

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

**AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE LA
EMPRESA ECUATORIANA DE ARTEFACTOS S.A. "ECASA"**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGÍSTER
EN EFICIENCIA ENERGÉTICA**

BYRON MAURICIO CÁRDENAS AYALA

byronmauricio.cardenas@yahoo.com

DIRECTOR: FREDDY GEOVANNY ORDÓÑEZ MALLA

freddy.ordonez@epn.edu.ec

Quito, enero 2017

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el señor BYRON MAURICIO CÁRDENAS AYALA bajo mi supervisión.

Freddy Geovanny Ordóñez
DIRECTOR DE PROYECTO

DECLARACIÓN

Yo, Byron Mauricio Cárdenas Ayala, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Byron Mauricio Cárdenas Ayala

DEDICATORIA

A

“...esos locos bajitos que se incorporan con los ojos abiertos de par en par, sin respeto al horario ni a las costumbres y a los que, por su bien, hay que domesticar...”

...Nada ni nadie puede impedir que sufran, que las agujas avancen en el reloj, que decidan por ellos, que se equivoquen, que crezcan y que un día nos digan adiós...”
(Serrat 1981)

♥ Natalia
 ♥ Karina
 ♥ Celeste
 ♥ Isabela
 ♥ Daniela

AGRADECIMIENTOS

A la Escuela Politécnica Nacional por todos los conocimientos adquiridos durante estos dos años adicionales en los que tuve la oportunidad de regresar nuevamente a sus aulas a recordar momentos inolvidables.

A la empresa Ecuatoriana de Artefactos S.A. "ECASA", que me brinda diariamente la oportunidad de demostrar mis conocimientos y habilidades en ingeniería mecánica aplicándolos a lo que más me gusta hacer, que es diseñar refrigeradoras.

Al personal de ECASA que me dio la ayuda necesaria con la información, entrega de datos, toma de mediciones e implementación de algunas mejoras en la planta, siempre con ese desinteresado optimismo y voluntad de hacer bien las cosas.

Al Dr. Freddy Ordóñez, por la acertada dirección de este proyecto, por sus consejos, su buena voluntad, su colaboración y su don de gentes, demostrando que más que un docente, es un amigo

ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| Certificación | i |
| Declaración..... | ii |
| Dedicatoria | iii |
| Agradecimientos | iv |
| Índice | vii |
| Índice de figuras | vii |
| Resumen | ix |
| Abstract | x |
| Presentación..... | xi |
| Introducción | 1 |
| Justificación | 1 |
| Objetivo general..... | 2 |
| Objetivos específicos | 2 |
| Alcance..... | 3 |
| Metodología | 3 |
| 1. Marco Teórico | 4 |
| 1.1. Uso de la energía a nivel industrial..... | 4 |
| 1.2. Definición y objetivos de la auditoría energética | 4 |
| 1.3. Resultados de auditorías energéticas de varias industrias..... | 4 |
| 2. Auditoría energética en la empresa Ecuatoriana de Artefactos S.A. | 7 |
| 2.1. Planificación de la auditoría energética | 7 |
| 2.2. Proceso de la auditoría energética en ECASA..... | 32 |
| 2.3. Diagnóstico | 38 |
| 3. Propuesta de mejoras en las instalaciones de la empresa ecuatoriana de artefactos S.A..... | 40 |
| 3.1. Identificación de oportunidades de mejora | 40 |
| 3.2. Cuantificación de los ahorros energéticos..... | 55 |

| | |
|--|----|
| 4. Análisis económico de los beneficios en ECASA | 58 |
| 4.1. Eliminación de pérdidas por sobrecalentamiento de conductores y elementos | 58 |
| 4.2. Eliminación de pérdidas técnicas de energía eléctrica en alimentadores | 59 |
| 4.3. Eliminación de pérdidas de potencia debido a armónicos | 60 |
| 4.4. Eliminación de pérdidas de energía debido a distribución inapropiada de turnos de trabajo | 62 |
| 4.5. Eliminación de pérdidas de energía por órdenes de producción con unidades insuficientes | 63 |
| 4.6. Eliminación de pérdidas por aumento de eficiencia en equipos y sistemas | 63 |
| 4.7. Eliminación de pérdidas por uso de nuevas tecnologías | 64 |
| 4.8. Cuantificación del total de los beneficios obtenidos y la inversión a realizar | 65 |
| 4.9. Análisis económico de las medidas sugeridas | 67 |
| 4.10. Plan de seguimiento para verificación de las medidas propuestas | 68 |
| 5. Conclusiones y recomendaciones | 75 |
| 5.1. Conclusiones | 75 |
| 5.2. Recomendaciones | 77 |
| Referencias bibliográficas | 78 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 2.1. Estructura de Costos Ecuatoriana de Artefactos S.A. año 2014..... | 10 |
| Figura 2.2. Estructura de Costos Ecuatoriana de Artefactos S.A. año 2015..... | 10 |
| Figura 2.3. Histórico de consumo de energía eléctrica en los años 2014 y 2015, medidor # 2 | 11 |
| Figura 2.4. Histórico de consumo de energía eléctrica en los años 2014 y 2015, medidor # 3 | 11 |
| Figura 2.5. Diagrama de proceso Línea de Termo formado e Inyección, planta 3..... | 13 |
| Figura | 14 |
| 2.6. Diagrama de proceso Metalmecánico Instalaciones eléctricas, planta 4 y 5 | 14 |
| Figura 2.7. Diagrama de proceso Pre-ensamble, planta 4 | 15 |
| Figura 2.8. Diagrama de proceso Ensamble, planta 4..... | 16 |
| Figura 2.9. Cámara de transformación planta 4 y 2 ECASA..... | 19 |
| Figura 2.10. Tanques de almacenamiento de diesel planta 4 ECASA | 19 |
| Figura 2.11. Bombona de almacenamiento de GLP planta 5 ECASA | 20 |
| Figura 2.12. Consumo de energía por fuente en kW-h, año 2014 (a) y 2015 (b)..... | 33 |
| (Figura 2.13. Consumo de energía por proceso (kWh)) | 37 |
| Figura 2.14. Costo de energía por proceso (USD/ año) | 38 |
| Figura 2.15. Diagrama de Pareto para el consumo de energía por proceso | 38 |
| Figura 3.1. Horas empleadas en adaptar las máquinas en los cambios de modelo | 47 |
| Figura 3.2. Energía Eléctrica consumida en preparación de máquinas por cambio de modelo..... | 47 |
| Figura 3.3. Perforación de tanques y piezas plásticas (a) Proceso en caliente. (b) Proceso en frío | 49 |
| Figura 3.5. Reemplazo de Termoformadoras Brown (a) por una simple estación de King Power (b)..... | 53 |
| Figura 3.6. Termografía del compresor de pistón actual, se puede ver el sobrecalentamiento. | 53 |

| | |
|--|----|
| Figura 3.7. Compresor Atlas Copco GA 315 VSD..... | 54 |
| Figura 3.8. Consumo de energía por unidad producida esperado, con las oportunidades de mejora..... | 56 |
| Figura 3.9. Ahorro en los costos de la energía eléctrica con las oportunidades de mejora. | 57 |
| Figura 4.1. Ahorro de energía eléctrica anual (kWh) clasificado por medidas propuestas | 66 |
| Figura 4.2. Ahorro económico anual (USD) clasificado por medidas propuestas | 67 |
| Figura 4.3. Nueva distribución de turnos de trabajo en las áreas Termoformado e Inyección | 69 |
| Figura 4.4. Generación de órdenes de producción con unidades mayores o iguales a 1500 unidades | 70 |
| Figura 4.5. Instalación de sistema de control compresor Atlas Copco. | 74 |

RESUMEN

Este proyecto realiza una auditoría energética en la empresa Ecuatoriana de Artefactos S.A. ECASA, que fabrica electrodomésticos de línea blanca. Se elabora una línea base del consumo energético actual por unidad producida, se identifican las oportunidades de mejora y se propone la ejecución de las mejoras con cero y bajo costo de implementación. Se entrega un plan de verificación de la implementación de las medidas propuestas. Se inicia el proceso con una evaluación sin mediciones para identificar los principales consumidores de energía obteniéndose eléctrica (92%), diésel (5%), GLP (3%). Se realizan 3 mediciones: la calidad de energía eléctrica; el sobrecalentamiento en tableros; y la iluminancia en puestos de trabajo. Con las mediciones se elabora una línea base, clasificada por procesos, donde el termoformado, el aire comprimido y la inyección de plásticos tienen el mayor consumo de energía por unidad producida, con 39,9; 32,4 y 27,1 kWh/unidad producida respectivamente. Se calcula las pérdidas de energía por sobrecalentamiento (0,214 kWh/uni), pérdidas en alimentadores (0,301 kWh/uni), armónicos (3,649 kWh/uni), distribución inapropiada de turnos (8,88 kWh/uni), aumento de unidades por orden de producción (3,496 kWh/uni), aumento de eficiencia en equipos (2,375 kWh/uni) y uso de nuevas tecnologías (25,76 kWh/uni). La reducción total es de 124,82 a 80,15 kWh/uni. La dirección de la empresa decide implementar todas las mejoras a excepción de la eliminación de los armónicos, ya que se requiere más de \$135.000. La inversión total es de \$188.555. El ahorro anual es de \$74.795 y la reducción de CO₂ es de 311 Ton.

Palabras Claves.- Armónicos, auditoría, eficiencia, energía, iluminancia.

ABSTRACT

This project performs an energy audit in “Ecuatoriana de Artefactos S.A. ECASA”, which is a factory that manufactures electrical appliances. A baseline of the current energy consumption per unit produced is identified, the opportunities for improvement are identified and the implementation of improvements with zero and low implementation costs is proposed. A verification plan for the implementation of the proposed measures is submitted. The process begins with an assessment without measurements to identify the biggest energy consumers, obtaining electricity (92%), diesel (5%), LPG (3%). Three measurements are made: the quality of electrical energy; overheating on boards; and luminance in working areas. The measurements (baseline) shown that the thermoforming, compressed air and plastic injection have the highest energy consumption per unit produced, with 39,9; 32,4 and 27,1 kWh / unit produced respectively. Energy losses due to overheating (0,214 kWh / uni), feeder losses (0,301 kWh / uni), harmonics (3,649 kWh/uni), improper shift distribution (8,88 kWh/uni), increased of production lot (3,496 kWh/uni), increased equipment efficiency (2,375 kWh/uni) and use of new technologies (25,76 kWh/uni). The total reduction is from 124,82 to 80,15 kWh/uni. The company decides to implement all improvements except the elimination of harmonics, since it requires more than \$ 135,000. The total investment is \$ 188,555. The annual savings are \$ 74,795 and the CO2 reduction is 311 Ton.

Keywords. - Audit, efficiency, energy, harmonics, luminance.

PRESENTACIÓN

Este proyecto, auditoría energética en las instalaciones de la empresa ECASA, se lo realiza con el objetivo de concienciar a la empresa y a sus principales involucrados en la necesidad de reducir el consumo energético, sin enfocarlo a la disminución de energía ni a la reducción de emisiones de CO₂ sino al ahorro de dinero que representaría para la empresa la implementación de oportunidades de mejora de cero costo y bajo costo, ya que el indicador principal que se maneja en todo el proyecto es el de kWh / unidad producida. Una reducción de 46 kWh / unidad representa más de \$6.500,00 mensuales en energía eléctrica, o cerca de 5 dólares menos en los costos de fabricación de una refrigeradora.

En el primer capítulo se muestra un resumen de auditorías energéticas realizadas en varias empresas a nivel internacional, principalmente España, con los resultados más relevantes y el análisis costo-beneficio de la implementación. El segundo capítulo presenta la auditoría energética total de ECASA con las mediciones realizadas, los puntos críticos de consumo y la contabilidad energética de la empresa.

El tercer capítulo estudia las oportunidades de mejora encontradas luego de realizada la contabilidad energética, identificando los máximos consumidores por cada proceso, y enfocando en éstos la búsqueda de las oportunidades de mejora. El cuarto capítulo hace el cálculo del análisis de los beneficios económicos que obtendría la empresa al implementar estas mejoras. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones realizadas a la empresa. La implementación de las medidas propuestas será verificada por un plan presentado al final del proyecto.

AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE LA EMPRESA ECUATORIANA DE ARTEFACTOS S.A. “ECASA”

INTRODUCCIÓN

La actualidad energética del país y del mundo en general es la tendencia a la reducción del uso de combustibles de origen fósil y su reemplazo con energías renovables como la energía solar, eólica para pequeñas potencias, y energía eléctrica proveniente de centrales hidroeléctricas para grandes consumos en el Ecuador.

A nivel industrial, la energía eléctrica es el principal componente de la matriz energética, seguido del diesel, glp y en menor porcentaje la gasolina y otros combustibles. En las empresas que realizan manufactura y producción es común que los directivos se enfoquen a realizar mejoras que conlleven a mejorar la productividad, pero que no ayudan a la reducción del consumo energético. La falta de regulaciones que indiquen la necesidad de ahorrar energía hace que las empresas no consideren este concepto por la falta de información y por falta de incentivos directos que redunden en un beneficio económico a las mismas.

Si se plantea la opción de reducir los costos de producción reduciendo los consumos energéticos en los procesos productivos, y demostrando numéricamente el ahorro en USD por bien producido, existe la posibilidad de que la dirección de las empresas inviertan indirectamente en eficiencia energética y reducción de emisiones de CO₂

Justificación

La eficiencia energética en el país ha tomado mayor impulso debido a la reducción de las reservas del petróleo y el alto consumo de energías derivadas de los combustibles fósiles. A nivel mundial, el sector industrial consume alrededor del 37% de energía del global en manufactura, agricultura, minería y construcción (E.A. Abdelaziz, 2011). Por tal razón se hace necesario aplicar la Eficiencia Energética a nivel industrial, implementando políticas de ahorro en pequeñas y medianas empresas que son las principales empresas con consumos energéticos ineficientes (LI LI, Jian, 2014). Con estas mejoras energéticas se lograría abaratar costos de producción y se mejoraría la competitividad (Andrea Trianni, 2015).

La empresa Ecuatoriana de Artefactos S.A. “ECASA”, es una empresa fabricante de electrodomésticos de línea blanca de refrigeración y cocinas de inducción, cuya planta abarca un área total de más de 5 hectáreas, con 2.5 Ha de plantas productivas instaladas

y alrededor de 300 trabajadores entre obreros y administrativos. Los procesos productivos de la empresa requieren el uso de energías eléctrica en su gran mayoría, y GLP y diesel en menor grado. La falta de una política de uso eficiente de energía en la planta, la utilización de máquinas y equipos de tecnología obsoleta y el interés en incrementar el volumen de producción han hecho que el consumo energético se eleve a un promedio de 150.000 kWh/mes, dando como resultado que las planillas de consumo eléctrico representen un alto porcentaje en los costos indirectos de la empresa, siendo alrededor del 4% por artefacto producido. El presente proyecto definirá un método para realizar una evaluación energética en ECASA. Con estos resultados se hará el levantamiento de la línea base de consumo energético y se clasificará dicho consumo por procesos de fabricación (Fernández, 2011). Se hará una propuesta de mejoras a ser realizadas y se entregará esta propuesta a la dirección de la empresa, con la sustentación de los ahorros energéticos probables para los escenarios de cero costo, baja inversión y alta inversión. Finalmente se realizará la implementación de las mejoras de cero costo y se presentará un plan de seguimiento para la evaluación de estas medidas.

Los beneficios que se obtendrán con este proyecto para al empresa será el reducir el costo de la planilla eléctrica y el consumo de GLP y diesel mensual; mejora de la productividad, y reducción del costo individual de producción de los electrodomésticos. El país es un beneficiario Indirecto ya que se ahorrará al estado subvenciones de la energía eléctrica y de los combustibles fósiles.

Objetivo general

Realizar una auditoría energética en las instalaciones de la empresa Ecuatoriana de Artefactos S.A. "ECASA"

Objetivos específicos

- Determinar la línea base de consumo energético de la empresa y establecer los consumos energéticos por procesos de fabricación, identificando los equipos de mayor consumo pico y total.
- Proponer mejoras a ser realizadas en la planta para la reducción del consumo energético
- Ejecutar las mejoras y oportunidades de ahorro que tengan cero costo de implementación.
- Establecer un plan de seguimiento para la evaluación de las medidas propuestas

Alcance

El alcance de este proyecto será realizar una auditoría en ECASA. Los procesos de fabricación que se analizarán serán la fabricación metálica, procesamiento de plásticos e inyección de espuma de poliuretano. Se realizará el análisis de la energía utilizada en estos procesos. El resultado de los análisis se utilizará para proponer ahorros significativos. Se analizará la intensidad luminosa en los puestos de trabajo en las áreas de pre-ensamble y ensamble final. Se hará la implementación de mejoras de cero costo.

Metodología

El presente proyecto definirá un método para realizar una evaluación energética en la planta ECASA. Con estos resultados se hará el levantamiento de la línea base de consumo energético y se clasificará dicho consumo por procesos de fabricación y por electrodoméstico fabricado. Se identificará los procesos consumidores principales y las oportunidades de ahorro de energía a ser ejecutadas en la planta. Se entregará esta propuesta a la dirección de la empresa, con la sustentación de los ahorros energéticos probables que involucran actividades de cero costo, bajo costo y alto costo. Actividades de cero costo incluyen:

- Modificación de turnos de trabajo en áreas con consumos altos de energía en el arranque de maquinaria.
- Re-distribución de luminarias en planta para mejorar niveles de iluminación.
- Sustitución de herramientas neumáticas por herramientas eléctricas (disponibles) en la planta en áreas con instalaciones de aire comprimido obsoleto o pérdidas altas.
- Modificación de las cantidades de artefactos emitidos en órdenes de producción para optimizar maquinarias.

Se ejecutarán las mejoras que tengan cero costo de implementación. Se presentará un plan de seguimiento para la evaluación de las medidas propuestas.

1. MARCO TEÓRICO

El problema energético y de medio ambiente a nivel mundial que se manifiesta a través de la reducción de la reserva de los combustibles fósiles y no renovables, así como el calentamiento del planeta por el efecto invernadero, ha llevado a la implementación de políticas energéticas dirigidas a fomentar el uso racional de la energía y a la eficiencia energética. Estas propuestas son beneficiosas al medioambiente y a la economía nacional, así como se reduce la emisión de contaminantes que los combustibles fósiles generan.

1.1. Uso de la energía a nivel industrial

El uso de la energía a nivel industrial se los puede clasificar de la siguiente manera:

- * Instalaciones térmicas en la industria
- * Sistemas de generación
- * Sistemas de distribución
- * Equipos finales de proceso

1.2. Definición y objetivos de la auditoria energética

La Auditoría Energética se define como un proceso sistemático para obtener un adecuado conocimiento del perfil de los consumos energéticos de una instalación, identificando y valorando las posibilidades de ahorro de energía desde el punto de vista técnico y económico, orientados a obtener mejoras en la calidad de los servicios prestados, mejoras de tipos económicas y ambientales.

El objetivo se resume en analizar las necesidades energéticas de la empresa auditada, integrando a todos los equipos y sistemas, proponiendo soluciones de mejora enfocadas en ahorro de energía e incorporación de nuevas energías técnica y económicamente viables (Agencia Andaluza de Energía, 2011).

1.3. Resultados de auditorías energéticas de varias industrias

Dentro de la estrategia de ahorro energético en España se ha desarrollado tres planes de acción que han sido aprobados; El plan de acción PAEE 2005-2007, el PAEE 2008-2012, y el PAEE 2011-2020, que da continuidad a los planes anteriores. En este campo se ha desarrollado una auditoría energética a una estación de Tratamiento de agua potable (ETAP), y los resultados tras su implantación darían un ahorro energético estimado de 611.506 kWh/año, con un ahorro económico de 67.680 € /año en costo de energía. Se

estima una reducción en las emisiones de CO₂ de 53,51% en la ETAP para el 2011. (Álvarez y Folgueras, 2012). El ahorro económico anual es de alrededor de 22.000 € en los costos energéticos fijos, y de casi 44.000€ en los costos energéticos variables anuales. Es decir un ahorro de más del 40% y del 54% anual en costos fijos y variables respectivamente.

Es destacable la metodología usada en esta auditoría que analiza individualmente uno a uno los diferentes procesos de su industria, empezando por las líneas de agua, de lodos, equipos de ventilación, calefacción, refrigeración y auxiliares. Para cada una de las líneas analiza técnicamente todas las posibilidades de ahorro, como el reducir la potencia reactiva de los motores y realizando mejoras a nivel tecnológico.

Entre el año 2005 y 2010 en Badajoz, España se realizó 55 auditorías energéticas a centros de salud de tamaños promedios de 500 a 3500 m², ubicados en zonas de salud de 3500 a 25000 usuarios, construidos entre 1985 y 2007. Los resultados indicaron que con una inversión promedio de 11601,00 euros por centro de salud es posible disminuir el consumo energético en 10801 kWh/año, ahorrando 2961 euros anuales en un tiempo medio de amortización de 3,92 años, y evitando la emisión de 7010 kg de CO₂. (García, Cuadros y López, 2011). Se destaca en este caso el orden de la metodología utilizada:

- Recopilación de datos.
- Localización e inspección de dispositivos de transformación energética.
- Análisis de dispositivos de transformación.
- Cuantificación de la inversión total a realizar.
- Elaboración de un informe final.

El costo de cada auditoría, financiadas mediante convenio con la Agencia Extremeña de la Energía, fue de 250 euros. La climatización absorbe el 52% de la demanda anual de energía de un centro de salud, la iluminación el 30%, el agua caliente 8% y otros receptores el 10%.

En el 2010, en España se realiza una auditoría energética de consumo de energía eléctrica. (Fernández, 2011). En las empresas se lo divide en 6 períodos de consumo de energía durante el día, del P1 al P6, 1 costo de la energía más alto. Para los períodos 1 y 2 existe una penalización si se consume más potencia de la contratada. Una industria tiene contratada una potencia máxima de 1500 kW para el periodo P1, y una máxima de 3300 kW para los otros períodos. Se propone cambio en su patrón de consumo de modo que se mantiene la potencia de 3300 en P6, y se baja el consumo de potencia a 500 kW en los períodos de P1 a P5, cambiando horarios y turnos de trabajo en los procesos

industriales de la planta. Con la medida implantada, en el segundo semestre se consigue bajar la carga de trabajo en los períodos P1 y P2, sin incurrir en penalizaciones. Esta acción le supone a la empresa un ahorro del 21% de su factura semestral, aproximadamente 30000 € en el segundo semestre de 2010. Esta auditoría muestra que sin ningún tipo de inversión y solo con un movimiento de turnos de trabajo se logra bajar penalizaciones y se consigue ahorros en la empresa.

En el 2010 se realiza una auditoría energética al consumo de gas natural. Una empresa tiene contratado el suministro de gas natural mediante una tarifa 2.3, la cual aplica para consumos anuales de entre 500.000 kWh hasta 5.000.000 kWh, con un caudal máximo diario permitido de 47.945 kWh, caso contrario implica una penalización por exceso de consumo. (Fernández, 2011). Estas penalizaciones incrementan el costo de la planilla en casi un 5% anual, por lo que se decide incrementar el caudal diario contratado a 65000kWh, con el objetivo de cubrir las necesidades de la empresa. La empresa debe invertir en la ampliación del suministro existente, derechos de acometida y alta de suministro. Aumentando el caudal contratado se puede ahorrar 15.000 € anuales. La inversión necesaria para la implantación fue de alrededor de 3.600 €, la cual fue amortizada en 3 meses. Lo destacable de esta auditoría es que se consigue ahorros únicamente realizando trámites administrativos con los proveedores de energía y ampliando sus redes.

Una empresa de construcción metalmecánica tiene un sistema de iluminación que se compone de 10 filas de 4 reflectores de suspensión equipados con lámparas de vapor de mercurio de 400w y 7 filas de 4 reflectores de suspensión equipados con lámparas de vapor de sodio de alta presión de 250w. Se propuso la sustitución de lámparas de vapor de mercurio por lámparas de vapor de sodio de alta presión de 250w, con similar confort lumínico, y con una inversión de 4000 euros se consigue un ahorro de más de 5000 euros por año. En esta auditoría se destaca el cambio de tecnología, con el cual en menos de un año se recupera la inversión inicial.

2. AUDITORÍA ENERGÉTICA EN LA EMPRESA ECUATORIANA DE ARTEFACTOS S.A.

2.1. Planificación de la auditoría energética

En el marco de la Unión Europea, los países miembros se comprometieron a reducir un 20% de consumo de energía primaria y emisiones de gases efecto invernadero para el 2020. Los planes propuestos establecen la realización de auditorías energéticas para los sectores de la industria, servicios públicos y transformación de energía. Con estas consideraciones estas auditorías son una herramienta que permite conocer la situación con respecto al uso de energía. Sin embargo, por el hecho de realizarse de forma distinta, todos los sectores requieren de una normalización que permita hacer comparaciones de los resultados obtenidos (García, 2010).

Según la norma UNE 216501:2009, la auditoría energética se puede definir como un proceso sistemático, independiente y documentado para la obtención de evidencias y su evaluación objetiva en una organización o parte de ella. Para la planificación es necesario definir claramente los siguientes puntos:

- Alcance técnico
- Trabajos previos
- Solicitud de documentación
- Recogida de datos
- Mediciones

Alcance técnico

El alcance técnico del estudio energético a ejecutar involucra las zonas, instalaciones, servicios y procesos productivos objeto de análisis, detalle del estudio y alcance técnico del mismo. A continuación se muestra el alcance técnico para el proyecto acordado con ECASA.

- **Datos generales de la empresa**

ECASA es una industria de manufactura, que se dedica a la fabricación de electrodomésticos de línea blanca, tales como refrigeradores domésticos, refrigeradores comerciales, cocinas a gas, cocinas a inducción y lavadoras. En su nómina se tiene más de 200 trabajadores, entre obreros de planta y personal administrativo, en su planta industrial de Quito y las oficinas ubicadas en Cuenca.

ECASA se encuentra ubicada en la Av. Pedro Vicente Maldonado 10-343 y Quimiag, sus teléfonos son 2671340 y 2677844. El representante legal de la empresa es el Ing. Mario Esteban Espinosa Veintimilla. La persona de contacto es el gerente de operaciones, Ing. Alberto Guzmán Castillo.

La planta industrial ECASA tiene 6 sub-plantas enumeradas de la 1 a la 6, y en cada una de las cuales se realizan diferentes procesos:

Tabla 2.1. Descripción de las Sub-plantas existentes en ECASA

| ÍTEM | SUB-PLANTA | DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN |
|------|------------|--|
| 1 | PLANTA 1 | Planta destinada a la fabricación y ensamble de Cocinas a Gas y Cocinas de inducción, ubicada fuera de la manzana principal de la empresa (NO ENTRA EN EL ALCANCE) |
| 2 | PLANTA 2 | Planta destinada a laboratorios de Refrigeración, Prototipos y Bodega de Producto Terminado |
| 3 | PLANTA 3 | Planta destinada a la fabricación de componentes plásticos Inyectados y Termo formados de refrigeración |
| 4 | PLANTA 4 | Planta destinada al pre-ensamble y ensamble de productos de refrigeración |
| 5 | PLANTA 5 | Planta destinada a la fabricación de componentes metálicos de refrigeración |
| 6 | BODEGA | Planta destinada al almacenamiento de Materia Prima |

(Fuente: Layout planta Ecasa, 2007)

Estas sub-plantas desde la 2 a la 5 están adosadas tal como se muestra en el plano del Anexo 1, las oficinas administrativas de Quito se hallan distribuidas transversalmente al sur de las sub-plantas.

La planta industrial "ECASA" importa con una frecuencia promedio de 3 meses materia prima de varios lugares del mundo, especialmente de China, India, Korea, Brasil y México. Hay un porcentaje pequeño de materiales que son originarios del país, tal como se lo muestra en la tabla 2.2

Tabla 2.2. Principales Materias primas utilizadas en ECASA

| ÍTEM | MATERIAL | ORIGEN | UTILIZACIÓN |
|------|--|--------|--|
| 1 | Lámina metálica pre-pintada, galvanizada e inoxidable | CHINA | Fabricación de partes y piezas metálicas para refrigeradores y cocinas |
| 2 | Plásticos: ABS, polipropileno, nylon, poliestireno cristal | KOREA | Termo-formado e Inyección de piezas plásticas para refrigeración |
| 3 | Poliuretano (ciclo pentano), isocianato y urecol | MÉXICO | Fabricación de espuma de poliuretano aislante para refrigeración |
| 4 | Resistencias eléctricas | MÉXICO | Material utilizado para descongelamientos en las refrigeradoras |
| 5 | Cables eléctricos, terminales, conectores | CHINA | Material utilizado para la fabricación de arneses e instalaciones eléctricas |
| 6 | Compresores | KOREA | Utilizados como materiales directos en el ensamble de refrigeradoras |
| 7 | Ventiladores y motores varios | CHINA | Utilizados como componentes directos en la fabricación de artefactos |
| 8 | Esponjas, cintas y tornillos | CHINA | Utilizados como componentes internos en la fabricación de artefactos |

| | | | |
|----|--|---------|--|
| 9 | Termostatos y controles | BRASIL | Utilizados como componentes directos en la fabricación de artefactos |
| 10 | Cartones, fundas plásticas y adhesivos | ECUADOR | Utilizados para señalética y embalaje de los productos |

(Fuente: Departamento de Importaciones Ecasa, 2015)

Los productos que fabrica ECASA para comercializarlos en el mercado ecuatoriano a través de las cadenas, plan Renova y clientes horizontales son:

Tabla 2.3. Productos fabricados en ECASA

| ÍTEM | PRODUCTO | DENOMINACIÓN | COMERCIALIZACIÓN |
|------|--|-----------------------------------|--|
| 1 | Refrigeradora domestica 12' | Boreal 212 | Plan Emblemático Renova y Cadenas de almacenes |
| 2 | Refrigeradora domestica 13' | Boreal 213 | Cadenas de almacenes |
| 3 | Refrigeradora domestica 14' | Boreal 214 | Cadenas de almacenes |
| 4 | Enfriador vertical puerta vidrio 12', 16', 17' | Himalaya 128, 158, 165 | Cadenas de almacenes y clientes horizontales |
| 5 | Congelador vertical 12' y 16' | Glacial y glacial glass 128 y 166 | Cadenas de almacenes y clientes horizontales |
| 6 | Congelador horizontal 6', 10', 17' | Témpano 170, 210, 270 | Cadenas de almacenes y clientes horizontales |
| 7 | Enfriadores verticales combi 12' y 14' | Glacial combi 212 y 214 | Cadenas de almacenes y clientes horizontales |

(Fuente: Departamento de Planificación Ecasa, 2015)

Los costos de producción de los artefactos se calculan considerando la materia prima, mano de obra directa, indirecta, costos directos, indirectos, y comercialización. En el año 2015 se tiene la siguiente estructura de costos:

Tabla 2.4. Estructura de costos de los productos fabricados en ECASA

| ARTEFACTO | MATERIA PRIMA | MANO OBRA DIRECTA | MANO OBRA INDIRECTA | GASTOS DIRECTOS | GASTOS INDIRECTOS | COSTO PRODUCCIÓN |
|------------------|---------------|-------------------|---------------------|-----------------|-------------------|------------------|
| BOREAL 212 | 233,67 | 39,09 | 19,28 | 35,70 | 4,64 | 313,90 |
| BOREAL 213 | 323,50 | 30,11 | 31,28 | 13,06 | 14,20 | 412,15 |
| BOREAL 214 | 316,24 | 27,85 | 28,94 | 12,08 | 13,14 | 398,25 |
| GLACIAL C 214 | 446,84 | 25,78 | 26,79 | 11,18 | 12,16 | 522,74 |
| GLACIAL G 128 | 360,11 | 34,30 | 35,64 | 14,87 | 16,18 | 461,09 |
| CONG. CHF-175 BL | 312,68 | 37,72 | 39,20 | 16,36 | 17,79 | 423,75 |
| TEMPANO 210 | 285,11 | 29,32 | 30,46 | 12,72 | 13,83 | 371,44 |
| TEMPANO 270 | 276,54 | 29,32 | 30,46 | 12,72 | 13,83 | 362,87 |
| HIMALAYA 128 | 359,30 | 13,16 | 13,67 | 5,71 | 6,21 | 398,04 |
| HIMALAYA 158 | 394,71 | 22,48 | 23,35 | 9,75 | 10,60 | 460,89 |
| HIMALAYA 165 | 386,66 | 21,37 | 22,20 | 9,27 | 10,08 | 449,58 |

(Fuente: Estructura de Costos 2014 – 2015 ECASA, 2015)

Para determinar la cantidad de energía que consume ECASA, se toma como ejemplo la estructura de costos de un solo modelo (Boreal 212), considerando los dos últimos años en los que se tiene datos completos (2014 y 2015). El resto de modelos tienen aproximadamente la misma estructura de costos.

Tabla 2.5. Costos de producción del artefacto más representativo años 2014 y 2015 (USD)

| AÑO | 2014 | | 2015 | |
|-----------------------|------------|-------|------------|-------|
| DESCRIPCIÓN | BOREAL 212 | | BOREAL 212 | |
| MATERIA PRIMA | 240,92 | 74,8% | 233,67 | 74,4% |
| MANO OBRA DIRECTA | 39,51 | 12,3% | 39,09 | 12,5% |
| MANO OBRA INDIRECTA | 19,49 | 6,1% | 19,28 | 6,1% |
| GASTOS DIRECTOS | 18,69 | 5,8% | 18,49 | 5,9% |
| ENERGÍA ELÉCTRICA | 11,27 | 3,5% | 17,21 | 5,5% |
| DIESEL Y GLP | | 0,0% | | 0,0% |
| OTROS | 7,42 | 2,3% | 1,28 | 0,4% |
| GASTOS INDIRECTOS | 3,40 | 1,1% | 3,36 | 1,1% |
| COSTO PRODUCCIÓN REAL | 322,01 | 100% | 313,90 | 100% |

(Fuente: Estructura de Costos 2014 – 2015 ECASA, 2015)

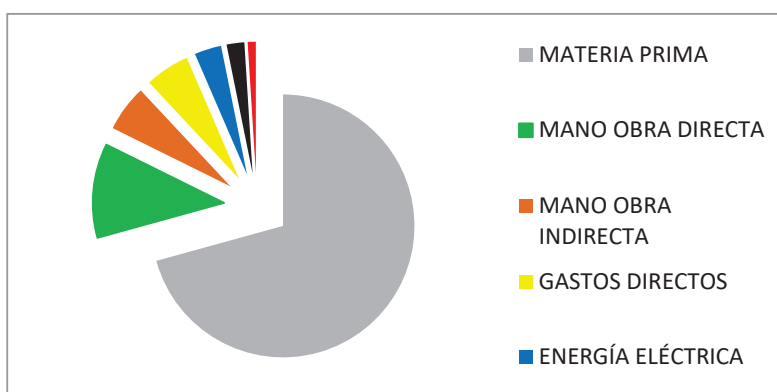


Figura 2.1. Estructura de Costos Ecuatoriana de Artefactos S.A. año 2014

(Fuente: Estructura de Costos 2014 – 2015 ECASA, 2015)

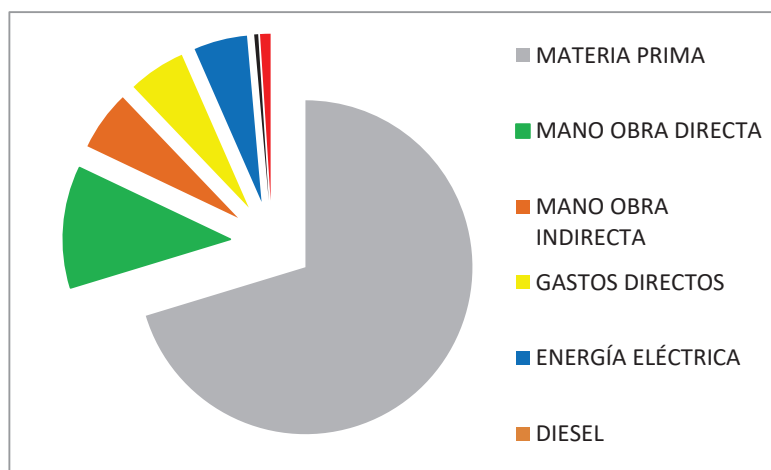


Figura 2.2. Estructura de Costos Ecuatoriana de Artefactos S.A. año 2015

(Fuente: Estructura de Costos 2014 – 2015 ECASA, 2015)

- **Fuentes de suministro energético**

La energía consumida en mayor porcentaje es la energía eléctrica, seguida del diesel y GLP en menor grado. En esta sección se detalla los consumos anuales de estas energías, tomando como referencia los dos últimos años de consumo.

La energía eléctrica es comprada en su totalidad a la Empresa Eléctrica Quito, a través de 3 suministros (Medidores). Como se observa en la tabla 2.6, los medidores usados en el área de refrigeración son los numero 2 y número 3, de los cuales se ha hecho el análisis del consumo en los años 2014 y 2015.

Tabla 2.6. Medidores de Energía Eléctrica existentes en ECASA

| MEDIDOR | DESCRIPCIÓN | PLAN | TARIFA |
|------------------------|--------------|------|-------------------|
| 90000694 ECASA S.A.(2) | 50000932-LAN | 91 | IND DEMANDA REG 4 |
| 90000695 ECASA S.A.(3) | 50000739-LAN | 91 | IND DEMANDA REG 4 |

(Fuente: Consulta de Suministros EEQ, 2016)

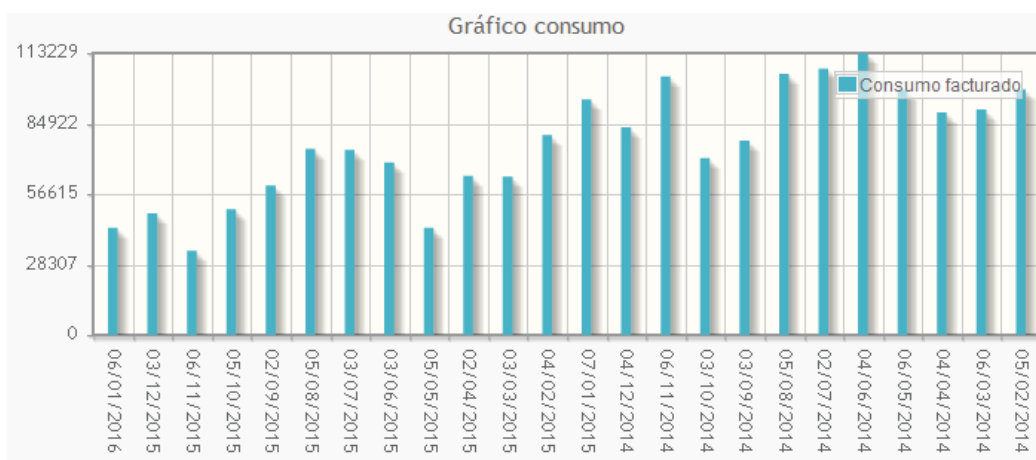


Figura 2.3. Histórico de consumo de energía eléctrica en los años 2014 y 2015, medidor # 2
(Fuente: Consulta de Suministros EEQ, 2016)

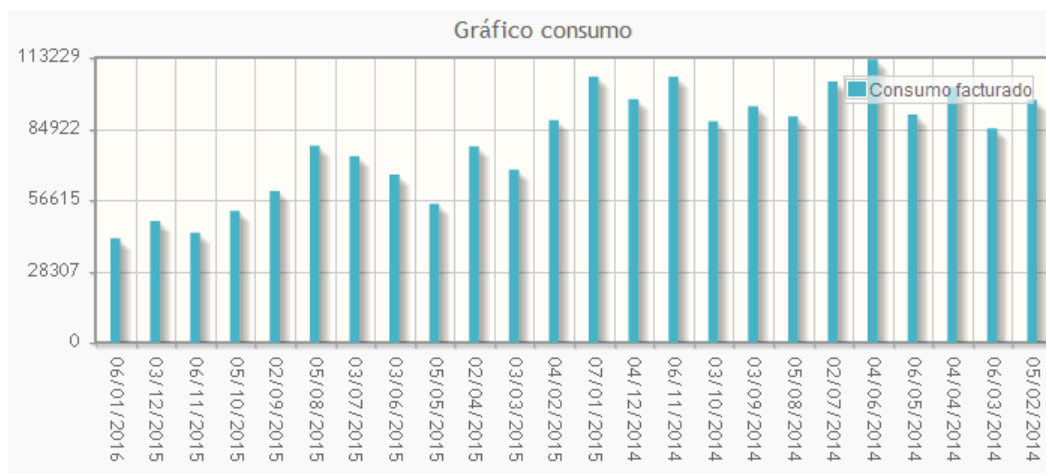


Figura 2.4. Histórico de consumo de energía eléctrica en los años 2014 y 2015, medidor # 3
(Fuente: Consulta de Suministros EEQ, 2016)

Los combustibles utilizados en ECASA representan un porcentaje casi nulo en los últimos dos años debido a que la empresa ha eliminado el proceso de pintura de lámina metálica, debido a la importación de lámina metálica pre-pintada. Los procesos de repinte se los hace en una cabina de retoque con secadores eléctricos. Esto ha eliminado el uso de calderos, hornos de pre-secado y secado. De modo que el consumo de diesel (2) y GLP representa un bajo porcentaje del total, como se lo mostrará en la contabilidad energética.

En ECASA no se dispone de medios para producción energética propia, a excepción de un generador eléctrico que se lo enciende cuando hay cortes del suministro de energía eléctrica de la red de más de 15 minutos. Se investigará cuantas veces al año se ha encendido el generador. En ECASA no existen otras fuentes de energía ni medios para producirlas, por lo que se descarta el estudio de energías renovables.

- **Procesos de Producción**

En esta sección se indicará las líneas productivas, procesos y equipos incluidos dentro del análisis, ya que debido al gran tamaño de la planta hay equipos e instalaciones antiguas, las cuales no son utilizadas en ningún proceso actual por ser obsoletas e ineficientes. Los equipos e instalaciones que se considerarán para el análisis serán los que se utilizan para la producción actual de refrigeradoras.

El alcance del proyecto se restringe a la planta de refrigeración. No se considera la planta de cocinas ya que es un producto de elaboración discontinua, dependiendo de las exigencias del área comercial. A continuación se describen las líneas productivas de la planta 3, 4 y 5, que se utilizan para refrigeración.

Tabla 2.7. Líneas productivas en ECASA

| PLANTA | DENOMINACIÓN LÍNEA | PROCESO PRODUCTIVO |
|---------------|---------------------------|---|
| PLANTA 3 | Termo-formado | Laminado de plástico y termo-formado de tanques y contrapuestas de refrigeradores |
| PLANTA 3 | Inyección plásticos | Inyección de componentes plásticos para refrigeración |
| PLANTA 5 | Metalmecánica | Fabricación de piezas metálicas para refrigeradores |
| PLANTA 4 | Instalaciones eléctricas | Fabricación de arneses eléctricos, cableados para refrigeración |
| PLANTA 4 | Pre-ensamble | Pre-ensamble de gabinetes y componentes internos de refrigeración, antes del espumado |
| PLANTA 4 | Espumado | Espumado, o inyección de espuma de poliuretano en los gabinetes de refrigeración |
| PLANTA 4 | Ensamble final | Ensamble final de componentes, pruebas de funcionamiento y embalaje de artefactos |

(Fuente: Layout ECASA, 2007)

Los equipos que se consideran en el alcance del proyecto son los que actualmente están funcionando y son parte activa de la producción. En el anexo 2 se enlista los equipos y

maquinaria con su ubicación en la planta. Se incluyen las cargas de iluminación y computadores de las oficinas.

Los diagramas de procesos de la empresa ECASA se elaboran manteniendo siempre la dirección del flujo de la producción, y relacionándolos con las diferentes líneas productivas. (Figuras 2.5 a 2.8)

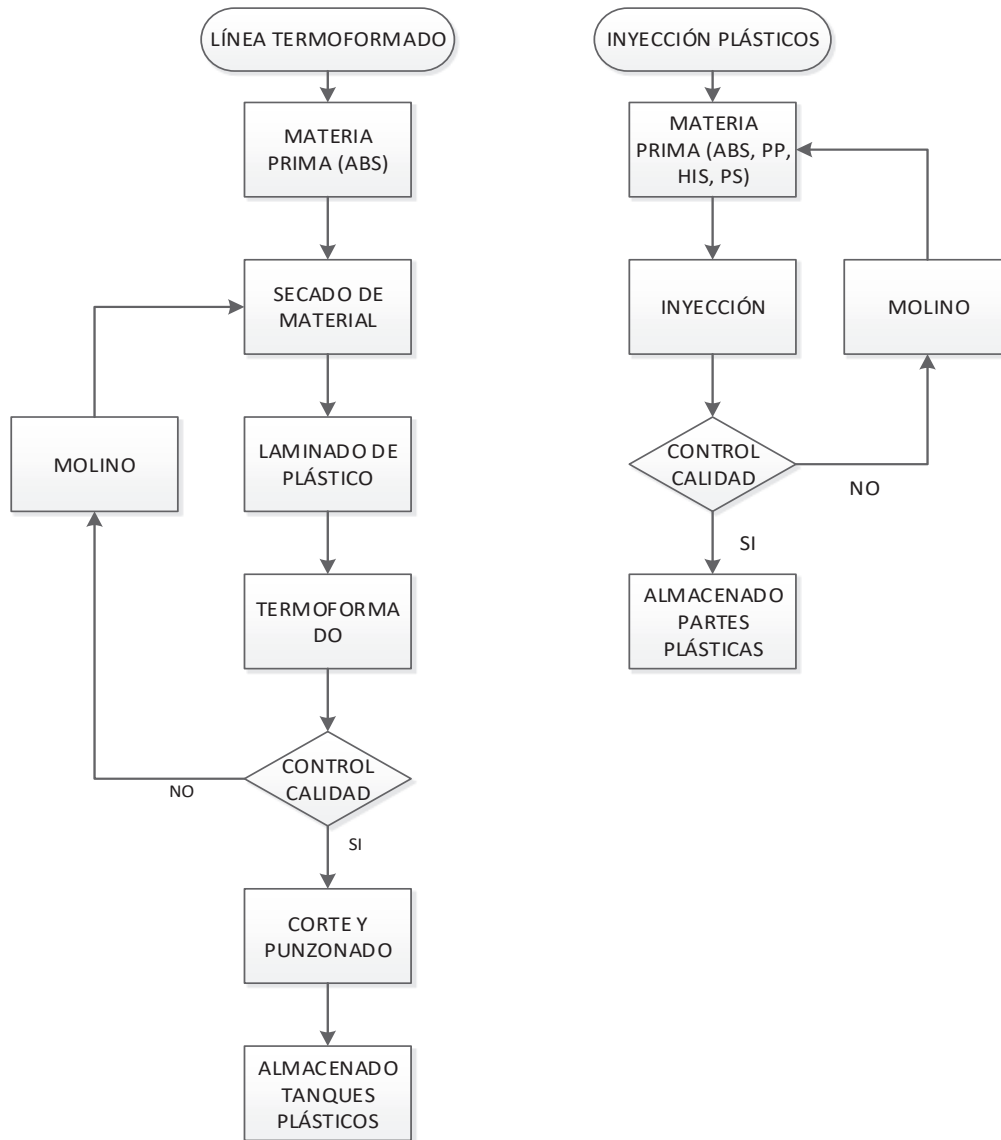
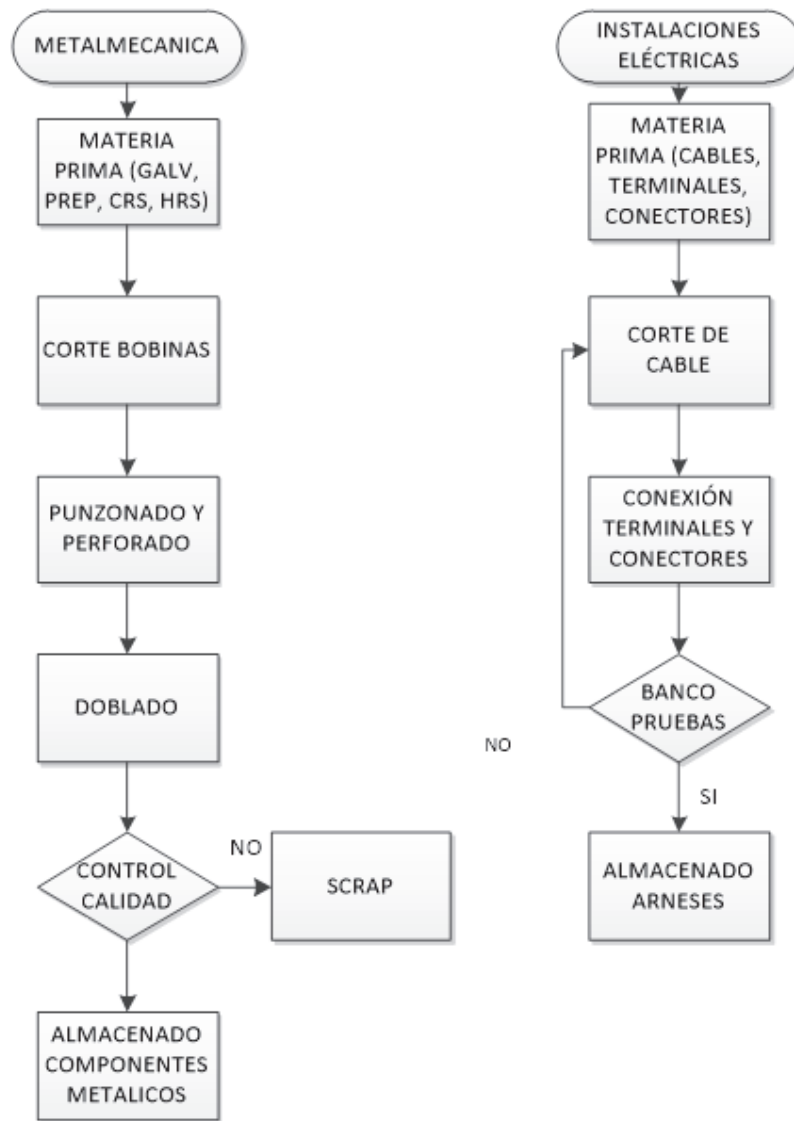


Figura 2.5. Diagrama de proceso Línea de Termo formado e Inyección, planta 3
(Fuente: Diagramas de proceso planta productiva ECASA, 2015)



Figura

2.6. Diagrama de proceso Metalmecánico Instalaciones eléctricas, planta 4 y 5
(Fuente: Diagramas de proceso planta productiva ECASA, 2015)

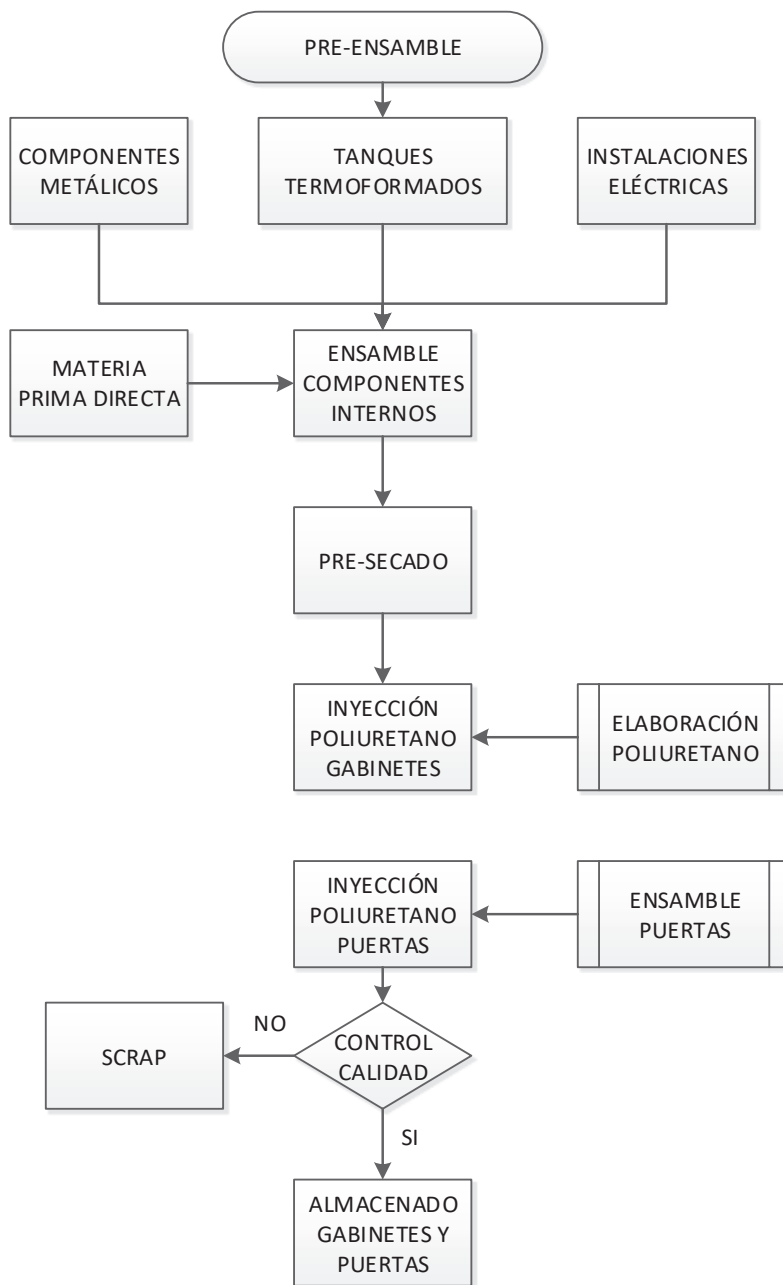


Figura 2.7. Diagrama de proceso Pre-ensamble, planta 4
 (Fuente: Diagramas de proceso planta productiva ECASA, 2015)

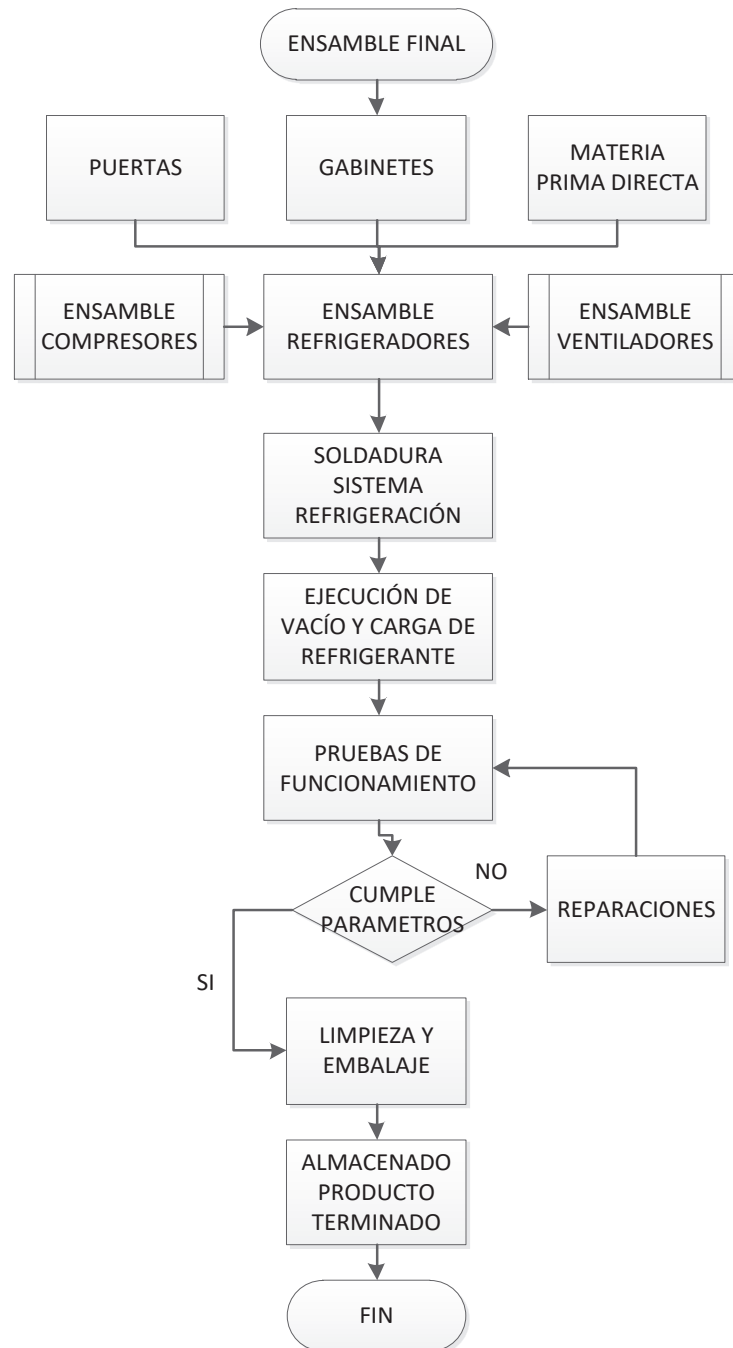


Figura 2.8. Diagrama de proceso Ensamble, planta 4
(Fuente: Diagramas de proceso planta productiva ECASA, 2015)

- **Análisis energético de la empresa**

El análisis energético del proyecto considera la distribución de consumo energético por su utilización en actividades de producción, operaciones auxiliares y el CO₂ evitado. En la

tabla 2.8 se muestra el detalle de los tipos de energía utilizados por cada uno de los procesos

Tabla 2.8. Utilización de energías por proceso

| ÍTEM | PROCESOS | ENERGÍA ELÉCTRICA POTENCIA ACTIVA INSTALADA (kW) | DIESEL (GL/MES) | GLP (KG/MES) |
|------|--------------------------|--|-----------------|--------------|
| 1 | Termoformado | 732,6 | | 270 |
| 2 | Inyección plásticos | 299,2 | 60 | |
| 3 | Metal-mecánica | 771,7 | | |
| 4 | Instalaciones eléctricas | 12,4 | | |
| 5 | Pre-ensamble | 0,6 | 30 | |
| 6 | Espumado | 81,5 | | |
| 7 | Ensamble final | 14,2 | | 135 |
| 8 | Iluminación planta | 14,6 | | |
| 9 | Cargas varias planta | 6,1 | | |
| 10 | Iluminación oficinas | 11,4 | | |
| 11 | Cargas varias oficinas | 12,6 | | |
| 12 | Aire comprimido, bombas | 566,0 | 45 | |

(Fuente: Listado de equipos y consumo de energía ECASA, 2015)

- **Consumos específicos y costos energéticos**

El alcance del proyecto involucrará los siguientes ítems:

- Análisis de consumo específicos de energía en ECASA
- Análisis del costo de la energía, facturas y tarifas
- Aumento de la eficiencia en los consumos específicos
- Análisis de la producción desde el punto de vista energético
- Repercusión del costo de la energía en el precio final del producto

- **Oportunidades de Mejoras**

Se analizará todas las mejoras encontradas durante la auditoría, y se hará las implementaciones de las mejoras de cero costo, considerando lo siguiente:

- Ahorros de energía eléctrica
- Ahorro en costos energéticos
- Disminución de emisiones de CO₂

Trabajos previos

Según recomendaciones de Fernández Herrera (2011), los trabajos previos para la correcta ejecución de la Auditoría Energética son los siguientes:

- **Identificación del personal de la empresa**

El personal con acceso a todas las instalaciones de la empresa y con suficiente autoridad para entregar información es la siguiente:

- Gerente de operaciones, Ing. Alberto Guzmán, jefe de toda la planta.
- Jefe de mantenimiento, Sr. Segundo Aguirre, que es a persona que conoce todos los equipos, y tiene acceso a toda la planta.
- Jefe de pre-ensamble, Sr. Pedro Muñoz, que conoce la operación de los equipos de Planta 3 y Planta 4

- **Hoja de ruta**

En la hoja de ruta se programa las visitas a las instalaciones de la empresa, y se estima la fecha de entrega del informe final de la auditoría. En este proyecto, el autor labora en la empresa y no tiene que programar visitas ni pedir autorizaciones para ingresos.

- **Canal de comunicación**

El canal de comunicación directo que se utilizará serán las siguientes personas:

- Sr. Segundo Aguirre, en la tomas de datos a lugares restringidos de la planta.
- Ing. Alberto Guzmán, en la coordinación y aprobación de las actividades.

Solicitud de documentación

La información se la solicita formalmente a la empresa, a través de un memorándum vía correo electrónico, dirigida al gerente de operaciones, con copia al gerente general, jefe de mantenimiento y supervisor de pre-ensambles. (ANEXO 3). Los documentos que se solicitan a la empresa son los siguientes:

- Planos de las instalaciones que se van a auditar (Planta 3, 4, 5 y oficinas)
- Esquema eléctrico de la planta
- Histórico de las facturas de consumo energético.
- Listado de equipos consumidores de energía
- Características nominales de los equipos
- Diagramas de funcionamiento
- Diagrama de bloques del proceso productivo
- Producción detallada de artefactos de los años 2014 y 2015

Recopilación de datos

Una vez completada la primera fase de la auditoría se inicia el trabajo de campo, que entrega el punto de partida para el proyecto.

- **Análisis de los suministros energéticos**

La energía eléctrica es suministrada a ECASA por la empresa eléctrica Quito, a través de dos medidores de energía (Tabla 2.6). La energía ingresa a las cámaras de transformación 4 y 2 que están ubicadas en las plantas 4, y 2 respectivamente.



Figura 2.9. Cámara de transformación planta 4 y 2 ECASA

(Fuente: Fotografías planta ECASA, 2016)

Los combustibles utilizados en los procesos productivos son el diesel 2 y el GLP. El diesel 2, que es utilizado exclusivamente para los montacargas, llega a la planta en tanqueros de 1000 gl, y es almacenado en dos tanques de 5000 gl.



Figura 2.10. Tanques de almacenamiento de diesel planta 4 ECASA

(Fuente: Fotografías planta ECASA, 2016)

El GLP utilizado en los procesos productivos en ECASA se lo transporta desde la empresa vecina “CONGAS” a través de una tubería interna que comunica a las dos plantas. El GLP se lo almacena en una bombona de 1800 kg capacidad.



Figura 2.11. Bombona de almacenamiento de GLP planta 5 ECASA

(Fuente: Fotografías planta ECASA, 2016)

- **Análisis de los procesos de producción**

En el Anexo 2 se muestra un análisis detallado del cálculo del consumo energético teórico por maquinaria y por proceso y la potencia total instalada por proceso productivo.

En la tabla 2.9 y 2.10 se muestran el resumen de este análisis.

Tabla 2.9. Potencia instalada por proceso productivo, (kW).

| ÍTEM | PLANTA | PROCESO PRODUCTIVO | POTENCIA (kW) | (%) |
|--------------|--------------------------|------------------------------|---------------|--------|
| 1 | Planta 3 | Termo-formado | 732,58 | 29,04% |
| 2 | Planta 3 | Inyección plásticos | 299,19 | 11,86% |
| 3 | Planta 5 | Metalmecánica | 930,27 | 30,59% |
| 4 | Planta 4 | Instalaciones eléctricas | 12,40 | 0,49% |
| 5 | Planta 4 | Pre-ensamble | 0,56 | 0,02% |
| 6 | Planta 4 | Espumado | 81,49 | 3,23% |
| 7 | Planta 4 | Ensamble final | 14,23 | 0,56% |
| 8 | Ilumin planta | Iluminación planta | 14,57 | 0,58% |
| 9 | Carga planta | Cargas varias planta | 6,12 | 0,24% |
| 10 | Ilumin oficinas | Iluminación oficinas | 11,67 | 0,45% |
| 11 | Cargas oficinas | Cargas varias oficina | 12,63 | 0,50% |
| 12 | Tecnologías horizontales | Aire comprimido, bombas agua | 566,04 | 22,44% |
| TOTAL | | | 2522,8 | |

(Fuente: Listado de equipos y consumo de energía ECASA, 2015)

Tabla 2.10. Consumo energético por proceso productivo, promedio mensual (kW-h).

| ÍTEM | PLANTA | PROCESO PRODUCTIVO | ENERGÍA CONSUMIDA (kWh) | (%) |
|------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|--------|
| 1 | Planta 3 | Termo-formado | 53858,33 | 35,51% |
| 2 | Planta 3 | Inyección plásticos | 24996,88 | 16,48% |
| 3 | Planta 5 | Metalmecánica | 16908,43 | 11,15% |
| 4 | Planta 4 | Instalaciones eléctricas | 1136,00 | 0,75% |
| 5 | Planta 4 | Pre-ensamble | 22,38 | 0,01% |
| 6 | Planta 4 | Espumado | 3576,11 | 2,36% |
| 7 | Planta 4 | Ensamble final | 1945,47 | 1,28% |
| 8 | Ilumin planta | Iluminación planta | 1293,20 | 0,85% |
| 9 | Carga planta | Cargas varias planta | 821,12 | 0,54% |
| 10 | Ilumin oficinas | Iluminación oficinas | 2333,93 | 1,54% |
| 11 | Cargas oficinas | Cargas varias oficina | 2607,690 | 1,72% |
| 12 | Tecnologías horizontales | Aire comprimido, bombas agua | 42184,21 | 27,81% |
| | | PROMEDIO MENSUAL | 151686,0 | |

(Fuente: Listado de equipos y consumo de energía ECASA, 2015)

• Análisis de la producción de artefactos

Los artefactos se fabrican en ECASA de acuerdo al cronograma de producción elaborado por el Jefe de Planificación. Estos artefactos son ingresados a bodega de producto terminado, y registrados en el sistema interno. Se toman datos de producción de los años 2014 y 2015 con el objetivo de calcular el costo de energía eléctrica por artefacto producido. En la tabla 2.11 se muestra el resumen de la producción de los 2 años.

