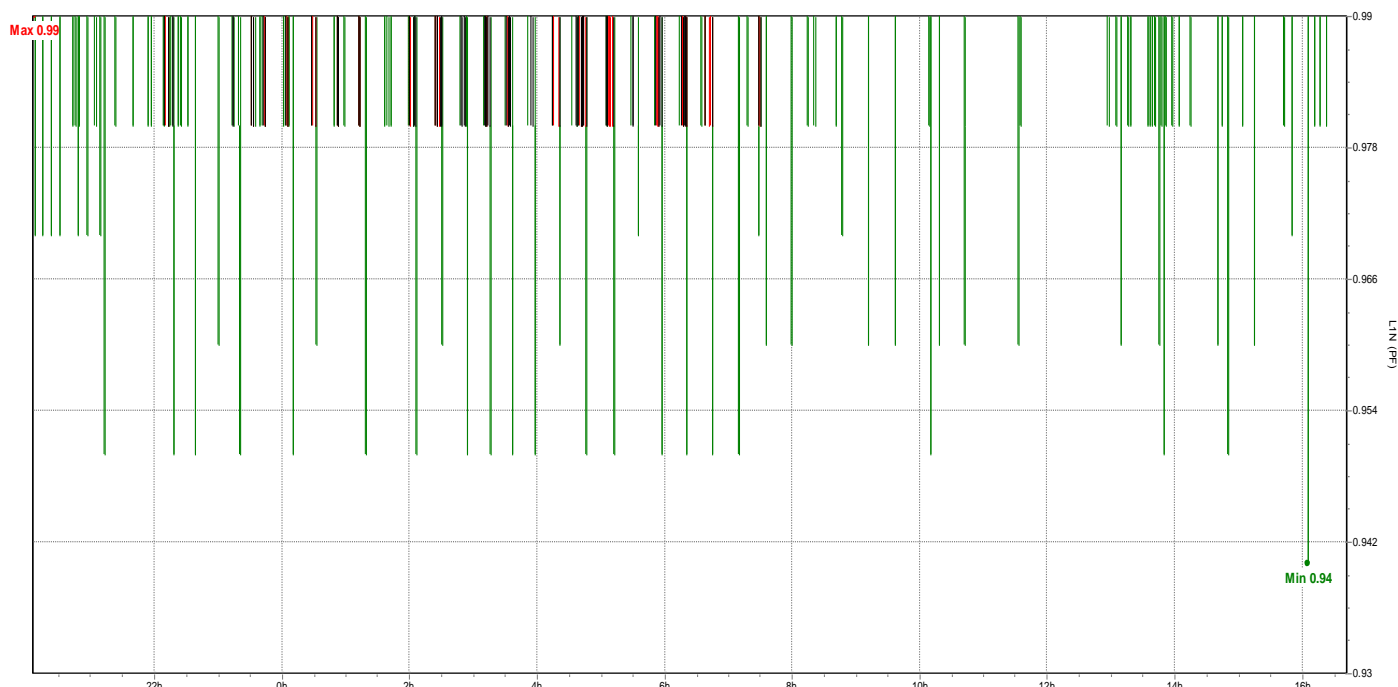


Figura 3.47 Medición del factor de Potencia en la Línea 1, a continuación se muestran los valores: **máximo de 0.99**, **mínimo de 0.94** y promedio de **0.965**. De acuerdo al historial de consumo del recibo de CFE y a los resultados de este análisis, se puede apreciar que el F.P. se encuentra arriba del 90%, que es el indicador de un buen nivel de aprovechamiento de la energía.

### 3.5.6.2 Gráfica del Factor de Potencia (F.P.) Línea 2

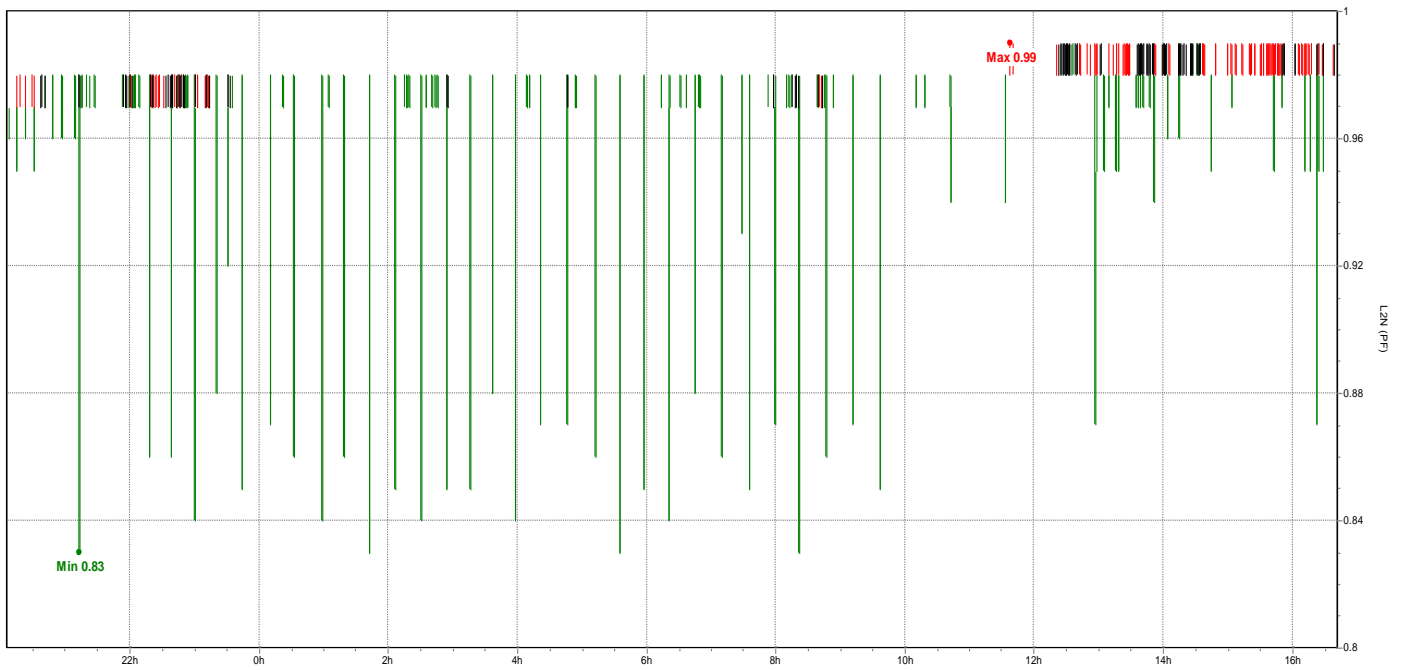


Figura 3.48 Medición del factor de Potencia en la Línea 2, a continuación se muestran los valores: **máximo de 0.99**, **mínimo de 0.83** y promedio de **0.91**. De acuerdo al historial de consumo del recibo de CFE y a los resultados de este análisis, se puede apreciar que el F.P. se encuentra arriba del 90%, que es el indicador de un buen nivel de aprovechamiento de la energía.

### 3.5.6.3 Gráfica del Factor de Potencia (F.P.) Línea 3

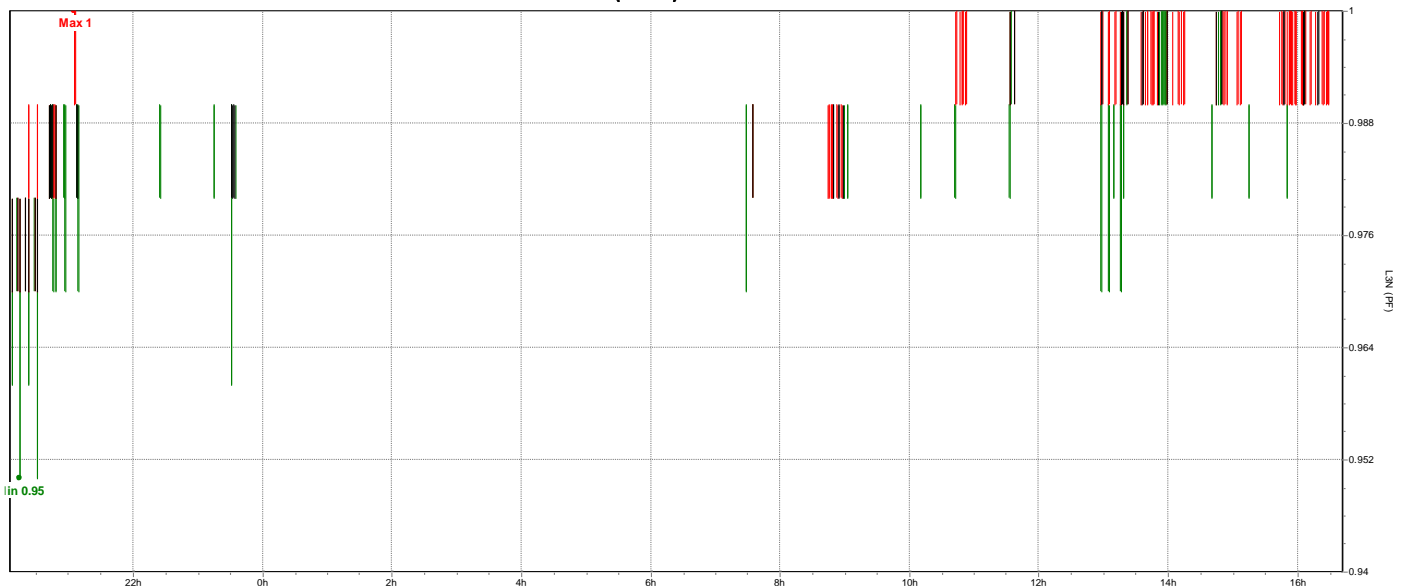


Figura 3.49 Medición del factor de Potencia en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 1.0**, **mínimo de 0.95** y promedio de **0.975**. De acuerdo al historial de consumo del recibo de CFE y a los resultados de este análisis, se puede apreciar que el F.P. se encuentra arriba del 90%, que es el indicador de un buen nivel de aprovechamiento de la energía.

### 3.5.6.4 Gráfica del Factor de Potencia (F.P.) que se genera en el Neutro

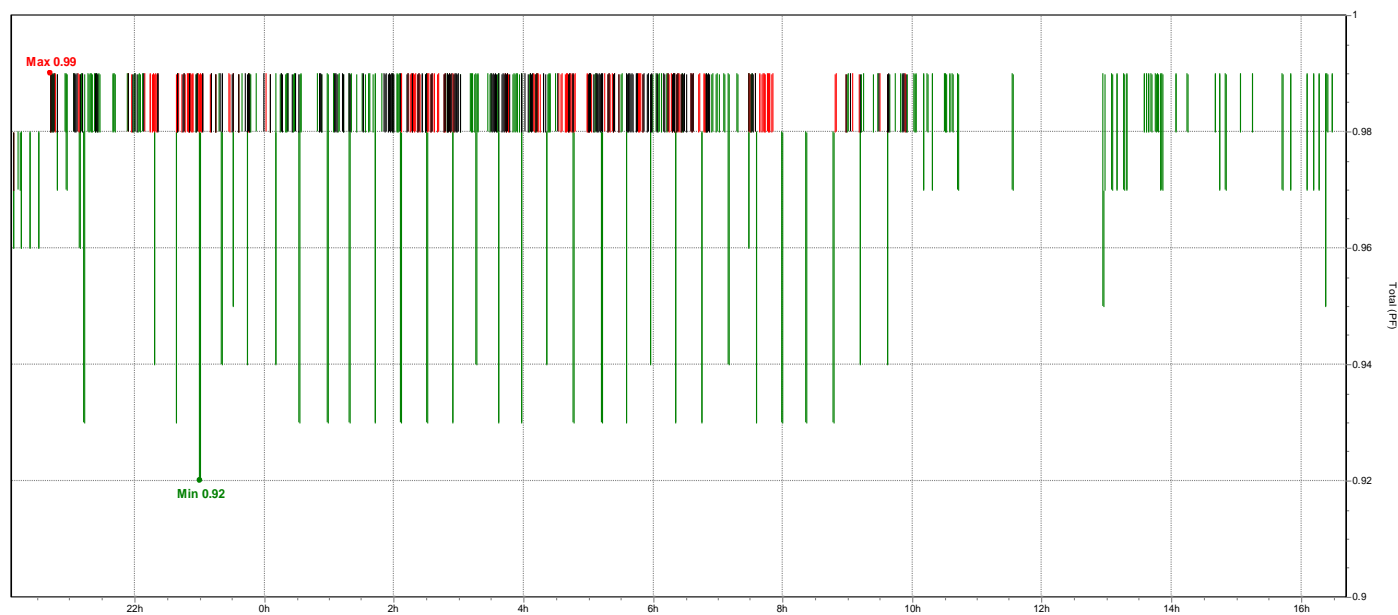


Figura 3.50 Medición del factor de Potencia en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 0.99**, **mínimo de 0.92** y promedio de **0.955**. De acuerdo al historial de consumo del recibo de CFE y a los resultados de este análisis, se puede apreciar que el F.P. se encuentra arriba del 90%, que es el indicador de un buen nivel de aprovechamiento de la energía.

### 3.6 Resultados de Tablero N-DS-10 servicio normal (servicios de iluminación y maniobras de la pista) pertenecientes a la subestación # 1 planta baja.

De acuerdo a este monitoreo se obtuvieron los siguientes resultados en un periodo de 24 horas. En la imagen 3.51 se presenta el significado de los colores en las gráficas registradas debido a los parámetros de voltaje, corriente, Potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente y factor de potencia.

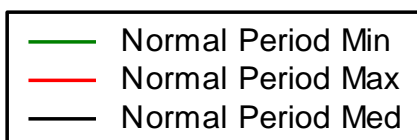


Imagen 3.51 Parámetros determinados por el programa Power log 3.2.

#### 3.6.1 Medición Voltaje de Línea a Neutro

##### 3.6.1.1 Grafica Voltaje Fase 1 a Neutro

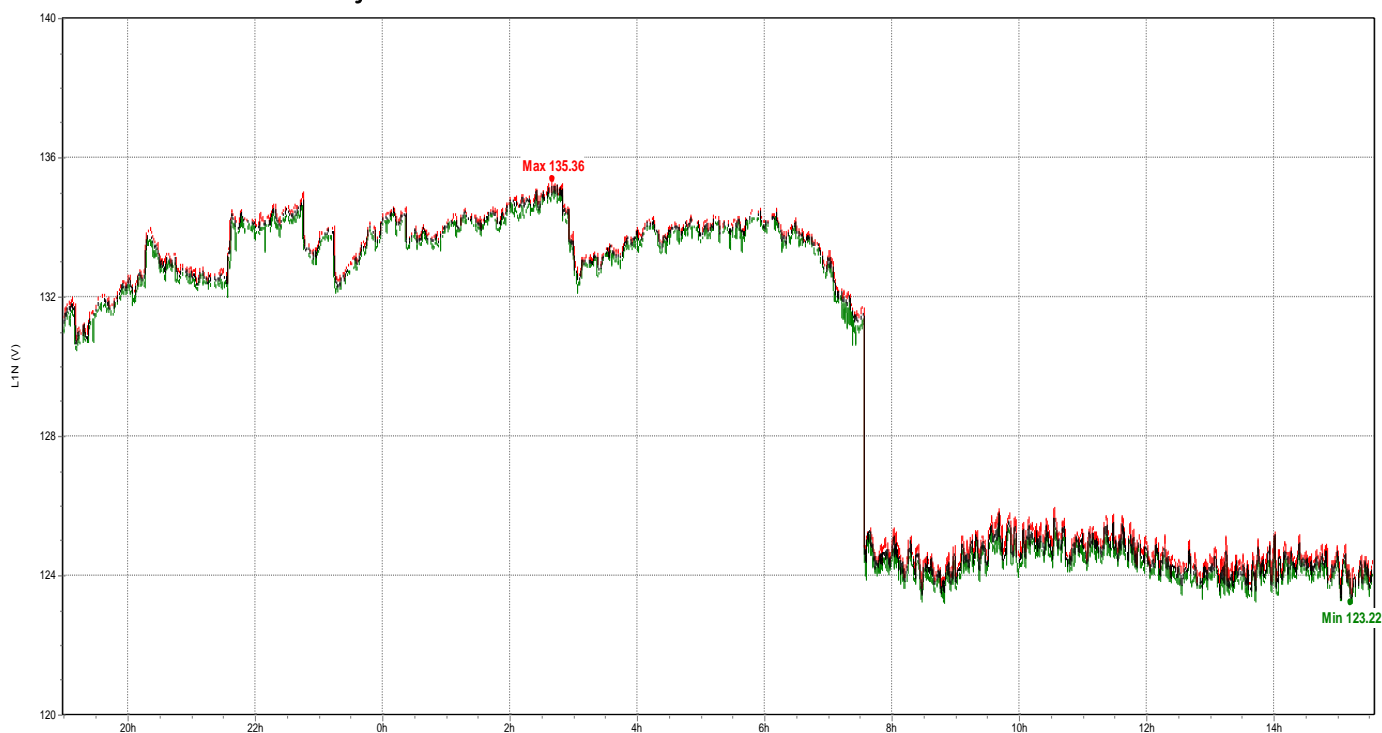


Figura 3.52 se registró valor **máximo de 135.36V**, **mínimo de 123.22V** y promedio de **129.29V**. El periodo de muestra fue de 24 horas, la tensión promedio se encuentra 1.8% arriba del valor nominal de 127 Volts, dicha energía proviene del TRO-2500 Kva. Para los valores recomendados por el estándar **IEEE 1100-1999**, el valor no debe ser mayor al 5% del valor nominal. Existe una relación clara de cuando el voltaje de la red baja es debido al aumento de equipos encendidos.

### 3.6.1.2 Gráfica Voltaje Fase 2 a Neutro

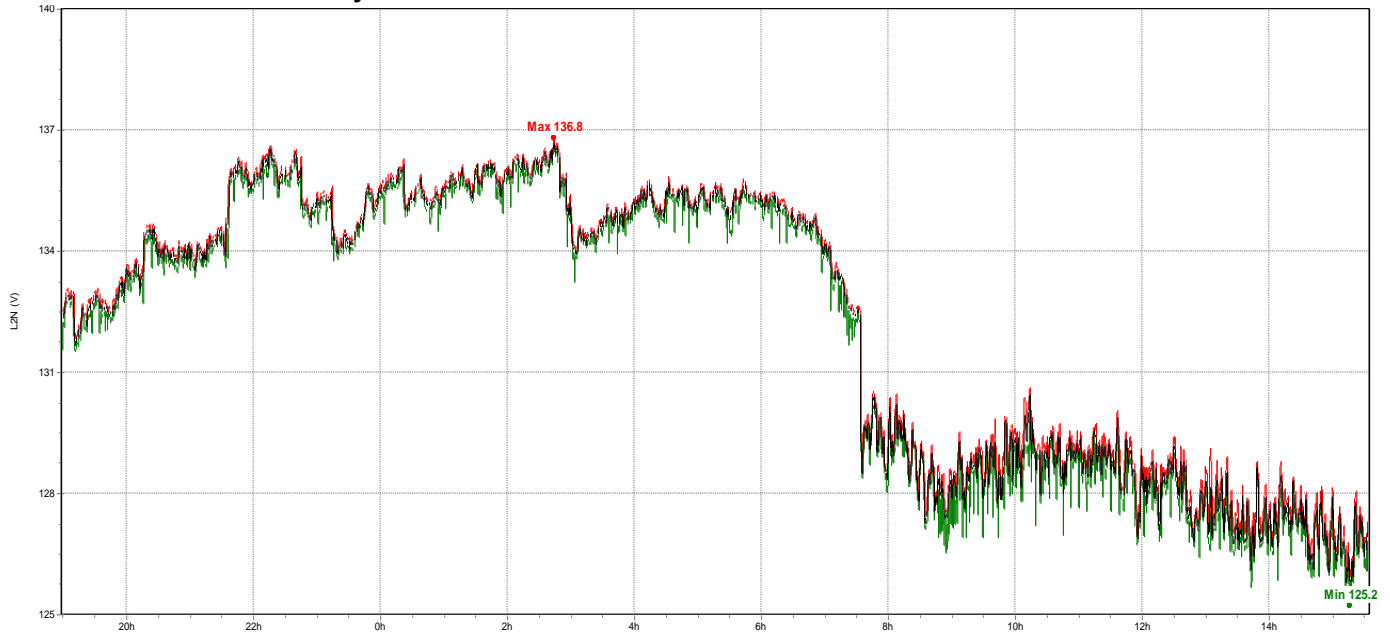


Figura 3.53 se registró valor **máximo de 136.8V**, **mínimo de 125.2V** y promedio de **131.0V**. El periodo de muestra fue de 24 horas, la tensión promedio se encuentra 3.14% arriba del valor nominal de 127 Volts, dicha energía proviene del TRO-2 500 Kva. Para los valores recomendados por el estándar **IEEE 1100-1999**, el valor no debe ser mayor al 5% del valor nominal. Existe una relación clara de cuando el voltaje de la red baja es debido al aumento de equipos encendidos.

### 3.6.1.3 Gráfica Voltaje Fase 3 a Neutro

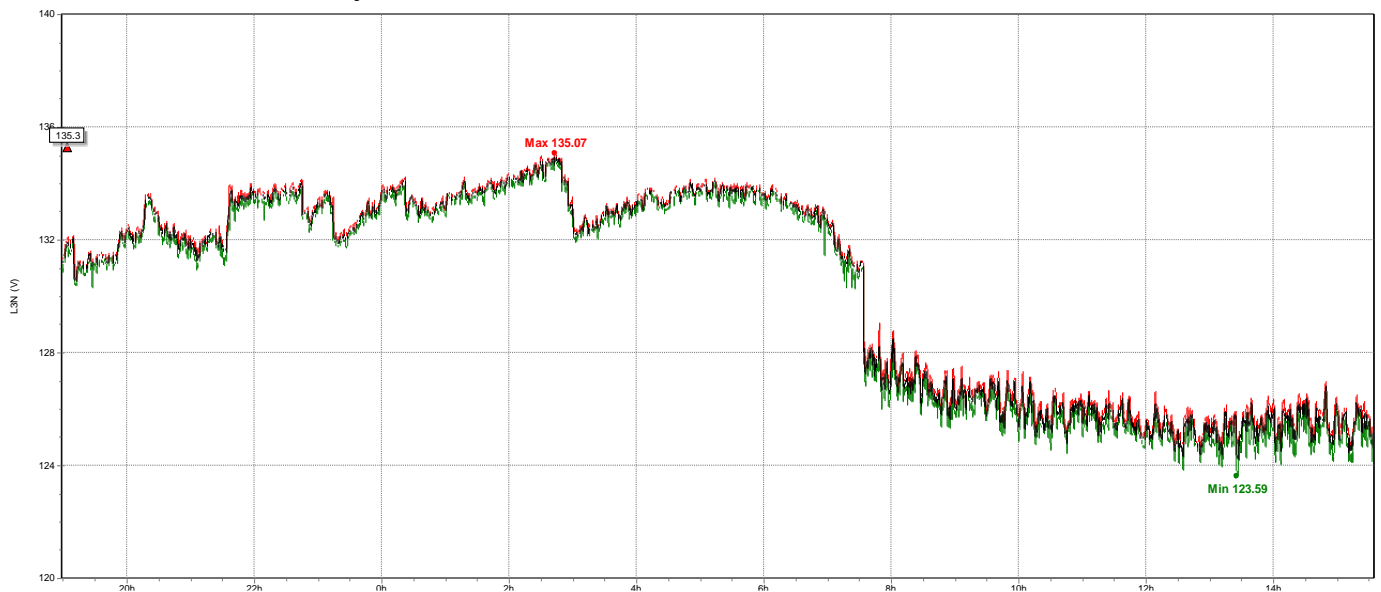


Figura 3.54 Se registró valor **máximo de 135.07 V**, **mínimo de 123.59 V** y promedio de **129.33 V**. El periodo de muestra fue de 24 horas, la tensión promedio se encuentra 1.83% arriba del valor



nominal de 127 Volts, dicha energía proviene del TRO-2 500 Kva. Para los valores recomendados por el estándar **IEEE 1100-1999**, el valor no debe ser mayor al 5% del valor nominal. Existe una relación clara de cuando el voltaje de la red baja es debido al aumento de equipos encendidos.

### 3.6.1.4 Gráfica Voltaje Neutro a Tierra Física.

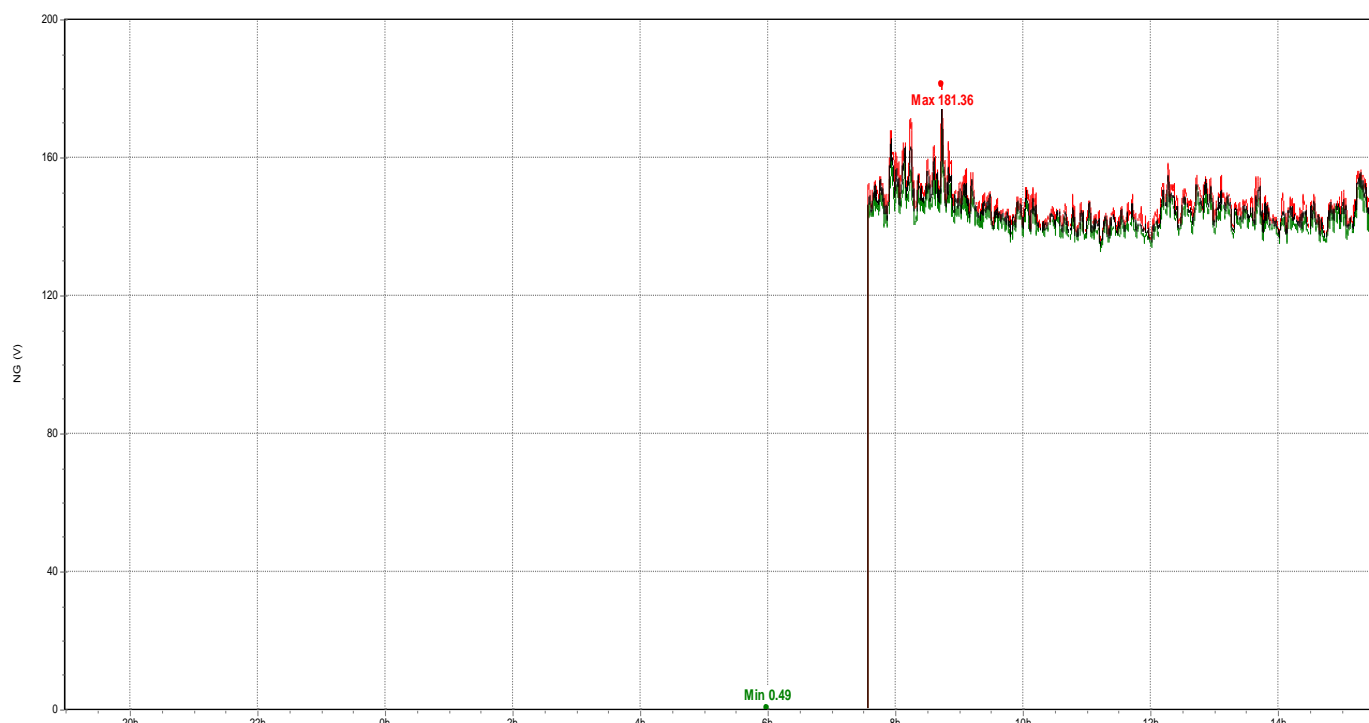


Figura 3.55 Se registró valor **máximo de 181.36V**, **mínimo de 0.49V** y promedio de **90.925V**. Se obtuvo un valor de voltaje fuera de lo normal, y que puede ser muy peligroso, se supone que el neutro no debe presentar tensión alguna. En esta gráfica sucede todo lo contrario con el voltaje con respecto a las 3 fases anteriores, se aprecia un incremento del voltaje en el conductor neutro, en el mismo horario en el que las fases disminuyen.

## 3.6.2 Corriente entre Líneas

### 3.6.2.1 Gráfica de Corriente Línea 1

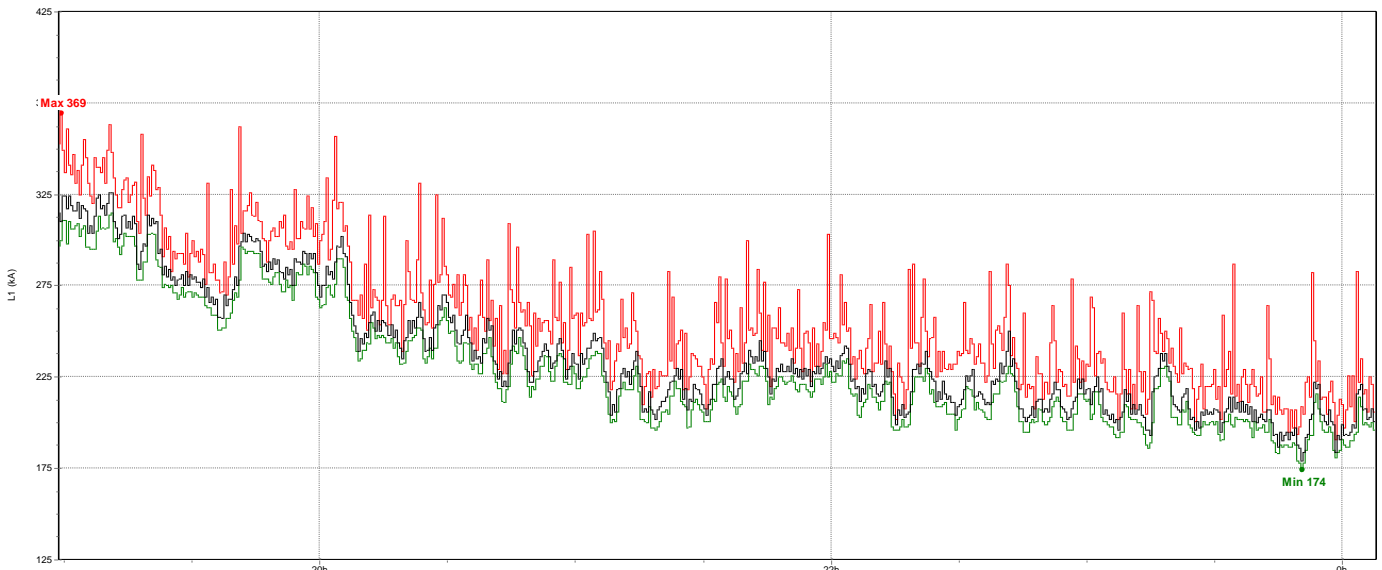


Figura 3.56 Se registró valor **máximo de 562 A**, **mínimo de 262 A** y promedio de **412 A**. En esta gráfica también se aprecia que existen rastros de crestas muy elevadas, de forma constante y desordenada, puede ser debido al arranque súbito y a plena carga de aparatos de alto consumo.

### 3.6.2.2 Gráfica de Corriente Línea 2

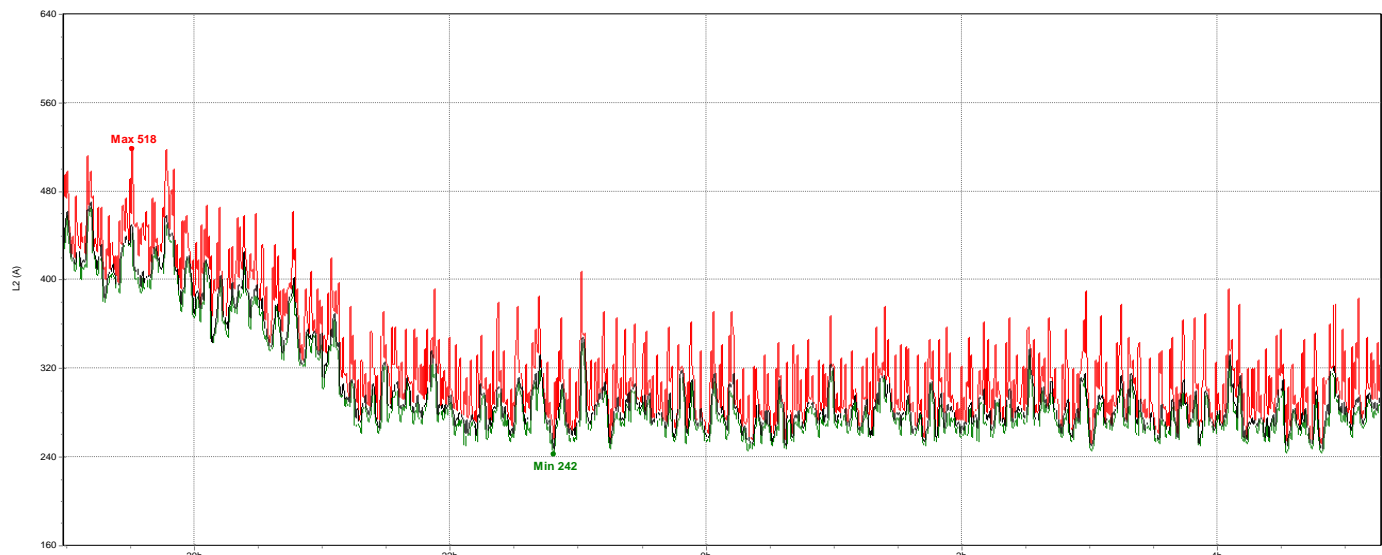


Figura 3.57 Se registró valor **máximo de 518 A**, **mínimo de 242 A** y promedio de **380 A**. En esta gráfica también se aprecia que existen rastros de crestas muy elevadas, de forma constante y desordenada, puede ser debido al arranque súbito y a plena carga de aparatos de alto consumo.

### 3.6.2.3 Gráfica de Corriente Línea 3

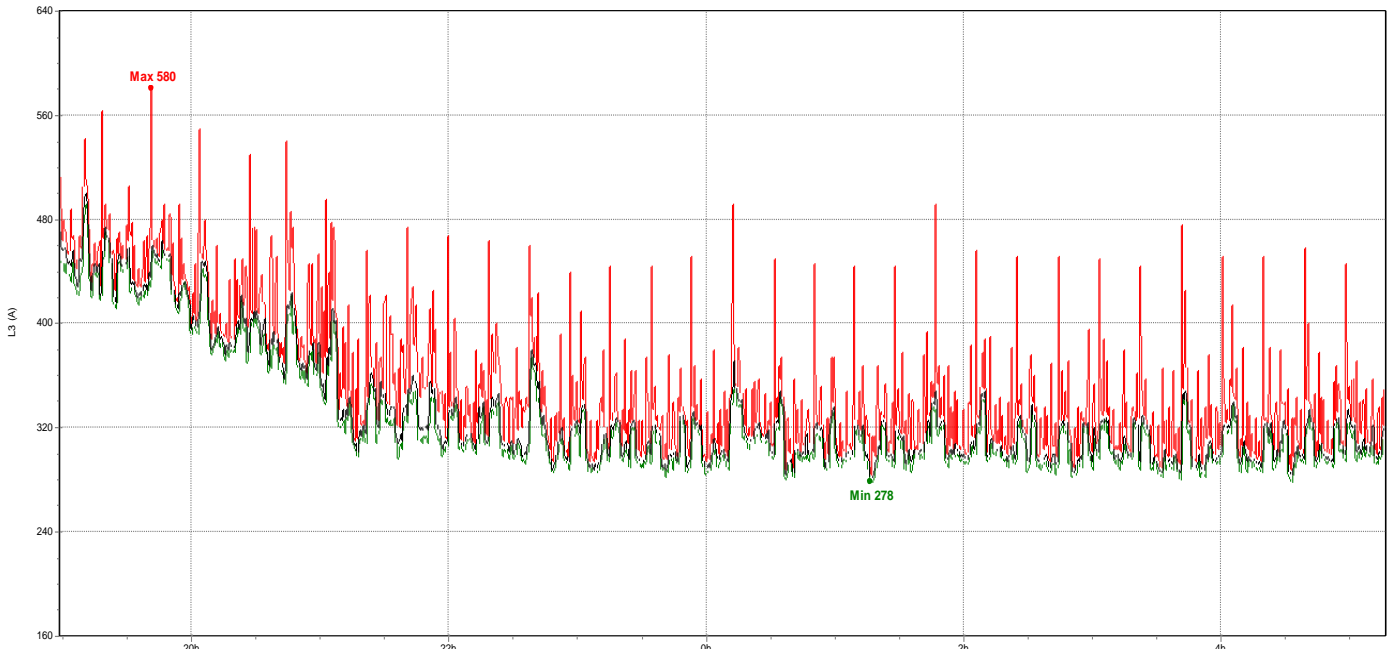


Figura 3.58 Se registró valor **máximo de 580 A**, **mínimo de 278 A** y promedio de **429 A**. En esta gráfica también se aprecia que existen rastros de crestas muy elevadas, de forma constante y desordenada, puede ser debido al arranque súbito y a plena carga de aparatos de alto consumo.

### 3.6.2.4 Gráfica de Corriente generada en el Neutro.

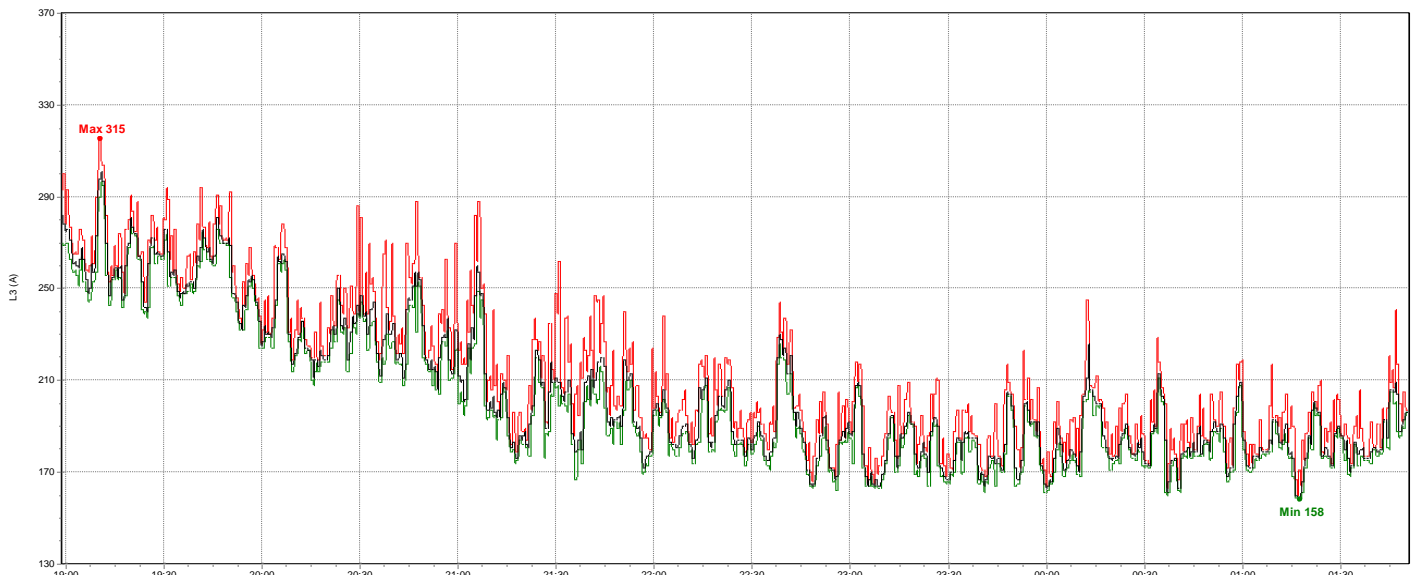


Figura 3.59 Se registró valor **máximo de 315 A**, **mínimo de 158 A** y promedio de **236.5 A**. En esta gráfica también se aprecia que existen rastros de crestas muy elevadas, de forma constante y desordenada, puede ser debido al arranque súbito y a plena carga de aparatos de alto consumo.

### 3.6.3 Medición de la Potencia Activa (KW).

#### 3.6.3.1 Gráfica Potencia Activa (KW) Línea 1



Figura 3.60 Medición de la Potencia Activa en la Línea 1, a continuación se muestran los valores: **máximo de 45kW**, **mínimo de 0.3kW** y promedio de **22.65kW**.

#### 3.6.3.2 Gráfica Potencia Activa (KW) Línea 2

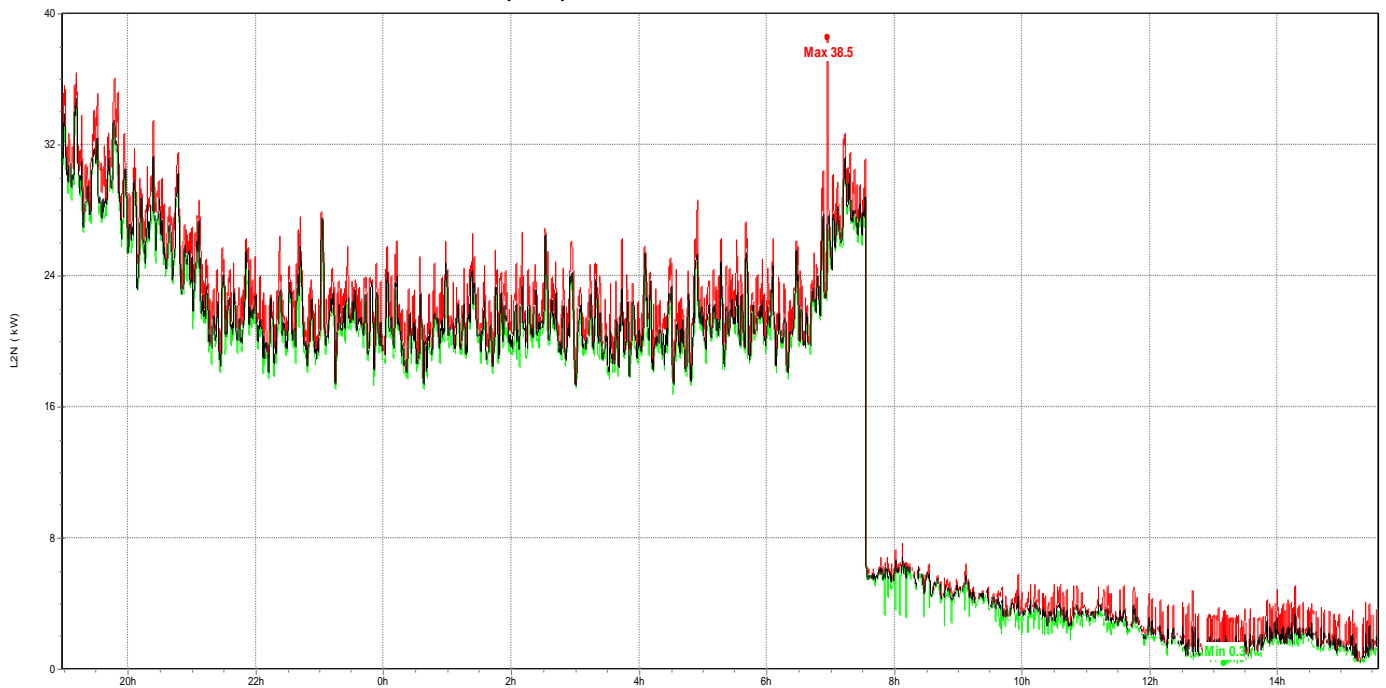


Figura 3.61 Medición de la Potencia Activa en la Línea 2, a continuación se muestran los valores: **máximo de 38.5kW**, **mínimo de 0.3kW** y promedio de **2.25kW**.

### 3.6.3.3 Gráfica Potencia Activa (KW) Línea 3

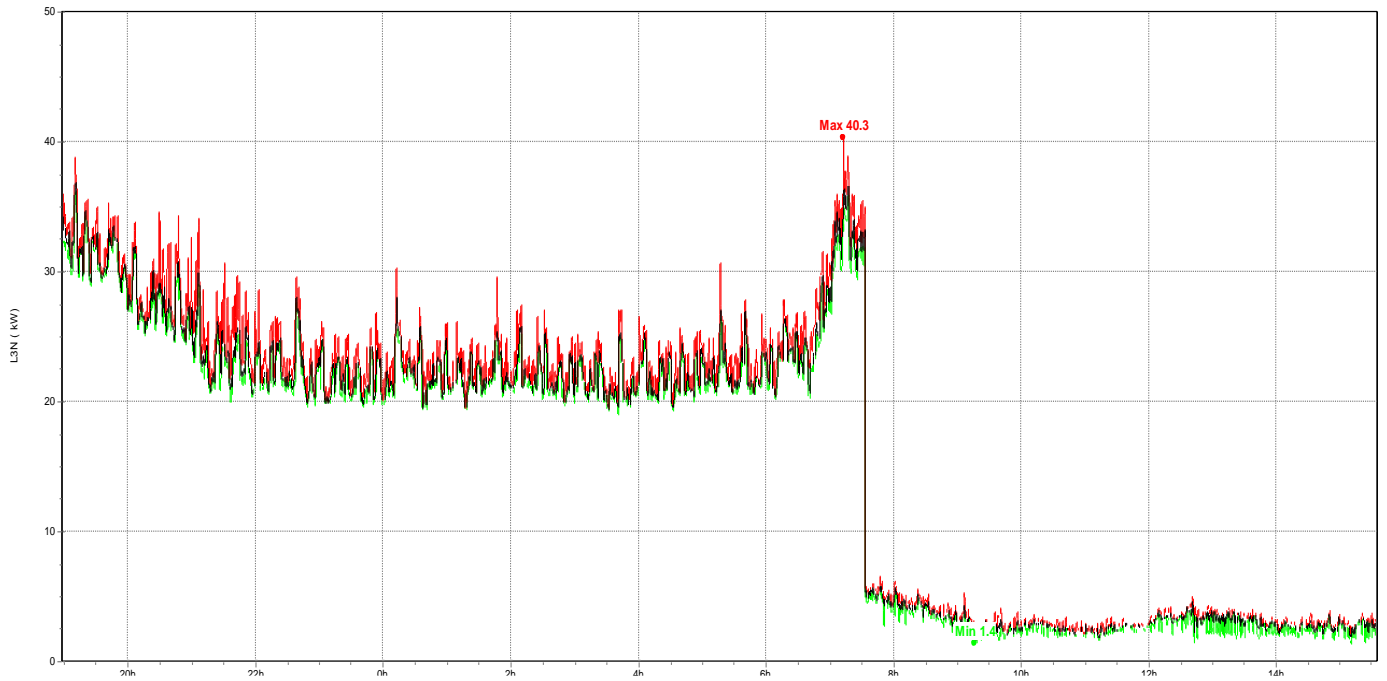


Figura 3.62 Medición de la Potencia Activa en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 40.3kW**, **mínimo de 1.4kW** y promedio de **2.1kW**.

### 3.6.3.4 Gráfica Potencia Activa (KW) que se genera en el Neutro



Figura 3.63 Medición de la Potencia Activa en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 116kW**, **mínimo de 9.6kW** y promedio de **62.8kW**.

### 3.6.4 Medición de la Potencia Reactiva (KVAR)

#### 3.6.4.1 Gráfica Potencia Reactiva (KVAR) Línea 1

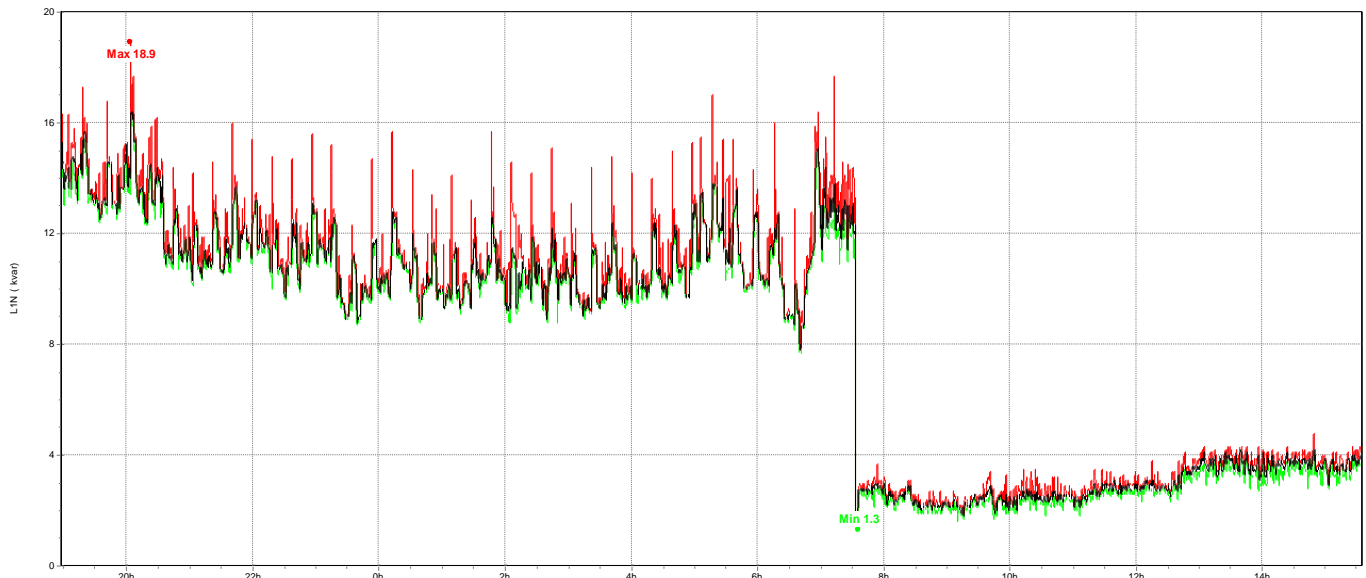


Figura 3.64 Medición de la Potencia Aparente en la Línea 1, a continuación se muestran los valores: **máximo de 18.9 KVAR**, **mínimo de 1.3 KVAR** y promedio de **10.1 KVAR**.

#### 3.6.4.2 Gráfica Potencia Reactiva (KVAR) Línea 2

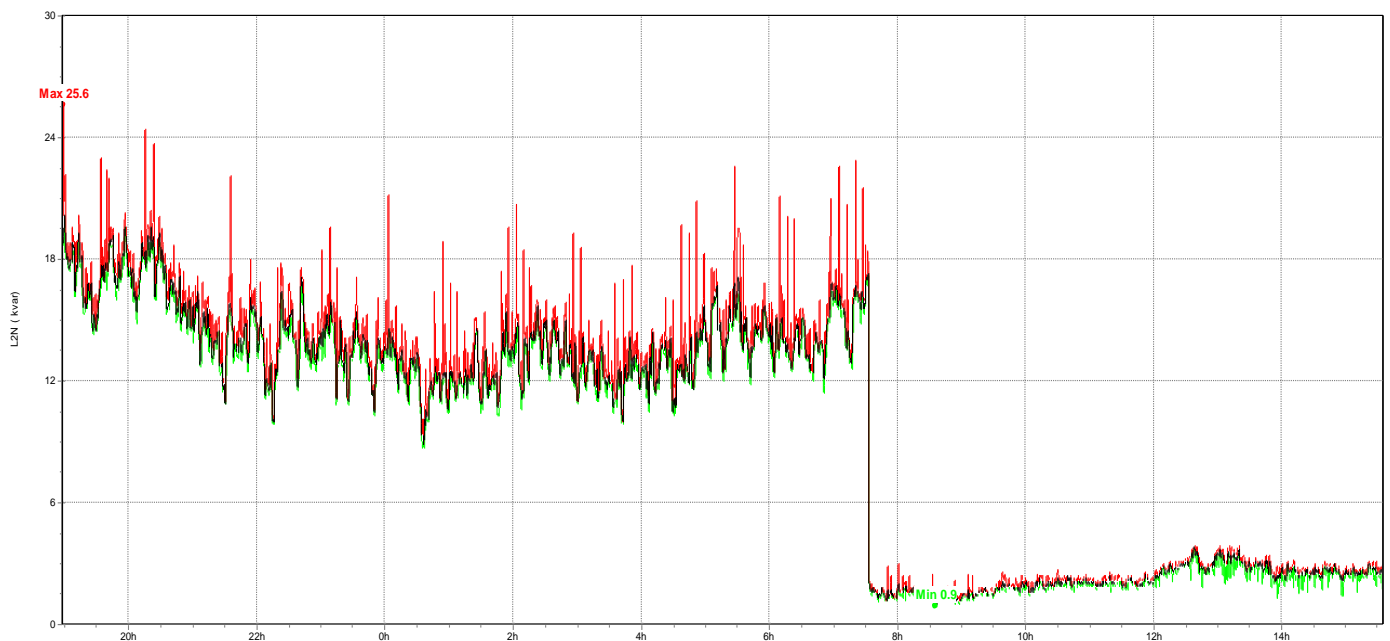


Figura 3.65 Medición de la Potencia Reactiva en la Línea 2, a continuación se muestran los valores: **máximo de 25.6 KVAR**, **mínimo de 0.9 KVAR** y promedio de **13.25 KVAR**.

### 3.6.4.3 Gráfica Potencia Reactiva (KVAR) Línea 3

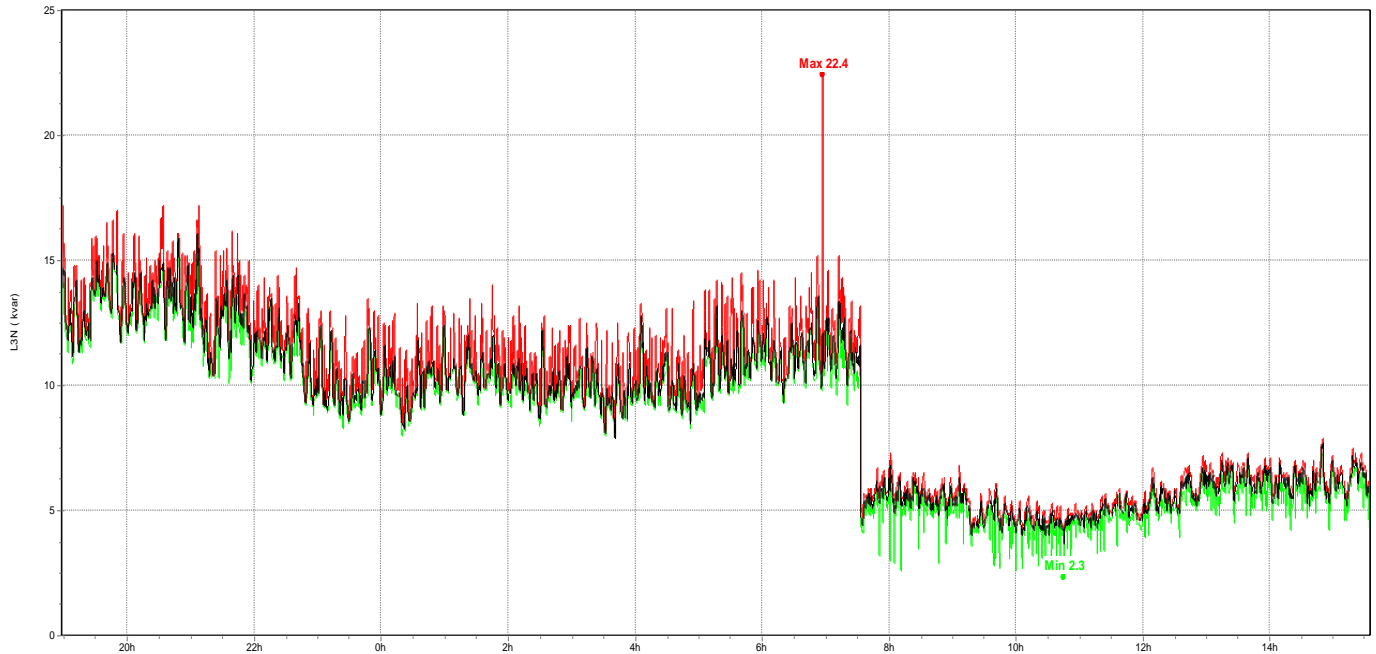


Figura 3.66 Medición de la Potencia Reactiva en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 22.4 KVAR**, **mínimo de 2.3 KVAR** y promedio de **12.35 KVAR**.

### 3.6.4.4 Gráfica Potencia Reactiva (KVAR) que se genera en el Neutro

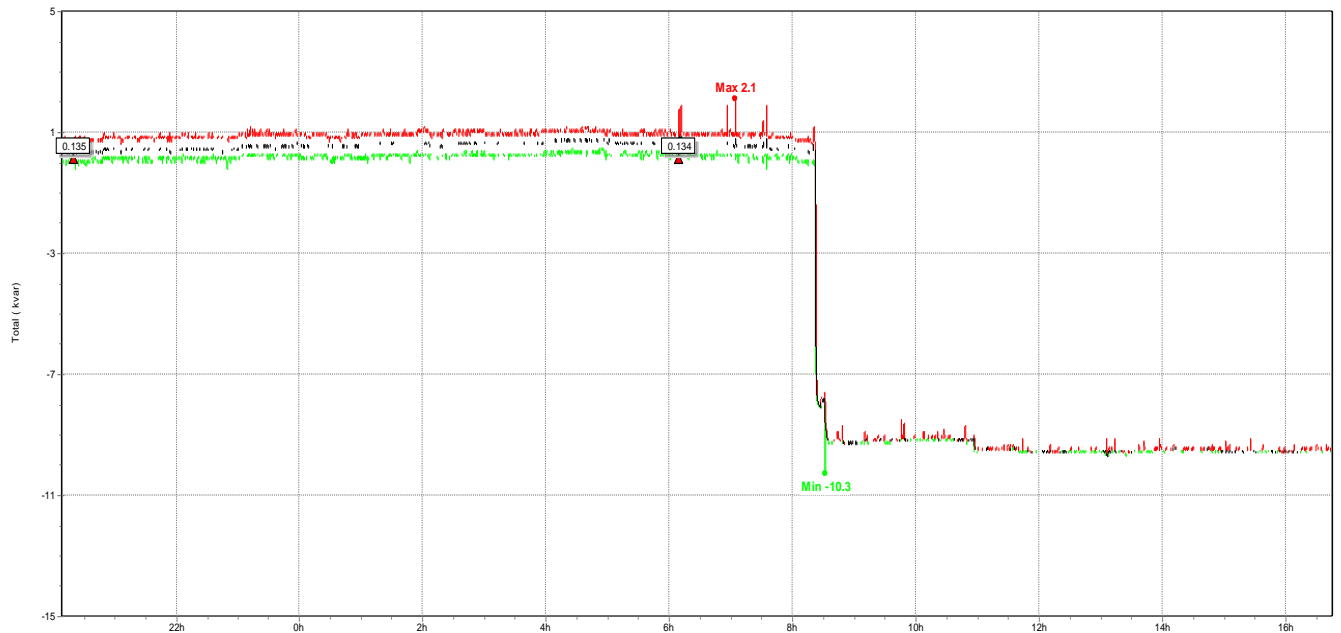


Figura 3.67 Medición de la Potencia Reactiva en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 126.7 KVAR**, **mínimo de 24.2 KVAR** y promedio de **75.45 KVAR**.

### 3.6.5 Medición de la Potencia Aparente KVA

#### 3.6.5.1 Gráfica Potencia Aparente (KVA) Línea 1



Figura 3.68 Medición de la Potencia Aparente en la Línea 1, a continuación se muestran los valores: **máximo de 47.8KVA**, **mínimo de 0.1 KVA** y promedio de **23.95 KVA**.

#### 3.6.5.2 Gráfica Potencia Aparente (KVA) Línea 2

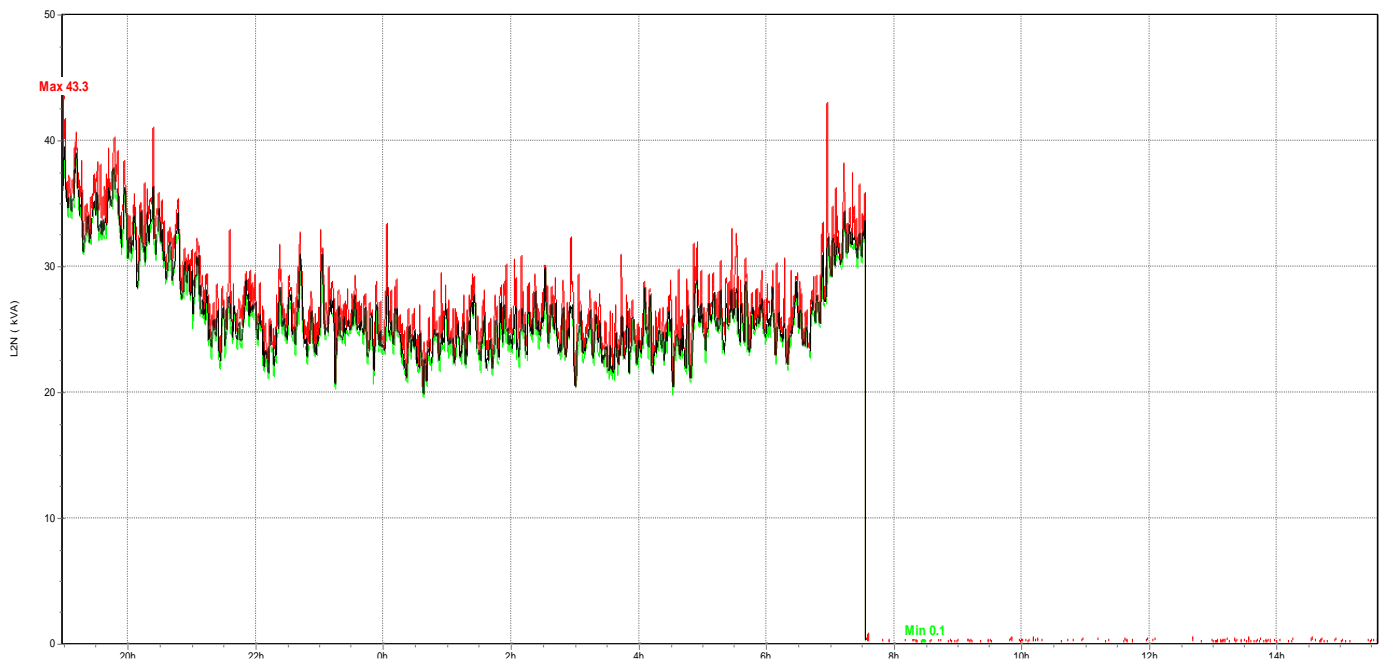


Figura 3.69 Medición de la Potencia Aparente en la Línea 2, a continuación se muestran los valores: **máximo de 43.3 KVA**, **mínimo de 0.1 KVA** y promedio de **21.7 KVA**.



### 3.6.5.3 Gráfica Potencia Aparente (KVA) Línea 3

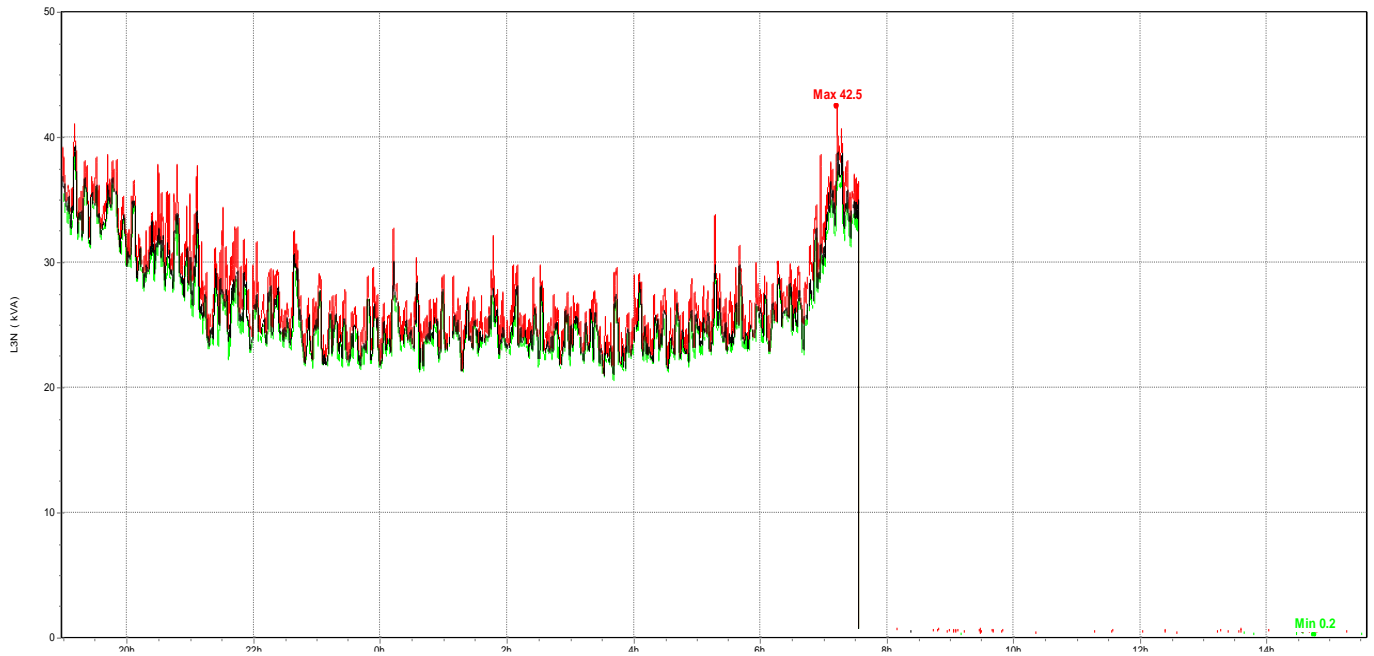


Figura 3.70 Medición de la Potencia Aparente en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 42.5 KVA**, **mínimo de 0.2 KVA** y promedio de 21.35 KVA.

### 3.6.5.4 Gráfica Potencia Aparente (KVA) que se genera en el Neutro

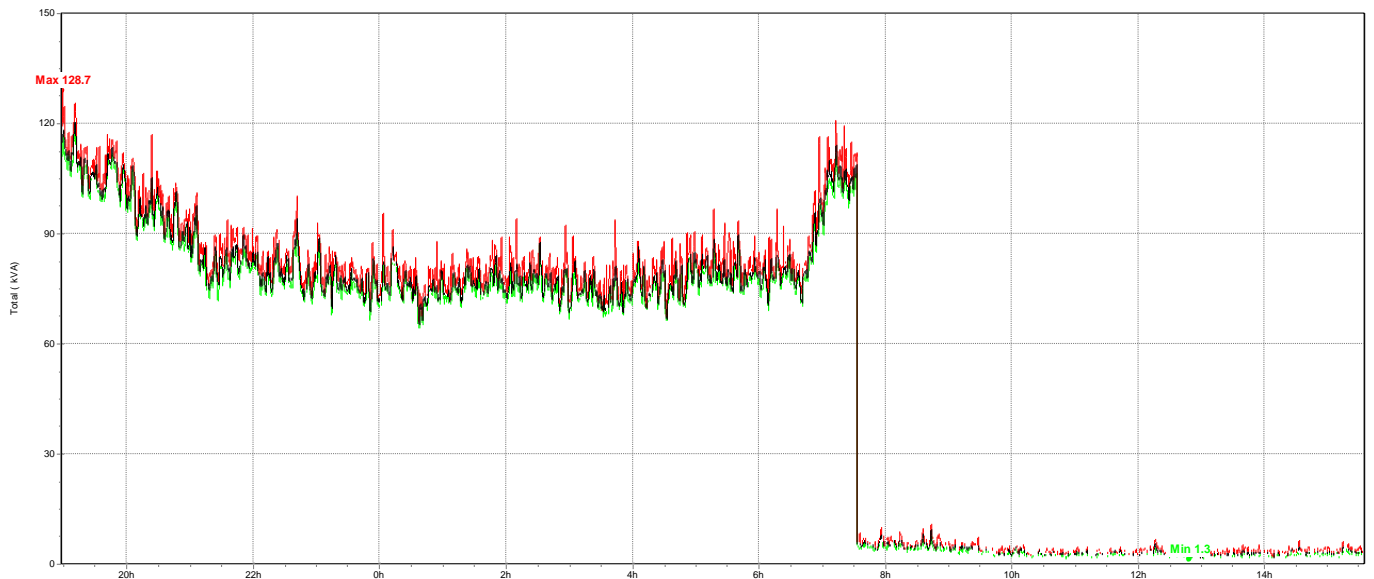


Figura 3.71 Medición de la Potencia Activa en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 128.7 KVA**, **mínimo de 1.3 KVA** y promedio de 65 KVA.

### 3.6.6 Medición del Factor de Potencia (F.P.)

#### 3.6.6.1 Gráfica del Factor de Potencia (F.P.) Línea 1

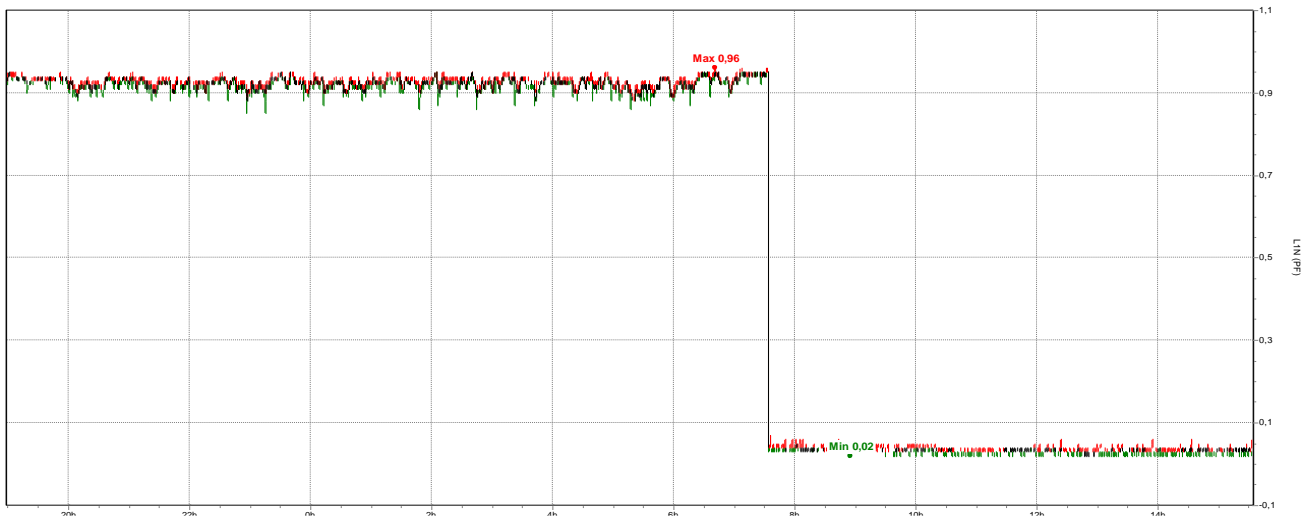


Figura 3.72 Medición del factor de Potencia en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 0.96**, **mínimo de 0.02** y promedio de **0.49**. De acuerdo al historial de consumo del recibo de CFE y a los resultados de este análisis, se puede apreciar que el F.P. se encuentra arriba del 90%, que es el indicador de un buen nivel de aprovechamiento de la energía.

#### 3.6.6.2 Gráfica del Factor de Potencia (F.P.) Línea 1



Figura 3.73 Medición del factor de Potencia en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 0.94**, **mínimo de 0.01** y promedio de **0.47**. De acuerdo al historial de consumo del recibo de CFE y a los resultados de este análisis, se puede apreciar que el

F.P. se encuentra arriba del 90%, que es el indicador de un buen nivel de aprovechamiento de la energía.