Tabla 2.11. Producción de artefactos en ECASA, años 2014 y 2015. Clasificación por modelos.

| ÍTEM | ARTEFACTO | 2014 | 2015 |
|------|------------------------|--------------|--------------|
| 1 | Boreal 212 blanca | 16717 | 9914 |
| 2 | Boreal 213 blanca | 144 | 35 |
| 3 | Boreal 214 blanca | 5 | 189 |
| 4 | Glacial combi 214 | 1315 | 596 |
| 5 | Glacial glass-166 /128 | 186 | 0 |
| 6 | Cong. chf-175 bl | 708 | 740 |
| 7 | Tempano 210 | 389 | 0 |
| 8 | Tempano 270 | 670 | 630 |
| 9 | Himalaya 158 | 162 | 5 |
| 10 | Himalaya 165 | 370 | 53 |
| | TOTALES | 20666 | 12162 |

(Fuente: Ingresos a Bodega 2014 y 2015 ECASA, 2015)

Mediciones

Debido a que la energía eléctrica representa más del 90% del consumo en la planta, se decide que las mediciones a realizar en ECASA son las siguientes:

• Análisis de red eléctrica

Estas mediciones permitirán analizar los siguientes parámetros eléctricos

- Intensidad

- Tensión
- Potencia
- Energía activa y reactiva
- Factor de potencia
- Medición de armónicos

El análisis de Calidad de energía se lo hace con un Analizador de Energía marca Amprobe, modelo DMIII, capacidad 100A por fase

Las mediciones se las inicia en el mes de mayo, una vez que la producción en ECASA se ha estabilizado y los datos son más representativos para el análisis. Para los tableros de distribución principales y grandes consumidores se planifica un día completo de medición. Para los equipos secundarios se planifica 4 horas. Se elabora el presente cronograma de mediciones:

Tabla 2.12. Cronograma de mediciones con equipo Analizador de Energía

| FECHA | EQUIPO - INSTALACIÓN | PLANTA-SECCIÓN | HORAS TRABAJO |
|------------|--|----------------|---------------|
| 2016-05-09 | Cámara 4- tablero principal 440V | Horizontales | 8 |
| 2016-05-10 | Cámara 4- tablero principal 220V | Horizontales | 8 |
| 2016-05-11 | Cámara 2- tablero principal 440V | Horizontales | 8 |
| 2016-05-12 | Cámara 2- tablero principal 220V | Horizontales | 8 |
| 2016-05-13 | Sub-tablero distribución termoformado | Planta 3 | 8 |
| 2016-05-16 | Sub -tablero dist termoformado Brown 3 | Planta 3 | 4 |
| 2016-05-16 | Sub -tablero dist termoformado Brown 1 | Planta 3 | 4 |
| 2016-05-17 | Sub -tablero dist inyectoras 360 y 530 | Planta 3 | 8 |
| 2016-05-18 | Sub -tablero dist inyectoras Ma5300 y 2500 | Planta 3 | 8 |
| 2016-05-19 | Sub -tablero distribución compresores | Horizontales | 8 |
| 2016-05-20 | Sub -tablero distribución pre-ensamble | Planta 4 | 4 |
| 2016-05-20 | Sub -tablero distribución metalmecánica | Planta 4 | 4 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

El informe total con los resultados de las mediciones con el analizador de energía se los muestra en el Anexo 4, Informe del análisis de calidad de energía. Con los resultados obtenidos de todas las mediciones se elabora un resumen del comportamiento de los parámetros eléctricos de cada uno de los tableros y sub-tableros analizados.

Comportamiento de Voltajes máximos

Según las recomendaciones del estándar internacional IEEE 1100 1999, el voltaje promedio máximo y el voltaje instantáneo máximo, no debe tener una variación de más del 5% del voltaje nominal. La tabla 2.13 muestra el resumen de los voltajes máximos promedios e instantáneos.

Comportamiento de voltajes mínimos

Del mismo modo que en el voltaje máximo, el voltaje promedio mínimo y el voltaje instantáneo mínimo, no debe tener una variación de más del 5% del voltaje nominal. La tabla 2.14 muestra el resumen de los voltajes mínimos promedios e instantáneos.

Tabla 2.13. Comportamiento de los voltajes máximos en los elementos

| ELEMENTO | VOLTAJE NOMINAL | VOLTAJE PROMEDIO MÁXIMO | % | VOLTAJE INSTANTÁNEO MÁXIMO | % | CUMPLE IEEE1100 1999 |
|--|-----------------|-------------------------|------|----------------------------|------|----------------------|
| 1 Cámara 4- tablero principal 440V | 440 | 445,4 | 1,23 | 449,3 | 2,11 | SI |
| 2 Cámara 4- tablero principal 220V | 220 | 214,6 | 2,45 | 217,9 | 0,95 | SI |
| 3 Cámara 2- tablero principal 440V | 440 | 461 | 4,77 | 468,3 | 6,43 | NO |
| 4 Cámara 2- tablero principal 220V | 220 | 223,4 | 1,55 | 227,2 | 3,27 | SI |
| 5 Sub-tablero distribución termoformado | 440 | 458,5 | 4,20 | 469,3 | 6,66 | NO |
| 6 Sub -tablero dist termoformado Brown 3 | 440 | 461,6 | 4,91 | 466,8 | 6,09 | NO |
| 7 Sub -tablero dist termoformado Brown 1 | 440 | 456,7 | 3,80 | 462,5 | 5,11 | NO |
| 8 Sub -tablero dist inyectoras 360 y 530 | 440 | 456,8 | 3,82 | 461,9 | 4,98 | SI |
| 9 Sub -tablero dist inyectoras Ma5300 y 2500 | 440 | 455 | 3,41 | 461,2 | 4,82 | SI |
| 10 Sub -tablero distribución compresores | 440 | 445,2 | 1,18 | 451,6 | 2,64 | SI |
| 11 Sub -tablero distribución pre-ensamble | 440 | 452,3 | 2,80 | 467,9 | 6,34 | NO |
| 12 Sub -tablero distribución metalmecánica | 440 | 445 | 1,14 | 451,3 | 2,57 | SI |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

Factor de desbalance de tensión

El factor de desbalance de tensiones de línea en un sistema eléctrico ocurre cuando las tensiones entre las tres líneas no son iguales y se calcula de acuerdo a la siguiente expresión: (IEEE 1159 – 2009). Este valor no debe ser mayor que el 2%

$$DTT = 3 \frac{\text{Max}[U_{i,j} - U_{prom}]}{(U_{AB} + U_{BC} + U_{CA})} \times 100 \quad (2.1)$$

Razón de desbalance de tensión

Es la desviación máxima respecto al valor mínimo de tensión de cada fase o línea, referida al valor medio de tensión de las tres fases o líneas y se calcula de acuerdo a la siguiente expresión: (IEEE 1159 – 2009). Este valor no debe ser mayor que el 2%

$$DPTT = 3 \frac{[U_{max}-U_{min}]}{(U_1+U_2+U_3)} \times 100 \quad (2.2)$$

Tabla 2.14. Comportamiento de los voltajes mínimos en los elementos

| | ELEMENTO | VOLTAJE NOMINAL | VOLTAJE PROMEDIO MÍNIMO | % | VOLTAJE INSTANTÁNEO MÍNIMO | % | CUMPLE IEEE1100 1999 |
|----|--|-----------------|-------------------------|--------|----------------------------|-------|----------------------|
| 1 | Cámara 4- tablero principal 440V | 440 | 436,6 | -0,77% | 432,5 | 1,70% | SI |
| 2 | Cámara 4- tablero principal 220V | 220 | 209,3 | -4,86% | 206,1 | 6,32% | NO |
| 3 | Cámara 2- tablero principal 440V | 440 | 448,5 | 1,93% | 438,6 | 0,32% | SI |
| 4 | Cámara 2- tablero principal 220V | 220 | 221,1 | 0,50% | 214,3 | 2,59% | SI |
| 5 | Sub-tablero distribución termoformado | 440 | 438,2 | -0,41% | 413 | 6,14% | NO |
| 6 | Sub -tablero dist termoformado Brown 3 | 440 | 445,7 | 1,30% | 415,1 | 5,66% | NO |
| 7 | Sub -tablero dist termoformado Brown 1 | 440 | 443,2 | 0,73% | 437,7 | 0,52% | SI |
| 8 | Sub -tablero dist inyectoras 360 y 530 | 440 | 440,1 | 0,02% | 431,1 | 2,02% | SI |
| 9 | Sub -tablero dist inyectoras Ma5300 y 2500 | 440 | 438,2 | -0,41% | 430,8 | 2,09% | SI |
| 10 | Sub -tablero distribución compresores | 440 | 434,4 | -1,27% | 425 | 3,41% | SI |
| 11 | Sub -tablero distribución pre-ensamble | 440 | 436,8 | -0,73% | 428,2 | 2,68% | SI |
| 12 | Sub -tablero distribución metalmecánica | 440 | 438,4 | -0,36% | 433,7 | 1,43% | SI |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

Factor de desbalance de tensión

El factor de desbalance de tensiones de línea en un sistema eléctrico ocurre cuando las tensiones entre las tres líneas no son iguales y se calcula de acuerdo a la siguiente expresión: (IEEE 1159 – 2009). Este valor no debe ser mayor que el 2%. (Tabla 2.15)

$$DTT = 3 \frac{Max[U_{i,j}-U_{prom}]}{(U_{AB}+U_{BC}+U_{CA})} \times 100 \quad (2.1)$$

Razón de desbalance de tensión

Es la desviación máxima respecto al valor mínimo de tensión de cada fase o línea, referida al valor medio de tensión de las tres fases o líneas y se calcula de acuerdo a la siguiente expresión: (IEEE 1159 – 2009). Este valor no debe ser mayor que el 2%. (Tabla 2.16)

$$DPTT = 3 \frac{[U_{max}-U_{min}]}{(U_1+U_2+U_3)} \times 100 \quad (2.2)$$

Tabla 2.15. Factor de desbalance de tensión

| | ELEMENTO | DTT MAX | DTT MIN | DTT PROMEDIO | CUMPLE IEEE 1159 |
|----|--|------------|------------|-----------------|------------------------|
| 1 | Cámara 4- tablero principal 440V | 0,415% | 0,055% | 0,175% | SI |
| 2 | Cámara 4- tablero principal 220V | 0,444% | 0,210% | 0,340% | SI |
| 3 | Cámara 2- tablero principal 440V | 0,384% | 0,032% | 0,177% | SI |
| 4 | Cámara 2- tablero principal 220V | 1,402% | 0,017% | 0,472% | SI |
| 5 | Sub-tablero distribución termoformado | 0,571% | 0,003% | 0,224% | SI |
| 6 | Sub -tablero dist termoformado Brown 3 | 0,378% | 0,025% | 0,175% | SI |
| 7 | Sub -tablero dist termoformado Brown 1 | 0,557% | 0,077% | 0,379% | SI |
| 8 | Sub -tablero dist inyectoras 360 y 530 | 0,551% | 0,017% | 0,192% | SI |
| 9 | Sub -tablero dist inyectoras Ma5300 y 2500 | 0,435% | 0,006% | 0,147% | SI |
| 10 | Sub -tablero distribución compresores | 0,423% | 0,106% | 0,352% | SI |
| 11 | Sub -tablero distribución pre-ensamble | 0,368% | 0,140% | 0,320% | SI |
| 12 | Sub -tablero distribución metalmecánica | 0,323% | 0,117% | 0,196% | SI |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

Tabla 2.16. Razón de desbalance de tensión

| | ELEMENTO | DPTT MAX | DPTT MIN | DPTT PROMEDIO | CUMPLE IEEE 1159 |
|----|--|-------------|-------------|------------------|------------------------|
| 1 | Cámara 4- tablero principal 440V | 1,275% | 0,215% | 0,692% | SI |
| 2 | Cámara 4- tablero principal 220V | 1,675% | 0,655% | 1,236% | SI |
| 3 | Cámara 2- tablero principal 440V | 2,201% | 0,155% | 0,80% | NO |
| 4 | Cámara 2- tablero principal 220V | 2,306% | 0,392% | 1,17% | NO |
| 5 | Sub-tablero distribución termoformado | 2,219% | 0,313% | 1,05% | NO |
| 6 | Sub -tablero dist termoformado Brown 3 | 1,188% | 0,038% | 0,68% | SI |
| 7 | Sub -tablero dist termoformado Brown 1 | 2,961% | 1,112% | 1,35% | SI |
| 8 | Sub -tablero dist inyectoras 360 y 530 | 2,125% | 0,070% | 0,74% | NO |
| 9 | Sub -tablero dist inyectoras Ma5300 y 2500 | 1,733% | 0,036% | 0,57% | SI |
| 10 | Sub -tablero distribución compresores | 1,952% | 0,633% | 1,11% | SI |
| 11 | Sub -tablero distribución pre-ensamble | 1,576% | 0,666% | 1,06% | SI |
| 12 | Sub -tablero distribución metalmecánica | 1,440% | 0,742% | 0,98% | SI |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

Distorsión armónica en Voltaje

La distorsión armónica en voltaje (THD_v) debe cumplir las recomendaciones del estándar IEEE 519 – 2014, (pág. 6, tabla 1) en la que indica como límite el 8%. Los resultados de la tabla 2.17 muestran que todos los tableros y cámaras están dentro del rango de cumplimiento.

Distorsión armónica en Corriente

La distorsión armónica en corriente (THD_i) debe estar dentro de las recomendaciones del estándar IEEE 519 – 2014, cuya última modificación indica límites variables de acuerdo a la magnitud de la corriente de línea. (Tabla 2.18)

Tabla 2.17. Distorsión armónica en el Voltaje

| ELEMENTO | THDV PROMEDIO | THDV MÁXIMO | THDV LIMITE | CUMPLE IEEE 519-2014 |
|--|---------------|-------------|-------------|----------------------|
| 1 Cámara 4- tablero principal 440V | 0,40% | 0,43% | 8,00% | SI |
| 2 Cámara 4- tablero principal 220V | 0,220% | 0,980% | 8,00% | SI |
| 3 Cámara 2- tablero principal 440V | 1,940% | 3,260% | 8,00% | SI |
| 4 Cámara 2- tablero principal 220V | 1,940% | 3,270% | 8,00% | SI |
| 5 Sub-tablero distribución termoformado | 3,640% | 4,540% | 8,00% | SI |
| 6 Sub -tablero dist termoformado Brown 3 | 1,580% | 2,380% | 8,00% | SI |
| 7 Sub -tablero dist termoformado Brown 1 | 0,790% | 1,060% | 8,00% | SI |
| 8 Sub -tablero dist inyectoras 360 y 530 | 2,120% | 3,140% | 8,00% | SI |
| 9 Sub -tablero dist inyectoras Ma5300 y 2500 | 3,380% | 4,000% | 8,00% | SI |
| 10 Sub -tablero distribución compresores | 0,430% | 1,060% | 8,00% | SI |
| 11 Sub -tablero distribución pre-ensamble | 0,400% | 0,800% | 8,00% | SI |
| 12 Sub -tablero distribución metalmecánica | 0,190% | 1,100% | 8,00% | SI |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

Tabla 2.18. Máxima distorsión de corriente armónica en porcentaje de IL

| Isc/IL | h<11 | 11< h< 17 | 17< h< 23 | 23< h< 35 | 35>h | TDD |
|------------|------|-----------|-----------|-----------|------|-----|
| < 20 | 4 | 2 | 1.5 | 0.6 | 0.3 | 5 |
| 20 < 50 | 7 | 3.5 | 2.5 | 1 | 0.5 | 8 |
| 50 < 100 | 10 | 4.5 | 4 | 1.5 | 0.7 | 12 |
| 100 < 1000 | 12 | 5.5 | 5 | 2 | 1 | 15 |
| >1000 | 15 | 7 | 6 | 2.5 | 1.4 | 20 |

(Fuente: IEEE 519 – 2014)

En donde:

- Isc: Máxima corriente de cortocircuito
- IL: Máxima corriente de demanda
- TDD: Distorsión de la demanda Total

En el Anexo 4, en las gráficas de distorsión armónica en el perfil de corriente, se obtiene los valores THD_i promedios y máximos, y se los compara con los rangos de la tabla 2.18. Los resultados indican que los procesos de termoformado, inyección de plásticos y las cámaras de transformación de 220V utilizadas para iluminación y tomas corrientes normales no cumplen con los rangos de distorsión armónica máxima. Estos resultados se los aprecia en la tabla 2.19.

Tabla 2.19. Distorsión armónica en Corriente

| | ELEMENTO | THD _i PROMEDIO | THD _i MÁXIMO | THD _i LÍMITE | CUMPLE IEEE 519- 2014 |
|----|--|------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1 | Cámara 4- tablero principal 440V | 1,40% | 2,95% | 15,00% | SI |
| 2 | Cámara 4- tablero principal 220V | 9,29% | 18,76% | 15,00% | NO |
| 3 | Cámara 2- tablero principal 440V | 21,270% | 34,560% | 15,00% | NO |
| 4 | Cámara 2- tablero principal 220V | 12,650% | 22,750% | 15,00% | NO |
| 5 | Sub-tablero distribución termoformado | 77,620% | 91,470% | 15,00% | NO |
| 6 | Sub -tablero dist termoformado Brown 3 | 0,690% | 1,400% | 15,00% | SI |
| 7 | Sub -tablero dist termoformado Brown 1 | 0,310% | 1,720% | 15,00% | SI |
| 8 | Sub -tablero dist inyectoras 360 y 530 | 5,500% | 23,000% | 15,00% | NO |
| 9 | Sub -tablero dist inyectoras Ma5300 y 2500 | 12,790% | 23,570% | 15,00% | NO |
| 10 | Sub -tablero distribución compresores | 1,200% | 2,590% | 15,00% | SI |
| 11 | Sub -tablero distribución pre-ensamble | 0,010% | 0,140% | 12,00% | SI |
| 12 | Sub -tablero distribución metalmecánica | 0,100% | 0,200% | 12,00% | SI |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

Consumo de corriente máxima

Se elabora un resumen del consumo de corriente máxima en las tres líneas, y la corriente pico máxima consumida, como se observa en la tabla 2.20, los compresores y el termoformado consumen la mayor cantidad de corriente (pico).

Tabla 2.20. Consumo de corriente máxima

| | ELEMENTO | PROMEDIO CORRIENTE MÁXIMA (A) | CORRIENTE PICO MÁXIMA (A) |
|----|--|-------------------------------------|---------------------------------|
| 1 | Cámara 4- tablero principal 440V | 332 | 406 |
| 2 | Cámara 4- tablero principal 220V | 65 | 129 |
| 3 | Cámara 2- tablero principal 440V | 291 | 395 |
| 4 | Cámara 2- tablero principal 220V | 114 | 153 |
| 5 | Sub-tablero distribución termoformado | 126 | 198 |
| 6 | Sub -tablero dist termoformado Brown 3 | 155 | 229 |
| 7 | Sub -tablero dist termoformado Brown 1 | 97 | 141 |
| 8 | Sub -tablero dist inyectoras 360 y 530 | 176 | 203 |
| 9 | Sub -tablero dist inyectoras Ma5300 y 2500 | 110 | 185 |
| 10 | Sub -tablero distribución compresores | 371 | 386 |
| 11 | Sub -tablero distribución pre-ensamble | 63 | 77 |
| 12 | Sub -tablero distribución metalmecánica | 4 | 41 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

Perfil de potencias activa, reactiva y aparente promedio

Se elabora un resumen del perfil de potencias activa, reactiva, y aparente, así como del factor de potencia involucrado en cada elemento. El termoformado, la inyección plástica y el aire comprimido consumen mayor potencia activa.

Tabla 2.21. Perfil de potencias: Activa, Reactiva y Aparente

| | ELEMENTO | POTENCIA ACTIVA (W) | POTENCIA REACTIVA (VAR) | POTENCIA APARENTE (VA) | FACTOR DE POTENCIA |
|----|--|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| 1 | Cámara 4- tablero principal 440V | 240575 | 85017 | 255870 | 0,94 |
| 2 | Cámara 4- tablero principal 220V | 23327 | 3281 | 23641 | 1,00 |
| 3 | Cámara 2- tablero principal 440V | 150075 | 71082 | 169507 | 0,89 |
| 4 | Cámara 2- tablero principal 220V | 31818 | 477 | 32051 | 0,99 |
| 5 | Sub-tablero distribución termoformado | 86464 | 66683 | 110016 | 0,84 |
| 6 | Sub -tablero dist termoformado Brown 3 | 82472 | 1661 | 82961 | 0,70 |
| 7 | Sub -tablero dist termoformado Brown 1 | 57702 | 1053 | 57741 | 0,99 |
| 8 | Sub -tablero dist inyectoras 360 y 530 | 58210 | 77388 | 97015 | 0,60 |
| 9 | Sub -tablero dist inyectoras Ma5300 y 2500 | 34531 | 12128 | 36635 | 0,95 |
| 10 | Sub -tablero distribución compresores | 175088 | 142261 | 225609 | 0,78 |
| 11 | Sub -tablero distribución pre-ensamble | 35 | 95 | 96 | 0,84 |
| 12 | Sub -tablero distribución metalmecánica | 166 | 582 | 609 | 0,64 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

- **Medición de iluminancia**

La iluminancia se la mide con un luxómetro digital. En las oficinas se realiza la medición a nivel de los escritorios (0,80 m), y en la planta productiva se la toma a las alturas que recomienda la norma IESNA (2000). Se utiliza un luxómetro digital marca TONDAJ, modelo LX-1010-B con capacidad de medición de 5000 luxes.

Tabla 2.22. Mediciones de Intensidad Luminosa Oficinas realizadas a una altura de 0,80 m, según la IESNA (En luxes)

| OFICINAS | MED 1 | MED 2 | MED 3 | MED 4 | X | RECOMEN IESNA | CONDICIÓN |
|----------------------------|----------|----------|----------|----------|-----|------------------|-----------|
| 1 Jefatura administrativa | 480 | | | | 480 | 400 | EXCESO |
| 2 Compras | 330 | 280 | | | 305 | 400 | DEFECTO |
| 3 Seguridad industrial | 499 | | | | 499 | 400 | EXCESO |
| 4 Trabajo social | 390 | | | | 390 | 400 | NORMAL |
| 5 Baño investigación | 290 | | | | 290 | 300 | NORMAL |
| 6 Baño seguridad | 285 | | | | 285 | 300 | NORMAL |
| 7 Cartera | 825 | | | | 825 | 400 | EXCESO |
| 8 Sala de capacitación | 604 | | | | 604 | 300 | EXCESO |
| 9 Pasillo compras | 275 | | | | 275 | 50 | EXCESO |
| 10 Escaleras investigación | 161 | | | | 161 | 50 | EXCESO |
| 11 Investigación | 320 | 184 | 140 | 75 | 180 | 400 | DEFECTO |
| 12 Plan Renova | 136 | 120 | 230 | | 162 | 400 | DEFECTO |
| 13 Pasillo ingeniería | 850 | | | | 850 | 50 | EXCESO |
| 14 Coordinación alcorp | 500 | 1200 | | | 850 | 400 | EXCESO |
| 15 Pasillo inducción | 214 | | | | 214 | 50 | EXCESO |
| 16 Coordinadoras inducción | 260 | 850 | 1200 | 730 | 760 | 400 | EXCESO |
| 17 Jefatura inducción | 840 | | | | 840 | 400 | EXCESO |
| 18 Baño inducción | 260 | | | | 260 | 300 | DEFECTO |
| 19 Auditoría | 325 | | | | 325 | 400 | DEFECTO |
| 20 Posventas | 224 | | | | 224 | 400 | DEFECTO |
| 21 Pasillo postventas | 228 | | | | 228 | 50 | EXCESO |
| 22 Pasillo operaciones | 92 | | | | 92 | 50 | EXCESO |
| 23 Baño recepción | 245 | | | | 245 | 300 | DEFECTO |
| 24 Baño postventa | 256 | | | | 256 | 300 | DEFECTO |
| 25 Sección copiada | 362 | | | | 362 | 400 | NORMAL |

| | | | | | | | |
|----|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|---------|
| 26 | Gerencia operaciones | 548 | | | 548 | 400 | EXCESO |
| 27 | Baño operaciones | 6 | | | 6 | 300 | DEFECTO |
| 28 | Gerencia comercial | 704 | | | 704 | 400 | EXCESO |
| 29 | Recepción | 580 | 421 | 722 | 574 | 400 | EXCESO |
| 30 | Gerencia general | 625 | 845 | 551 | 674 | 400 | EXCESO |
| 31 | Baño gerencia general | 289 | | | 289 | 300 | NORMAL |
| 32 | Escaleras gerencia | 40 | | | 40 | 50 | DEFECTO |
| 33 | Show room | 490 | | | 490 | 400 | EXCESO |
| 34 | Recursos humanos | 191 | 480 | 213 | 295 | 400 | DEFECTO |
| 35 | Baños rr hh | 215 | | | 215 | 300 | DEFECTO |
| 36 | Pasillo rr hh | 650 | | | 650 | 50 | EXCESO |
| 37 | Planificación | 130 | 260 | 500 | 297 | 400 | DEFECTO |
| 38 | Producción | 228 | | | 228 | 400 | DEFECTO |
| 39 | Control de calidad | 220 | 625 | | 423 | 400 | NORMAL |
| 40 | Servicio técnico jefatura | 525 | | | 525 | 400 | EXCESO |
| 41 | Servicio técnico recepción | 260 | 180 | | 220 | 400 | DEFECTO |
| 42 | Sistemas | 473 | 471 | 180 | 375 | 400 | NORMAL |
| 43 | Departamento medico | 358 | 215 | 189 | 254 | 400 | DEFECTO |
| 44 | Oficina mantenimiento | 870 | 295 | | 583 | 400 | EXCESO |
| 45 | Bodega materia prima | 254 | 236 | 214 | 235 | 400 | DEFECTO |
| 46 | Bodega despachos | 315 | 425 | 440 | 393 | 400 | NORMAL |
| 47 | Comedor administrativo | 685 | 690 | 752 | 709 | 400 | EXCESO |
| 48 | Cocina comedor admin | 554 | | | 554 | 500 | EXCESO |
| 49 | Cocina general | 850 | 840 | | 845 | 500 | EXCESO |
| 50 | Comedor general | 350 | 364 | 387 | 367 | 400 | NORMAL |
| 51 | Garita principal | 845 | | | 845 | 400 | EXCESO |

Mediciones de Intensidad Luminosa líneas de producción, realizadas a la altura recomendada por IESNA

| SECCIÓN | MED 1 | MED 2 | MED 3 | MED 4 | X | RECOMEN IESNA | CONDICIÓN |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|---------------|-----------|
| 1 TERMO-FORMADO | | | | | | | |
| Operadores Brown 1 | 1966 | 1544 | 1785 | | 1765 | 300 | EXCESO |
| Operadores Brown 2 | 1440 | 1600 | 1580 | | 1540 | 300 | EXCESO |
| Operadores Botini | 1561 | 1725 | 1652 | | 1646 | 300 | EXCESO |
| Operadores cizallas | 546 | 654 | 458 | | 553 | 300 | EXCESO |
| 2 INYECCIÓN PLÁSTICOS | | | | | | | |
| Máquinas inyectoras | 125 | 180 | 215 | | 173 | 300 | DEFECTO |
| Área serigrafía | 80 | 76 | 90 | | 82 | 500 | DEFECTO |
| Supermercado de plásticos | 9 | 10 | 4 | | 8 | 300 | DEFECTO |
| 3 METALMECÁNICA | | | | | | | |
| Cortadora de bobinas | 305 | 297 | 301 | | 301 | 300 | NORMAL |
| Área de punzonado | 514 | 496 | 502 | | 504 | 300 | EXCESO |
| Área de dobleces | 209 | 204 | 205 | | 206 | 300 | DEFECTO |
| Soldadoras de punto | 1181 | 1215 | 1352 | | 1249 | 300 | EXCESO |
| Intercambiadores | 1600 | 1520 | 1750 | | 1623 | 300 | EXCESO |
| 4 INSTALACIONES ELÉCTRICAS | | | | | | | |
| Corte de cables | 299 | 331 | 301 | | 310 | 300 | NORMAL |
| Ensamble arneses | 460 | 480 | 471 | | 470 | 300 | EXCESO |
| 5 PRE-ENSAMBLE | | | | | | | |
| pre-ensamble hogar | 1325 | 1254 | 1365 | | 1315 | 300 | EXCESO |
| pre-ensamble comercial | 1860 | 1840 | 1800 | | 1833 | 300 | EXCESO |
| 6 ESPUMADO | | | | | | | |
| Espumado de puertas | 580 | 690 | 560 | | 610 | 300 | EXCESO |

| | | | | | | |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|---------|
| Espumado de gabinetes | 1330 | 1230 | 1190 | 1250 | 300 | EXCESO |
| Limpieza y control de calidad | 1676 | 1580 | 1450 | 1569 | 1000 | EXCESO |
| 7 ENSAMBLE FINAL | | | | | | |
| Ensamble componentes internos | 1304 | 1289 | 1280 | 1291 | 1000 | EXCESO |
| Ensamble componentes externos | 1804 | 1904 | 1950 | 1886 | 1000 | EXCESO |
| Soldadura y pruebas de fuga | 1740 | 1722 | 1850 | 1771 | 1000 | EXCESO |
| Bombas de vacío y carga refrigerante | 282 | 291 | 422 | 332 | 300 | EXCESO |
| Cabinas de prueba | 1733 | 1338 | 580 | 1217 | 300 | EXCESO |
| Limpieza y embalaje | 445 | 580 | 960 | 662 | 300 | EXCESO |
| Auditoría producto terminado | 442 | 560 | 328 | 443 | 1000 | DEFECTO |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

- **Análisis termográfico**

Se usa el análisis termográfico para registrar las mediciones de temperatura en áreas superficiales y en conexiones o instalaciones que puedan tener pérdidas térmicas. El equipo utilizado es una cámara termo-gráfica portátil marca FLUKE, modelo ti100, con rango de medición de -10°C HASTA 300°C. Fueron fotografiados los siguientes equipos:

- Cámaras de Transformación
- Tableros de distribución principal de 220V y 440V respectivamente
- Sub-tableros de distribución y equipos de mayor consumo

En el Anexo 6 se muestra todo el reporte termográfico, a partir del cual se hace un resumen donde se identifican los puntos principales con oportunidades de mejoras en las instalaciones, puntos con malas conexiones eléctricas, sobrecargas y elementos en mal estado (Tabla 2.25). Para evaluar la severidad de la falla, se usa el criterio Delta de Temperatura, el cual referencia la temperatura del punto en análisis, con respecto a la temperatura ambiente. Para evaluar el Delta de Temperatura se usan las normas NETA MTS 1898, y la MIL-STD-2194. Estas normas elaboran los siguientes criterios de falla, que en algunos casos son ajustados de acuerdo a las necesidades de las empresas.

Tabla 2.23. Criterios de falla, según exceso de temperatura en equipos de distribución y transmisión, Voltajes > 480

| EXCESO DE TEMPERATURA (Sobre la referencia o ambiente) | CRITICIDAD POR EXCESO DE TEMPERATURA | OBSERVACIONES |
|---|---|---|
| 0 A 10°C | INCIPIENTE | Las correcciones deben efectuarse en el próximo programa de mantenimiento |
| 10 A 20°C | PRONUNCIADA | En observación y los correctivos deben ser efectuados cuando el programa lo permita |
| 20 A 40°C | SEVERA | Los correctivos deben ser realizados tan pronto como sea posible |
| MAYOR QUE 40°C | CRÍTICA | Correctivos inmediatos |

(Fuente: Internacional Electric Testing Association Inc. - NETA MTS-1989)

Tabla 2.24. Criterios de falla, según exceso de temperatura en equipos de distribución y transmisión, Voltajes < 480

| EXCESO DE TEMPERATURA (Sobre la referencia o ambiente) | CRITICIDAD DE LA FALLA SEGÚN EXCESO DE TEMPERATURA | OBSERVACIONES |
|--|--|--|
| 0 A 10°C | INCIPIENTE | Las correcciones deben ser efectuadas en el próximo programa de mantenimiento |
| 10 A 20°C | PRONUNCIADA | En observación y los correctivos deben ser efectuados cuando el programa lo permita |
| 20 A 30°C MAYOR QUE 30°C | SEVERA CRÍTICA | Los correctivos deben ser realizados tan pronto como sea posible Correctivos inmediatos |

(Fuente: Internacional Electric Testing Association Inc. - NETA MTS-1989)

Utilizando estos criterios de falla se analiza todas las termografías tomadas en los tableros, sub-tableros y cámaras de transformación en ECASA, se hace un listado de equipos y se identifica al componente con el exceso de temperatura. Como se observa en la tabla siguiente la mayoría de los componentes tiene defectos críticos y pronunciados, en pocos casos hay defectos severos. Estos componentes serán analizados más adelante al momento de buscar las oportunidades de mejora.

Tabla 2.25. Resumen de los reportes termográficos, con criterios de falla, según exceso de temperatura en equipos de distribución y transmisión.

| ÁREA | EQUIPO | ELEMENTO | TEMPERATURAS (°C) | | | CRITICIDAD |
|--------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------|-------|------|-------------|
| | | | AMB | MAX | ΔT | |
| Horizontales | Cámara transform # 2 | Transformador | 18 | 43,5 | 25,5 | SEVERA |
| Horizontales | Tab distrib # 2, 440v | Breaker principal y barras de cobre | 18 | 25,6 | 7,6 | INCIPIENTE |
| Horizontales | Tab distrib # 2, 220v | Fusileras | 22 | 70,8 | 48,8 | CRÍTICA |
| Planta 3 | Sub-tablero termof 440v | Fusibles | 23 | 31,7 | 8,7 | INCIPIENTE |
| | | Barras de cobre | 23 | 31,6 | 8,6 | INCIPIENTE |
| Planta 3 | Sub-tablero termof 220v | Fusibles | 22,8 | 27 | 4,2 | INCIPIENTE |
| | | Borneras | 22,8 | 27,1 | 4,3 | INCIPIENTE |
| Planta 3 | Molino | Contactador 1 | 21,2 | 33,8 | 12,6 | PRONUNCIADA |
| | | Contactador 2 | 21,5 | 42,2 | 20,7 | SEVERA |
| Planta 3 | Termoformadora brown 1 | Cables | 23,1 | 43,8 | 20,7 | SEVERA |
| | | Cables salida 1 | 34,1 | 121,4 | 97,3 | CRÍTICA |
| Planta 3 | Termoformadora brown 3 | Cables salida 2 | 35,1 | 86,1 | 51 | CRÍTICA |
| | | Cables salida | 33,7 | 78,4 | 44,7 | CRÍTICA |
| | | Cables salida 1 | 30,4 | 57,1 | 26,7 | SEVERA |
| | | Cables salida 2 | 29,7 | 71,7 | 42 | CRÍTICA |
| Planta 3 | Sub-tableros inyectoras 1, 2 | Cables salida | 30,6 | 94,3 | 63,7 | CRÍTICA |
| | | Barras | 23,1 | 41,6 | 17,5 | PRONUNCIADA |
| Planta 3 | Sub-tableros inyectoras 3, 4 | Breaker | 26,5 | 39,4 | 12,9 | PRONUNCIADA |
| | | Barras | 21,2 | 43,7 | 22,5 | PRONUNCIADA |
| Horizontales | Cámara transfor # 4 | Cables de salida | 24,1 | 45,9 | 21,8 | PRONUNCIADA |
| | | Barras | 18,5 | 59,3 | 40,8 | CRÍTICA |
| Horizontales | Tablero de distrib 4, 440v | Transformador | 18,3 | 40,7 | 22,4 | SEVERA |
| | | Cables salida | 19,1 | 36,7 | 17,6 | PRONUNCIADA |
| Horizontales | | Transformadores | 19,8 | 34,3 | 14,5 | PRONUNCIADA |

| | | | | | | |
|--------------|---------------------------------------|-----------------|------|-------|------|-------------|
| Horizontales | Tablero de distrib 4, 220v | Barras de cobre | 19,3 | 24,4 | 5,1 | INCIPIENTE |
| | | Barras cobre | 19,3 | 24,6 | 5,3 | INCIPIENTE |
| | | Breaker 1 | 23,2 | 80,3 | 57,1 | CRÍTICA |
| | | Breaker 2 | 23,5 | 80,7 | 57,2 | CRÍTICA |
| Horizontales | Tablero distribución compresores | Barras salida | 22,9 | 67,4 | 44,5 | CRÍTICA |
| | | Pistón | 21,2 | 233,7 | 212 | CRITICO |
| | | Válvulas | 21,3 | 243 | 222 | CRITICO |
| Horizontales | Compresor pistón | Tubería salida | 21,8 | 180,1 | 158 | CRITICO |
| | | Contactor | 22,1 | 46 | 23,9 | SEVERO |
| Planta 4 | Sub-tablero distribución pre ensamble | Fusilera | 24,4 | 33,6 | 9,2 | INCIPIENTE |
| | | Bornera breaker | 25,4 | 37,1 | 11,7 | PRONUNCIADA |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

2.2. Proceso de la auditoría energética en ECASA

Una vez recopilada toda la documentación, esta información debe ser tabulada mediante una herramienta que se denomina contabilidad energética (Fernández 2011).

Contabilidad energética

Tiene por objetivo asignar los consumos de energía a los equipos y líneas de proceso. Los resultados corresponden a los años 2014 y 2015. Se determinará el costo de energía por unidad de producto. En la tabla 2.26 se muestra el consumo mensual de energía eléctrica, diésel y GLP, traducidos a kWh por unidad de producto (artefacto producido)

Tabla 2.26. Contabilización del origen de energía y consumos específicos por unidad de producto

| AÑO | ARTEFACTOS PRODUCIDOS | ENERGÍA ELÉCTRICA | | DIESEL | | GLP | | TOTAL |
|------|-----------------------|-------------------------|------------|-----------------------------|------------|------------------------|------------|------------|
| | | CONSUMO FACTURADO (kWh) | kWh/ Artef | CONSUMO FACTURADO (GALONES) | kWh/ Artef | CONSUMO FACTURADO (kg) | kWh/ Artef | kWh/ Artef |
| 2014 | 20666 | 2302833 | 111 | 3500 | 6,50 | 5630 | 3,72 | 121,65 |
| 2015 | 12162 | 1459535 | 120 | 1500 | 4,73 | 4760 | 5,35 | 130,09 |

(Fuente: Planillas mensuales de energía (2014 y 2015), ECASA, 2015)

A continuación se contabiliza las facturas de consumo energía eléctrica, diésel 2, y GLP, utilizados en los 2 años de análisis. Estos resultados se los detalla en la tabla 2.27.

Tabla 2.27. Costo de la energía utilizada por unidad producida

| AÑO | ARTEFACTOS PRODUCIDOS | ENERGÍA ELÉCTRICA | | DIESEL | | GLP | | TOTAL |
|------|-----------------------|-------------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|
| | | COSTO (USD) | USD/ ARTEF | COSTO (USD) | USD/ ARTEF | COSTO (USD) | USD/ ARTEF | USD/ ARTEF |
| 2014 | 20666 | \$ 223.603,18 | \$ 10,82 | \$ 4.305,00 | \$ 0,21 | \$ 3.546,90 | \$ 0,17 | \$ 11,20 |
| 2015 | 12162 | \$ 156.501,94 | \$ 12,87 | \$ 1.845,00 | \$ 0,15 | \$ 2.998,80 | \$ 0,25 | \$ 13,27 |

(Fuente: Planillas mensuales de energía (2014 y 2015), ECASA, 2015)

- **Análisis energético**

El análisis energético tiene como objetivo analizar los porcentajes de participación de la energía en cada uno de los procesos. Es necesario conocer consumos, rendimientos y márgenes por producto, de tal forma que se pueda comparar con los valores nominales del proceso y determinar las mejoras a efectuar.

Balance energético

El consumo energético de dos años, y la comparación de consumo de energías se resume en la siguiente tabla:

Tabla 2.28. Consumo anual de la energía por fuente, equivalencia en kWh

| FUENTE ENERGÉTICA | CANTIDAD 2014 | CANTIDAD 2015 | UNIDAD | CONSUMO 2014 (kWh) | CONSUMO 2015 (kWh) |
|-------------------|---------------|---------------|--------|--------------------|--------------------|
| Electricidad | 2302833 | 1459535 | kWh | 2302833 | 1459535 |
| Diesel | 3500 | 1500 | galón | 134330 | 57570 |
| GLP | 5630 | 4760 | kg | 76905,8 | 65021,6 |
| TOTAL | | | | 2514069 | 1582127 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

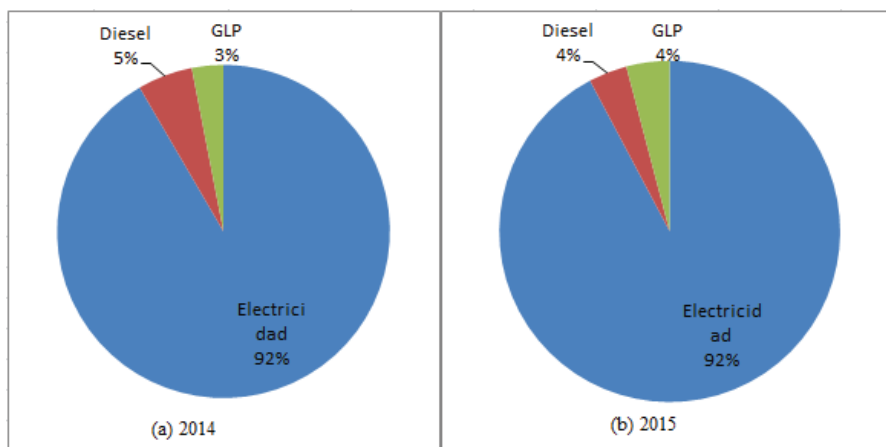


Figura 2.12. Consumo de energía por fuente en kW-h, año 2014 (a) y 2015 (b)

(Fuente: Cárdenas, 2016)

- **Índices energéticos de la empresa**

En la siguiente tabla se muestra los índices energéticos de la empresa para los años 2014 y 2015. Estos índices energéticos serán utilizados durante la auditoría energética para comparar la situación antes y después de la implementación de las mejoras.

Tabla 2.29. Índices energéticos de la empresa Ecuatoriana de Artefactos S.A.

| ÍNDICES ENERGÉTICOS DE LA EMPRESA | 2014 | 2015 |
|--|--------------|--------------|
| Costo total de la energía (USD / año) | \$231.455,08 | \$161.345,74 |
| Costo energético respecto al total de costos fijos de la empresa | 11,53% | 13,64% |
| Índice de rendimiento energético (kWh/artefacto) | 121,65 | 130,09 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

- **Consumos Energéticos**

A continuación se describe los contratos eléctricos de la empresa (Medidores Instalados), y sus principales características:

Tabla 2.30. Suministro energía eléctrica Medidor 2 (a)

| DESCRIPCIÓN | 2014 | 2015 |
|---|--|-------------|
| Consumo energético anual (kWh / año) | 1.133.209 | 705.634 |
| Consumo eléctrico anual (tep)* | 97,44 | 60,67 |
| Costo energético anual (USD/ año) | \$113.286,74 | \$77.660,66 |
| Emissiones de CO ₂ (Toneladas de CO ₂)** | 573,63 | 357,19 |
| Titular | ECASA S.A. (2) | |
| Dirección del suministro | S24 QUIMIAG ESQ 1-231 OE1G MANGLARALTO | |
| Numero de suministro | 90000694 | |

Suministro energía eléctrica Medidor 3 (b)

| DESCRIPCIÓN | 2014 | 2015 |
|---|--|-------------|
| Consumo energético anual (kWh / año) | 1.169.624 | 753.901 |
| Consumo eléctrico anual (tep)* | 100,57 | 64,82 |
| Costo energético anual (USD/ año) | \$110.316,44 | \$78.841,28 |
| Emissiones de CO ₂ (Toneladas de CO ₂)** | 592,06 | 381,62 |
| Titular | ECASA S.A. (3) | |
| Dirección del suministro | S24 QUIMIAG ESQ 1-231 OE1G MANGLARALTO | |
| Numero de suministro | 90000695 | |

(Fuente: Planillas mensuales de energía ECASA, 2014 y 2015)

*Se considera una tonelada equivalente de petróleo (tep) igual a 11630 kWh.

**Se considera que por cada kWh de Energía eléctrica, se emite 0.5062 kg de CO₂ (Fuente CONELEC 2016)

Para el cálculo del consumo térmico se considera al consumo de Diésel 2 y al consumo de GLP. A continuación se describe la información anual de consumo térmico, así como los indicadores de consumo de energía por unidad de tiempo (kWh), y los indicadores de costo por unidad de tiempo (USD)

Tabla 2.31. Información anual de consumo térmico

| DESCRIPCIÓN | 2014 | 2015 |
|--|-------------|-------------|
| Consumo diésel anual (Gl / año) | 3500 | 1500 |
| Consumo GLP anual (kg / año) | 5630 | 4760 |
| Consumo diésel anual (kWh) | 134330 | 57570 |
| Consumo GLP anual (kWh) | 76906 | 65022 |
| Consumo térmico total anual (kWh) | 211236 | 122592 |
| Consumo térmico total anual (tep) | 18,16 | 10,54 |
| Costo térmico anual (USD) | \$ 7.851,90 | \$ 4.843,80 |
| Emisiones de CO ₂ (Toneladas de CO ₂) | 106,93 | 62,06 |

(Fuente: Facturas mensuales de energía ECASA, 2014 y 2015)

Tabla 2.32. Indicadores de consumo térmico

| DESCRIPCIÓN | 2014 | 2015 |
|-----------------------------------|----------|----------|
| Consumo medio diario (kWh / día) | 880 | 511 |
| Consumo medio mensual (kWh / mes) | 17603 | 10216 |
| Costo medio diario (USD/día) | \$32,72 | \$20,18 |
| Costo medio mensual (USD/mes) | \$654,33 | \$403,65 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

• Consumos por Procesos de producción

A continuación se analiza el proceso de producción y se detalla los consumos y los costos energéticos por cada proceso utilizando las mediciones realizadas. Los procesos que consumen más del 80% de energía eléctrica son el termoformado (31,8%), aire comprimido (27,69%) e inyección de plásticos (21,73%). El resto de procesos tienen consumos importantes, pero no sobrepasan el 6% del total, tal como se lo indica en la tabla 2.33. Los consumos de energía térmica (diésel y GLP) son mínimos, pero de todas maneras el termoformado y la inyección son los principales consumidores con el 34,4% y el 21,49% respectivamente como se observa en la tabla 2.34.

Tabla 2.33. Consumo de energía eléctrica medida por procesos

| PROCESO PRODUCTIVO | MEDICIONES REALIZADAS | CONSUMO ENERGÍA MEDIDO (kWh/día) | CONSUMO ENERGÍA MEDIDO (kWh/año) | (%) |
|--------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------|
| Termo-formado | Sub-tablero termo formado | 844 | | |
| | Sub-tablero brown #3 | 1042 | 610800 | 31,81% |
| | Sub-tablero brown #1 | 659 | | |
| Inyección plásticos | Sub-tablero inyectoras 1-2 | 1008 | 417360 | 21,73% |
| | Sub-tablero inyectoras 3-4 | 731 | | |
| Metalmecánica | Sub-tablero metalmecánica | 13,16 | 3158,4 | 0,16% |
| Instalaciones eléctricas | Cámara 4-440v (parcial 1) | 315 | 75600 | 3,94% |
| Pre-ensamble | Cámara 4-440v (parcial 2) | 4,2 | 1008 | 0,05% |
| Espumado | Sub-tablero pre-ensamble | 5,4 | 1296 | 0,07% |
| Ensamble final | Cámara 4-440v (parcial 3) | 538,23 | 129175,2 | 6,73% |

| | | | | |
|--------------------------------------|-------------------------|----------------|------------------|--------|
| Iluminación planta | | | | |
| Refrigeradoras y computadores planta | Cámara 4- tablero 220v | 249 | 59760 | 3,11% |
| Iluminación oficinas | | | | |
| Computadores y oficinas | Cámara 2- tablero 220v | 377 | 90439,2 | 4,71% |
| Aire comprimido, bombas | Sub-tablero compresores | 2215 | 531648 | 27,69% |
| TOTAL | | 8001,02 | 1920244,8 | |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

Tabla 2.34. Consumo de energía térmica (combustibles) medidos por procesos

| PROCESO PRODUCTIVO | CONSUMO COMBUSTIBLE MENSUAL | | CONSUMO EQUIVALENTE kWh | (%) |
|-------------------------------|-----------------------------|------------|-------------------------|--------|
| | DIESEL (GL) | GLP (kg) | | |
| | Termo-formado | | 270 | 3688,2 |
| Inyección plásticos | 60 | | 2302,8 | 21,49% |
| Metalmecánica | 45 | | 1727,1 | 16,12% |
| Instalaciones eléctricas | | | 0 | 0,00% |
| Pre-ensamble | | | 0 | 0,00% |
| Espumado | 30 | | 1151,4 | 10,75% |
| Ensamble final | | 135 | 1844,1 | 17,21% |
| Iluminación Planta | | | 0 | 0,00% |
| Refrigeradoras y computadores | | | 0 | 0,00% |
| Iluminación oficinas | | | 0 | 0,00% |
| Computadores y oficinas | | | 0 | 0,00% |
| Aire comprimido, bombas agua | | | 0 | 0,00% |
| TOTAL | 135 | 405 | 10713,6 | |

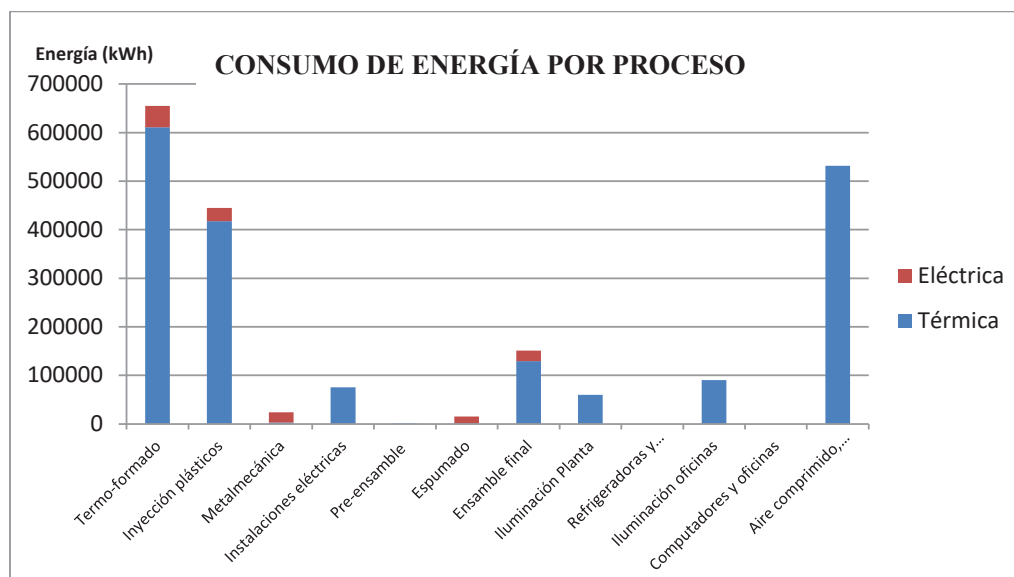
(Fuente: Cárdenas, 2016)

Sumando los consumos eléctrico y térmico por cada proceso (traducidos a kWh/año) se muestra que los principales consumidores son el termoformado (31,8%), el aire comprimido (25,95%) y la inyección de plásticos (21,72%).

Tabla 2.35. Consumo total de energía en kWh anual

| PROCESO PRODUCTIVO | ENERGÍA ELÉCTRICA (kWh/año) | ENERGÍA TÉRMICA (kWh/año) | CONSUMO TOTAL (kWh/año) | % |
|--------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|--------|
| Termo-formado | 610800 | 44258 | 655058 | 31,79% |
| Inyección plásticos | 417360 | 27633 | 444994 | 21,72% |
| Metalmecánica | 3158,4 | 20725 | 23884 | 1,17% |
| Instalaciones eléctricas | 75600 | 0 | 75600 | 3,69% |
| Pre-ensamble | 1008 | 0 | 1008 | 0,05% |
| Espumado | 1296 | 13817 | 15113 | 0,74% |
| Ensamble final | 129175,2 | 22129 | 151304 | 7,38% |
| Iluminación Planta | | | | |
| Refrigeradoras y computadores planta | 59760 | 0 | 59760 | 2,92% |
| Iluminación oficinas | | | | |
| Computadores y oficinas | 90439,2 | 0 | 90439 | 4,41% |
| Aire comprimido, bombas | 531648 | 0 | 531648 | 25,95% |
| TOTALES | 1 920 245 | 128 563 | 2 048 808 | |

(Fuente: Cárdenas, 2016)



(Figura 2.13. Consumo de energía por proceso (kWh))

(Fuente: Cárdenas, 2016)

Traduciendo estos consumos a costos anuales se muestra que el termoformado representa un costo de más de \$64.000, el aire comprimido \$54.000 y la inyección plástica cerca de \$44.000, siendo los tres procesos con más alto valor, tal y como se lo indica en la tabla 2.36.

Tabla 2.36. Costo total de energía en USD /año

| PROCESO PRODUCTIVO | COSTO ENERGÍA ELÉCTRICA (USD/año) | COSTO ENERGÍA TÉRMICA (USD/año) | COSTO TOTAL ENERGÍA (USD/año) | COSTO TOTAL ENERGÍA (USD/mes) | % |
|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------|
| Termo-formado | \$ 62.301,60 | \$ 2.041,20 | \$ 64.342,80 | \$ 5.361,90 | 32,02% |
| Inyección plásticos | \$ 42.570,72 | \$ 885,60 | \$ 43.456,32 | \$ 3.621,36 | 21,63% |
| Metalmecánica | \$ 322,16 | \$ 664,20 | \$ 986,36 | \$ 82,20 | 0,49% |
| Instalaciones eléctricas | \$ 7.711,20 | \$ 0,00 | \$ 7.711,20 | \$ 642,60 | 3,84% |
| Pre-ensamble | \$ 102,82 | \$ 0,00 | \$ 102,82 | \$ 8,57 | 0,05% |
| Espumado | \$ 132,19 | \$ 442,80 | \$ 574,99 | \$ 47,92 | 0,29% |
| Ensamble final | \$ 13.175,87 | \$ 1.020,60 | \$ 14.196,47 | \$ 1.183,04 | 7,07% |
| Iluminación Planta | \$ 6.095,52 | \$ 0,00 | \$ 6.095,52 | \$ 507,96 | 3,03% |
| Iluminación oficinas | \$ 9.224,80 | \$ 0,00 | \$ 9.224,80 | \$ 768,73 | 4,59% |
| Aire comprimido, bombas agua | \$ 54.228,10 | \$ 0,00 | \$ 54.228,10 | \$ 4.519,01 | 26,99% |
| TOTALES | \$ 195.864,97 | \$ 5.054,40 | \$ 200.919,37 | \$ 16.743,28 | |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

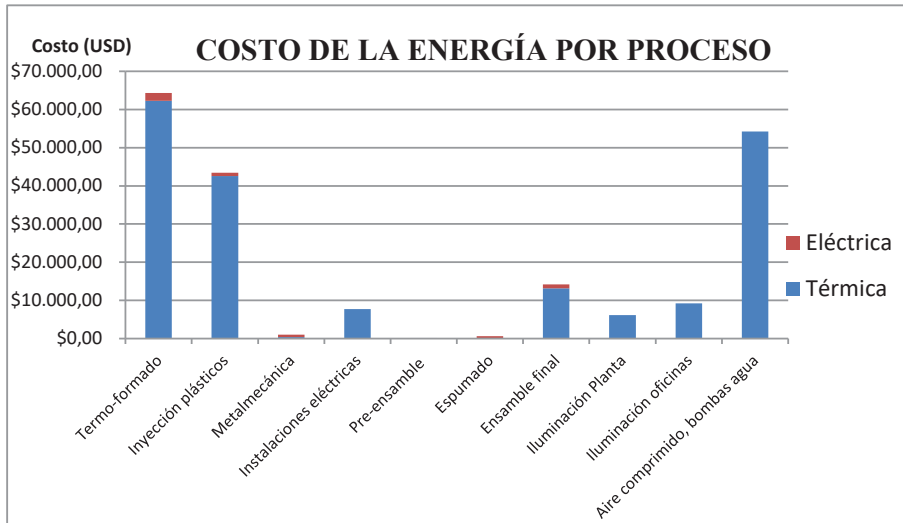


Figura 2.14. Costo de energía por proceso (USD/ año)
(Fuente: Cárdenas, 2016)

2.3. Diagnóstico

Con los datos obtenidos en las mediciones y después de haber realizado el análisis energético y verificado todas las posibles medidas que mejoren la eficiencia de las instalaciones, se evalúan los consumos reales de energía por área productiva, y se los ordena de mayor a menor, para identificar los principales consumidores

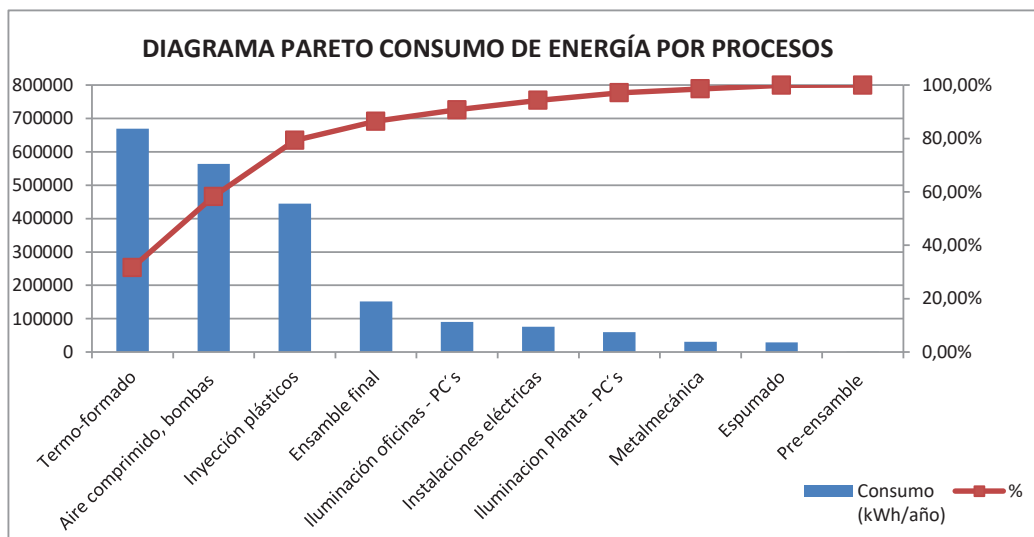


Figura 2.15. Diagrama de Pareto para el consumo de energía por proceso
(Fuente: Cárdenas, 2016)

Como se muestra en el diagrama de Pareto, los procesos que generan el mayor consumo de energía y serán sometidos a análisis son el termoformado, el aire comprimido y la

inyección de plásticos, no obstante, de presentarse oportunidades de mejora en otros procesos, serán también analizados en el desarrollo del siguiente capítulo.

En los años 2014 y 2015 el promedio de producción de artefactos es de 16414 unidades por año. Se usará este valor promedio para calcular los indicadores de consumo energético (kWh/ uni) y costo energético (USD/uni) por unidad producida en cada uno de los procesos. Estos resultados se los muestra en la tabla siguiente.

Tabla 2.37. Energía eléctrica consumida y costo de la energía por proceso productivo por unidad producida

| PROCESO PRODUCTIVO | CONSUMO ENERGÍA (kWh/UNI) | COSTO ENERGÍA (USD/UNI) |
|---|---------------------------|-------------------------|
| Termo-formado | 39,91 | \$ 3,92 |
| Inyección plásticos | 27,11 | \$ 2,65 |
| Metalmecánica | 1,46 | \$ 0,06 |
| Instalaciones eléctricas | 4,61 | \$ 0,47 |
| Pre-ensamble | 0,06 | \$ 0,01 |
| Espumado | 0,92 | \$ 0,04 |
| Ensamble final | 9,22 | \$ 0,86 |
| Iluminación Planta, computadores y refrigeradoras | 3,64 | \$ 0,37 |
| Iluminación oficinas, computadores y refrigeradoras | 5,51 | \$ 0,56 |
| Aire comprimido, bombas agua | 32,39 | \$ 3,30 |
| | 124,82 | \$ 12,24 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

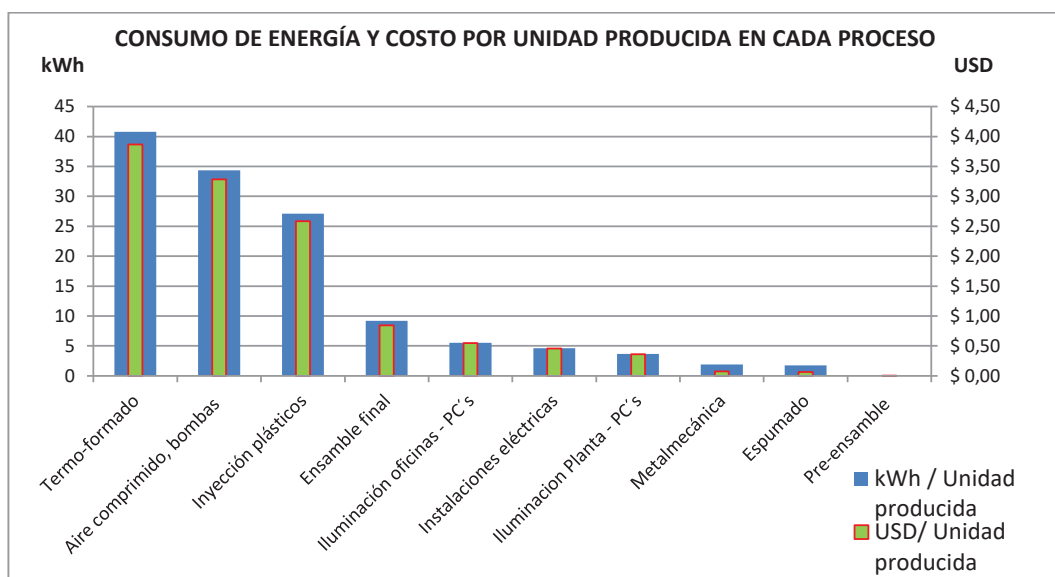


Figura 2.16. Consumo de Energía y Costo por unidad producida en cada proceso

(Fuente: Cárdenas, 2016)

3. PROPUESTA DE MEJORAS EN LAS INSTALACIONES DE LA EMPRESA ECUATORIANA DE ARTEFACTOS S.A.

En el presente capítulo se hace un completo análisis de las oportunidades de mejora encontradas luego de realizada la contabilidad energética, identificando los máximos consumidores por cada proceso, y enfocando en éstos la búsqueda de las oportunidades. Como se mencionó en el capítulo anterior, la energía utilizada en más del 90% es la eléctrica, de modo que es ahí donde se buscará la mayor cantidad de oportunidades.

3.1. Identificación de oportunidades de mejora

La identificación de las oportunidades de mejoras a realizarse debe enfocarse en lograr los siguientes objetivos:

- Reducción del consumo energético
- Disminución del costo de la energía
- Diversificación de la energía consumida hacia tecnologías más económicas, limpias y de menor impacto ambiental.
- Aumento de la eficiencia de equipos, sistemas, servicios, operaciones, procesos, etc.
- Implantación de mejoras económicamente viables.

A continuación se desarrolla por separado las medidas sugeridas en donde se ha percibido que existe una oportunidad de mejora, cuantificando individualmente las pérdidas de energía presentes en cada uno de los siguientes ítems:

- Pérdidas de energía eléctrica producida por sobrecalentamiento de conductores y elementos. (Informe termográfico)
- Pérdidas resistivas de potencia por efecto Joule en alimentadores (Informe de análisis de calidad de energía eléctrica)
- Pérdidas de potencia por presencia de armónicos (Informe de análisis de calidad de energía eléctrica)
- Pérdidas de energía por distribución no apropiada de turnos de trabajo
- Pérdidas de energía por lanzamiento de órdenes de producción con insuficientes unidades.
- Ahorro de energía por aumento de eficiencia en equipos y sistemas
- Ahorro de energía por uso de nuevas tecnologías

Pérdidas de energía eléctrica producida por sobrecalentamiento de conductores y elementos

Para calcular la pérdida de energía eléctrica producida por sobrecalentamiento de conductores y componentes eléctricos o pérdidas por efecto Joule, se usa el Anexo 6, Análisis Termográfico, cuyo resumen de los ítems a ser intervenidos se indicaron en la tabla 2.25. El método se basa en las siguientes ecuaciones:

$$R_n = \rho \cdot \frac{L}{A} \quad (3.1)$$

$$R_s = R_n \cdot (1 + \alpha(T_s - T_n)) \quad (3.2)$$

$$Pot_n = I_n^2 \cdot R_n \quad (3.3)$$

$$Pot_s = I_s^2 \cdot R_s \quad (3.4)$$

$$Perdidas\ Energía = \frac{Pot_s - Pot_n}{1000} \cdot t \quad (3.5)$$

En donde:

R_n y R_s : Resistencia a temperatura ambiente normal y en sobrecalentamiento respectivamente (Ohmios)

T_n y T_s : Temperaturas ambiente y de sobrecalentamiento de los conductores y componentes mostrados en la termografía (Celsius)

α =Coeficiente de dilatación térmica del cobre a 20°C, igual a 0,0039 °C⁻¹

ρ =Resistividad del cobre a 20°C, igual a 1,724x10⁻⁸ Ω.m

L= Longitud del conductor eléctrico (m)

A=Área del conductor eléctrico (m²)

Pot_n , Pot_s : Pérdidas de potencia por calentamiento normal (sin sobrecalentamiento) y máxima (con sobrecalentamiento) expresadas en Vatios.