### 3.6.6.3 Gráfica del Factor de Potencia (F.P.) Línea 1

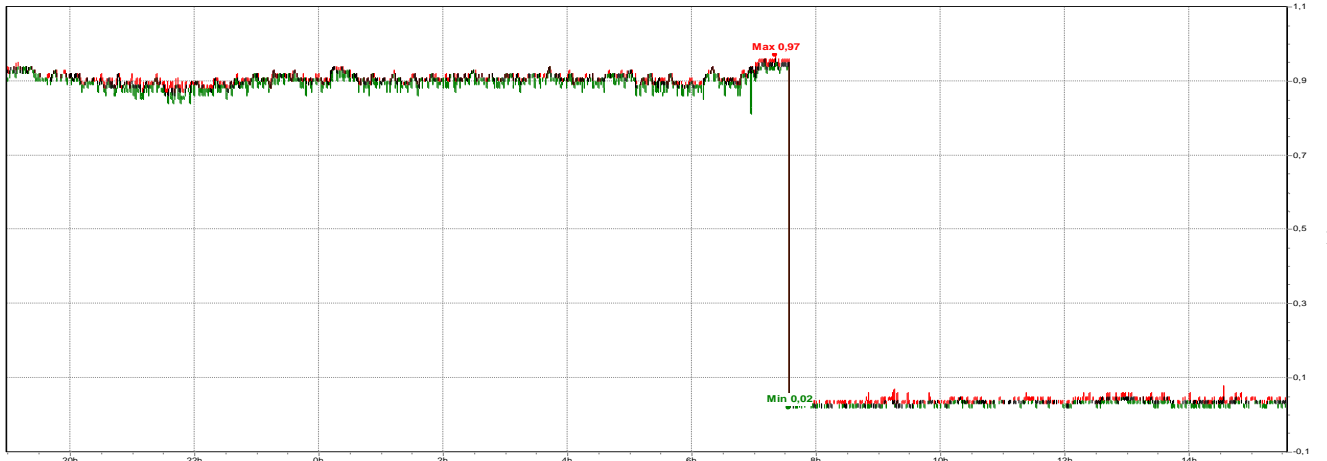


Figura 3.74 Medición del factor de Potencia en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 0.97**, **mínimo de 0.02** y promedio de **0.495**. De acuerdo al historial de consumo del recibo de CFE y a los resultados de este análisis, se puede apreciar que el F.P. se encuentra arriba del 90%, que es el indicador de un buen nivel de aprovechamiento de la energía.

### 3.7 Resultados de Tablero M-DS-9 servicio de emergencia, pertenecientes a la subestación # 2 planta alta.

De acuerdo a este monitoreo se obtuvieron los siguientes resultados en un periodo de 24 horas. En la imagen 3.75 se presenta el significado de los colores en las gráficas registradas debido a los parámetros de voltaje, corriente, Potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente y factor de potencia.

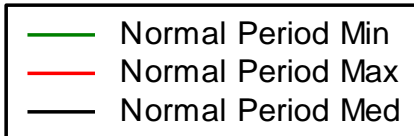


Imagen 3.75: Parámetros determinados por el programa Power log 3.2.

#### 3.7.1 Medición Voltaje de Línea a Neutro

##### 3.7.1.1 Grafica Voltaje Fase 1 a Neutro

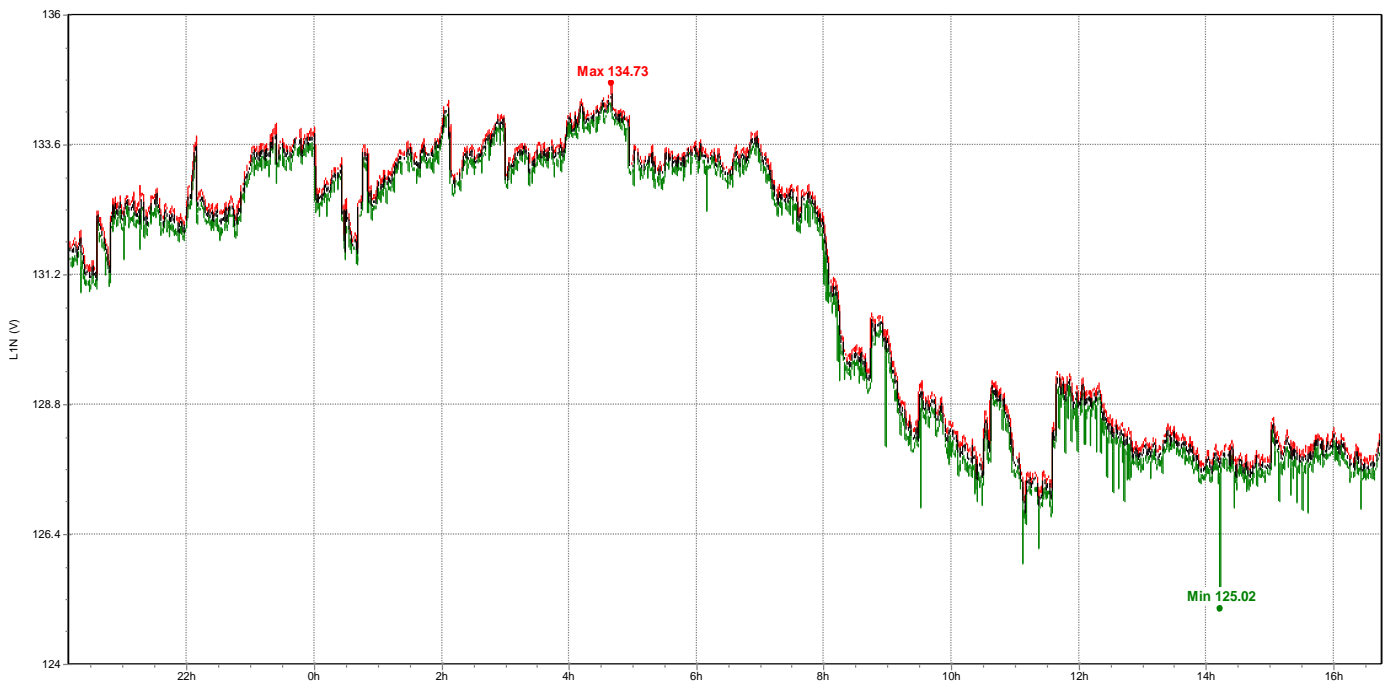


Figura 3.76 se registró valor **máximo de 134.73V**, **mínimo de 125.02V** y promedio de **129.87V**. El periodo de muestra fue de 24 horas, la tensión promedio se encuentra 2.25% arriba del valor nominal de 127 Volts, dicha energía proviene del TRO-3 500 Kva. Para los valores recomendados por el estándar **IEEE 1100-1999**, el valor no debe ser mayor al 5% del valor nominal. Existe una relación clara de cuando el voltaje de la red baja es debido al aumento de equipos encendidos.

### 3.7.1.2 Gráfica Voltaje Fase 2 a Neutro

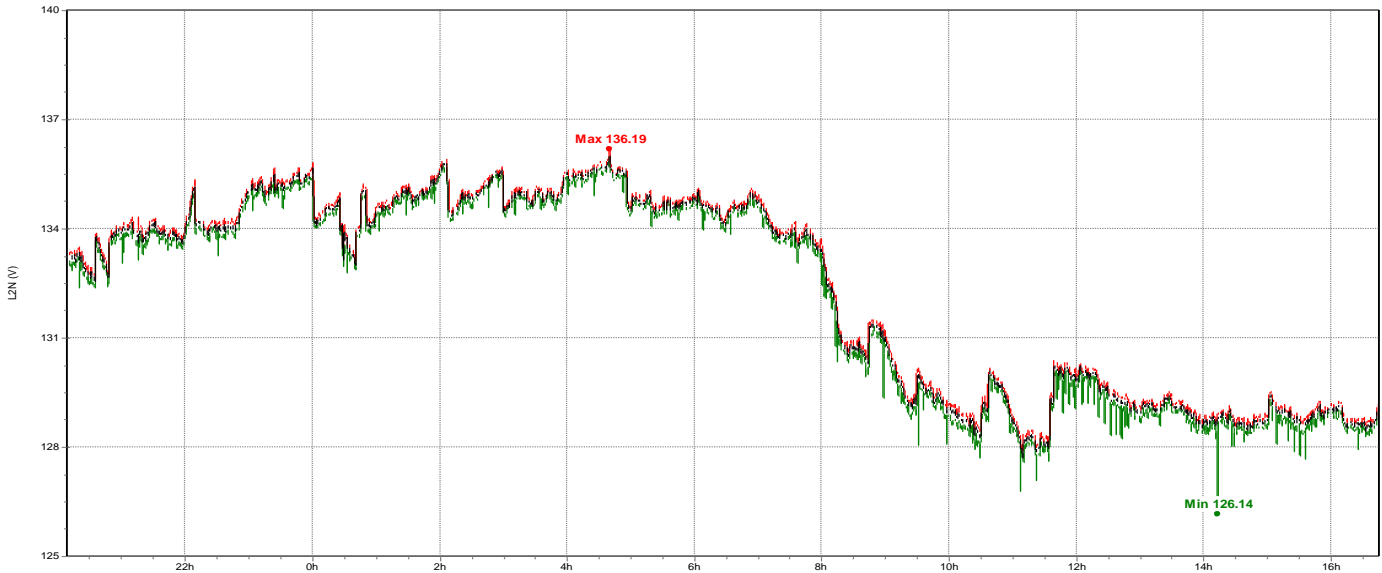


Figura 3.77 se registró valor **máximo de 136.19V**, **mínimo de 126.14V** y promedio de **131.65V**. El periodo de muestra fue de 24 horas, la tensión promedio se encuentra 3.66% arriba del valor nominal de 127 Volts, dicha energía proviene del TRO-3 500 Kva. Para los valores recomendados por el estándar **IEEE 1100-1999**, el valor no debe ser mayor al 5% del valor nominal. Existe una relación clara de cuando el voltaje de la red baja es debido al aumento de equipos encendidos.

### 3.7.1.3 Gráfica Voltaje Fase 3 a Neutro



Figura 3.78 Se registró valor **máximo de 137.61V**, **mínimo de 128.12V** y promedio de **132.86V**. El periodo de muestra fue de 24 horas, la tensión promedio se encuentra 4.61% arriba del valor nominal de 127 Volts, dicha energía proviene del TRO-3 500 Kva. Para los valores recomendados por el estándar **IEEE 1100-1999**, el valor no debe ser mayor al 5% del valor

nominal. Existe una relación clara de cuando el voltaje de la red baja es debido al aumento de equipos encendidos.

### 3.7.1.4 Gráfica Voltaje Neutro a Tierra Física.

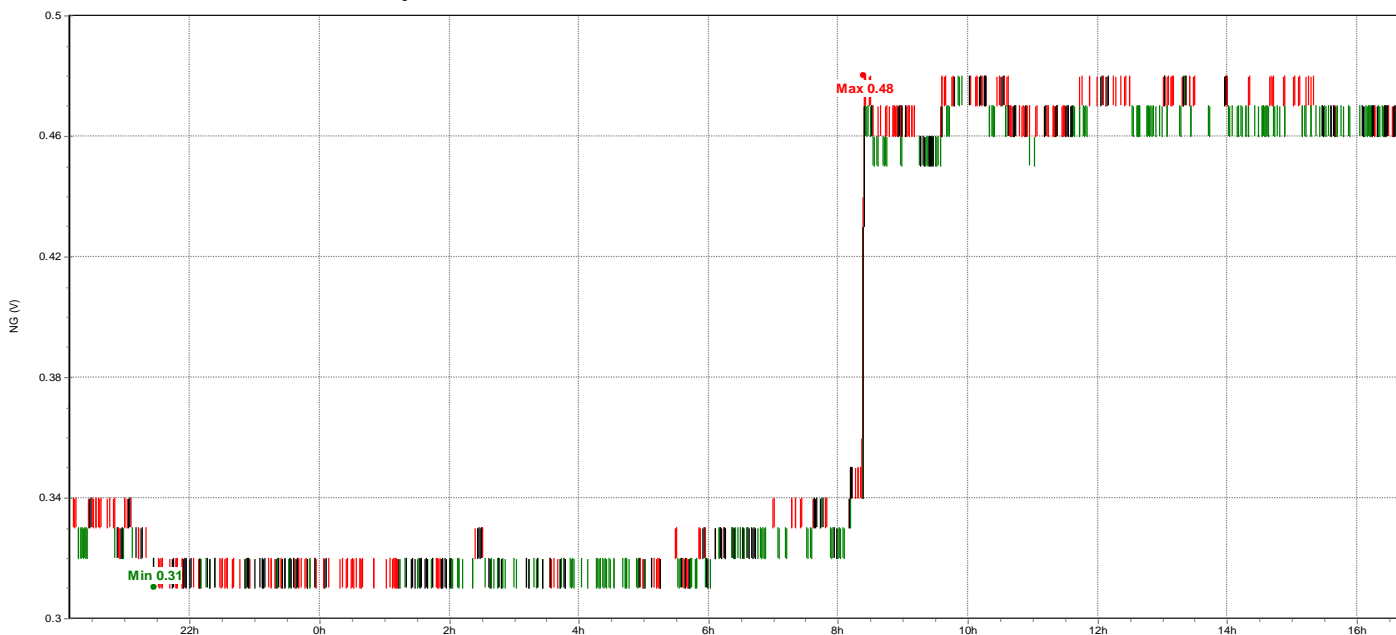


Figura 3.79 Se registró valor máximo de 0.48V, mínimo de 0.31V y promedio de 0.395V. En esta gráfica sucede todo lo contrario con el voltaje con respecto a las 3 fases anteriores, se aprecia un incremento del voltaje en el conductor neutro, en el mismo horario en el que las fases disminuyen.

### 3.7.2 Corriente entre Líneas

#### 3.7.2.1 Gráfica de Corriente Línea 1



Figura 3.80 Se registró valor máximo de 172 A, mínimo de 14 A y promedio de 93A. En esta gráfica también se aprecia que existen rastros de crestas muy elevadas, puede ser debido al arranque súbito y a plena carga de aparatos de alto consumo.

#### 3.7.2.2 Gráfica de Corriente Línea 2

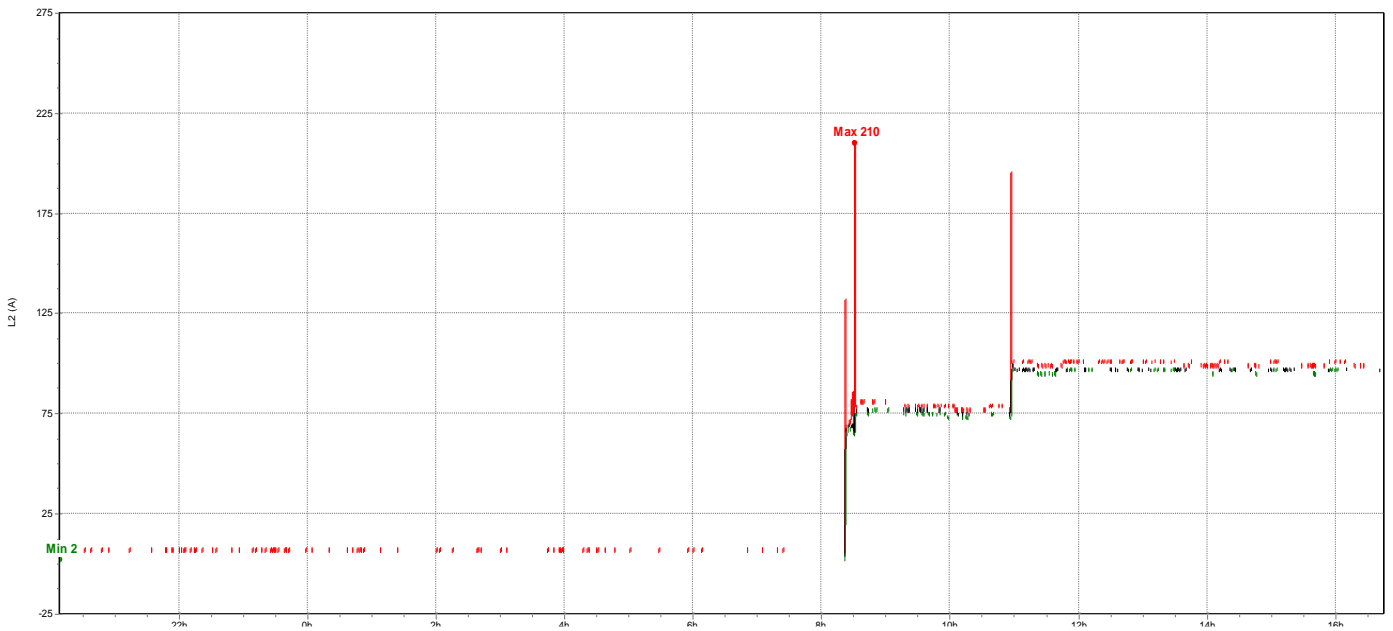


Figura 3.81 Se registró valor **máximo de 210 A**, **mínimo de 20 A** y promedio de **115 A**. En esta gráfica también se aprecia que existen rastros de crestas muy elevadas, puede ser debido al arranque súbito y a plena carga de aparatos de alto consumo.

### 3.7.2.3 Gráfica de Corriente Línea 3

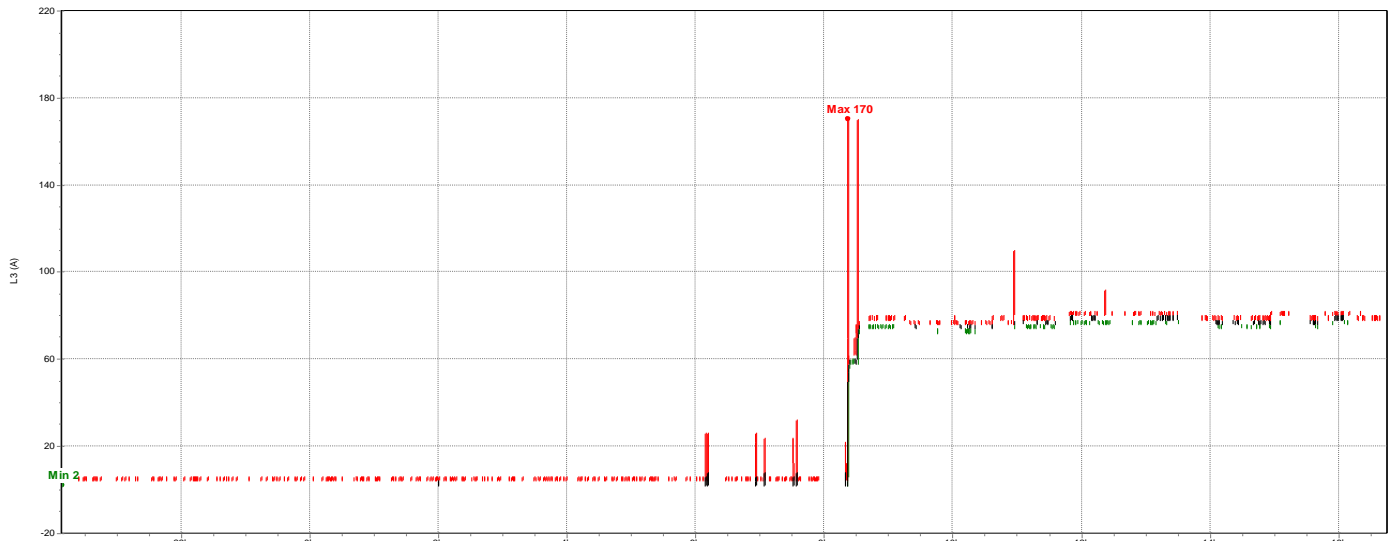


Figura 3.82 Se registró valor **máximo de 170 A**, **mínimo de 20 A** y promedio de **95 A**. En esta gráfica también se aprecia que existen rastros de crestas muy elevadas, puede ser debido al arranque súbito y a plena carga de aparatos de alto consumo.

### 3.7.2.4 Gráfica de Corriente generada en el Neutro.

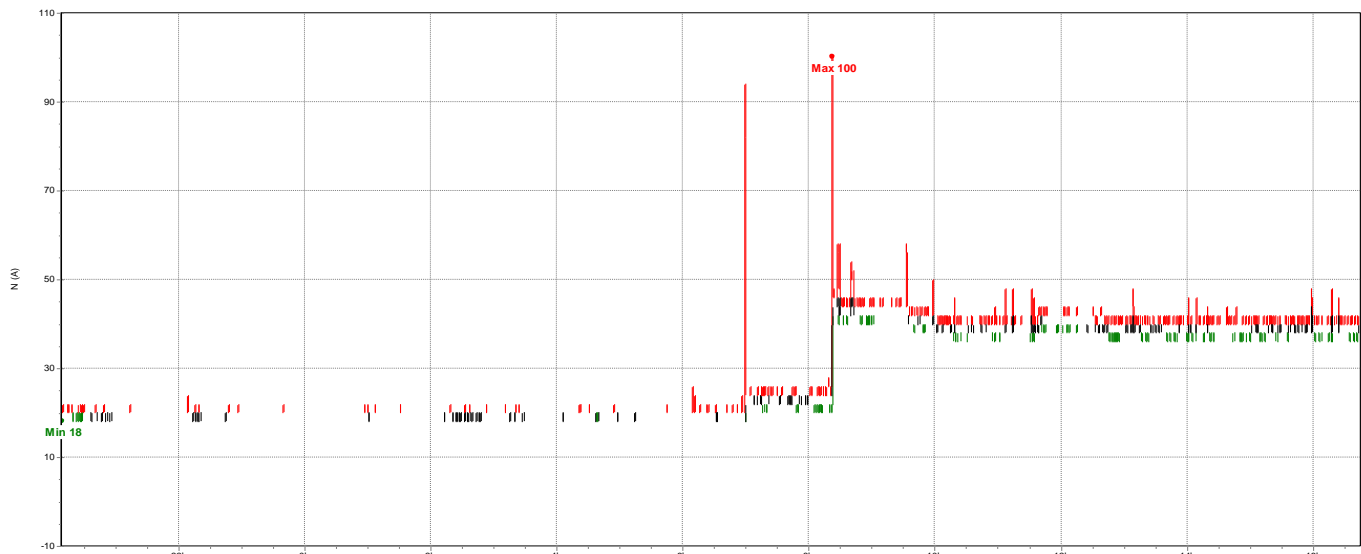


Figura 3.83 Se registró valor **máximo de 100 A**, **mínimo de 18 A** y promedio de **59 A**. En esta gráfica también se aprecia que existen rastros de crestas muy elevadas, puede ser debido al arranque súbito y a plena carga de aparatos de alto consumo.



### 3.7.3 Medición de la Potencia Activa (KW)

#### 3.7.3.1 Gráfica Potencia Activa (KW) Línea 1

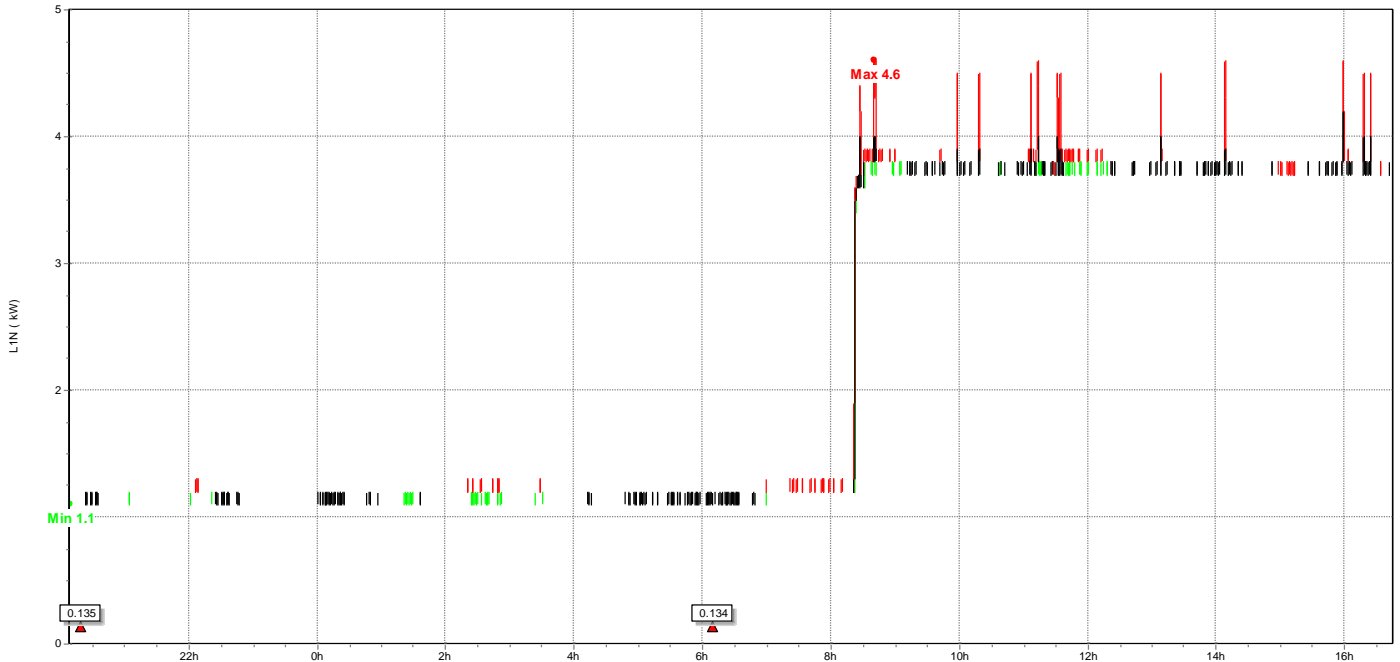


Figura 3.84 Medición de la Potencia Activa en la Línea 1, a continuación se muestran los valores: **máximo de 4.6kW**, **mínimo de 1.1kW** y promedio de **2.85kW**.

#### 3.7.3.2 Gráfica Potencia Activa (KW) Línea 2



Figura 3.85 Medición de la Potencia Activa en la Línea 2, a continuación se muestran los valores: **máximo de 4.5kW**, **mínimo de 0kW** y promedio de **2.25kW**.

### 3.7.3.3 Gráfica Potencia Activa (KW) Línea 3

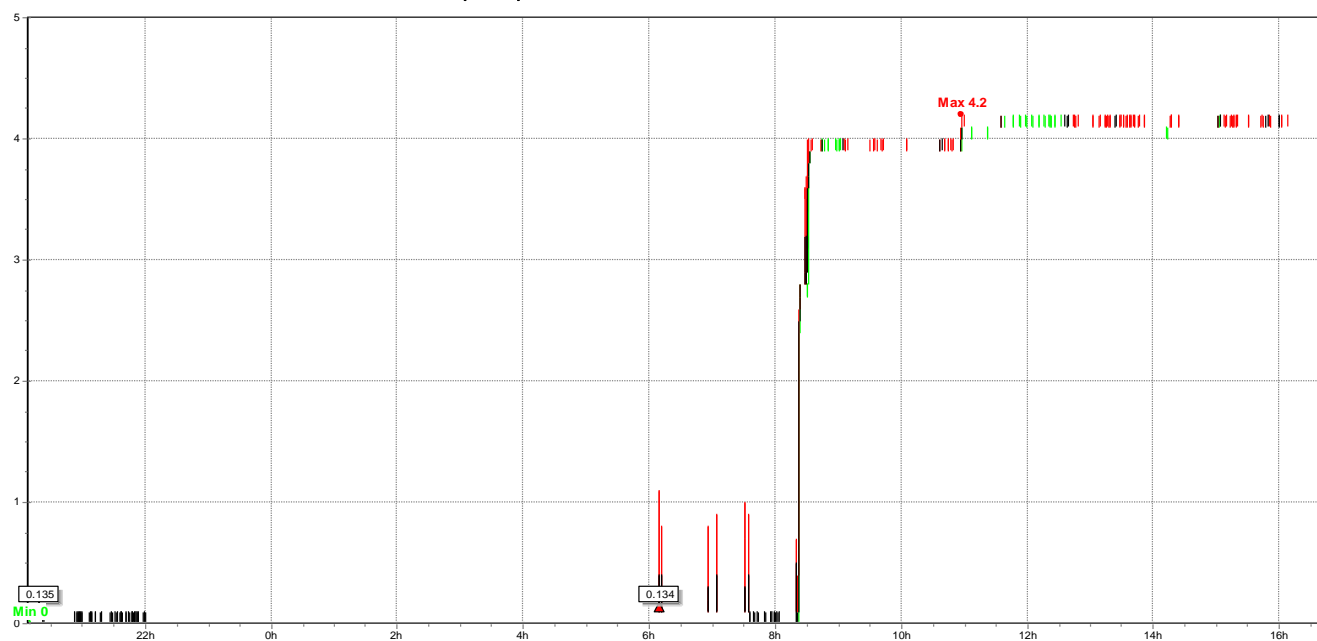


Figura 3.86 Medición de la Potencia Activa en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 4.2kW**, **mínimo de 0kW** y promedio de **2.1kW**.

### 3.7.3.4 Gráfica Potencia Activa (KW) que se genera en el Neutro



Figura 3.87 Medición de la Potencia Activa en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 12.8kW**, **mínimo de 1.2kW** y promedio de **7kW**.

### 3.7.4 Medición de la Potencia Reactiva (KVAR)

#### 3.7.4.1 Gráfica Potencia Reactiva (KVAR) Línea 1



Figura 3.88 Medición de la Potencia Aparente en la Línea 1, a continuación se muestran los valores: **máximo de 1 KVAR**, **mínimo de -2.7 KVAR** y promedio de **-0.85 KVAR**.

#### 3.7.4.2 Gráfica Potencia Reactiva (KVAR) Línea 2

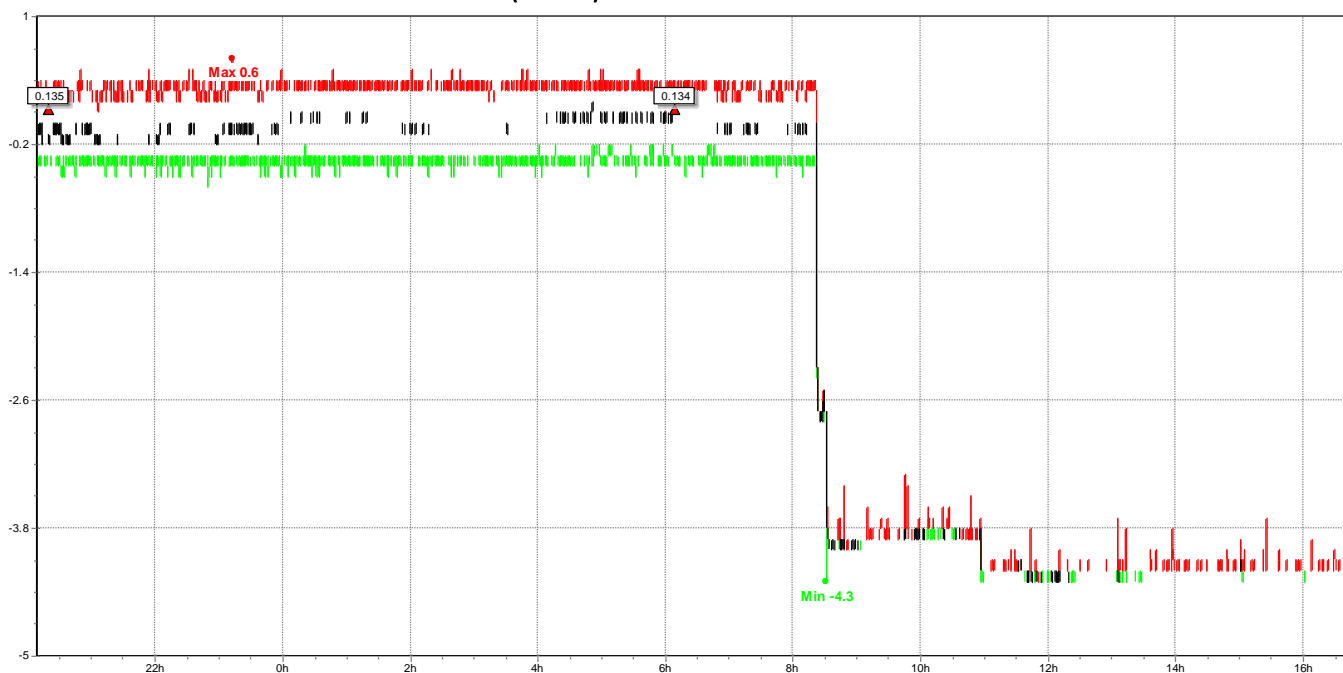


Figura 3.89 Medición de la Potencia Reactiva en la Línea 2, a continuación se muestran los valores: **máximo de 0.6 KVAR**, **mínimo de -4.3 KVAR** y promedio de **-1.85 KVAR**.

### 3.7.4.3 Gráfica Potencia Reactiva (KVAR) Línea 3

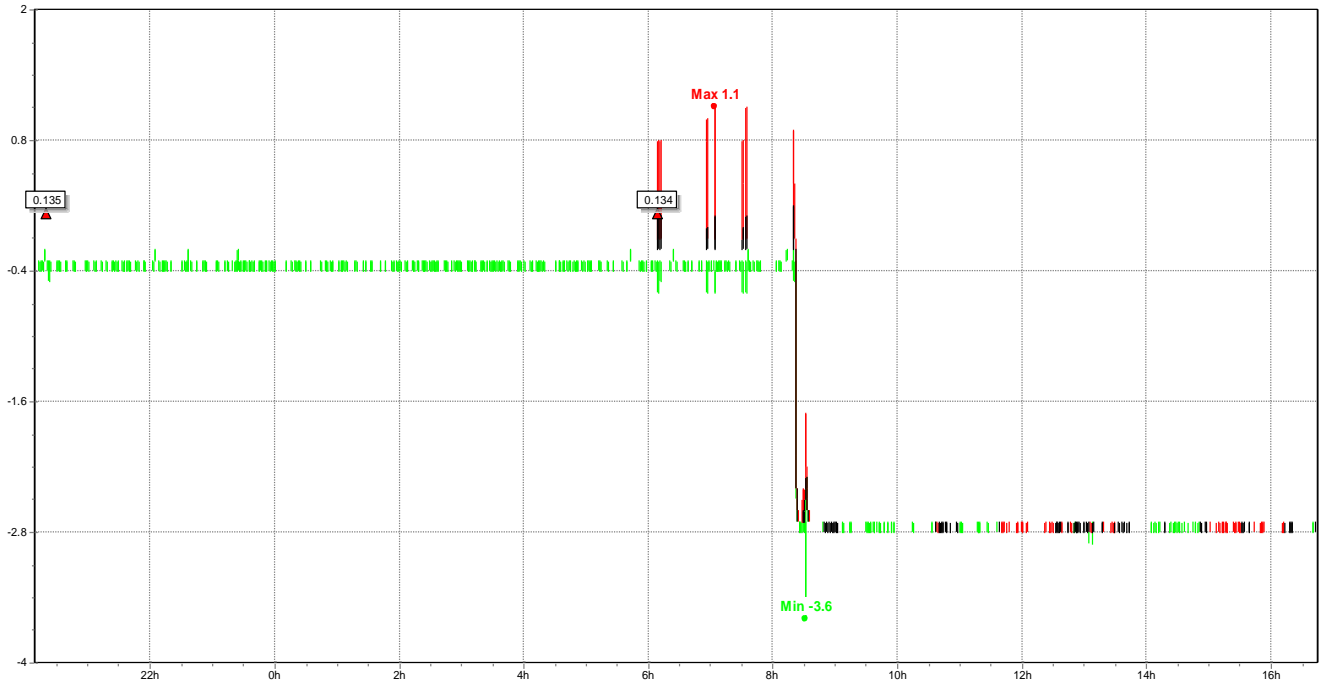


Figura 3.90 Medición de la Potencia Reactiva en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 1.1KVAR**, **mínimo de -3.6KVAR** y promedio de **-1.25 KVAR**.

### 3.7.4.4 Gráfica Potencia Reactiva (KVAR) que se genera en el Neutro

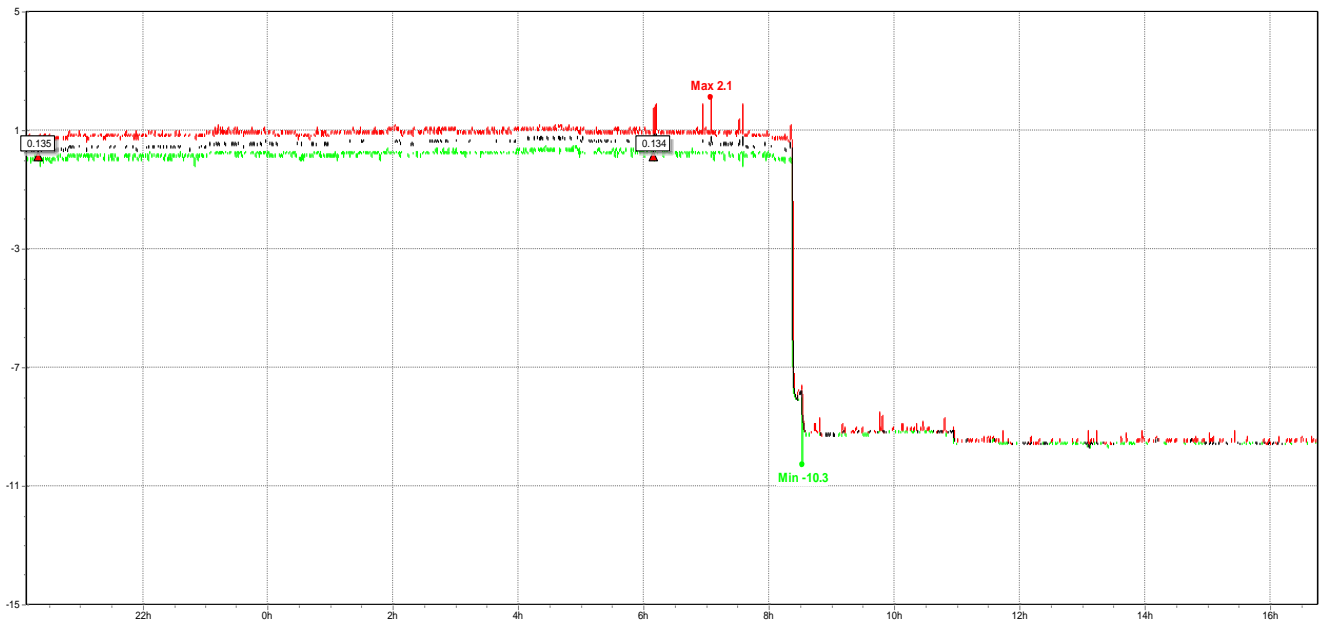


Figura 3.91 Medición de la Potencia Reactiva en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 2.1KVAR**, **mínimo de -10.3KVAR** y promedio de **-4.1 KVAR**.

### 3.7.5 Medición de la Potencia Aparente KVA

#### 3.7.5.1 Gráfica Potencia Aparente (KVA) Línea 1

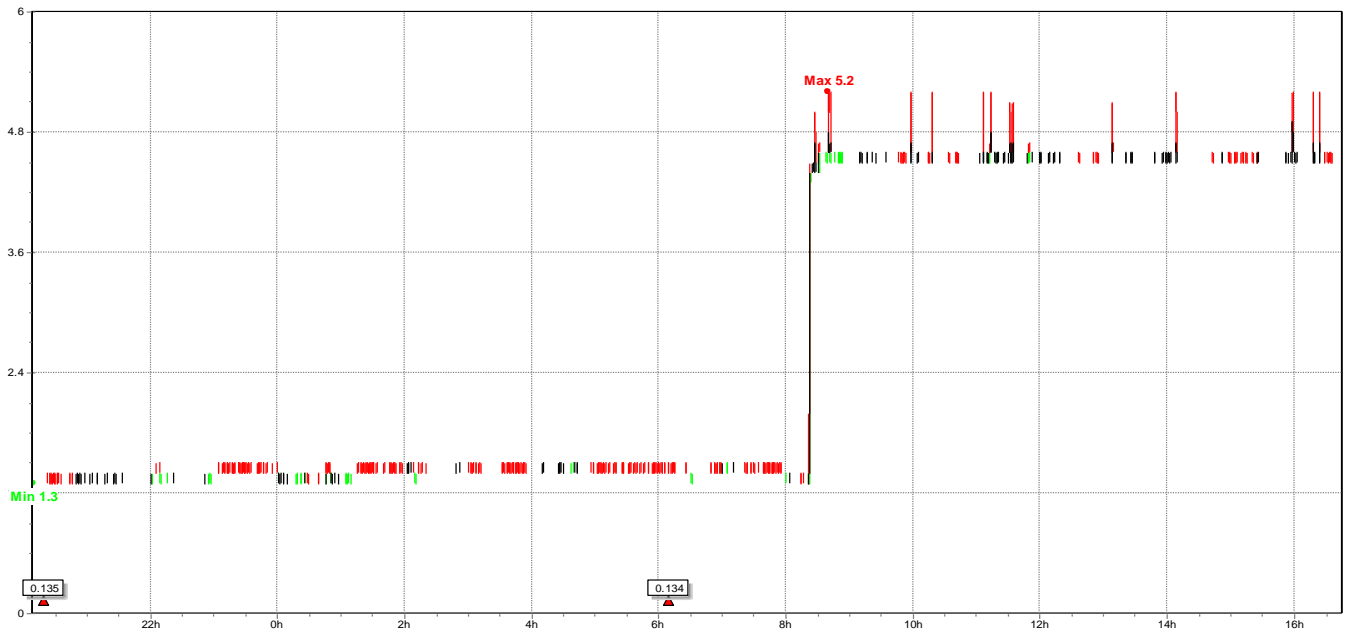


Figura 3.92 Medición de la Potencia Aparente en la Línea 1, a continuación se muestran los valores: **máximo de 5.2 KVA**, **mínimo de 1.3 KVA** y promedio de **3.25 KVA**.

#### 3.7.5.2 Gráfica Potencia Aparente (KVA) Línea 2



Figura 3.93 Medición de la Potencia Aparente en la Línea 2, a continuación se muestran los valores: **máximo de 6.1 KVA**, **mínimo de 0.1 KVA** y promedio de **3.1 KVA**.

### 3.7.5.3 Gráfica Potencia Aparente (KVA) Línea 3

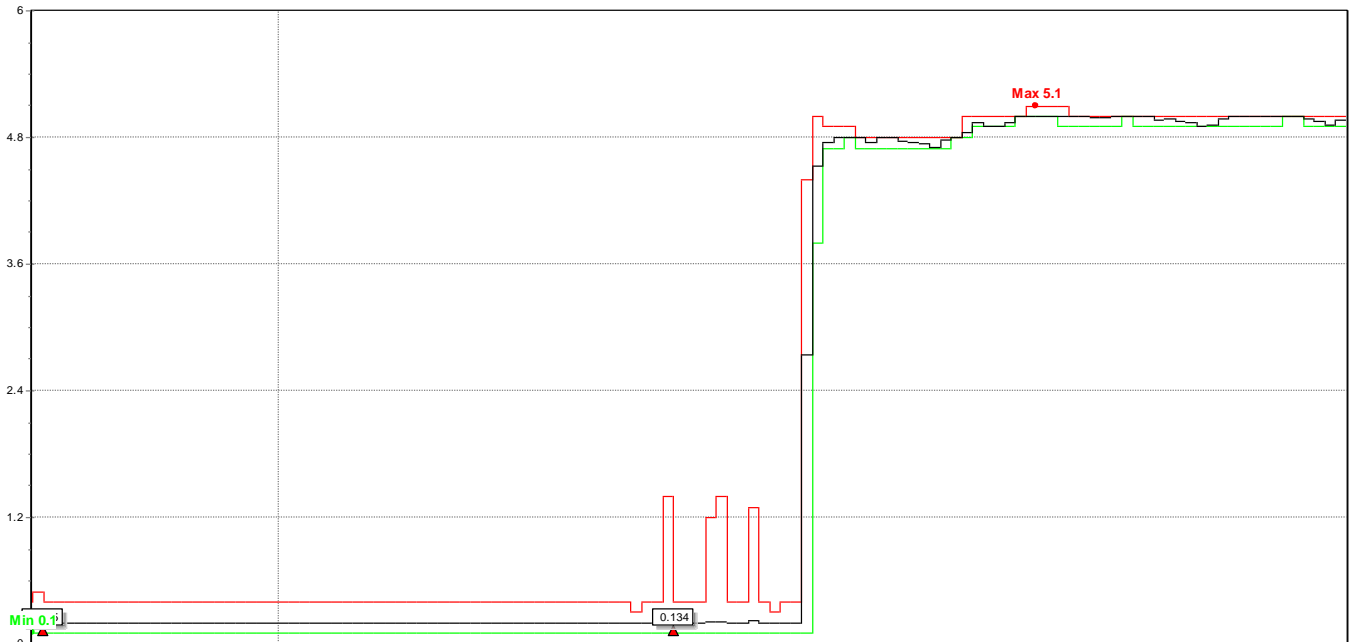


Figura 3.94 Medición de la Potencia Aparente en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 5.1 KVA**, **mínimo de 0.1 KVA** y promedio de **2.6 KVA**.

### 3.7.5.4 Gráfica Potencia Aparente (KVA) que se genera en el Neutro

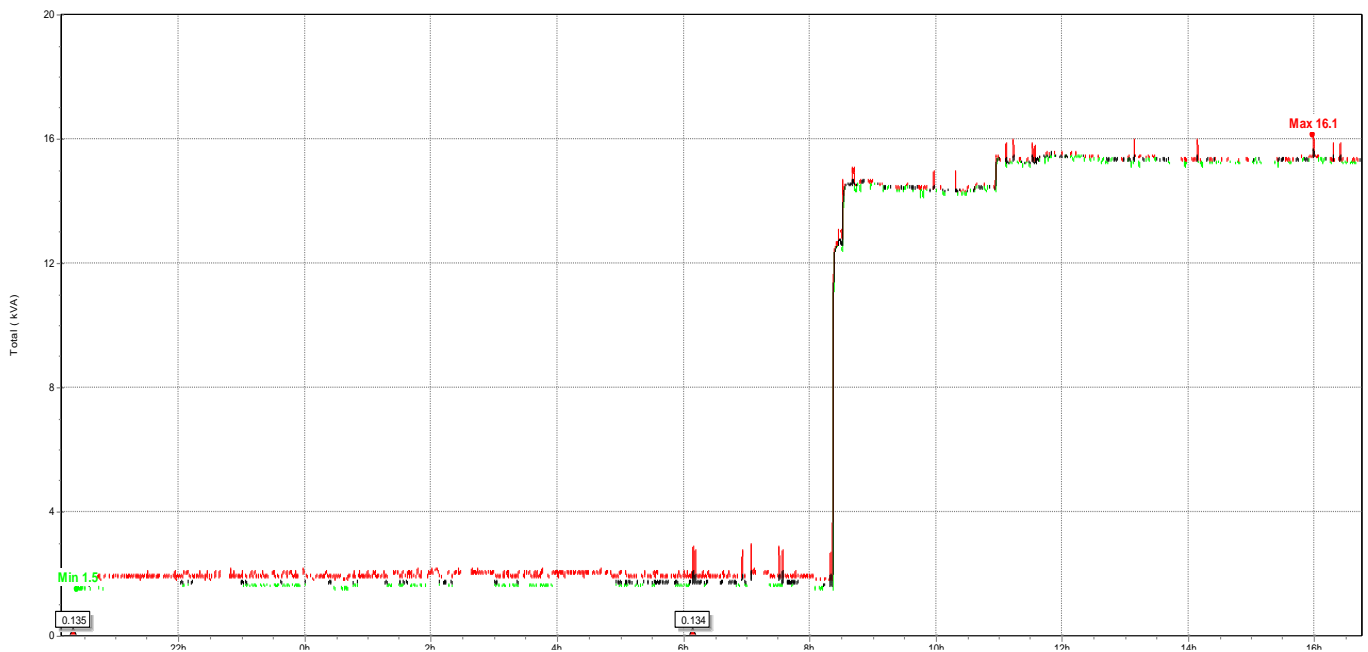


Figura 3.95 Medición de la Potencia Activa en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 16.1 KVA**, **mínimo de 1.5 KVA** y promedio de **65 KVA**.

### 3.7.6 Medición del Factor de Potencia (F.P.)

#### 3.7.6.1 Gráfica del Factor de Potencia (F.P.) Línea 1

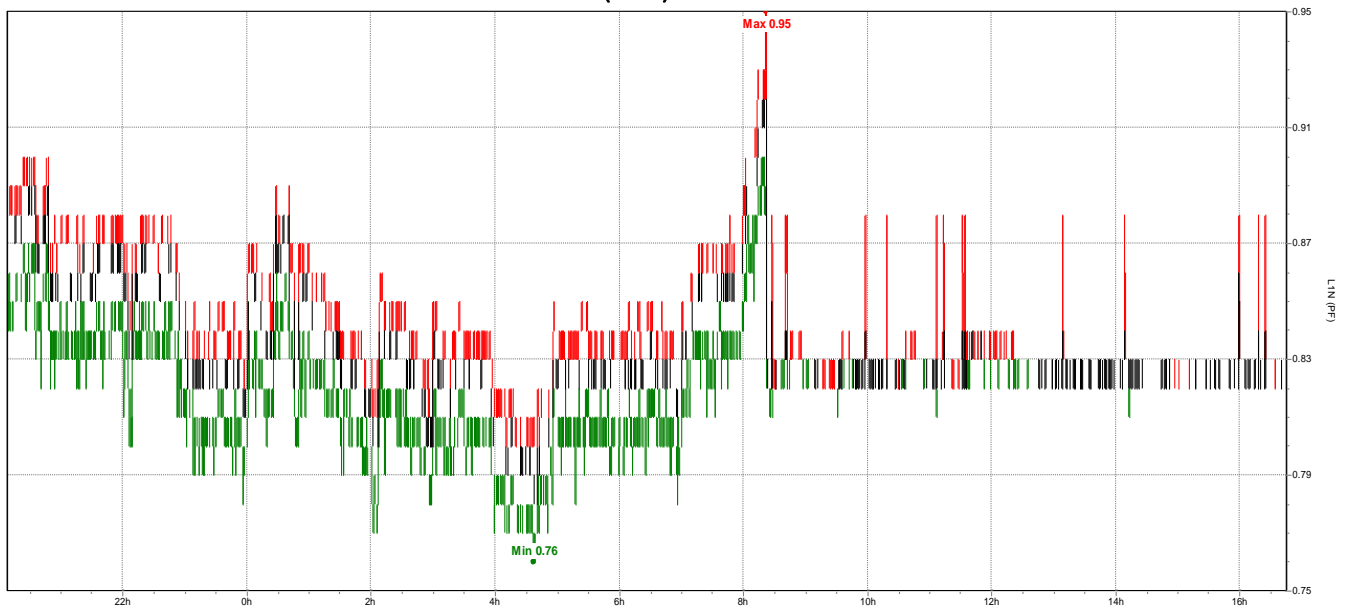


Figura 3.96 Medición del factor de Potencia en la Línea 1, a continuación se muestran los valores: **máximo de 0.95**, **mínimo de 0.76** y promedio de **0.855**. De acuerdo al historial de consumo del recibo de CFE, este se encuentra en promedio a bajo del 90%, que es el indicador de un buen nivel de factor de potencia.

#### 3.7.6.2 Gráfica del Factor de Potencia (F.P.) Línea 2

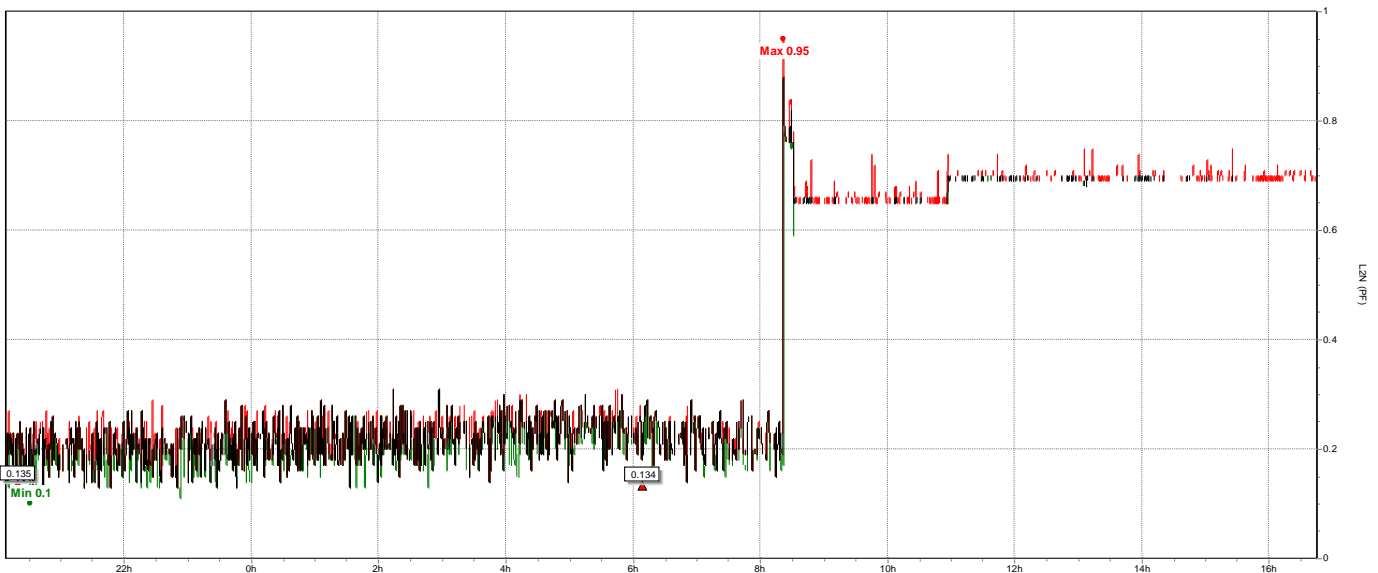


Figura 3.97 Medición del factor de Potencia en la Línea 2, a continuación se muestran los valores: **máximo de 0.95**, **mínimo de 0.1** y promedio de **0.525**. De acuerdo al historial de consumo del recibo de CFE, este se encuentra en promedio a bajo del 90%, que es el indicador de un buen nivel de factor de potencia.

### 3.7.6.3 Gráfica del Factor de Potencia (F.P.) Línea 3

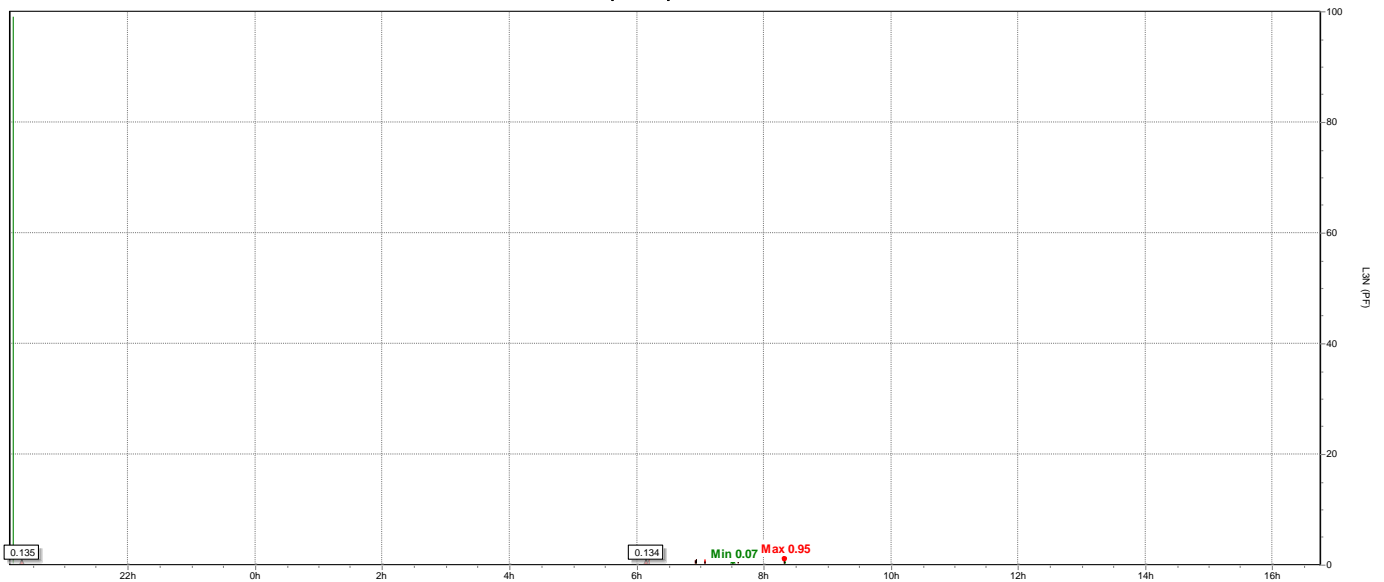


Figura 3.98 Medición del factor de Potencia en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 0.95**, **mínimo de 0.07** y promedio de **0.51**. De acuerdo al historial de consumo del recibo de CFE, este se encuentra en promedio a bajo del 90%, que es el indicador de un inadecuado nivel de factor de potencia.

### 3.7.6.4 Gráfica del Factor de Potencia (F.P.) que se genera en el Neutro

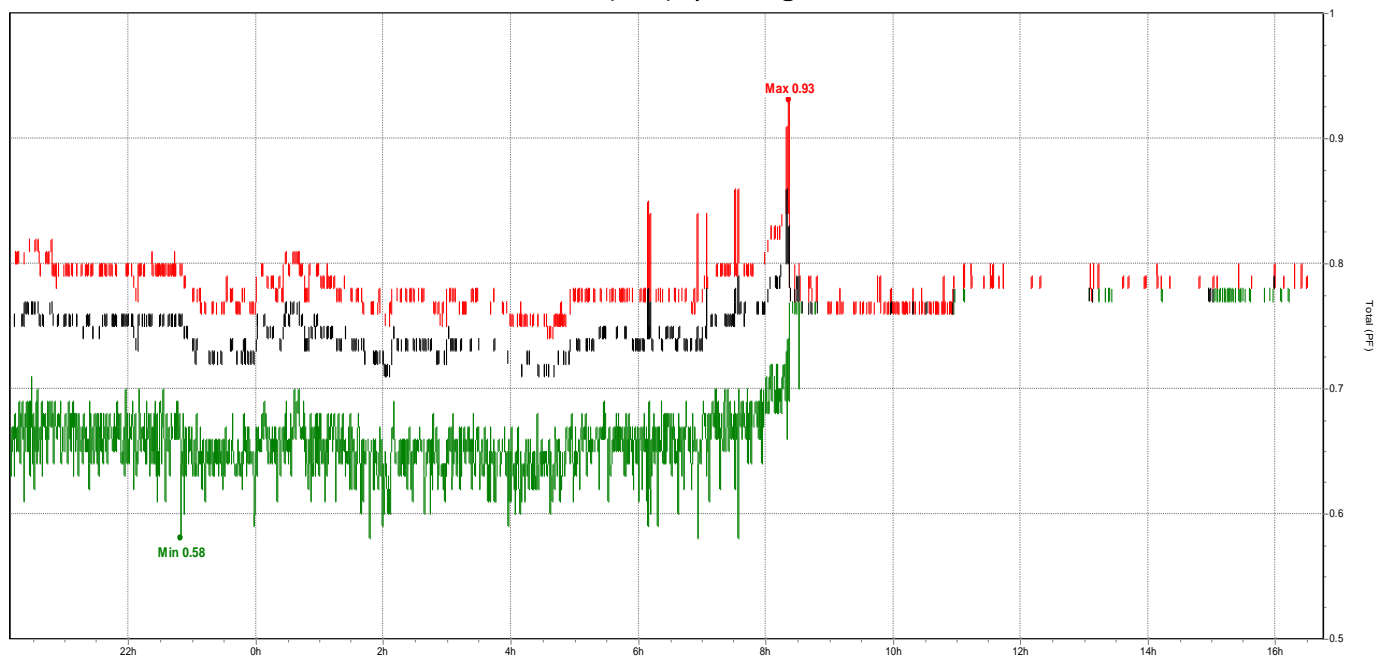


Figura 3.99 Medición del factor de Potencia en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 0.93**, **mínimo de 0.58** y promedio de **0.755**. De acuerdo al historial de consumo del recibo de CFE, este se encuentra en promedio a bajo del 90%, que es el indicador de un inadecuado nivel de factor de potencia.





### 3.8 Resultados de Tablero M-DS-10 servicio normal, pertenecientes a la subestación # 2 planta alta.

De acuerdo a este monitoreo se obtuvieron los siguientes resultados en un periodo de 20 horas, 45 minutos:

A continuación se presenta en la imagen 3.100 el significado de los colores en las gráficas registradas debido a los parámetros de voltaje, corriente y factor de cresta.

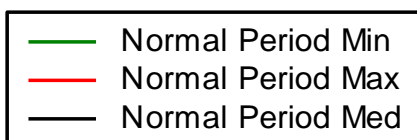


Imagen 3.100 Parámetros determinados por el programa Power log 3.2.

#### 3.8.1 Medición Voltaje de Línea a Neutro

##### 3.8.1.1(Grafica Voltaje Fase 1 a Neutro)

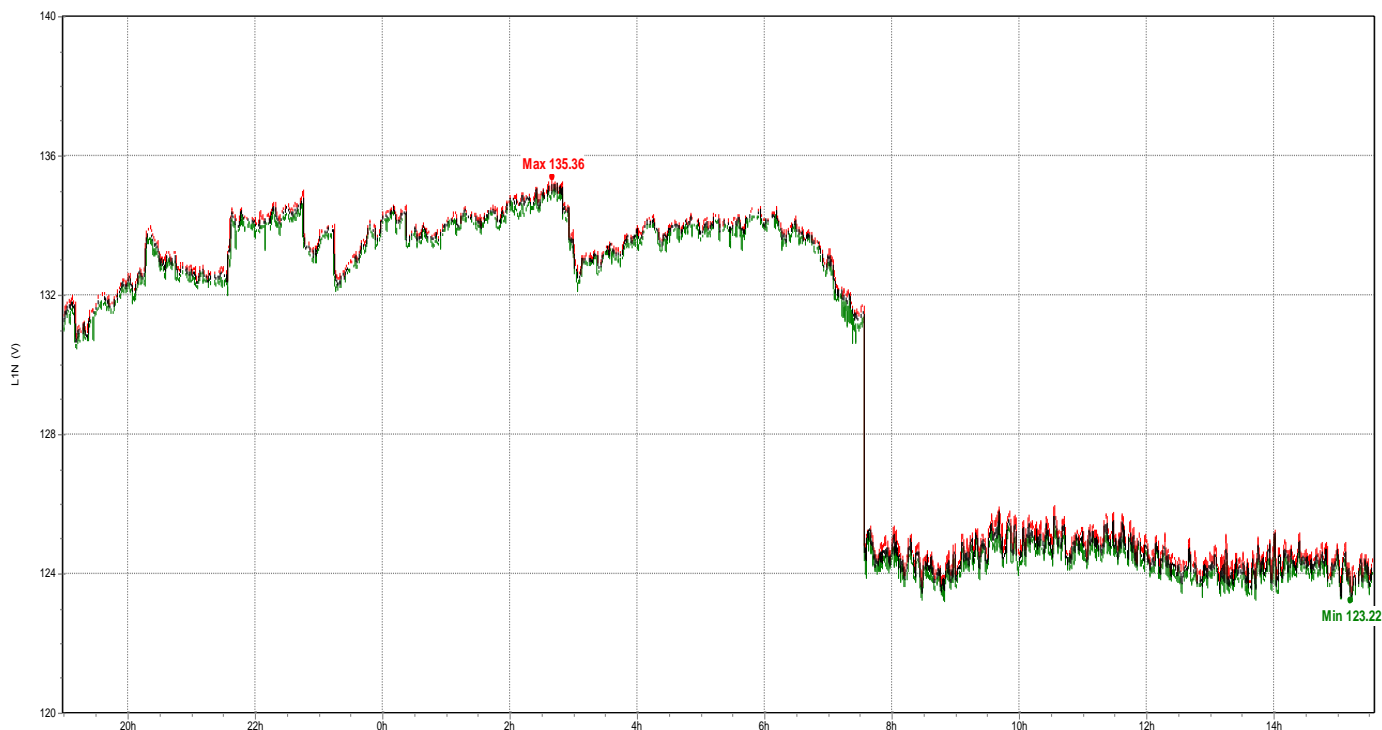
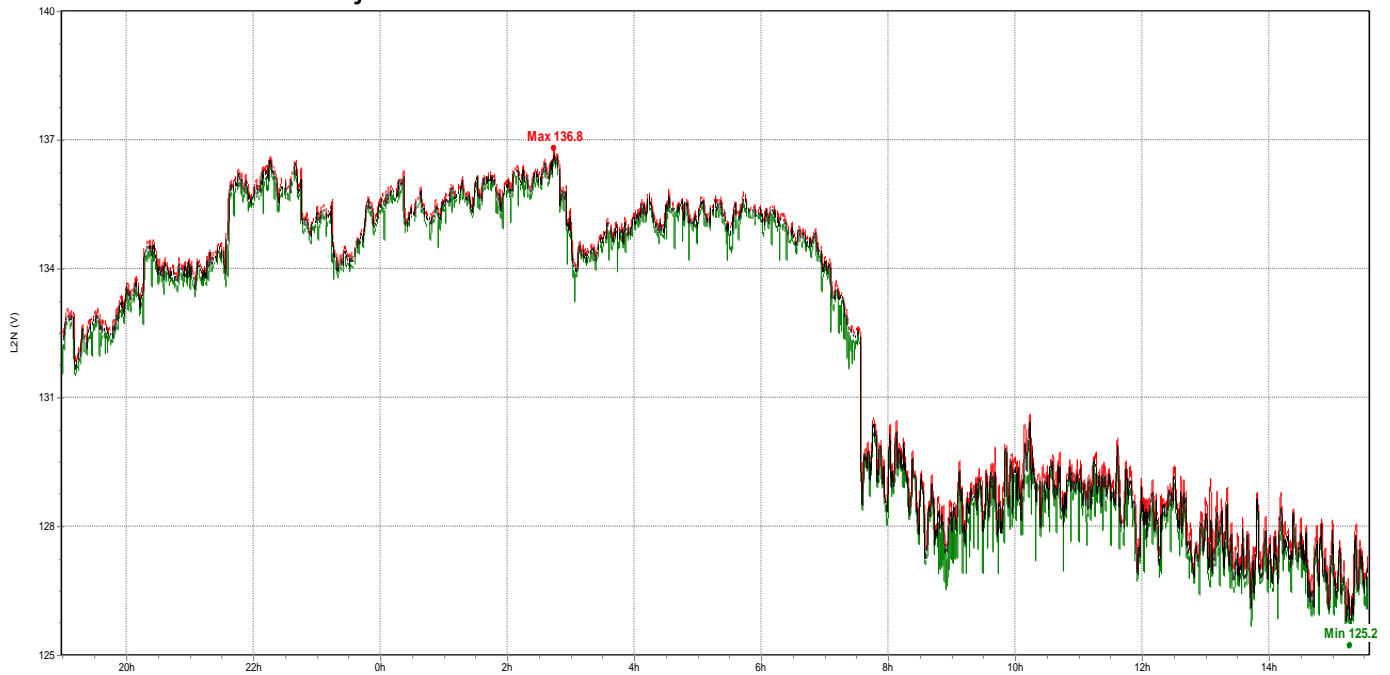


Figura 3.101 se registró valor máximo de 135.36V, mínimo de 123.22V y promedio de 129.29V.

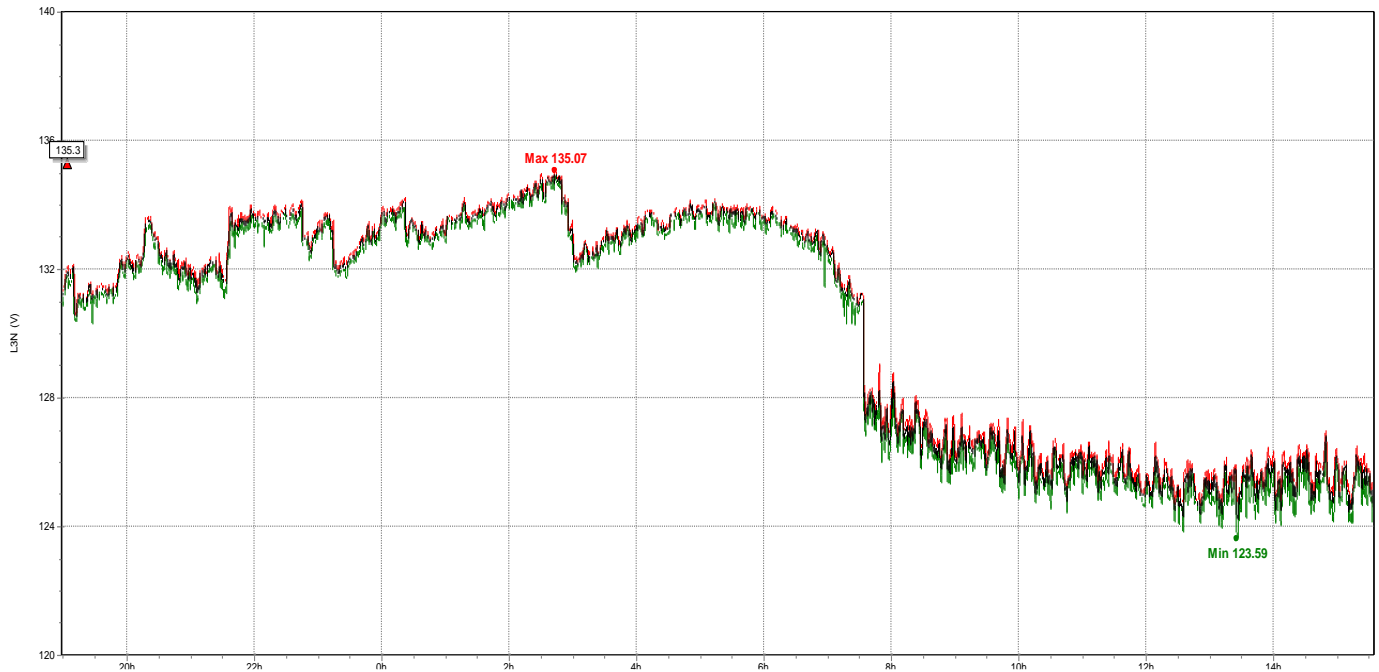
El periodo de muestra fue de 24 horas, la tensión promedio se encuentra 1.8% arriba del valor nominal de 127 Volts, dicha energía proviene del TRO-4 500 Kva. Para los valores recomendados por el estándar IEEE 1100-1999, el valor no debe ser mayor al 5% del valor nominal. Existe una relación clara de cuando el voltaje de la red baja es debido al aumento de equipos encendidos.

### 3.8.1.2 Gráfica Voltaje Fase 2 a Neutro



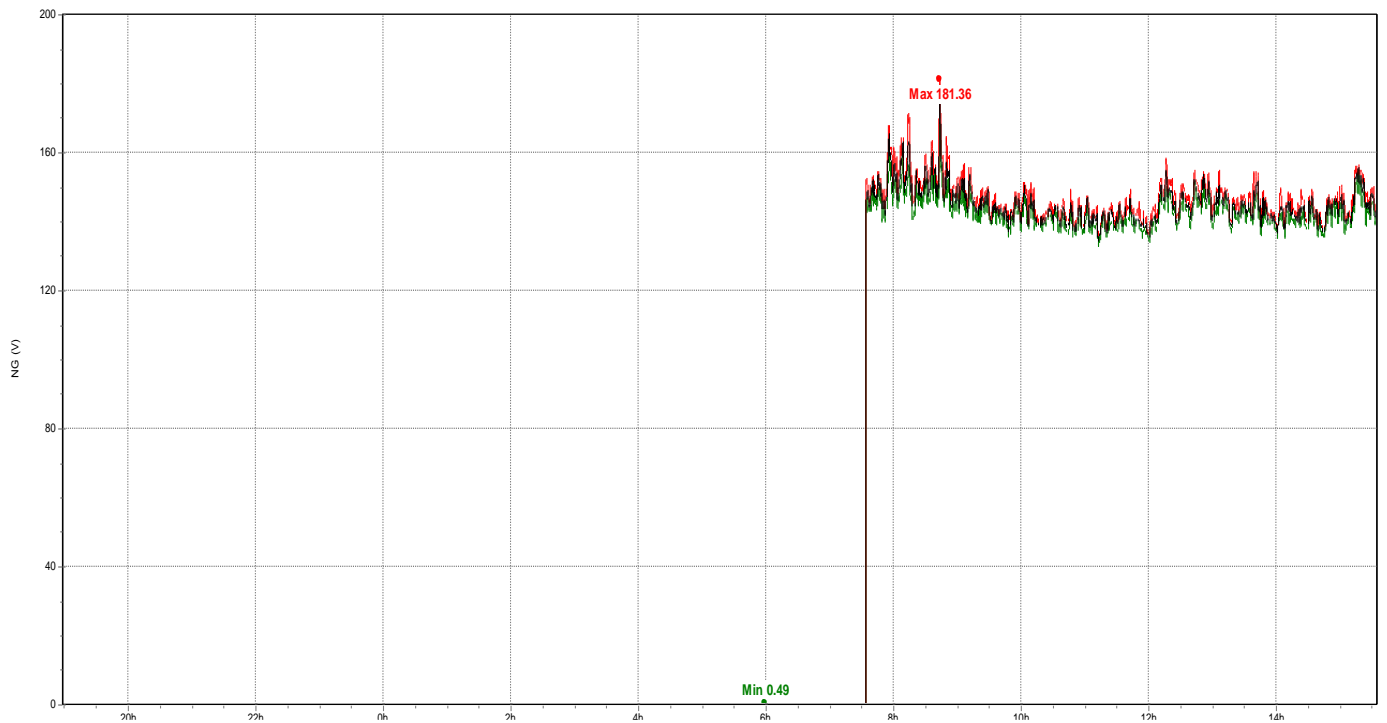
**Figura 3.102** se registró valor **máximo de 136.8V**, **mínimo de 125.2V** y promedio de **131.0V**. El periodo de muestra fue de 24 horas, la tensión promedio se encuentra 3.14% arriba del valor nominal de 127 Volts, dicha energía proviene del TRO-4 500 Kva. Para los valores recomendados por el estándar **IEEE 1100-1999**, el valor no debe ser mayor al 5% del valor nominal. Existe una relación clara de cuando el voltaje de la red baja es debido al aumento de equipos encendidos.