I_n , I_s : Intensidad de corriente nominal, y en sobrecarga respectivamente (A)

t: tiempo expresado en horas

Pérdidas de energía: Pérdidas de energía eléctrica por sobrecalentamiento, expresado en kWh

Se considera únicamente las pérdidas de potencia referentes al sobrecalentamiento de los conductores y componentes sin considerar las pérdidas a condiciones normales. El cálculo de las pérdidas de energía se muestra en el anexo 8. En la tabla 3.1 se presenta

el resumen del cálculo de las pérdidas de energía por efecto Joule. Al tener instalada una potencia más alta que los otros procesos el termo-formado y la inyección de plásticos son los procesos que tienen más pérdidas de sobrecalentamiento como se muestra a continuación:

Tabla 3.1. Pérdida de energía eléctrica producida por sobrecalentamiento distribuida por procesos.

| PROCESOS | PERDIDAS NORMALES (W) | PÉRDIDAS SOBRE CALENTAMIENTO (W) | ENERGÍA PERDIDA POR SOBRE CALENTAMIENTO (kWh/año) | PERDIDA ENERGÍA POR UNIDAD PRODUCIDA (kWh) |
|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|---|--|
| TERMOFORMADO | 712,13 | 1305,20 | 1139 | 0,069 |
| INYECCIÓN PLÁSTICOS | 719,04 | 1916,28 | 2299 | 0,140 |
| COMPRESORES | 10,73 | 18,78 | 15 | 0,001 |
| PRE-ENSAMBLE | 289,29 | 308,44 | 37 | 0,002 |
| METALMECÁNICA | 0,00 | 0,00 | 0 | 0,000 |
| ILUM Y TOMAS OFICINAS | 32,70 | 51,30 | 36 | 0,002 |
| ILUM Y TOMAS PLANTA | 7,08 | 7,22 | 0 | 0,000 |
| | | | TOTAL | 0,215 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

Pérdidas técnicas de energía eléctrica en los alimentadores

Para calcular las pérdidas técnicas de energía eléctrica en los alimentadores se aplicará la metodología propuesta por Mentor Poveda (1999), que es aplicable a todos los sistemas con pérdidas resistivas por efecto Joule en líneas de transmisión, distribución, transformadores, redes secundarias y acometidas. El método de cálculo tradicional tiene un alto índice de error debido a las cargas no registradas. Éste método de cálculo de pérdidas se basa en la naturaleza de las pérdidas, las pérdidas resistivas se obtienen a partir de la relación cuadrática entre demanda horaria y demanda máxima en cada sistema. Las pérdidas en el núcleo de los transformadores no se relacionan con las variaciones de la demanda en las subestaciones y en los alimentadores de distribución primaria. El método utiliza los perfiles de carga registrados en los contadores electrónicos actuales

La pérdida de potencia resistiva en el instante i se calcula con la siguiente ecuación:

$$D_{RL-i} = \left(\frac{D_{Pi} \cdot \cos\phi_{max}}{D_{Pmax} \cdot \cos\phi_i} \right) \cdot D_{RL-max} \quad (3.6)$$

Y las pérdidas de energía totales se calculan con la siguiente expresión:

$$E_{perdidas} = \sum_{i=1}^n D_{RL-i} \cdot \Delta t \quad (3.7)$$

En donde:

- D_{RL-i} = Pérdidas resistivas de potencia en el instante i (kW)
- D_{RL-max} = Pérdidas resistivas de potencia a demanda máxima (kW)

- $\cos\phi_{\max}$ = Factor de potencia en demanda máxima
- $\cos\phi_i$ = Factor de potencia en el intervalo i
- $D_{P-\max}$ = Demanda máxima (kW)
- D_{P_i} = Demanda en el instante i (kW)
- E_{perdidas} = Perdidas de energía (kWh)
- Δt = Intervalo de demanda (h)

Los cálculos realizados muestran que la inyección de plásticos es el proceso que genera más pérdidas técnicas en los alimentadores (2639 kWh/año), seguida del pre-ensamble (986 kWh/año) y el compresor (315 kWh/año). Este hecho puede explicarse debido a que estas áreas son las que están más alejadas de las cámaras de transformación.

El proceso de cálculo es el siguiente:

$D_{P-\max}$, es la potencia máxima medida durante todo el periodo de análisis y se lo toma de las gráficas de potencia del anexo 4.

D_{P_i} es la potencia instantánea medida en el análisis, y se lo toma de las gráficas de potencia del anexo 4.

$\cos\phi_{\max}$ y $\cos\phi_i$ son los factores de potencia máximo e instantáneo respectivamente, y se los toma de las gráficas de potencia del anexo 4.

$D_{RL-\max}$ son las pérdidas resistivas y se las calcula con la ecuación:

$$D_{RL-\max} = I_{rms}^2 \cdot R \quad (3.8)$$

Donde R es la resistencia de los alimentadores, que se los calcula en el anexo 4.

Como Δt se utiliza el intervalo de las mediciones realizadas con el analizador de energía que fue de 10 minutos. La tabla 3.2 muestra los resultados obtenidos:

Tabla 3.2. Pérdidas técnicas de energía eléctrica en los alimentadores distribuida por procesos.

| PROCESOS | $\Sigma D_{RLi} \times \Delta t$ por turno (kWh) | $\Sigma D_{RLi} \times \Delta t$ (año) (kWh) | PÉRDIDAS ENERGÍA POR UNIDAD PRODUCIDA (kWh) |
|----------------------------|--|--|---|
| TERMOFORMADO | 2,829 | 679,01 | 0,0414 |
| INYECCIÓN PLÁSTICOS | 10,996 | 2639,04 | 0,1608 |
| COMPRESORES | 1,314 | 315,26 | 0,0192 |
| PRE-ENSAMBLE | 4,108 | 985,94 | 0,0601 |
| METAL-MECÁNICA | 1,235 | 296,30 | 0,0181 |
| ILUMINACIÓN Y TOMAS | | | |
| OFICINAS | 0,139 | 33,42 | 0,0020 |
| ILUMINACIÓN Y TOMAS PLANTA | 0,174 | 41,78 | 0,0025 |
| | | TOTAL | 0,3041 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

Pérdidas de potencia por presencia de armónicos

Para calcular las pérdidas de energía eléctrica por presencia de Corrientes Armónicas en baja tensión se utilizarán dos metodologías para sistemas con barra de neutro (conexión estrella) y para sistemas si barra de neutro (conexión triangulo).

- **Sistemas con barra de neutro**

Para los sistemas con neutro, se utilizará la metodología propuesta por F. di Mauro, Suarez, Anault, R. di Mauro y Agüero (2011), que señala que en un sistema trifásico desbalanceado, aparece la corriente de neutro que provoca las pérdidas de potencia eléctrica, y es aplicable en el caso de armónicos impares y donde el de tercer orden es el más preponderante. La ecuación que define una relación entre la corriente de neutro y la corriente de fase es la siguiente:

$$\frac{I_N}{I_F} = 3 \frac{THD}{\sqrt{1+THD^2}} \quad (3.9)$$

$$E_{perd} = \frac{V \cdot I_N \cdot \cos\phi \cdot \Delta t}{1000} \quad (3.10)$$

En donde:

- I_N = Corriente de neutro (A)
- I_F = Corriente de fase (A)
- THD= distorsión armónica total en corriente (%)
- E_{perd} = Energía perdida por armónicos (kWh)
- V= Voltaje promedio fase a fase
- $\cos\phi$ = Factor de potencia en el intervalo
- Δt = Intervalo de demanda (horas)

A continuación se muestra el cálculo total de las pérdidas de energía por presencia de armónicos, donde se observa que las pérdidas de energía en iluminación en oficinas y planta son de 11850 y 11193 kWh/año respectivamente, debido a la utilización en su mayoría de cargas no lineales como los tubos fluorescentes.

Tabla 3.3. Pérdidas de energía eléctrica por presencia de armónicos distribuida por procesos.

| PROCESOS | ENERGÍA PERDIDA (kWh/ turno) | ENERGÍA PERDIDA (kWh/ año) | PÉRDIDAS ENERGÍA POR UNIDAD PRODUCIDA (kWh) |
|------------------------------|------------------------------|----------------------------|---|
| ILUMINACIÓN Y TOMAS OFICINAS | 49,369 | 11849 | 0,722 |
| ILUMINACIÓN Y TOMAS PLANTA | 46,636 | 11193 | 0,682 |
| | | TOTAL | 1,404 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

- **Sistemas sin barra de neutro**

Para los sistemas sin barra de neutro, se calculará la reducción de I_{rms} en los procesos que las mediciones de la tabla 2.19 indiquen que se está incumpliendo la norma, (ítems 3, 5, 8 y 9). El límite de distorsión armónica en corriente es del 15%, por tanto se calculará el valor correspondiente de I_{rms} para un THDi de entre 8-10%, que reduzca la pérdida de potencia, utilizando las siguientes ecuaciones:

$$I_{rms} = \sqrt{I_1^2 + I_3^2 + I_5^2 + I_7^2 + \dots} \quad (3.11)$$

$$THD_i\% = \frac{\sqrt{I_3^2 + I_5^2 + I_7^2 + \dots}}{I_1} \quad (3.12)$$

En donde:

I_{rms} = valor eficaz de la corriente

I_n = Valores de la corriente en los n armónicos

THDi%= Distorsión armónica total en corriente

Variando los valores de I_n se busca un THDi% objetivo del 8%, y con estos valores se recalcula el I_{rms} utilizando el método indicado en el numeral 3.1.2 y con las ecuaciones 3.6 y 3.7, se determina las pérdidas de potencia en los conductores por efecto de los armónicos, cuyos resultados se resumen en la tabla 3.4.

Tabla 3.4. Pérdidas de energía eléctrica por presencia de armónicos distribuida por procesos.

| PROCESOS | ENERGÍA PERDIDA (kWh/ turno) | ENERGÍA PERDIDA (kWh/ año) | PÉRDIDAS ENERGÍA POR UNIDAD PRODUCIDA (kWh) |
|---------------------|------------------------------|----------------------------|---|
| TERMOFORMADO | 142,3 | 34152 | 2,081 |
| INYECCIÓN PLÁSTICOS | 43,507 | 10442 | 0,1636 |
| COMPRESORES | 0 | 0 | 0 |
| PRE-ENSAMBLE | 0 | 0 | 0 |
| METAL-MECÁNICA | 0 | 0 | 0 |
| | | TOTAL | 4,1206 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

Pérdidas de energía por distribución inapropiada de turnos de trabajo

La distribución inapropiada de turnos de trabajo en algunos procesos genera demasiados tiempos muertos tanto de horas máquina como de horas hombre.

Hay equipos que necesitan un precalentamiento de 2 y hasta 3 horas antes de empezar a producir, y éste proceso es realizado diariamente para cubrir un turno de 8 horas de trabajo, por lo cual la producción neta baja a 5 o 6 horas diarias.

A continuación se describen los procesos que necesitan un precalentamiento antes de empezar la producción, y en los cuales es factible realizar una redistribución de turnos de trabajo para mejorar la eficiencia.

Tabla 3.5. Procesos productivos que requieren precalentamiento de máquinas, escenario actual

| PROCESO | HORAS PRE-CALENTAMIENTO | TOTAL HORAS POR DÍA | % HORAS PRODUCIDAS | UNIDADES PROMEDIO DIARIO | CONSUMO ENERGÍA DIARIO (kWh) | CONSUMO ENERGÍA POR UNIDAD (kWh) |
|---------------------------------|-------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Termoformado | | | | | | |
| Laminado | 3,00 | 8,00 | 63% | 68,39 | 844 | 12,34 |
| Inyección Inyectoras 1, 2, 3, 4 | 2,00 | 8,00 | 75% | 68,39 | 1739 | 25,43 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

El laminado puede hacerse en turnos de 16 horas máximo, sin extenderlo más para evitar recalentamiento de la máquina. El proceso de inyección plástica se lo puede extender a turnos de 24 horas, de lunes a viernes, haciendo un calentamiento de 2 horas únicamente el lunes. Con estas consideraciones, se estima el ahorro energético mostrado en la siguiente tabla:

Tabla 3.6. Procesos productivos que requieren precalentamiento de máquinas, escenario futuro

| PROCESO | HORAS PRE-CALENTAMIENTO | TOTAL HORAS POR DÍA | % HORAS PRODUCIDAS | UNIDADES PROMEDIO DIARIO | CONSUMO ENERGÍA DIARIO (kWh) | CONSUMO ENERGÍA POR UNIDAD (kWh) |
|-----------------------|-------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Termoformado | | | | | | |
| Laminado | 3,00 | 16,00 | 81% | 177,8 | 1688 | 9,49 |
| Inyectoras 1, 2, 3, 4 | 2,0 (Solo los lunes) | 24,00 | 98% | 269 | 5217 | 19,39 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

Los resultados de la tabla anterior indican que el consumo de energía para el proceso de termoformado puede ser reducido en un 23% (2,85 kWh/uni) si se crea un segundo turno que operaría mientras se requiera fabricar lamina plástica. En el proceso de inyección plástica el ahorro es de 23.8% (6,04 kWh/uni) si se labora en tres turnos. Los aumentos de turno en las dos áreas no son permanentes, sino que se aplicarían el tiempo que tome en completar la producción planificada (1 o dos semanas/mes) ya que el interés de esta propuesta no es subir la producción, sino aprovechar eficientemente las máquinas.

Pérdidas de energía por lanzamiento de órdenes de producción con unidades insuficientes

Uno de los aspectos en donde se genera muchas pérdidas de energía es el lanzamiento de órdenes de producción con insuficiente cantidad de artefactos. En el año 2015, y en lo que transcurre del 2016 con el objetivo de surtir a las cadenas distribuidoras se lanzan

órdenes de producción de 200 e incluso de 100 unidades, lo que genera ineficiencias en todos los procesos. El cambio de modelo requiere un tiempo de adaptación y prueba de máquinas y moldes, que varía por cada proceso según lo indicado en la figura siguiente:

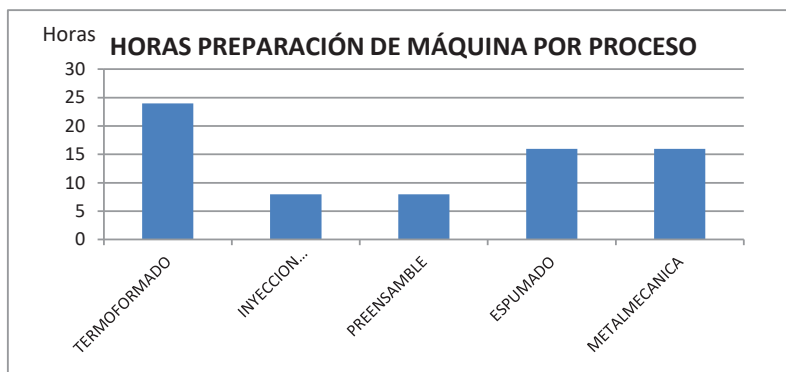


Figura 3.1. Horas empleadas en adaptar las máquinas en los cambios de modelo
(Fuente: Cárdenas, 2016)

Si se calcula la energía consumida por unidad producida, para las órdenes de producción de 100, 200, 1000 y 1500 uni, se tiene los siguientes resultados:

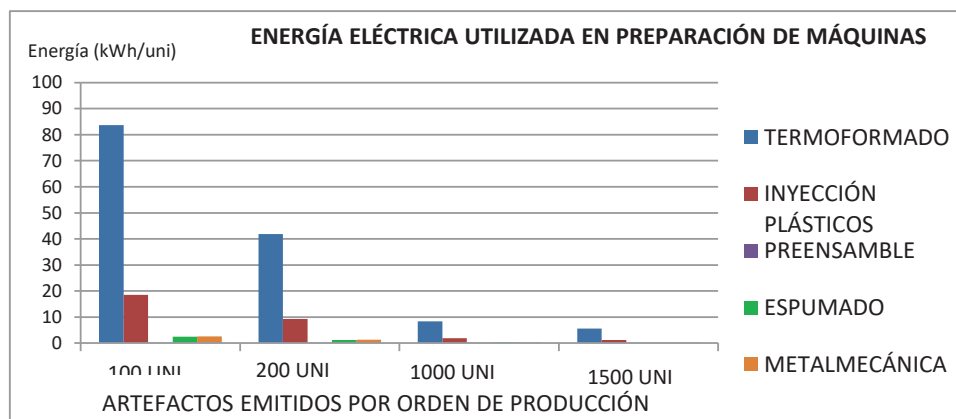


Figura 3.2. Energía Eléctrica consumida en preparación de máquinas por cambio de modelo
(Fuente: Cárdenas, 2016)

Tabla 3.7. Comparación de la energía consumida por preparación de máquina por cambio de modelo para órdenes de producción de 100, 200, 1000 y 1500 unidades

| PROCESOS | HORAS PREPARACIÓN MAQUINA | ENERGÍA CONSUMIDA EN PREPARACIÓN (kWh) | ORDEN DE 100 UNI (kWh/uni) | ORDEN DE 200 UNI (kWh/uni) | ORDEN DE 1000 UNI (kWh/uni) | ORDEN DE 1500 UNI (kWh/uni) |
|---------------------|---------------------------|--|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Termoformado | 24,000 | 8372,64 | 83,7264 | 41,8632 | 8,3726 | 5,5818 |
| Inyección plásticos | 8,000 | 1854,14 | 18,5414 | 9,2707 | 1,8541 | 1,2361 |
| Pre-ensamble | 8,000 | 4,20 | 0,0420 | 0,0210 | 0,0042 | 0,0028 |
| Espumado | 16,000 | 241,08 | 2,4108 | 1,2054 | 0,2411 | 0,1607 |
| Metalmecánica | 16,000 | 256,60 | 2,5660 | 1,2830 | 0,2566 | 0,1711 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

Se compara el ahorro de energía eléctrica que se tendría del promedio actual (1000 uni), con respecto a un incremento en la cantidad de artefactos a 1500 unidades, que representan aproximadamente una orden de producción por cada mes.

Tabla 3.8. Ahorro de energía eléctrica por aumento de órdenes de 1000 a 1500 unidades

| PROCESOS | AHORRO ENERGÍA ELÉCTRICA (kWh/uni) |
|---------------------|------------------------------------|
| Termoformado | 2,791 |
| Inyección plásticos | 0,618 |
| Compresores | 0,000 |
| pre-ensamble | 0,001 |
| Espumado | 0,080 |
| Metalmecánica | 0,086 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

La cantidad de artefactos sugerida de 1500 unidades es lo máxima que se puede lanzar en una orden sin correr el riesgo de ocasionar los siguientes problemas:

- Exceso de inventario en producto terminado de una sola referencia
- Consumo excesivo de stocks de partes y piezas de un solo modelo, creándose un desabastecimiento para repuestos y servicio técnico.
- Defectos de calidad, debidos a la des-calibración de las máquinas.

Aumento de eficiencia en equipos y sistemas

En esta sección se analizará cada una de las herramientas, equipos y sistemas utilizados en cada proceso y se buscará las oportunidades de mejora de eficiencia utilizando los mismos equipos o buscando otros disponibles en la planta con menor consumo de energía. Se hará un rediseño del sistema de iluminación en oficinas y planta, aumentando o disminuyendo luminarias de ser el caso.

- **Termoformado. Sustitución de perforado en caliente por frío**

En el proceso de termoformado se utiliza la perforadora de plásticos “Bottini”, para todos los refrigeradores domésticos. Muchos de los punzones metálicos se han deteriorado o perdido, y han sido reemplazados por plantillas de corte calentadas en resistencias eléctricas de 1500W, como se muestra en la figura 3.3.



Figura 3.3. Perforación de tanques y piezas plásticas (a) Proceso en caliente. (b) Proceso en frío
(Fuente: Fotografías ECASA, 2016)

La energía consumida en promedio por la “Botini” es 154 kWh/día. (Anexo 2). Si la perforadora tiene punzones incompletos el consumo de energía es el mismo, porque los cilindros accionan, y realizan las perforaciones incompletas, debiendo posteriormente usarse las resistencias eléctricas, por tanto este consumo de energía es un exceso que puede eliminarse reparando los punzones metálicos.

Si se repone los troqueles rotos o deteriorados, se puede ir eliminando paulatinamente las resistencias eléctricas, lo que representaría un ahorro de 24 kWh/día, tal y como se muestra en la tabla 3.9

Tabla 3.9. Ahorro de energía eléctrica por eliminación de plantillas de perforación caliente

| EQUIPO | POTENCIA INDIVIDUAL (kW) | USO DIARIO (h) | CONSUMO DIARIO (kWh/día) | CONSUMO DIARIO (kWh/unid) |
|------------------------------|--------------------------|----------------|--------------------------|---------------------------|
| PERFORADORA BOTINNI | 27 | 6 | 154 | 2,25 |
| 4 RESISTENCIAS CALENTAMIENTO | 1,5 | 4 | 24 | 0,35 (Adicional) |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

- **Inyección plásticos. Mantenimiento preventivo moldes de inyección**

En el proceso de Inyección de plásticos existe un promedio de 30 moldes por cada artefacto, la mayoría de los cuales tienen más de 7 años de uso continuo en ECASA, y a las que se les hace únicamente mantenimiento correctivo. Actualmente hay un porcentaje de rechazo de piezas plásticas de un **7,42%** en promedio, por problemas de rayones, rechupes y otros defectos ocasionados por la falta de un mantenimiento preventivo. Esto se refleja en un consumo adicional de energía que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3.10. Ahorro de energía eléctrica por ejecución de mantenimiento preventivo en los moldes de inyección

| CONDICIONES | ESCENARIO ACTUAL (CON 7,42% RECHAZO) | ESCENARIO FUTURO (CON 1% RECHAZO) |
|----------------------------------|---|--------------------------------------|
| PRODUCCIÓN TOTAL DIARIA | 73,9 | 73,9 |
| RECHAZO POR NO CONFORMIDAD | 5,5 | 0,8 |
| PRODUCCIÓN CONFORME PROMEDIO | 68,4 | 73,1 |
| CONSUMO ENERGÍA POR UNIDAD (kWh) | 27,11 | 25,35 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

Actualmente hay un rechazo diario promedio de 5,5 unidades, lo que significa más de 100 piezas diarias en mal estado, que son reprocesadas. Con un mantenimiento preventivo a todos los moldes se estima alcanzar el 1% de producto no conforme, o 1,76 kWh por artefacto producido de ahorro.

- **Ensamble Final. Reemplazo de atornilladores neumáticos por atornilladores eléctricos**

El proceso de pre-ensamble y ensamble utiliza atornilladores neumáticos a lo largo de toda la línea. Para reducir el uso del compresor se está cambiando las herramientas neumáticas por atornilladores eléctricos de 280W, lo cual incrementa el consumo de energía, pero de manera global, la reducción del uso del compresor compensa esta energía invertida. En la tabla 3.11 se muestra la cantidad de atornilladores reemplazados los cuales consumen 23,6 kWh diarios.

Tabla 3.11. Consumo de energía eléctrica por uso de atornilladores eléctricos

| EQUIPO | ATORNILLADORES ELÉCTRICOS | POTENCIA INDIVIDUAL (W) | USO DIARIO (h) | CONSUMO ENERGÍA (kWh/día) | CONSUMO POR UNIDAD (kWh/uni) |
|-------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------|---------------------------|------------------------------|
| PRE-ENSAMBLE | 6 | 280 | 2,4 | 4,032 | 0,059 |
| SUB-ENSAMBLE | 3 | 280 | 2 | 1,68 | 0,025 |
| ENSAMBLE FINAL- LINEA 1 | 12 | 280 | 4 | 13,44 | 0,197 |
| ENSAMBLE FINAL- LINEA 2 | 4 | 280 | 4 | 4,48 | 0,066 |
| | | TOTAL | | 23,632 | 0,346 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

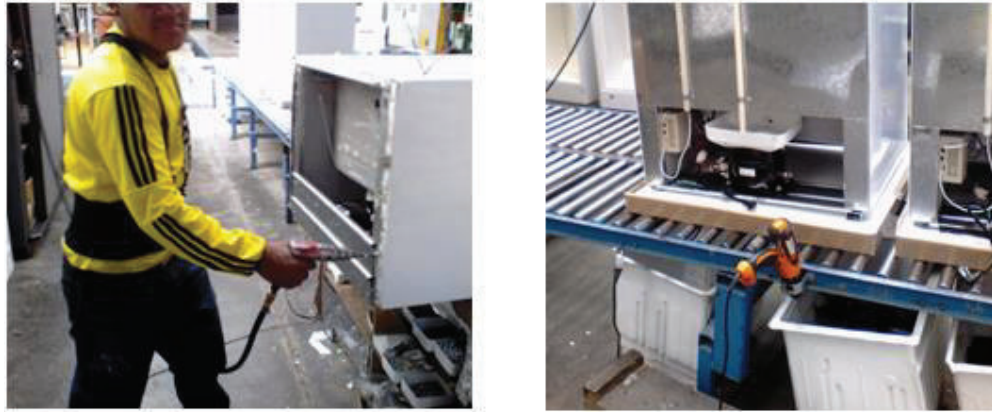


Figura 3.4. Reemplazo de atornilladores neumáticos por atornilladores eléctricos de 280W
(Fuente: Fotografías ECASA,2016)

- **Sistemas de iluminación. Redistribución de luminarias**

En los sistemas de iluminación tanto de la planta como de las oficinas se buscará las oportunidades de reducción de consumo de energía eléctrica eliminando lámparas, o redistribuyendo las luminarias existentes para obtener los niveles de iluminancia recomendados por la norma IESNA. En el anexo 5 se muestra todos los ítems (oficinas o secciones) en donde existe exceso de iluminación, y en los cuales se hará la eliminación de luminarias. En el anexo 1, se muestra el plano de las oficinas con la distribución actual de luminarias, el cual será modificado con la nueva propuesta de reducción. En las oficinas se utiliza lámparas dobles de 40 y 32W y con la nueva distribución se reducen 53 lámparas de 40W y 9 de 32W con lo que se consigue un ahorro de 24 kWh/día. En la planta haciendo una redistribución similar se obtiene un ahorro de 17,8 kWh/día como se lo muestra en la tabla 3.12.

Tabla 3.12. Reducción de luminarias en oficinas y planta, reducción en consumos energéticos

| LUMINARIAS | OFICINAS (10 h USO) | | | | PLANTA (8 h USO) | | | |
|----------------------------|---------------------|--------|--------------------------|---------------------------|------------------|--------|--------------------------|---------------------------|
| | ACTUAL | FUTURO | AHORRO ENERGÍA (kWh/día) | AHORRO ENERGÍA (kWh/Unid) | ACTUAL | FUTURO | AHORRO ENERGÍA (kWh/día) | AHORRO ENERGÍA (kWh/Unid) |
| Lámparas fluorescentes 40w | 228 | 175 | 21,2 | 0,310 | 40 | 33 | 2,8 | 0,041 |
| Lámparas fluorescentes 32w | 25 | 16 | 2,88 | 0,042 | 0 | 0 | 0 | 0,000 |
| Lámparas halógenas 250w | 0 | 0 | 0 | 0,000 | 30 | 24 | 15 | 0,219 |
| TOTALES | | | 24,08 | 0,352 | | | 17,80 | 0,260 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

Ahorro de energía por uso de nuevas tecnologías

El alto costo de las nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia energética y el bajo interés de la dirección de las empresas son una barrera para su implementación. Para lograr que las empresas inviertan en nuevas tecnologías con bajo consumo de energía eléctrica se debe enfocar el proyecto al aumento de productividad o a la fabricación de nuevos modelos y otros beneficios relacionados con la producción. En esta sección se explica las estrategias utilizadas por la empresa ECASA para invertir en nuevas tecnologías.

- **Análisis del reemplazo de las termoformadoras Brown 1 y 3 por una nueva termoformadora**

Se solicitó la cotización de una nueva máquina de termoformado, con capacidad suficiente para reemplazar a las termoformadoras 1 y 3. El desarrollo de 2 nuevas refrigeradoras de 15 y 21 pies³ requieren moldes más grandes que no caben en las maquinas antiguas. La empresa china King Power, fabricante de maquinaria para refrigeración envió la hoja técnica y proforma de un equipo de simple estación (Anexo 7.1), que tiene las siguientes características:

- Área de termoformado máxima: 1000 x 2000 mm
- Potencia máxima: 280 kW
- Ciclo de trabajo: 160 s/ unidad (Sin considerar carga y descarga manual, que son 80 s adicionales)

Para calcular el ahorro de energía al instalar la nueva termoformadora se parte del promedio de unidades diarias producidas con las maquinas actuales (68,4 uni). La nueva máquina tiene un ciclo total de 240 s/ unidad, por tanto para mantener la producción de 68,4 uni deberá trabajar un promedio de 4,56 horas en el día, a diferencia de las 8 horas que trabajan las máquinas actuales.

Tabla 3.13. Comparación de consumos energéticos antes y después de reemplazar las termoformadoras 1 y 3

| SUB-PROCESO | ACTUAL (8 HORAS/TURNO) | | | FUTURO (4,56 HORAS/TURNO) | | |
|-----------------------|------------------------------|-------------------------|--|---------------------------|-------------------------|--|
| | UNIDADES PRODUCIDAS PROMEDIO | ENERGÍA CONSUMIDA (kWh) | ENERGÍA CONSUMIDA POR UNIDAD (kWh/uni) | UNIDADES PROMEDIO | ENERGÍA CONSUMIDA (kWh) | ENERGÍA CONSUMIDA POR UNIDAD (kWh/uni) |
| TERMOFORMA DO TANQUES | 68,39 | 1946,9 | 28,47 | 68,39 | 1094,4 | 16,00 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)



Figura 3.5. Reemplazo de Termoformadoras Brown (a) por una simple estación de King Power (b)
(Fuente: Fotografías ECASA, 2016)

- **Reemplazo de compresor de Pistón por un compresor inverter**

El compresor que usa ECASA actualmente es un compresor de pistón de 300 kW, de velocidad constante, que trabaja al 100% aunque el requerimiento de caudal de aire comprimido sea mínimo, debido al daño en el sistema del control de presión automática. Este compresor tiene paradas semanales para mantenimiento correctivo, ocasionando pérdidas de producción y alto consumo de energía, ya que el equipo está sobrecalentado.

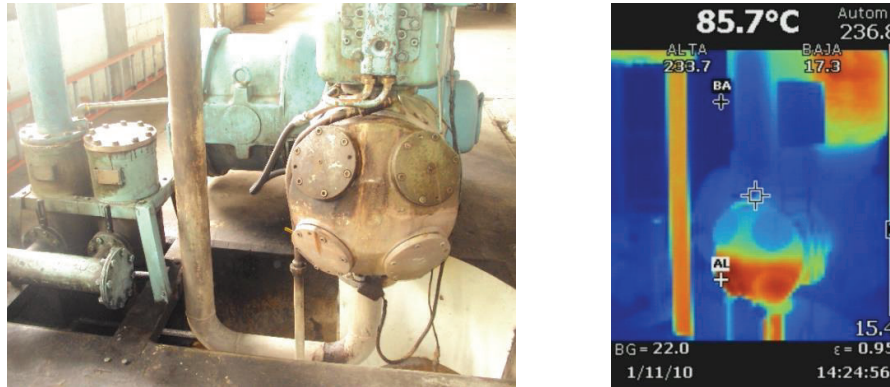


Figura 3.6. Termografía del compresor de pistón actual, se puede ver el sobrecalentamiento.
(Fuente: Fotografías ECASA, 2016)

Junto a este compresor se halla instalado un compresor Atlas Copco GA 315 VSD, de Velocidad variable el cual está fuera de servicio por un daño electrónico irreversible en el sistema de control desde hace dos años, no obstante se está analizando ponerlo en marcha, con lo cual se reduciría el consumo de energía debido a que este compresor consume una potencia proporcional al requerimiento de aire comprimido en la planta. La reparación de este compresor se la va a realizar usando la garantía del equipo.



Figura 3.7. Compresor Atlas Copco GA 315 VSD
(Fuente: Fotografías ECASA, 2016)

Tabla 3.14. Datos técnicos compresor Atlas Copco GA315 VSD

| CONSUMO POTENCIA (kW) | CAPACIDAD (CFM) |
|------------------------------|------------------------|
| 395,8 Max | 1923 |
| 347,4 | 1704 |
| 314,8 | 1550 |
| 284,2 | 1394 |
| 223,6 | 1075 |
| 107,8 Min | 418 |

(Fuente: Hoja técnica Atlas Copco, 2016)

La tabla anterior muestra la potencia real consumida por el compresor, en función del caudal de aire comprimido entregado por el equipo. Para determinar la potencia a la que trabajaría el compresor inverter se calcula el consumo de aire requerido por todos los procesos productivos. El resultado es de 640 CFM, y con un factor de seguridad de 1,25 se puede estimar el caudal en 800 CFM

Tabla 3.15. Consumo de aire comprimido por secciones

| PROCESO PRODUCTIVO | CONSUMO AIRE COMPRIMIDO (CFM) |
|---------------------------|--------------------------------------|
| Termo-formado | 353 |
| Inyección plásticos | 12.5 |
| Metalmecánica | 107 |
| Instalaciones eléctricas | 46 |
| Pre-ensamble | 41 |
| Espumado | 48 |
| Ensamble final | 32 |
| Totales | 639.5 +25% = 800 CFM |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

De acuerdo a lo mostrado en la hoja técnica del compresor, se obtienen 800 CFM con un consumo de potencia de 180kW. Al convertir esta potencia a consumo de energía por unidad producida se obtiene un valor de 21,06 kWh, lo que indica que hay una reducción de consumo de 13,29 kWh por unidad producida (39%)

Tabla 3.16. Comparación de consumos energéticos antes y después de reparar el compresor de velocidad variable

| PROCESO | ENERGÍA CONSUMIDA (kWh) | UNIDADES PRODUCIDAS PROMEDIO | ENERGÍA CONSUMIDA POR UNIDAD (kWh/uni) |
|------------------------------|-------------------------|------------------------------|--|
| COMPRESOR ACTUAL DE PISTÓN | 2349,54 | 68,39 | 34,35 |
| COMPRESOR VELOCIDAD VARIABLE | 1440,00 | 68,39 | 21,06 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

3.2. Cuantificación de los ahorros energéticos

A continuación se realiza una sumatoria total de todos los ahorros energéticos estimados en todas las oportunidades de ahorro descritas en los numerales anteriores utilizando el mismo indicador que se lo ha manejado a lo largo de todo el proceso (kWh / uni) . Esta reducción estimada de costos se la compara con el consumo de energía actual para determinar el porcentaje de ahorro de energía y el ahorro económico que representaría anualmente a la empresa. Estos resultados se los muestra en la tabla 3.17 y 3.18.

Tabla 3.17. Matriz de cuantificación de ahorros energéticos por mejoras en cada proceso

| DESCRIPCIÓN AHORRO | TERMOFORMADO | COMPRESOR | INYECCIÓN | ENSAMBLE FINAL | ILUM OFICINAS | ILUM PLANTA | METAL MECÁNICA | PRE ENSAMBLE |
|--|--------------|--------------|--------------|----------------|---------------|--------------|----------------|---------------|
| -Sobre calentamiento conductores | 0,069 | 0,001 | 0,14 | 0,000 | 0,002 | 0 | 0 | 0,002 |
| -Pérdidas técnicas en alimentadores | 0,0385 | 0,0192 | 0,1608 | 0,000 | 0,002 | 0,0025 | 0,0181 | 0,060 |
| -Por presencia de armónicos | 2,081 | 0 | 0,1636 | 0,000 | 0,722 | 0,682 | 0 | 0 |
| -Distribución turnos de trabajo | 2,85 | 0 | 6,03 | 0,000 | 0,000 | 0 | 0 | 0,000 |
| -Cambio ordenes producción | 2,791 | 0 | 0,618 | 0,000 | 0,000 | 0 | 0,086 | 0,001 |
| -Aumento de eficiencia en equipos y sistemas | 0,35 | 0 | 1,76 | -0,263 | 0,352 | 0,26 | 0 | -0,084 |
| -Uso de nuevas tecnologías | 12,47 | 13,29 | 0 | 0,000 | 0,000 | 0 | 0 | 0,000 |
| kWh / unidad | 20,65 | 13,31 | 8,872 | -0,263 | 1,078 | 0,945 | 0,104 | -0,021 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

Tabla 3.18. Resumen de ahorro energético por unidad producida por cada proceso (kWh / unidad)

| DESCRIPCIÓN AHORRO | CONSUMO ACTUAL (kWh/unid) | OPORTUNIDADES DE AHORRO (kWh/unid) | CONSUMO ESPERADO (kWh/unid) |
|-----------------------------|---------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Termo-formado | 39,91 | 20,650 | 19,259 |
| Aire comprimido, bombas | 32,39 | 13,310 | 19,080 |
| Inyección plásticos | 27,11 | 8,872 | 18,238 |
| Ensamble final | 9,22 | -0,263 | 9,481 |
| Iluminación oficinas - PC's | 5,51 | 1,078 | 4,432 |
| Instalaciones eléctricas | 4,61 | 0 | 4,606 |

| | | | |
|----------------------------|---------------|--------------|--------------|
| Iluminacion Planta - PC's | 3,64 | 0,945 | 2,696 |
| Metalmecánica | 1,46 | 0,104 | 1,351 |
| Espumado | 0,92 | 0 | 0,921 |
| Pre-ensamble | 0,06 | -0,021 | 0,082 |
| TOTAL (kWh/ unidad) | 124,82 | 44,67 | 80,15 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

En la figura 3.8 se indica la comparación del consumo de energía actual con el consumo de energía futuro. Los tres procesos que consumen mayor energía muestran una reducción notable con respecto al consumo actual. En el termoformado la reducción de consumo de energía es del 52%. En el aire comprimido la reducción es del 41,1% y en la inyección del 32,7%. En los otros procesos el total de la reducción es del 7,3%. El promedio total de reducción de consumo es de 35,8% de con respecto al valor actual.

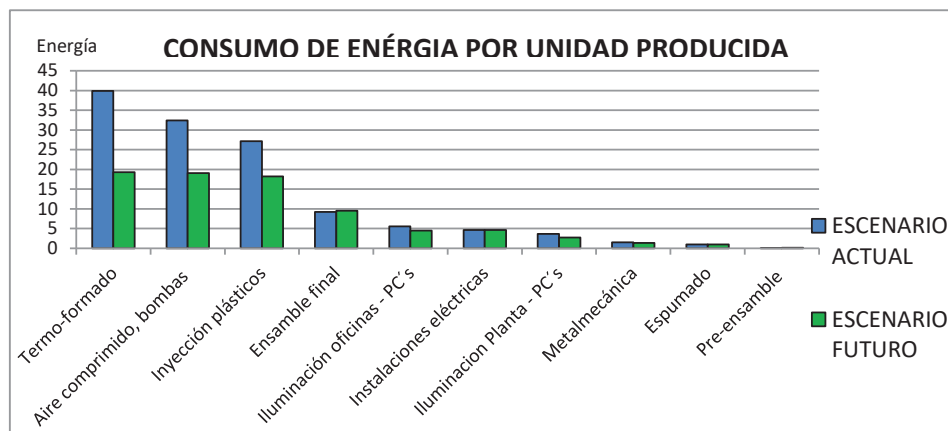


Figura 3.8. Consumo de energía por unidad producida esperado, con las oportunidades de mejora.

(Fuente: Cárdenas, 2016)

Esta reducción de consumo de energía eléctrica expresada en costos mensuales es de \$6.185,35. La reducción anual es de \$73.554,19 lo cual representa \$4,48 de reducción de costo en cada unidad producida.

Tabla 3.19. Ahorros totales debido a las oportunidades de mejora encontradas, escenarios actual y futuro

| DESCRIPCIÓN | ACTUAL | FUTURO | AHORRO |
|--|---------------|---------------|--------------|
| Consumo energía por unidad producida | 124,82 | 80,15 | 44,67 |
| Consumo mensual energía eléctrica (kWh) | 160020 | 98913 | 61108 |
| Costo Mensual de Energía Eléctrica (USD) | \$ 16.322,08 | \$ 10.089,10 | \$ 6.232,98 |
| Costo Anual de Energía Eléctrica (USD) | \$ 195.864,97 | \$ 121.069,17 | \$ 74.795,80 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

La figura 3.9 ilustra la reducción de consumo de energía eléctrica en kWh mensuales y anuales, y la reducción de costos de energía en USD mensuales y anuales.

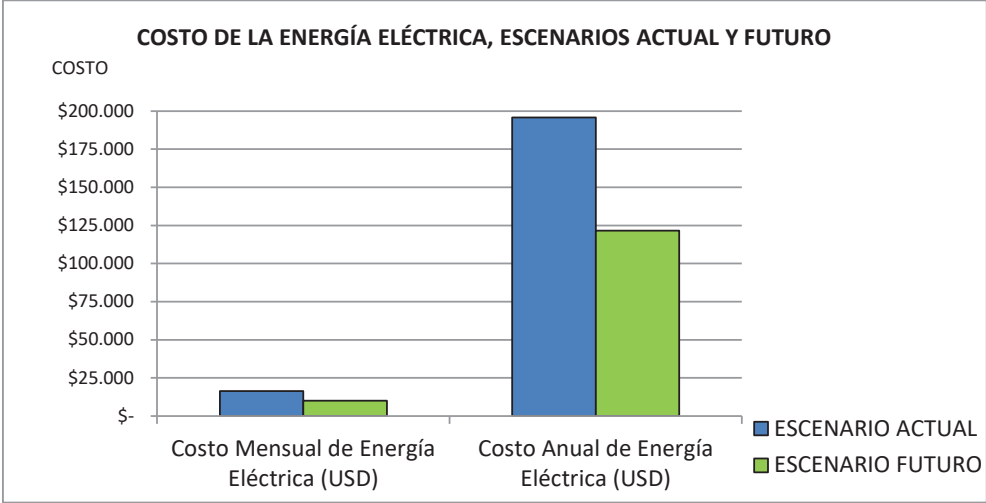


Figura 3.9. Ahorro en los costos de la energía eléctrica con las oportunidades de mejora.

(Fuente: Cárdenas, 2016)

4. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS BENEFICIOS EN ECASA

Antes de hacer las implantaciones de las mejoras en la empresa, se debe desarrollar cada una de las medidas analizando las siguientes variables:

- Posición actual, descripción del sistema de referencia y su uso energético.
- Situación futura tras la implantación de la mejora
- Ahorro energético previsto anualmente
- Ahorro económico previsto anualmente
- Cuantificación de las reducciones de emisión de CO₂
- Determinación de la inversión precisa y tiempo de retorno

Las medidas propuestas de ahorro llevan asociadas una inversión, por lo cual se clasifican en las siguientes (Fernández, 2011):

- Elevado ahorro energético porcentual y baja inversión
- Bajo ahorro energético y baja inversión.
- Elevado ahorro energético porcentual y alta inversión

4.1. Eliminación de pérdidas por sobrecalentamiento de conductores y elementos

Para eliminar las pérdidas por sobrecalentamiento de conductores y elementos eléctricos por efecto Joule se propone hacer un reajuste total de conexiones en los tableros y sub-tableros en donde se detectó los puntos calientes con la termografía, un reforzamiento de la acometida y de las barras de distribución en donde sea requerido y un balanceo de cargas. En el Anexo 9.1 se presenta un detalle de las modificaciones a realizar en cada uno de los tableros, así como la descripción y costo unitario de los componentes a cambiarse o aumentarse. La tabla 4.1 muestra un resumen de la medida diagnosticada.

Tabla 4.1. Modificaciones a realizarse en los tableros para eliminación de pérdidas por sobrecalentamiento

| PROCESOS | MEDIDA SUGERIDA | AHORRO ENERGÉTICO ANUAL (kWh/AÑO) | AHORRO ECONÓMICO ANUAL (USD/AÑO) | DISMINUCIÓN EMISIONES CO ₂ (T/AÑO) | INVERSIÓN (USD) | PERIODO DE RETORNO (AÑOS) |
|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|
| Termoformado | Aumento calibre cables balanceo y | 1138,70 | \$ 125,26 | 0,58 | \$ 43,50 | 0,35 |
| Inyección plásticos | Aumento calibre cables barras y | 2298,69 | \$ 252,86 | 1,16 | \$ 46,73 | 0,18 |
| Compresores | Reemplazo compresor | 15,47 | \$ 1,70 | 0,01 | \$ 0,00 | 0,00 |
| Pre-ensamble | N/a | 36,78 | \$ 4,05 | 0,02 | \$ 0,00 | 0,00 |
| Metal-mecánica | N/a | 0,00 | \$ 0,00 | 0,00 | \$ 0,00 | N/A |
| Iluminación tomas oficinas | y Aumento calibre barra | 35,73 | \$ 3,93 | 0,02 | \$ 35,00 | 8,91 |
| Iluminación tomas planta | y N/a | 0,28 | \$ 0,03 | 0,00 | \$ 0,00 | 0,00 |
| TOTAL | | 3525,64 | \$ 387,82 | 1,78 | \$125,23 | 0,32 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

4.2. Eliminación de pérdidas técnicas de energía eléctrica en alimentadores

Las pérdidas técnicas de energía eléctrica en los alimentadores son pérdidas “normales” y que siempre van a estar presentes en los sistemas de distribución y alimentación de energía eléctrica. El análisis termográfico del Anexo 6 muestra puntos calientes sólo en el interior de tableros y sub-tableros, y en pocos casos calentamiento en los cables de alimentación. Al mejorar estas acometidas según lo propuesto en el numeral anterior también se mejoran las pérdidas técnicas puntuales en estos alimentadores. No obstante en el resto de las instalaciones los alimentadores no serán sometidos a modificación ya que no muestran sobrecargas. La tabla 4.2 muestra el resumen de los puntos con reducción de pérdidas técnicas en alimentadores.

Tabla 4.2. Determinación de medidas a diagnosticar, pérdidas técnicas en alimentadores.

| PROCESOS | MEDIDA SUGERIDA | AHORRO ENERGÉTICO ANUAL (kWh/AÑO) | AHORRO ECONÓMICO ANUAL (USD/AÑO) | DISMINUCIÓN EMISIONES CO ₂ (T/AÑO) | INVERSIÓN (USD) | PERIODO DE RETORNO (AÑOS) |
|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|
| Termoformado | Aumento calibre cables | 632,28 | \$ 69,55 | 0,32 | \$ 0,00 | 0,00 |
| Inyección plásticos | Aumento calibre cables y barras | 2639,04 | \$ 290,29 | 1,34 | \$ 0,00 | 0,00 |
| Iluminación tomas oficinas | y Aumento calibre barra | 33,42 | \$ 3,68 | 0,02 | \$ 0,00 | 0,00 |
| Total | | 3304,74 | 363,52 | 1,67 | 0,00 | |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

4.3. Eliminación de pérdidas de potencia debido a armónicos

Según el boletín técnico de Schneider, Eliminación de armónicos en instalaciones (Schneider Electric 2015), hay dos estrategias para la eliminación de los efectos de los armónicos:

- Sobredimensionar los equipos para que trabajen con los armónicos
- Eliminarlos parcial o totalmente utilizando filtros acondicionadores de armónicos activos.

El sobredimensionamiento de los equipos reduce la distorsión de tensión y el aumento de temperatura, debido al aumento de la sección transversal de los cables conductores. El valor de distorsión armónica en voltaje disminuye, pero es una solución muy costosa que implica intervenir todo el cableado, y no cumple ningún estándar regulador de armónicos.

La solución técnicamente correcta es eliminar todos los armónicos usando acondicionadores de armónicos activos, que eliminan los armónicos hasta el orden 25. Estos acondicionadores se adaptan perfectamente a instalaciones industriales de media potencia y ofrece corrientes acondicionadas de hasta 480A. Para determinar el tamaño de la unidad se puede hacer un cálculo manual o se utiliza la hoja de cálculo disponible en la página web de Scheider, cuya metodología se basa en determinar la cantidad de cargas no lineales que tiene cada tablero o cámara de transformación. Para esta carga total no lineal (en kVA) se calcula los amperios consumidos, considerando un factor de potencia objetivo (entre 0.98 y 1). En el catálogo de productos se escoge el equipo que tenga una corriente total igual o mayor a la requerida. Los datos de entrada requeridos son:

- Potencia del transformador

- Tensión del sistema
- Nivel deseado de THD (8%)
- Lista de cargas no lineales
- Carga lineal total

La hoja de cálculo entrega la siguiente información:

- Corriente total
- Cargas lineales total
- Objetivo del factor de potencia
- THD antes y después

En el catálogo de productos de Schneider, del cual se adjunta un abstracto en el anexo 9.2, se seleccionan los equipos requeridos en la planta ECASA y se verifica los costos. El análisis se lo hace utilizando el Informe de Calidad de Energía del Anexo 4, en donde se puede observar los tableros que están fuera del rango permitido de distorsión armónica según la IEEE 519-2014. El resumen de la selección de equipos Acondicionadores de Activos se lo muestra en la tabla siguiente:

Tabla 4.3. Selección del Acondicionador de armónicos activos requeridos en la planta ECASA

| DATOS DE ENTRADA | CÁMARA TRANSFORMACIÓN #4-220V | CÁMARA TRANSFORMACIÓN #2-440V | CÁMARA TRANSFORMACIÓN #2-220V |
|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| POTENCIA TRANSFORMADOR | 1x 300 KVA | 3x 378 KVA | 1x 300 KVA |
| TENSIÓN DEL SISTEMA | 240 | 460 | 240 |
| NIVEL ACTUAL DE THD | 18,76% | 34,56% | 22,75% |
| NIVEL DESEADO DE THD | 15% | 15% | 15% |
| CARGAS NO LINEALES (kW) | 74,0 | 681,7 | 92,0 |
| CARGA LINEAL TOTAL (kW) | 34,5 | 183,4 | 43,1 |
| DATOS DE SALIDA | | | |
| CORRIENTE TOTAL (A) | 267 | 1109 | 332 |
| CARGAS LINEALES (A) | 85 | 235 | 106 |
| FACTOR POTENCIA OBJETIVO | 0,98 | 0,98 | 0,98 |
| THD BUSCADO | 8% | 8% | 8% |
| EQUIPO RECOMENDADO | PCS100D5N1 / 100AMP | PCS300D5N1 /300AMP | PCS100D5N1 / 100AMP |
| COSTO (USD) | \$ 37.211,64 | \$ 61.289,76 | \$ 37.211,64 |

(Fuente: Schneider Electric, 2015)

Con la compra de estos 3 equipos acondicionadores de armónicos se estima una reducción de consumo de energía anual de 67635 kWh, o un ahorro económico de \$7.440 como se lo muestra en la tabla 4.4. Sin embargo, su costo elevado (más de

\$135.000) hace que el período de retorno de la inversión sea mayor a 18 años, lo cual es un obstáculo para la implementación en la empresa.

Tabla 4.4. Determinación de medidas a diagnosticar, pérdidas por presencia de armónicos.

| PROCESOS | MEDIDA SUGERIDA | AHORRO ENERGÉTICO ANUAL (kWh/AÑO) | AHORRO ECONÓMICO ANUAL (USD/AÑO) | DISMINUCIÓN EMISIONES CO ₂ (T/AÑO) | INVERSIÓN (USD) | PERIODO DE RETORNO (AÑOS) |
|------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|
| TERMOFORMADO | | 34151,9 | 3756,72 | 17,29 | | |
| INYECCIÓN PLÁSTICOS | | 10441,70 | 1148,59 | 5,29 | | |
| COMPRESORES | | 0 | 0 | 7,0 | | |
| PRE ENSAMBLE METAL MECÁNICA | INSTALACIÓN ACONDICIONADOR ARMÓNICOS | 0 | 0 | 0 | \$ 135.713 | 18,24 |
| ILUMINACIÓN Y TOMAS OFICINAS | | 0 | 0 | 0 | | |
| ILUMINACIÓN Y TOMAS PLANTA | | 11849 | 1303,350 | 6,00 | | |
| | | 11193 | 1231,195 | 5,67 | | |
| TOTAL | | 67634,99 | \$ 7439,85 | 34,24 | | |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

Si se hace el análisis solo para el área de Termoformado, el filtro de armónicos recomendado es el PCS300D5N1 /300AMP, cuyo costo de \$61289 se recupera en 16 años, lo cual lo hace no viable para la implementación.

4.4. Eliminación de pérdidas de energía debido a distribución inapropiada de turnos de trabajo

Como se lo detalló en el capítulo anterior, existe una gran cantidad de pérdidas de energía eléctrica debido a que los turnos de trabajo en termoformado e inyección son de 8 horas, y el calentamiento de máquina es de 3 y 2 horas respectivamente, siendo el tiempo real de producción muy bajo. Si se aumenta un turno en termoformado (16 horas de trabajo) y dos turnos en el área de inyección (24 horas de trabajo), las pérdidas de energía se reducen sustancialmente, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 4.5. Pérdidas por inapropiada distribución de turnos de trabajo.

| PROCESOS | MEDIDA SUGERIDA | AHORRO ANUAL (kWh/AÑO) | AHORRO ANUAL (USD/AÑO) | REDUCCIÓN EMISIONES CO ₂ (T/AÑO) | INVERSIÓN ANUAL (USD) | PERIODO DE RETORNO (AÑOS) |
|---------------------|---------------------------------------|------------------------|------------------------|---|-----------------------|---------------------------|
| Termoformado | Aumento turno vespertino | 46717,31 | \$ 5.138,90 | 23,65 | \$ 0,00 | 0,00 |
| Inyección plásticos | Aumento turnos, vespertino y nocturno | 99034,58 | \$ 10.893,80 | 50,13 | \$ 6.000,00 | 0,55 |
| TOTAL | | 145751,89 | \$ 16.032,71 | 73,78 | \$ 6.000,00 | 0,55 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

En termoformado, el aumentar un turno de producción para los días que se requiera fabricar láminas de plástico no genera costos, pues es una redistribución de personal, sin embargo el ahorro anual es de \$5.138,90. En inyección el aumento del tercer turno genera un costo adicional por el recargo nocturno (\$6.000,00), pero el ahorro anual de \$10.893,80 compensa este costo.

4.5. Eliminación de pérdidas de energía por órdenes de producción con unidades insuficientes

El cambio de modelos de artefactos genera una preparación de máquinas, herramientas y equipos en cada sección para producir el nuevo modelo. En los años 2014 y 2015 la cantidad promedio por cada orden fue de 1000 unidades, pero como una oportunidad de mejora se plantea lanzar órdenes de 1500 unidades, con lo cual el ahorro energético se presenta de la siguiente manera:

Tabla 4.6. Pérdidas por órdenes de producción con unidades insuficientes.

| PROCESOS | MEDIDA SUGERIDA | AHORRO ENERGÉTICO ANUAL (kWh/AÑO) | AHORRO ECONÓMICO ANUAL (USD/AÑO) | DISMINUCIÓN EMISIONES CO ₂ (T/AÑO) | INVERSIÓN (USD) | PERIODO DE RETORNO (AÑOS) |
|---------------------|---------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|
| Termoformado | | 76349,721 | \$ 8.398,47 | 38,65 | \$ 0,00 | 0,00 |
| Inyección plásticos | Órdenes de 1500 uni | 10143,852 | \$ 1.115,82 | 5,13 | \$ 0,00 | 0,00 |
| Pre-ensamble | | 22,9796 | \$ 2,53 | 0,01 | \$ 0,00 | 0,00 |
| Espumado | | 2639,3712 | \$ 290,33 | 1,34 | \$ 0,00 | 0,00 |
| Metalmecánica | | 1403,397 | \$ 154,37 | 0,71 | \$ 0,00 | 0,00 |
| | Total | 4042,77 | 444,70 | 2,05 | \$ 0,00 | 0,00 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

Un aumento de 500 unidades en las órdenes de producción representa anualmente más de 4000 kWh de ahorro, o 444,70 USD de reducción de la planilla eléctrica, sin ningún tipo de inversión.

4.6. Eliminación de pérdidas por aumento de eficiencia en equipos y sistemas

En este numeral se evaluará el costo de la implementación de mejoras de eficiencia en equipos y sistemas en los siguientes procesos: Termoformado, Inyección de plásticos, Ensamble, y sistemas de Iluminación. En el capítulo 3 se detalló las mejoras a ser realizadas, la cuales se las resume en la tabla siguiente:

Tabla 4.7. Pérdidas por aumento de eficiencia en equipos y sistemas.

| PROCESOS | MEDIDA SUGERIDA | AHORRO ENERGÉTICO ANUAL (kWh/AÑO) | AHORRO ECONÓMICO ANUAL (USD/AÑO) | DISMINUCIÓN EMISIONES CO ₂ (T/AÑO) | INVERSIÓN (USD) | PERIODO DE RETORNO (AÑOS) |
|-----------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|
| Termo formado | Eliminación resistencias calentamiento | 5760 | \$ 633,60 | 2,92 | \$ 740,00 | 1,17 |
| Inyección plásticos | Mantenimiento moldes | 30877,44 | \$ 3.396,52 | 15,63 | \$ 1.240,00 | 0,37 |
| Pre-ensamble | Reemplazo atornilladores | -1370,88 | -\$ 150,80 | -0,69 | \$ 162,00 | -1,07 |
| Ensamble final | Reemplazo atornilladores | -4300,8 | -\$ 473,09 | -2,18 | \$ 288,00 | -0,61 |
| Iluminación oficinas planta | Redistribución de luminarias | 4272 | \$ 469,92 | 2,16 | \$ 0,00 | 0,00 |
| Total | | 35237,76 | 3876,15 | 17,84 | 2430 | 0,63 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

La inversión que se debe hacer en termoformado es la fabricación de nuevos punzones para las perforaciones faltantes en el propio taller de matricería de la empresa. La inversión de materiales para estos punzones es de \$740,00. Para el mantenimiento preventivo de los moldes de inyección se requiere comprar materias primas básicas e insumos por un promedio de \$1240,00 por año. Se importaron desde China 500 atornilladores eléctricos, a un costo de \$18,00 por unidad incluido los impuestos. La inversión total es de \$2430; la cual puede ser recuperada en algo más de medio año, lo que hace que el proyecto sea atractivo para la dirección de ECASA.

4.7. Eliminación de pérdidas por uso de nuevas tecnologías

En este numeral se evaluará el costo de la implementación de nuevas tecnologías en el termoformado y compresores. El costo de estos equipos es el siguiente:

Termoformadora simple estación

La cotización de este equipo se adjunta en el Anexo 7.1. ECASA aprobó la compra de este equipo, emitió la orden de compra y se pagó el anticipo. Se prevé que la máquina esté lista para embarcarse al Ecuador el 21 de noviembre, por lo que su instalación se iniciaría en el año próximo. El costo total de la nueva termoformadora es de \$180.000,00, incluida la instalación e impuestos.

Reparación de compresor de velocidad variable

La reparación de este compresor se está llevando a cabo desde el mes de julio del presente año, la Escuela Politécnica Nacional (EPN) emitió un informe técnico del daño

del tablero de control ocasionado por la caída de un rayo en las inmediaciones de la planta. (Anexo 9.3). Dicho informe sirvió para que la empresa aseguradora de los equipos apruebe la reparación de dicho compresor sin costo. El informe de la EPN también fue pagado por la empresa aseguradora.

En la tabla 4.8 se muestra el resumen de los ahorros estimados por el cambio de termoformadora y el arreglo del compresor. En el termoformado, el ahorro anual es de \$22.506,00; lo cual alarga el tiempo de retorno a 8 años. El arreglo del compresor generará un ahorro anual mayor a \$24.000 sin inversión para ECASA.

Tabla 4.8. Implementación de nuevas tecnologías.

| PROCESOS | MEDIDA SUGERIDA | AHORRO ENERGÉTICO ANUAL (kWh/AÑO) | AHORRO ECONÓMICO ANUAL (USD/AÑO) | DISMINUCIÓN EMISIONES CO ₂ (T/AÑO) | INVERSIÓN (USD) | PERIODO DE RETORNO (AÑOS) |
|---------------|---|-----------------------------------|----------------------------------|---|-------------------|---------------------------|
| TERMO FORMADO | REEMPLAZO TERMOFORMADORA ACTUAL | 204600 | \$ 22.506,00 | 103,57 | \$ 180.000 | 8,00 |
| COMPRESORES | REPARACIÓN COMPRESOR VELOCIDAD VARIABLE | 218290 | \$ 24.011,86 | 110,50 | 0,00 | 0,00 |
| | TOTAL | 422889,60 | \$46.517,86 | 214,07 | \$ 180.000 | 8,00 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

4.8. Cuantificación del total de los beneficios obtenidos y la inversión a realizar

A continuación se muestra el resumen de todas las medidas sugeridas y la inversión total a realizar. El monto total de la inversión es de más de 324.000 USD, con un periodo de retorno promedio de 4,44 años. De ese monto, 180.000 corresponden a la compra de la nueva termoformadora lo cual aporta con más del 63% del ahorro total. Los eliminadores de armónicos cuestan \$135.000; sin embargo el ahorro por esta oportunidad de mejora es de solo el 7% del total. El resto de la inversión (cerca de 9.000) corresponde al resto de procesos, lo cual representa alrededor del 30% del ahorro.

Tabla 4.9. Cuantificación de los beneficios y la inversión total.

| MEDIDAS DIAGNOSTICADAS | AHORRO ENERGÉTICO ANUAL (kWh/AÑO) | AHORRO ECONÓMICO ANUAL (USD/AÑO) | DISMINUCIÓN EMISIONES CO ₂ (T/AÑO) | INVERSIÓN (USD) | PERIODO DE RETORNO (AÑOS) |
|---|-----------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|
| Eliminación sobrecalentamiento conductores | 3525,64 | \$ 387,82 | 1,78 | \$ 125,23 | 0,32 |
| Eliminación pérdidas técnicas alimentadores | 3305 | \$ 363,52 | 1,67 | \$ 0,00 | 0 |
| Eliminación de armónicos | 67635 | \$ 7.439,85 | 34,24 | \$ 135.713 | 18,24 |
| Redistribución turnos de trabajo | 145752 | \$ 16.032,71 | 73,78 | \$ 6.000 | 0,37 |
| Aumento cantidad en ordenes | 4043 | \$ 444,70 | 2,05 | \$ 0,00 | 0 |
| Aumento eficiencia equipos y sistemas | 35238 | \$ 3.876,15 | 17,84 | \$ 2.430 | 0,63 |
| Uso de nuevas tecnologías | 422890 | \$ 46.517,86 | 214,07 | \$ 180.000 | 8 |
| | 682388,64 | \$75062,61 | 345,43 | \$324268 | 4,32 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

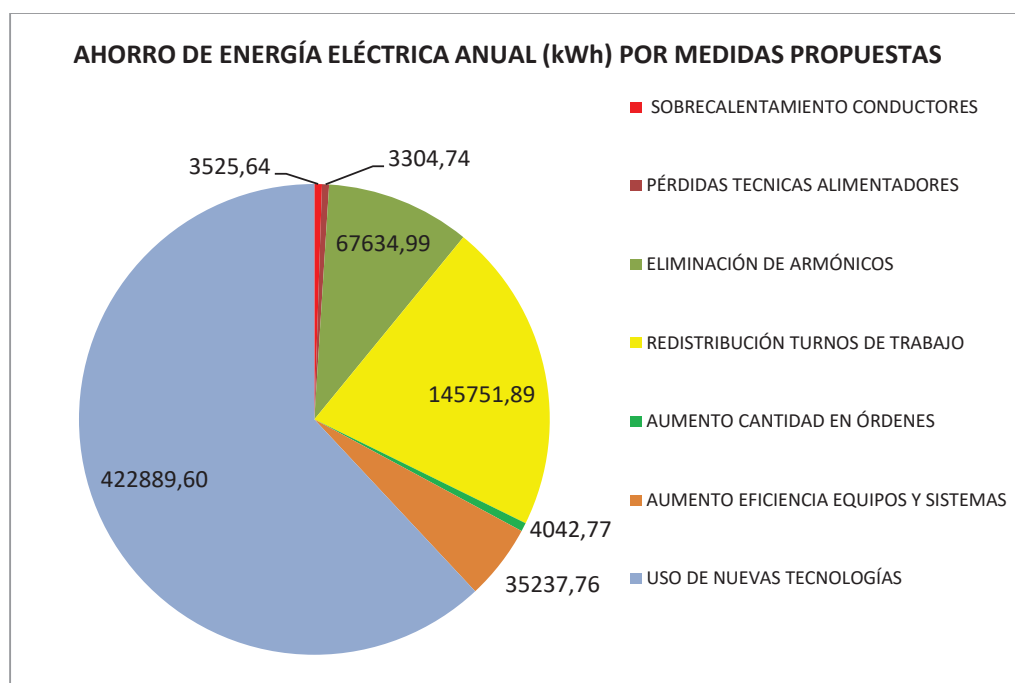


Figura 4.1. Ahorro de energía eléctrica anual (kWh) clasificado por medidas propuestas

(Fuente: Cárdenas, 2016)

Las figuras 4.1 y 4.2 ilustran el aporte de cada una de las oportunidades de mejora con respecto al total. Se observa que el uso de nuevas tecnologías y la redistribución de turnos de trabajo son las que generan un mayor ahorro.

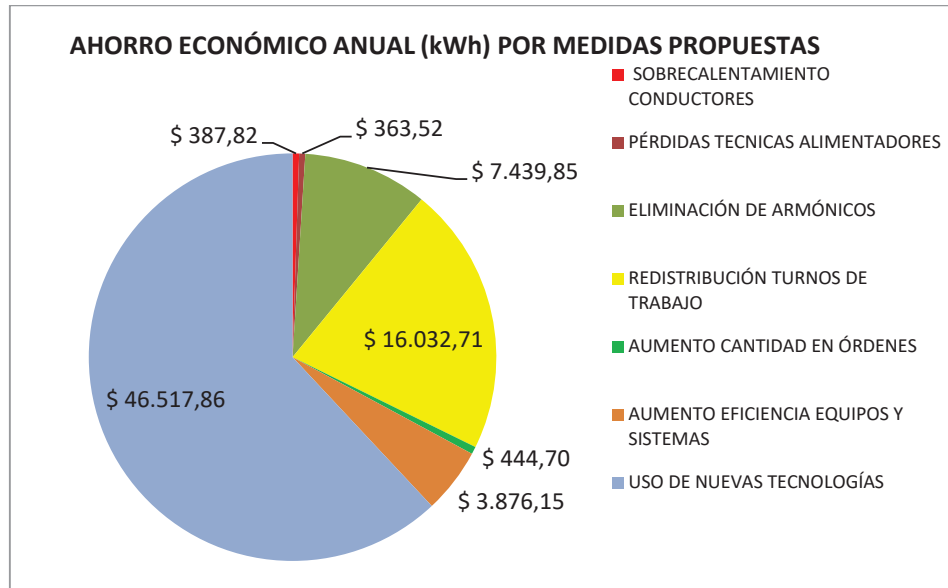


Figura 4.2. Ahorro económico anual (USD) clasificado por medidas propuestas
(Fuente: Cárdenas, 2016)

4.9. Análisis económico de las medidas sugeridas

Para la determinación del beneficio o la viabilidad del proyecto se utilizan los métodos siguientes:

- Valor presente neto (VAN)
- Tasa de retorno de inversión (TIR)
- Tiempo de recuperación de la inversión (TRI)

El análisis se lo realiza en todas las sugerencias de mejoras que involucran una inversión inicial. A continuación se muestra un resumen de los valores calculados de VAN, TIR, TRI, y la decisiones tomadas sobre las inversiones a realizar.