### 3.8.1.3 Gráfica Voltaje Fase 3 a Neutro



**Figura 3.103** Se registró valor **máximo de 135.07V**, **mínimo de 123.59V** y promedio de **129.33V**. El periodo de muestra fue de 24 horas, la tensión promedio se encuentra 1.83% arriba del valor nominal de 127 Volts, dicha energía proviene del TRO-4 500 Kva. Para los valores recomendados por el estándar **IEEE 1100-1999**, el valor no debe ser mayor al 5% del valor nominal. Existe una relación clara de cuando el voltaje de la red baja es debido al aumento de equipos encendidos.

### 3.8.1.4 Gráfica Voltaje Neutro a Tierra Física.

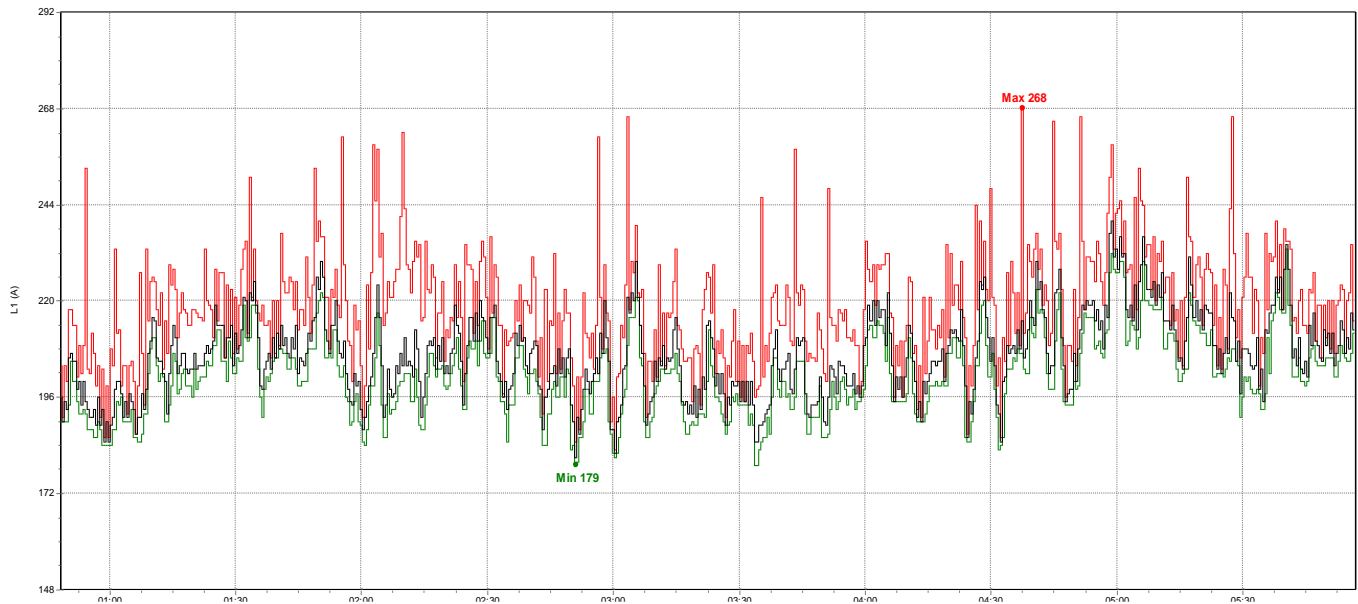


**Figura 3.104** Se registró valor máximo de **181.36V**, mínimo de **0.49V** y promedio de **90.925V**.

Se obtuvo un valor de voltaje fuera de lo normal, y que puede ser muy peligroso. En esta gráfica sucede todo lo contrario con el voltaje con respecto a las 3 fases anteriores, se aprecia un incremento del voltaje en el conductor neutro, en el mismo horario en el que las fases disminuyen.

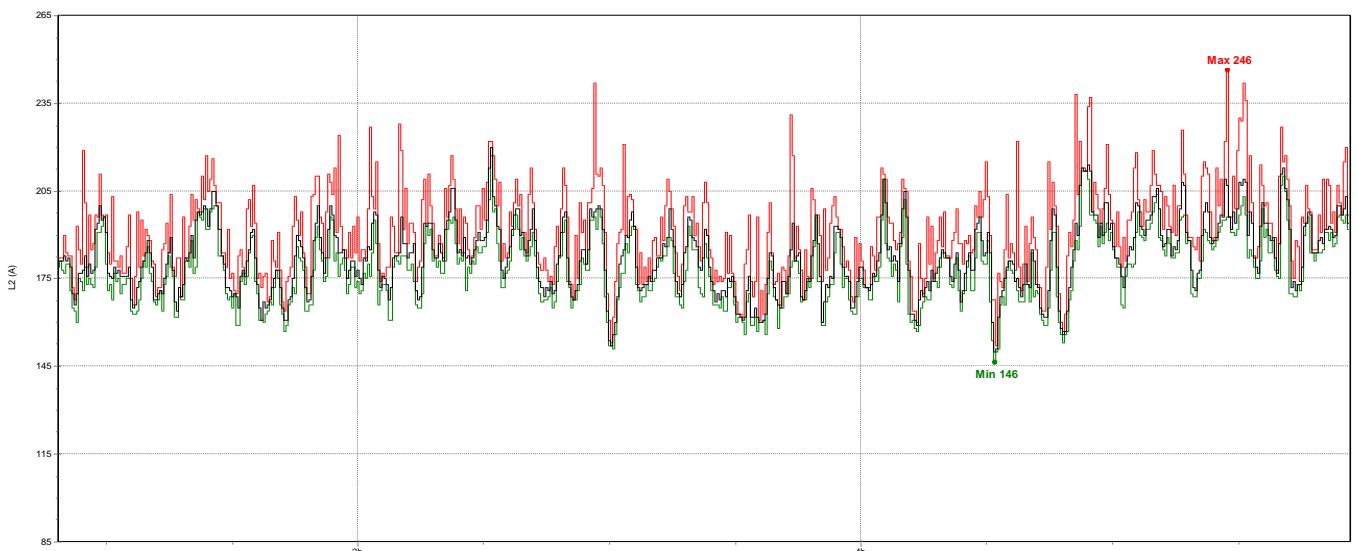
## 3.8.2 Corriente entre Líneas

### 3.8.2.1 Gráfica de Corriente Línea 1



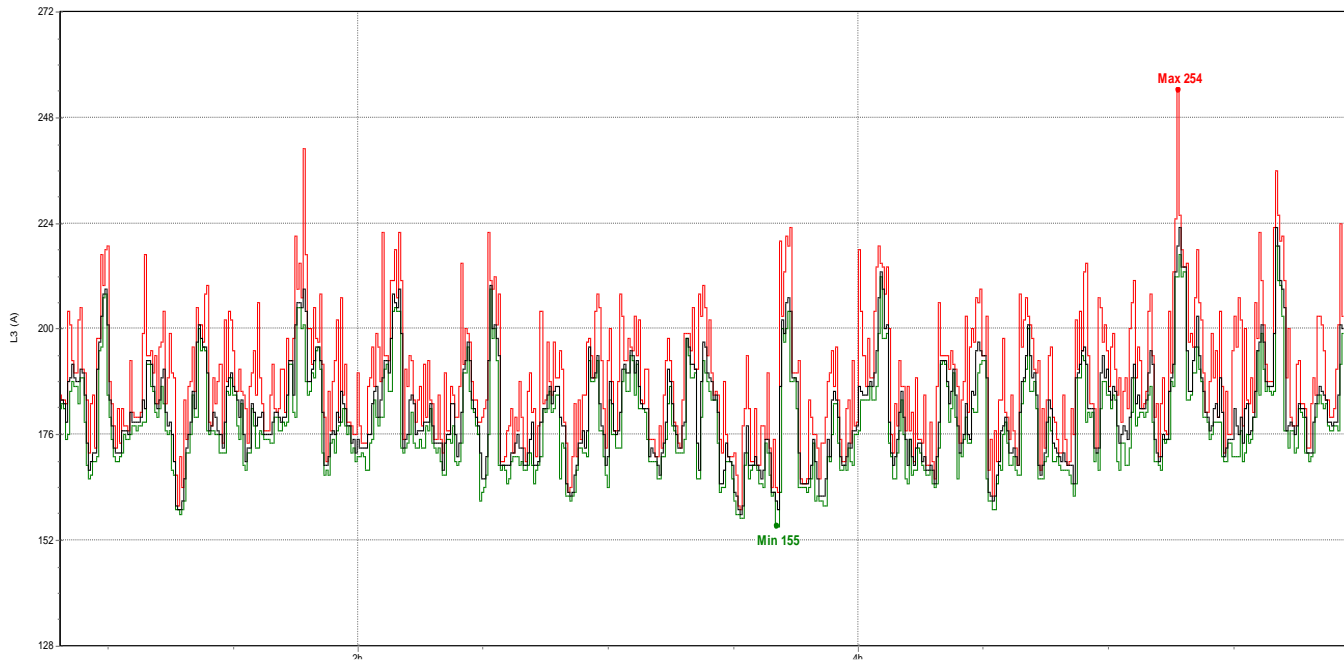
**Figura 3.105** Se registró valor **máximo de 268 A**, **mínimo de 179 A** y promedio de **223.5 A**. En esta gráfica también se aprecia que existen rastros de crestas muy elevadas, de forma constante y desordenada, puede ser debido al arranque súbito y a plena carga de aparatos de alto consumo.

### 3.8.2.2 Gráfica de Corriente Línea 2



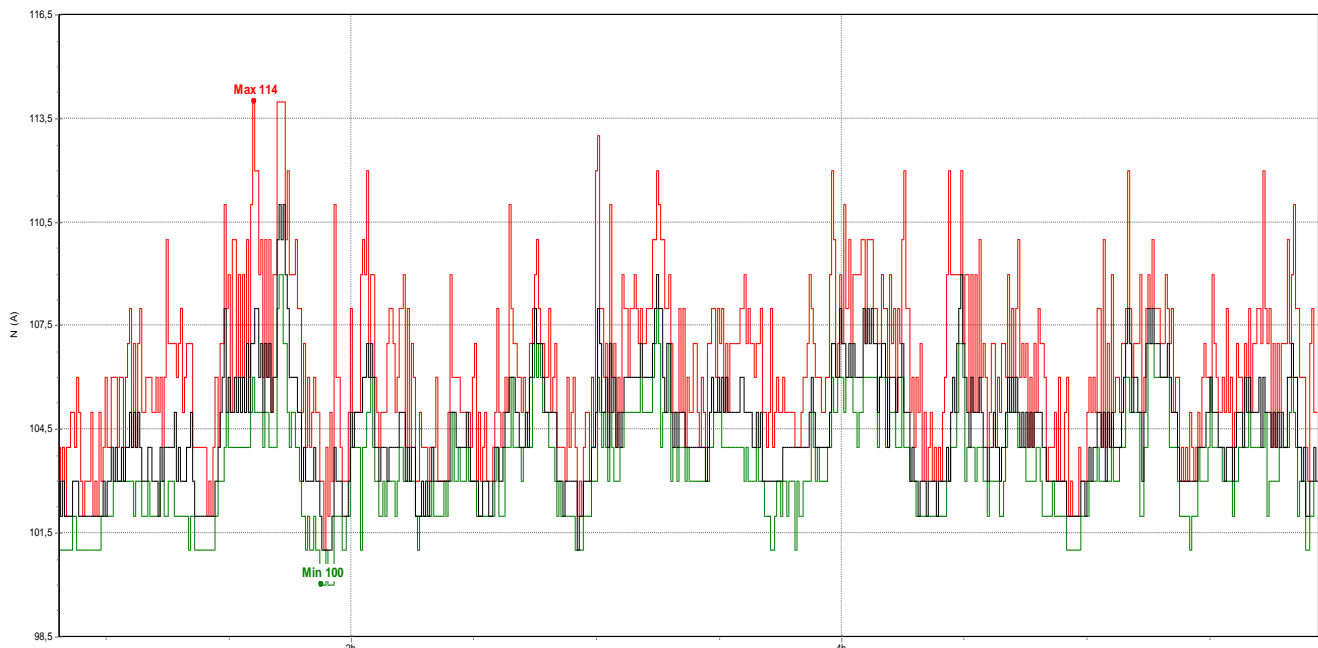
**Figura 3.106** Se registró valor **máximo de 246 A**, **mínimo de 146 A** y promedio de **196 A**. En esta gráfica también se aprecia que existen rastros de crestas muy elevadas, de forma constante y desordenada, puede ser debido al arranque súbito y a plena carga de aparatos de alto consumo.

### 3.8.2.3 Gráfica de Corriente Línea 3



**Figura 3.107** Se registró valor **máximo de 254 A**, **mínimo de 155 A** y promedio de **204.5A**. En esta gráfica también se aprecia que existen rastros de crestas muy elevadas, de forma constante y desordenada, puede ser debido al arranque súbito y a plena carga de aparatos de alto consumo.

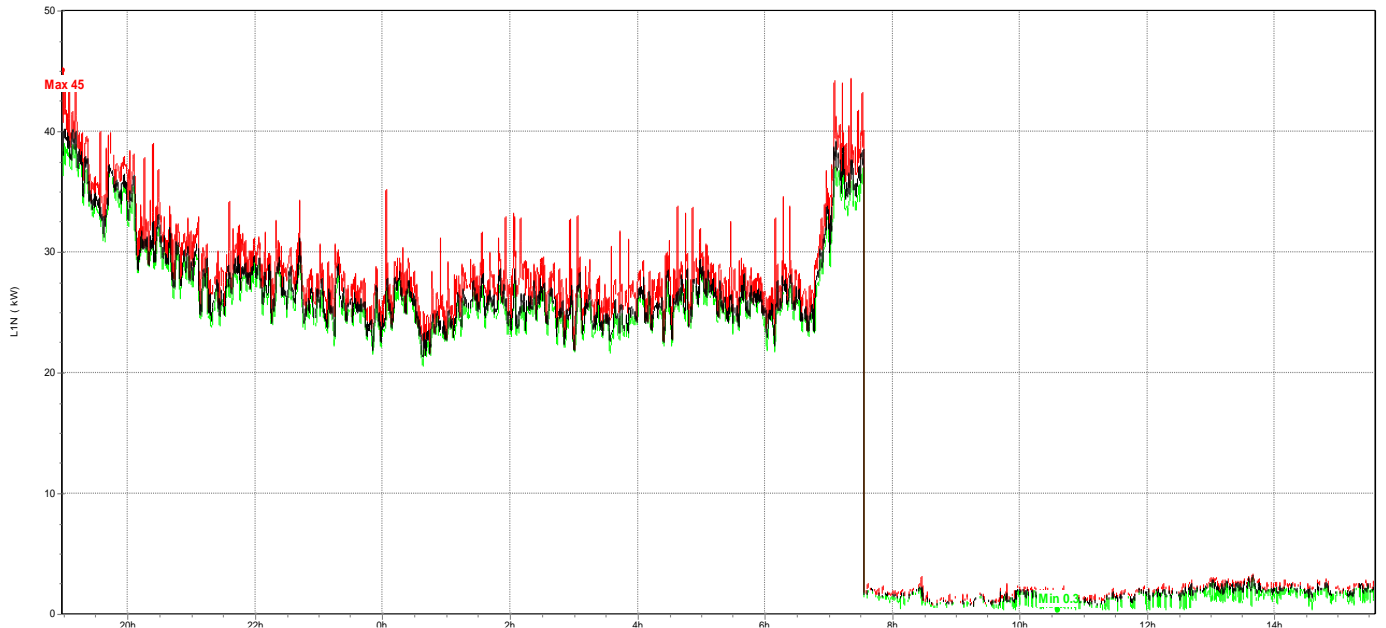
### 3.8.2.4 Gráfica de Corriente generada en el Neutro.



**Figura 3.108** Se registró valor **máximo de 114 A**, **mínimo de 100 A** y promedio de **107 A**. En esta gráfica también se aprecia que existen rastros de crestas muy elevadas, de forma constante y desordenada, puede ser debido al arranque súbito y a plena carga de aparatos de alto consumo.

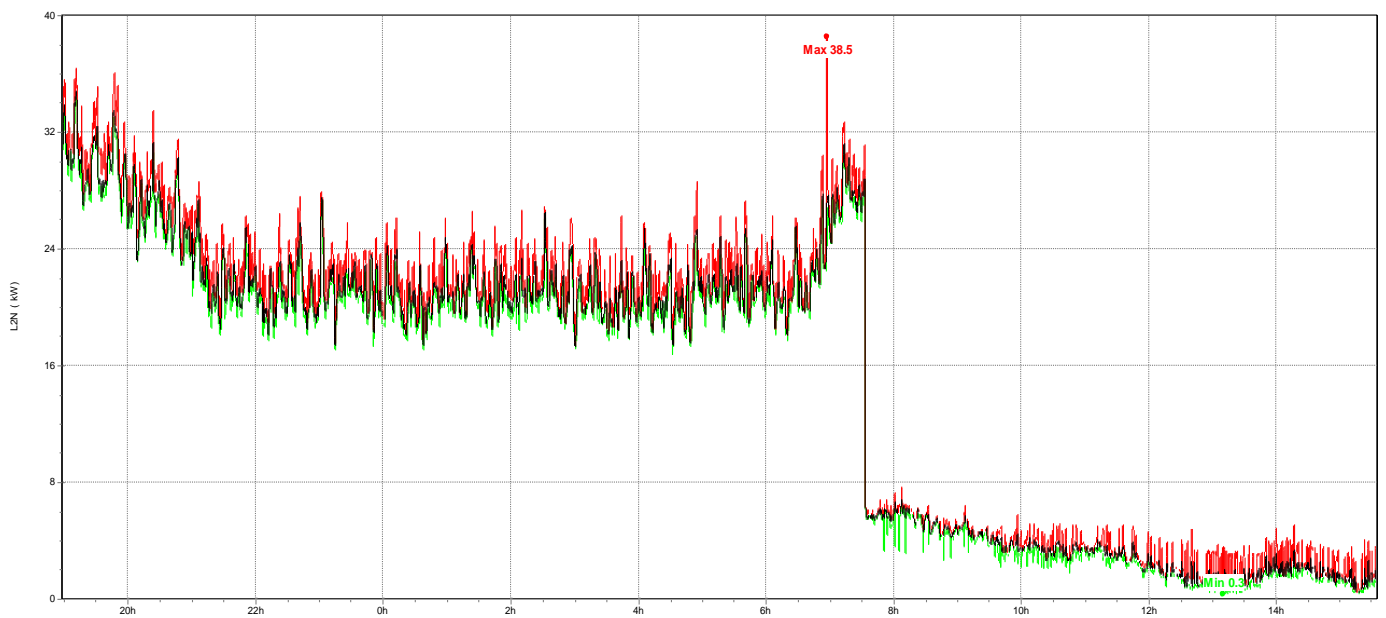
### 3.8.3 Medición de la Potencia Activa (KW).

#### 3.8.3.1 Gráfica Potencia Activa (KW) Línea 1



**Figura 3.109** Medición de la Potencia Activa en la Línea 1, a continuación se muestran los valores: **máximo de 45kW**, **mínimo de 0.3kW** y promedio de **22.65kW**.

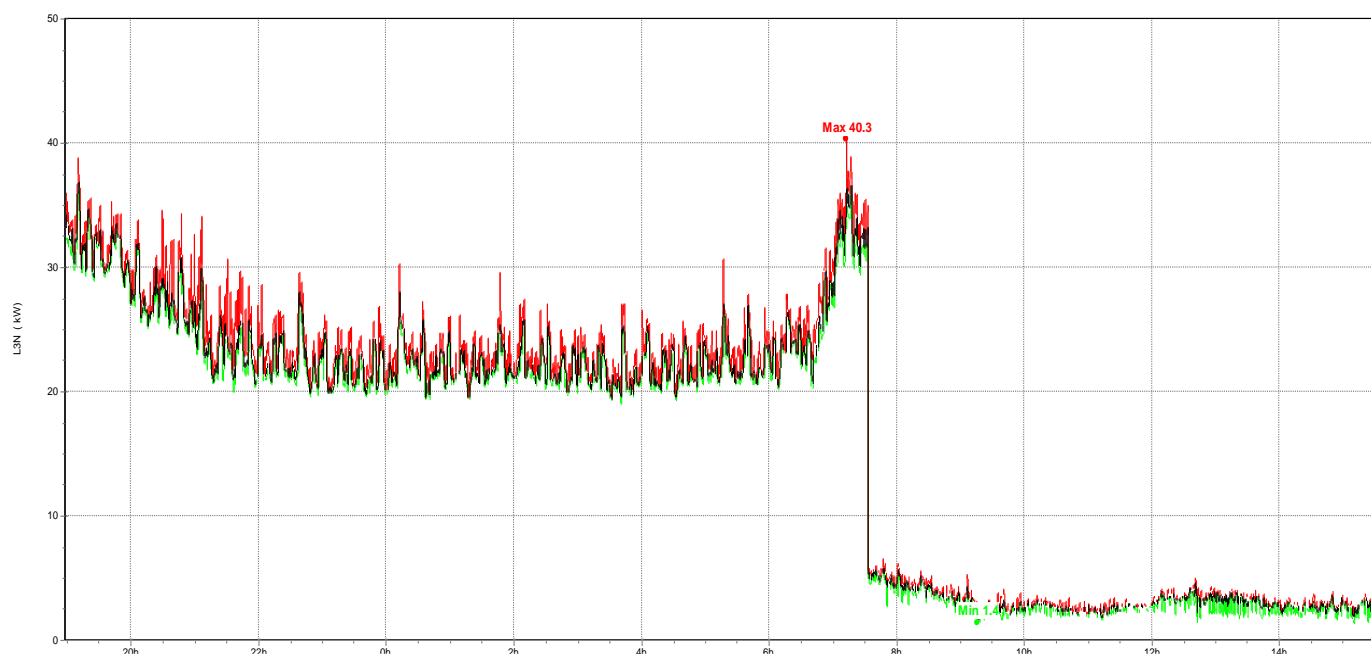
#### 3.8.3.2 Gráfica Potencia Activa (KW) Línea 2



**Figura 3.110** Medición de la Potencia Activa en la Línea 2, a continuación se muestran los valores: **máximo de 38.5kW**, **mínimo de 0.3kW** y promedio de **2.25kW**.

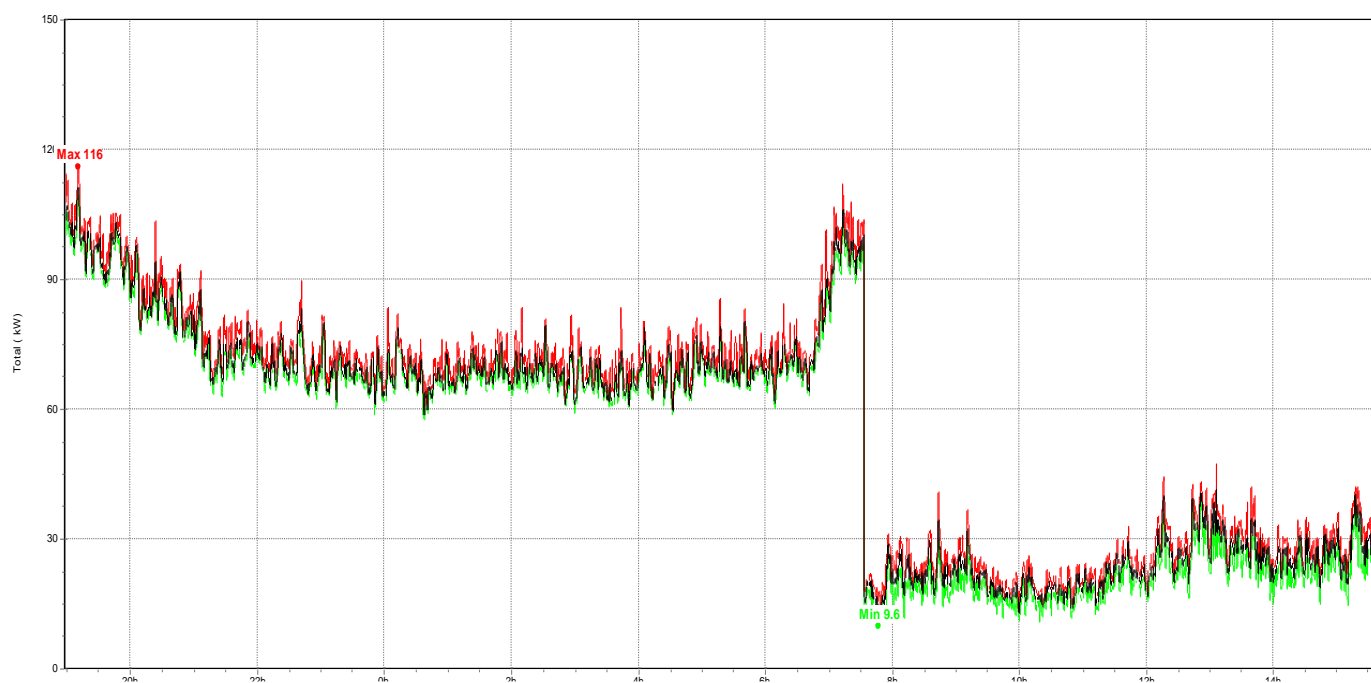


### 3.8.3.3 Gráfica Potencia Activa (KW) Línea 3



**Figura 3.111** Medición de la Potencia Activa en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 40.3kW**, **mínimo de 1.4kW** y promedio de **2.1Kw**

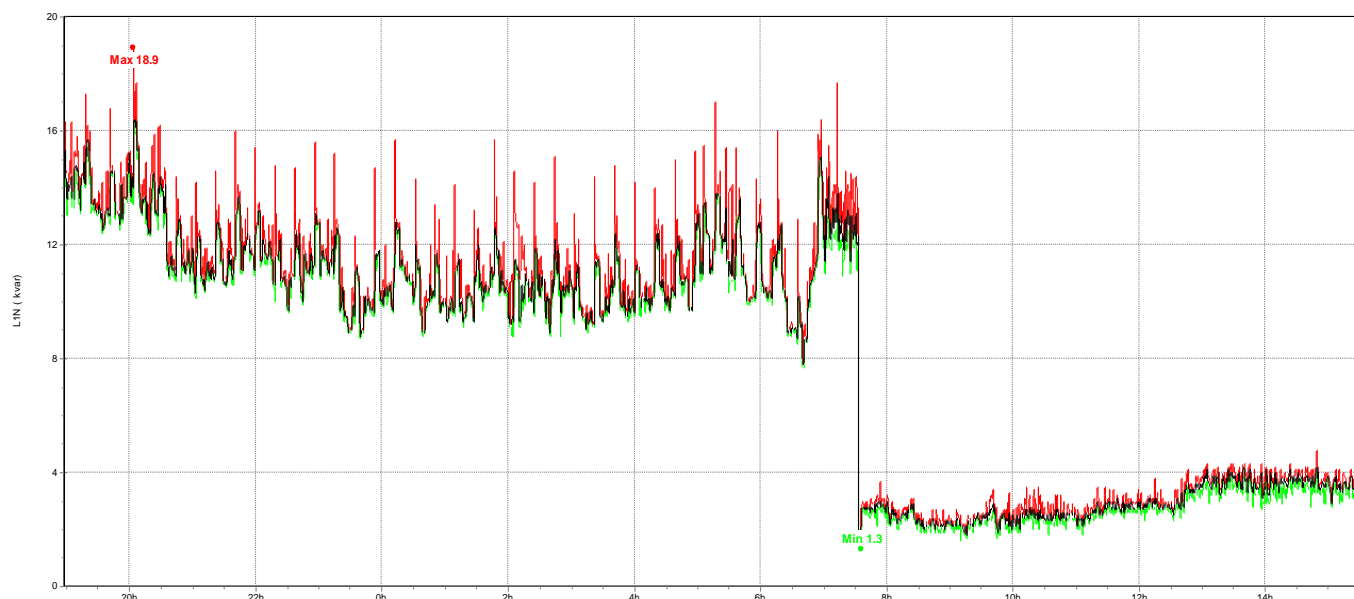
### 3.8.3.4. Gráfica Potencia Activa (KW) que se genera en el Neutro



**Figura 3.112** Medición de la Potencia Activa en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 116kW**, **mínimo de 9.6kW** y promedio de **62.8kW**.

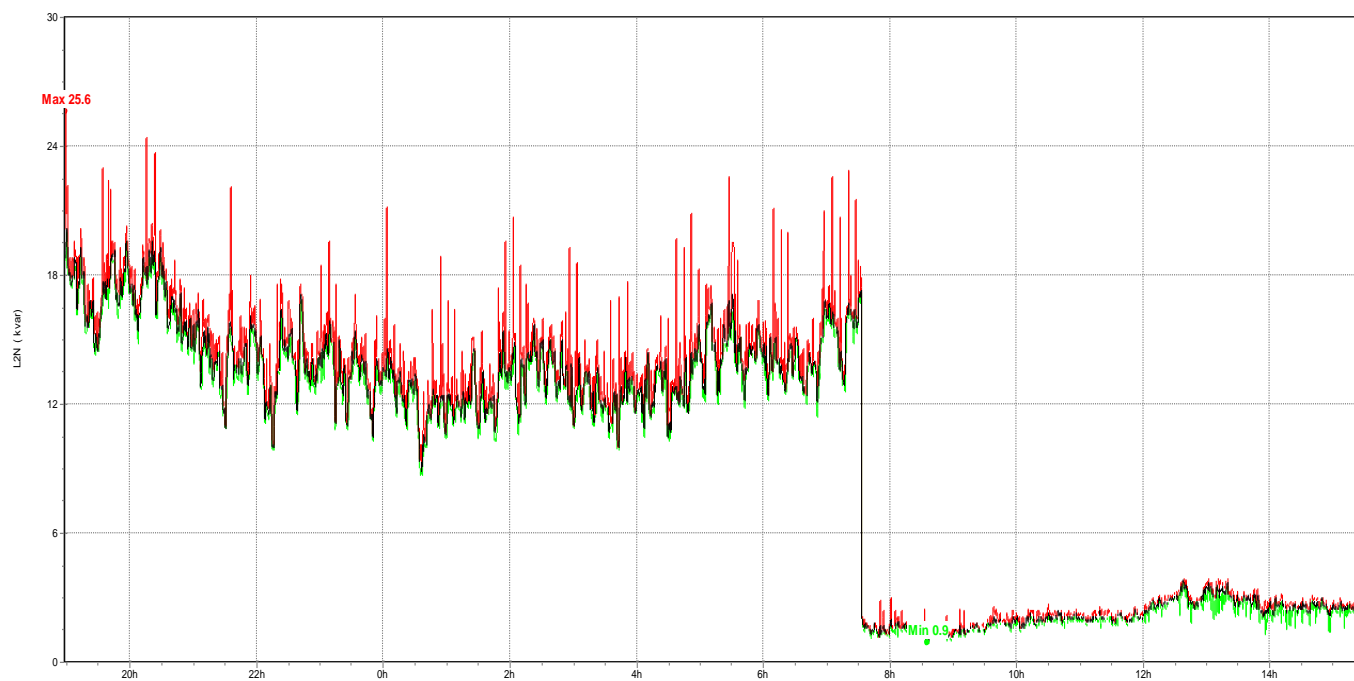
### 3.8.4 Medición de la Potencia Reactiva (KVAR)

#### 3.8.4.1 Gráfica Potencia Reactiva (KVAR) Línea 1



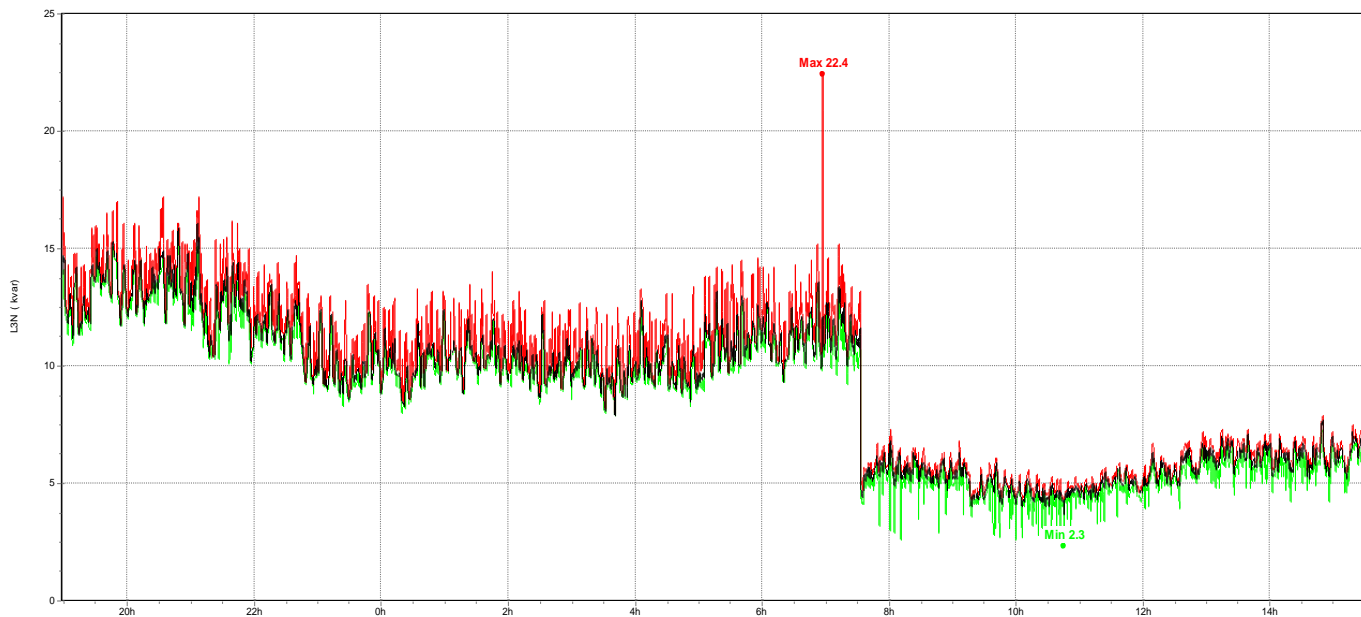
**Figura 3.113** Medición de la Potencia Aparente en la Línea 1, a continuación se muestran los valores: **máximo de 18.9 KVAR**, **mínimo de 1.3 KVAR** y promedio de **10.1 KVAR**.

#### 3.8.4.2 Gráfica Potencia Reactiva (KVAR) Línea 2



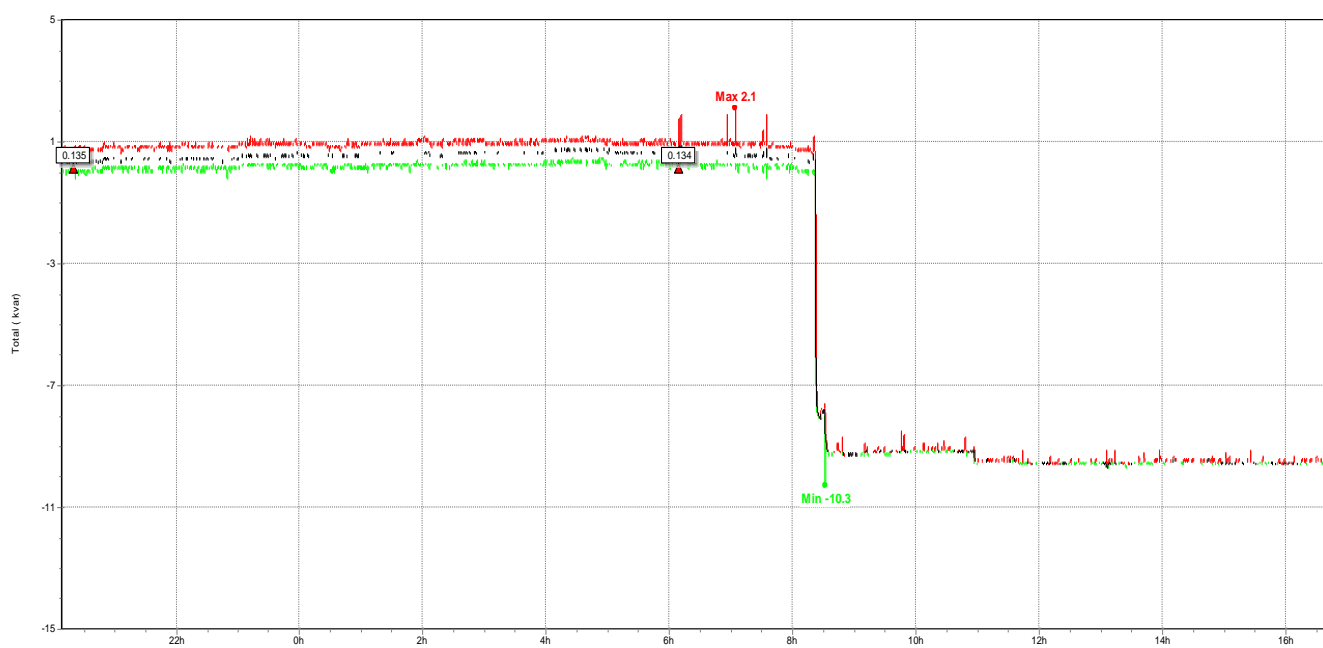
**Figura 3.114** Medición de la Potencia Reactiva en la Línea 2, a continuación se muestran los valores: **máximo de 25.6 KVAR**, **mínimo de 0.9 KVAR** y promedio de **13.25 KVAR**.

### 3.8.4.3 Gráfica Potencia Reactiva (KVAR) Línea 3



**Figura 3.115** Medición de la Potencia Reactiva en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 22.4 KVAR**, **mínimo de 2.3 KVAR** y promedio de **12.35 KVAR**.

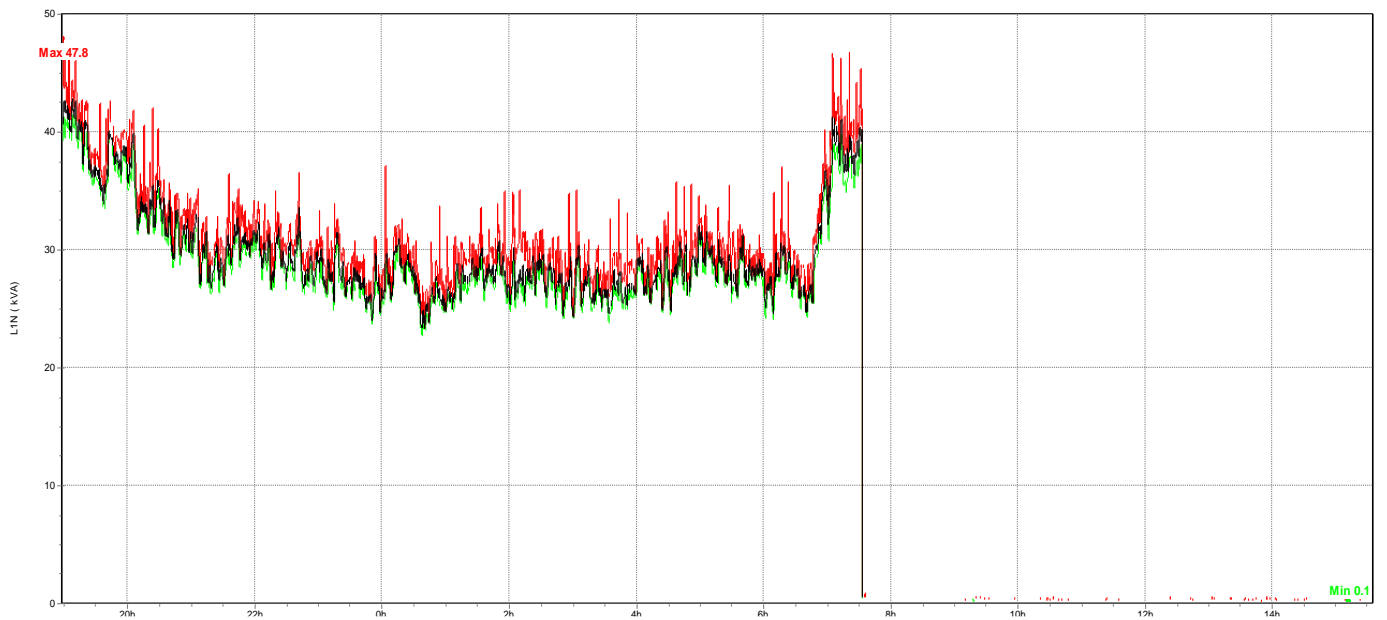
### 3.8.4.4 Gráfica Potencia Reactiva (KVAR) que se genera en el Neutro



**Figura 3.116** Medición de la Potencia Reactiva en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 126.7 KVAR**, **mínimo de 24.2 KVAR** y promedio de **75.45 KVAR**.

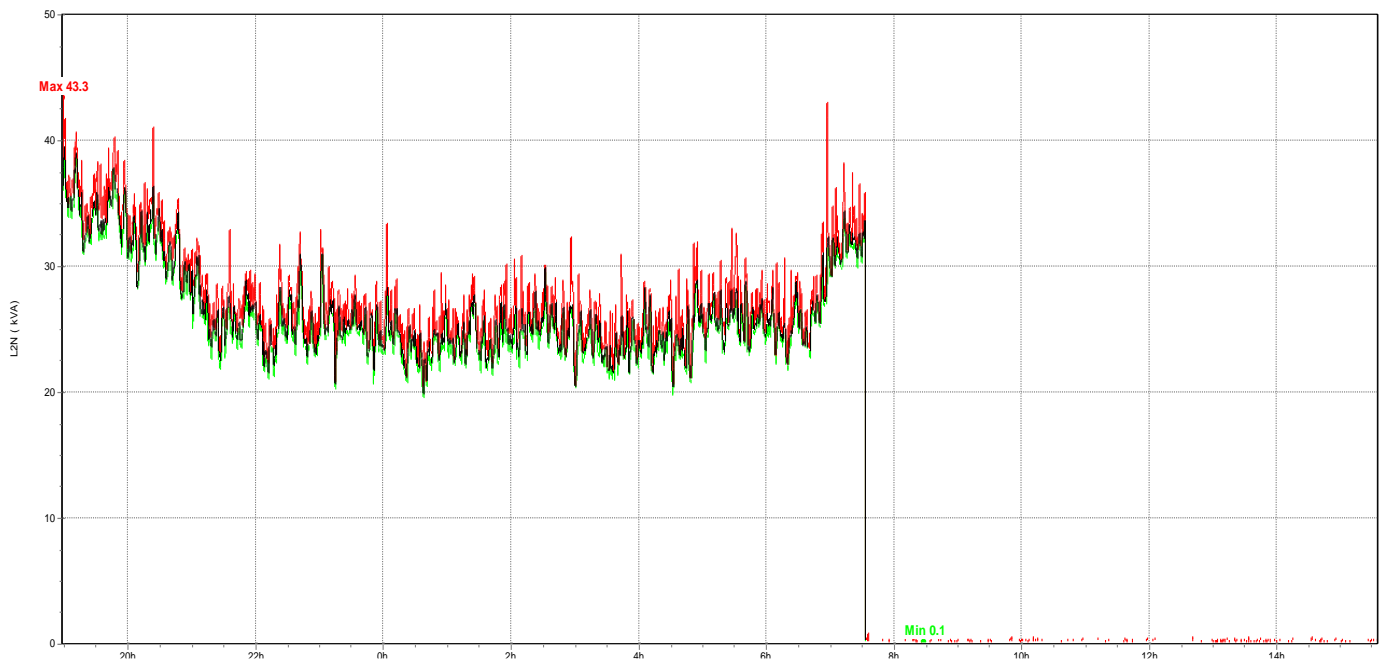
### 3.8.5 Medición de la Potencia Aparente KVA

#### 3.8.5.1 Gráfica Potencia Aparente (KVA) Línea 1



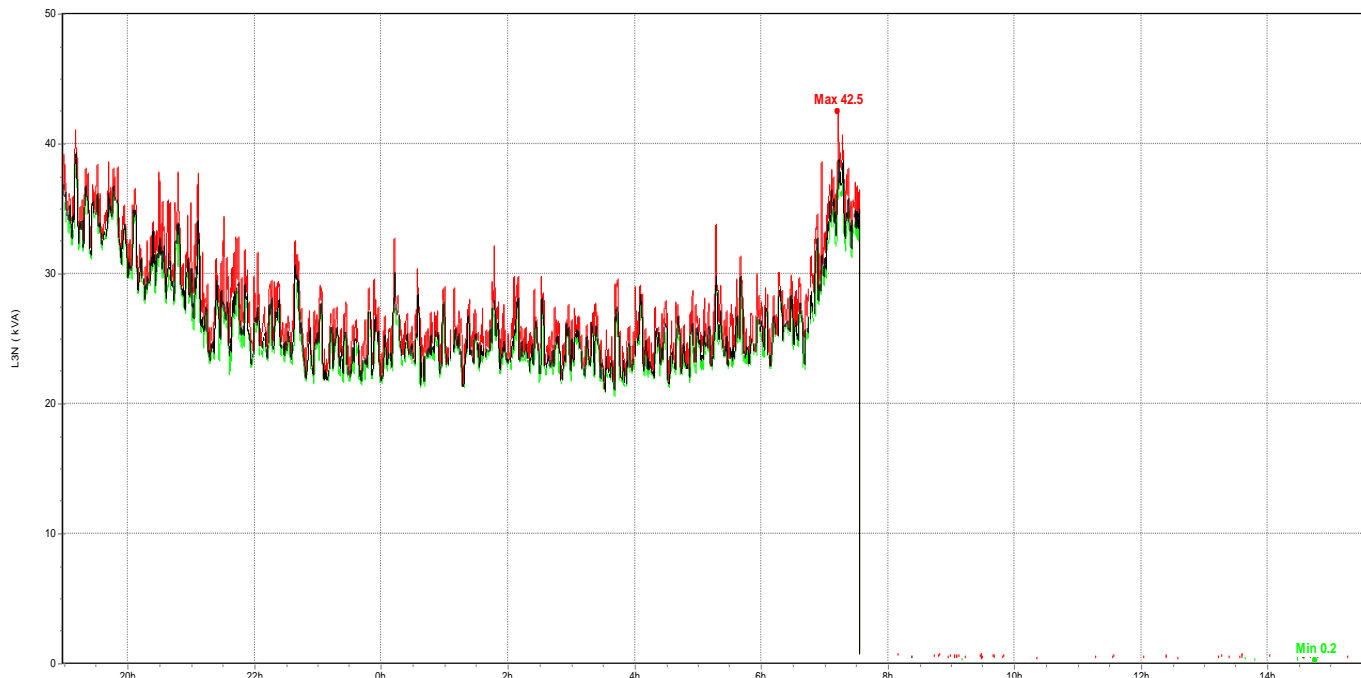
**Figura 3.117** Medición de la Potencia Aparente en la Línea 1, a continuación se muestran los valores: **máximo de 47.8 KVA**, **mínimo de 0.1 KVA** y promedio de **23.95 KVA**.

#### 3.8.5.2 Gráfica Potencia Aparente (KVA) Línea 2



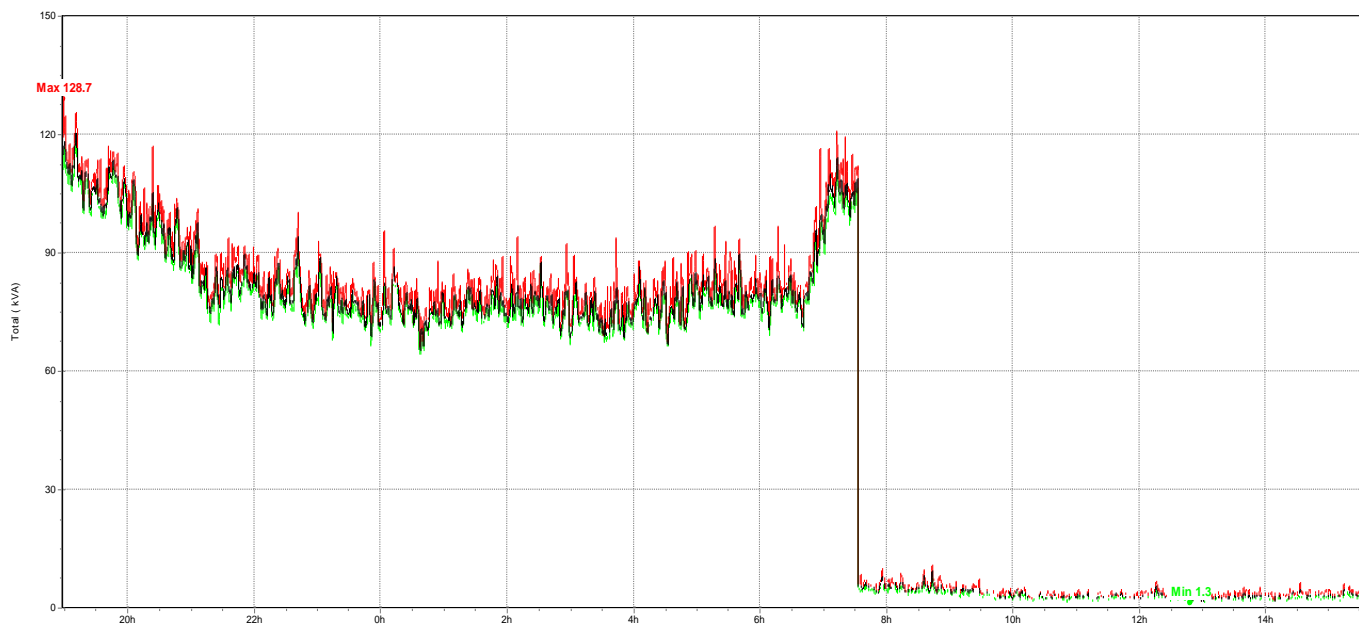
**Figura 3.118** Medición de la Potencia Aparente en la Línea 2, a continuación se muestran los valores: **máximo de 43.3 KVA**, **mínimo de 0.1 KVA** y promedio de 21.7 KVA.

### 3.8.5.3 Gráfica Potencia Aparente (KVA) Línea 3



**Figura 3.119** Medición de la Potencia Aparente en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 42.5 KVA**, **mínimo de 0.2 KVA** y promedio de **21.35 KVA**.

### 3.8.5.4 Gráfica Potencia Aparente (KVA) que se genera en el Neutro

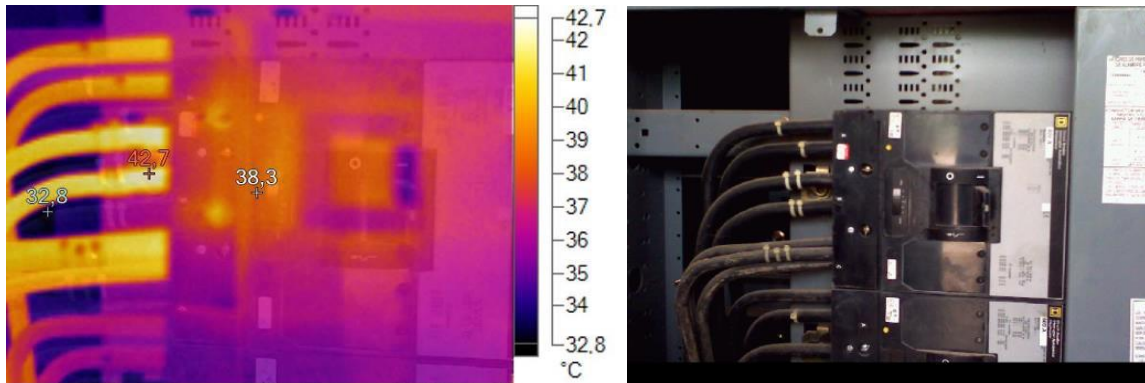


**Figura 3.120** Medición de la Potencia Activa en la Línea 3, a continuación se muestran los valores: **máximo de 128.7kW**, **mínimo de 1.3kW** y promedio de **65kW**.

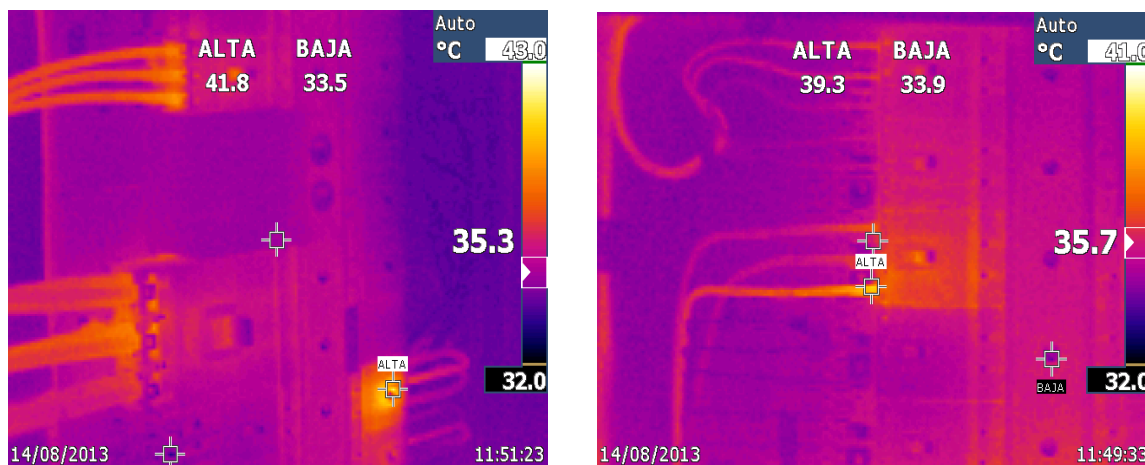


### 3.9 Inspección con cámara termográfica.

#### 3.9.1 Inspección en áreas común de arribos y documentación Planta baja y alta.



**Imagen 3.24,** muestra una imagen infrarroja y una de luz visible, el cual presentaba desbalance y alta resistencia al contacto.



**Imagen 3.25,** muestra conductores e interruptores termomagnéticos que por su temperatura, se puede interpretar como desbalance, sobrecargas y alta resistencia al contacto, al hacer las pruebas correspondientes.

En las figuras 3.26 y 3.27, Se muestra un claro contraste de las temperaturas del recinto y de la temperatura ambiente, generando una abismal diferencia de temperatura. Este es uno de los factores que más contribuye al desperdicio de energía.

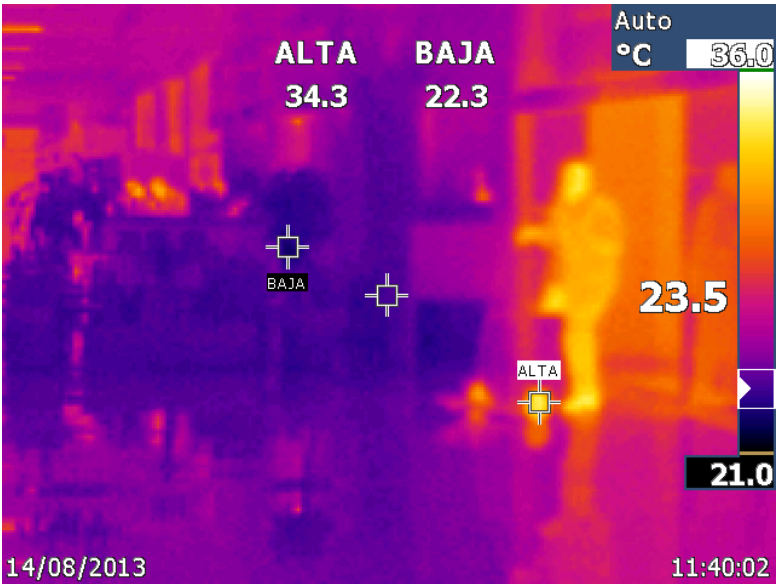


Imagen 3.26, accesos del aeropuerto muestran un diferencial de temperatura.

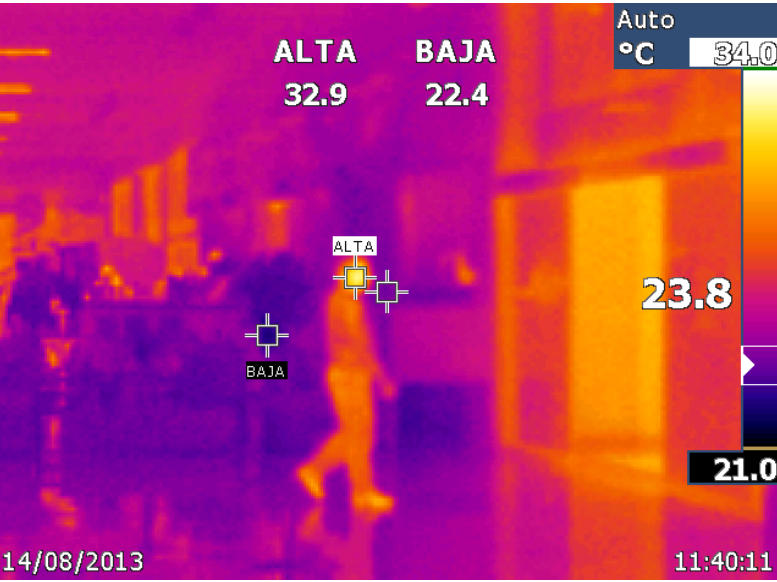


Imagen 3.27, accesos del aeropuerto muestran puertas constantemente abiertas.

### 3.10 Medición del nivel de resistencia eléctrica con Telurómetro.

#### 3.10.1 Medición del nivel de resistencia en subestación # 1 planta baja.

Se llevó a cabo un estudio en el edificio de documentación ubicado en la planta baja, con respecto al sistema de puesta a tierra en la instalación eléctrica desde el transformador hasta los tableros, encontrando los siguientes valores de resistencia = 0.068 ohms cuando el valor máximo permisible según la Norma Oficial Mexicana NOM-001 SEDE-2012 es de 25 ohms.

El estudio incluyó las áreas desde la acometida del transformador, hasta cada uno de los tableros de planta baja y planta alta, se reapretaron los tornillos opresores que sujetan a los conductores, tanto energizados como neutros y de puesta a tierra, se hicieron mediciones en los tableros, en los registros de la red subterránea. El aparato que se utilizó para esta y todas las actividades fue un Telurómetro marca Fluke 1623.



Imágenes 3.28 del interior de las instalaciones en la subestación 1.

### 3.10.2 Medición del nivel de resistencia en subestación # 2 planta baja.

Se llevó a cabo un estudio en el edificio de arribos ubicado en la planta baja, con respecto al sistema de puesta a tierra en la instalación eléctrica desde el transformador hasta los tableros, encontrando los siguientes valores de resistencia = 0.068 ohms cuando el valor máximo permisible según la Norma Oficial Mexicana NOM-001 SEDE-2012 es de 25 ohms. El estudio incluyó las áreas desde la acometida del transformador, hasta cada uno de los tableros de planta baja y planta alta, se reapretaron los tornillos opresores que sujetan a los conductores, tanto energizados como neutros y de puesta a tierra, se hicieron mediciones en los tableros, en los registros del sistema de puesta a tierra. El aparato que se utilizó para esta y todas las actividades fue un Telurómetro marca Fluke 1623.



**Imágenes 3.29** del interior de las instalaciones en la subestación 2.

### **3.11 Analizar**

En esta sección se va a analizar cada resultado que se obtuvo de la fase anterior, la cual consistió en obtener datos a base de mediciones con aparatos, censos, e indagatorias, con lo cual se busca establecer las causas de raíz. El objetivo de esta sección es proporcionar toda información que ayude a encontrar la solución a cada situación que provoque un problema de alto consumo en el aeropuerto, el orden a seguir es el siguiente:

- 1.- Se proporcionará una concentración de datos a partir de los censos, en donde se refleje cuáles son los porcentajes de consumo, anomalías encontradas, tipos de cargas conectadas.
- 2.- Se analizarán los recibos de cobro de CFE para determinar si existe algún dato que este fuera de lo normal.
- 3.- Resultado de los equipos de medición, (analizador de redes, cámara termográficas, telurómetro, Luxómetro).
- 4.- Simulación de consumos restringidos, a partir de sistemas domóticos y estrategias de ahorro.
- 5.- Análisis económico de las propuestas.

#### **3.11.1 Concentración de datos a partir de los censos**

Existe una carga conectada de 3607Kw de la cual se reparte hacia ciertos rubros como son los sistemas de aire acondicionado, sistema de iluminación, locales, cargas generales (televisores, computadoras), motores (bandas transportadoras, Bombeo de agua potable, bombeo de aguas negras). El análisis indica que las tablas de los censos de equipos eléctricos que aparecen en las tablas de la sección 3.34 de la fase de medición indican lo siguiente con respecto a las cargas instaladas:

- a) Los sistemas de aire acondicionado ocupan el primer lugar en el mayor número de cargas conectadas son aproximadamente el 52% del total, esto es aproximadamente 1,821.74 kw instalados en equipo de A/A.
- b) Los locales comerciales ocupan el segundo lugar en número de cargas conectadas con del 14% del total, esto es aproximadamente 408 kw instalados.
- c) El sistema de iluminación ocupa el tercer lugar en número de cargas conectadas con el 9% del total, esto es aproximadamente 268.502 kw instalados en luminarias.
- d) El sistema de cargas generales ocupa el cuarto lugar en número de cargas conectadas con el 7% del total, esto es aproximadamente 216.67 kw instalados.
- e) El sistema de motores ocupa el quinto lugar en número de cargas conectadas con el 7% del total, esto es aproximadamente 207.388 kw instalados.
- f) El sistema de bombeo ocupa el sexto lugar en número de cargas conectadas con el 2% del total, esto es aproximadamente 49.982 kw instalados.

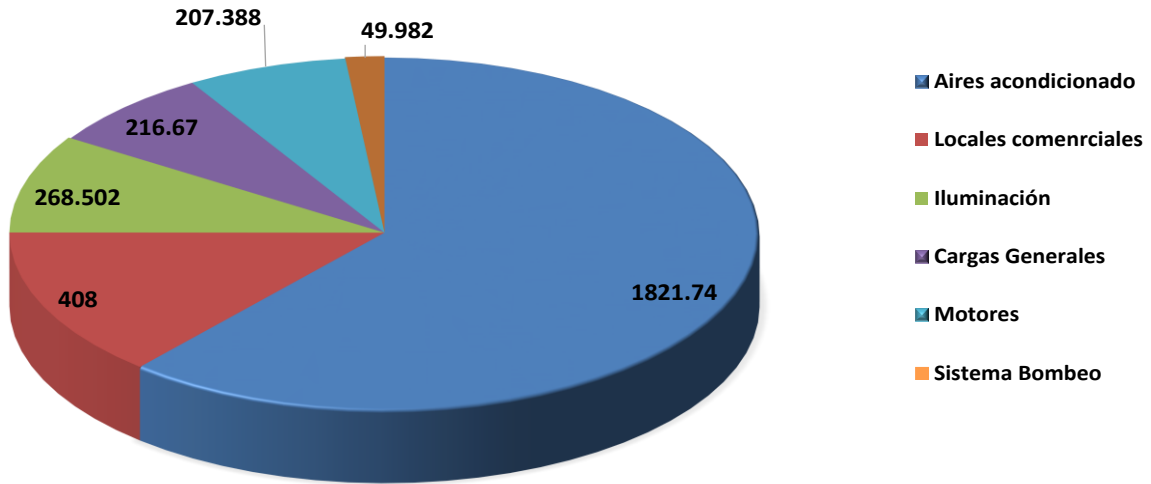


Figura 3.121 Gráfica que muestra la distribución de carga conectada.

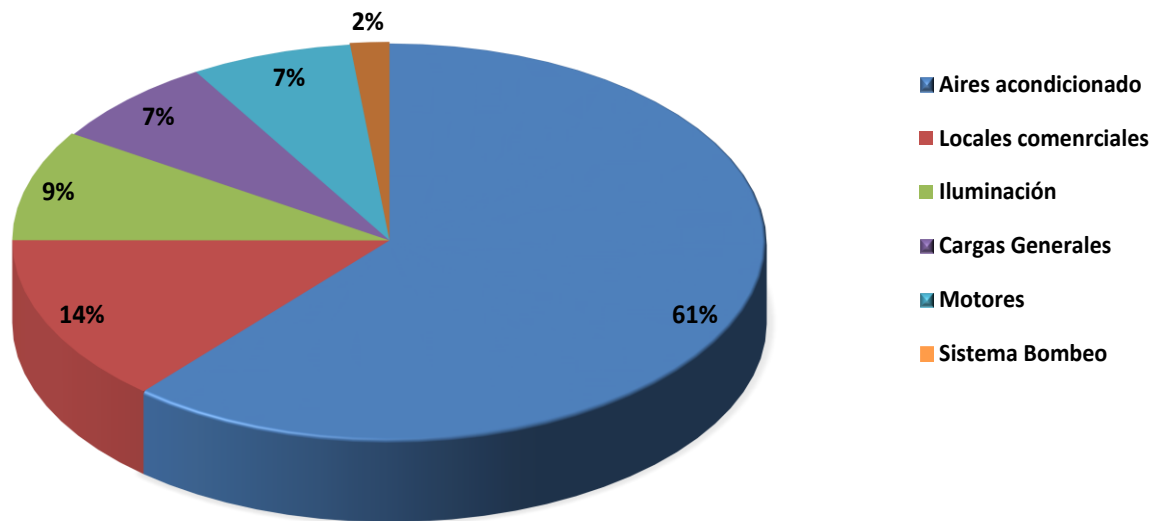
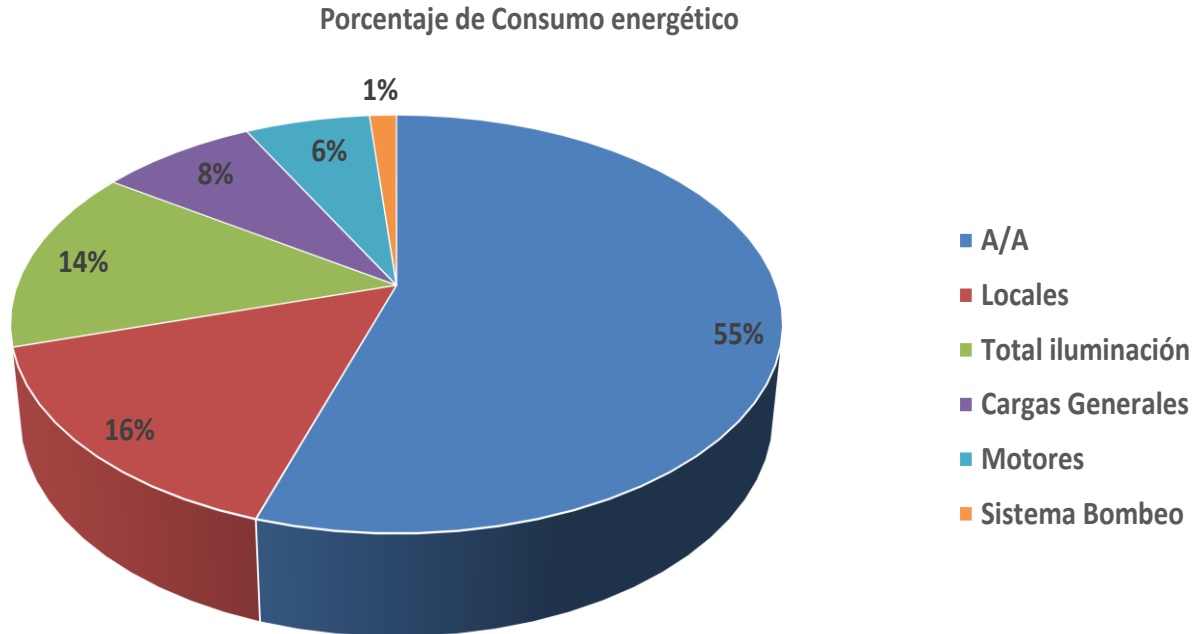


Figura 3.122 Gráfica que muestra el porcentaje equivalente de carga conectada

### 3.11.2 Concentración de Consumos a partir de los censos

El análisis indica que las tablas de los censos de equipos eléctricos que aparecen en las tablas de la sección 3.34 de la fase de medición indican lo siguiente con respecto a los consumos energéticos:

- Los sistemas de aire acondicionado ocupan el primer lugar en consumo de energía, se registró un consumo del 55% del total, esto es aproximadamente 655,826 kw-Hr-Mes A/A.
- La energía que se destina a los locales ocupa el segundo lugar y generan un consumo del 16% del total, esto es aproximadamente 183,600 kw-Hr-Mes.
- La energía que se destina al sistema de iluminación ocupa el tercer lugar y generan un consumo del 14% del total, esto es aproximadamente 169,936 kw-Hr-Mes.
- La energía que se destina al sistema de cargas generales ocupa el cuarto lugar y generan un consumo del 8% del total, esto es aproximadamente 93,765 kw.
- La energía que se destina al sistema de motores ocupa el quinto lugar y generan un consumo del 6% del total, esto es aproximadamente 207.388 kw.
- La energía que se destina al sistema de bombeo de agua ocupa el sexto lugar y generan un consumo del 1% del total, esto es aproximadamente 16,114 kw.



**Figura 3.123** Gráfica que muestra el porcentaje equivalente al consumo energético.

### 3.11.3 Anomalías detectadas

A partir de las indagatorias y los datos que fueron censados y plasmados en la sección de medición 3.34, se establece que existe una serie de anomalías, las cuales repercuten en un excesivo consumo y mal aprovechamiento de la energía para que los equipos eléctricos la transformen en trabajo útil. Las anomalías que más presentaban en la utilización de la energía son:

**1.- Falta de control y se presenta en el 71% de los equipos conectados.** La falta de control se refiere a que los equipos de aire acondicionado que funcionan a temperaturas muy bajas para compensar las ganancias de calor ocasionadas por las diferentes cargas térmicas que gana, por la apertura de las puertas, ventanales abiertos y los termostatos que no regulan la temperatura, en el caso de las luminarias se mantienen encendidas en el día, las cargas generales permanecen prácticamente encendidas las 24 horas

**2.- Falta de mantenimiento y se presenta en el 28% de los equipos conectados.**

La falta de mantenimiento se refiere a equipos que debido a la falta de limpieza, falta de lubricantes, falta de reparación, hacen que los equipos consuman más energía de lo que establece la placa de datos.

**3.- Fenómenos eléctricos anormales y fugas de energía los cuales representan el 1% de las instalaciones del aeropuerto.**

A consecuencia de tantos cambios no planeados a lo largo de la expansión del aeropuerto existen fenómenos como fugas y desbalanceo de cargas, de los fenómenos más sobresalientes es el bajo factor de potencia.