Tabla 4.10. Cálculo indicadores económicos (Tasa de interés activa vigente =9,67% para crédito comercial ordinario)

| | INVERSIÓN INICIAL (USD) | PERIODOS DE ANÁLISIS | FLUJO EFECTIVO | VAN | TIR | ACEPTACIÓN |
|----------------------------------|-------------------------|----------------------|----------------|--------------|----------|------------|
| Eliminación sobre- calentamiento | \$125,32 | 5 | \$ 1.939 | \$ 1.357 | 309,196% | SI |
| Eliminación de armónicos | \$135.713 | 10 | \$ 53.943 | (\$ 102.091) | 0,000% | NO |
| Aumento eficiencia equipos | \$2.430 | 5 | \$ 19.380 | \$ 12.388 | 158,120% | SI |
| Uso de nuevas tecnologías | \$180.000 | 5 | \$ 259.862 | \$ 18.688 | 13,636% | SI |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

Tabla 4.11. Clasificación e implementación de las medidas propuestas

| MEDIDAS DIAGNOSTICADAS | CLASIFICACIÓN | ACEPTACIÓN EN ECASA |
|----------------------------------|------------------------------|---------------------|
| Eliminación sobrecalentamiento | Bajo ahorro y baja inversión | Si |
| Eliminación pérdidas técnicas | Bajo ahorro y baja inversión | Si |
| Eliminación de armónicos | Alto ahorro y alta inversión | No |
| Redistribución turnos de trabajo | Alto ahorro y baja inversión | Si |
| Aumento cantidad en ordenes | Bajo ahorro y baja inversión | Si |
| Aumento eficiencia equipos | Alto ahorro y alta inversión | Si |
| Uso de nuevas tecnologías | Alto ahorro y alta inversión | Si |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

La empresa decide implementar las mejoras de cero costo y bajo costo, con excepción de la eliminación de armónicos, debido a que los equipos son costosos y el tiempo de retorno de la inversión es de más de 25 años. Entonces el ahorro energético y económico total implementando las medidas aceptadas se muestra en la tabla siguiente

Tabla 4.12. Ahorros totales y costos de las implementaciones propuestas y aceptadas por ECASA

| DESCRIPCIÓN | AHORRO ENERGÉTICO ANUAL (kWh/AÑO) | AHORRO ECONÓMICO ANUAL (USD/AÑO) | DISMINUCIÓN EMISIONES CO ₂ (T/AÑO) | INVERSIÓN (USD) | PERIODO DE RETORNO (AÑOS) |
|--------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---|-----------------|---------------------------|
| MEDIDAS PROPUESTAS | 614752 | \$ 67.622,76 | 311 | \$ 188.555 | 2,79 |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

4.10. Plan de seguimiento para verificación de las medidas propuestas

Las medidas propuestas para las oportunidades de mejora encontradas deben ser verificadas mediante un plan de seguimiento elaborado para cada uno de los ítems propuestos y aceptados por ECASA.

Plan de verificación de la eliminación de sobrecalentamiento en conductores

Para la implementación de esta mejora se debe realizar una orden de trabajo de mantenimiento correctivo dirigida al jefe de mantenimiento, el cual genera una requisición de compra de materiales y programa la mejora de estas instalaciones. La orden de trabajo y la requisición de compra se los muestra en el Anexo 10.1(a) y (b). La verificación de la mejora se la realiza midiendo las temperaturas en los mismos puntos en que se realizó la termografía.

Tabla 4.13. Formato para registro de temperaturas en elementos para verificación de eliminación sobrecalentamiento

| ÁREA | EQUIPO | ELEMENTO | TEMPERATURAS ANTES MEJORA (°C) | TEMPERATURAS DESPUÉS MEJORA (°C) |
|------|--------|----------|--------------------------------|----------------------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

Plan de verificación de ahorro de energía por redistribución de turnos

La propuesta para redistribución de turnos de trabajo es la siguiente:

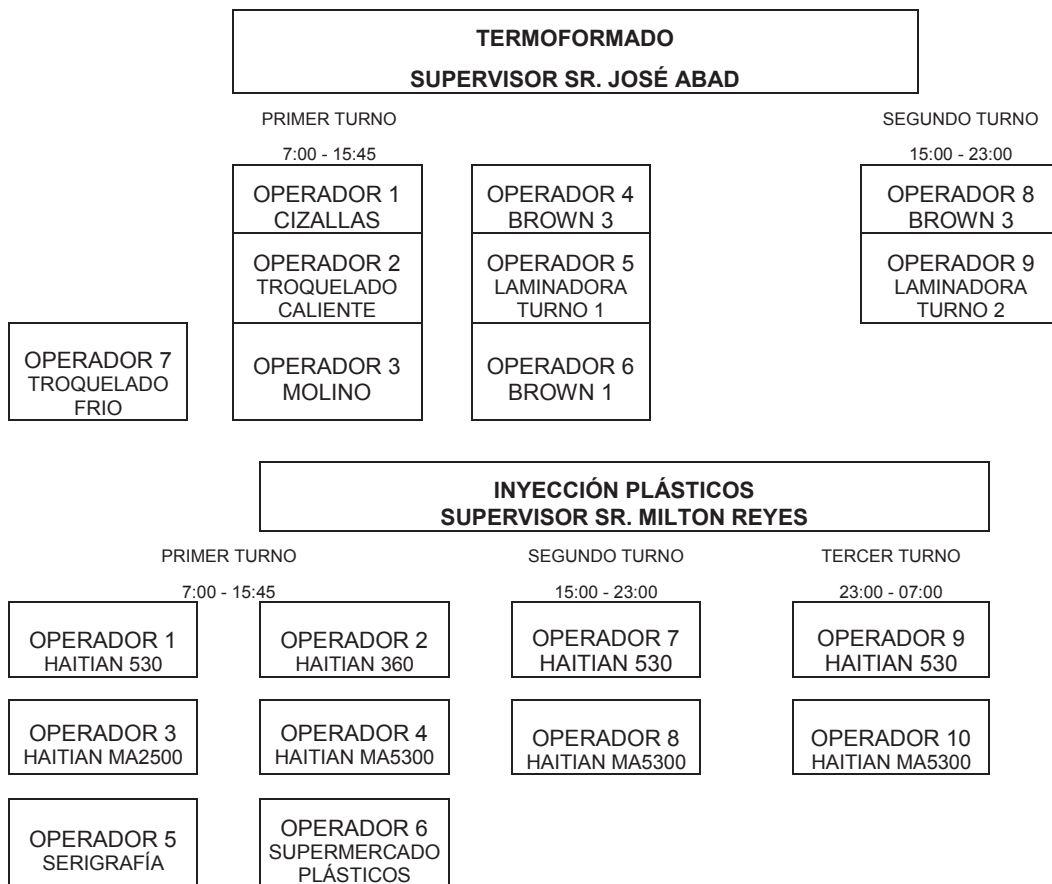


Figura 4.3. Nueva distribución de turnos de trabajo en las áreas Termoformado e Inyección

(Fuente: Cárdenas, 2016)

Esta distribución se la hará efectiva de manera paulatina a partir del mes de agosto. La reducción de consumo energético se verificará con una nueva medición de consumo con ayuda del analizador de Energía o amperímetros y la revisión de las planillas de energía eléctrica del medidor número 2.

Plan de verificación de ahorro de energía por aumento de unidades en órdenes de producción

La generación de las órdenes de producción las realiza el departamento de planificación, Ing. Bayron Pozo, en coordinación con el departamento Comercial. Para la generación de órdenes se utiliza el sistema Tyniterm, que es el software que se utiliza en ECASA para relacionar todos los procesos como ingeniería, planificación, bodega, facturación, despachos, etc. A partir del mes de julio la generación de órdenes de producción se hará por cantidades mínimas de 1500 unidades, tal como se lo evidencia en la imagen adjunta. La verificación del ahorro se la realiza revisando de las planillas de energía eléctrica del medidor 2 y 3.

| EQUATORIANA DE ARTEFACTOS(DOL) | | prop206 | |
|-----------------------------------|--|------------------|--|
| Ingresos de Produccion | | | |
| Fecha: 20160725 F.Cierre:20160831 | | Orden : OP-00010 | |
| Codigo | Descripcion | Cantidad | |
| 1 | 11330607302400 RENOVA 212 GRIS | 1500.00 | |
| 2 | 11330302300800 CONG REF GLACIAL COMBI 214 DIG GLAN | 1500.00 | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |

Figura 4.4. Generación de órdenes de producción con unidades mayores o iguales a 1500 unidades

(Fuente: Tyniterm ECASA, 2016)

Plan de verificación de ahorro de energía por aumento de eficiencia en equipos y sistemas

Para la ejecución de las medidas sugeridas en las diferentes áreas en donde se aumentó la eficiencia de equipos y sistemas se seguirá el procedimiento interno de la empresa, que es la generación de órdenes de trabajo, requisición de materiales y/o servicios involucrados en la mejora, y seguimiento de la implementación mediante el control de un cronograma de trabajo.

- **Verificación de cumplimiento de eliminación de plantillas de perforado en caliente en el área de Termoformado**

En el anexo 10.2 se muestra la generación de la orden de trabajo para la fabricación de los punzones requeridos en el taller de matricería y la requisición de materiales. El cronograma de fabricación de los punzones se muestra a continuación. Se verificará semanalmente el cumplimiento de las actividades.

Tabla 4.14. Cronograma de fabricación de punzones metálicos para máquina perforadora Botini

| MODELO | TAREA | INICIO | FINALIZACIÓN | CUMPLIMIENTO |
|---------------|-----------------------------------|------------|--------------|--------------|
| BOREAL 212 | Fabricación punzones tuercas | 08-Sep-16 | 26-Sep-16 | |
| | Fabricación punzones bandeja | 29-Sept-16 | 18-Oct-16 | |
| | Fabricación punzones plugs cables | 19-Oct-16 | 30-Nov-16 | |
| | Fabricación punzones tuercas | 08-Sep-16 | 26-Sep-16 | |
| BOREAL 213 | Fabricación punzones bandeja | 07-Nov-16 | 21-Nov-16 | |
| | Fabricación punzones plugs cables | 19-Nov-16 | 30-Nov-16 | |
| | Fabricación punzones caja control | 24-Dic-16 | 04-Ene-17 | |
| BOREAL 214 | Fabricación punzones tuercas | 08-Oct-16 | 26-Oct-16 | |
| | Fabricación punzones rejilla | 07-Dic-16 | 24-Dic-16 | |
| | Fabricación punzones ducto aire | 28-Dic-16 | 16-Ene-17 | |
| | Fabricación punzones pota lámpara | 20-Ene-17 | 06-Feb-17 | |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

- **Verificación de cumplimiento de mantenimiento preventivo de moldes**

En el anexo 10.3 se muestra la generación de la orden de trabajo para el mantenimiento preventivo de los moldes de inyección en el taller de matricería y la generación de la requisición de compra de los insumos. Se elabora un plan de mantenimiento preventivo para los moldes según la frecuencia de utilización.

Tabla 4.15. Plan de mantenimiento preventivo de moldes de inyección. Sujeta a cambios por disponibilidad de molde.

| MODELO | CODIGO | DESCRIPCION MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOLDE | FRECUENCIA | | |
|-------------------------|--------|---|------------|-----------|-------|
| | | | BIMENSUAL | SEMESTRAL | ANUAL |
| MOLDES EN GENERAL | ML01 | Limpieza general y lubricación | x | | |
| | MR01 | Revisión/ Cambio acoples refrigeración | | x | |
| | MR02 | Revisión/limpieza interna conductos internos de refrigeración | | | x |
| | MM01 | Pulido interno de cavidades | | x | |
| | MM02 | Rectificación de cavidades internas sometidas a desgaste | | | x |
| | MM03 | Revisión/ reparación mecanismos accionado interior | | | x |
| | ME01 | Revisión/ cambio de resistencias | | x | |
| | MM04 | Mantenimiento estructural general | | | x |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

- **Verificación de cumplimiento de redistribución de luminarias**

Para implementar esta mejora se realiza una orden de trabajo para reubicación de las luminarias, según el nuevo plano de Iluminación. (Anexo 10.4). Para la verificación de la mejora se vuelve a medir la luminancia en las oficinas y áreas de la planta con cambios. Estas mediciones se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 4.16. Mediciones de luminancia en oficinas y planta.

| | OFICINAS | MED 1 | MED 2 | MED 3 | MED 4 | X | RECOMEN IESNA | CONDICIÓN |
|----|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-----|------------------|-----------|
| 1 | JEFATURA ADMINISTRATIVA | 420 | 410 | 430 | | 420 | 400 | NORMAL |
| 2 | COMPRAS | 330 | 460 | | | 395 | 400 | NORMAL |
| 3 | SEGURIDAD INDUSTRIAL | 350 | 385 | | | 368 | 400 | NORMAL |
| 7 | CARTERA | 750 | 655 | | | 703 | 400 | EXCESO |
| 8 | SALA DE CAPACITACIÓN | 421 | 390 | | | 406 | 300 | EXCESO |
| 9 | PASILLO COMPRAS | 275 | | | | 275 | 50 | EXCESO |
| 10 | ESCALERAS INVESTIGACIÓN | 161 | | | | 161 | 50 | EXCESO |
| 11 | INVESTIGACIÓN | 380 | 510 | 360 | 465 | 429 | 400 | NORMAL |
| 12 | PLAN RENOVA | 360 | 356 | | | 358 | 400 | DEFECTO |
| 13 | PASILLO INGENIERÍA | 850 | | | | 850 | 50 | EXCESO |
| 14 | COORDINACIÓN ALCORP | 500 | 1200 | | | 850 | 400 | EXCESO |
| 15 | PASILLO INDUCCIÓN | 214 | | | | 214 | 50 | EXCESO |
| 16 | COORDINADORAS INDUCCIÓN | 260 | 850 | 1200 | 730 | 760 | 400 | EXCESO |
| 17 | JEFATURA INDUCCIÓN | 840 | | | | 840 | 400 | EXCESO |
| 18 | BAÑO INDUCCIÓN | 280 | | | | 260 | 300 | NORMAL |
| 19 | AUDITORÍA | 385 | 418 | | | 402 | 400 | NORMAL |
| 20 | POSVENTAS | 423 | | | | 423 | 400 | NORMAL |
| 21 | PASILLO POSTVENTAS | 228 | | | | 228 | 50 | EXCESO |
| 22 | PASILLO OPERACIONES | 92 | | | | 92 | 50 | NORMAL |
| 23 | BAÑO RECEPCIÓN | 245 | | | | 245 | 300 | DEFECTO |
| 24 | BAÑO POSTVENTA | 256 | | | | 256 | 300 | NORMAL |
| 26 | GERENCIA OPERACIONES | 457 | 421 | | | 439 | 400 | NORMAL |
| 27 | BAÑO OPERACIONES | 254 | | | | 254 | 300 | NORMAL |
| 28 | GERENCIA COMERCIAL | 704 | | | | 704 | 400 | EXCESO |
| 29 | RECEPCIÓN | 580 | 421 | 722 | | 574 | 400 | EXCESO |
| 30 | GERENCIA GENERAL | 625 | 425 | 551 | | 534 | 400 | EXCESO |
| 32 | ESCALERAS GERENCIA | 40 | | | | 40 | 50 | NORMAL |
| 33 | SHOW ROOM | 490 | | | | 490 | 400 | NORMAL |
| 34 | RECURSOS HUMANOS | 365 | 480 | 389 | | 411 | 400 | NORMAL |
| 35 | BAÑOS RR HH | 275 | | | | 275 | 300 | NORMAL |
| 36 | PASILLO RR HH | 650 | | | | 650 | 50 | EXCESO |
| 37 | PLANIFICACIÓN | 395 | 260 | 500 | | 385 | 400 | NORMAL |
| 38 | PRODUCCIÓN | 424 | | | | 424 | 400 | NORMAL |
| 40 | SERVICIO TÉC JEFATURA | 525 | | | | 525 | 400 | EXCESO |
| 41 | SERVICIO TÉC RECEPCIÓN | 340 | 390 | | | 365 | 400 | NORMAL |
| 43 | DEPARTAMENTO MEDICO | 358 | 356 | 390 | | 368 | 400 | NORMAL |
| 44 | OFICINA MANTENIMIENTO | 870 | 418 | | | 644 | 400 | NORMAL |
| 45 | BODEGA MATERIA PRIMA | 459 | 356 | 389 | | 401 | 400 | NORMAL |
| 47 | COMEDOR ADMINISTRATIVO | 685 | 690 | 752 | | 709 | 400 | EXCESO |
| 48 | COCINA COMEDOR ADMIN | 554 | | | | 554 | 500 | NORMAL |
| 49 | COCINA GENERAL | 850 | 840 | | | 845 | 500 | EXCESO |
| 51 | GARITA PRINCIPAL | 845 | | | | 845 | 400 | EXCESO |

(Fuente: Cárdenas, 2016)

En algunas oficinas no es posible reducir el nivel de iluminancia debido a que se tiene mucha iluminación natural, e incluso sin ninguna luminaria encendida el valor iluminancia no baja de los valores iniciales. En la planta la redistribución de luminarias se lo tiene planificado para noviembre, de modo que estos resultados serán verificados volviendo a medir la iluminancia en todos los sectores.

Plan de verificación de ahorro de energía por uso de nuevas tecnologías

La implementación de tecnologías nuevas en el área de termoformado y compresores se lo hará según el siguiente cronograma de implementación:

Tabla 4.17. Cronograma estimado de implementación de nuevas tecnologías en ECASA

| EQUIPO | TERMOFORMADORA | COMPRESOR |
|--|----------------|----------------|
| PAÍS DE ORIGEN | CHINA | EEUU/ COLOMBIA |
| REVISIÓN TÉCNICA Y APROBACIÓN | Ene - May 06 | Mar- May 06 |
| GENERACIÓN ORDEN DE COMPRA | 01-Jul-06 | 20-Jun-06 |
| FABRICACIÓN EQUIPOS / IMPORTACIÓN REPUESTOS | Jul - Nov 06 | Sept-06 |
| LLEGADA DE EQUIPOS A ADUANA | Ene-07 | Sept-06 |
| LLEGADA DE EQUIPOS A PLANTA ECASA | Ene-07 | Oct-06 |
| INSTALACIÓN DE EQUIPOS | Feb-07 | Oct-06 |
| FUNCIONAMIENTO DE EQUIPO | Feb-07 | Nov-06 |

Fuente: Cárdenas, 2016)

En el anexo 10.5 se muestra las órdenes de compra generadas.

- **Instalación de sistema de control del Compresor Atlas Copco**

El nuevo sistema de control para instalar en el compresor Atlas Copco llegó a la planta a mediados de octubre y se lo instaló en el equipo utilizando al personal del departamento de mantenimiento. La programación del sistema de control queda pendiente de realizarlo por un técnico especializado de Atlas Copco, que llegará a mediados de noviembre, por tanto el reemplazo definitivo del compresor se lo hará una vez que el nuevo compresor sea entregado funcionando a la perfección.

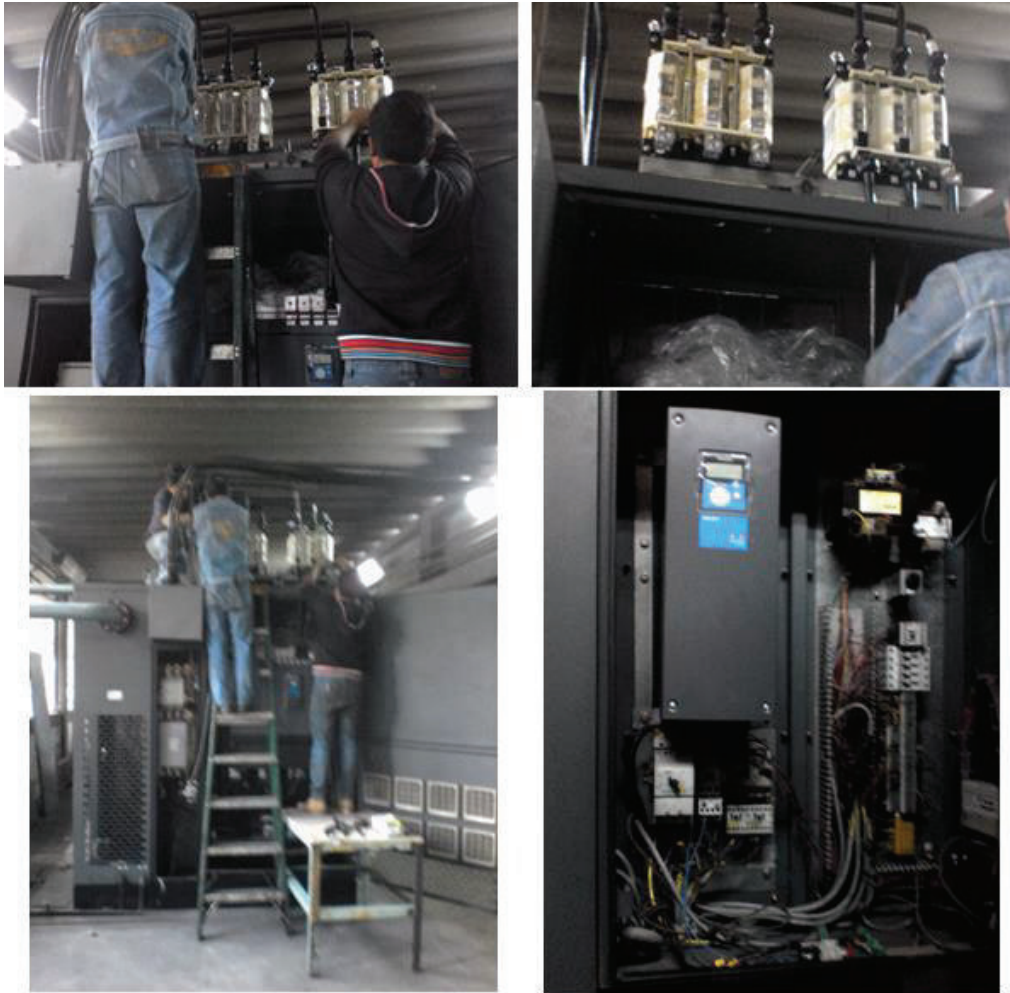


Figura 4.5. Instalación de sistema de control compresor Atlas Copco.
(Fuente: Fotografías ECASA, 2016)

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La eficiencia energética en las industrias a nivel país está dando sus primeros pasos, ya que para la dirección no es un tema prioritario, a no ser que se quiera implementar un sistema de gestión de energía en la empresa. Las principales causas de que no se lo considere como prioridad es la falta de información, la carencia de procedimientos dirigidos al uso racional de la energía y el casi nulo incentivo económico a corto plazo que el uso eficiente de energía ocasiona.
- Empresas tradicionales en el país como ECASA tienen un porcentaje elevado de maquinaria y equipos obsoletos, que tienen una aplicación específica y no pueden ser dados de baja sin antes realizar una inversión alta en un equipo moderno. El costo de energía consumida en estos equipos representa un porcentaje alto en los costos de producción de un artefacto. Un equipo moderno si bien tiene un consumo de energía similar al equipo antiguo tiene una productividad mucho mayor, como se lo demostró con el reemplazo de la Termoformadora de Plásticos.
- La ampliación de las instalaciones de las plantas industriales o la incorporación de equipos nuevos siempre ocasiona un desbalance de cargas en las redes eléctricas y una sobrecarga en los tableros y subtableros de distribución. Si no se vuelve a balancear las líneas y reforzar las acometidas eléctricas se corre el riesgo de generar pérdidas de energía debido a sobrecalentamiento en alimentadores y componentes eléctricos.
- Los equipos y maquinaria de uso discontinuo en la planta, y la gran cantidad de iluminación de tipo fluorescente genera distorsión armónica en las redes eléctricas. El alto costo de los equipos eliminadores de armónicos ocasiona que sea preferible reforzar las redes y convivir con este problema antes que decidirse a eliminarlos. En ECASA no hay afectación hacia el entorno debido a que se tiene 2 cámaras de transformación propias con transformadores de 220 y 440 V.
- La falta de análisis en los consumos de energía por calentamiento y preparación de máquinas y equipos hace que las empresas cometan errores a la hora de programar sus turnos de trabajo. En ECASA es un desacierto el mantener un solo turno de trabajo en las áreas de termoformado e inyección plástica debido a la pérdida de energía diaria por calentamiento de máquinas. Una inyectora de plásticos debería trabajar 24 horas diarias con lo que se evitaría el calentamiento diario de la máquina y el desperdicio de materia prima, que debe ser utilizada en cada arranque para purgas.

- El mismo problema ocurre con el lanzamiento de órdenes de producción con unidades insuficientes, la preparación de las máquinas, equipos y personal para el cambio de modelo consume energía eléctrica y recurso humano improductivo hasta poner los equipos a punto y empezar la producción en serie.
- La falta de mantenimiento preventivo en equipos, moldes de inyección, troqueles y herramientas en ECASA ha ocasionado que ciertos procesos no sean 100% eficaces y se tenga que hacer re-procesos que consumen energía eléctrica, tiempo y recursos que no agregan valor al producto final. Estos re-procesos al final suman un costo más alto que el valor que se debía haber gastado en un mantenimiento preventivo normal.
- La alta rotación y reubicación de personal que sufre ECASA ha dado como resultado que las oficinas administrativas que fueron diseñadas hace unos 7 años, no se adapten 100% a la nueva distribución. El mobiliario ha sido movido o ajustado a lo largo de los años, pero la iluminación seguía en los sitios originales, creando una iluminación artificial ineficiente, con sitios de trabajo con exceso o con defecto de iluminación.
- Los resultados obtenidos al final muestran que aplicando las sugerencias de mejora se puede obtener un ahorro mensual de más de 6000 USD. Al momento de entregar esos resultados preliminares a la dirección el interés por el tema apareció motivando a todos los involucrados a iniciar la ejecución de las oportunidades de mejora.

5.2. Recomendaciones

- Para que una empresa decida en invertir recursos y tiempo en realizar una auditoría energética lo recomendable es hacer un cálculo previo que indique cual será el ahorro mensual en la planilla de energía eléctrica o GLP o cualquier otro tipo de energía que utilice la compañía. Si el ahorro económico es representativo hay muchas posibilidades que la empresa se decida a invertir. De todas maneras mientras duren los subsidios a la energía en el país habrá muy pocas empresas dispuestas a usar racionalmente la energía.
- Es necesario calcular correctamente las cargas que se aumentan al adquirir nuevos equipos industriales para evitar sobrecalentar las acometidas, tableros y subtableros de distribución, así como balancear correctamente las 3 fases. Es más fácil cambiar componentes o reforzar acometidas al inicio de las mejoras de la planta cuando la empresa está adquiriendo materiales, que intentar después conseguir presupuestos aduciendo defectos y fallas en los sistemas.
- Es más productivo hacer un mantenimiento preventivo programado, que tener que rechazar gran parte de la producción o hacer re-trabajos por procesos ineficaces. La presión de la producción no debe nunca influir en las planificaciones de mantenimiento
- Las oficinas administrativas de ECASA tienen grandes ventanas orientadas al sur. Dicha orientación es muy eficiente al momento de aprovechar la iluminación natural, por tanto se podría ubicar la mayor cantidad de escritorios cerca de ese sector, con lo que se podría reducir aún más el consumo de energía y la distorsión armónica en la red de 220V.
- Se debe buscar un punto de equilibrio entre el consumo de energía por preparación de máquinas y la cantidad de unidades a producir en cada orden de trabajo, para evitar por un lado consumir altas cantidades de energía en el arranque, y por otro lado tampoco se puede desabastecer de modelos a la bodega de producto. En el análisis que se hizo el número de unidades máximas a producir es 1500.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelaziz, E.A., Saidur, R., Mekhilef, S. (2011). Renewable and Sustainable Energy Reviews. A review on energy saving strategies in industrial sector. Kuala Lumpur: Elsevier.
- Agencia Andaluza de Energía. (2011). Metodología para la elaboración de auditorías energéticas en la industria. Sevilla: Servigraf
- Di Mauro, G.F., Suarez, J., Anault, D., Di Mauro, R., Agüero, C. (2011). Perdidas Joule en alimentadores que transportan corrientes armónicas en baja tensión. Buenos Aires: Universidad Mar del Plata.
- Díaz, S., Folgueras, M. (2012). Auditoría Energética en una planta de Tratamiento de Agua Potable. Universidad de Oviedo.
- Ecuatoriana de Artefactos. (2015). Costos Estándares de Producción 2015. Quito: ECASA.
- Fernández, P. (2011). Como realizar una auditoría energética. Madrid: Fundación ConfeMetal
- Freire, B. (2012). Análisis Técnico de la operación del alimentador N°2 de la S/E Otavalo, de la empresa Eléctrica Emelnorte S.A. Tesis EPN, Quito.
- García, J. (2010). La norma UNE 216501: 2009, Requisitos de las Auditorías Energéticas. Aenor: EOI
- IEEE 519-2014. (2014). IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems.
- IEEE Std 1100-1999. (1999). IEEE Recommended Practice for Powering and Grounding Electronic Equipment.
- IEEE 1159-2009. (2009). IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality.
- Illuminating Engineering Society of North America. (2000). Lighting Handbook.
- Jian, L., Tan, Z., Xinquange, J., Yun, X. (2014). Renewable and Sustainable Energy Reviews. Policies for eliminating low-efficiency production capacities and improving energy efficiency of energy-intensive industries in China. Beijing: Elsevier.
- MILITARY STANDARD 2194. (1988). INFRARED THERMAL IMAGING SURVEY PROCEDURE FOR ELECTRICAL EQUIPMENT
- NETA MTS 1898:2011 (2011). Maintenance Testing Specifications For Electrical Power Equipment And Systems

- Poveda, M. (1999). A New method to calculate Power Distribution Losses in an Enviroment of High Unregistered Loads. IEEE Transmision and Distribution Conference: New Orleans.
- Sanz, J., Cuadros, F., López, F. (2011). La auditoría Energética: una herramienta de gestión en atención primaria. Badajoz: Elsevier.
- Schneider Electric. (2015). Eliminador de armónicos en Instalaciones. Bogotá: Schneider.
- Trianni, A., Cagno, E., Farné, S. (2015). Applied Energy. Barriers, drivers and decisión-making process for industrial energy efficiency. Milán: Elsevier.

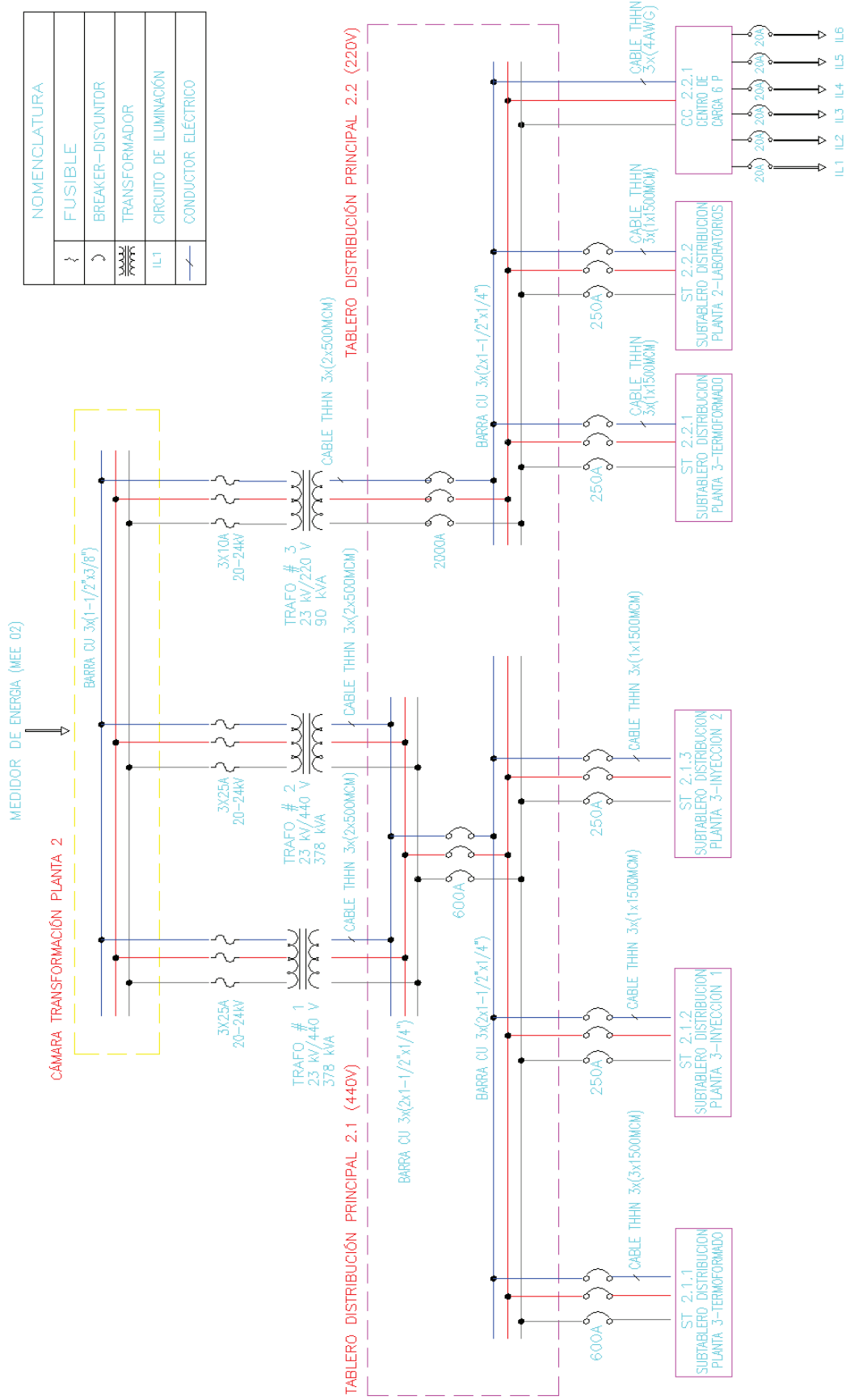
LISTADO DE ANEXOS

- Anexo 1: Layout de la empresa Ecuatoriana de Artefactos S.A. (Al final del documento) y planos eléctricos unifilares
- Anexo 2: Datos técnicos y potencia de equipos y maquinarias en ECASA
- Anexo 3: Solicitud de documentación a la empresa Ecuatoriana de Artefactos S.A.
- Anexo 4: Informe del Análisis de Calidad de la Energía Eléctrica de la Empresa Ecuatoriana de Artefactos S.A.
- Anexo 5: Mediciones de Intensidad Luminosa en oficinas y planta de producción.
- Anexo 6: Reporte Termográfico de los tableros y sub-tableros de distribución de la planta.
- Anexo 7: Especificaciones técnicas y proformas nuevas tecnologías
 - 7.1: Cotización y datos técnicos de termoformadora Simple estación.
 - 7.2: Data Sheet Compresor Atlas Copco GA315 VSD
- Anexo 8: Cálculo de pérdidas de energía por sobrecalentamiento
- Anexo 9: Detalle de modificaciones y costos a realizar en tableros
 - 9.1 Detalle de costos de implementación mejoras en tableros
 - 9.2 Selección de filtros de armónicos
 - 9.3 Informe técnico Compresor Velocidad variable
- Anexo 10: Documentos de verificación de ejecución de mejoras
 - 10.1 Orden de Mantenimiento para tableros y sub-tableros eléctricos
 - 10.2 Orden de Trabajo Matricería para fabricación punzones metálicos
 - 10.3 Orden de Trabajo Mantenimiento preventivo Moldes de inyección
 - 10.4 Orden de trabajo para reubicación de luminarias oficinas y planta
 - 10.5 Ordenes de compras generadas para nuevas tecnologías

ANEXO 1

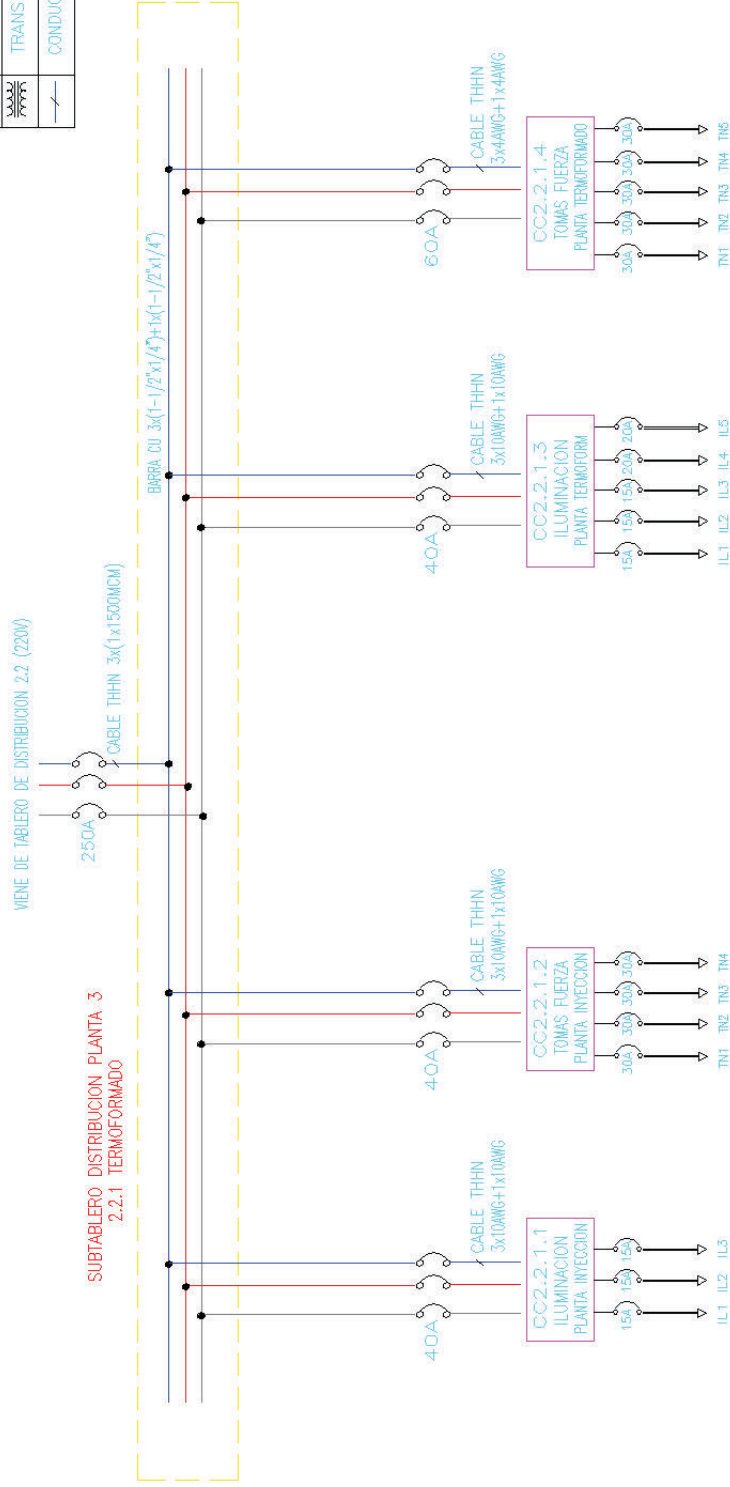
LAYOUT Y PLANOS ELÉCTRICOS UNIFILARES

| NOMENCLATURA | |
|---------------|-------------------------|
| { | FUSIBLE |
|) | BREAKER-DISYUNTOR |
| $\frac{1}{2}$ | TRANSFORMADOR |
| IL1 | CIRCUITO DE ILUMINACIÓN |
| —/— | CONDUCTOR ELÉCTRICO |



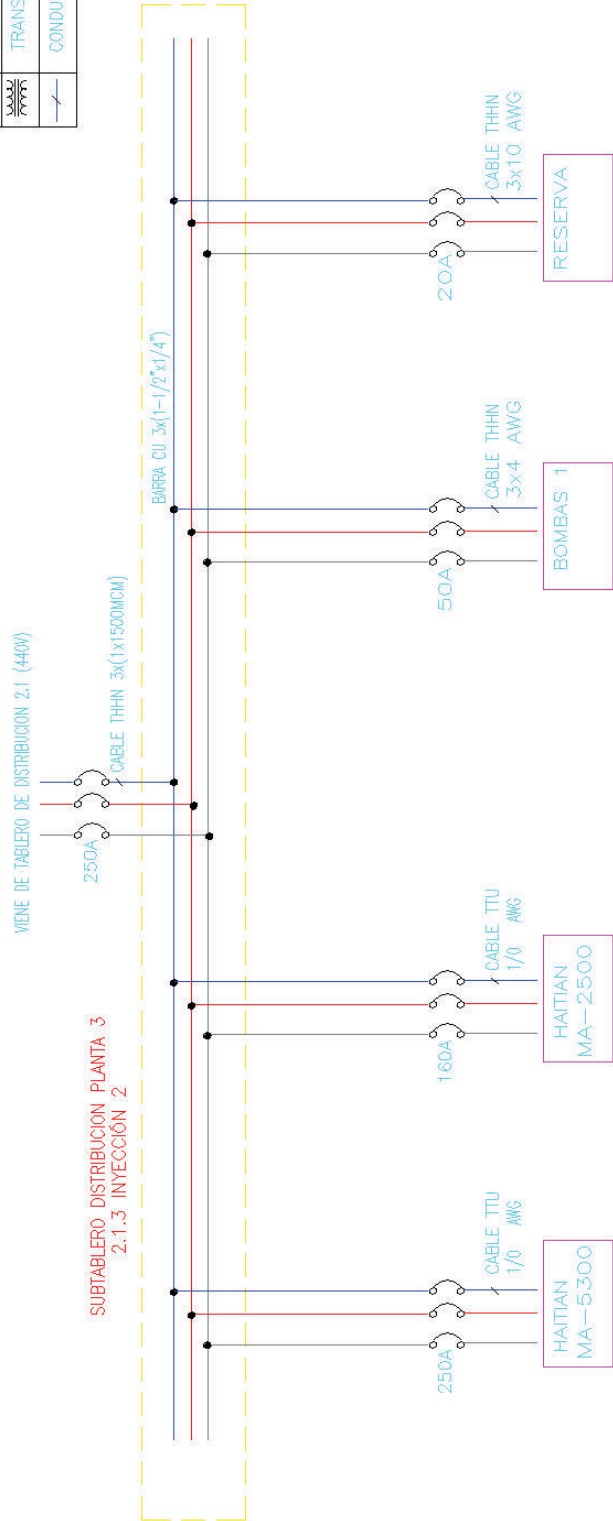
| UTILIZACIÓN POR MODELOS | | MATERIAL | | NOMBRE | |
|-------------------------|-------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------|---------------------|
| DESARROLLO: | DESARROLLO: | DESARROLLO: | DESARROLLO: | DESARROLLO: | DESARROLLO: |
| 2016-04-27 | ACTUALIZACIÓN DE EQUIPOS | CARENS M | GUZMÁN A | UNIFILAR DISTRIBUCIÓN ENERGIA | INGENIERIA Y DISEÑO |
| 2007-10-15 | MODIFICACION EQUIPOS LINEA ENSEMBLE | MORAN E | LASORDA F | CÁMARA TRANSFORMACIÓN PLANTA 2 | |
| | MODIFICACION | MORAN E | LASORDA F | CÁMARA TRANSFORMACIÓN PLANTA 2 | |
| | | DIBUJO | APROBO | Nro. 8-101-01 | ESC. N/A |

| | |
|-----------------------------------|---------------------|
| NOMENCLATURA | |
| { | FUSIBLE |
| ⌋ | BREAKER-DISYUNTOR |
| $\frac{\text{XXXX}}{\text{YYYY}}$ | TRANSFORMADOR |
| — — | CONDUCTOR ELÉCTRICO |



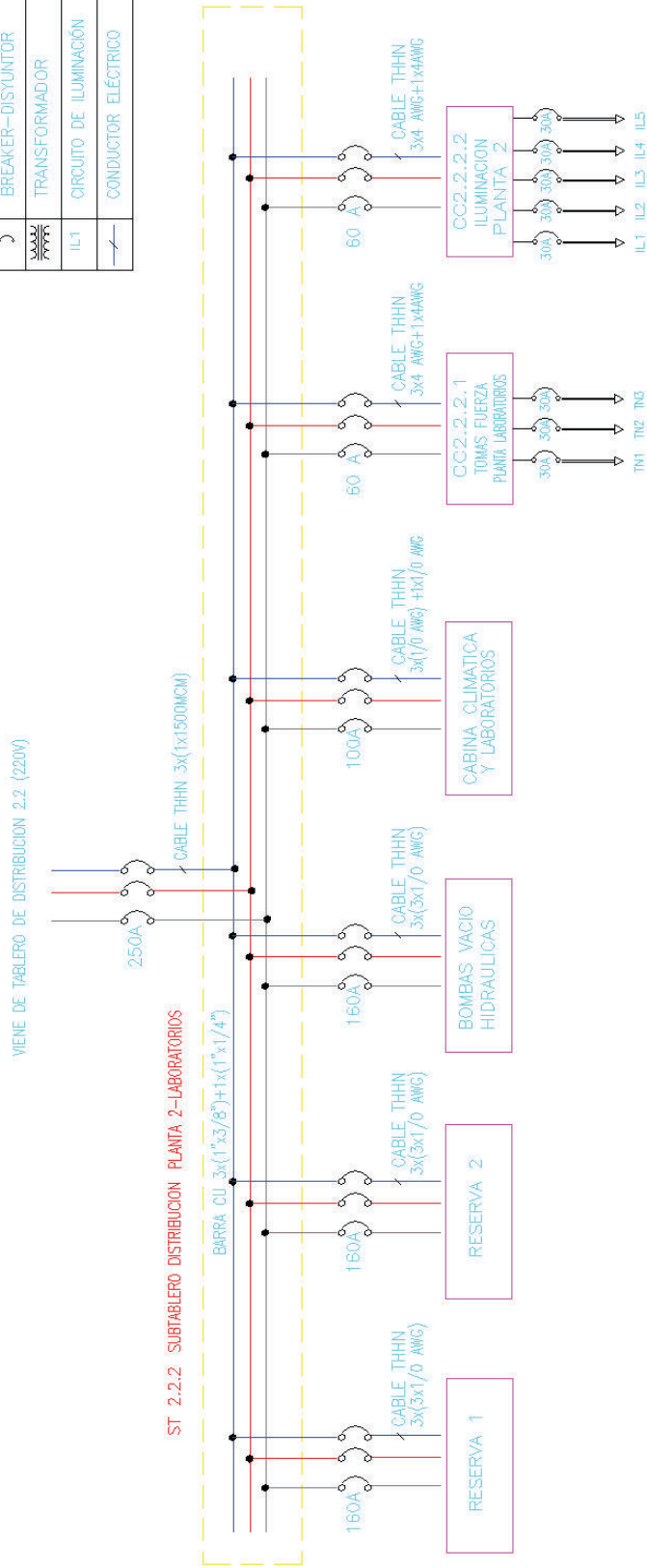
| UTILIZACION POR MODELOS | | MATERIAL | | NOMBRE | |
|-------------------------|-------------------------------------|-----------------------|---------------|--------------------------------------|------|
| 2016-04-27 | ACTUALIZACION DE EQUIPOS | CARDENAS M. GUZMAN A. | DESARROLLO: | | |
| 2007-10-15 | MODIFICACION EQUIPOS LINEA ENSEMBLE | MORAN E. LASORDA F. | DESARROLLO: | LINEAL DISTRIBUCION ENERGIA | |
| | MODIFICACION | DIBUJO APROBO | DIBUJO APROBO | SUBTABLERO DISTRIBUCION TERMOFORMADO | |
| | | | | | ESC. |

| | |
|--------------|---------------------|
| NOMENCLATURA | |
| { | FUSIBLE |
| ⌋ | BREAKER-DISYUNTOR |
| | TRANSFORMADOR |
| | CONDUCTOR ELÉCTRICO |

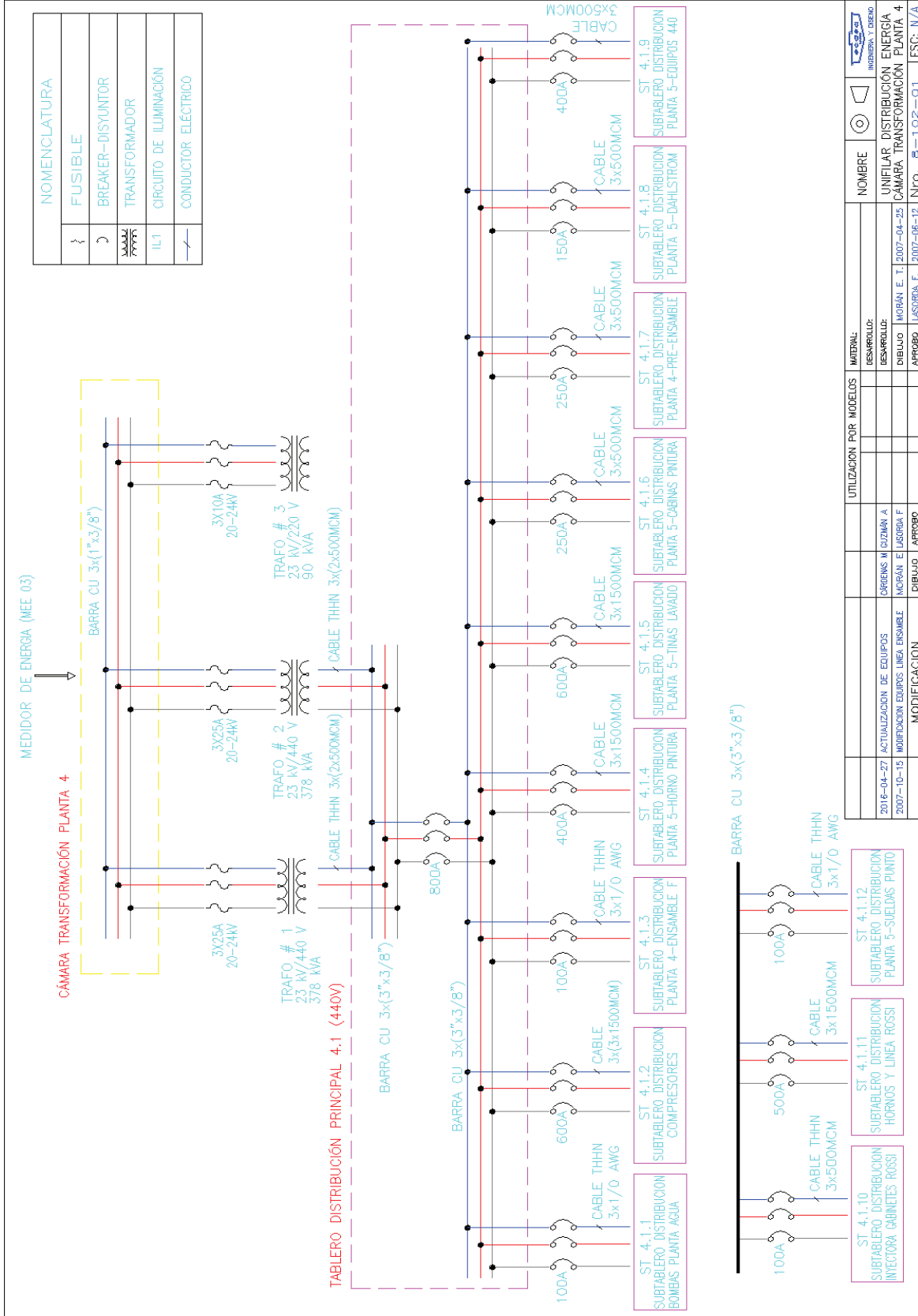


| MATERIAL: | | UTILIZACION POR MODELOS | | NOMBRE | |
|--|--------------------|-------------------------|--|-------------------------------------|--|
| DESARROLLADO: | | | | | |
| DESARROLLADO: | SARDENS M GUZMAN A | | | | |
| DIBUJADO: | MORAN E LASORDA F | | | | |
| APROBADO: | DIBUJO APROBADO | | | | |
| 2018-04-27 ACTUALIZACION DE EQUIPOS | | | | UNIFILAR DISTRIBUCION ENERGIA | |
| 2007-10-15 MODIFICACION EQUIPOS LINEA DISGABLE | | | | SUBTABLERO DISTRIBUCION INYECCION 2 | |
| MODIFICACION | | | | Nro. 8-101-05 ESC. N/A | |

| | |
|--------------|-------------------------|
| NOMENCLATURA | |
| { | FUSIBLE |
| ⌋ | BREAKER-DISYUNTOR |
| | TRANSFORMADOR |
| IL1 | CIRCUITO DE ILUMINACIÓN |
| | CONDUCTOR ELÉCTRICO |



| UTILIZACION POR MODELOS | | MATERIAL | NOMBRE |
|-------------------------|-------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| | | DESARROLLADO: | |
| | | DESARROLLADO: | |
| | | DIBUJO: | |
| | | APPROBO: | |
| 2015-04-27 | ACTUALIZACION DE EQUIPOS | CARENS M GUDMAN A | UNIFILAR DISTRIBUCION ENERGIA |
| 2007-10-15 | MODIFICACION EQUIPOS LINEA ENSEMBLE | MORAN E. T. LASORDA F | CAMARA TRANSFORMACION PLANTA 2 |
| | MODIFICACION | DIBUJO | Nro. 8-101-06 |
| | | APPROBO | ESC. N/A |



| NOMENCLATURA | |
|--------------|-------------------------|
| { | FUSIBLE |
| ⌋ | BREAKER-DISYUNTOR |
| ⏏ | TRANSFORMADOR |
| ⌚ | CIRCUITO DE ILUMINACIÓN |
| — — | CONDUCTOR ELÉCTRICO |

| UTILIZACIÓN POR MODELOS | | MATERIALES | | NOMBRE | |
|-------------------------|-------------------------------------|-------------------|------------|--------|--------------------------------|
| | | DESARROLLO: | | | |
| | | DESARROLLO: | | | |
| 2016-04-27 | ACTUALIZACIÓN DE EQUIPOS | CARENS M SUZANA A | | | UNIFILAR DISTRIBUCIÓN ENERGÍA |
| 2007-10-15 | MODIFICACION EQUIPOS LINEA ENSAMBLE | MORAN E. T. | 2007-04-25 | | CÁMARA TRANSFORMACIÓN PLANTA 4 |
| | MODIFICACION | DIBUJO | APPROBADO | | Nfo. 8-102-01 |
| | | | | | ESC. N/A |

ANEXO 2

DATOS TÉCNICOS DE MAQUINARIA

CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, DIESEL 2 Y GLP, AÑOS 2014 Y 2015

| AÑO | ENERGÍA ELÉCTRICA | | | DIESEL | | | GLP | | | TOTAL |
|---------|-----------------------|-------------------------|-----------|-----------------------------|-----------|------------------------|-----------|-----------|-----------|-------|
| | ARTEFACTOS PRODUCIDOS | CONSUMO FACTURADO (kWh) | kWh/Artef | CONSUMO FACTURADO (GALONES) | kWh/Artef | CONSUMO FACTURADO (kg) | kWh/Artef | kWh/Artef | kWh/Artef | |
| Ene-14 | 1754 | 194979 | 111 | 1000 | 22 | 540 | 5,6 | | 138,7 | |
| Feb-14 | 1423 | 175653 | 123 | 0 | 13 | 540 | 6,3 | | 143,3 | |
| Mar-14 | 1684 | 191052 | 113 | 500 | 11 | 480 | 5,6 | | 130,4 | |
| Abr-14 | 2100 | 189136 | 90 | 500 | 18 | 600 | 3,9 | | 112,2 | |
| May-14 | 1933 | 225777 | 117 | 0 | 10 | 600 | 4,8 | | 131,5 | |
| Jun-14 | 2294 | 210846 | 92 | 0 | 8 | 480 | 3,9 | | 104,2 | |
| Jul-14 | 1394 | 194783 | 140 | 500 | 28 | 530 | 5,9 | | 173,1 | |
| Ago-14 | 981 | 171919 | 175 | 0 | 0 | 400 | 8,4 | | 183,6 | |
| Sept-14 | 1986 | 158881 | 80 | 1000 | 19 | 380 | 3,3 | | 102,6 | |
| Oct-14 | 1557 | 209463 | 135 | 500 | 12 | 540 | 4,7 | | 151,6 | |
| Nov-14 | 1752 | 180103 | 103 | 0 | 11 | 540 | 4,2 | | 118 | |
| Dic-14 | 1808 | 200241 | 111 | 0 | 11 | 0 | 3,4 | | 124,8 | |
| 2014 | 20666 | 2302833 | 111,4 | 4000 | 7,5 | 5630 | 3,72 | | 122,62 | |
| Ene-15 | 1853 | 168683 | 91 | 0 | 0 | 360 | 3,3 | | 94,3 | |
| Feb-15 | 1135 | 132382 | 117 | 500 | 17 | 480 | 6,5 | | 140 | |
| Mar-15 | 1092 | 141785 | 130 | 0 | 18 | 360 | 6,4 | | 153,8 | |
| Abr-15 | 807 | 98190 | 122 | 0 | 0 | 360 | 9,1 | | 130,8 | |
| May-15 | 1373 | 134896 | 98 | 0 | 14 | 360 | 5,7 | | 117,9 | |
| Jun-15 | 1479 | 148501 | 100 | 500 | 13 | 400 | 4,8 | | 118,2 | |
| Jul-15 | 1529 | 152957 | 100 | 500 | 13 | 360 | 4,8 | | 117,4 | |
| Ago-15 | 212 | 120172 | 567 | 0 | 0 | 510 | 36,7 | | 603,6 | |
| Sept-15 | 471 | 102817 | 218 | 0 | 0 | 440 | 14,8 | | 233,1 | |
| Oct-15 | 446 | 77606 | 174 | 0 | 0 | 360 | 13,8 | | 187,8 | |
| Nov-15 | 1003 | 97146 | 97 | 500 | 19 | 410 | 6,5 | | 122,5 | |
| Dic-15 | 762 | 84400 | 111 | 0 | 0 | 360 | 8,1 | | 118,8 | |
| 2015 | 12162 | 1459535 | 120,0 | 2000 | 6,3 | 4760 | 5,35 | | 131,70 | |