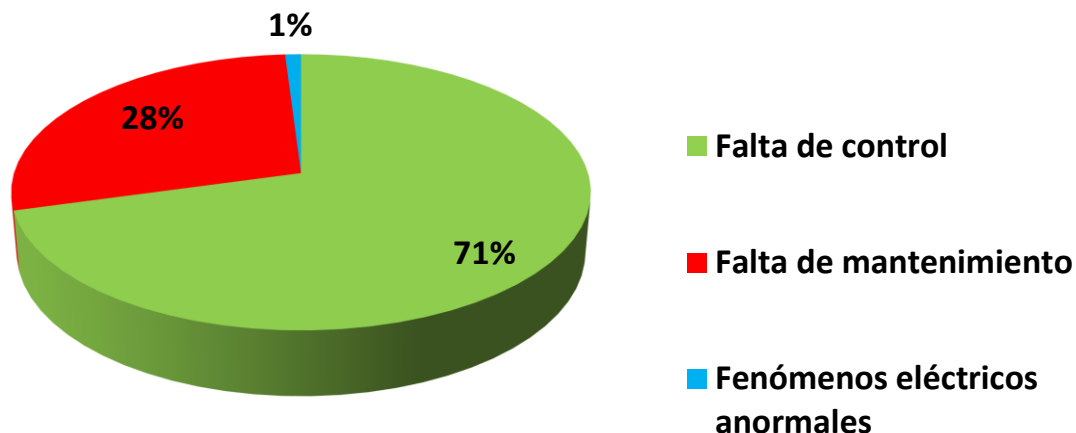
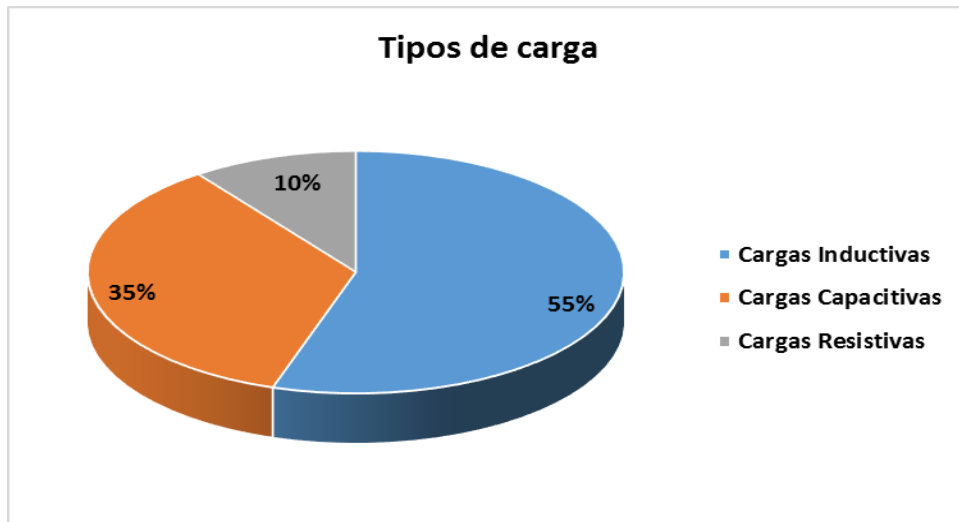


Figura 3.124 Gráfica que muestra el porcentaje equivalente de carga conectada.



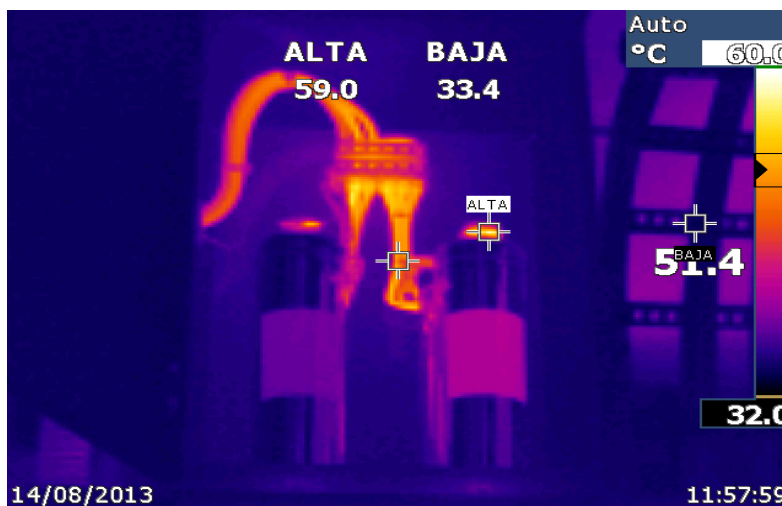
### 3.11.4 Tipos de cargas conectadas

Otro dato que se pudo determinar a partir del análisis de los puntos correspondientes a las fases de censo y medición, son los tipos de cargas conectadas. Se pudo determinar que el 55% de cargas son inductivas, 35% de cargas capacitivas y 15 % de cargas resistivas.



**Figura 3.124** Gráfica que muestra el porcentaje equivalente a los diferentes tipos de cargas conectadas.

En teoría deberían de existir problemas con el bajo factor de potencia sin embargo en algunos tableros se encuentran conectados bancos de capacitores que contrarrestan el efecto de las cargas inductivas, a continuación se muestra la siguiente sección.



**Imagen 3.30** Muestra la instalación y funcionamiento de un banco de capacitores.

### 3.11.5 Análisis de los recibos de cobro CFE por bajo factor de potencia.

#### 3.11.5.1 Análisis de los recibos del Servicio 494950312869, Medidor 68P3U5

En este servicio el cual se encuentra en la subestación 1 no se encontró parámetro eléctrico que sea perjudicial, según el historial del recibo no se aprecia un bajo factor de potencia.

Mes	Demanda máxima kW	Consumo total kWh	FCF. Punta	FCF. Semipunta	Pago medio
JUN 12	1,757	1,016,321	95.60	72	1.4284
JUL 12	1,741	1,078,498	95.37	78	1.4522
AGO 12	1,714	929,022	96.03	67	1.5079
SEP 12	1,642	859,989	96.52	66	1.4491
OCT 12	1,736	833,789	96.03	67	1.4082
OCT 12	1,627	124,266	95.84	74	1.4349
NOV 12	1,746	858,464	95.84	66	1.5811
DIC 12	1,539	609,495	96.36	47	1.6633
ENE 13	1,565	619,670	96.81	50	1.6938
FEB 13	1,421	571,228	96.89	54	1.6306
MAR 13	1,535	584,956	96.45	46	1.6294
ABR 13	1,450	142,355	95.27	60	1.6034
ABR 13	1,458	503,174	96.04	47	1.5405
MAY 13	1,563	761,069	95.64	54	1.5958
JUN 13	1,705	Estado de cuenta	95.61	59	1.5678

Conceptos	Importe \$
Energía	1,019,870.26
Demanda Facturable	299,790.15
Bonificación Factor de Potencia	-18,475.24
Subtotal	1,301,185.17
IVA 16%	208,189.62
Facturación del Periodo	1,509,374.79
Adeudo Anterior	1,408,855.88
Su Pago	-1,408,855.00
<b>Total</b>	<b>\$1,509,375.67</b>

Figura 3.125 Historial de factor de potencia recibo de cobro de CFE.

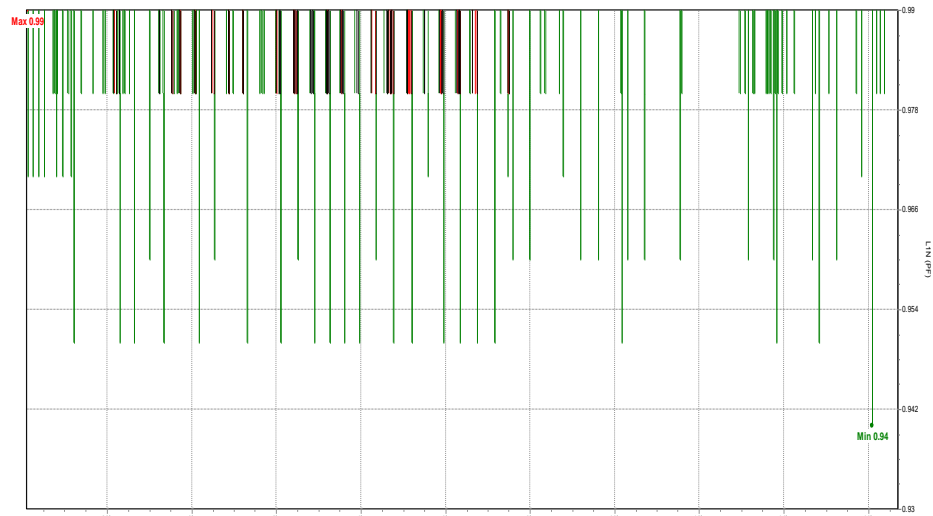


Figura 3.126 Valores del factor de potencia obtenidos del analizador de redes: máximo de 0.99, mínimo de 0.94 y promedio de 0.965

### 3.11.5.2 Análisis de los recibos del Servicio 494921201705, Medidor 9x4v90

En este servicio el cual se encuentra en la subestación 2 se detectó un parámetro eléctrico perjudicial, (Factor de Potencia) según el historial del recibo se aprecia un bajo factor de potencia desde el 2012 hasta la fecha.

Mes	Demanda máxima kW	Consumo total kWh	F.P. Punta	F.C. Semipunta	Precio medio
JUN 12	1,018	582,554	89.84	68	1.4535
JUL 12	925	554,246	89.84	70	1.4817
AGO 12	901	483,700	89.37	57	1.5357
SEP 12	1,096	586,600	89.53	62	1.4633
OCT 12	1,124	531,300	90.03	63	1.4296
OCT 12	931	77,700	89.92	72	1.4134
NOV 12	1,239	568,400	90.10	60	1.6036
DIC 12	963	388,423	90.64	45	1.6753
ENE 13	961	392,777	90.65	47	1.7067
FEB 13	957	361,200	90.20	48	1.6845
MAR 13	982	368,200	89.17	40	1.6760
ABR 13	953	95,200	87.29	58	1.6452
ABR 13	936	314,300	89.64	46	1.5743
MAY 13	911	401,100	89.22	45	1.6463
JUN 13	994	Estado de cuentas	89.31	48	1.6126

Conceptos	Importe \$
Energía	534,239.23
Demanda Facturable	174,775.02
Cargo Factor de Potencia	2,127.04
Subtotal	711,141.29
IVA 16%	113,782.60
Facturación del Periodo	824,923.89
Adeudo Anterior	765,964.59
Su Pago	-765,964.00
<b>Total</b>	<b>\$824,924.48</b>

Figura 3.127 Historial de factor de potencia recibo de cobro de CFE.

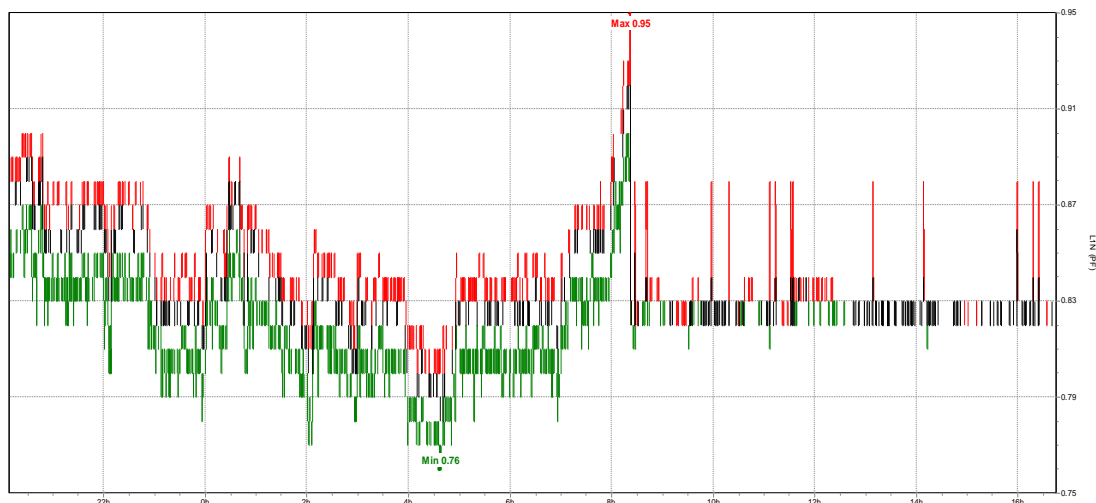


Figura 3.128 Valores del factor de potencia obtenidos del analizador de redes: máximo de 0.95, mínimo de 0.76 y promedio de 0.85

### 3.11.6 Análisis de propuestas de Control y Mejora

A continuación se muestra la tabla 3.10 en la cual se presentan los diferentes sistemas eléctricos que dan servicio a los usuarios del aeropuerto, los cuales se pueden mejorar en cuestión de eficiencia energética eléctrica, y con ello generar un menor consumo energético sin demeritar la calidad de los servicios, atendiendo las siguientes propuestas plasmadas en dicha tabla.

Propuesta de control y Mejora por sistema		
Por Sistema	Propuesta de mejora	Responsable
Sistema de Iluminación interior	Instalación de Sensores, timer y fotocontroles	Aeropuerto
Sistema de Iluminación exterior	Reparación e implementación de de timer y fotocontroles en donde no cuenta	Aeropuerto
Sistema de Aire acondicionado	Corrección de termostatos, limpieza de filtros de aire, corrección de puertas eléctricas.	Aeropuerto
Televisores	Encender solo el 50 %	Aeropuerto
Motores de bandas transportadoras	Lubricación de sistemas de rodamientos y vigilar que no operen si no es necesario.	Aeropuerto
Motobombas de agua potable	Instalación de muebles de bajo consumo, wc y mingitorios	Aeropuerto
Motobombas de aguas negras	Instalación de muebles de bajo consumo, wc y mingitorios	Aeropuerto
Escalera eléctrica	Lubricación de sistemas de rodamientos y automatizar para que solo opere cuando sea necesario.	Aeropuerto
Locales comerciales	Cambio de focos ahorradores, concientización al personal encargado, instalación de sensores, mantenimiento a los sistema de aire acondicionado y refrigeración.	Propietarios Locales

**Tabla 3.10** de Propuesta de control y mejora para los sistemas eléctricos.

### 3.11.6.1 Simulación de consumos restringidos

En la siguiente sección se presenta una serie de simulaciones en tablas de Excel, las cuales se retomarán los datos reales de los censos iniciales en la sección 3.3.4, el objetivo de esta sección es utilizar el mínimo de horas de funcionamiento de los equipos, ajustando y corrigiendo los factores que generan un mayor consumo en el funcionamiento de los aparatos eléctricos es decir, lo que se busca en esta sección es aplicar todas las estrategias conocidas de eficiencia energética eléctrica en general. Esta etapa también contará con un orden en la presentación de las simulaciones, los cuales se llevarán a cabo de la siguiente forma:

- 1) Sistema de iluminación interior (Baños, pasillos, áreas generales interior y exterior)
- 2) Sistema de Aire Acondicionado Refrigeración.
- 3) Sistema de motores y bombas.
- 4) Cargas generales.

### 3.11.6.2 Implementación de estrategias de eficiencia energética eléctrica en el sistema de iluminación de baños.



Se hizo una prueba en algunos baños según la sección 3.1, 3.2, 3.3, la cual consistió en controlar las luminarias por medio de sensores de presencia, tanto en el de hombres como en el de mujeres, cada baño cuenta hasta con 20 luminarias, las cuales permanecen las 24 horas encendidas. Para esta prueba se hicieron modificaciones en el circuito alimentador, la cual consistió en dividir en 3 sectores la iluminación de esa área, una para Wc con una duración de encendido de 10 min, las otras secciones son los lavamanos y el pasillo con una duración de 6 min. Se instaló un wattthoriméto y en un día de los más visitados operó tan solo 4 horas. Con esta acción se redujo en un 75% el consumo de la energía por el rubro de iluminación en cada uno de los 20 baños.

Al final se hizo una encuesta a los usuarios para saber si tuvieron alguna complicación por falta de iluminación, los cuales no hubo queja, según la encuesta.



**Imagen 3.31** Muestra la instalación de sistemas domóticos.

**Tabla 3.11** Muestra los ajustes en el tiempo de funcionamiento en las luminarias en pasillos y áreas generales, debido a la implementación de sistemas domóticos.

Iluminación de Baños									
Tablero	Cantidad	Imagen	Tipo de luminaria	Marca-Modelo	Potencia Vatos (W)	Potencia Total	Tiempo de uso al día	Horas por mes	Consumo mensual. Kilovatios-Hora (Vatos/1000xhr)
TAB. A Servicio de Emergencia	365		Luminaria tipo de empotrar en plafón	Tecnolite YD-4000/B	40	14,600	4	120	1,752
	80		Extrator de aire	Master Fan 15m3/hr	150	12,000	4	120	1,440
<b>Carga instalada (Watts)</b>						<b>26,600</b>	<b>Total de KW-Hrs-mes</b>	<b>3,192</b>	

En la tabla 3.1, 3.2, 3.3 se tenía un consumo de 19,152 Kilovatios-Hora-Mes y ahora con las modificaciones del tiempo de uso, se redujo a solo 3,192 Kilovatios-Hora-Mes, generándose un ahorro del 83.33 %.

### 3.11.6.3 Implementación de estrategias de eficiencia energética eléctrica en el sistema de iluminación de pasillos y áreas comunes.

En el caso de los pasillos y áreas comunes de todo el aeropuerto, se realizó una prueba la cual consistió en controlar encendido de diferentes circuitos de luminarias por medio de timer's, debido a que actualmente la mayoría de las luminarias permanece encendido de 18 hasta 24 horas del día, cabe mencionar que hay áreas que están excedida en luxes ver imagen 3.31 toma de muestra realizada a las 3:00 p.m. con luminarias apagadas, imagen 3.32 toma de muestra realizada a las 3:01, con las luminarias encendidas, el valor es muy alto debido a la proximidad de ventanales y la claridad de la luz natural. Para esta prueba se hicieron modificaciones en los circuitos alimentadores, como aparece en el esquema de la imagen 3.33 la cual consistió en dividir varios sectores de la iluminación de esas áreas, dependiendo de la carga del circuito. Los horarios de funcionamiento se establecieron conforme a los tipos de áreas, ya que algunos sectores del aeropuerto que a cierta hora aún cuentan con luz natural, hay otros sectores que ya necesitan de iluminación, por lo que la energización de los circuitos será de forma gradual. Otra condicionante es el horario de invierno, que se consideró para poder ajustar los temporizadores.



Imagen 3.31

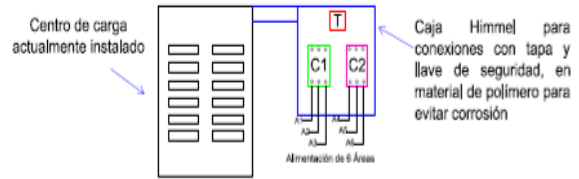


Imagen 3.32



Imagen: 3.33

### Configuración general de instalación de Contactores y Timer



Simbología

- T = Timer Electrónico con 2 canales
- C1 = Contactor con capacidad de tres circuitos de 40 amperes.
- C2 = Contactor con capacidad de tres circuitos de 40 amperes.

**Tabla 3.12** Muestra los ajustes en el tiempo de funcionamiento en las luminarias en pasillos y áreas generales, debido a la implementación de sistemas domóticos.

Iluminación Sector Documentación Planta Baja y Planta Alta										
Tablero	Cantidad	Imagen	Tipo de luminaria	Marca-Modelo	Potencia Vatios (W)	Potencia Total	Tiempo de uso al día horas	Horas por mes	Consumo mensual. Kilovatios-Hora (Vatios/1000xhr)	Horarios de funcionamiento
TAB. A. Servicio de Emergencia	150		Gabinete 60x60 cm Modular con luminaria	Philips FB32T8/1841/6	64	9,600	13	390	3,744	6:00 p.m. a 7:00 a.m.
	200		Gabinete 60x60 cm Modular con luminaria	Philips FB32T8/1841/6	64	12,800	7	210	2,688	6:00 p.m. a 1:00 a.m.
	15		Luminaria tipo reflector aditivos metálicos de 1000 Watts.	Lumipar 1000w	1,000	15,000	13	390	5,850	6:00 p.m. a 7:00 a.m.
	35		Luminaria tipo reflector aditivos metálicos de 1000 Watts.	Lumipar 1000w	1,000	35,000	7	210	7,350	6:00 p.m. a 1:00 a.m.
	20		Luminaria tipo reflector suspendido fluorescente 2xDDE-26W	Tecnolite LFC-222/B	150	3,000	13	390	1,170	6:00 p.m. a 7:00 a.m.
	65		Luminaria tipo reflector suspendido fluorescente 2xDDE-26W	Tecnolite LFC-222/B	150	9,750	7	210	2,048	6:00 p.m. a 1:00 a.m.
	90		Reflector ES-3360	Tecnolite Briesca ES3360	108	9,720	7	210	2,041	6:00 p.m. a 1:00 a.m.
	25		Luminaria empotrada color aluminio	Tecnolite YD-222/s	26	650	13	390	254	6:00 p.m. a 7:00 a.m.
	65		Luminaria empotrada color aluminio	Tecnolite YD-222/s	26	1,690	7	210	355	6:00 p.m. a 1:00 a.m.
<b>Carga instalada (Watts)</b>						<b>97,210</b>	<b>Total de KW-Hrs-mes</b>		<b>25,499</b>	




En la tabla 3.1 se tenía un consumo de 70,329.6 Kilovatios-Hora-Mes y ahora con las modificaciones del tiempo de uso, se redujo a solo 25,499 Kilovatios-Hora-Mes, generándose un ahorro del 63.75 %.

**Tabla 3.13** Muestra los ajustes en el tiempo de funcionamiento en las luminarias en pasillos y áreas generales, debido a la implementación de sistemas domóticos.

Iluminación Sector Llegadas Nacional e Internacional Planta Baja										
Tablero	Cantidad	Imagen	Tipo de luminaria	Marca-Modelo	Potencia Vatos (W)	Potencia Total	Tiempo de uso al día horas	Horas por mes	Consumo mensual. Kilovatios-Hora (Vatos/1000xhr)	Horarios de funcionamiento
TAB. B. Servicio de Emergencia	32		Luminaria fluorescente de 2x32, lineal tipo industrial de sobreponer.	MAGG L10940	150	4,800	13	390	1,872	6:00 p.m. a 7:00 a.m.
	60		Luminaria fluorescente de 2x32, lineal tipo industrial de sobreponer.	MAGG L10940	150	9,000	7	210	1,890	6:00 p.m. a 1:00 a.m.
	54		Reflector ES-3360	Tecnolite Briviesca ES3360	108	5,832	7	210	1,225	6:00 p.m. a 1:00 a.m.
	15		Luminaria empotrada color aluminio	Tecnolite YD-222/s	26	390	13	390	152	6:00 p.m. a 7:00 a.m.
	45		Luminaria empotrada color aluminio	Tecnolite YD-222/s	26	1,170	7	210	246	6:00 p.m. a 1:00 a.m.
Carga instalada (Watts)						21,192	Total de KW-Hrs-mes		5,385	

En la tabla 3.2 se tenía un consumo de 16,273 Kilovatios-Hora-Mes y ahora con las modificaciones del tiempo de uso, se redujo a solo 5,385 Kilovatios-Hora-Mes, generándose un ahorro del 66.9 %.





**Tabla 3.14** Muestra los ajustes en el tiempo de funcionamiento en las luminarias en pasillos y áreas generales, debido a la implementación de sistemas domóticos.

Iluminación sector abordaje, salas de espera, revisión de equipaje, pasillos, Planta Alta										
Tablero	Cantidad	Imagen	Tipo de luminaria	Marca-Modelo	Potencia Vatos (W)	Potencia Total	Tiempo de uso al día	Horas por mes	Consumo mensual. Kilovatios-Hora (Vatos/1000xhr)	Horarios de funcionamiento
TAB. C. Servicio de Emergencia	125		Gabinete 60x60 cm Modular con luminaria fluorescente soquet T-8	Philips FB32T8/tt841/6	64	8,000	13	390	3,120	6:00 p.m. a 7:00 a.m.
	250		Gabinete 60x60 cm Modular con luminaria fluorescente soquet T-8	Philips FB32T8/tt841/6	64	16,000	7	210	3,360	6:00 p.m. a 1:00 a.m.
	86		Luminaria fluorescente de 2x32, lineal tipo industrial de sobreponer.	MAGG L10940	150	12,900	13	390	5,031	6:00 p.m. a 7:00 a.m.
	100		Luminaria fluorescente de 2x32, lineal tipo industrial de sobreponer.	MAGG L10940	150	15,000	7	210	3,150	6:00 p.m. a 1:00 a.m.
Carga instalada (Watts)						51,900	Total de KW-Hrs-mes		11,511	

En la tabla 3.3 se tenía un consumo de 41,861 Kilovatios-Hora-Mes y ahora con las modificaciones del tiempo de uso, se redujo a solo 11,511 Kilovatios-Hora-Mes, generándose un ahorro del 72.5 %.



**Tabla 3.15** Muestra los ajustes en el tiempo de funcionamiento en las luminarias en las áreas exteriores y estacionamiento, debido a la implementación de sistemas domóticos.

Iluminación Sector Exterior										
Tablero	Cantidad	Imagen	Tipo de luminaria	Marca-Modelo	Potencia Vatios (W)	Potencia Total	Tiempo de uso al día	Horas por mes	Consumo mensual. Kilovatios-Hora (Vatios/1000xhr)	Horarios de funcionamiento
TAB. D. Servicio de Emergencia	25		Luminaria tipo reflector aditivos metálicos de 400 Watts.	Tecnolite DFL-400	400	10,000	13	390	3,900	6:00 P.M. a 7:00 A.M.
	70		Luminaria tipo reflector aditivos metálicos de 400 Watts.	Tecnolite DFL-400	400	28,000	7	210	5,880	6:00 P.M. a 1:00 A.M.
	16		Luminaria OV-15 400	Philips Hadco	800	12,800	13	390	4,992	6:00 P.M. a 7:00 A.M.
	26		Luminaria OV-15 400	Philips Hadco	800	20,800	7	210	4,368	6:00 P.M. a 1:00 A.M.
Carga instalada (Watts)						71,600	Total de KW-Hrs-mes	19,140		

En la tabla 3.4 se tenía un consumo de 41,472 Kilovatios-Hora-Mes y ahora con las modificaciones del tiempo de uso, se redujo a solo 19,140 Kilovatios-Hora-Mes, generándose un ahorro del 53.84 %.

### 3.11.6.4 Implementación de estrategias de eficiencia energética eléctrica en el sistema de bandas transportadoras.

**Tabla 3.16** Muestra los ajustes en el tiempo de funcionamiento en los sistemas de bandas transportadoras, debido a la implementación de sistemas domóticos, para evitar que funcionen de forma innecesaria.

Motores de Bandas Transportadoras													
Ubicación	Cantidad	Marca	Descripción	Hp	Tensión Eléctrica (V)	Intensidad (A)	Factor de Potencia	Eficiencia	Potencia Vatios (W)	Potencia Total.	Tiempo de uso al día	Horas por mes	Consumo mensual. Kilovatios-Hora (Vatios/1000xhr)
Documentación	24	Baldor Super-E	Motor	5	220	13.4	1	1	3,730	89,520	9	270	24,170
	26	Baldor Super-E	Motor	3	220	5.6	1	1	2,238	58,188	9	270	15,711
	40	Baldor Super-E	Motor	2	220	8.6	1	1	1,492	59,680	9	270	16,114
Carga instalada (Watts)										207,388	Total de KW-Hrs-mes	55,995	

En la tabla 3.6 se tenía un consumo de 74,660 Kilovatios-Hora-Mes y ahora con las modificaciones del tiempo de uso, se redujo a solo 55,995 Kilovatios-Hora-Mes, generándose un ahorro del 25 %.

### 3.11.6.5 Implementación de estrategias de eficiencia energética eléctrica en el sistema de aire acondicionado.

**Tabla 3.17** Muestra los ajustes en el tiempo de funcionamiento de los sistemas de A/A en pasillos y áreas generales, debido a la implementación de sistemas domóticos, reparación de puertas de acceso y mantenimiento general.

Aires acondicionados									
Ubicación	Cantidad	Tipo de sistema	Marca	Potencia Vatios (W)	Tensión Eléctrica (V)	Potencia Total.	Tiempo de uso al día	Horas por mes	Consumo mensual. Kilovatios-Hora (Vatios/1000xhr)
Sector Documentación Planta Alta y Baja	12	Mini-Split	TRANE	2,600	220	31,200	8	240	7,488
	3	Mini-Split	LG	2,600	220	7,800	8	240	1,872
	4	Mini-Split	YORK	2,600	220	10,400	8	240	2,496
	2	Multi-Split	YORK	3,900	220	7,800	12	360	2,808
	1	Chiller	TRANE	305,500	440	305,500	10	300	91,650
	4	Manejadora	CARRIER	11,190	440	44,760	10	300	13,428
	17	Manejadora	CARRIER	26,110	440	443,870	10	300	133,161
	5	Paquete	YORK	87,000	220	435,000	10	300	130,500
Sector Arriros Nacional e Internacional Planta Alta y Baja	7	Paquete	YORK	33,600	220	235,200	10	300	70,560
	1	Data Air Inc.	DCI	6,500	220	6,500	9	270	1,755
	1	Data Air Inc.	DCI	6,500	220	6,500	9	270	1,755
	1	Torre Enfriamiento	REYMSA	7,460	440	7,460	9	270	2,014
	2	Torre Enfriamiento	B.A.C	5,595	440	11,190	8	240	2,686
	4	Bomba de Agua Condensada	SIEMENS	11,190	220	44,760	10	300	13,428
	5	Bomba de Agua Helada	SIEMENS	44,760	220	223,800	10	300	67,140
Carga instalada (Watts)						1,821,740	Total de KW-Hrs-mes		542,741

En la tabla 3.5 se tenía un consumo de 655,826 Kilovatios-Hora-Mes y ahora con las modificaciones del tiempo de uso, se redujo a solo 542,741 Kilovatios-Hora-Mes, generándose un ahorro del 17.25 %.

### 3.11.6.6 Implementación de estrategias de eficiencia energética eléctrica en el sistema de cargas generales.

**Tabla 3.18** Muestra los ajustes en el tiempo de funcionamiento de los sistemas de A/A en pasillos y áreas generales, debido a la implementación de sistemas domóticos, reparación de puertas de acceso y mantenimiento general.

Cargas Generales									
Ubicación	Cantidad	Descripción	Potencia Varios (W)	Potencia Total.	Tipo de carga	Tiempo de uso al día (Horas/Día)	Horas por mes	Consumo mensual. Kilovatios-Hora (Vatios/1000xhr)	Propuesta
General	250	Computadora	300	75,000	Capacitiva	12	360	27,000	Concientización
General	65	Pantalla Plasma 32"	250	16,250	Capacitiva	12	360	5,850	Encender solo cuando en horarios de servicio.
General	65	Pantalla Plasma 32"	250	16,250	Capacitiva			0	Fuera de servicio
General	75	Pantalla Plasma 42"	300	22,500	Capacitiva	12	360	8,100	Encender solo cuando en horarios de servicio.
General	75	Pantalla Plasma 42"	300	22,500	Capacitiva			0	Fuera de servicio
Documentación & Arrivos	11	Puertas eléctricas	746	8,206	Inductiva	19	570	4,677	Aplicar Mantenimiento y solo encender en horarios de servicio.
Documentación	2	Puertas eléctricas	3,730	7,460	Inductiva	19	570	4,252	Aplicar Mantenimiento y solo encender en horarios de servicio.
Documentación	2	Elevadores	5,968	11,936	Inductiva	19	570	6,804	Aplicar Mantenimiento y solo encender en horarios de servicio.
Documentación	1	Escalera eléctrica	5,968	5,968	Inductiva	12	360	2,148	Aplicar Mantenimiento y solo encender en horarios de servicio.
Documentación	25	Básculas de equipaje	90	2,250	Inductiva	8	240	540	Evitar usarlas
Documentación	75	Señalamientos Anuncios	50	3,750	Inductiva	19	570	2,138	Encender solo cuando en horarios de servicio.
General	120	Contactos servicios generales	180	21,600	Inductiva	12	360	7,776	Energizar solo en horarios de servicio.
Documentación	6	Sistemas de revisión y vigilancia	500	3,000	Inductiva	19	570	1,710	Energizar solo en horarios de servicio.
<b>Carga instalada (Watts)</b>				<b>216,670</b>		<b>Total de KW-Hrs-mes</b>		<b>70,995</b>	

En la tabla 3.7 se tenía un consumo de 93,765 Kilovatios-Hora-Mes y ahora con las modificaciones del tiempo de uso, se redujo a solo 70,995 Kilovatios-Hora-Mes, generándose un ahorro del 24.3 %.

### 3.11.6.7 Implementación de estrategias de eficiencia energética eléctrica en locales comerciales.

**Tabla 3.19** Muestra los ajustes en el tiempo de funcionamiento de los sistemas de A/A en pasillos y áreas generales, debido a la implementación de sistemas domóticos, reparación de puertas de acceso y mantenimiento general.

Locales comerciales									
Ubicación	Cantidad	Descripción	Potencia Vatios (W)	Potencia Total.	Tipo de carga	Tiempo de uso al día (Horas/Día)	Horas por mes	Consumo mensual. Kilovatios-Hora (Vatios/1000xhr)	Anomalías detectadas
Locales comerciales tipo A	15	Concentrado de cargas	1,800	27,000	Capacitiva	15	450	12,150	Implementación de aparatos de bajo consumo, y programa de concientización.
Locales comerciales tipo B	20	Concentrado de cargas	4,000	80,000	Capacitiva	15	450	36,000	Implementación de aparatos de bajo consumo, y programa de concientización.
Locales comerciales tipo C	18	Concentrado de cargas	5,500	99,000	Capacitiva	15	450	44,550	Implementación de aparatos de bajo consumo, y programa de concientización.
Locales comerciales tipo D	10	Concentrado de cargas	17,200	172,000	Capacitiva	15	450	77,400	Implementación de aparatos de bajo consumo, y programa de concientización.
<b>Carga instalada (Watts)</b>				<b>378,000</b>	<b>Total de KW-Hrs-mes</b>		<b>170,100</b>		

En la tabla 3.8 se tenía un consumo de 183,600 Kilovatios-Hora-Mes y ahora con las modificaciones del tiempo de uso, se redujo a solo 170,100 Kilovatios-Hora-Mes, generándose un ahorro del 7.35%.

### 3.11.6.8 Implementación de estrategias de eficiencia energética eléctrica en el sistema de bombeo.

**Tabla 3.20** Muestra los ajustes en el tiempo de funcionamiento de los sistemas de A/A en pasillos y áreas generales, debido a la implementación de sistemas domóticos, reparación de puertas de acceso y mantenimiento general.

Sistema de Bombeo										
Ubicación	Cantidad	Descripción	HP	Potencia Vatios (W)	Potencia Total.	Tipo de carga	Tiempo de uso al día (Horas/Día)	Horas por mes	Consumo mensual. Kilovatios-Hora (Vatios/1000xhr)	Propuesta
Cuarto de equipos eléctricos	5	Bomba de agua potable	5	3,730	18,650	Inductiva	6	180	3,357	Uso de Muebles de baño ecológicos
Cuarto de equipos eléctricos	6	Bomba de aguas negras	5	3,730	22,380	Inductiva	8	240	5,371	Uso de Muebles de baño ecológicos
Cuarto de equipos eléctricos	6	Hidroneumáticos	2	1,492	8,952	Inductiva	6	180	1,611	Uso de Muebles de baño ecológicos
<b>Carga instalada (Watts)</b>				<b>49,982</b>	<b>Total de KW-Hrs-mes</b>		<b>10,340</b>			

En la tabla 3.9 se tenía un consumo de 16,114 Kilovatios-Hora-Mes y ahora con las modificaciones del tiempo de uso, se redujo a solo 10,340 Kilovatios-Hora-Mes, generándose un ahorro del 35.8 %.

## 4 Resultados y discusión

En la mayoría de los casos analizados existe desperdicio energético, los cuales se han detectado en las instalaciones del aeropuerto debido a diferentes factores; para esta sección se presentará un esquema en el cual se describe su causa de raíz, por medio de un diagrama de causa y efecto, figura 4.1

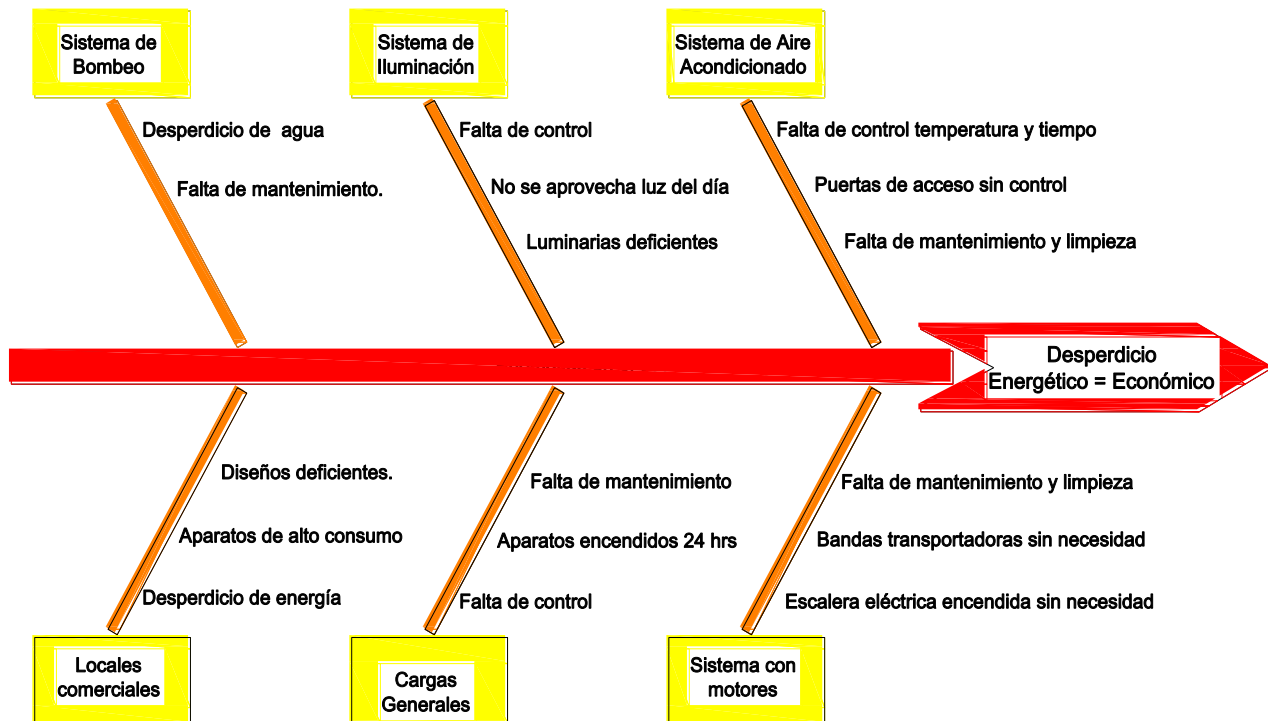


Figura 4.1

Se puede afirmar que en su mayoría la causa de los desperdicios energéticos incide en la falta de control, en la falta de mantenimiento preventivo, deficiencia en los equipos electromecánicos debido a que se encuentran en operación desde hace bastante tiempo, y el personal que labora en el aeropuerto es rebasado por tantas problemáticas.

Se pudo de determinar que al llevar a cabo las adecuaciones y propuestas de mejora se generan los siguientes ahorros energéticos:

#### **4.1 Ahorro generado en el sistema de aires acondicionados**

El sistema de aires acondicionados tiene una carga conectada de 1821.74 Kw de los cuales se utilizan 655,826 Kw-Hora-Mes, con las adecuaciones tan solo se utilizarían 542,741 Kw-Hora-Mes, generándose un ahorro del 17.25%. De la figura 3.122 en la cual se presenta una gráfica donde se determinó que el consumo por concepto de aires acondicionados era del 55% del total del consumo en el aeropuerto, ahora se puede afirmar que de un 55% baja a un 45.375% al mes.

#### **4.2 Ahorro generado en Locales Comerciales**

Los locales comerciales tiene una carga conectada de 408 Kw de los cuales se utilizan 183,600 Kw-Hora-Mes, con las adecuaciones tan solo se utilizarían 170,100 Kw-Hora-Mes, generándose un ahorro del 7.35%. De la figura 3.122 en la cual se presenta una gráfica donde se determinó que el consumo por concepto de los locales comerciales era del 16% del total del consumo en el aeropuerto, ahora se puede afirmar que de un 16% baja a un 14.824% al mes.

#### **4.3 Ahorro generado en el sistema de iluminación**

El sistema de iluminación en general interior y exterior tiene una carga conectada de 268.502 Kw de los cuales se utilizan 169,935.84 Kw-Hora-Mes, con las adecuaciones tan solo se utilizarían 64,727 Kw-Hora-Mes, generándose un ahorro del 61.91%. De la figura 3.122 en la cual se presenta una gráfica donde se determinó que el consumo por concepto de iluminación era del 14% del total del consumo en el aeropuerto, ahora se puede afirmar que de un 14% baja a un 5.3326% al mes.

#### **4.4 Ahorro generado en el sistema de cargas generales**

El sistema de cargas generales tiene una carga conectada de 216.67 Kw de los cuales se utilizan 93,765 Kw-Hora-Mes, con las adecuaciones tan solo se utilizarían 70,995 Kw-Hora-Mes, generándose un ahorro del 24.3%. De la figura 3.122 en la cual se presenta una gráfica donde se determinó que el consumo por concepto de cargas generales era del 8%

del total del consumo en el aeropuerto, ahora se puede afirmar que de un 8% baja a un 6.056% al mes.

#### **4.5 Ahorro generado en el sistema de bandas transportadoras**

El sistema de bandas transportadoras tiene una carga conectada de 207.38 Kw de los cuales se utilizan 74,660 Kw-Hora-Mes, con las adecuaciones tan solo se utilizarían 55,995 Kw-Hora-Mes, generándose un ahorro del 25 %. De la figura 3.122 en la cual se presenta una gráfica donde se determinó que el consumo por concepto de motores de bandas transportadoras era del 6% del total del consumo en el aeropuerto, ahora se puede afirmar que de un 6% baja a un 4.5% al mes.

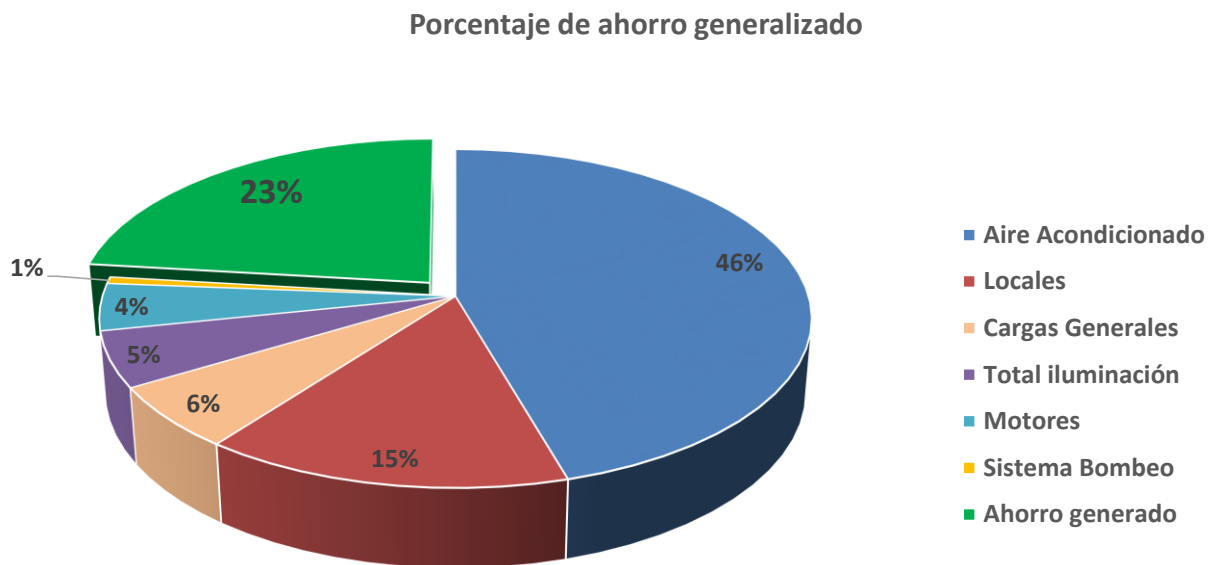
#### **4.6 Ahorro generado en el sistema de bombeo de agua**

El sistema de cargas generales tiene una carga conectada de 49,982 Kw de los cuales se utilizan 16114 Kw-Hora-Mes, con las adecuaciones tan solo se utilizarían 10,340 Kw-Hora-Mes, generándose un ahorro del 35.8%. De la figura 3.122 en la cual se presenta una gráfica donde se determinó que el consumo por concepto de sistema de bombeo de agua era del 1% del total del consumo en el aeropuerto, ahora se puede afirmar que de un 1% baja a un 0.642% al mes.

#### 4.7 Ahorros concentrados en tabla y gráfica de datos

Sistema Eléctrico analizado	Consumo actual Kw-Hr-Mes	Consumo sin adecuaciones (%)	Consumo con Adecuaciones Kw-Hr-Mes	Reducción de consumo con adecuaciones (%)	Totales de reducción por sistema (%)
Aire Acondicionado	655,826	55	542,741	17.24	45.516245
Locales	183,600	16	170,100	7.35	14.823529
Total iluminación	169,936	14	64,727	61.91	5.332471
Cargas Generales	93,765	8	70,995	24.28	6.057271
Motores	74,660	6	55,995	25.00	4.500019
Sistema Bombeo	16,114	1	10,340	35.83	0.641694
	1,193,901		914,898		76.871230
				Ahorro generado	23.128770
					100.00

**Tabla 4.1** Muestra una comparación de consumos antes y después de hacer las adecuaciones.



**Figura 4.2** Muestra gráfica de las reducciones que se generan en cada rubro con respecto a la figura 3.123, la cual presenta los porcentajes de energía que se consume por mes.

Con las adecuaciones que se proponen en este trabajo, se puede lograr un ahorro en el consumo de energía del 23%, la cual es la suma de todas las adecuaciones que se hicieron en cada rubro, se entiende que este dato final es teórico, sin embargo no estaría tan alejado de la práctica, siempre y cuando se atiendan todas las recomendaciones y se mantenga una disciplina constante en la busca de la meta.



Hay algunas rubros o grupos de cargas que se pueden manipular y restringir más fácil que otros, por ejemplo: la iluminación es uno de los rubros en los que más se puede reducir el consumo, pero hay otros como los locales comerciales en los que no se puede influir mucho debido a que cada negocio es muy diferente por el tipo de servicio que ofrece, ni tampoco se puede obligar a que implemente las propuestas que se hacen en este trabajo. Una herramienta muy importante para lograr este objetivo es la concientización y voluntad de ahorrar energía eléctrica, para ello también será necesario hacer campañas de ahorro de energía de forma constante y monitorear los resultados a corto mediano y largo plazo.

#### 4.8 Estudio económico

A partir de los resultados de ahorro de energía que se generaron a partir de las adecuaciones propuestas, se pudo determinar que se puede traducir en beneficio económico.

Primero que nada se debe dejar en claro cuáles han sido los montos facturados a lo largo de un año por parte de CFE, dichos datos se muestran en las siguientes tablas. Entre las 2 subestaciones generan una serie de cargos a lo largo del año, las cuales se representan en la columna de color rojo y si se determina cual es el 23% de cada monto mensual y se suma, se obtiene un ahorro equivalente a un monto anual de \$3,629,660.0 en la subestación 1 y \$2,225,748.40 en la subestación 2, lo cual genera un monto total entre las 2 de un total de \$5,855,409.30.

<b>Subestación No. 1</b>			
<b>Mes</b>	<b>Año</b>	<b>Monto facturado</b>	<b>23 % de descuento</b>
Junio	2012	\$1,718,936.32	\$395,355.35
Julio	2012	\$1,824,094.89	\$419,541.82
Agosto	2012	\$1,571,284.72	\$361,395.48
Septiembre	2012	\$1,454,526.99	\$334,541.21
Octubre	2012	\$1,410,214.09	\$324,349.24
Noviembre	2012	\$1,451,947.71	\$333,947.97
Diciembre	2012	\$1,030,858.45	\$237,097.44
Enero	2013	\$1,126,954.57	\$259,199.55
Febrero	2013	\$1,038,856.18	\$238,936.92
Marzo	2013	\$1,063,822.42	\$244,679.16
Abril	2013	\$915,090.68	\$210,470.86
Mayo	2013	\$1,384,107.98	\$318,344.83
Junio	2013	\$1,509,375.67	\$347,156.40
			<b>\$3,629,660.90</b>

**Tabla 4.2** Muestra un concentrado de cobros hechos por parte de CFE al aeropuerto a lo largo de un año, dichos cargos corresponden a la subestación 1.

<b>Subestación No. 2</b>			
<b>Mes</b>	<b>Año</b>	<b>Monto facturado</b>	<b>23 % de descuento</b>
Junio	2012	\$1,013,432.29	\$233,089.43
Julio	2012	\$964,186.66	\$221,762.93
Agosto	2012	\$841,462.25	\$193,536.32
Septiembre	2012	\$1,020,470.86	\$234,708.30
Octubre	2012	\$924,268.96	\$212,581.86
Noviembre	2012	\$988,809.48	\$227,426.18
Diciembre	2012	\$675,714.89	\$155,414.42
Enero	2013	\$734,719.64	\$168,985.52
Febrero	2013	\$675,652.43	\$155,400.06
Marzo	2013	\$688,746.47	\$158,411.69
Abril	2013	\$587,922.37	\$135,222.14
Mayo	2013	\$750,288.46	\$172,566.34
Junio	2013	\$824,924.48	\$189,732.63
			<b>\$2,225,748.40</b>

**Tabla 4.3** Muestra un concentrado de cobros hechos por parte de CFE al aeropuerto a lo largo de un año, dichos cargos corresponden a la subestación 2.

#### 4.9 Costo de las adecuaciones propuestas

Se cotizaron las diferentes adecuaciones, que se basan en estrategias de eficiencia energética eléctrica, dichas adecuaciones se cotizaron con una compañía de servicios eléctricos, las cuales se representan por medio de una tabla en la cual se concentran los datos de cada rubro. El presupuesto abarca las diferentes áreas que se han estudiado como: sistemas de iluminación, implementación de muebles de baños ecológicos, automatización de escaleras, inversión en personal para llevar a cabo M.P., e implementación de banco de capacitores.

No. Partida	Área de oportunidad	Propuesta de implementación	Costo	Tiempo de ejecución
1	Sistema de iluminación y extractores de aire en "Baños"	Suministro e instalación de sensores, cableado, tubería, contactores, accesorios complementarios, maniobras de conexión a una altura de 3 metros, programación, pruebas, supervisión, limpieza y lo necesario para su correcto func	\$120,000.00	De 1 a 2 Meses
2	Implementación de muebles de baño ecológicos "Baños"	Sustitución de herrajes y muebles de de baño ecológicos "Baños"	\$1,624,000.00	De 1 a 2 Meses
3	Implementación de control de encendido para Sistema de Iluminación en "áreas común"	Suministro e instalación de Timer's, cableado, tubería, contactores, accesorios complementarios, maniobras de conexión a una altura de 6 metros, balanceo de cargas en Tableros eléctricos, pruebas, supervisión, limpieza y lo necesario para su correcto funcionamiento.	\$956,000.00	De 2 a 3 Meses
4	Automatización de escaleras eléctricas	Suministro e instalación de sistemas electrónicos, sensores, cableado, contactores, pruebas, supervisión y lo necesario para su correcto funcionamiento.	\$26,900.00	De 2 a 3 Días
5	Contratación de 6 personas para el Mantenimiento Preventivo con especialidad en las áreas de aires acondicionados y mantenimiento a puertas eléctricas.	Su función es dar mantenimiento preventivo de forma periódica, con el fin de que los equipos se matengan en un alto nivel de eficiencia.	\$864,000.00	Anual
6	Instalación de banco de capacitores en subestación 2	Suministro e instalación de banco de capacitores, incluye: pruebas, supervisión y lo necesario para su correcto funcionamiento.	\$76,000.00	
			<b>\$3,666,900.00</b>	

Retomando los datos de los puntos 4.8 y 4.9, se puede determinar que el tiempo de recuperación o reembolso de la inversión es de un promedio de 8 meses. El único gasto que permanecerá constante será el del personal de mantenimiento.

## 5 CONCLUSIONES

Se logró elaborar un procedimiento para la captura de datos técnicos de cada aparato electromecánico, con el fin de conocer las magnitudes eléctricas y comprender los parámetros que resultan de cada medición.

A pesar que las pruebas de diagnóstico al sistema eléctrico se rigen mediante una serie de normas establecidas. Es imprescindible que las empresas eléctricas cuenten con procedimientos, manuales e instructivos de operación que marquen la forma y los parámetros para realizar las pruebas e inspecciones a sus equipos eléctricos dentro de sus planes de mantenimiento. Y así como lo marca este procedimiento tener un acervo documentado de todas las experiencias e historiales de cada equipo eléctrico, en virtud de que estas herramientas juegan un papel importante para generar un diagnóstico de falla.

Se pudo constatar que los equipos en general requieren de la aplicación de un mantenimiento preventivo (M.P) constante, es necesario que el aeropuerto contrate personal que se dedique especialmente al seguimiento del M.P., como un sub-departamento, ya que actualmente el personal de mantenimiento del aeropuerto, solo aplica mantenimiento correctivo y solo hacen sustitución de equipos hasta que ya dejan de funcionar.

Se pudo concluir que es posible ahorrar un 23% de energía eléctrica aplicando estrategias de eficiencia energética eléctrica en el aeropuerto Internacional de Puerto Vallarta Jalisco, Lic. Gustavo Díaz Ordaz, implementando un plan de mejora basado en un diagnóstico energético y atendiendo las recomendaciones.

El tiempo de recuperación o reembolso de la inversión es de un promedio de 8 meses.

## **6 RECOMENDACIONES**

Es necesario invertir en la adquisición de materiales de bajo consumo energético, implementación de sistemas domóticos y nuevas tecnologías para el ahorro.

Se recomienda invertir en M.P.

Se recomienda realizar cursos de capacitación y concientización para el personal que labora en el aeropuerto. (Campañas de concientización)

Es necesario que el aeropuerto monitoree de forma constante el costo por el consumo de energía por medio de los recibos.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

Díaz-Bautista, A. (2008). Un Análisis Económico Político para México del Protocolo de Kyoto. *DELOS: Desarrollo Local Sostenible* , 20.

NATURALES., S. D. (24 de Agosto de 2009). México y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático -1-1. México D.F., Distrito Federal, México.

SEMARNAT. (28 de Agosto del 2009). *Programa Especial de Cambio Climático (2009- 2012)* . México D.F.: Diario Oficial de la de Federación en su edición vespertina.

Díaz-Bautista, A. (2008). Un Análisis Económico Político para México del Protocolo de Kyoto. *DELOS: Desarrollo Local Sostenible* , 20.

Energía, S. d. (2011). *Indicadores de Eficiencia Energética en México*. Ciudad de México.: SENER.

FLUKE (Dirección). (2011). *Calidad de la Energía Fluke*. [Película].

Mexicana., O. d. (Mayo del 2007). *Plan de Desarrollo Nacional (2007-2012)*. Ciudad de México.: Talleres de Impresión de Estampillas y Valores (TIEV) de la SHCP en.

México, G. (s.f.). *Globe México*. Recuperado el 03 de Abril de 2013, de Globe México: <http://globemexico.org.mx/index.php>

NATURALES., S. D. (24 de Agosto de 2009). México y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático -1-1. México D.F., Distrito Federal, México.

SEMARNAT. (28 de Agosto del 2009). *Programa Especial de Cambio Climático (2009- 2012)* . México D.F.: Diario Oficial de la de Federación en su edición vespertina.

(2010). Eficiencia energética en instalaciones y equipamiento de edificios. En E. L. Alfonso Aranda Usón, *Eficiencia energética en instalaciones y equipamiento de edificios* (pág. 79). España: Prensas Univeritarias de Zaragoza.

## 8 ANEXOS

### ANEXO 1

#### Cronograma de actividades

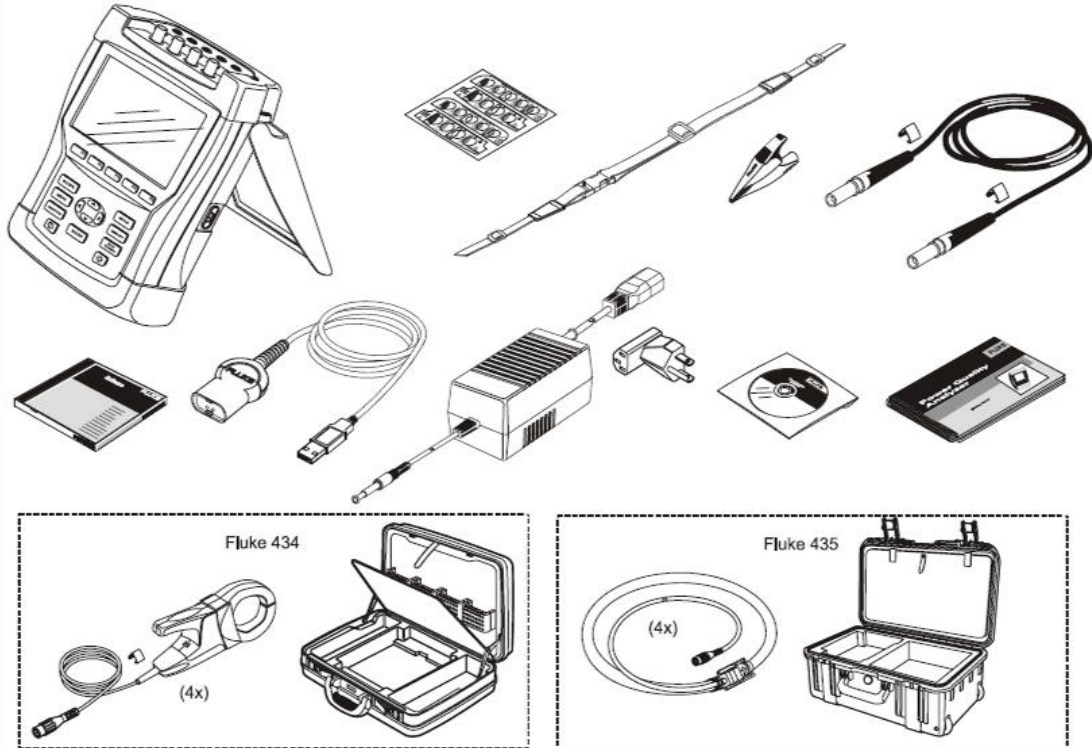
Punto	Avance	Actividades y trabajos en las semanas previas	Semana de entrega															
			1 1ra Semana Julio 2013	2 2da Semana Julio 2013	3 3ra Semana Julio 2013	4 4ra Semana Julio 2013	5 1ra Semana Agosto 2013	6 2da Semana Agosto 2013	7 3ra Semana Agosto 2013	8 4ta Semana Agosto 2013	9 1ra Semana Septiembre 2013	10 2da Semana Septiembre 2013	11 3ra Semana Septiembre 2013	12 4ta Semana Septiembre 2013	13 1ra Semana Octubre 2013	14 2da Semana Octubre 2013	15 3ra Semana Octubre 2013	16 4ta Semana Octubre 2013
OK	Actividad Terminada falta arprobación del asesor.																	
	Actividad en Proceso																	
A-1	Compromiso de entrega (Avance # 1)																	
A-F	Compromiso de entrega (Avance Final)																	
I	<b>INTRODUCCIÓN</b>																	
1.1	Panorama nacional y mundial	ok																
1.1.1	Antecedentes	ok																
1.2	situación en México	ok																
1.3	Emisiones de GEI en México	ok																
1.4	Antecedentes del aeropuerto	ok																
1.5	Fundamentos teóricos	ok																
1.6	Planteamiento del problema	ok																
1.7	Objetivos	ok																
1.7.1	Objetivo General	ok																
1.7.2	Objetivos específicos	ok																
1.8	Justificación	ok																
II	<b>MARCO DE REFERENCIA</b>																	
2.1	Eficiencia Energética en México	ok																
2.1.1	Antecedentes	ok																
2.1.2	Eficiencia energética en el Presente	ok																
2.1.3	Tendencias	ok																
2.2	Estado de la técnica	ok																
III	<b>DESARROLLO</b>																	
3.1	Diagnóstico de las condiciones actuales de la red eléctrica								A-1									A-F
3.1.1	Análisis de Recibo y tarifas Eléctricas.								A-1									A-F
3.1.2	Levantamiento y diagnóstico de datos con el analizador de redes, cámara tremográfica y otros instrumentos.								A-1									A-F
3.1.3	Censo de cargas, luminarias, características, potencia, imágenes descriptivas, carga total por sist. de iluminación, horarios de uso.								A-1									A-F
3.1.4	Censo de cargas, A/A, características, potencia, imágenes descriptivas, carga total por sist. de A/A, horarios de uso.								A-1									A-F
3.1.5	Censo de cargas, en Escaleras, características, potencia, imágenes descriptivas, carga total, horarios de uso.								A-1									A-F
3.1.6	Censo de cargas, en Puertas eléctricas, características, potencia, imágenes descriptivas, carga total horarios de uso.								A-1									A-F
3.1.7	Censo de cargas, en Carrusel eléctricos, características, potencia, imágenes descriptivas, carga total, horarios de uso.								A-1									A-F
3.1.8	Censo de cargas, en motores eléctricos, características, potencia, imágenes descriptivas, carga total, horarios de uso.								A-1									A-F
3.1.9	Censo de cargas, en Moto-Bombas, características, potencia, imágenes descriptivas, carga total, horarios de uso.								A-1									A-F
3.1.10	Análisis económico del proyecto que sustente la propuesta.								A-1									A-F
3.1.11	Desarrollo de experimentos y documentación de resultados																	A-F
IV	<b>RESULTADOS Y CONCLUSIONES</b>																	A-F
V	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>																	A-F



## ANEXO 2

### Accesorios complementarios Analizador Fluke 435

Contenido del kit del Analizador



## ANEXO 3

### Tabla de niveles de iluminación para locales comerciales, públicos y de otras clases.

92		INSTALACION ELECTRICA - ALUMBRADO Y FUERZA	
NIVELES DE ILUMINACION PARA LOCALES COMERCIALES, PUBLICOS Y DE OTRAS CLASES			
Recomendados por "Nela Park Laboratories"			
(Los niveles están dados en LUXES, representan sólo el orden de magnitud y no valores exactos de iluminación. 1 lux = 0.093 = 1/11 bujía-pie o ("foot-candle")			
<p>Armerías y salas de armas: 110</p> <p>Aparadores, vitrinas o mostradores B*</p> <p>Auditorios 55</p> <p>Bancos: B*</p> <p>Cajas 220</p> <p>Oficinas 165</p> <p>Vestibulos</p> <p>Barberías y salones de belleza 220</p> <p>Bares y clubes nocturnos 55</p> <p>Bibliotecas: 110</p> <p>Almacenes Salas de lectura 220</p> <p>Centrales telefónicas: Bóvedas de cables 55</p> <p>Salas de operación 165</p> <p>Salas de terminales</p> <p>Clubes y salas de reunión: Auditorios 55</p> <p>Salones de descanso y de lectura 220</p> <p>Despachos profesionales: Consultorios 220</p> <p>Cuartos de examen médico y sillones dentales A*</p> <p>Privados y oficinas 220</p> <p>Salas de espera 110</p> <p>Escaparates: De grandes ciudades — En zonas de alumbrado intenso 2 200</p> <p>En zonas comerciales con alumbrado normal 1 100</p> <p>En tiendas de la periferia 550</p> <p>De ciudades medianas — En zonas de alumbrado intenso 1 100</p> <p>En tiendas de la periferia 550</p> <p>De ciudades pequeñas y pueblos — Alumbrado para reducir los reflejos en el cristal durante el día 2 200 a 11 000</p>	<p>Escuelas: Auditorios y salones de conferencias — En general 110</p> <p>Para exposiciones C*</p> <p>Aulas de protección de la vista C*</p> <p>Aulas y salas de estudio — Mesas, pupitres y pizarrones 220</p> <p>Bibliotecas y oficinas 220</p> <p>Corredores y escaleras 55</p> <p>Gimnasios 220</p> <p>Laboratorios — En general 165</p> <p>Para trabajo minucioso C*</p> <p>Salas de costura B*</p> <p>Salones de dibujo C*</p> <p>Talleres o aulas de labores manuales En general 220</p> <p>Para trabajos minuciosos B*</p> <p>Espacios de servicio: Ascensores y montacargas 110</p> <p>Bodegas 55</p> <p>Corredores 55</p> <p>Tocadores y sanitarios 55</p> <p>Vestibulos y escaleras 55</p> <p>Estaciones de autobuses y ferrocarriles: Andenes 22</p> <p>Bodegas 55</p> <p>Grandes salones 55</p> <p>Oficinas de boletos o taquillas En general 110</p> <p>Bastidores para boletos y mostradores B*</p> <p>Oficinas despachadoras de equipaje 110</p> <p>Salas de espera 110</p> <p>Salones de descanso y fumadores 110</p> <p>Estaciones de bomberos: Al sonar la alarma 110</p> <p>En otras ocasiones 22</p> <p>Galerías de arte:</p>	<p>En general 55</p> <p>De pinturas B*</p> <p>Garajes (autos): Zonas de almacenamiento inactivo 22</p> <p>Zonas de almacenamiento activo 55</p> <p>Secciones de reparación y lavado C*</p> <p>Hangares (aviones): Zonas de almacenamiento activo 110</p> <p>Secciones de reparación C*</p> <p>Hospitales: Corredores 22</p> <p>Cuadras o salas (con alumbrado local) 220</p> <p>Cuartos privados (con alumbrado local) 220</p> <p>Laboratorios 220</p> <p>Mesas de operación Para operaciones importantes 11 000</p> <p>Para operaciones secundarias 2 200</p> <p>Salas de operación En general 220</p> <p>Vestibulo y recepción 55</p> <p>Hoteles: Cocina 220</p> <p>Comedor 55</p> <p>Corredores 22</p> <p>Cuartos de huéspedes 110</p> <p>Sala de escritura 220</p> <p>Vestibulo 110</p> <p>Museos: En general 110</p> <p>Sitios especiales B*</p> <p>Oficinas de dibujo: Trabajo minucioso permanente (diseño técnico, artístico, etc.) C*</p> <p>Trabajos ligeros (croquis, esquemas, esbozos, delineación, etc.) 330</p> <p>Oficinas generales: Bóveda de seguridad 110</p> <p>Contabilidad y mecano-</p>	<p>grafía 330</p> <p>Corredores y escaleras 55</p> <p>Cuartos de correspondencia 220</p> <p>Cuartos de recepción 110</p> <p>Escritorios y mesas de trabajo Para lectura y escritura no continuas 220</p> <p>Para trabajo minucioso permanente (cálculos, estudios, diseños, etc.) C*</p> <p>Para lectura de planos, copias, etc. 330</p> <p>Máquinas de oficina (accionadas eléctricamente) — Calculadoras, perforadoras, de contabilidad, etc. B*</p> <p>Mesas o tableros de dibujo Para trabajo minucioso continuo (dibujo artístico y diseño de detalles) C*</p> <p>Para trazo de croquis, esquemas, etc. 330</p> <p>Salas de juntas o conferencias 110</p> <p>Taquigrafía o estenografía (lectura continua de dictados) C*</p> <p>Vestibulos 110</p> <p>Oficinas postales, telegráficas, etc.: Archivos y bóvedas de seguridad 110</p> <p>Bodegas 110</p> <p>Corredores y escaleras 22</p> <p>Oficinas privadas y generales 220</p> <p>Salas de despacho, clasificación, etc. 220</p> <p>Vestibulos 110</p> <p>Restaurantes, cafeterías, comedores, etc.: Zona de comensales 110</p> <p>Exposición de platillos, etcétera C*</p> <p>Salas cinematográficas: Durante la función 1.1</p> <p>Durante el intermedio 53</p> <p>Salas de exposición: De automóviles, etc. 220</p> <p>Salas de tribunal 110</p> <p>Salones de baile 55</p> <p>Sitios de exhibición especial: En el interior de tiendas, etc. — Con colores claros C*</p> <p>Con colores semioscuros B*</p> <p>Con colores oscuros o fuertes A*</p> <p>Teatros: Salón de descanso ("foyer") 110</p> <p>Sala de espectadores 55</p> <p>Vestibulo 165</p> <p>Templos o iglesias: Naves 55</p> <p>Aulas dominicales 110</p> <p>Púlpitos 220</p> <p>Altares 550</p> <p>Tiendas o almacenes comerciales: De ciudades grandes — En zonas de alumbrado intenso 220</p> <p>En zonas comerciales con alumbrado normal 220</p> <p>En la periferia 165</p> <p>De ciudades medianas — En zonas de alumbrado intenso 220</p> <p>En la periferia 165</p> <p>De ciudades pequeñas y pueblos 165</p> <p>Vehículos de pasajeros: Vagones de ferrocarril — Comedores, dormitorios, de fumar, de equipajes, etc. 165</p> <p>Del correo — Sección de cartas 220</p> <p>Sección de bultos 55</p> <p>Tranvías, trolebuses y trenes subterráneos 165</p> <p>Autobuses 110</p>

Niveles de iluminación para locales comerciales, públicos y de otras clases. Libro COYNE

## ANEXO 4

### Encuesta para usuarios del aeropuerto.



Conteste con un número, a las siguientes preguntas acerca de los servicios del aeropuerto en donde el 5 es la calificación más baja y el 10 es la calificación mas alta.

1.- ¿Como percibiste la temperatura dentro de las instalaciones del aeropuerto?

5	6	7	8	9	10

2.- ¿Como percibiste la iluminación dentro de las instalaciones del aeropuerto?

5	6	7	8	9	10

3.- ¿Como percibiste la iluminación dentro de los baños?

5	6	7	8	9	10

4.- ¿Te parecio dificil encontrar la información que se muestra en pantallas?

5	6	7	8	9	10

5.- ¿Conoces el término Eficiencia Energética Eléctrica?

SI	
NO	

6.- ¿Estas de acuerdo con que el aeropuerto implemente acciones de ahorro sin repercutir en la calidad de los servicios?

SI	
NO	

**Permiso para acceso a instalaciones del aeropuerto internacional de Puerto Vallarta Jalisco.**



## ANEXO 5

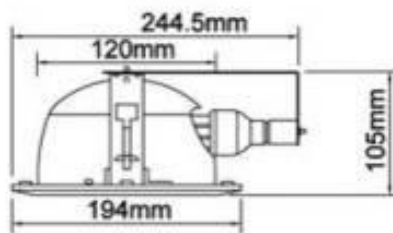
### Tipos de luminarias instaladas en el aeropuerto internacional de Puerto Vallarta Jalisco.



Luminaria tipo reflector, Aditivos metálicos de 1000 watts, a 220 volts, instaladas en área de documentación, aeropuerto internacional de Puerto Vallarta "Lic. Gustavo Díaz Ordaz.



Luminaria tipo gabinete fluorescente de 64 watts, a 127 volts, instaladas en área de documentación, aeropuerto internacional de Puerto Vallarta "Lic. Gustavo Díaz Ordaz.



Luminaria tipo empotrado en plafón fluorescente de 40 watts, a 127 volts, instaladas en sectores de documentación, baños y entradas principal del aeropuerto internacional de Puerto Vallarta "Lic. Gustavo Díaz Ordaz.



Luminario de tipo sobreponer fluorescente de 2x75 watts, a 127 volts, instaladas en sector de llegadas nacional e internacional, y algunos locales comerciales del aeropuerto internacional de Puerto Vallarta "Lic. Gustavo Díaz Ordaz.



Luminaria tipo reflector suspendido fluorescente 2xDDE-26W de 150 watts, a 220 volts, instaladas en área de documentación, aeropuerto internacional de Puerto Vallarta "Lic. Gustavo Díaz Ordaz.



Reflector ES-3360, Tecnolite Briviesca ES3360 de 108 watts, a 127 volts, instaladas instaladas en general al interior del aeropuerto, aeropuerto, internacional de Puerto Vallarta "Lic. Gustavo Díaz Ordaz.



Luminaria empotrada color aluminio Tecnolite YD-222/s de 26 watts, a 127 volts, instaladas en general al interior del aeropuerto, aeropuerto internacional de Puerto Vallarta "Lic. Gustavo Díaz Ordaz.



Luminaria tipo reflector, Aditivos metálicos de 400 watts, a 220 volts, instaladas en área de exterior del aeropuerto internacional de Puerto Vallarta "Lic. Gustavo Díaz Ordaz.



Luminarias OV-15 400, 220 volts, 400 watts c/u, instaladas en área de exterior del aeropuerto internacional de Puerto Vallarta "Lic. Gustavo Díaz Ordaz.