MAQUINARIA ECASA
PROMEDIO MES ESTÁNDAR - MEDIDOR #2

| IT E M | SUB-SISTEMA | POTENCIA ACTIVA | | | | HORAS TRABAJO | | CONSUMO ENERGIA (kWh) | | |
|------------------------|--|-----------------|------------|----------|-------------------|---------------|------------|-----------------------|----------------|------------------|
| | | hp | kW | CAN T | kW (total) | Turn o 8h | Mes | Dia | Mes | % CONSU MO |
| 1. TERMOFORMADO | | | | | | | | | | |
| 1 | LAMINADORA DE ABS | | | | | | | 968,3 | 19365,4 | 12,8% |
| | Motoventiladores cañon | 0,1 | 0,09 | 5 | 0,47 | 6 | 120 | 2,8 | 56 | |
| | Motor bomba de vacio | 3,0 | 2,24 | 1 | 2,24 | 6 | 120 | 13,4 | 269 | |
| | Motor bomba cortamalla | 2,0 | 1,49 | 1 | 1,49 | 6 | 120 | 9,0 | 179 | |
| | Motor reductor | 4,0 | 2,98 | 1 | 2,98 | 6 | 120 | 17,9 | 358 | |
| | Motor Cizalla | 5,0 | 3,73 | 1 | 3,73 | 6 | 120 | 22,4 | 448 | |
| | Motor inyectora DE ABS | 150,0 | 111,9 0 | 1 | 111,9 0 | 6 | 120 | 671,4 | 13428 | |
| | Resistencias cañon | 2,9 | 2,19 | 5 | 10,97 | 6 | 120 | 65,8 | 1316 | |
| | Resistencias Labio | 0,8 | 0,60 | 46 | 27,60 | 6 | 120 | 165,6 | 3312 | |
| 2 | TOLVA CALENTAMIENTO | | | | | | | 28,9 | 577,4 | 0,4% |
| | Motor | 10,0 | 7,5 | 1 | 7,46 | 3 | 60 | 22,4 | 448 | |
| | Resistencias | 0,6 | 0,4 | 5 | 2,16 | 3 | 60 | 6,5 | 130 | |
| 3 | MOLINO DE PLASTICOS | | | | | | | 149,2 | 2984,0 | 2,0% |
| | Motor eléctrico | 100,0 | 74,6 | 1 | 74,6 | 2 | 40 | 149,2 | 2984 | |
| 4 | TERMOFORMADORA BROWN 2 | | | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0% |
| | Motor bomba de vacio | 7,5 | 5,6 | 1 | 5,6 | 0 | 0 | 0,0 | 0 | |
| | Ventiladores | 0,8 | 0,6 | 1 | 0,6 | 0 | 0 | 0,0 | 0 | |
| | Resistencias precalentamiento | 123,9 | 92,4 | 1 | 92,4 | 0 | 0 | 0,0 | 0 | |
| | Resistencias calentamiento | 122,0 | 91,0 | 1 | 91,0 | 0 | 0 | 0,0 | 0 | |
| 5 | TERMOFORMADORA BROWN 3 | | | | | | | 205,4 | 4107,3 | 2,7% |
| | Motor bomba de vacio | 7,5 | 5,6 | 1 | 5,6 | 4 | 80 | 22,4 | 448 | |
| | Ventiladores | 1,0 | 0,7 | 1 | 0,7 | 4 | 80 | 3,0 | 60 | |
| | Resistencias calentamiento | 40,2 | 30,0 | 1 | 30,0 | 6 | 120 | 180,0 | 3600 | |
| 6 | TERMOFORMADORA BROWN 1 | | | | | | | 1024,1 | 20481,7 | 13,5% |
| | Motor bomba de vacio | 7,5 | 5,6 | 1 | 5,6 | 2,5 | 50 | 14,0 | 280 | |
| | Ventiladores | 0,8 | 0,6 | 1 | 0,6 | 2,5 | 50 | 1,4 | 28 | |
| | Resistencias precalentamiento | 123,9 | 92,4 | 1 | 92,4 | 5,5 | 110 | 508,2 | 10164 | |
| | Resistencias calentamiento | 122,0 | 91,0 | 1 | 91,0 | 5,5 | 110 | 500,5 | 10010 | |
| 7 | ESTAMPADORA BATA | | | | | | | 68,8 | 1375,8 | 0,9% |
| | Motor bomba de vacio | 5,0 | 3,7 | 1 | 3,7 | 2,5 | 50 | 9,3 | 187 | |
| | Ventiladores | 1,0 | 0,7 | 1 | 0,7 | 2,5 | 50 | 1,9 | 37 | |
| | Resistencias calentamiento | 19,3 | 14,4 | 1 | 14,4 | 4 | 80 | 57,6 | 1152 | |
| 8 | INTERCAMBIADORES DE CALOR CENTRALHIDRAULICA | | | | | | | 29,8 | 596,8 | 0,4% |
| | Motor-Bomba Vickers Mod: VM361S | 5,0 | 3,7 | 1 | 3,7 | 8 | 160 | 29,8 | 597 | |
| 9 | SIERRAS DE DISCO | | | | | | | 22,2 | 443,9 | 0,3% |
| | Motor de sierra de disco DEWALT 3,5 HP 1725 RPM | 3,5 | 2,6 | 1 | 2,6 | 3 | 60 | 7,8 | 157 | |
| | Motor de sierra de disco HURTADO 3,5 HP 1725 RPM | 3,5 | 2,6 | 1 | 2,6 | 2,5 | 50 | 6,5 | 131 | |
| | Motor de sierra de disco HURTADO 3,5 HP 1725 | 3,5 | 2,6 | 1 | 2,6 | 3 | 60 | 7,8 | 157 | |

| | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---|-------|------|---|--------------|-----------|-----|--------------|----------------|----------------|
| | RPM | | | | | | | | | |
| 10 | CIZALLAS DE CORTE | | | | | | | 20,1 | 402,8 | 0,3% |
| | Cizalla CUTLER HAMMER Motor eléctrico BALDOR 3HP | 3,0 | 2,2 | 1 | 2,2 | 3 | 60 | 6,7 | 134 | |
| | Cizalla SIN MARCA Motor eléctrico 3HP | 3,0 | 2,2 | 1 | 2,2 | 3 | 60 | 6,7 | 134 | |
| | Cizalla WIEGER (grande) | 3,0 | 2,2 | 1 | 2,2 | 3 | 60 | 6,7 | 134 | |
| 11 | SIERRAS ELECTRICAS | | | | | | | 22,2 | 444,0 | 0,3% |
| | Motor de sierra de disco HITACHI 3,5 HP 3470RPM | 2,0 | 1,5 | 1 | 1,5 | 3 | 60 | 4,5 | 90 | |
| | Motor de sierra de disco HITACHI 3,5 HP 3470RPM | 2,0 | 1,5 | 1 | 1,5 | 3 | 60 | 4,5 | 90 | |
| | Motor electrico | 2,9 | 2,2 | 1 | 2,2 | 3 | 60 | 6,6 | 132 | |
| | Motor electrico | 2,9 | 2,2 | 1 | 2,2 | 3 | 60 | 6,6 | 132 | |
| 12 | PERFORADORA BOTTINI | | | | | | | 154,0 | 3079,2 | 2,0% |
| | Motor banda transportadora 1 | 0,9 | 0,7 | 1 | 0,7 | 2 | 40 | 1,3 | 26 | |
| | Motor banda transportadora 2 | 0,9 | 0,7 | 1 | 0,7 | 2 | 40 | 1,3 | 26 | |
| | Motor banda transportadora 3 | 0,9 | 0,7 | 1 | 0,7 | 2 | 40 | 1,3 | 26 | |
| | Motor caja hidraulica | 33,5 | 25,0 | 1 | 25,0 | 6 | 120 | 150,0 | 3000 | |
| SUBTOTAL TERMOFORMADO | | | | | 732,6 | kW | | | 53858,3 | kWh/mes |
| 2. INYECCION PLASTICOS | | | | | | | | | | |
| 13 | INYECTORA HAITIAN 360 | | | | | | | 202,0 | 4040,0 | 2,7% |
| | Motor electrico bomba | 49,6 | 37,0 | 1 | 37,0 | 4 | 80 | 148,0 | 2960 | |
| | Resistencias cañon | 2,4 | 1,8 | 5 | 9,0 | 5 | 100 | 45,0 | 900 | |
| | Resistencias molde | 2,4 | 1,8 | 1 | 1,8 | 5 | 100 | 9,0 | 180 | |
| 14 | INYECTORA HAITIAN 530 | | | | | | | 244,0 | 4880,0 | 3,2% |
| | Motor eléctrico INYECCION | 60,3 | 45,0 | 1 | 45,0 | 4 | 80 | 180,0 | 3600 | |
| | Resistencias cañon | 2,9 | 2,2 | 5 | 11,0 | 5 | 100 | 55,0 | 1100 | |
| | Resistencia molde | 2,4 | 1,8 | 1 | 1,8 | 5 | 100 | 9,0 | 180 | |
| 15 | INYECTORA HAITIAN MA5300 | | | | | | | 401,9 | 8038,4 | 5,3% |
| | Motor eléctrico INYECCION | 110,0 | 82,1 | 1 | 82,1 | 4 | 80 | 328,2 | 6565 | |
| | Resistencias cañon | 16,4 | 2,4 | 5 | 12,2 | 5 | 100 | 61,0 | 1220 | |
| | Resistencia molde | 3,4 | 2,5 | 1 | 2,5 | 5 | 100 | 12,7 | 254 | |
| 16 | INYECTORA HAITIAN 2500 | | | | | | | 401,9 | 8038,4 | 5,3% |
| | Motor eléctrico INYECCION | 110,0 | 82,1 | 1 | 82,1 | 4 | 80 | 328,2 | 6565 | |
| | Resistencias cañon | 16,4 | 2,4 | 5 | 12,2 | 5 | 100 | 61,0 | 1220 | |
| | Resistencia molde | 3,4 | 2,5 | 1 | 2,5 | 5 | 100 | 12,7 | 254 | |
| SUBTOTAL INYECCION | | | | | 299,2 | kW | | | 24996,9 | kWh/mes |
| 3. METALMECANICA | | | | | | | | | | |
| 17 | CORTADORA DAHLSTROM modelo 33C.60.18 Serial: R343 CAP: 20000 LBS | | | | | | | 99,5 | 1989,2 | 1,3% |
| | BUGGY Motor eléctrico reliance | 5,0 | 3,7 | 1 | 3,7 | 2,5 | 50 | 9,3 | 187 | |
| | NUCLEO Motor eléctrico | 5,0 | 3,7 | 1 | 3,7 | 2,5 | 50 | 9,3 | 187 | |
| | CAJA HDRAULICA Motor Baldor M3703 | 3,0 | 2,2 | 1 | 2,2 | 2,5 | 50 | 5,6 | 112 | |
| | Motor rodillos | 3,0 | 2,2 | 1 | 2,2 | 2,5 | 50 | 5,6 | 112 | |
| | Motor cizalla | 10,0 | 7,5 | 1 | 7,5 | 2,5 | 50 | 18,7 | 373 | |
| | Motor banda transportadora | 3,0 | 2,2 | 1 | 2,2 | 2,5 | 50 | 5,6 | 112 | |
| | ARRASTRE MOTOR BANDA Reliance | 0,3 | 0,2 | 1 | 0,2 | 2,5 | 50 | 0,6 | 12 | |
| | ARRASTRE Motor rodillo RELIANCE MOD 21A9A-BJ | 2,0 | 1,5 | 1 | 1,5 | 2,5 | 50 | 3,7 | 75 | |

| | | | | | | | | | | | |
|----|---|-------|-------|---|-------|-------|-------|------|-------------|---------------|------|
| | MOTOR ARRASTRE (Mant) | 2,0 | 1,5 | 1 | 1,5 | 2,5 | 50 | 3,7 | 75 | | |
| | RODILLOS Motor filtro aire | 1,0 | 0,7 | 1 | 0,7 | 2,5 | 50 | 1,9 | 37 | | |
| | Motor bomba de hidráulico 1-564649 hypower | 1,0 | 0,7 | 1 | 0,7 | 2,5 | 50 | 1,9 | 37 | | |
| | CORTE CUCHILLAS Motor Relinace 1165 rpm | 10,0 | 7,5 | 1 | 7,5 | 2,5 | 50 | 18,7 | 373 | | |
| | BANDA DE TOPE DE CORTE Motor eléctrico | 5,0 | 3,7 | 1 | 3,7 | 2,5 | 50 | 9,3 | 187 | | |
| | Motor rodillo final corte | 3,0 | 2,2 | 1 | 2,2 | 2,5 | 50 | 5,6 | 112 | | |
| 18 | TROQUELADORA HIDRAULICA BERETTA | | | | | | | | 12,5 | 249,8 | 0,2% |
| | Motor Asincrono STAMPI Model 132s4b5 | 7,4 | 5,5 | 1 | 5,5 | 2 | 40 | 11,0 | 220 | | |
| | Motor banda transportadora(tomate) | 1,0 | 0,7 | 1 | 0,7 | 2 | 40 | 1,5 | 30 | | |
| 19 | Soldadora SCIAKY Mod 76042 | | | | | | | | 99,9 | 1998,0 | 1,3% |
| | Transformador 150 KVA 440/110 V | 201,1 | 150,0 | 1 | 150,0 | 0,666 | 13,32 | 99,9 | 1998 | | |
| 20 | Soldadora SCIAKY CHICAGO | | | | | | | | 50,0 | 1000,0 | 0,7% |
| | Transformador 100 KVA 440/110 V | 134,0 | 100,0 | 1 | 100,0 | 0,5 | 10 | 50,0 | 1000 | | |
| 21 | SOLDADORA ROBOTRON | | | | | | | | 25,0 | 500,0 | 0,3% |
| | Transformador 50 KVA | 67,0 | 50,0 | 1 | 50,0 | 0,5 | 10 | 25,0 | 500 | | |
| 22 | SUELDA WELTRONIC | | | | | | | | 75,0 | 1500,0 | 1,0% |
| | Transformador 150 KVA 440/110 V MODELO G44150 LS63S | 201,1 | 150,0 | 1 | 150,0 | 0,5 | 10 | 75,0 | 1500 | | |
| 23 | SUELDA MIG MILLER | | | | | | | | 15,0 | 300,0 | 0,2% |
| | Transformador 460/230 23 A 7,5 KW | 10,1 | 7,5 | 1 | 7,5 | 2 | 40 | 15,0 | 300 | | |
| 24 | SUELDA DE PUNTO ARO 4 | | | | | | | | 20,0 | 400,0 | 0,3% |
| | Transformador 440/24 V MODEL 8123202 40 KVA | 53,6 | 40,0 | 1 | 40,0 | 0,5 | 10 | 20,0 | 400 | | |
| 25 | SUELDA DE PUNTO ARO 5 | | | | | | | | 20,0 | 400,0 | 0,3% |
| | Transformador 440/24 V MODEL 8123200 40 KVA | 53,6 | 40,0 | 1 | 40,0 | 0,5 | 10 | 20,0 | 400 | | |
| 26 | TALADRO DE PEDESTAL HITACHI | | | | | | | | 0,7 | 14,9 | 0,0% |
| | Motor CENTURY | 0,5 | 0,4 | 1 | 0,4 | 2 | 40 | 0,7 | 15 | | |
| 27 | DOBLADORA CHICAGO 1 MOD: 1214-M SERIAL L14446 | | | | | | | | 13,4 | 268,6 | 0,2% |
| | Motor carrera | 1,0 | 0,7 | 1 | 0,7 | 3 | 60 | 2,2 | 45 | | |
| | Motor excentrico | 5,0 | 3,7 | 1 | 3,7 | 3 | 60 | 11,2 | 224 | | |
| 28 | DOBLADORA NIAGARA PEQ. | | | | | | | | 4,0 | 79,4 | 0,1% |
| | Motor excentrico | 2,0 | 1,5 | 1 | 1,5 | 2,66 | 53,2 | 4,0 | 79,4 | | |
| 29 | DOBLADORA CHICAGO 7 MODEL 68B SERIAL L20749 55 TONS | | | | | | | | 8,4 | 167,9 | 0,1% |
| | Motor carrera | 0,3 | 0,2 | 1 | 0,2 | 5 | 100 | 0,9 | 19 | | |
| | Motor excentrico | 2,0 | 1,5 | 1 | 1,5 | 5 | 100 | 7,5 | 149 | | |
| 30 | DOBLADORA CHICAGO 8 MODEL 1012R SERIAL L19128 100 TONS | | | | | | | | 17,2 | 343,2 | 0,2% |
| | Motor carrera | 0,8 | 0,6 | 1 | 0,6 | 4 | 80 | 2,2 | 45 | | |
| | Motor excentrico | 5,0 | 3,7 | 1 | 3,7 | 4 | 80 | 14,9 | 298 | | |
| 31 | DOBLADORA CHICAGO 4 MODEL 1-35 SERIAL L 20371 TONS 15 | | | | | | | | 2,2 | 44,8 | 0,0% |
| | Motor carrera | 0,8 | 0,6 | 1 | 0,6 | 4 | 80 | 2,2 | 45 | | |

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--|------------|------|---|--------------|-----------|-----|--------------|----------------|----------------|
| 32 | TROQUELADORA SOUTH BEND OBI 80 TONS | | | | | | | 16,8 | 335,7 | 0,2% |
| | Motor excentrico | 7,5 | 5,6 | 1 | 5,6 | 3 | 60 | 16,8 | 336 | |
| 33 | TROQUELADORA VERSON MODEL D60-081 SERIAL 24364 60 TONS 440V | | | | | | | 11,9 | 238,7 | 0,2% |
| | Motor eléctrico | 3,0 | 2,2 | 1 | 2,2 | 4 | 80 | 9,0 | 179 | |
| | Motor bomba caja lubricacion | 1,0 | 0,7 | 1 | 0,7 | 4 | 80 | 3,0 | 60 | |
| 34 | TROQUELADORA ARISA | | | | | | | 14,4 | 287,0 | 0,2% |
| | Motor mecano met 440V 1200 RPM | 3,0 | 2,2 | 1 | 2,2 | 6,5 | 130 | 14,4 | 287 | |
| 35 | TROQUELADORA STRIPPIT | | | | | | | 49,2 | 983,8 | 0,6% |
| | Motor General Electric 440 V | 0,3 | 0,2 | 1 | 0,2 | 6 | 120 | 1,5 | 30 | |
| | Motor General Electric 440 V | 0,3 | 0,2 | 1 | 0,2 | 6 | 120 | 1,5 | 30 | |
| | Motor eléctrico para mesa | 0,3 | 0,2 | 1 | 0,2 | 6 | 120 | 1,5 | 30 | |
| | Motor central GRANDE | 10,0 | 7,5 | 1 | 7,5 | 6 | 120 | 44,8 | 895 | |
| 36 | TROQUELADORA DE GABINETES NIAGARA MOD: 65-5 6 1/2 TON SERIAL 60631 | | | | | | | 13,4 | 268,6 | 0,2% |
| | Motor eléctrico | 3,0 | 2,2 | 1 | 2,2 | 6 | 120 | 13,4 | 269 | |
| 37 | Dobladora de gabinetes CHICAGO 135 MODELO 135 SERIAL L20370 TONS 15 | | | | | | | 2,6 | 52,2 | 0,0% |
| | Motor eléctrico | 2,0 | 1,5 | 1 | 1,5 | 1,75 | 35 | 2,6 | 52 | |
| 38 | ROLADORA DE GABINETES LOCKFORMER | | | | | | | 3,7 | 74,6 | 0,0% |
| | Motor electrico | 5,0 | 3,7 | 1 | 3,7 | 1 | 20 | 3,7 | 75 | |
| 39 | PULIDORAS ELECTRICAS | | | | | | | 1,5 | 29,8 | 0,0% |
| | Motor electrico*2 | 1,0 | 0,7 | 2 | 1,5 | 1 | 20 | 1,5 | 30 | |
| 40 | SUELDA MILLER | | | | | | | 22,0 | 440,0 | 0,3% |
| | Transformador 11 KVA 230/460 V | 14,7 | 11,0 | 1 | 11,0 | 2 | 40 | 22,0 | 440 | |
| 41 | SUELDA PARRILLAS | | | | | | | 0,0 | 0,0 | 0,0% |
| | Transformador eléctrico | 33,5 | 25,0 | 1 | 25,0 | 0 | 0 | 0,0 | 0 | |
| | Transformador eléctrico | 33,5 | 25,0 | 1 | 25,0 | 0 | 0 | 0,0 | 0 | |
| | Transformador eléctrico | 33,5 | 25,0 | 1 | 25,0 | 0 | 0 | 0,0 | 0 | |
| 42 | ROLADORA TAYLOR WYNFIELD | | | | | | | 247,1 | 4942,3 | 3,3% |
| | Motor Buggy | 5,0 | 3,7 | 1 | 3,7 | 2 | 40 | 7,5 | 149 | |
| | Motor refilado | 6,0 | 4,5 | 1 | 4,5 | 2 | 40 | 9,0 | 179 | |
| | Motor Arrastre lamina | 5,0 | 3,7 | 1 | 3,7 | 3 | 60 | 11,2 | 224 | |
| | Motor Rolado | 0,8 | 0,6 | 1 | 0,6 | 3 | 60 | 1,7 | 34 | |
| | Motor Rodillos | 10,0 | 7,5 | 1 | 7,5 | 4 | 80 | 29,8 | 597 | |
| | Motor Succion | 0,5 | 0,4 | 1 | 0,4 | 4 | 80 | 1,5 | 30 | |
| | Motor tangencial | 10,0 | 7,5 | 1 | 7,5 | 2 | 40 | 14,9 | 298 | |
| | Motor troquel Boreal | 10,0 | 7,5 | 1 | 7,5 | 2 | 40 | 14,9 | 298 | |
| | Motor Caja hidraulica | 25,0 | 18,7 | 1 | 18,7 | 6 | 120 | 111,9 | 2238 | |
| | Motor bomba | 10,0 | 7,5 | 1 | 7,5 | 6 | 120 | 44,8 | 895 | |
| SUBTOTAL METALMECANICA | | | | | 771,7 | kW | | | 16908,4 | kWh/mes |
| 4. INSTALACIONES ELÉCRICAS | | | | | | | | | | |
| 43 | SOLDADORAS DE EMPAQUES | | | | | | | | | |
| | Resistencias 220V 400W | 0,536 2 | 0,4 | 5 | 2,0 | 4 | 80 | 8,0 | 160 | |
| | Resistencias 220V 400W | 0,536 2 | 0,4 | 6 | 2,4 | 4,00 | 80 | 9,6 | 192 | |

| | | | | | | | | | | |
|--|--|------------|------|----|-------------|-----------|-----|------|---------------|----------------|
| 4 | SOLDADORAS DE EMPAQUES 2 | | | | | | | | | |
| | Resistencias 220V 400W | 0,536 2 | 0,4 | 5 | 2,0 | 4,00 | 80 | 8,0 | 160 | |
| | Resistencias 220V 400W | 0,536 2 | 0,4 | 6 | 2,4 | 4 | 80 | 9,6 | 192 | |
| 45 | REVERBEROS PREENSAMBLE | | | | | | | | | |
| | RESISTENCIAS | 1,6 | 1,2 | 3 | 3,6 | 6,00 | 120 | 21,6 | 432 | |
| | | | | | | | | 56,8 | | |
| SUBTOTAL INSTALACIONES ELECTRICAS | | | | | 12,4 | kW | | | 1136,0 | kWh/mes |
| 5. PRE-ENSAMBLE | | | | | | | | | | |
| 46 | RIELES TRANSPORTADORAS(VERDE) PREENSAMBLE | | | | | | | 1,1 | 22,4 | 0,0% |
| | Motor eléctrico ROSSI 3F COD. A4CO812B25517 230V 3,7 A 0,75 KW con reductor de velocidad | 0,8 | 0,6 | 1 | 0,6 | 2 | 40 | 1,1 | 22 | |
| SUBTOTAL PRE-ENSAMBLE | | | | | 0,6 | kW | | | 22,4 | kWh/mes |
| 6. ESPUMADO | | | | | | | | | | |
| 47 | RIELES TRANSPORTADORAS(VERDE) INYECTORA ROSSI | | | | | | | 2,2 | 44,8 | 0,0% |
| | Motor eléctrico ROSSI 3F COD. A4CO812B25517 230V 3,7 A 0,75 KW con reductor de velocidad* | 0,8 | 0,6 | 2 | 1,1 | 2 | 40 | 2,2 | 45 | |
| 48 | HORNOS ROSSI AREA INYECTORA ROSSI | | | | | | | 59,2 | 1183,8 | 0,8% |
| | Motor eléctrico BANDA TRANSPORTADORA Ingreso gabinete y hornos | 0,8 | 0,6 | 8 | 4,5 | 2,5 | 50 | 11,2 | 224 | |
| | Resistencias horno | 1,6 | 1,2 | 16 | 19,2 | 2,5 | 50 | 48,0 | 960 | |
| 49 | ESTACIONES DE INYECCION GABINETES INYECTORA ROSSI | | | | | | | 25,7 | 514,7 | 0,3% |
| | Movimiento de tornillo sin fin Motor eléctrico ROGNONI 230 V 1380 RPM ESTACIONES INYECCION | 0,8 | 0,6 | 4 | 2,2 | 1,5 | 30 | 3,4 | 67 | |
| | Motores siemens 230/380 V 11,2 A | 5,0 | 3,7 | 4 | 14,9 | 1,5 | 30 | 22,4 | 448 | |
| 50 | RIELES TRANSPORTADORAS(VERDE) INYECTORA ROSSI | | | | | | | 4,4 | 88,0 | 0,1% |
| | Motor eléctrico EURODRIVE Mod: S57DV100M4 2,2 KW con caja reductora de velocidad | 2,9 | 2,2 | 1 | 2,2 | 2 | 40 | 4,4 | 88 | |
| 51 | INYECTORA CANNON 100 | | | | | | | 64,7 | 1294,1 | 0,9% |
| | Motor bomba alta presion | 10,0 | 7,5 | 1 | 7,5 | 2,5 | 50 | 18,7 | 373 | |
| | Motor bomba baja presion | 5,0 | 3,7 | 1 | 3,7 | 2,5 | 50 | 9,3 | 187 | |
| | Motor agitador | 2,0 | 1,5 | 1 | 1,5 | 2,5 | 50 | 3,7 | 75 | |
| | Motores banda transportadora | 17,7 | 13,2 | 1 | 13,2 | 2,5 | 50 | 33,0 | 660 | |
| 52 | HORNOS ELECTRICOS INYECTORA CANNON 100 | | | | | | | 13,1 | 262,0 | 0,2% |
| | Moto ventiladores SIEMENS Mod: 6956209 400/230 V 0,55 KW HORNO 1 | 0,7 | 0,6 | 4 | 2,2 | 2,25 | 45 | 5,0 | 99 | |

| | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--|-----|-----|---|-------------|-----------|--------|-------------|---------------|----------------|------|
| | Moto ventiladores SIEMENS Mod: 6956209 400/230 V 0,55 KW HORNO 2*4 | 0,7 | 0,6 | 4 | 2,2 | 2 | 40 | 4,4 | 88 | | |
| | Motores transmision de movimiento para bandas RELIANCE 230/460V con caja reductora | 1,0 | 0,8 | 2 | 1,5 | 2,5 | 50 | 3,8 | 75 | | |
| 53 | INYECTORA CANNON 100 | | | | | | | 4,4 | 88,0 | 0,1% | |
| | Motores para movimiento cabezales de inyección SIEMENS 400/230 V 0,55 KW | 0,7 | 0,6 | 2 | 1,1 | 2 | 40 | 2,2 | 44 | | |
| | TECLES Motores para movimiento cabezales de inyección PUERTAS DEMAG 400/230 V 0,55 KW | 0,7 | 0,6 | 2 | 1,1 | 2 | 40 | 2,2 | 44 | | |
| 54 | COCHES TRANSPORTADORES DE GABINETE | | | | | | | 3,4 | 67,1 | 0,0% | |
| | Motor eléctrico ROSSI 3F COD. A4CO812B25517 230V 3,7 A 0,75 KW con reductor de velocidad | 0,8 | 0,6 | 3 | 1,7 | 1 | 20 | 1,7 | 34 | | |
| | Motor central Coche transportador | 0,8 | 0,6 | 3 | 1,7 | 1 | 20 | 1,7 | 34 | | |
| SUBTOTAL ESPUMADO | | | | | 81,5 | kW | | | 3576,1 | kWh/mes | |
| 7. ENSAMBLE FINAL | | | | | | | | | | | |
| 55 | REDUCTOR DE VELOCIDAD BANDA TRANSPORTADORA LINEA 1 | | | | | | | 4,5 | 89,5 | 0,1% | |
| | Motor eléctrico BALDOR 230/480 V 3/4 HP | 0,8 | 0,6 | 1 | 0,6 | 8 | 160 | 4,5 | 90 | | |
| 56 | REDUCTOR DE VELOCIDAD BANDA TRANSPORTADORA LINEA 3 | | | | | | | 1,1 | 22,4 | 0,0% | |
| | Motor eléctrico BALDOR 230/480 V 3/4 HP | 0,8 | 0,6 | 1 | 0,6 | 2 | 40 | 1,1 | 22 | | |
| 57 | BOMBAS DE VACIO LINEA 1 | | | | | | | 52,8 | 1056,0 | 0,7% | |
| | Motor bomba de vacio VULCANO Mtor ASEA 440/220V 1730RPM 1,1KW (6 UNI) | 1,5 | 1,1 | 6 | 6,6 | 8 | 160 | 52,8 | 1056 | | |
| 58 | BOMBAS DE VACIO LINEA 2 | | | | | | 10 | 200 | 35,8 | 716,2 | 0,5% |
| | Motor bomba de vacio KINNEY Mtor ASEA 440/220V 1730RPM 1 CP | 1,0 | 0,7 | 6 | 4,5 | 8 | 160 | 35,8 | 716 | | |
| 59 | CARGADORA DE RERIGERANTE AGRAMKOW | | | | | | | 2,7 | 54,8 | 0,0% | |
| | MOTOR ELECTRICO CARGADORA AGRAMKOW SARATRONIK, 440V, 3,7 A | 2,2 | 1,6 | 1 | 1,6 | 1,67 | 33,4 | 2,7 | 55 | | |
| 60 | PROBADOR FUGAS ELECTRICAS AGRAMKOW | | | | | | 10 | 200 | 0,3 | 6,6 | 0,0% |
| | EQUIPO PORTATIL PROBADOR DE FUGAS ELECTRICAS AGRAMKOW V=220; POT=400W | 0,5 | 0,4 | 1 | 0,4 | 0,8333 | 16,666 | 0,3 | 7 | | |
| SUBTOTAL ENSAMBLE FINAL | | | | | 14,2 | kW | | | 1945,5 | kWh/mes | |
| 8. ILUMINACION PLANTA | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|--|--|------------|-------|-----|--------------|-----------|-------|----------------|----------------|-------|
| 61 | SISTEMAS ILUMINACION PLANTA | | | | | | | 64,8 | 1295,2 | 0,9% |
| | Lamparas fluorescentes 2x40w | 0,053 6 | 0,04 | 88 | 3,5 | 5,5 | 110 | 19,4 | 387 | |
| | Lamparas tipo campana | 0,335 1 | 0,25 | 41 | 10,3 | 4 | 80 | 41,0 | 820 | |
| | Reflectores | 0,536 2 | 0,40 | 2 | 0,8 | 5,5 | 110 | 4,4 | 88 | |
| SUBTOTAL ILUMINACION PLANTA | | | | | 14,6 | kW | | 1295,2 | kWh/mes | |
| 9. CARGAS VARIAS PLANTA | | | | | | | | | | |
| 62 | CARGAS VARIAS PLANTA | | | | | | | 41,1 | 821,1 | 0,5% |
| | Refrigeradoras a prueba funcionamiento | 0,160 9 | 0,12 | 33 | 4,0 | 6 | 120 | 23,8 | 475 | |
| | Computadores de escritorio | 0,27 | 0,20 | 3 | 0,6 | 8 | 160 | 4,8 | 96 | |
| | Computadores portatiles | 0,09 | 0,07 | 1 | 0,1 | 8 | 160 | 0,6 | 11 | |
| | Otras cargas menores | 2 | 1,49 | 1 | 1,5 | 8 | 160 | 11,9 | 239 | |
| SUBTOTAL CARGAS VARIAS PLANTA | | | | | 6,1 | kW | | 821,1 | kWh/mes | |
| 10. ILUMINACION OFICINAS | | | | | | | | | | |
| 63 | SISTEMAS ILUMINACION OFICINAS | | | | | | | 116,7 | 2333,9 | 1,5% |
| | Lamparas fluorescentes 2x40w | 0,053 6 | 0,04 | 228 | 9,1 | 10,27 | 205,4 | 93,6 | 1873 | |
| | Lamparas fluorescentes 2x32w | 0,041 9 | 0,03 | 25 | 0,8 | 10,27 | 205,4 | 8,0 | 160 | |
| | Lamparas otra especificacion | 1,963 8 | 1,47 | 1 | 1,5 | 10,27 | 205,4 | 15,0 | 301 | |
| SUBTOTAL ILUMINACION OFICINAS | | | | | 11,4 | kW | | 2333,9 | kWh/mes | |
| 11. CARGAS VARIAS OFICINAS | | | | | | | | | | |
| 64 | CARGAS VARIAS OFICINAS | | | | | | | 130,4 | 2607,9 | 1,7% |
| | Computadores de escritorio | 0,27 | 0,20 | 37 | 7,4 | 10,5 | 210 | 77,7 | 1554 | |
| | Computadores portatiles | 0,09 | 0,07 | 17 | 1,2 | 10,5 | 210 | 12,5 | 250 | |
| | Refrigeradoras fijas instaladas | 0,16 | 0,12 | 17 | 2,0 | 10 | 201 | 20,1 | 402 | |
| | Otras cargas menores | 2,68 | 2,00 | 1 | 2,0 | 10 | 201 | 20,1 | 402 | |
| SUBTOTAL CARGAS VARIAS OFICINAS | | | | | 12,6 | kW | | 2607,9 | kWh/mes | |
| 12. TECNOLOGIAS HORIZONTALES | | | | | | | | | | |
| 65 | COMPRESOR TORNILLO ATLAS COPCO | | | | | | | | | 0,0% |
| | Motor electrico | 408,8 | 305,0 | 1 | 305,0 | 0 | 0 | 0,0 | 0 | |
| | Motoventiladores | 0,5 | 0,4 | 3 | 1,1 | 0 | 0 | 0,0 | 0 | |
| 66 | COMPRESOR DE PISTON | | | | | | | | 39200 | 25,8% |
| | Motor electrico | 328,4 | 245,0 | 1 | 245,0 | 8 | 160 | 1960,0 | 39200 | |
| 67 | PLANTA DE AGUA | | | | | | | | 2984 | 2,0% |
| | Bombas de ALIMENTACION DE AGUA PLANTA | 10 | 7,5 | 2 | 14,9 | 10,00 | 200 | 149,2 | 2984 | |
| SUBTOTAL CARGAS VARIAS OFICINAS | | | | | 566,0 | kW | | 42184,2 | kWh/mes | |

ANEXO 3

SOLICITUD DE DOCUMENTACIÓN

Estimado Ing. Alberto Guzmán

Por medio de la presente le solicito a usted muy comedidamente para solicitarle la siguiente documentación necesaria para la elaboración de la auditoría energética en la empresa Ecuatoriana de Artefactos S.A.

- Planos de las instalaciones que se van a auditar (Planta 3, 4, 5, oficinas y tecnologías horizontales) en versión Auto CAD
- Esquema eléctrico de la planta en versión Auto CAD
- Histórico de las facturas de consumo energético. (O la autorización para descargar de internet las planillas electrónicas)
- Listado de equipos consumidores de energía
- Características nominales de los equipos
- Diagramas de funcionamiento
- Diagrama de bloques del proceso productivo
- Producción detallada de artefactos de los años 2014 y 2015

Por la atención que usted se digne dar a la presente le anticipo mis agradecimientos.

Saludos cordiales

Ing. Byron Mauricio Cárdenas A

Auditor Energético

ANEXO 4

INFORME DE ANÁLISIS DE ENERGÍA

ANEXO 4

INFORME DEL ANÁLISIS DE CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA EMPRESA ECUATORIANA DE ARTEFACTOS S.A. “ECASA”

ANTECEDENTES:

Se realiza el presente Análisis de Calidad de Energía en la planta Ecuatoriana de Artefactos S.A. con la finalidad de conocer el comportamiento actual de la Energía eléctrica utilizada en los procesos productivos, y realizar las respectivas recomendaciones de mejoras.

El equipo analizador de energía utilizado es el AMPROBE DIII, descrito en el capítulo 2, sección 2.3.5.1, el cual mide los siguientes parámetros más comunes:

- Voltajes mínimos, medios, máximos en las fases (RMS)
- Voltajes mínimos, medios, máximos entre fase y fase
- Corriente mínima, media y máxima RMS en las fases
- Potencia real, aparente, reactiva
- Distorsión armónica en Voltaje y Corriente (1, 3, 5 y 7 armónico)
- Factor de Potencia.

Las mediciones con el analizador fueron realizadas en base al siguiente **cronograma**:

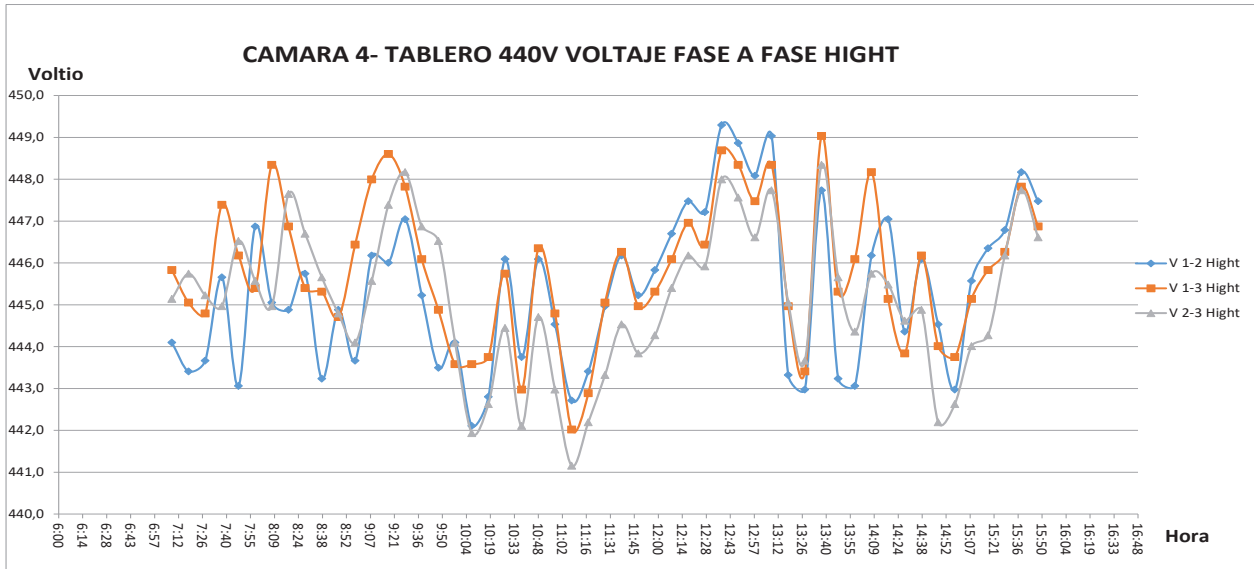
| FECHA | EQUIPO - INSTALACIÓN | HORAS MEDICIÓN |
|--------------|---|---------------------------|
| 2016-05-09 | TABLERO DISTRIBUCIÓN CÁMARA 4 - 440V | 8 |
| 2016-05-10 | TABLERO DISTRIBUCIÓN CÁMARA 4 - 220V | 8 |
| 2016-05-11 | TABLERO DISTRIBUCIÓN CÁMARA 2 - 440V | 8 |
| 2016-05-12 | TABLERO DISTRIBUCIÓN CÁMARA 2 - 220V | 8 |
| 2016-05-13 | SUB-TABLERO DISTRIBUCIÓN TERMOFORMADO | 8 |
| 2016-05-16 | SUB-TABLERO DISTRIBUCIÓN TERMOFORMADORA BROWN 3 | 4 |
| 2016-05-16 | SUB-TABLERO DISTRIBUCIÓN TERMOFORMADORA BROWN 1 | 4 |
| 2016-05-17 | SUB-TABLERO DISTRIBUCIÓN INYECTORAS 1 Y 2 | 8 |
| 2016-05-18 | SUB-TABLERO DISTRIBUCIÓN INYECTORAS 3 Y 4 | 8 |
| 2016-05-19 | SUB-TABLERO DISTRIBUCIÓN COMPRESORES | 8 |
| 2016-05-20 | SUB-TABLERO DISTRIBUCIÓN PRE-ENSAMBLE | 4 |
| 2016-05-20 | SUB-TABLERO DISTRIBUCIÓN METALMECÁNICA | 4 |

De estos valores, se analizan los valores máximos, mínimos y promedios obtenidos, con el objetivo de compararlos con los estándares internacionales IEEE 1100 1999, IEEE 1159, y IEEE 519 – 2014, que son los que definen los límites de operación.

4.1 CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN 4 – TABLERO PRINCIPAL

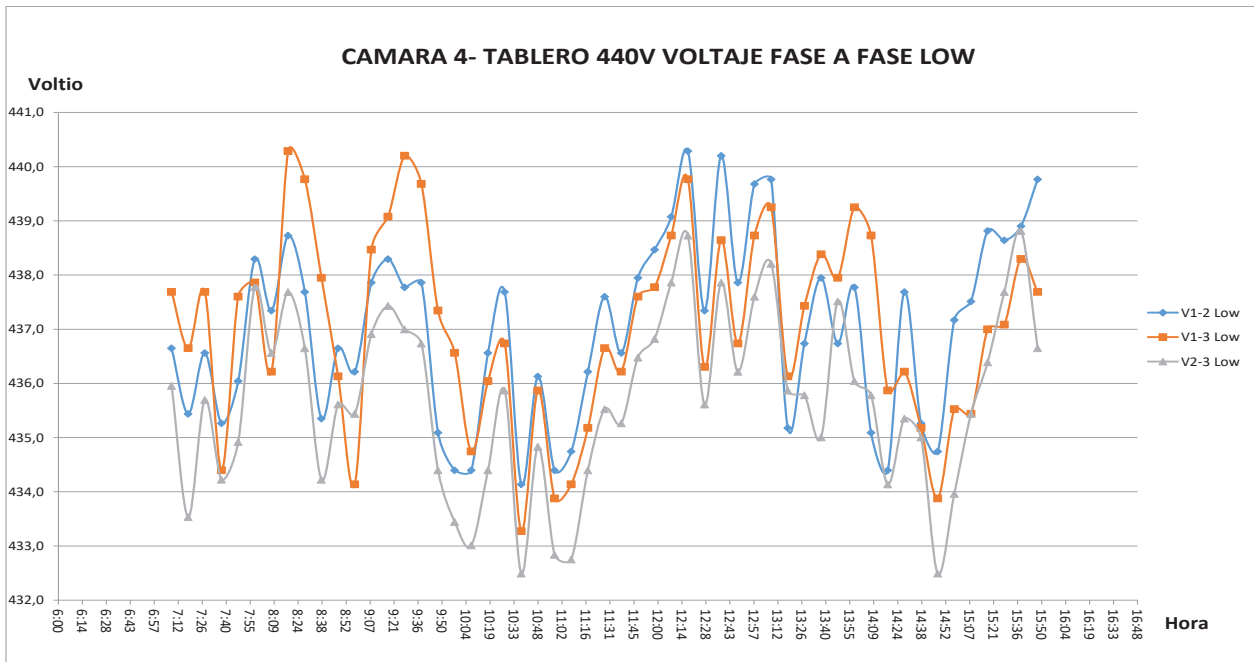
440 V

4.1.1 PERFIL DE VOLTAJE MÁXIMO DE LÍNEA A LÍNEA



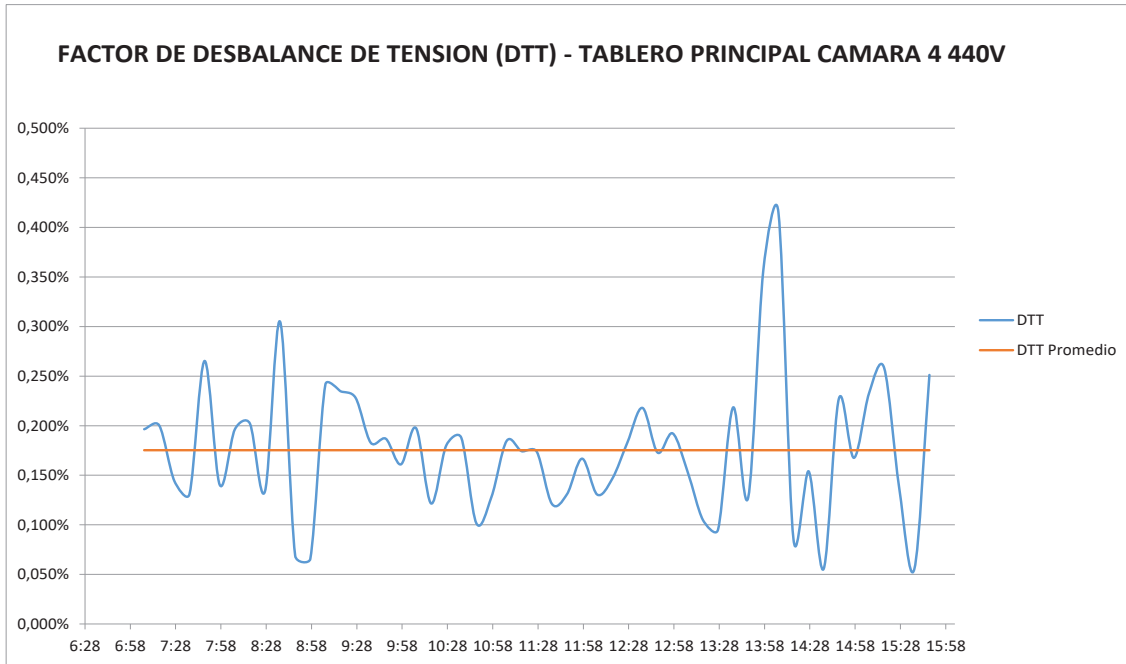
El comportamiento del Voltaje promedio máximo es de 445,4, valor que se encuentra arriba del nominal en un **1,23%**. El voltaje instantáneo máximo es de **449,3**, el cual se encuentra un 2,11% arriba del nominal. Estos valores **SI** se encuentran dentro del rango recomendado por el estándar IEEE 1100 1999, tabla 4,3 (Variación del 5% respecto al Voltaje nominal)

4.1.2 PERFIL DE VOLTAJE MÍNIMO DE LÍNEA A LÍNEA



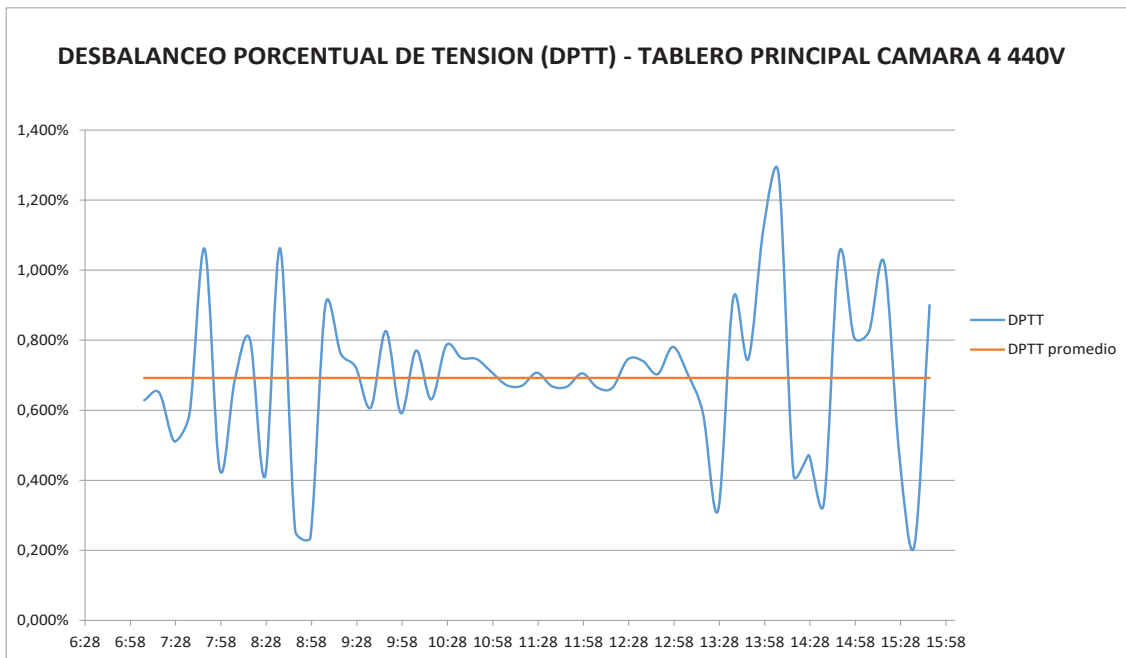
El comportamiento del Voltaje promedio mínimo es de 436,6, valor que se encuentra abajo del nominal en un **0,77%**. El voltaje instantáneo mínimo es de **432,5** el cual se encuentra un **1,70%** abajo del nominal. Estos valores **SI** se encuentran dentro del rango recomendado por el estándar IEEE 1100 1999, tabla 4,3 (Variación del 5% respecto al Voltaje nominal)

4.1.3 FACTOR DE DESBALANCE DE TENSION



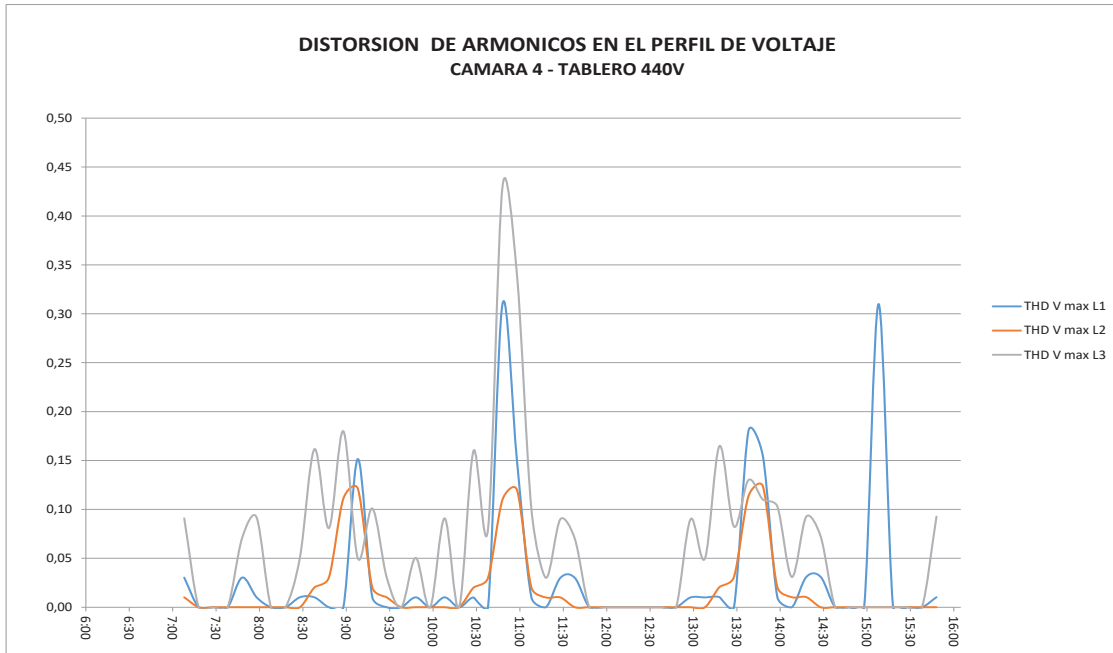
| D MAX | D MIN | D PROM | IEEE 1159 MAX 2% |
|--------|--------|--------|------------------|
| 0,415% | 0,055% | 0,175% | SI CUMPLE |

4.1.4 RAZÓN DE DESBALANCEO DE TENSION



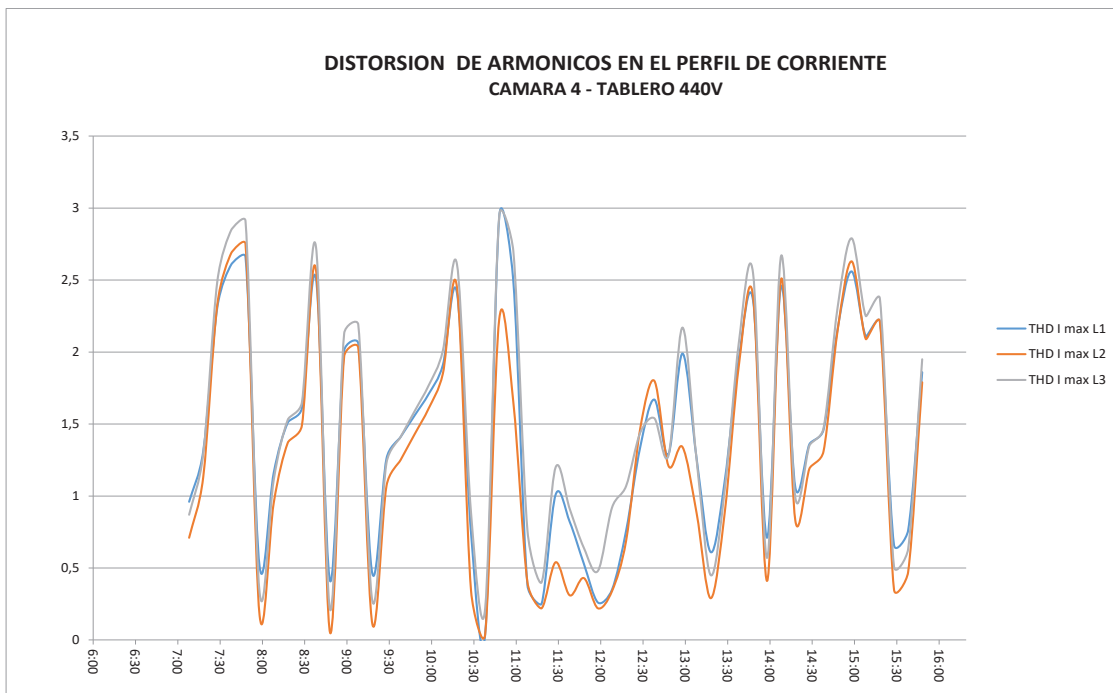
| D MAX | D MIN | D PROM | IEEE 1159 MAX 2% |
|--------|--------|--------|------------------|
| 1,275% | 0,215% | 0,692% | SI CUMPLE |

4.1.5 DISTORSIÓN ARMÓNICA EN EL PERFIL DEL VOLTAJE



El perfil de distorsión armónica en el Voltaje THDv, en el que se muestra un promedio de 0,4% y un valor máximo de 0,43%, lo cual se encuentra **DENTRO** del porcentaje recomendado por la IEEE 519 – 2014

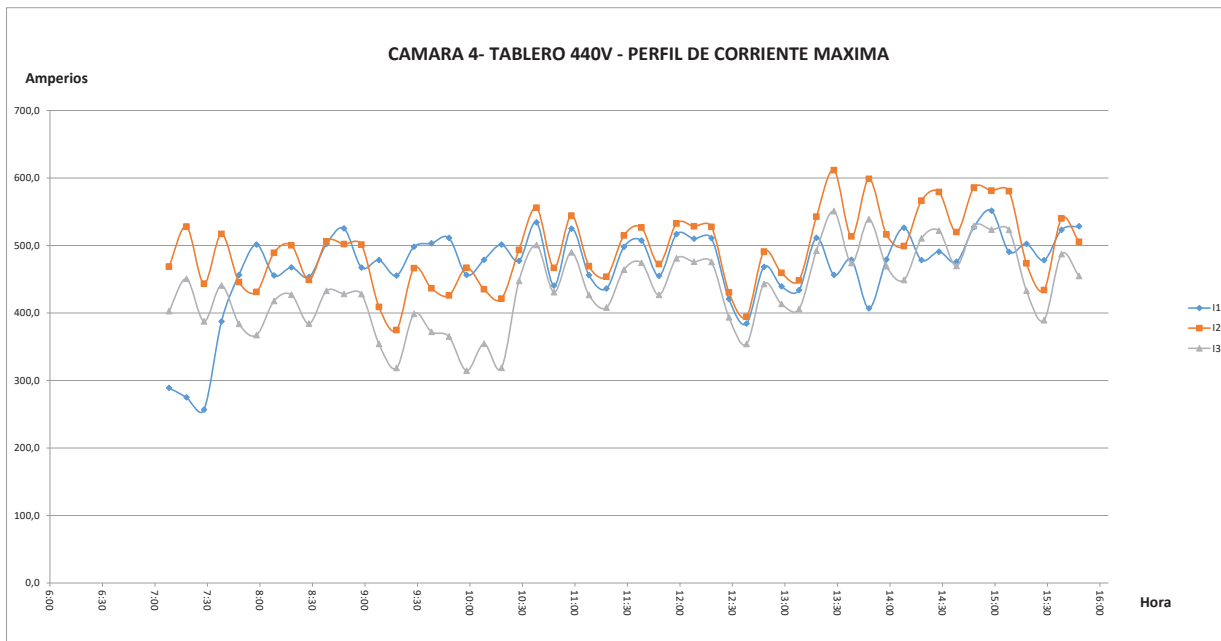
4.1.6 DISTORSIÓN ARMÓNICA EN EL PERFIL DEL CORRIENTE



El perfil de distorsión armónica en la Corriente THDi, en el que se muestra un promedio de 1,4% y un valor máximo de 2,95%, lo cual se encuentra **DENTRO** del porcentaje recomendado por la IEEE 519 - 2014

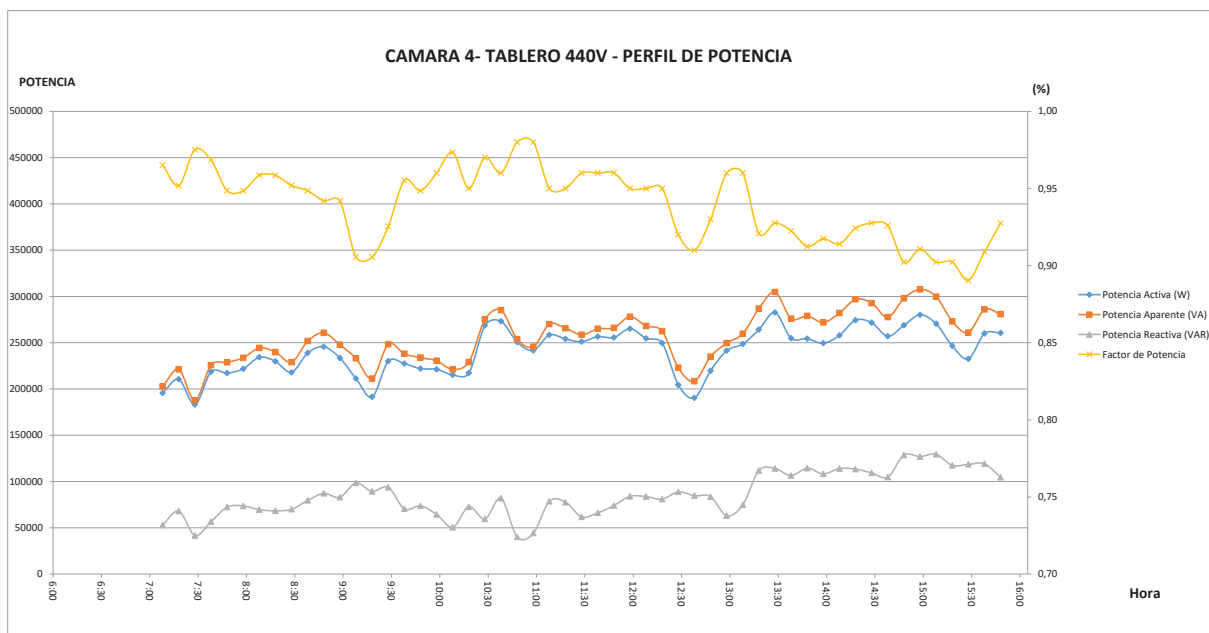
4.1.7 PERFIL DE CORRIENTE MÁXIMA

La gráfica representa el perfil de corrientes máximas. La corriente máxima tiene un promedio de 332 A, y registra un valor



máximo de 406 A, y un valor mínimo de 233 A

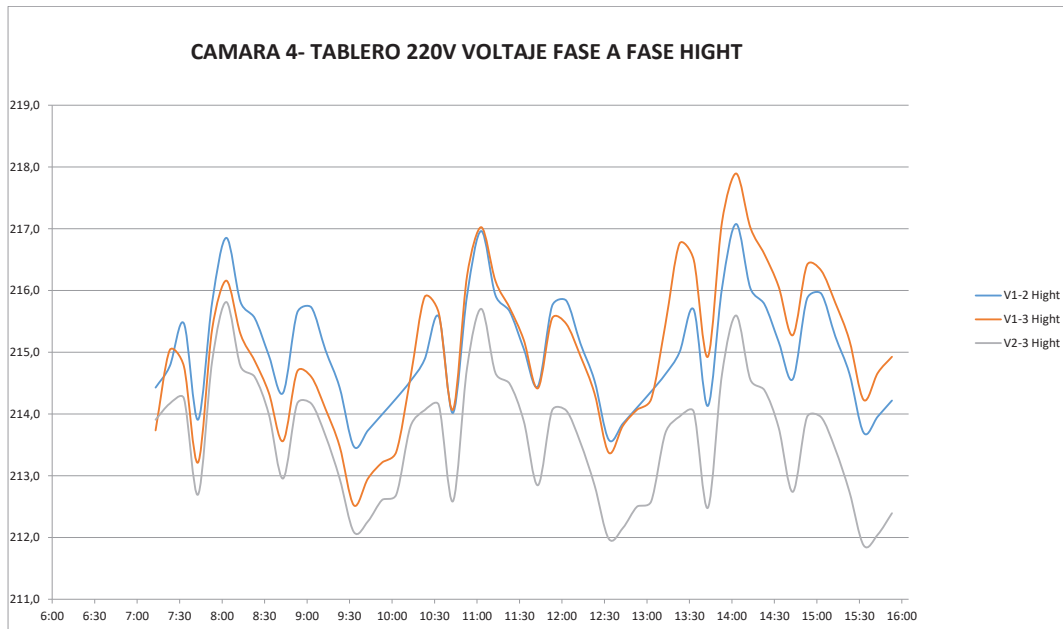
4.1.8 PERFIL DE POTENCIAS



La gráfica representa el perfil de potencias activas, reactivas y aparentes. La potencia activa tiene un promedio de 240575 W, y registra un valor máximo de 282573 W, y un valor mínimo de 183079 W

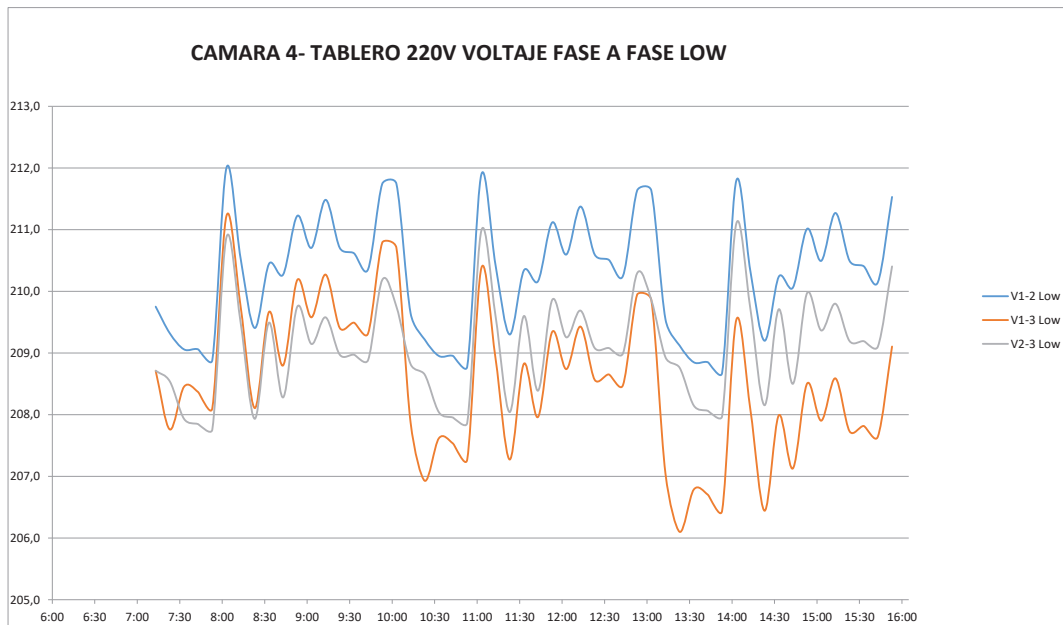
4.2 CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN 4 – TABLERO PRINCIPAL 220 V

4.2.1 PERFIL DE VOLTAJE MÁXIMO DE LÍNEA A LÍNEA



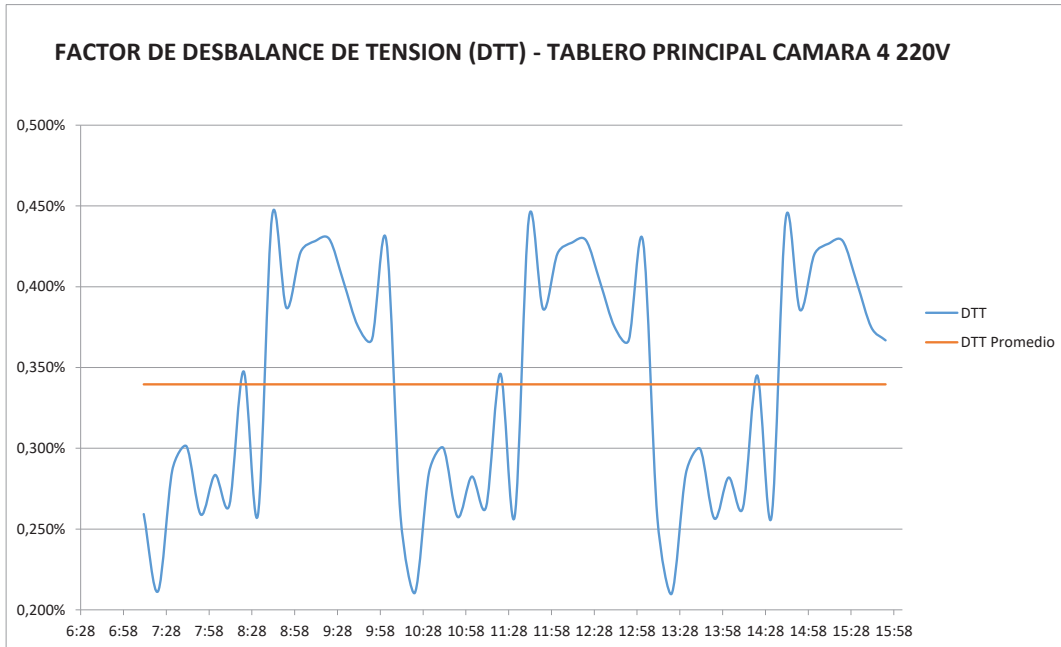
El comportamiento del Voltaje promedio máximo es de 214,6, valor que se encuentra abajo del nominal en un **2,47%**. El voltaje instantáneo máximo es de **217,9**, el cual se encuentra un **0,96%** abajo del nominal. Estos valores **SI** se encuentran dentro del rango recomendado por el estándar IEEE 1100 1999, tabla 4,3 (Variación del 5% respecto al Voltaje nominal)

4.2.2 PERFIL DE VOLTAJE MÍNIMO DE LÍNEA A LÍNEA



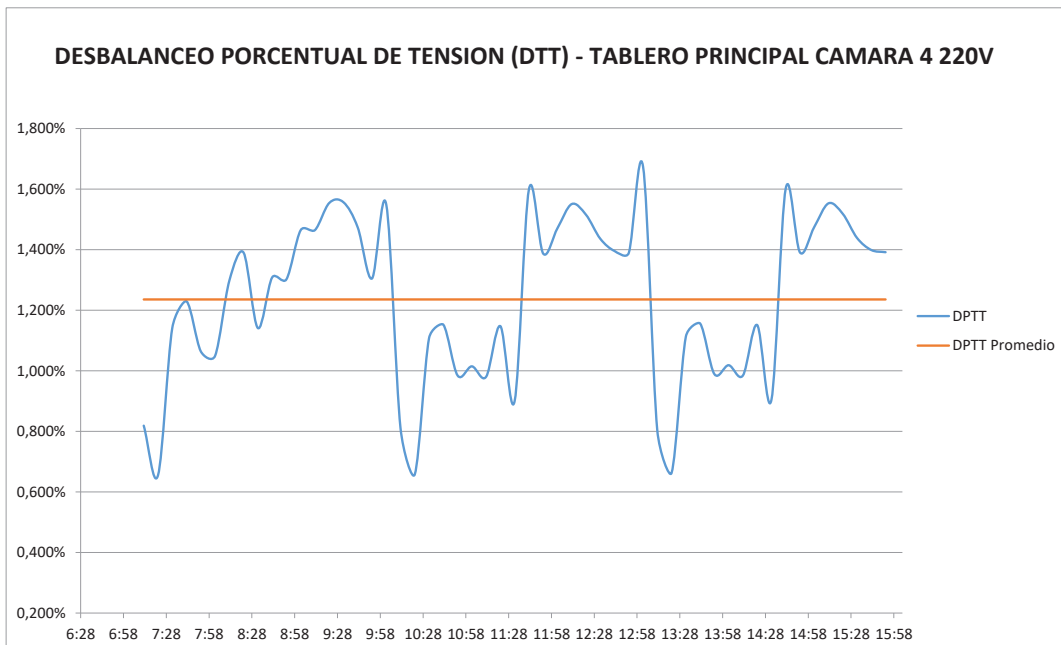
El comportamiento del Voltaje promedio mínimo es de 209,3, valor que se encuentra abajo del nominal en un **4,86%**. El voltaje instantáneo mínimo es de **206,1** el cual se encuentra un **6,32%** abajo del nominal. Estos valores **NO** se encuentran dentro del rango recomendado por el estándar IEEE 1100 1999, tabla 4,3 (Variación del 5% respecto al Voltaje nominal)

4.2.3 FACTOR DE DESBALANCE DE TENSION



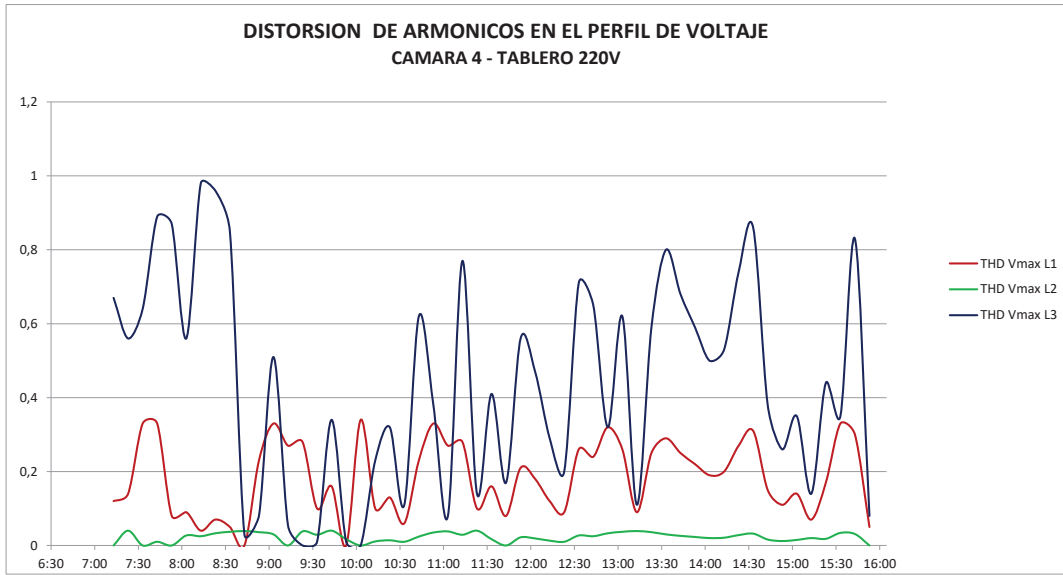
| D MAX | D MIN | D PROM | IEEE 1159 MAX 2% |
|--------|--------|--------|------------------|
| 0,444% | 0,210% | 0,340% | SI CUMPLE |

4.2.4 RAZÓN DE DESBALANCEO DE TENSION



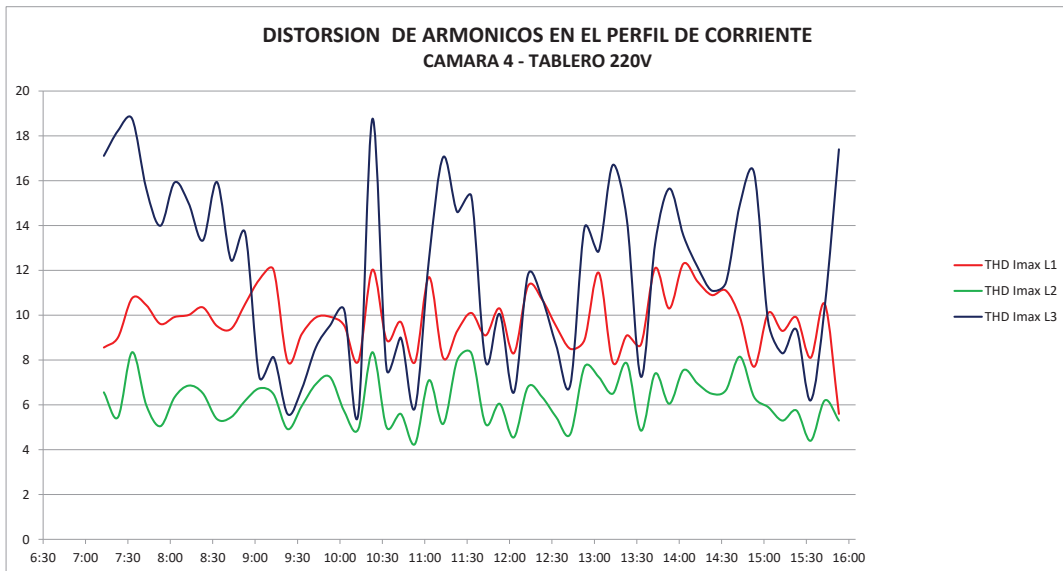
| D MAX | D MIN | D PROM | IEEE 1159 MAX 2% |
|--------|--------|--------|------------------|
| 1,675% | 0,655% | 1,236% | SI CUMPLE |

4.2.5 DISTORSIÓN ARMÓNICA EN EL PERFIL DEL VOLTAJE



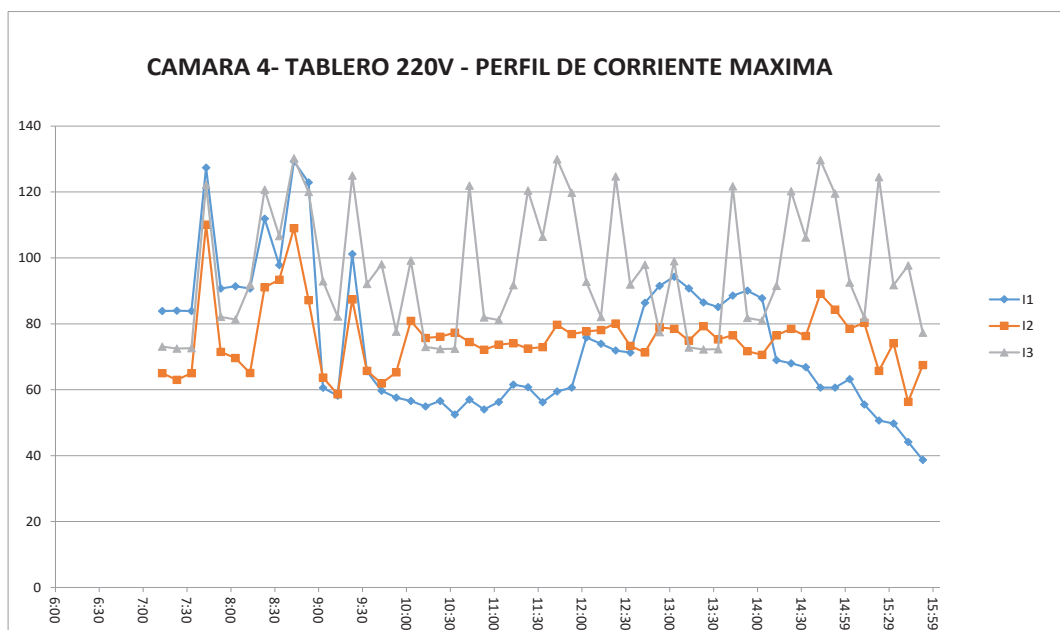
El perfil de distorsión armónica en el Voltaje THDv, en el que se muestra un promedio de 0,22% y un valor máximo de 0,98%, lo cual se encuentra **DENTRO** del porcentaje recomendado por la IEEE 519 – 2014

4.2.6 DISTORSIÓN ARMÓNICA EN EL PERFIL DEL CORRIENTE



El perfil de distorsión armónica en la Corriente THDi, en el que se muestra un promedio de 9,29% y un valor máximo de 18,76%, lo cual se encuentra **FUERA** del porcentaje recomendado por la IEEE 519 - 2014

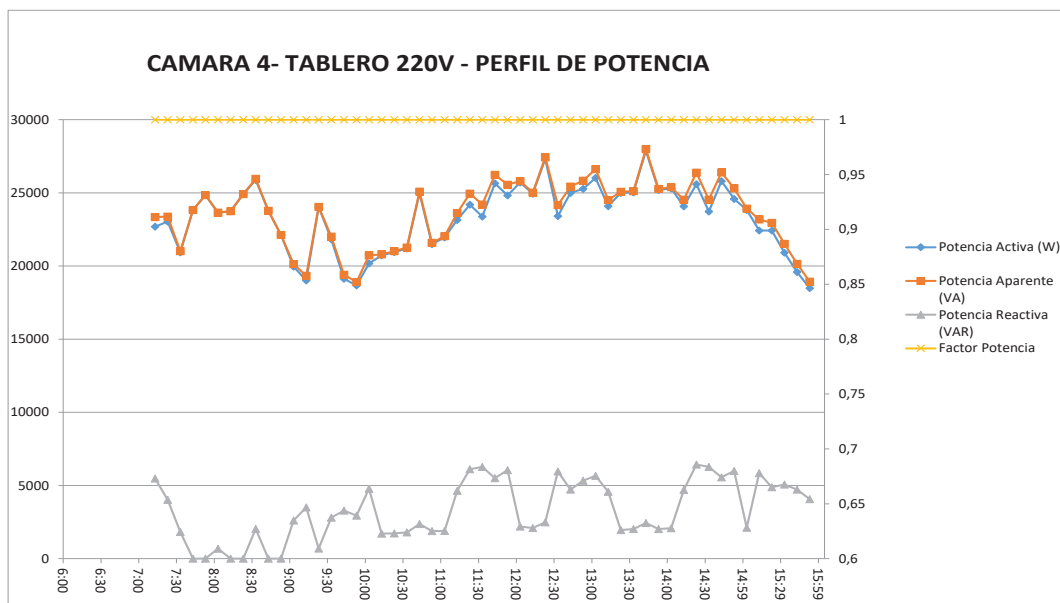
4.2.7 PERFIL DE CORRIENTE MÁXIMA



La gráfica representa el perfil de corrientes máximas. La corriente máxima tiene un promedio de 65 A, y registra un valor máximo de 129 A, y un valor mínimo de 31 A

4.2.8 PERFIL DE POTENCIAS

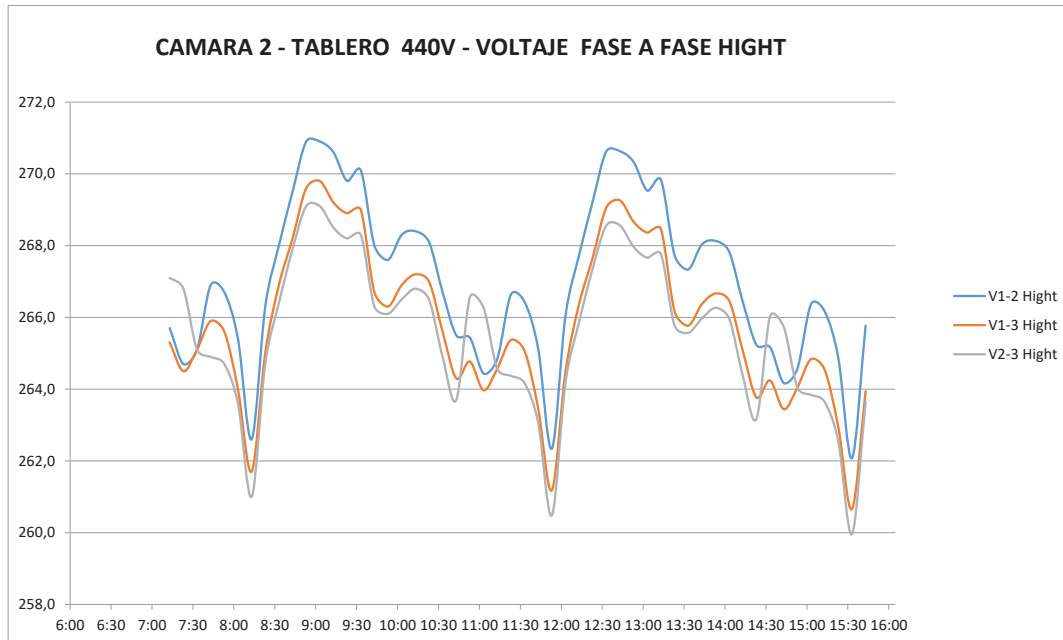
La gráfica representa el perfil de potencias activas, reactivas y aparentes. La potencia activa tiene un promedio de 240575 W, y registra un valor máximo de 282573 W, y un valor mínimo de 183079 W



La gráfica representa el perfil de potencias activas, reactivas y aparentes. La potencia activa tiene un promedio de 23327 W, y registra un valor máximo de 27879 W, y un valor mínimo de 18492 W

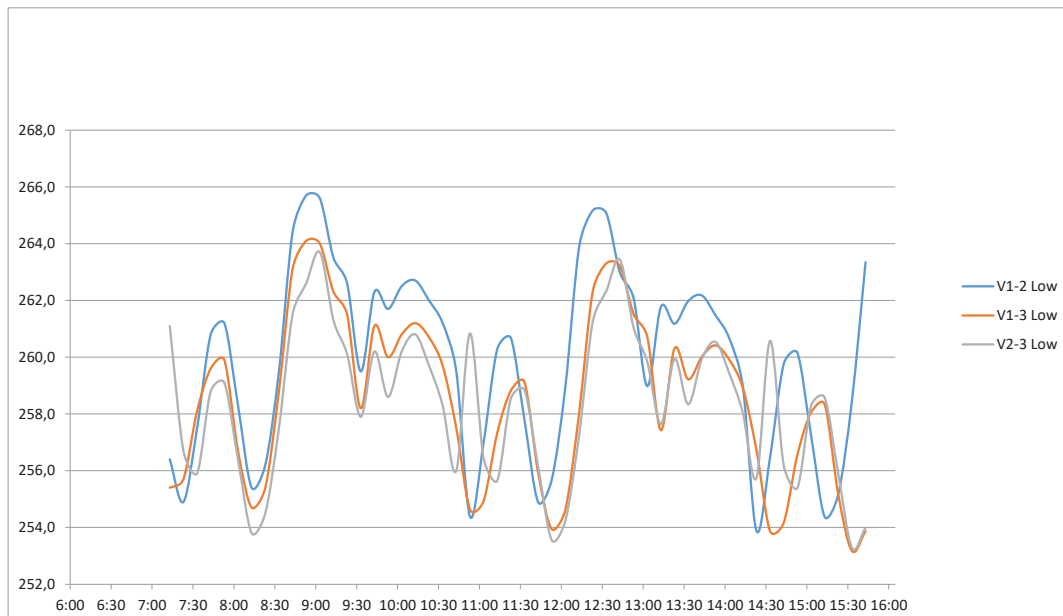
4.3 CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN 2 – TABLERO PRINCIPAL 440 V

4.3.1 PERFIL DE VOLTAJE MÁXIMO DE LÍNEA A LÍNEA



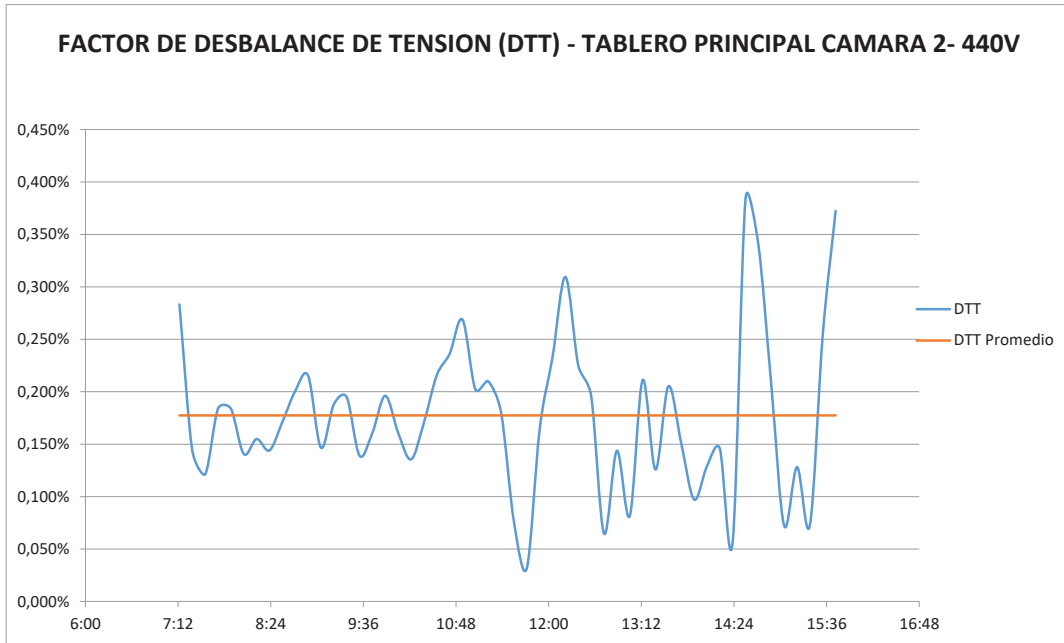
El comportamiento del Voltaje promedio máximo es de 461,0, valor que se encuentra arriba del nominal en un **4,77%**. El voltaje instantáneo máximo es de **468,3**, el cual se encuentra un 6,42% arriba del nominal. El segundo valor **NO** se encuentran dentro del rango recomendado por el estándar IEEE 1100 1999, tabla 4,3 (Variación del 5% respecto al Voltaje nominal)

4.3.2 PERFIL DE VOLTAJE MÍNIMO DE LÍNEA A LÍNEA



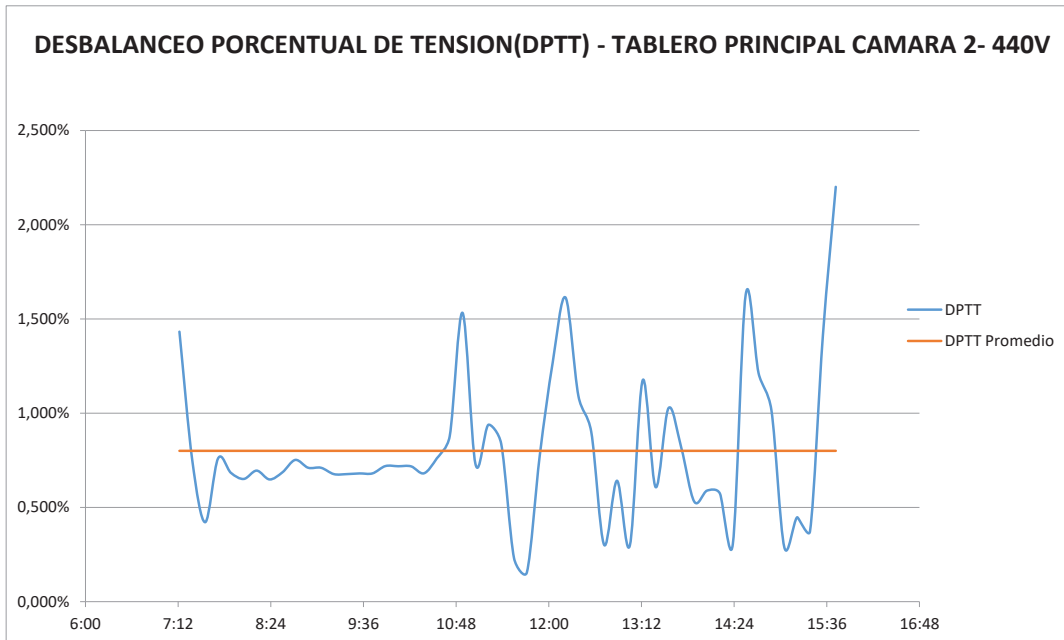
El comportamiento del Voltaje promedio mínimo es de 448,5, valor que se encuentra arriba del nominal en un **1,94%**. El voltaje instantáneo mínimo es de **438,6** el cual se encuentra un **0,32%** abajo del nominal. Estos valores **SI** se encuentran dentro del rango recomendado por el estándar IEEE 1100 1999, tabla 4,3 (Variación del 5% respecto al Voltaje nominal)

4.3.3 FACTOR DE DESBALANCE DE TENSION



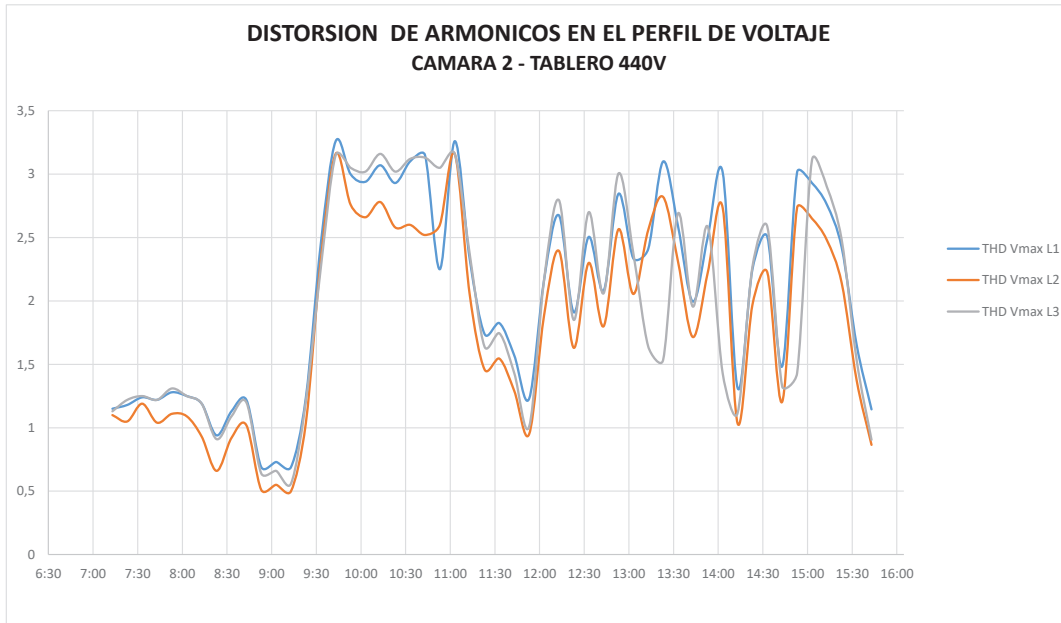
| D MAX | D MIN | D PROM | IEEE 1159 MAX 2% |
|--------|--------|--------|------------------|
| 0,384% | 0,032% | 0,177% | SI CUMPLE |

4.3.4 RAZÓN DE DESBALANCEO DE TENSION



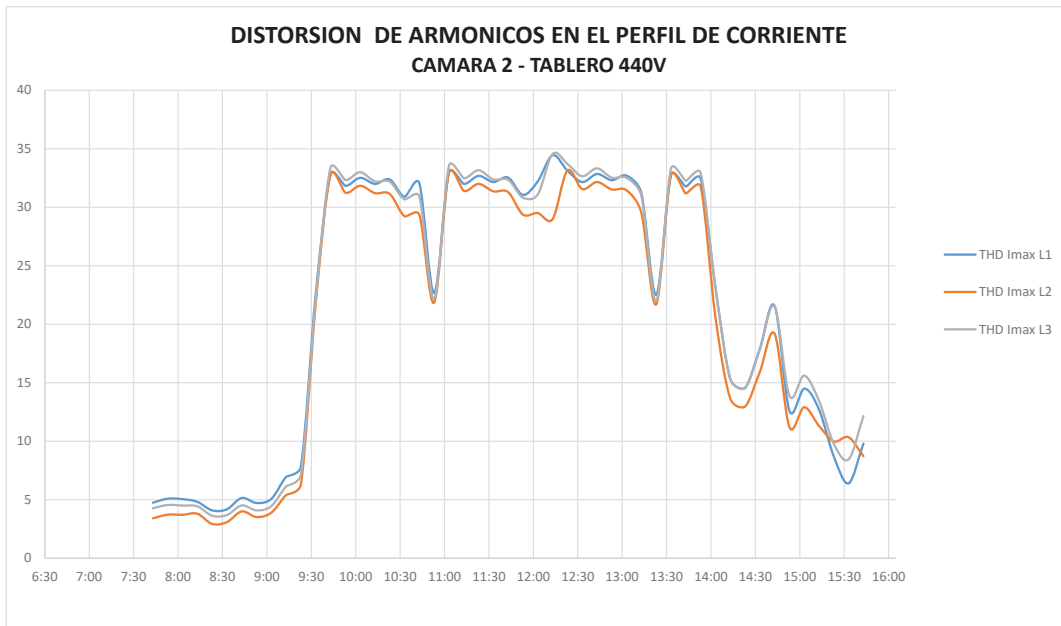
| D MAX | D MIN | D PROM | IEEE 1159 MAX 2% |
|--------|--------|--------|------------------|
| 2,201% | 0,155% | 0,80% | SI CUMPLE |

4.3.5 DISTORSIÓN ARMÓNICA EN EL PERFIL DEL VOLTAJE



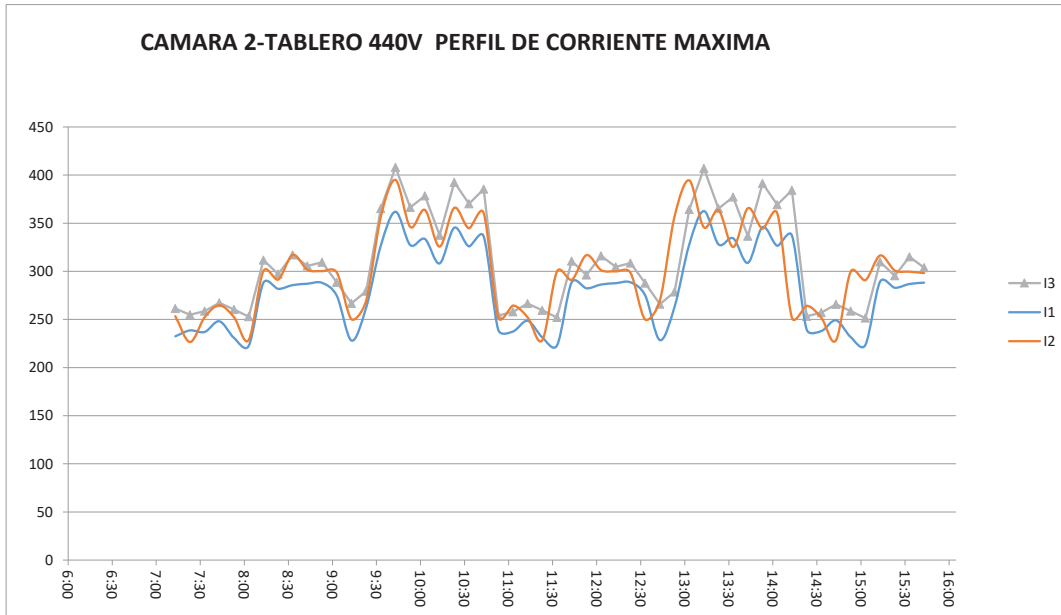
El perfil de distorsión armónica en el Voltaje THDv, en el que se muestra un promedio de 1,94% y un valor máximo de 3,26%, lo cual se encuentra **DENTRO** del porcentaje recomendado por la IEEE 519 – 2014

4.3.6 DISTORSIÓN ARMÓNICA EN EL PERFIL DEL CORRIENTE



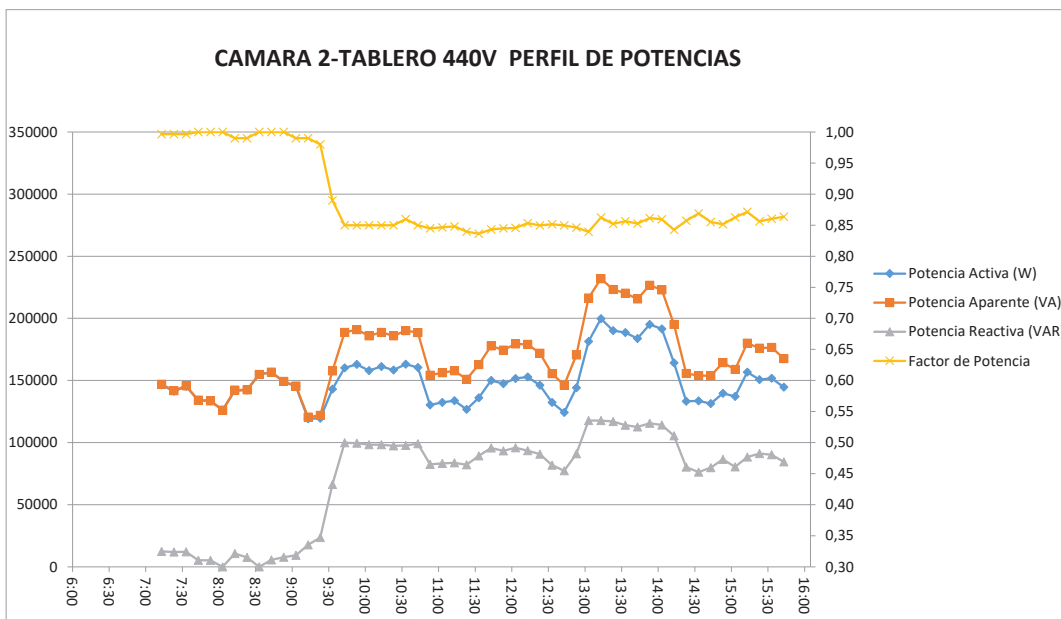
El perfil de distorsión armónica en la Corriente THDi, en el que se muestra un promedio de 21,27% y un valor máximo de 34,56%, lo cual se encuentra **FUERA** del porcentaje recomendado por la IEEE 519 - 2014

4.3.7 PERFIL DE CORRIENTE MÁXIMA



La gráfica representa el perfil de corrientes máximas. La corriente máxima tiene un promedio de 291 A, y registra un valor máximo de 395 A, y un valor mínimo de 223 A

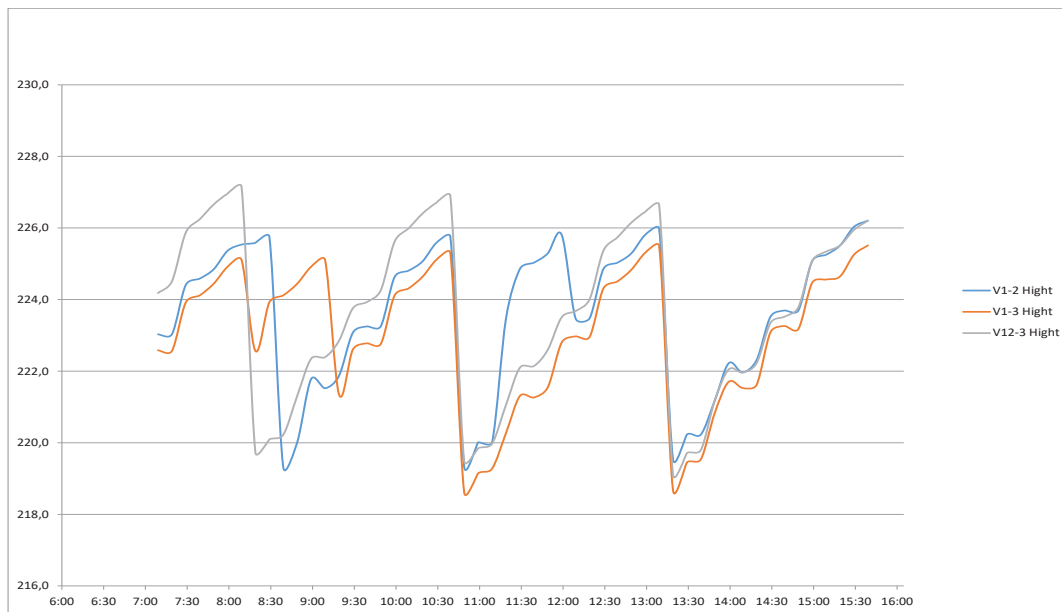
4.3.8 PERFIL DE POTENCIAS



La gráfica representa el perfil de potencias activas, reactivas y aparentes. La potencia activa tiene un promedio de 150075 W, y registra un valor máximo de 199798 W, y un valor mínimo de 119200 W

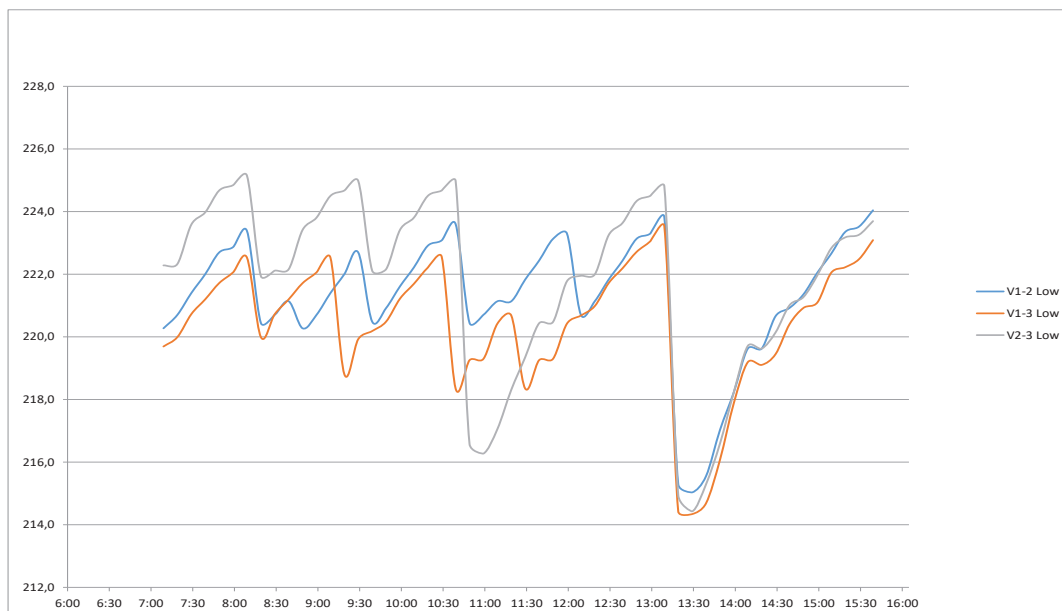
4.4 CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN 2 – TABLERO PRINCIPAL 220 V

4.4.1 PERFIL DE VOLTAJE MÁXIMO DE LÍNEA A LÍNEA



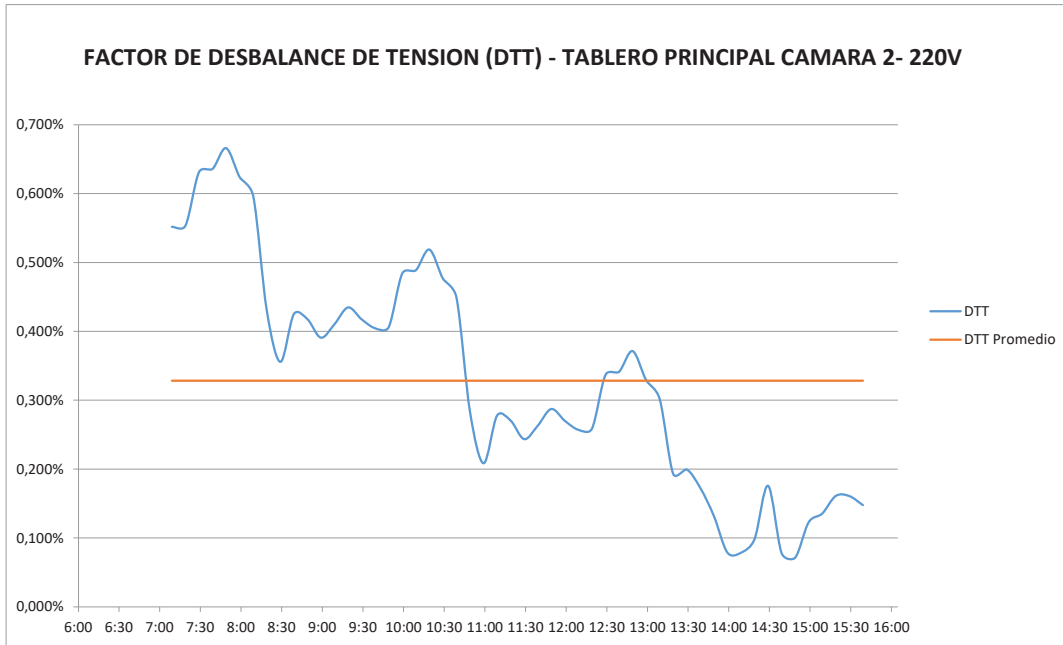
El comportamiento del Voltaje promedio máximo es de 223,4, valor que se encuentra arriba del nominal en un **1,56%**. El voltaje instantáneo máximo es de **227,2**, el cual se encuentra un 3,25% arriba del nominal. Estos valores **SI** se encuentran dentro del rango recomendado por el estándar IEEE 1100 1999, tabla 4,3 (Variación del 5% respecto al Voltaje nominal)

4.4.2 PERFIL DE VOLTAJE MÍNIMO DE LÍNEA A LÍNEA



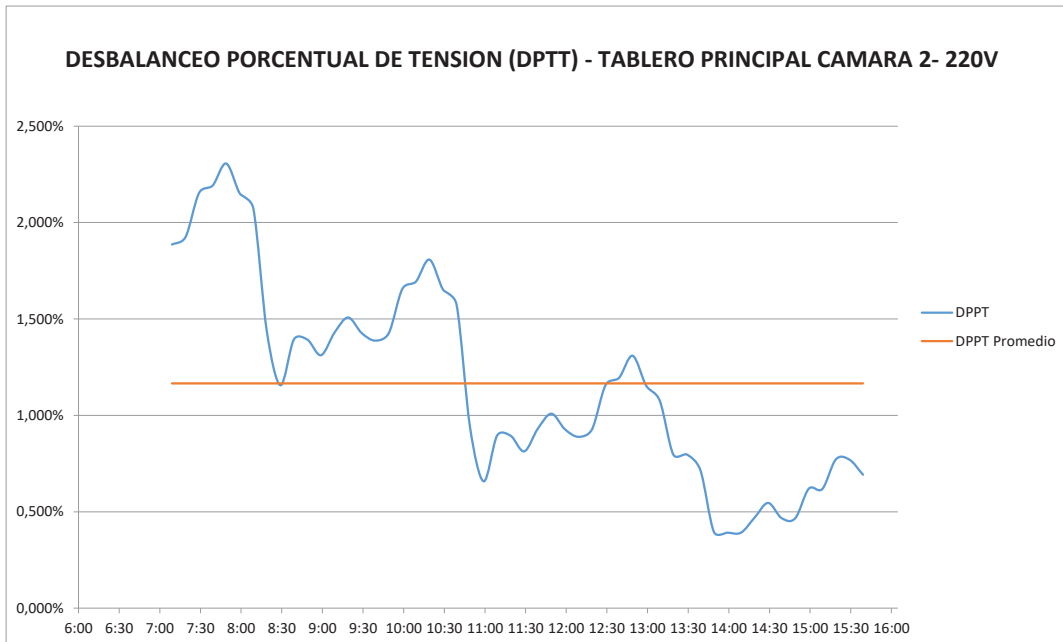
El comportamiento del Voltaje promedio mínimo es de 221,1, valor que se encuentra arriba del nominal en un **0,52%**. El voltaje instantáneo mínimo es de **214,3** el cual se encuentra un **2,57%** abajo del nominal. Estos valores **SI** se encuentran dentro del rango recomendado por el estándar IEEE 1100 1999, tabla 4,3 (Variación del 5% respecto al Voltaje nominal)

4.4.3 FACTOR DE DESBALANCE DE TENSION



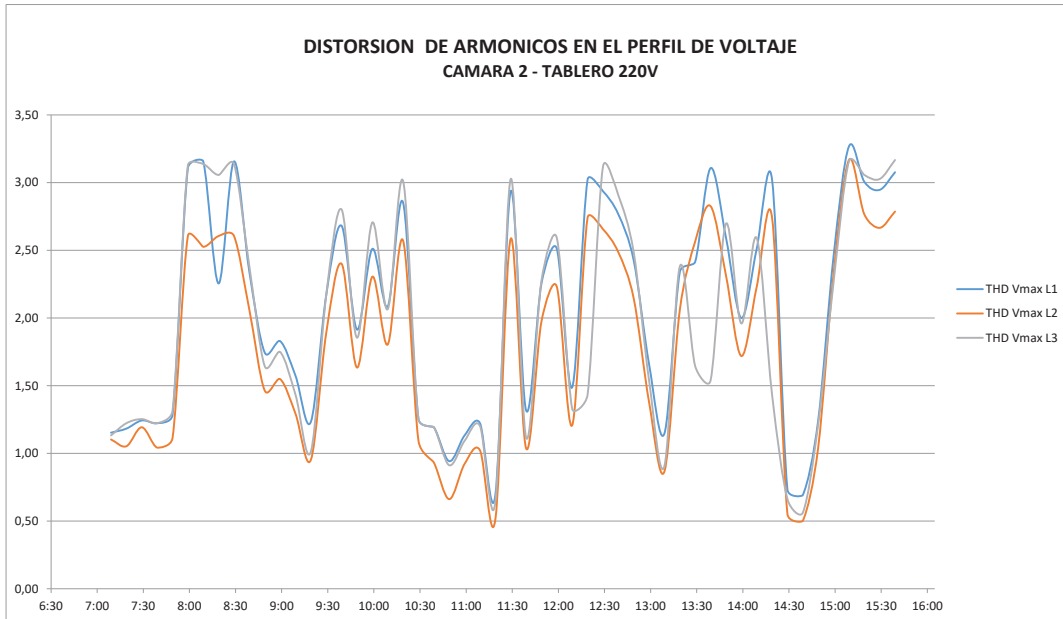
| D MAX | D MIN | D PROM | IEEE 1159 MAX 2% |
|--------|--------|--------|------------------|
| 1,402% | 0,071% | 0,472% | SI CUMPLE |

4.4.4 RAZÓN DE DESBALANCEO DE TENSION



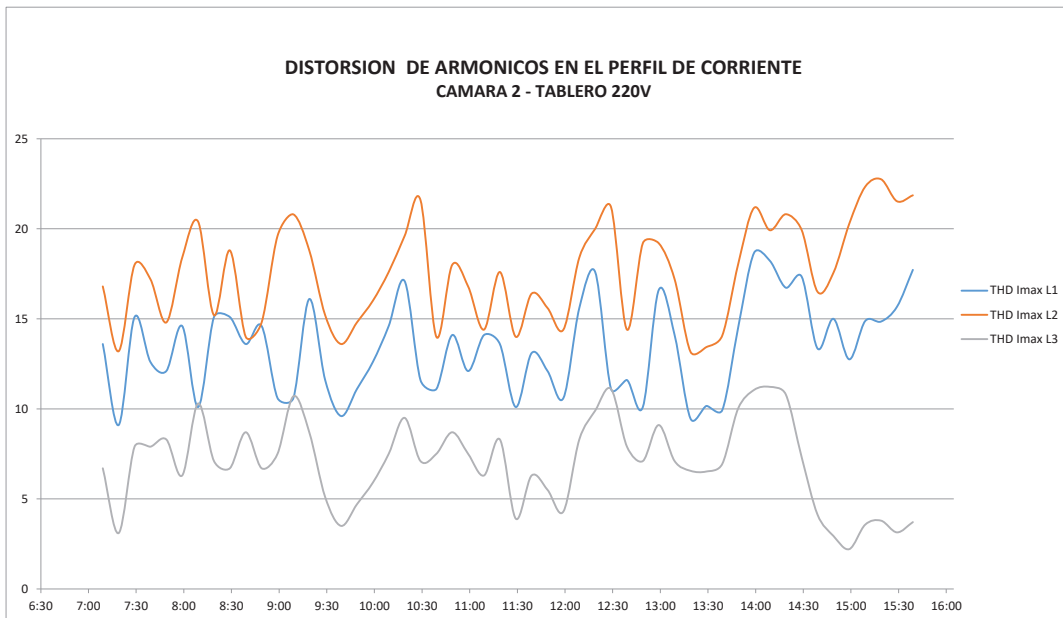
| D MAX | D MIN | D PROM | IEEE 1159 MAX 2% |
|--------|--------|--------|------------------|
| 2,306% | 0,392% | 1,166% | SI CUMPLE |

4.4.5 DISTORSIÓN ARMÓNICA EN EL PERFIL DEL VOLTAJE



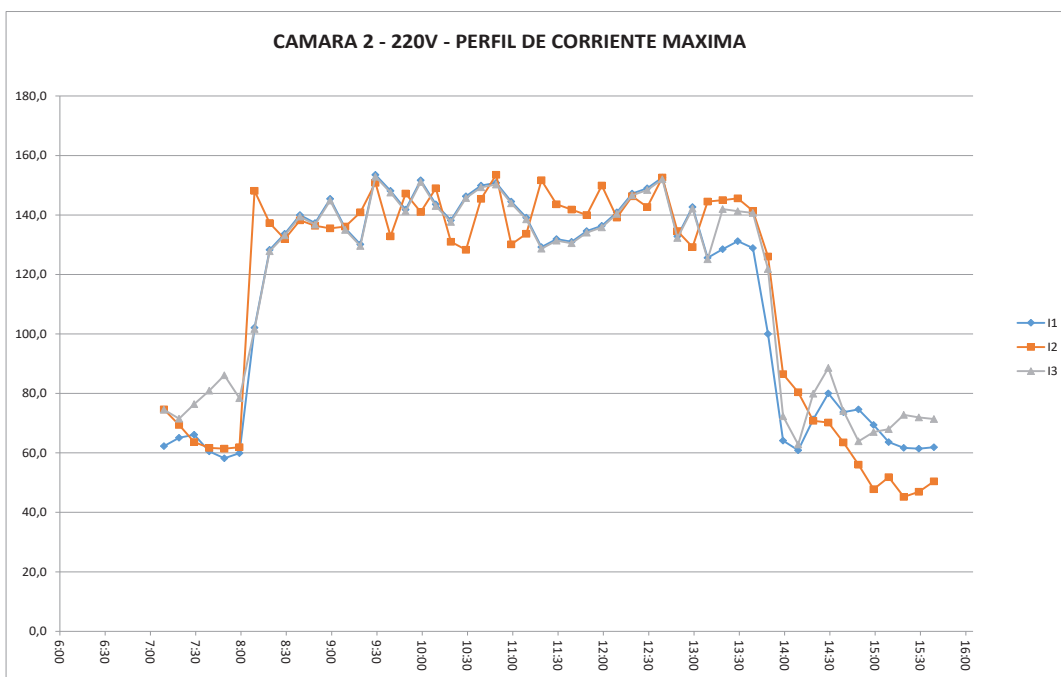
El perfil de distorsión armónica en el Voltaje THDv, en el que se muestra un promedio de 1,94% y un valor máximo de 3,27%, lo cual se encuentra **DENTRO** del porcentaje recomendado por la IEEE 519 – 2014

4.4.6 DISTORSIÓN ARMÓNICA EN EL PERFIL DEL CORRIENTE



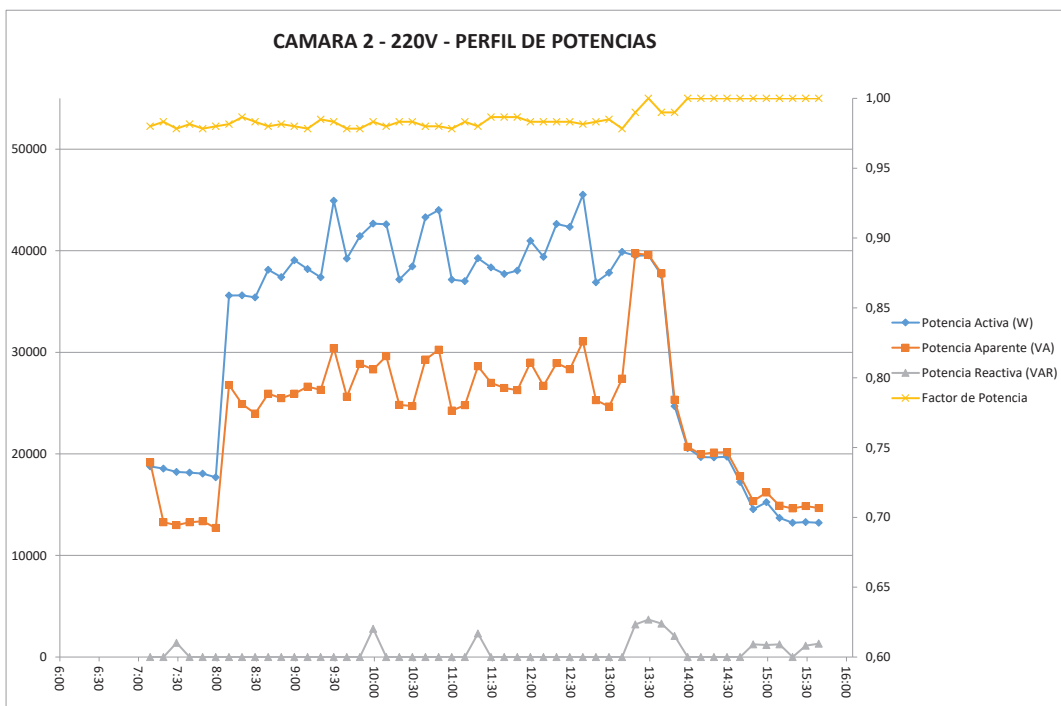
El perfil de distorsión armónica en la Corriente THDi, en el que se muestra un promedio de 12,65% y un valor máximo de 22,75%, lo cual se encuentra **FUERA** del porcentaje recomendado por la IEEE 519 - 2014

4.4.7 PERFIL DE CORRIENTE MÁXIMA



La gráfica representa el perfil de corrientes máximas. La corriente máxima tiene un promedio de 114 A, y registra un valor máximo de 153 A, y un valor mínimo de 45 A

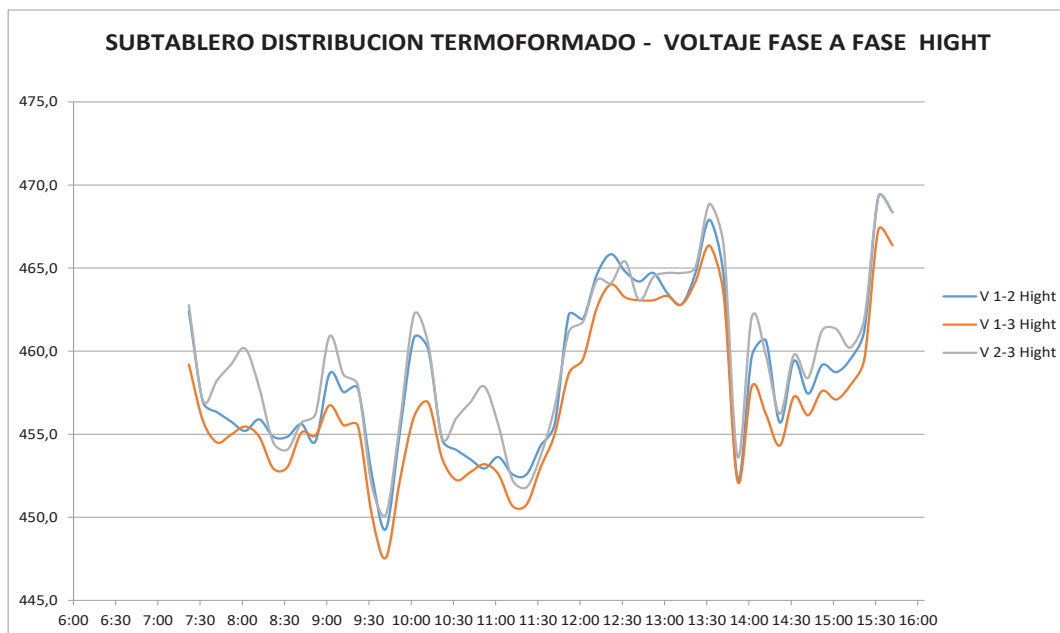
4.4.8 PERFIL DE POTENCIAS



La gráfica representa el perfil de potencias activas, reactivas y aparentes. La potencia activa tiene un promedio de 31818 W, y registra un valor máximo de 45524 W, y un valor mínimo de 13210 W

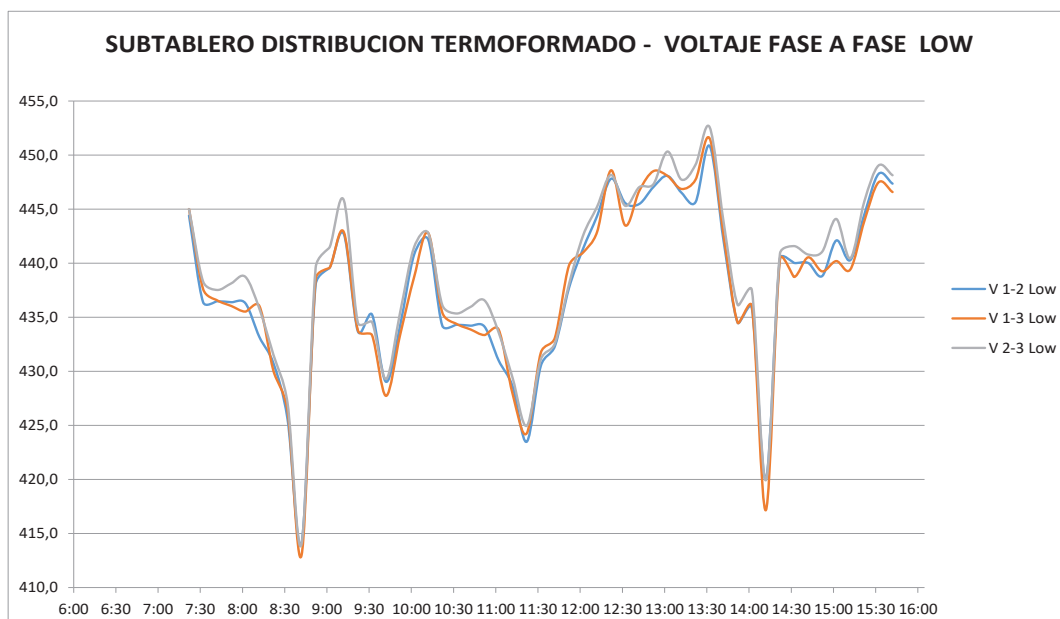
4.5 SUB-TABLERO DE DISTRIBUCIÓN TERMOFORMADO V=440

4.5.1 PERFIL DE VOLTAJE MÁXIMO DE LÍNEA A LÍNEA



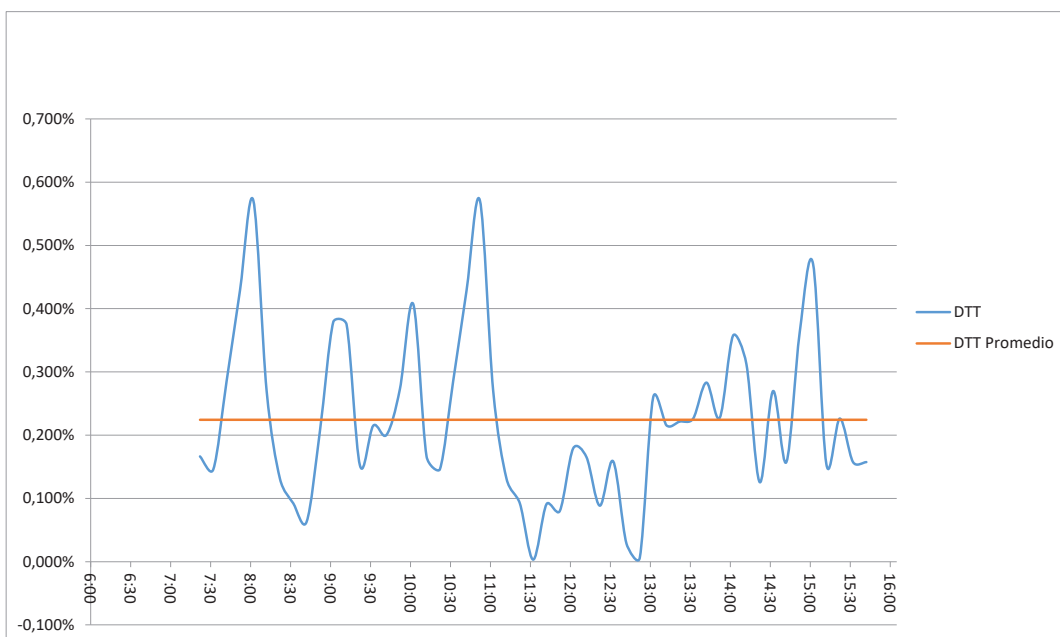
El comportamiento del Voltaje promedio máximo es de 458,5, valor que se encuentra arriba del nominal en un **4,20%**. El voltaje instantáneo máximo es de **469,3**, el cual se encuentra un **6,66%** arriba del nominal. Estos valores **NO** se encuentran dentro del rango recomendado por el estándar IEEE 1100 1999, tabla 4,3 (Variación del 5% respecto al Voltaje nominal)

4.5.2 PERFIL DE VOLTAJE MÍNIMO DE LÍNEA A LÍNEA



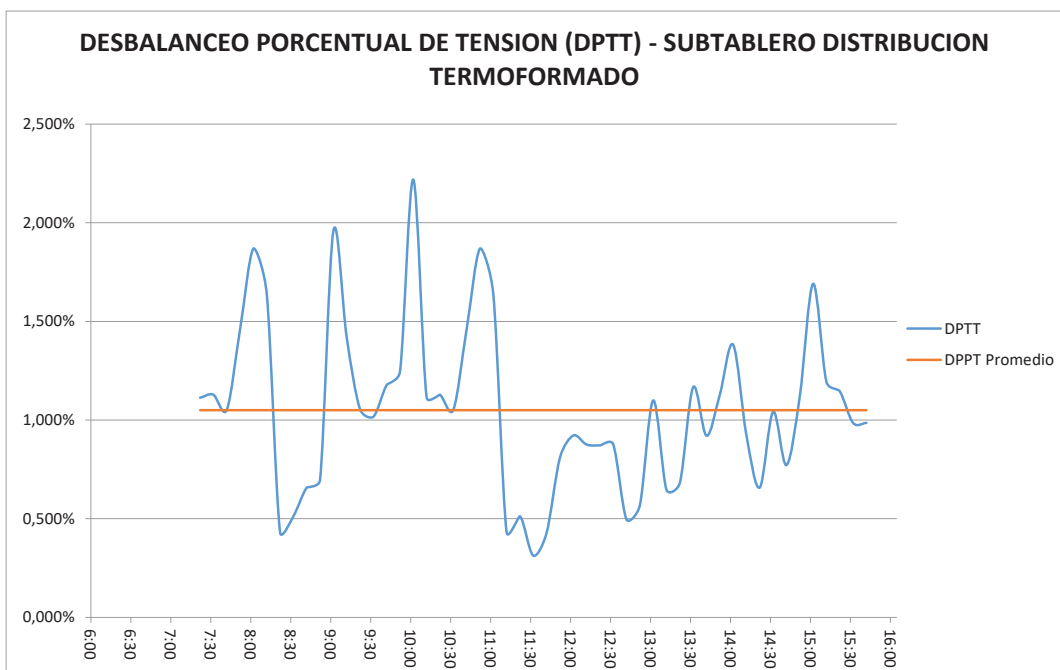
El comportamiento del Voltaje promedio mínimo es de 438,2, valor que se encuentra abajo del nominal en un **0,41%**. El voltaje instantáneo mínimo es de **413,0** el cual se encuentra un **6,13%** abajo del nominal. Estos valores **NO** se encuentran dentro del rango recomendado por el estándar IEEE 1100 1999, tabla 4,3 (Variación del 5% respecto al Voltaje nominal)

4.5.3 FACTOR DE DESBALANCE DE TENSIÓN



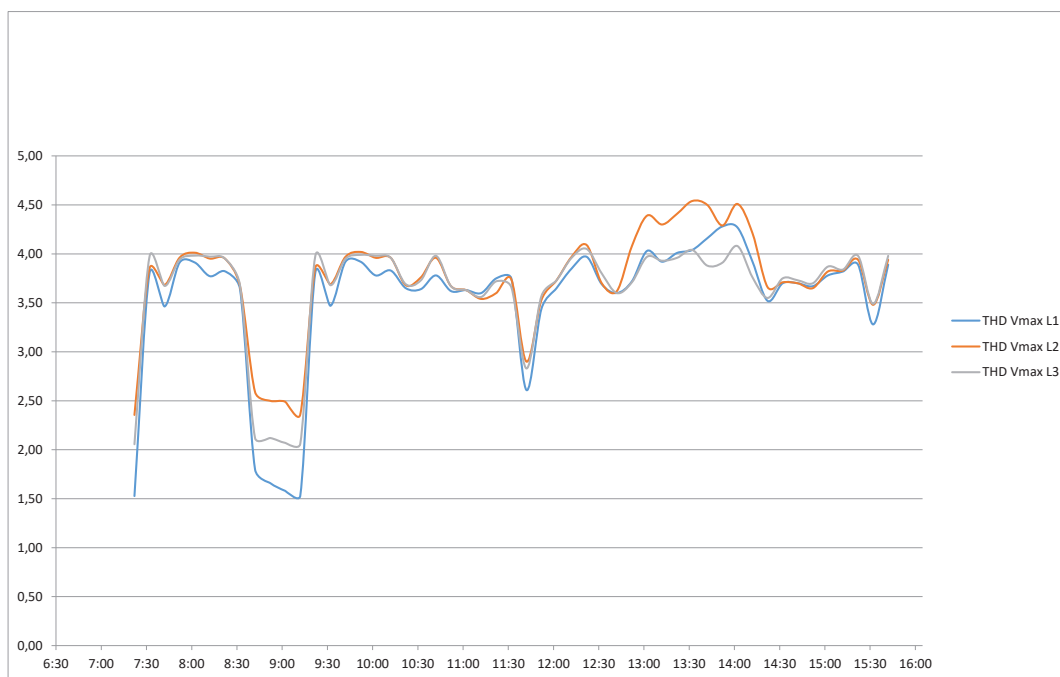
| D MAX | D MIN | D PROM | IEEE 1159 MAX 2% |
|--------|--------|--------|------------------|
| 0,571% | 0,003% | 0,224% | SI CUMPLE |

4.5.4 RAZÓN DE DESBALANCEO DE TENSIÓN



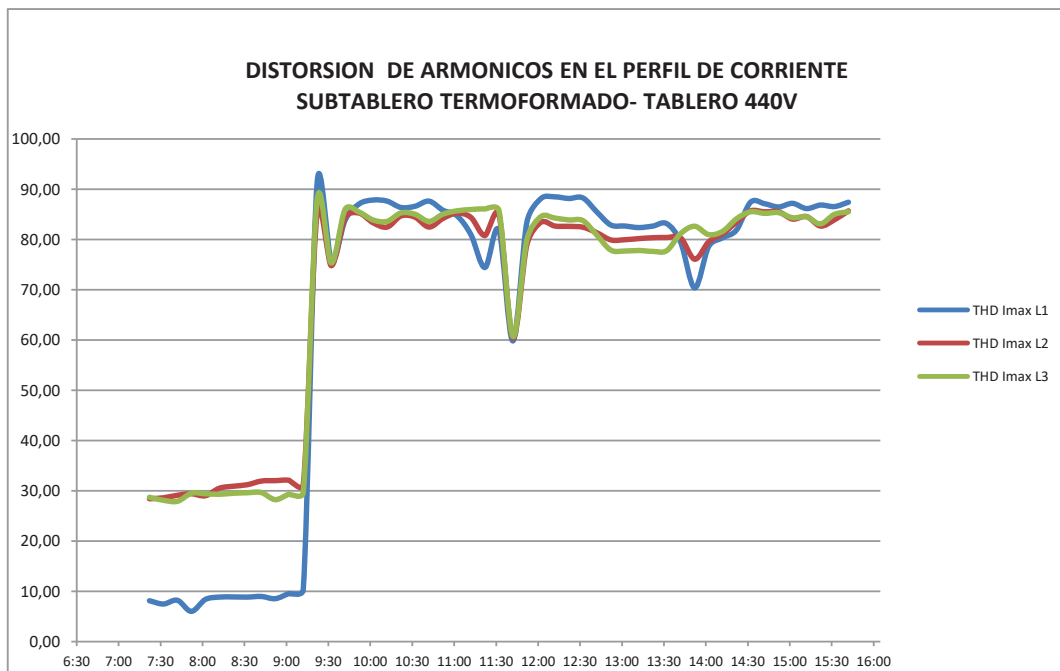
| D MAX | D MIN | D PROM | IEEE 1159 MAX 2% |
|--------|--------|--------|------------------|
| 2,219% | 0,313% | 1,050% | NO CUMPLE |

4.5.5 DISTORSIÓN ARMÓNICA EN EL PERFIL DEL VOLTAJE



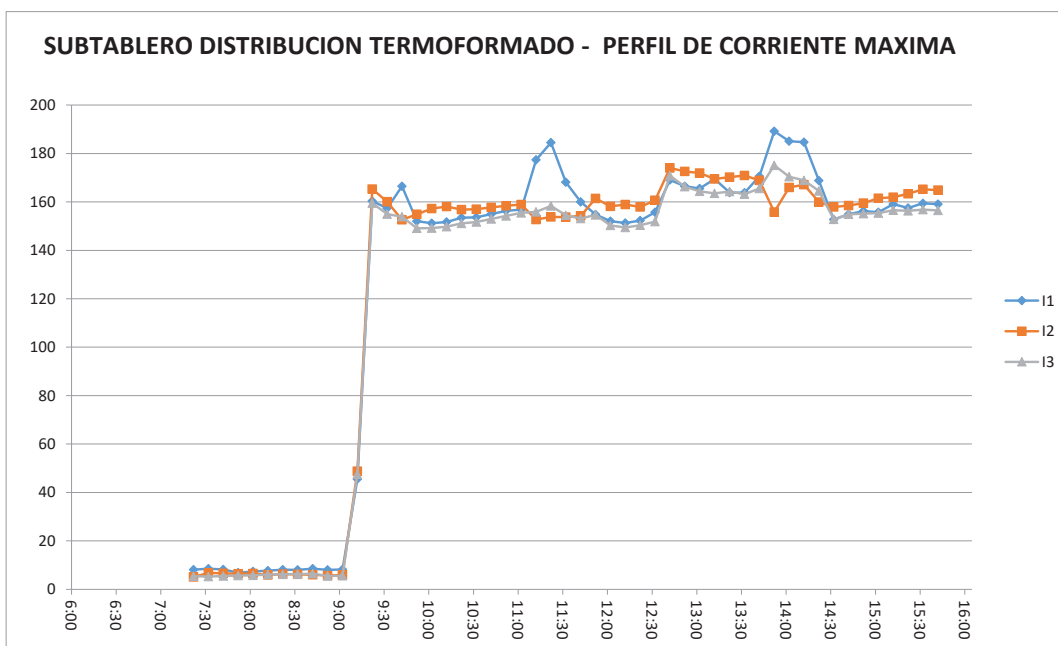
El perfil de distorsión armónica en el Voltaje THD_v, en el que se muestra un promedio de 3,64% y un valor máximo de 4,54%, lo cual se encuentra **DENTRO** del porcentaje recomendado por la IEEE 519 – 2014

4.5.6 DISTORSIÓN ARMÓNICA EN EL PERFIL DEL CORRIENTE



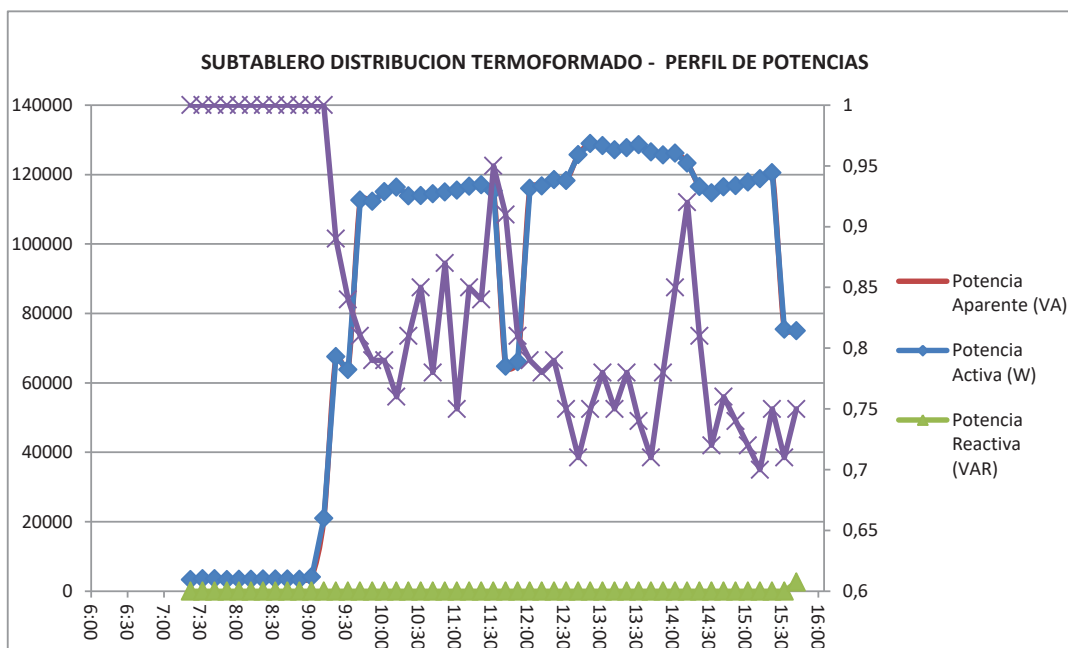
El perfil de distorsión armónica en la Corriente THD_i, en el que se muestra un promedio de 77,62% y un valor máximo de 91,47%, lo cual se encuentra **FUERA** del porcentaje recomendado por la IEEE 519 - 2014

4.5.7 PERFIL DE CORRIENTE MÁXIMA



La gráfica representa el perfil de corrientes máximas. La corriente máxima tiene un promedio de 126 A, y registra un valor máximo de 189 A, y un valor mínimo de 5 A

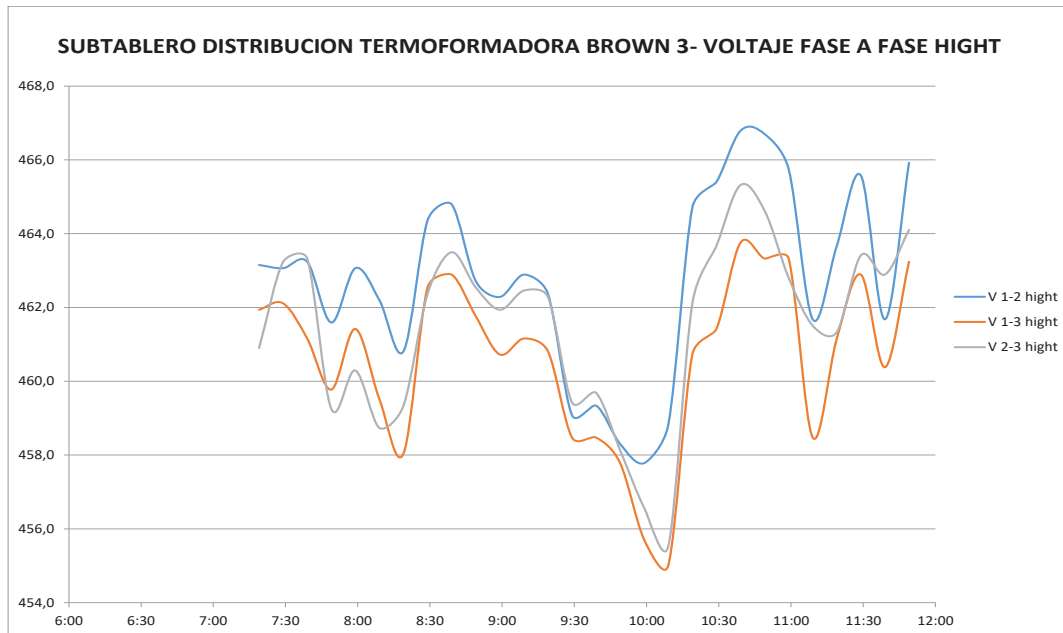
4.5.8 PERFIL DE POTENCIAS



La gráfica representa el perfil de potencias activas, reactivas y aparentes. La potencia activa tiene un promedio de 86464 W, y registra un valor máximo de 128932 W, y un valor mínimo de 3309 W

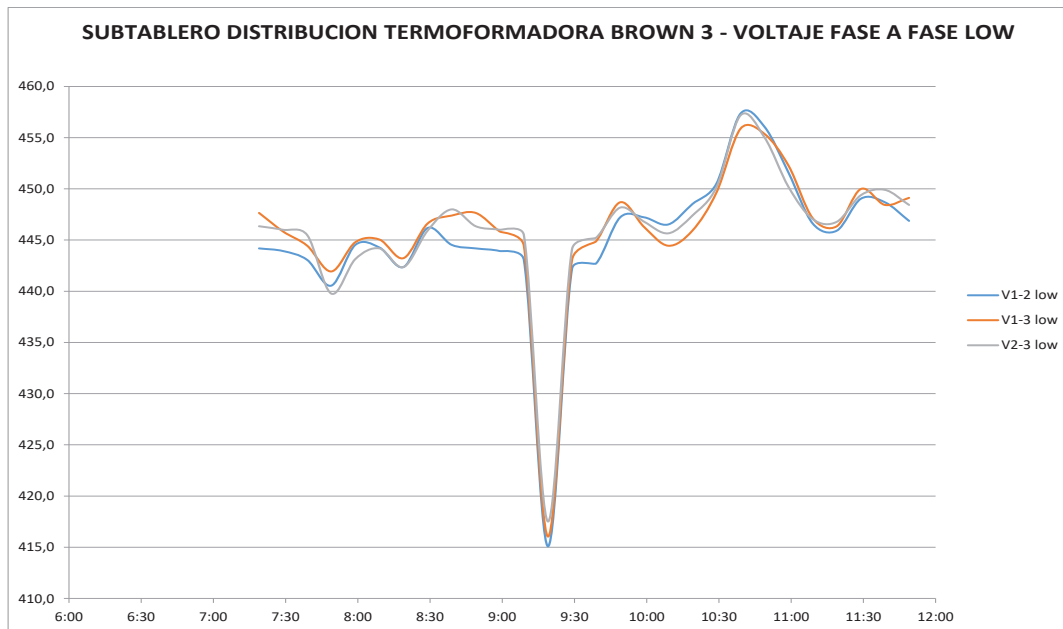
4.6 SUB-TABLERO DE DISTRIBUCIÓN TERMOFORMADORA BROWN 3

4.6.1 PERFIL DE VOLTAJE MÁXIMO DE LÍNEA A LÍNEA



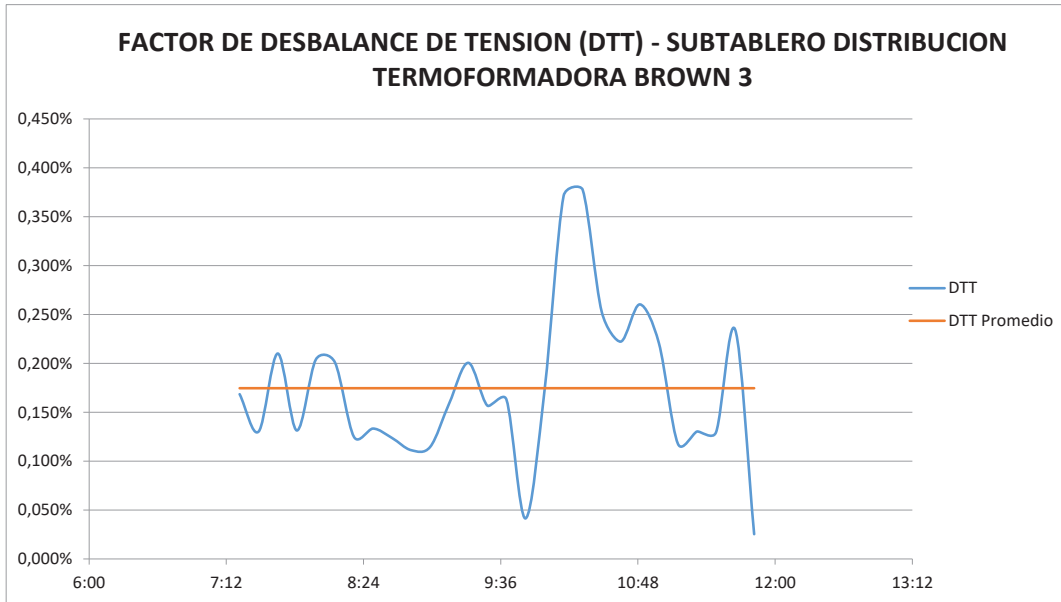
El comportamiento del Voltaje promedio máximo es de 461,6, valor que se encuentra arriba del nominal en un **4,92%**. El voltaje instantáneo máximo es de **466,8**, el cual se encuentra un 6,09% arriba del nominal. Estos valores **NO** se encuentran dentro del rango recomendado por el estándar IEEE 1100 1999, tabla 4,3 (Variación del 5% respecto al Voltaje nominal)

4.6.2 PERFIL DE VOLTAJE MÍNIMO DE LÍNEA A LÍNEA



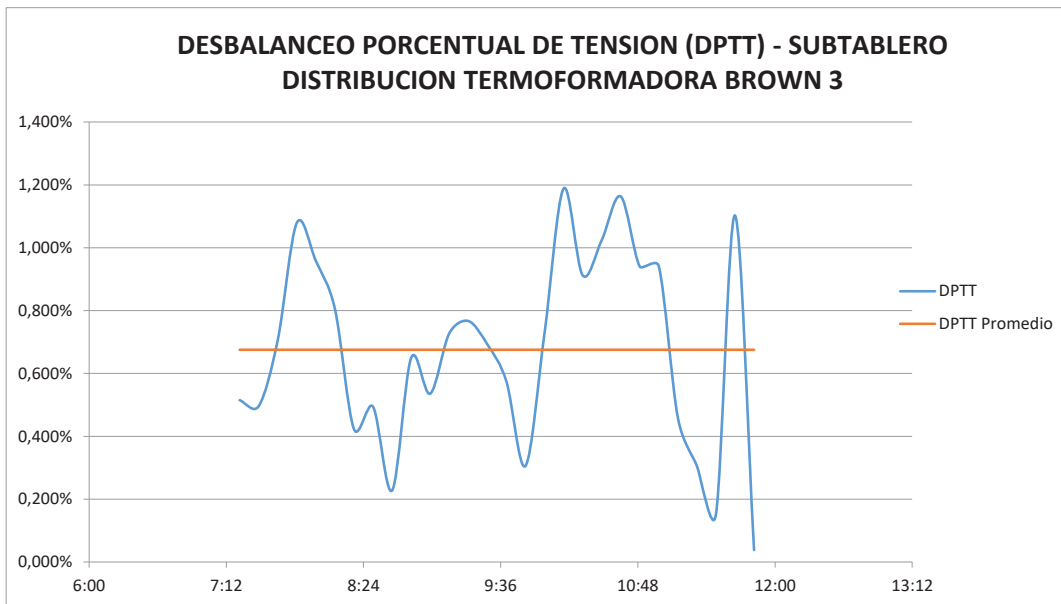
El comportamiento del Voltaje promedio mínimo es de 445,7, valor que se encuentra arriba del nominal en un **1,31%**. El voltaje instantáneo mínimo es de **415,1** el cual se encuentra un **5,66%** abajo del nominal. Estos valores **NO** se encuentran dentro del rango recomendado por el estándar IEEE 1100 1999, tabla 4,3 (Variación del 5% respecto al Voltaje nominal)

4.6.3 FACTOR DE DESBALANCE DE TENSION



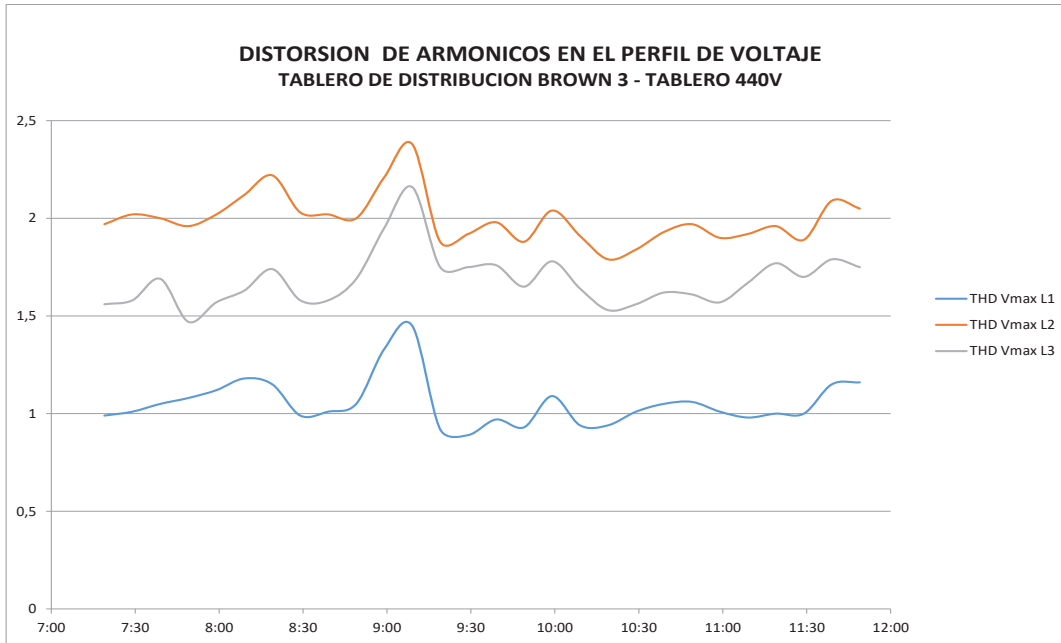
| D MAX | D MIN | D PROM | IEEE 1159 MAX 2% |
|--------|--------|--------|------------------|
| 0,378% | 0,025% | 0,175% | SI CUMPLE |

4.6.4 RAZÓN DE DESBALANCEO DE TENSION



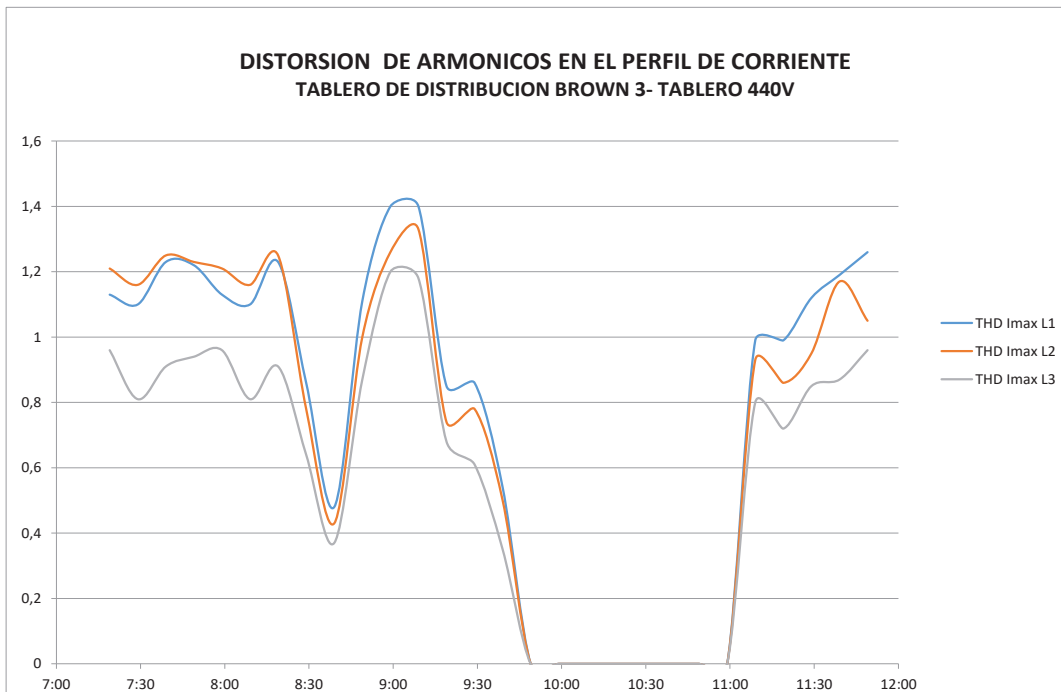
| D MAX | D MIN | D PROM | IEEE 1159 MAX 2% |
|--------|--------|--------|------------------|
| 1,188% | 0,038% | 0,675% | SI CUMPLE |

4.6.5 DISTORSIÓN ARMÓNICA EN EL PERFIL DEL VOLTAJE



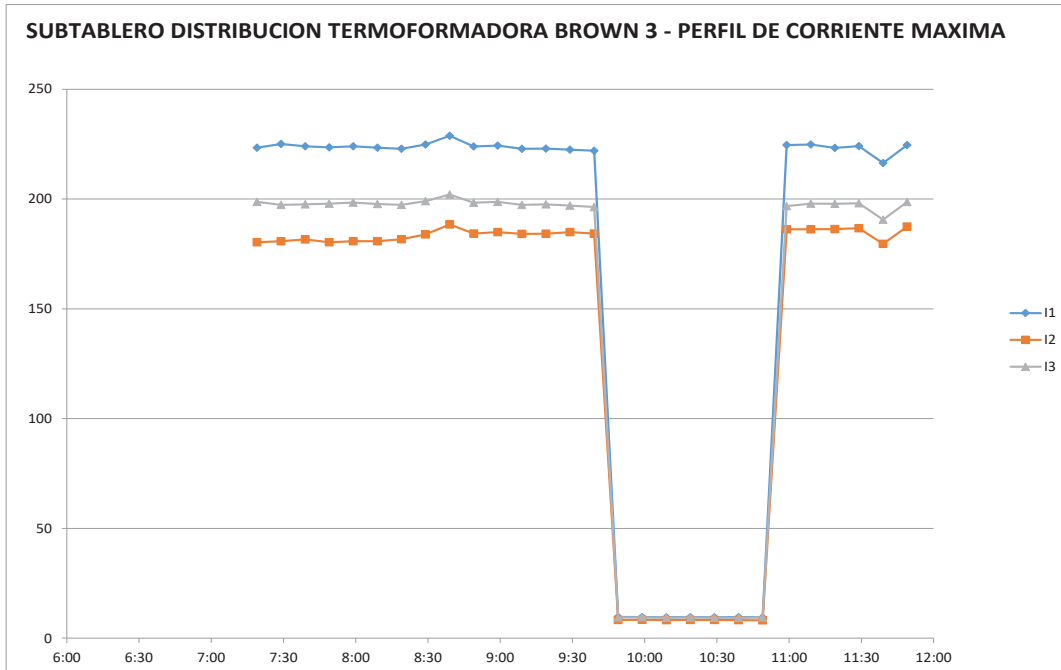
El perfil de distorsión armónica en el Voltaje THD_v, en el que se muestra un promedio de 1,58% y un valor máximo de 2,38%, lo cual se encuentra **DENTRO** del porcentaje recomendado por la IEEE 519 – 2014

4.6.6 DISTORSIÓN ARMÓNICA EN EL PERFIL DEL CORRIENTE



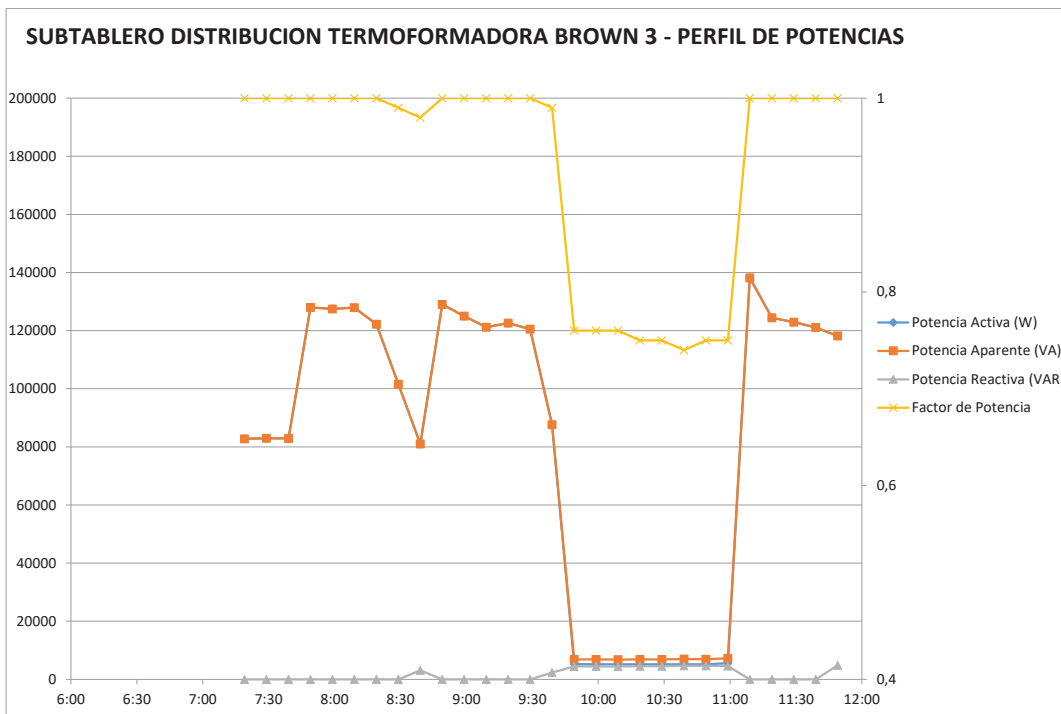
El perfil de distorsión armónica en la Corriente THD_i, en el que se muestra un promedio de 0,69% y un valor máximo de 1,40%, lo cual se encuentra **DENTRO** del porcentaje recomendado por la IEEE 519 - 2014

4.6.7 PERFIL DE CORRIENTE MÁXIMA



La gráfica representa el perfil de corrientes máximas. La corriente máxima tiene un promedio de 155 A, y registra un valor máximo de 229 A, y un valor mínimo de 8 A

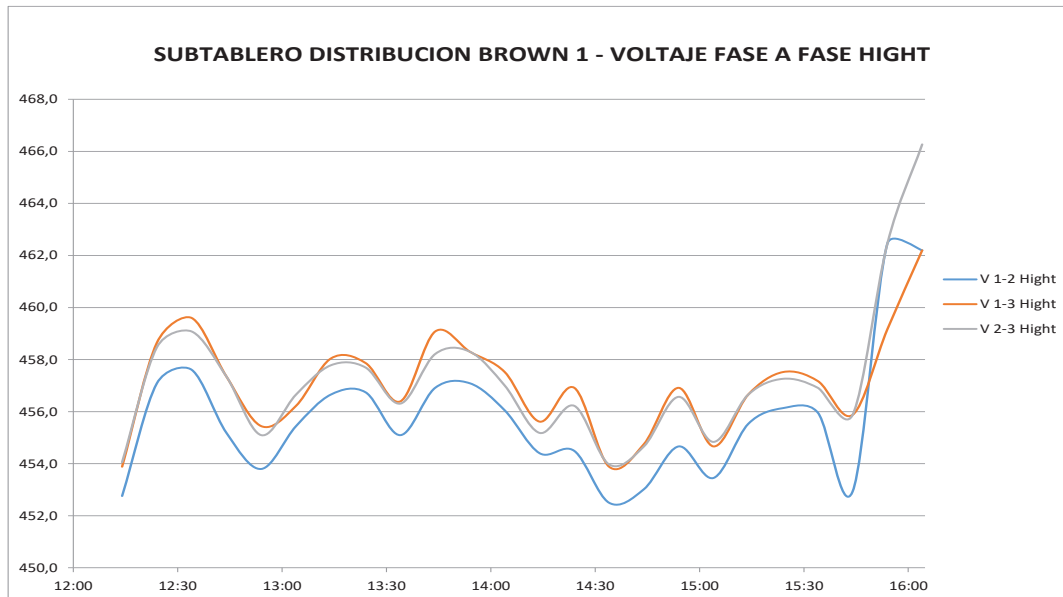
4.6.8 PERFIL DE POTENCIAS



La gráfica representa el perfil de potencias activas, reactivas y aparentes. La potencia activa tiene un promedio de 82472 W, y registra un valor máximo de 138200 W, y un valor mínimo de 5173 W

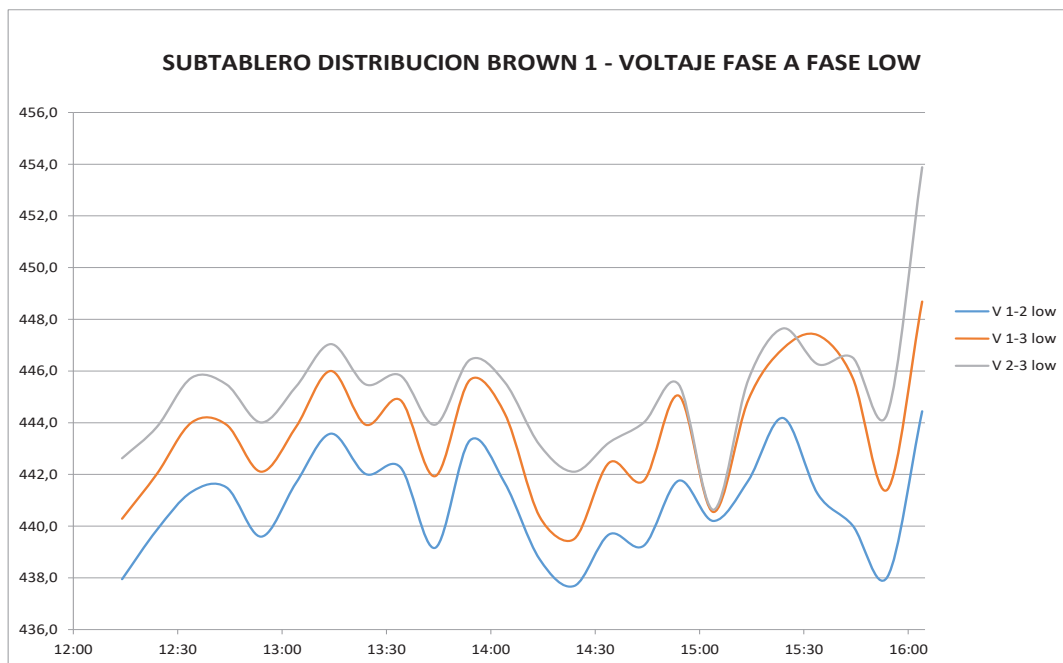
4.7 SUB-TABLERO DE DISTRIBUCIÓN TERMOFORMADORA BROWN 1

4.7.1 PERFIL DE VOLTAJE MÁXIMO DE LÍNEA A LÍNEA



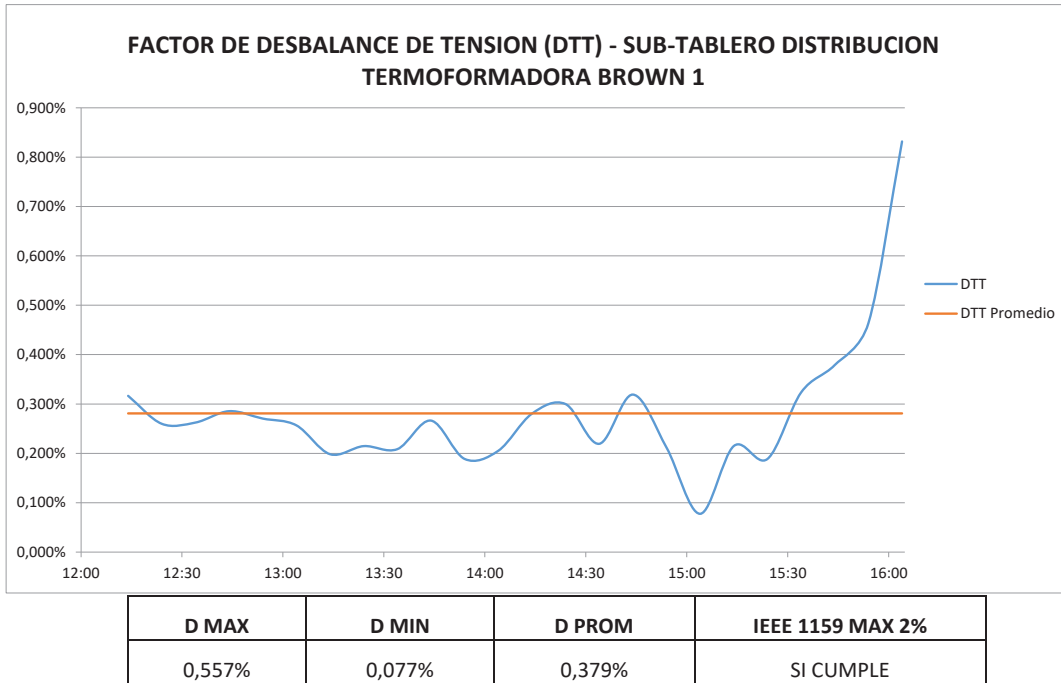
El comportamiento del Voltaje promedio máximo es de 456,7, valor que se encuentra arriba del nominal en un **3,79%**. El voltaje instantáneo máximo es de **462,5**, el cual se encuentra un 5,10% arriba del nominal. Estos valores **NO** se encuentran dentro del rango recomendado por el estándar IEEE 1100 1999, tabla 4,3 (Variación del 5% respecto al Voltaje nominal)

4.7.2 PERFIL DE VOLTAJE MÍNIMO DE LÍNEA A LÍNEA

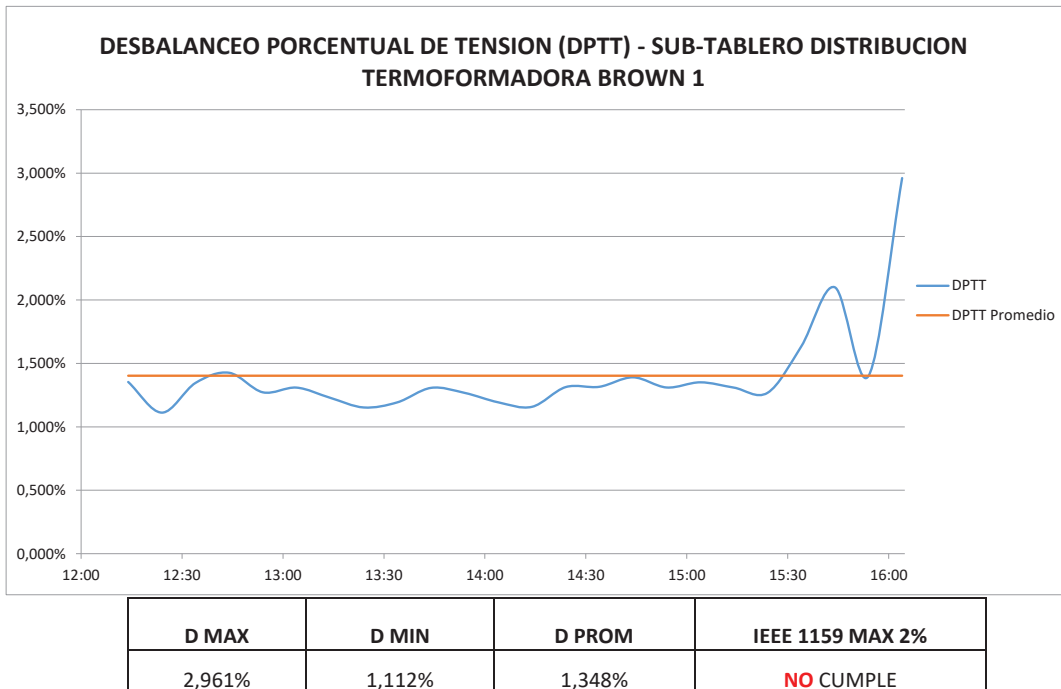


El comportamiento del Voltaje promedio mínimo es de 443,2, valor que se encuentra arriba del nominal en un **0,74%**. El voltaje instantáneo mínimo es de **437,7** el cual se encuentra un **0,53%** abajo del nominal. Estos valores **SI** se encuentran dentro del rango recomendado por el estándar IEEE 1100 1999, tabla 4,3 (Variación del 5% respecto al Voltaje nominal)

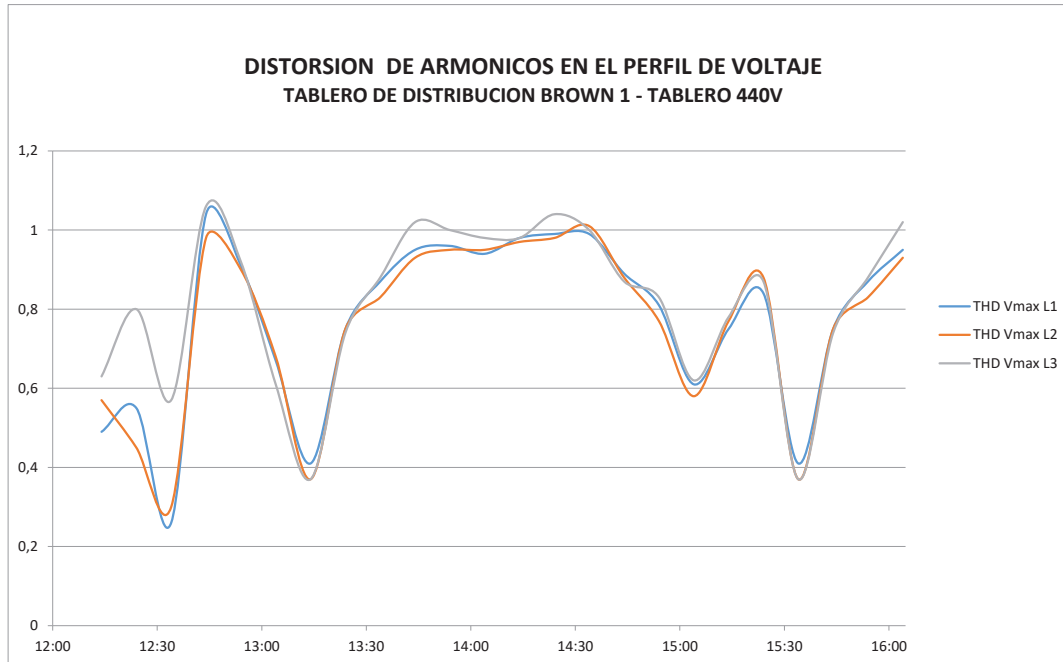
4.7.3 FACTOR DE DESBALANCE DE TENSION



4.7.4 RAZÓN DE DESBALANCEO DE TENSION

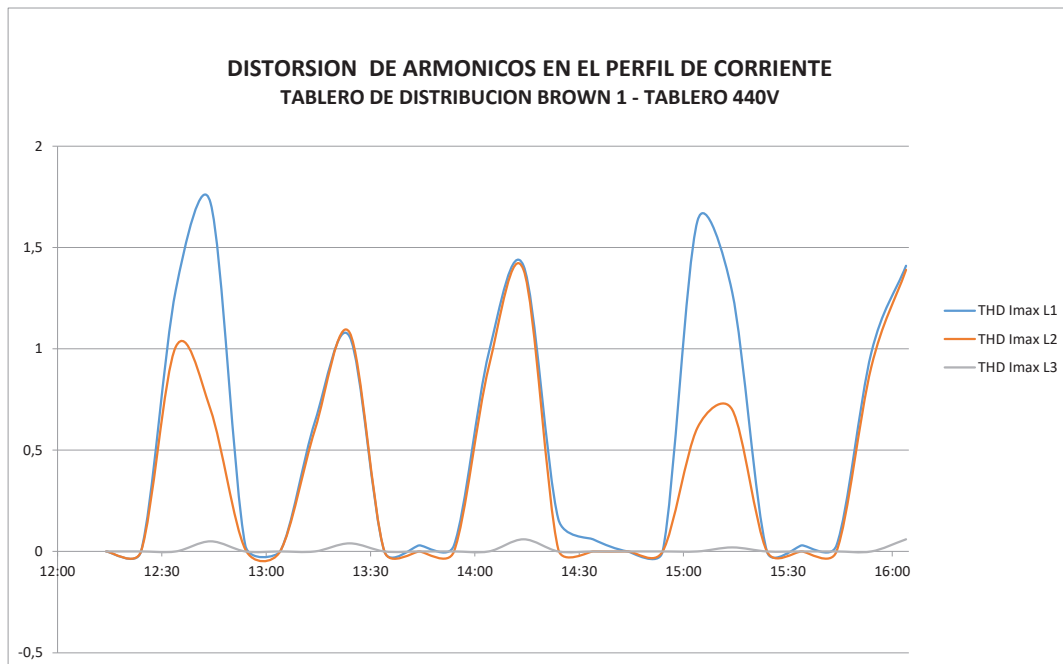


4.7.5 DISTORSIÓN ARMÓNICA EN EL PERFIL DEL VOLTAJE



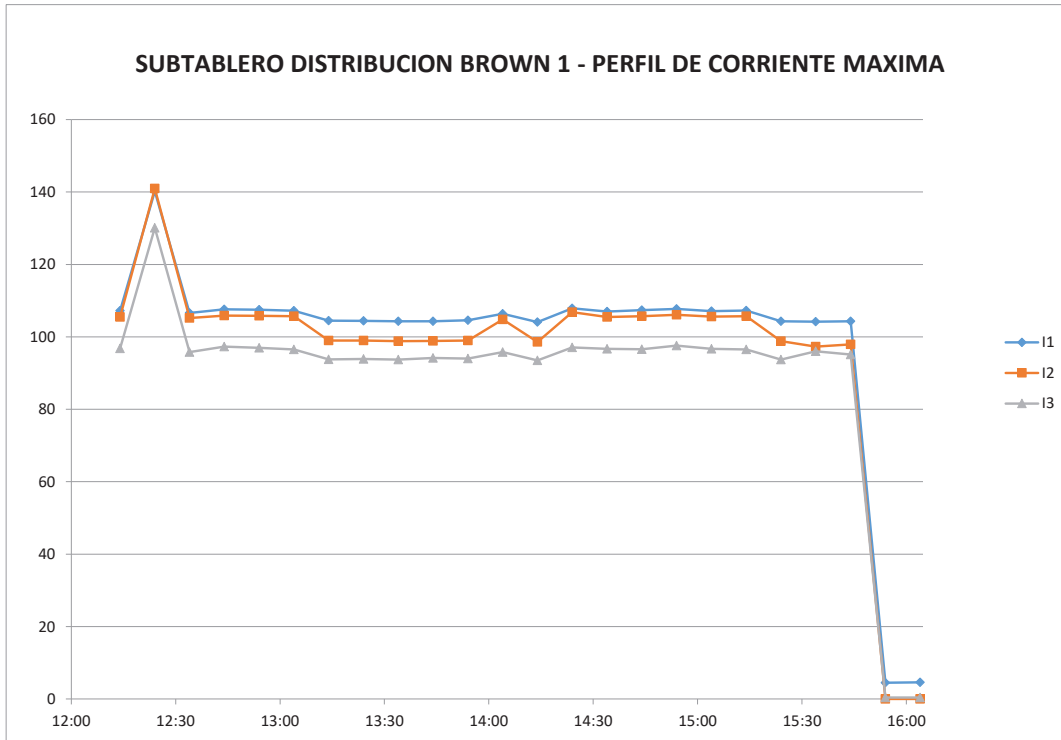
El perfil de distorsión armónica en el Voltaje THDv, en el que se muestra un promedio de 0,79% y un valor máximo de 1,06%, lo cual se encuentra **DENTRO** del porcentaje recomendado por la IEEE 519 – 2014

4.7.6 DISTORSIÓN ARMÓNICA EN EL PERFIL DEL CORRIENTE



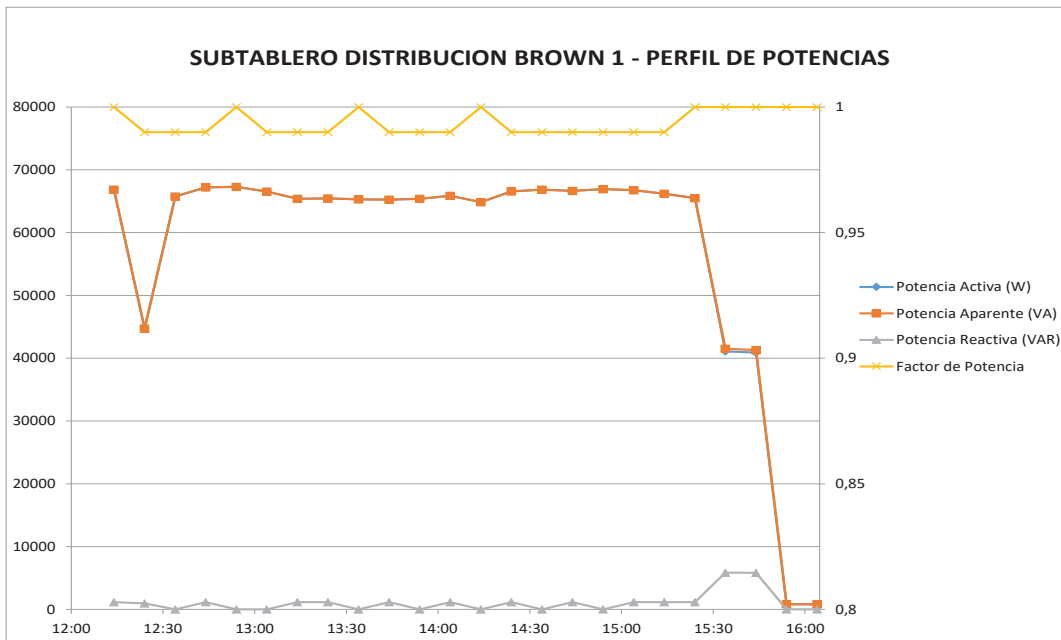
El perfil de distorsión armónica en la Corriente THDi, en el que se muestra un promedio de 0,31% y un valor máximo de 1,72%, lo cual se encuentra **DENTRO** del porcentaje recomendado por la IEEE 519 - 2014

4.7.7 PERFIL DE CORRIENTE MÁXIMA



La gráfica representa el perfil de corrientes máximas. La corriente máxima tiene un promedio de 97 A, y registra un valor máximo de 141 A, y un valor mínimo de 0 A

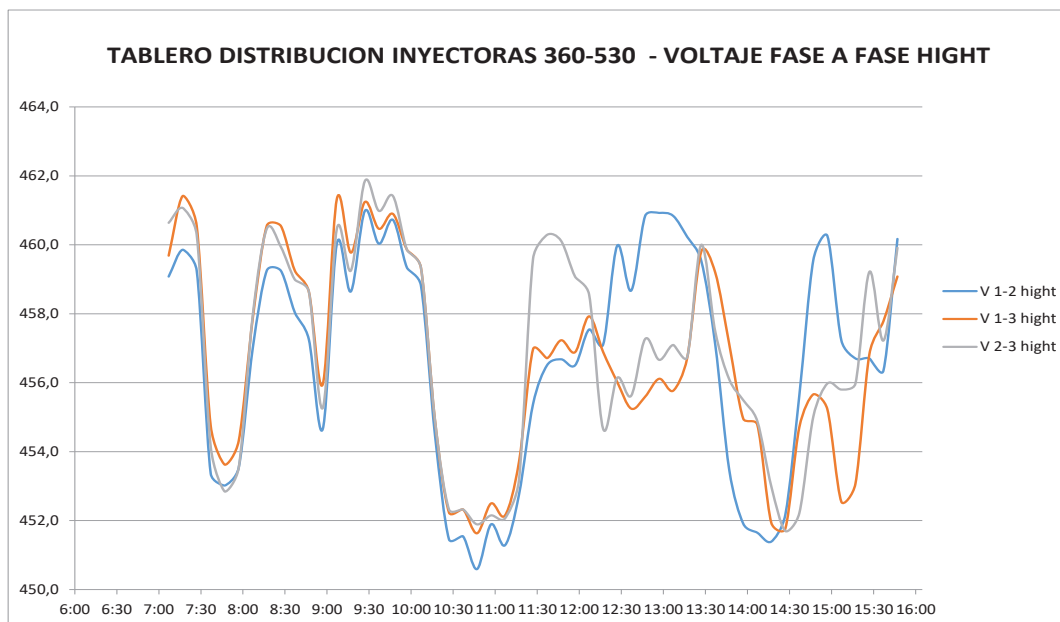
4.7.8 PERFIL DE POTENCIAS



La gráfica representa el perfil de potencias activas, reactivas y aparentes. La potencia activa tiene un promedio de 57702 W, y registra un valor máximo de 67280 W, y un valor mínimo de 801 W

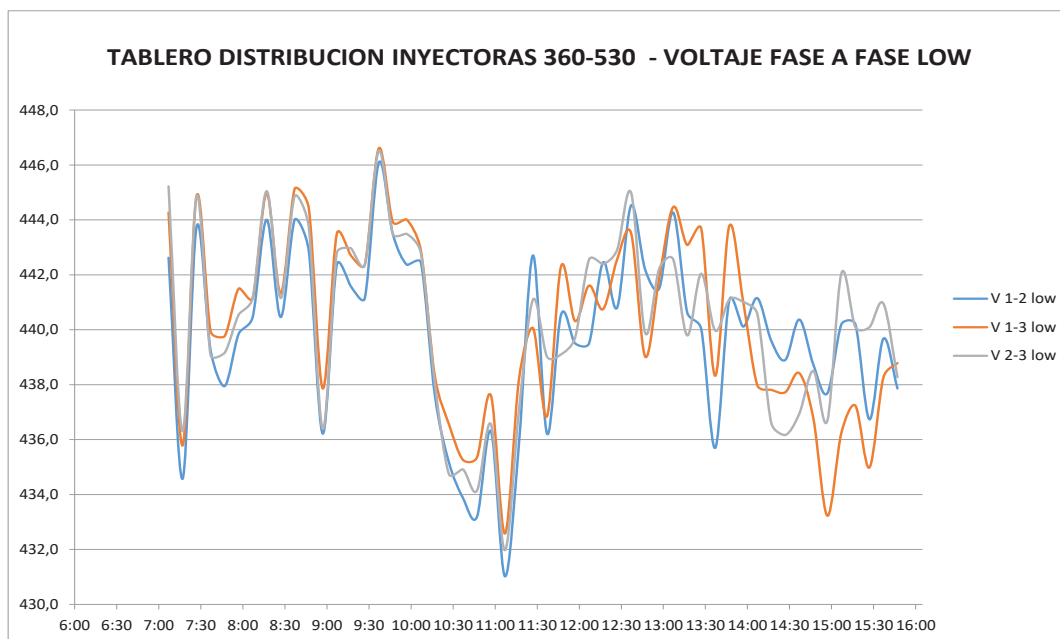
4.8 SUB-TABLERO DISTRIBUCIÓN INYECTORAS 360 Y 530 T

4.8.1 PERFIL DE VOLTAJE MÁXIMO DE LÍNEA A LÍNEA



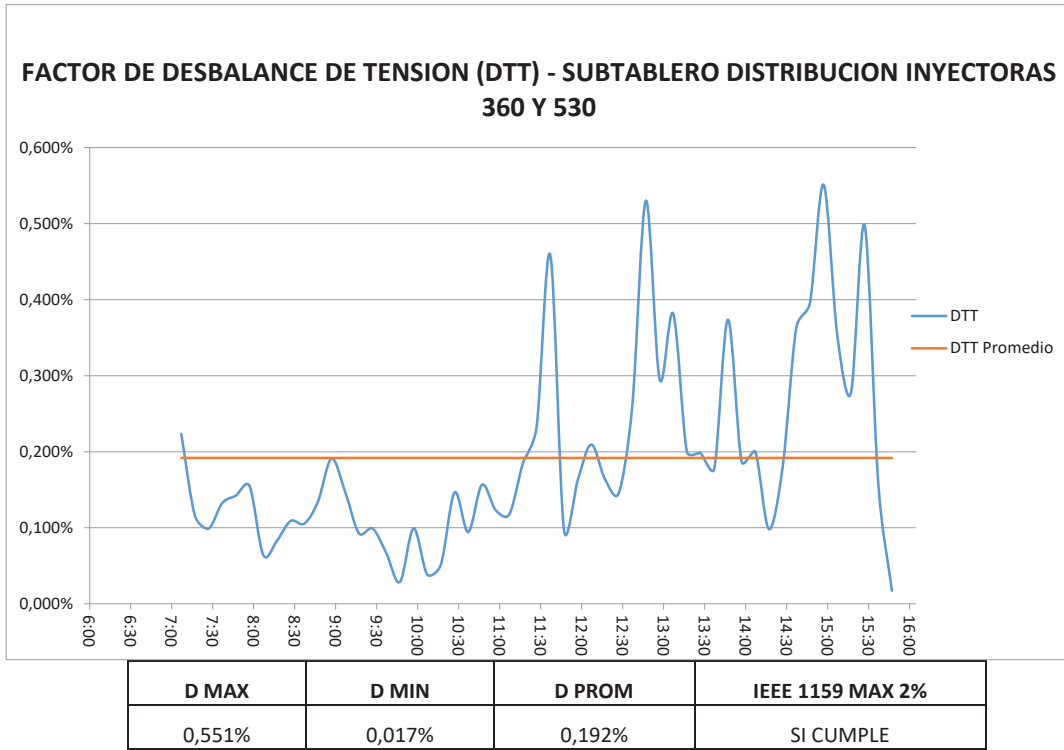
El comportamiento del Voltaje promedio máximo es de 456,8, valor que se encuentra arriba del nominal en un **3,82%**. El voltaje instantáneo máximo es de **461,9**, el cual se encuentra un **4,97%** arriba del nominal. Estos valores **SI** se encuentran dentro del rango recomendado por el estándar IEEE 1100 1999, tabla 4,3 (Variación del 5% respecto al Voltaje nominal)

4.8.2 PERFIL DE VOLTAJE MÍNIMO DE LÍNEA A LÍNEA

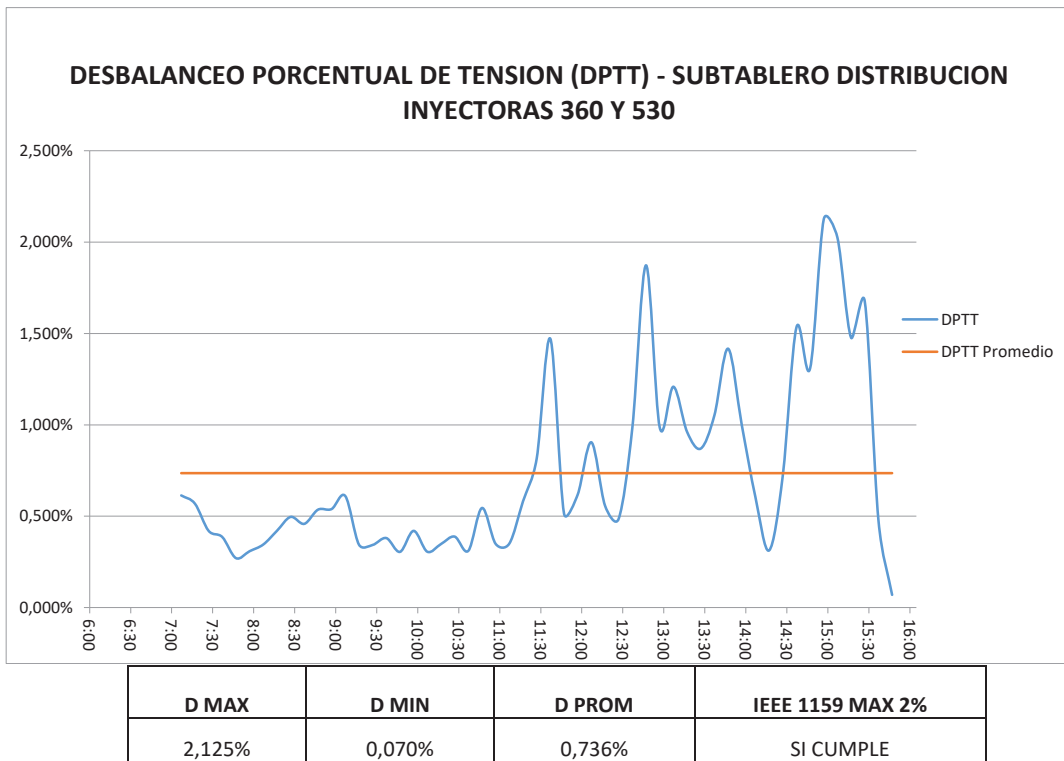


El comportamiento del Voltaje promedio mínimo es de 440,1, valor que se encuentra arriba del nominal en un **0,03%**. El voltaje instantáneo mínimo es de **431,1** el cual se encuentra un **2,04%** abajo del nominal. Estos valores **SI** se encuentran dentro del rango recomendado por el estándar IEEE 1100 1999, tabla 4,3 (Variación del 5% respecto al Voltaje nominal)

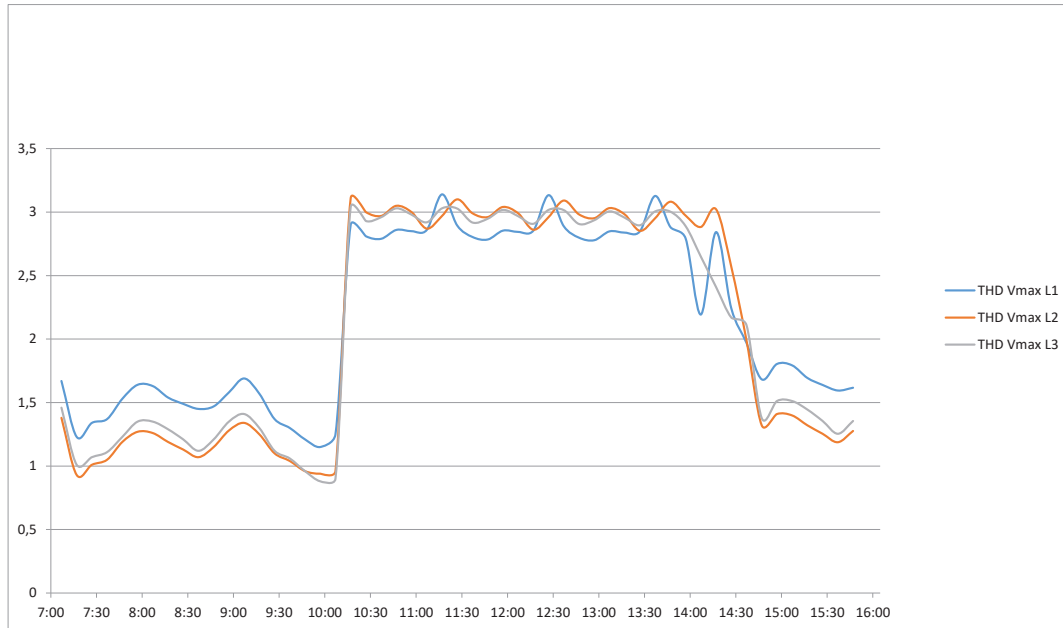
4.8.3 FACTOR DE DESBALANCE DE TENSION



4.8.4 RAZÓN DE DESBALANCEO DE TENSION

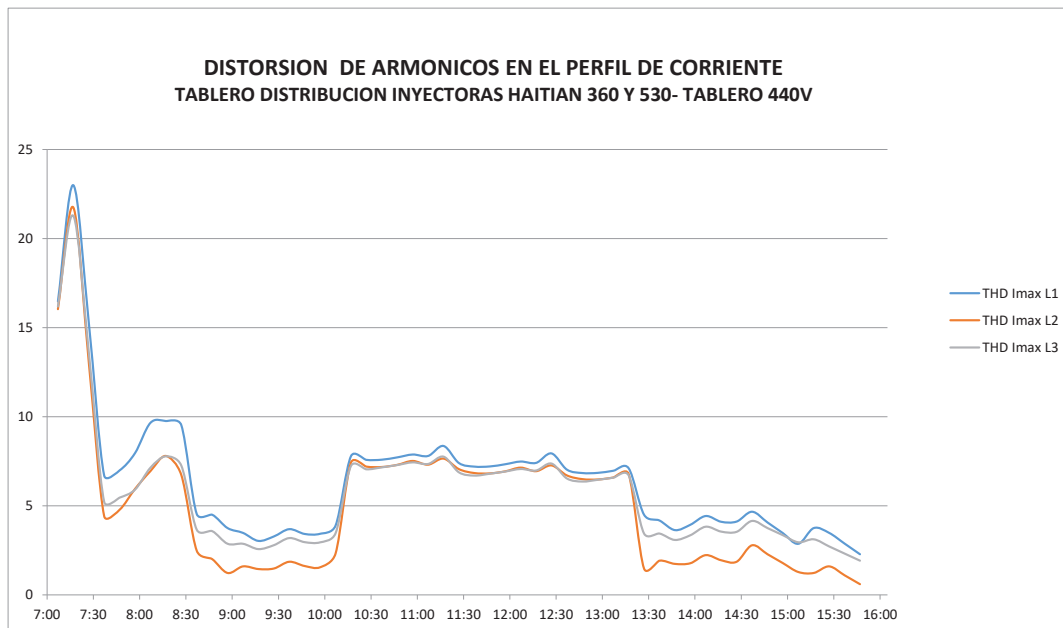


4.8.5 DISTORSIÓN ARMÓNICA EN EL PERFIL DEL VOLTAJE



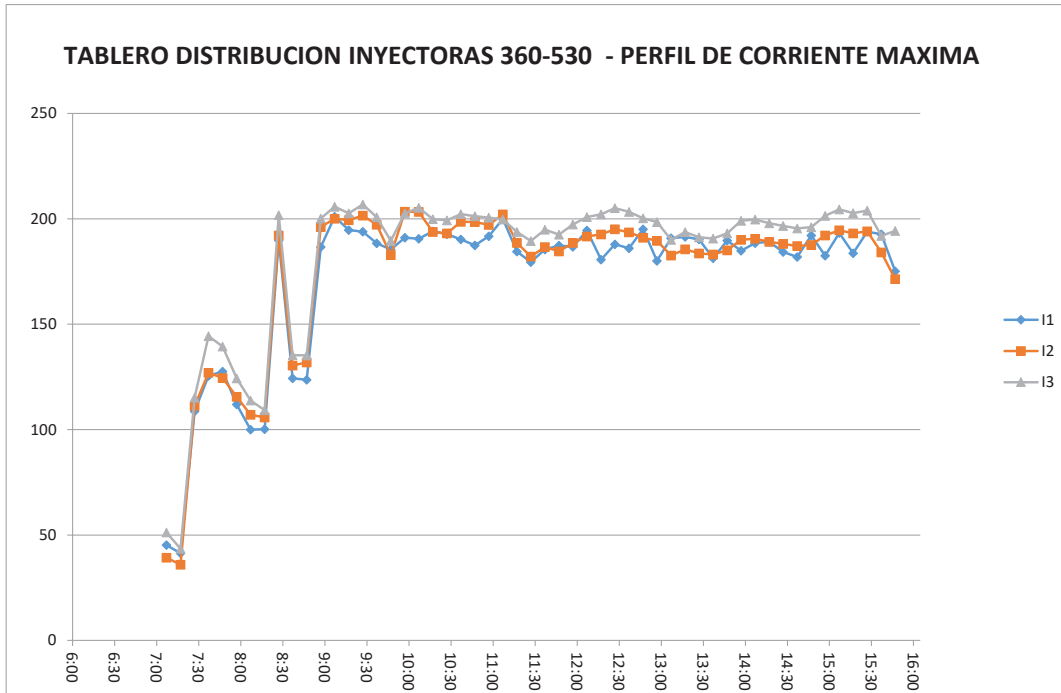
El perfil de distorsión armónica en el Voltaje THDv, en el que se muestra un promedio de 2,12 y un valor máximo de 3,14%, lo cual se encuentra **DENTRO** del porcentaje recomendado por la IEEE 519 – 2014

4.8.6 DISTORSIÓN ARMÓNICA EN EL PERFIL DEL CORRIENTE



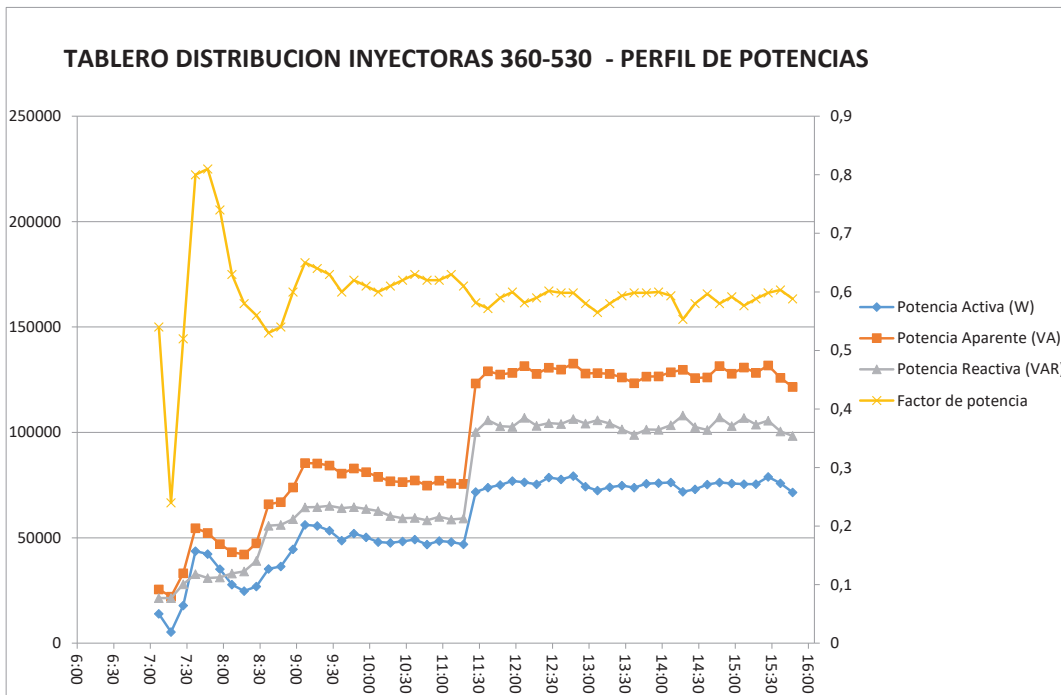
El perfil de distorsión armónica en la Corriente THDi, en el que se muestra un promedio de 5,5% y un valor máximo de 23%, lo cual se encuentra **FUERA** del porcentaje recomendado por la IEEE 519 - 2014

4.8.7 PERFIL DE CORRIENTE MÁXIMA



La gráfica representa el perfil de corrientes máximas. La corriente máxima tiene un promedio de 176 A, y registra un valor máximo de 203 A, y un valor mínimo de 36 A

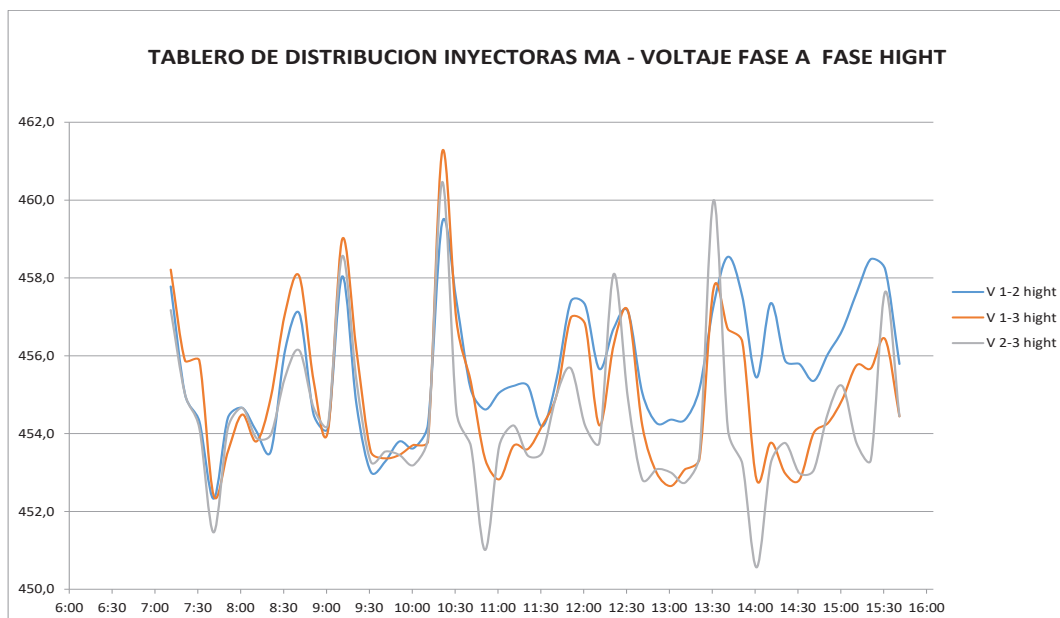
4.8.8 PERFIL DE POTENCIAS



La gráfica representa el perfil de potencias activas, reactivas y aparentes. La potencia activa tiene un promedio de 58210 W, y registra un valor máximo de 79294 W, y un valor mínimo de 5299 W

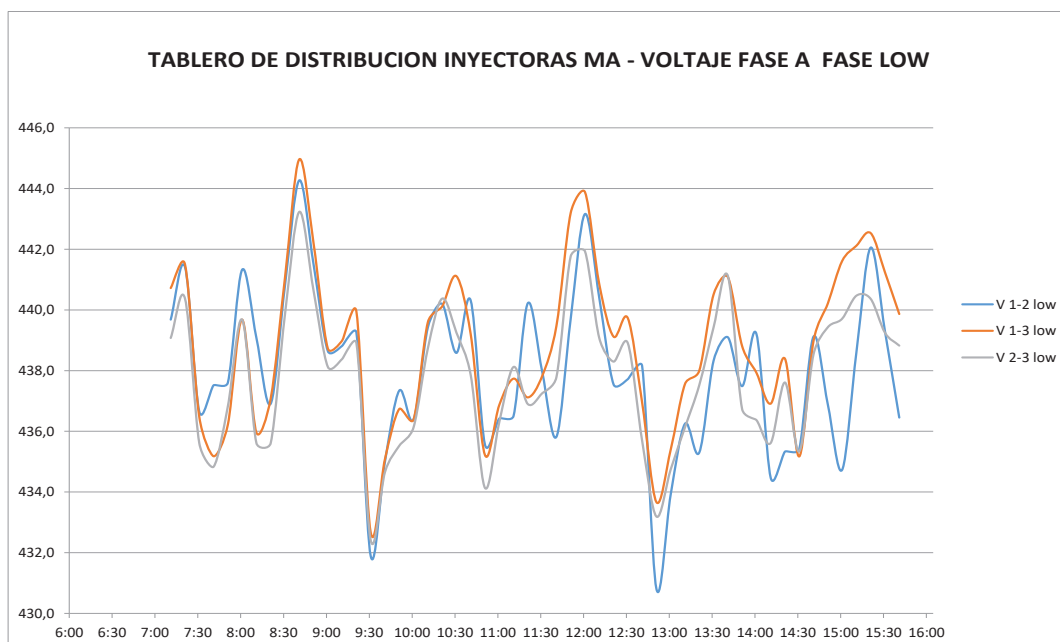
4.9 SUB-TABLERO DE DISTRIBUCIÓN INYECTORAS MA 5300 Y 2500

4.9.1 PERFIL DE VOLTAJE MÁXIMO DE LÍNEA A LÍNEA



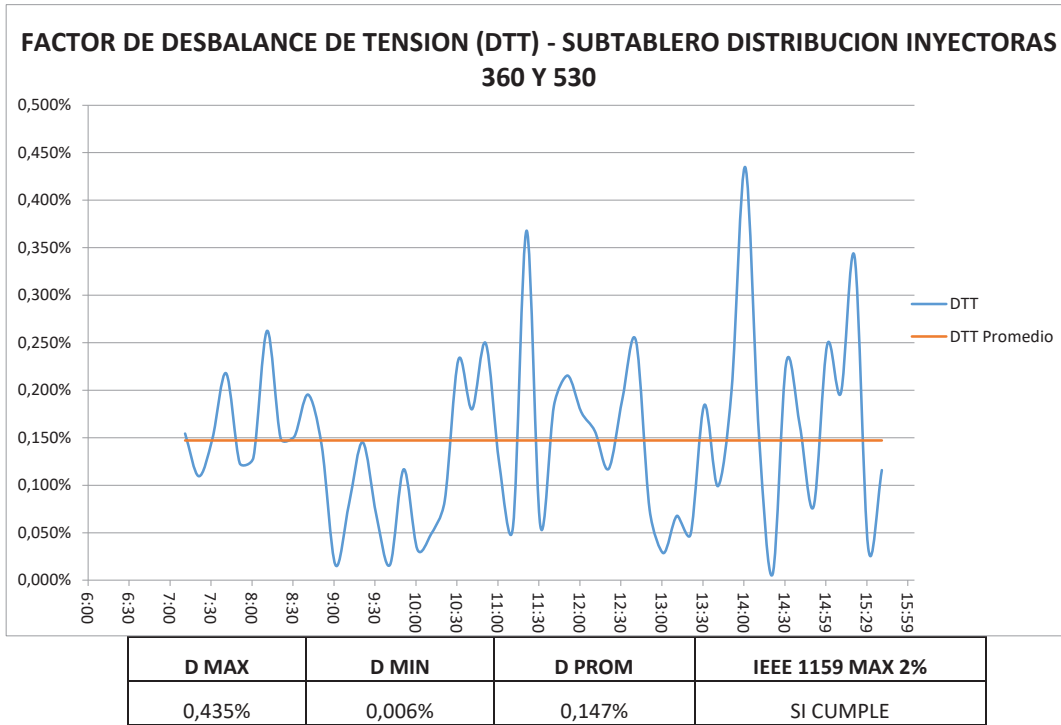
El comportamiento del Voltaje promedio máximo es de 455,0, valor que se encuentra arriba del nominal en un **3,41%**. El voltaje instantáneo máximo es de **461,2**, el cual se encuentra un **4,83%** arriba del nominal. Estos valores **SI** se encuentran dentro del rango recomendado por el estándar IEEE 1100 1999, tabla 4,3 (Variación del 5% respecto al Voltaje nominal)

4.9.2 PERFIL DE VOLTAJE MÍNIMO DE LÍNEA A LÍNEA

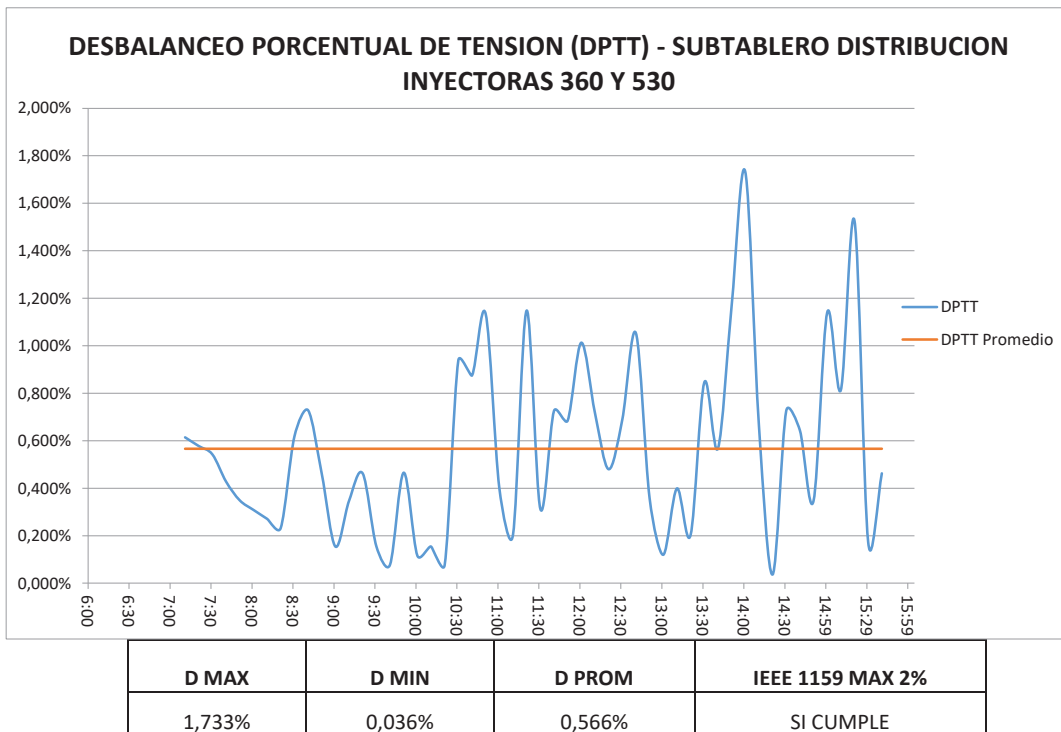


El comportamiento del Voltaje promedio mínimo es de 438,2, valor que se encuentra abajo del nominal en un **0,41%**. El voltaje instantáneo mínimo es de **430,8** el cual se encuentra un **2,09%** abajo del nominal. Estos valores **SI** se encuentran dentro del rango recomendado por el estándar IEEE 1100 1999, tabla 4,3 (Variación del 5% respecto al Voltaje nominal)

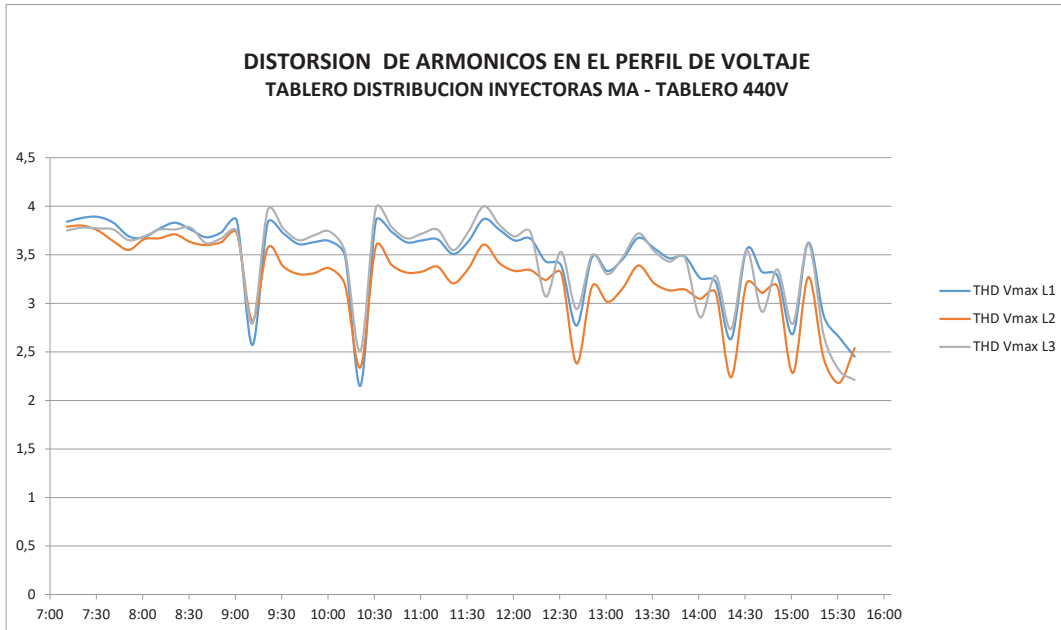
4.9.3 FACTOR DE DESBALANCE DE TENSION



4.9.4 RAZÓN DE DESBALANCEO DE TENSION

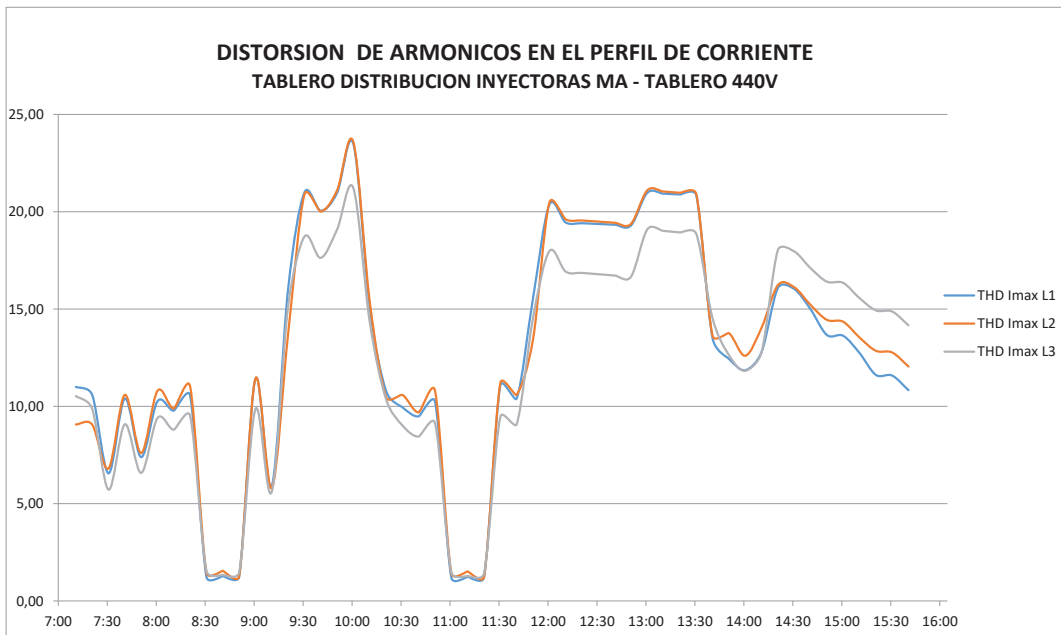


4.9.5 DISTORSIÓN ARMÓNICA EN EL PERFIL DEL VOLTAJE



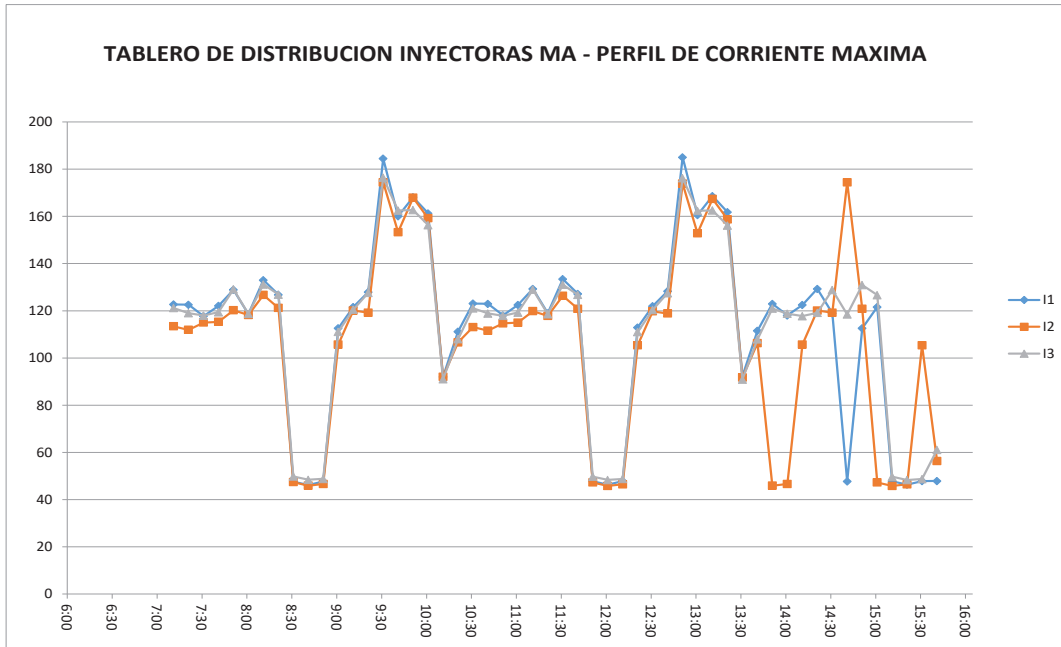
El perfil de distorsión armónica en el Voltaje THDv, en el que se muestra un promedio 3,38% y un valor máximo de 4,00%, lo cual se encuentra **DENTRO** del porcentaje recomendado por la IEEE 519 – 2014

4.9.6 DISTORSIÓN ARMÓNICA EN EL PERFIL DEL CORRIENTE



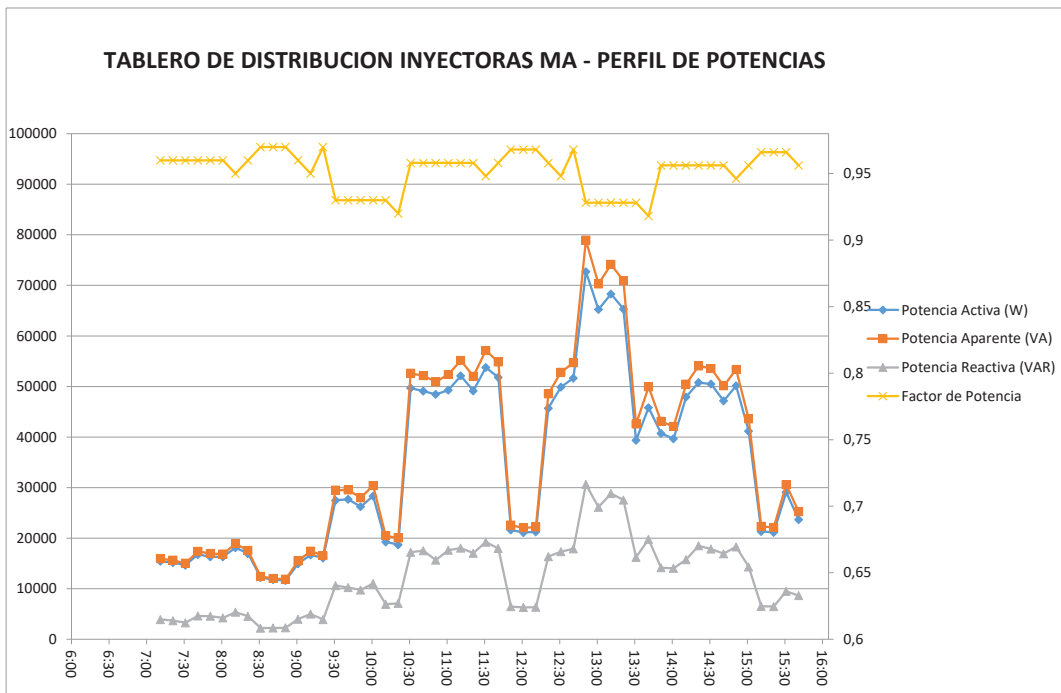
El perfil de distorsión armónica en la Corriente THDi, en el que se muestra un promedio de 12,79% y un valor máximo de 23,57%, lo cual se encuentra **FUERA** del porcentaje recomendado por la IEEE 519 - 2014

4.9.7 PERFIL DE CORRIENTE MÁXIMA



La gráfica representa el perfil de corrientes máximas. La corriente máxima tiene un promedio de 110 A, y registra un valor máximo de 185 A, y un valor mínimo de 46 A

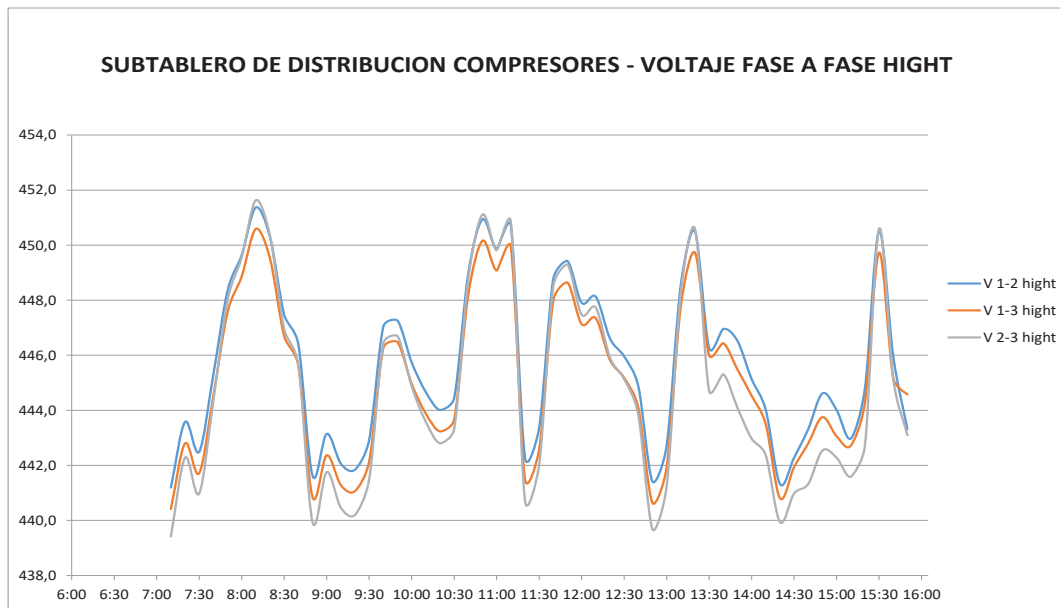
4.9.8 PERFIL DE POTENCIAS



La gráfica representa el perfil de potencias activas, reactivas y aparentes. La potencia activa tiene un promedio de 34531 W, y registra un valor máximo de 72731 W, y un valor mínimo de 11630 W

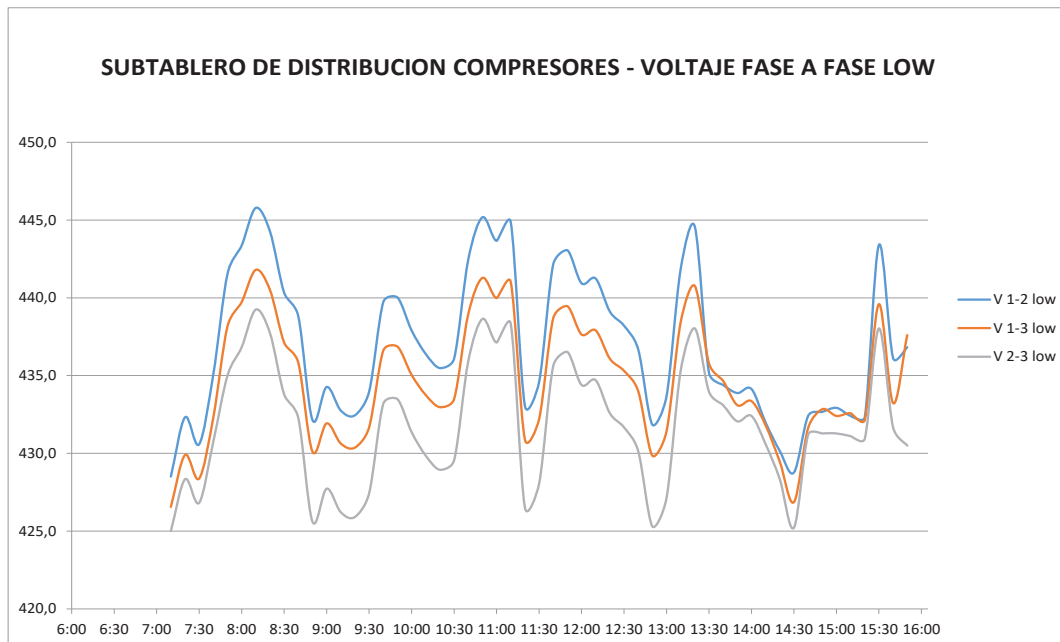
4.10 SUB-TABLERO DE DISTRIBUCIÓN COMPRESORES 440V

4.10.1 PERFIL DE VOLTAJE MÁXIMO DE LÍNEA A LÍNEA



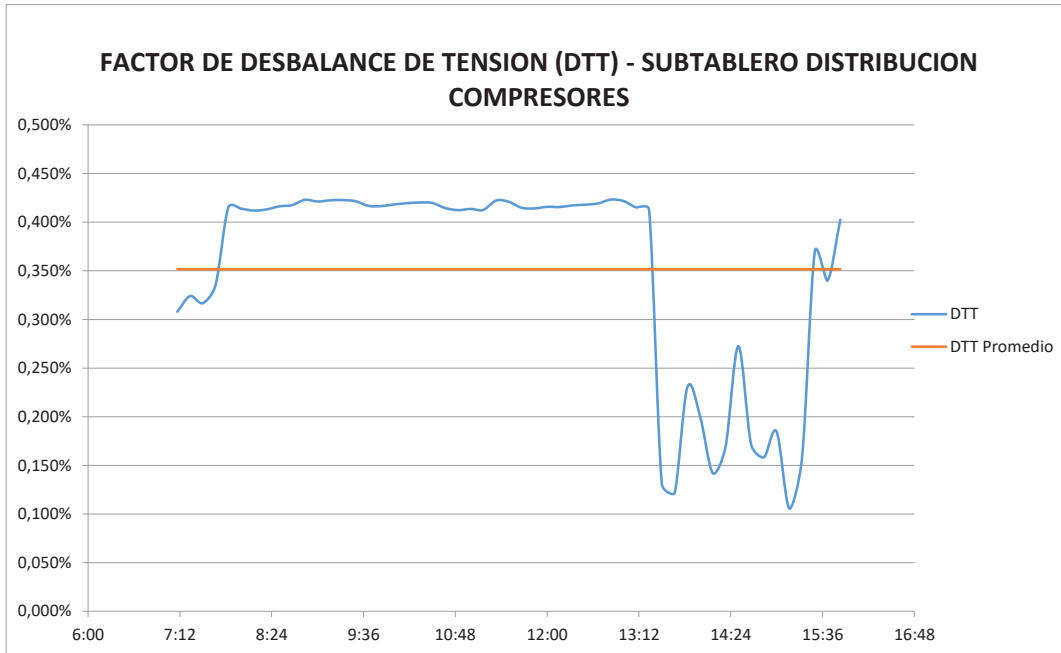
El comportamiento del Voltaje promedio máximo es de 445,2, valor que se encuentra arriba del nominal en un **1,18%**. El voltaje instantáneo máximo es de **451,6**, el cual se encuentra un **2,64%** arriba del nominal. Estos valores **SI** se encuentran dentro del rango recomendado por el estándar IEEE 1100 1999, tabla 4,3 (Variación del 5% respecto al Voltaje nominal)

4.10.2 PERFIL DE VOLTAJE MÍNIMO DE LÍNEA A LÍNEA



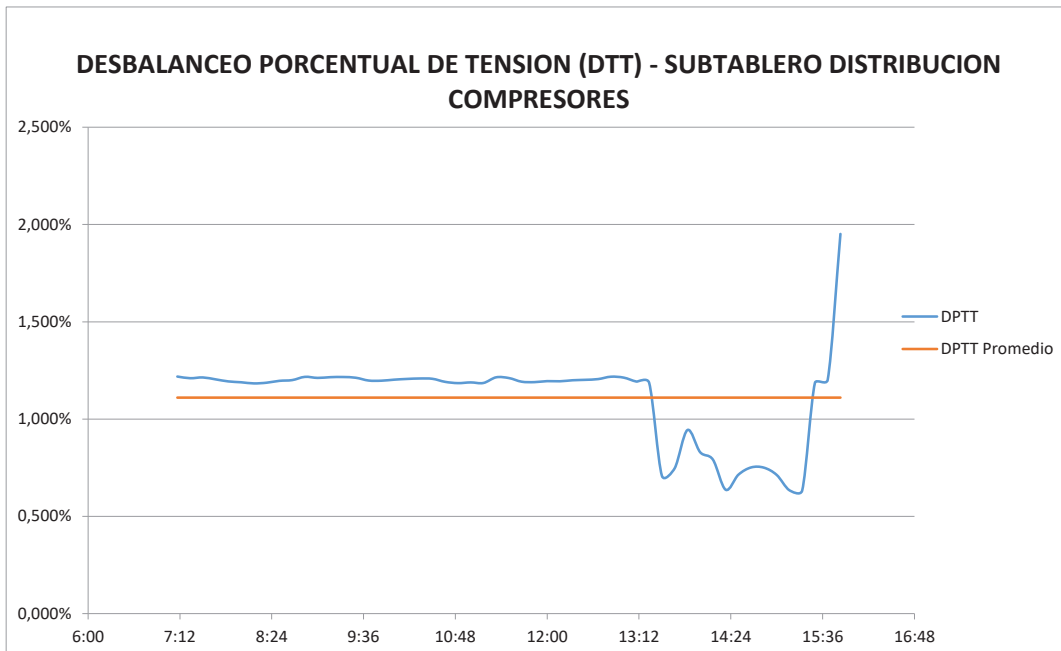
El comportamiento del Voltaje promedio mínimo es de 434,4, valor que se encuentra abajo del nominal en un **1,27%**. El voltaje instantáneo mínimo es de **425,0** el cual se encuentra un **3,41%** abajo del nominal. Estos valores **SI** se encuentran dentro del rango recomendado por el estándar IEEE 1100 1999, tabla 4,3 (Variación del 5% respecto al Voltaje nominal)

4.10.3 FACTOR DE DESBALANCE DE TENSION



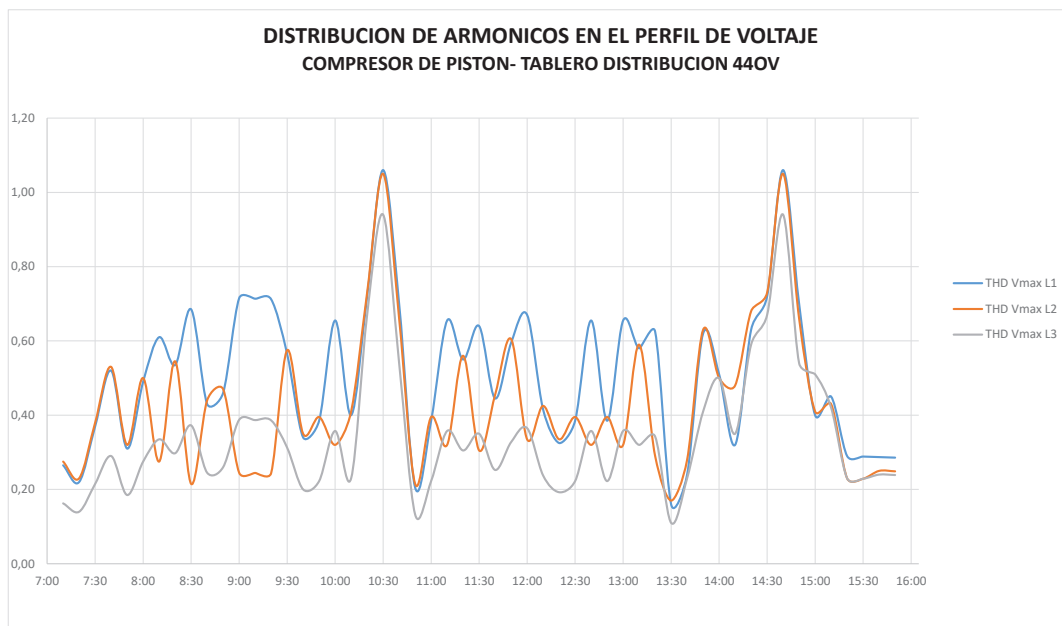
| D MAX | D MIN | D PROM | IEEE 1159 MAX 2% |
|--------|--------|--------|------------------|
| 0,423% | 0,106% | 0,352% | SI CUMPLE |

4.10.4 RAZÓN DE DESBALANCEO DE TENSION



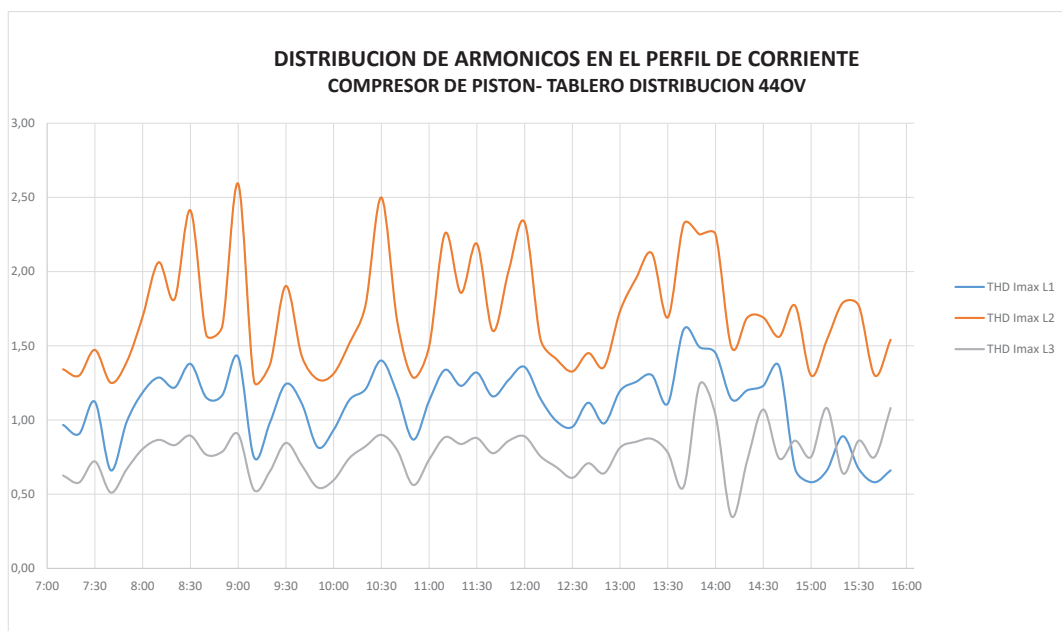
| D MAX | D MIN | D PROM | IEEE 1159 MAX 2% |
|--------|--------|--------|------------------|
| 1,952% | 0,633% | 1,11% | SI CUMPLE |

4.10.5 DISTORSIÓN ARMÓNICA EN EL PERFIL DEL VOLTAJE



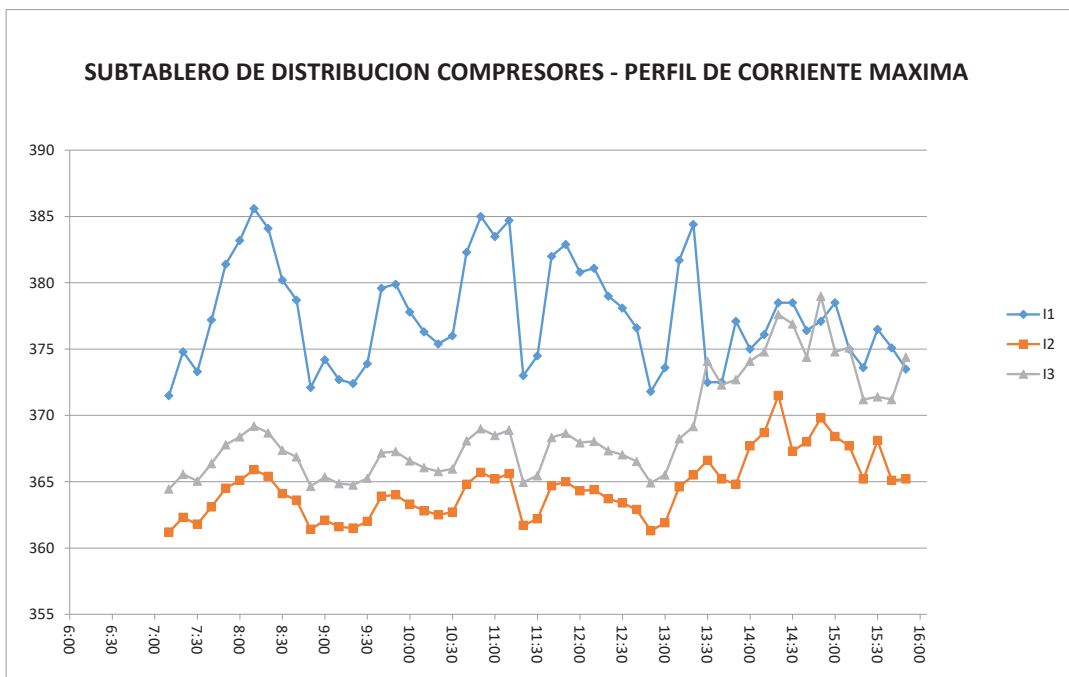
El perfil de distorsión armónica en el Voltaje THD_v, en el que se muestra un promedio de 0,43% y un valor máximo de 1,06%, lo cual se encuentra **DENTRO** del porcentaje recomendado por la IEEE 519 – 2014

4.10.6 DISTORSIÓN ARMÓNICA EN EL PERFIL DEL CORRIENTE



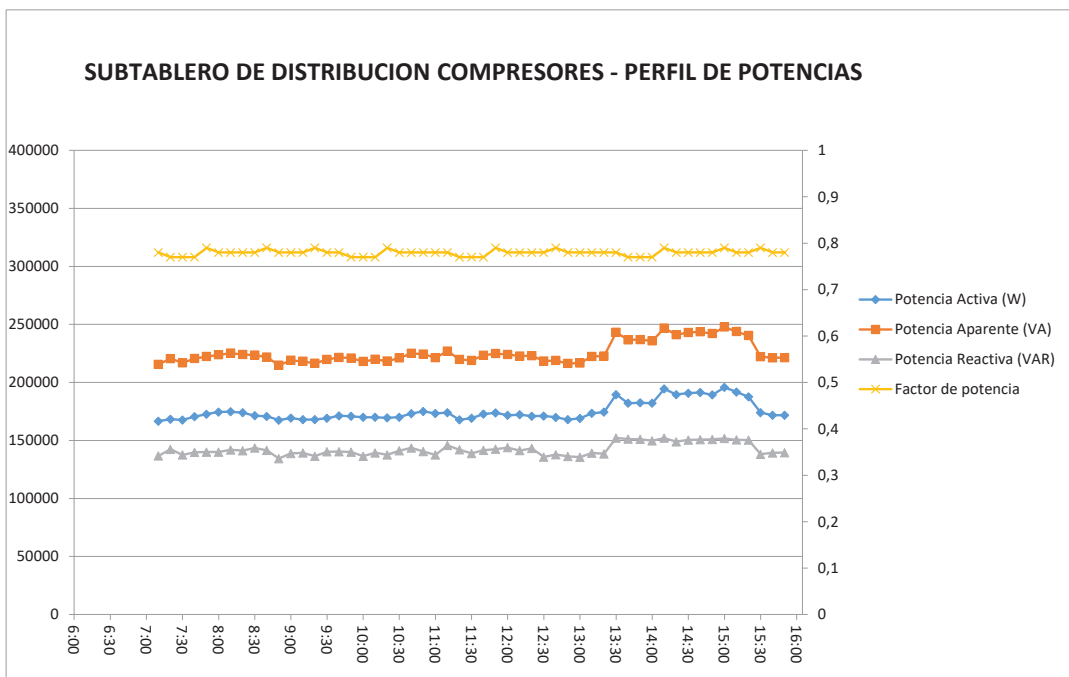
El perfil de distorsión armónica en la Corriente THD_i, en el que se muestra un promedio de 1,20% y un valor máximo de 2,59%, lo cual se encuentra **DENTRO** del porcentaje recomendado por la IEEE 519 - 2014

4.10.7 PERFIL DE CORRIENTE MÁXIMA



La gráfica representa el perfil de corrientes máximas. La corriente máxima tiene un promedio de 371 A, y registra un valor máximo de 386 A, y un valor mínimo de 361 A

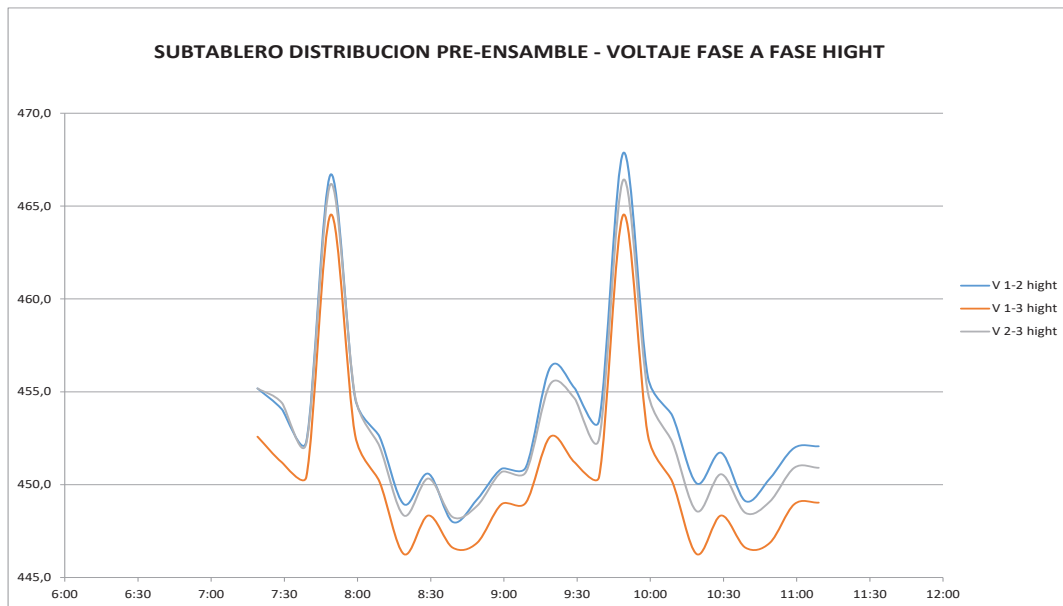
4.10.8 PERFIL DE POTENCIAS



La gráfica representa el perfil de potencias activas, reactivas y aparentes. La potencia activa tiene un promedio de 175088 W, y registra un valor máximo de 195800 W, y un valor mínimo de 166653 W

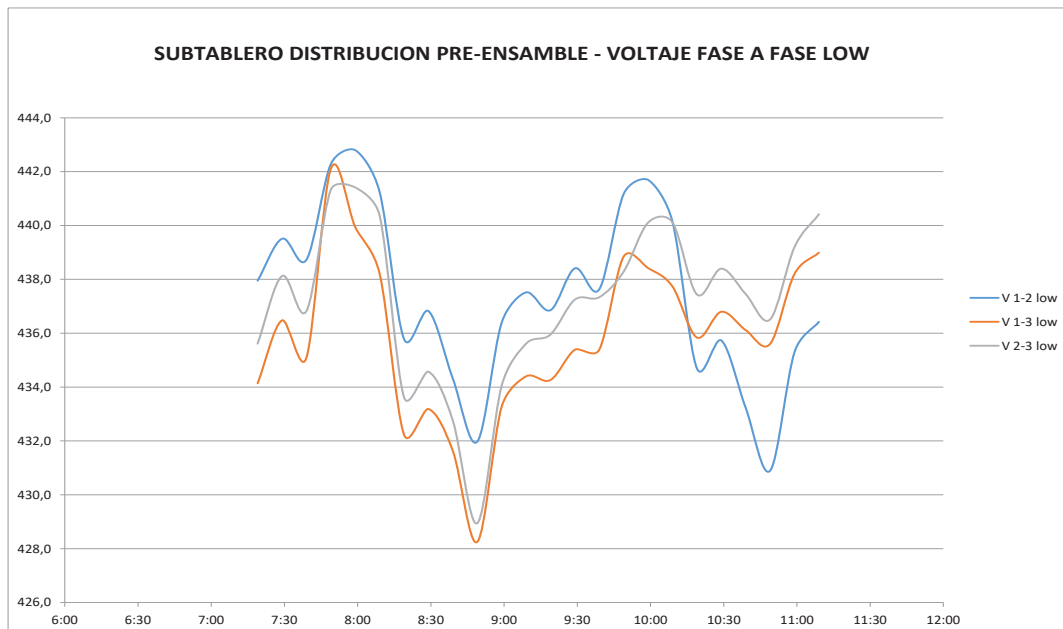
4.11 SUB-TABLERO DISTRIBUCIÓN PRE-ENSAMBLE

4.11.1 PERFIL DE VOLTAJE MÁXIMO DE LÍNEA A LÍNEA



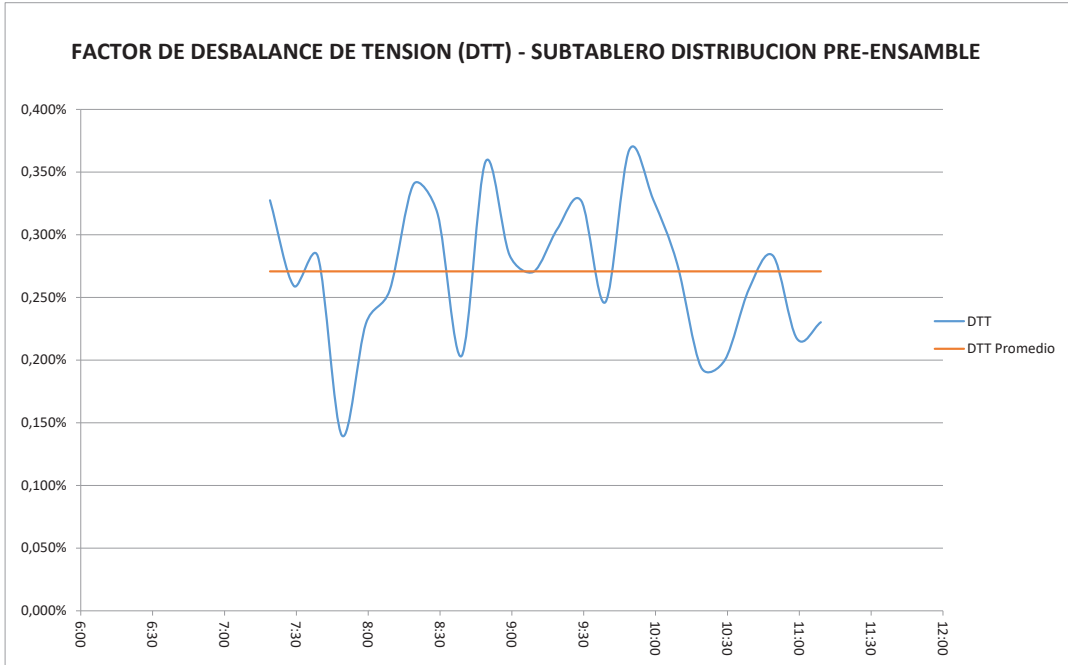
El comportamiento del Voltaje promedio máximo es de 452,3, valor que se encuentra arriba del nominal en un **2,79%**. El voltaje instantáneo máximo es de **467,9**, el cual se encuentra un 6,33% arriba del nominal. Estos valores **NO** se encuentran dentro del rango recomendado por el estándar IEEE 1100 1999, tabla 4,3 (Variación del 5% respecto al Voltaje nominal)

4.11.2 PERFIL DE VOLTAJE MÍNIMO DE LÍNEA A LÍNEA



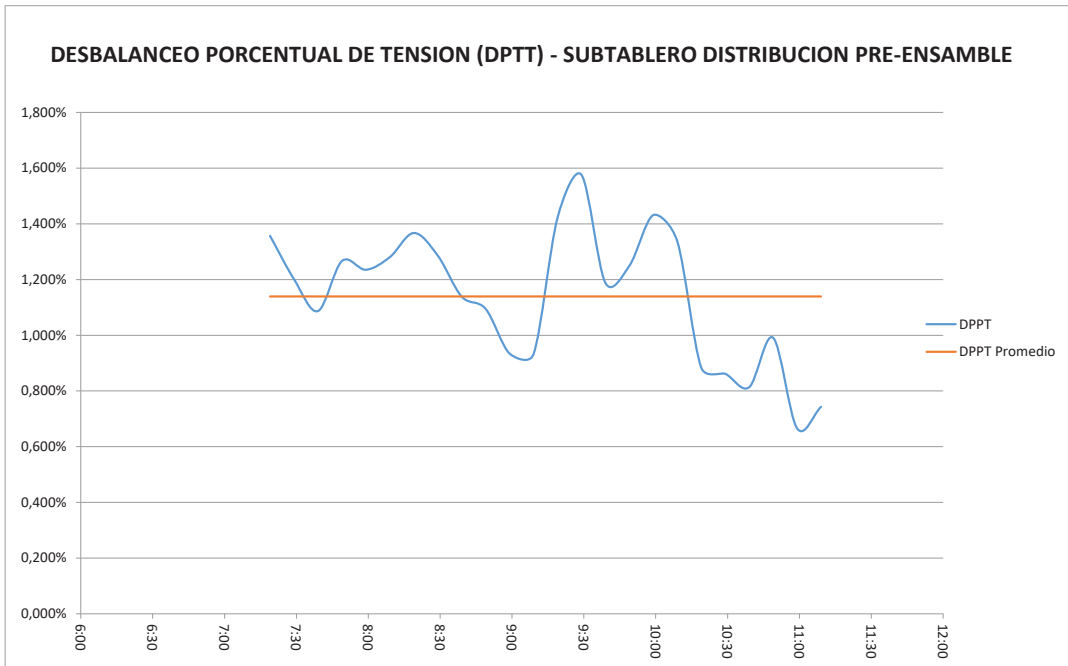
El comportamiento del Voltaje promedio mínimo es de 436,8, valor que se encuentra abajo del nominal en un **0,73%**. El voltaje instantáneo mínimo es de **428,2** el cual se encuentra un **2,67%** abajo del nominal. Estos valores **SI** se encuentran dentro del rango recomendado por el estándar IEEE 1100 1999, tabla 4,3 (Variación del 5% respecto al Voltaje nominal)

4.11.3 FACTOR DE DESBALANCE DE TENSION



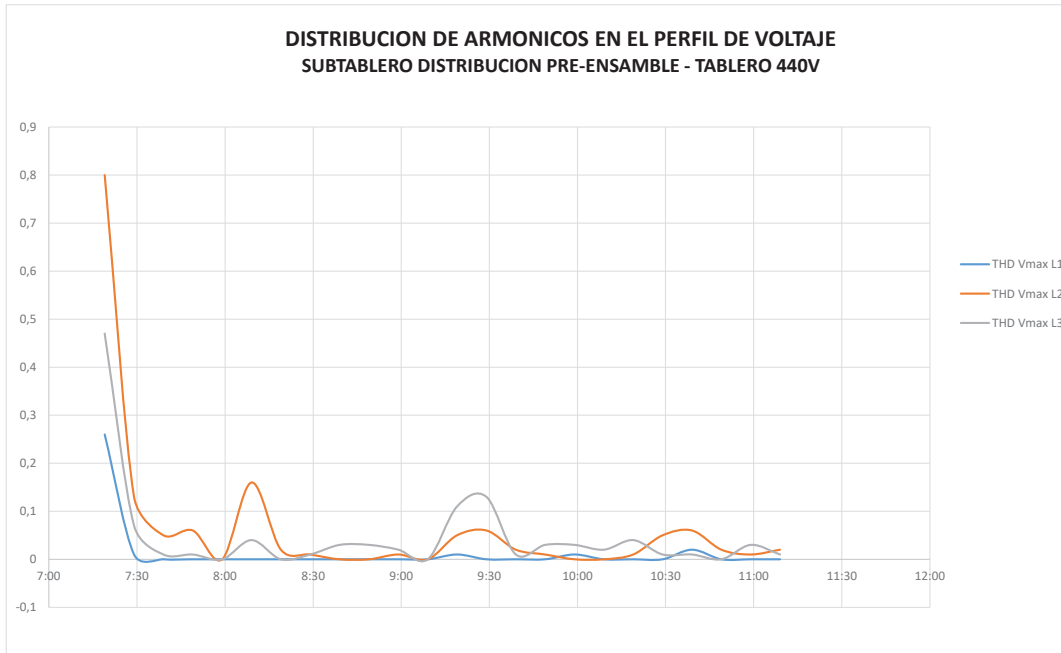
| D MAX | D MIN | D PROM | IEEE 1159 MAX 2% |
|--------|--------|--------|------------------|
| 0,368% | 0,140% | 0,320% | SI CUMPLE |

4.11.4 RAZÓN DE DESBALANCEO DE TENSION



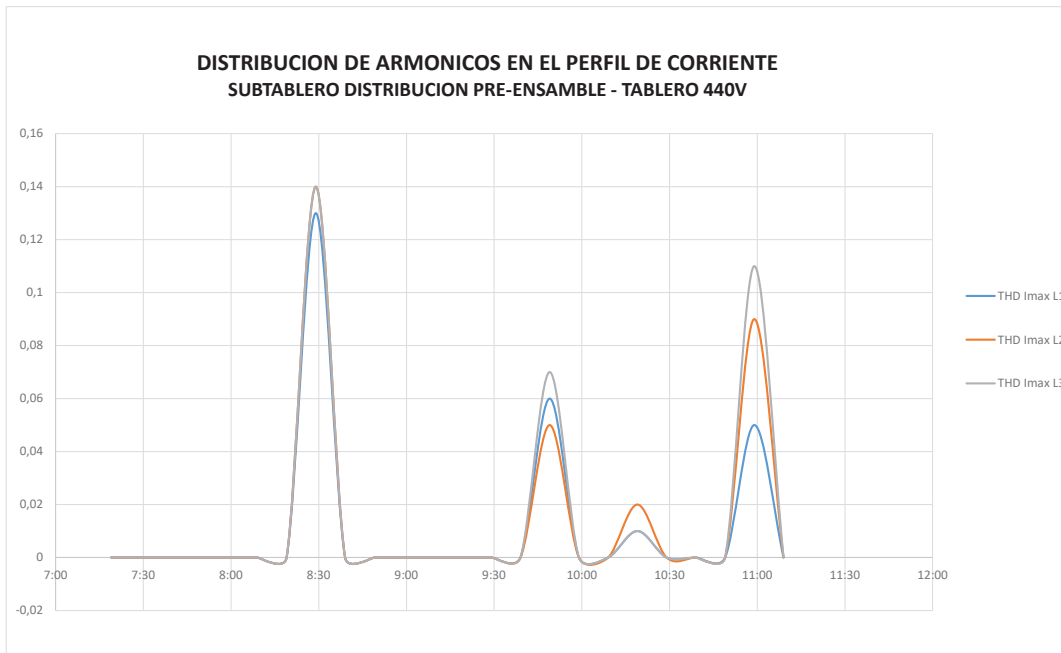
| D MAX | D MIN | D PROM | IEEE 1159 MAX 2% |
|--------|--------|--------|------------------|
| 1,576% | 0,666% | 1,057% | SI CUMPLE |

4.11.5 DISTORSIÓN ARMÓNICA EN EL PERFIL DEL VOLTAJE



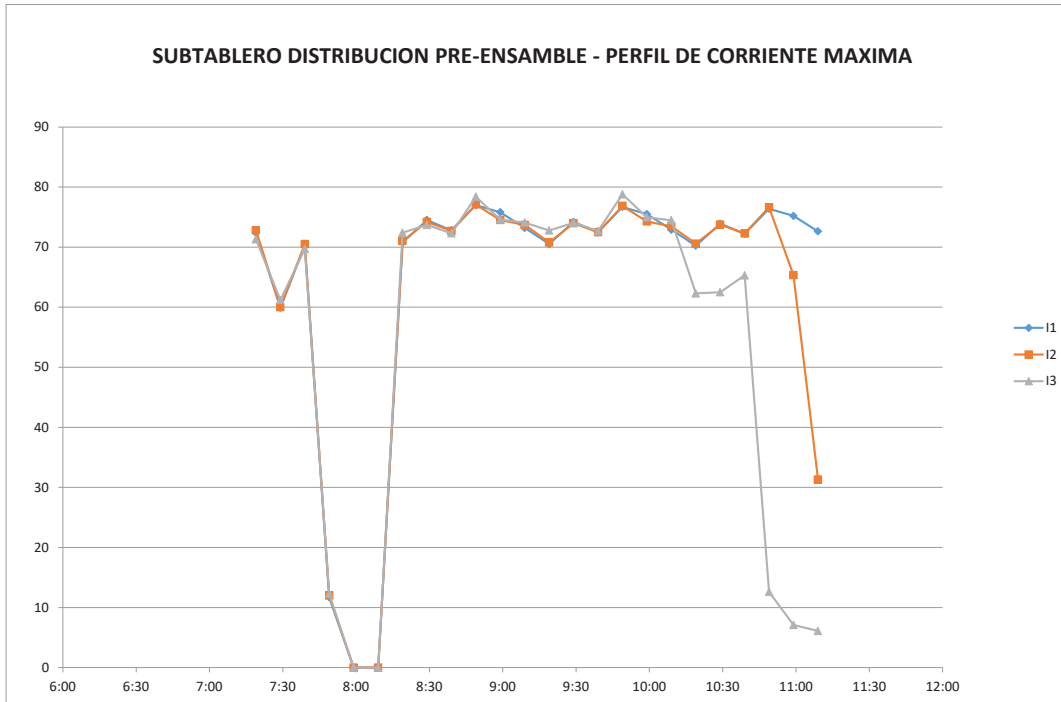
El perfil de distorsión armónica en el Voltaje THD_v, en el que se muestra un promedio de 0,4% y un valor máximo de 0,8%, lo cual se encuentra **DENTRO** del porcentaje recomendado por la IEEE 519 – 2014

4.11.6 DISTORSIÓN ARMÓNICA EN EL PERFIL DEL CORRIENTE



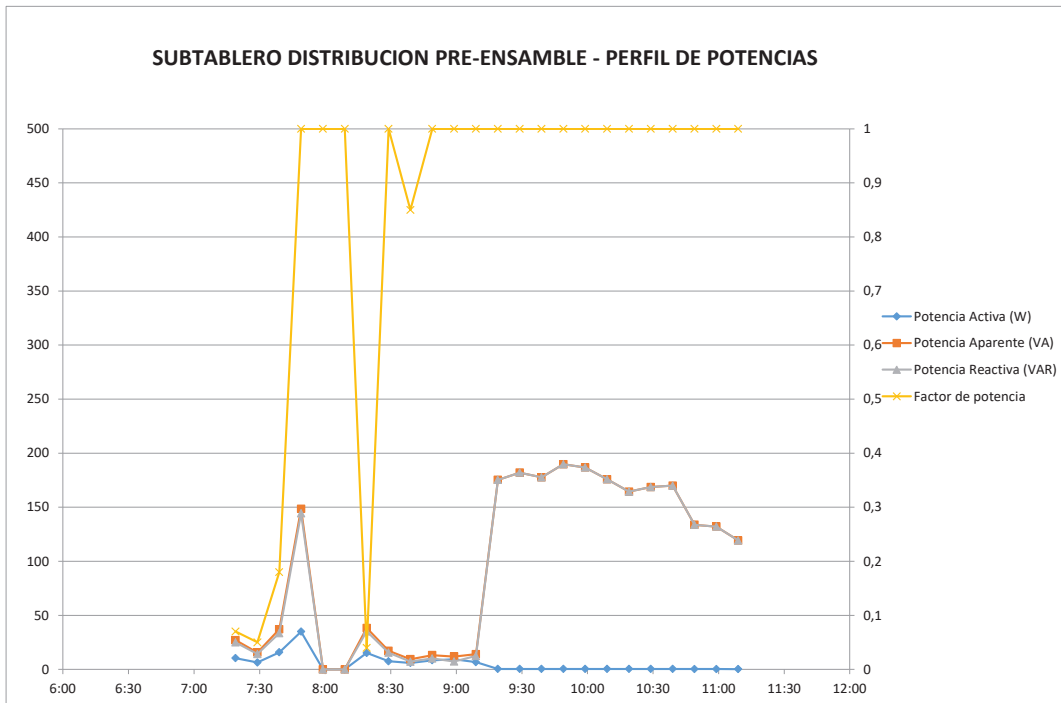
El perfil de distorsión armónica en la Corriente THD_i, en el que se muestra un promedio de 0,01% y un valor máximo de 0,14%, lo cual se encuentra **DENTRO** del porcentaje recomendado por la IEEE 519 - 2014

4.11.7 PERFIL DE CORRIENTE MÁXIMA



La gráfica representa el perfil de corrientes máximas. La corriente máxima tiene un promedio de 63 A, y registra un valor máximo de 77 A, y un valor mínimo de 0 A

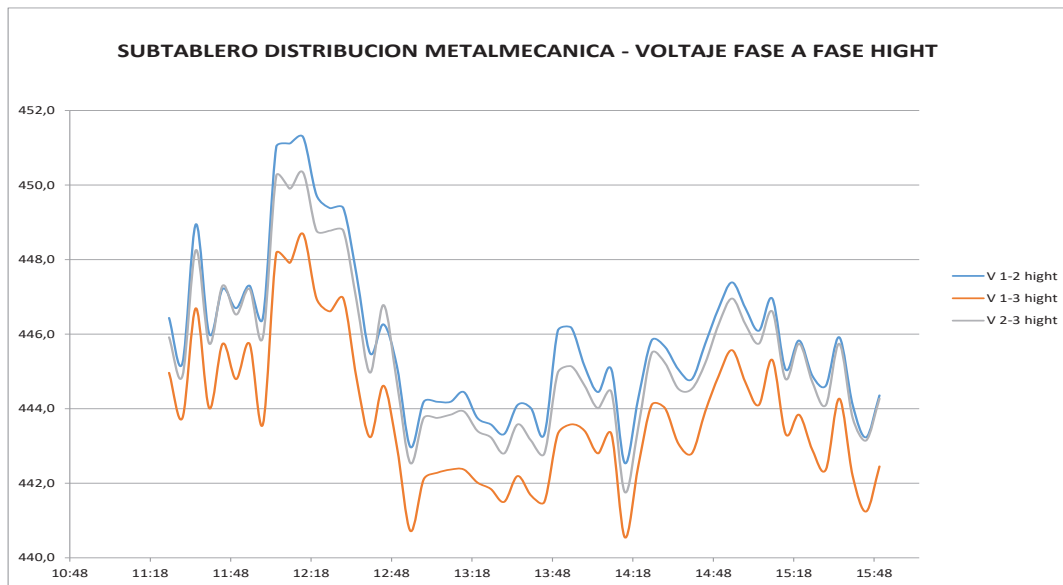
4.11.8 PERFIL DE POTENCIAS



La gráfica representa el perfil de potencias activas, reactivas y aparentes. La potencia activa tiene un promedio de 5 W, y registra un valor máximo de 35 W, y un valor mínimo de 0 W

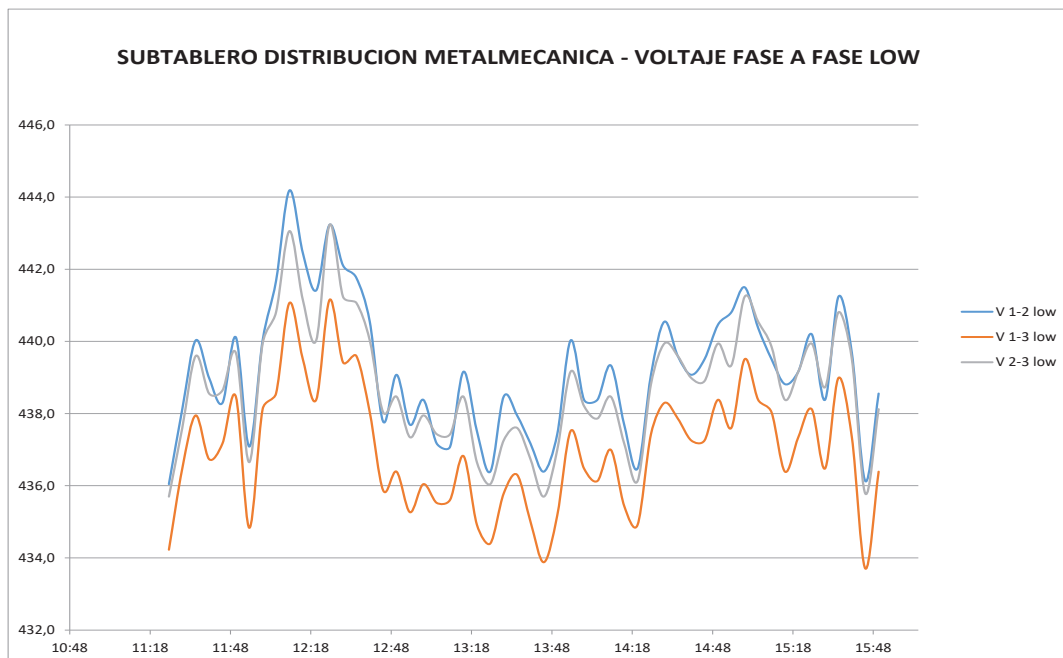
4.12 SUB-TABLERO DISTRIBUCIÓN METALMECÁNICA

4.12.1 PERFIL DE VOLTAJE MÁXIMO DE LÍNEA A LÍNEA



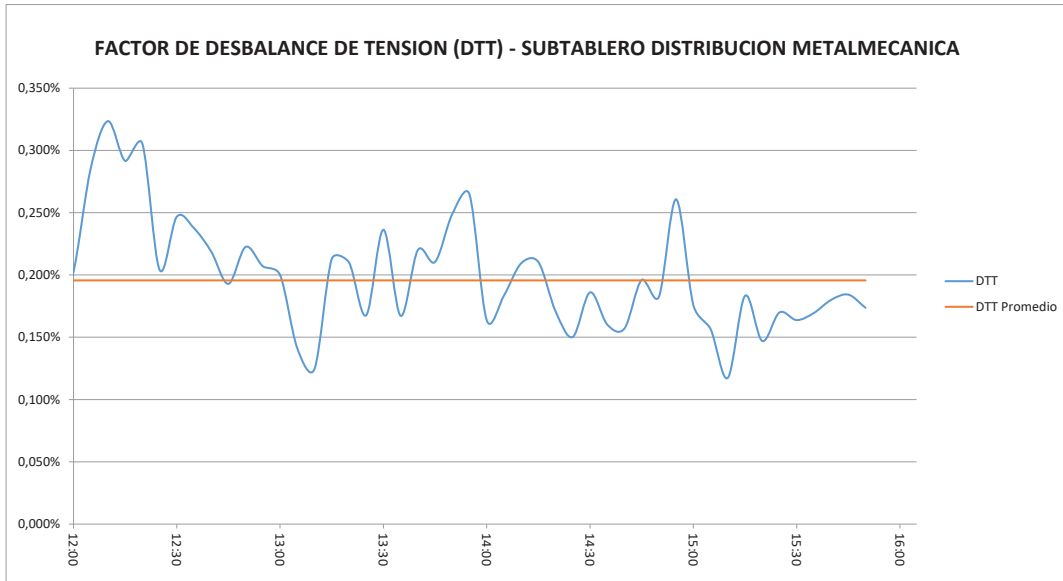
El comportamiento del Voltaje promedio máximo es de 445,0, valor que se encuentra arriba del nominal en un **1,14%**. El voltaje instantáneo máximo es de **451,3**, el cual se encuentra un **2,56%** arriba del nominal. Estos valores **SI** se encuentran dentro del rango recomendado por el estándar IEEE 1100 1999, tabla 4,3 (Variación del 5% respecto al Voltaje nominal)

4.12.2 PERFIL DE VOLTAJE MÍNIMO DE LÍNEA A LÍNEA



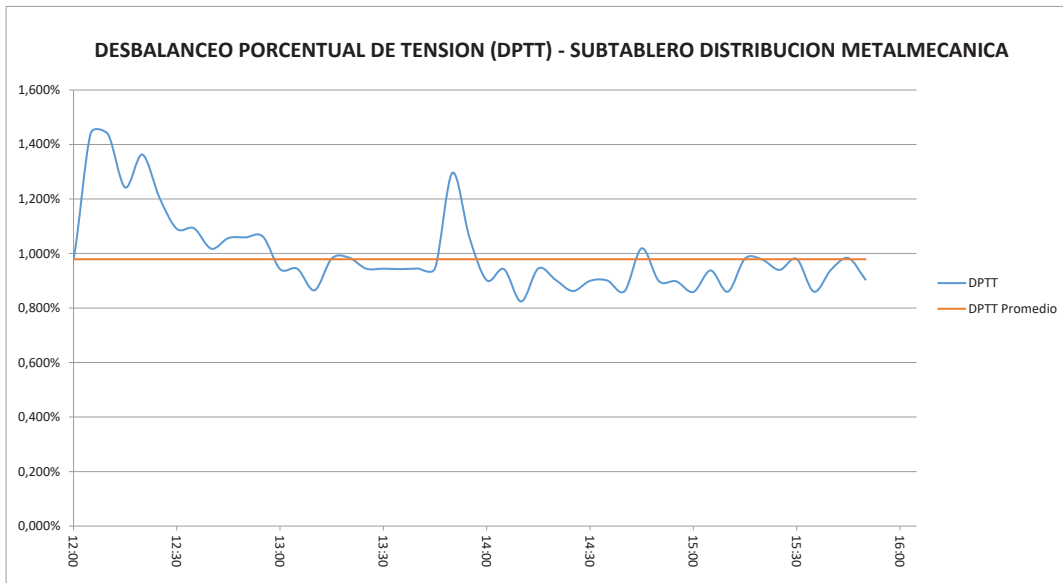
El comportamiento del Voltaje promedio mínimo es de 438,4, valor que se encuentra abajo del nominal en un **0,37%**. El voltaje instantáneo mínimo es de **433,7** el cual se encuentra un **1,43%** abajo del nominal. Estos valores **SI** se encuentran dentro del rango recomendado por el estándar IEEE 1100 1999, tabla 4,3 (Variación del 5% respecto al Voltaje nominal)

4.12.3 FACTOR DE DESBALANCE DE TENSION



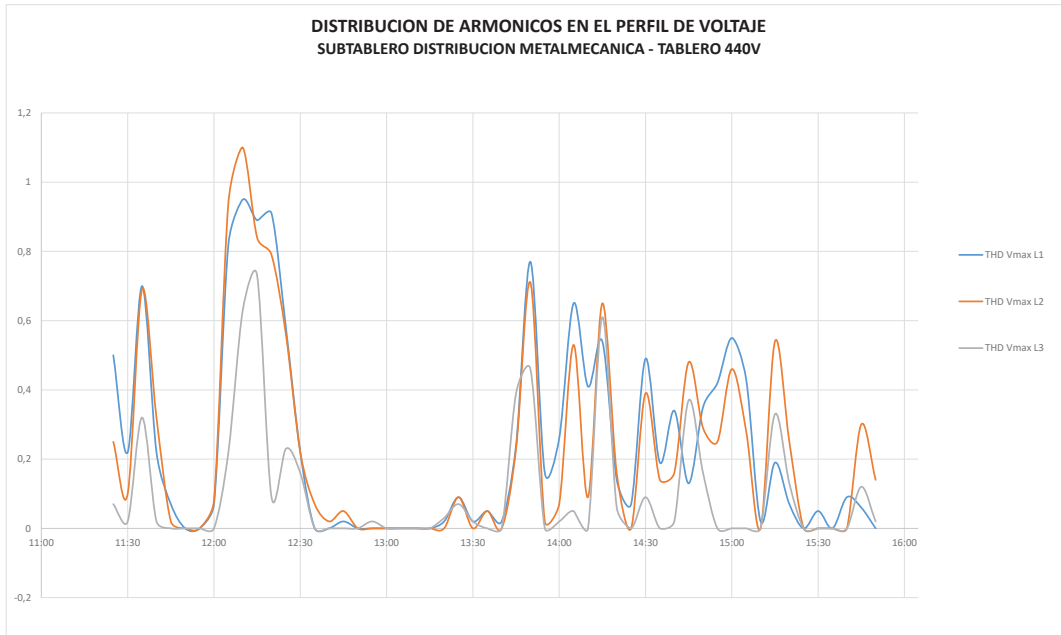
| D MAX | D MIN | D PROM | IEEE 1159 MAX 2% |
|--------|--------|--------|------------------|
| 0,323% | 0,117% | 0,196% | SI CUMPLE |

4.12.4 RAZÓN DE DESBALANCEO DE TENSION



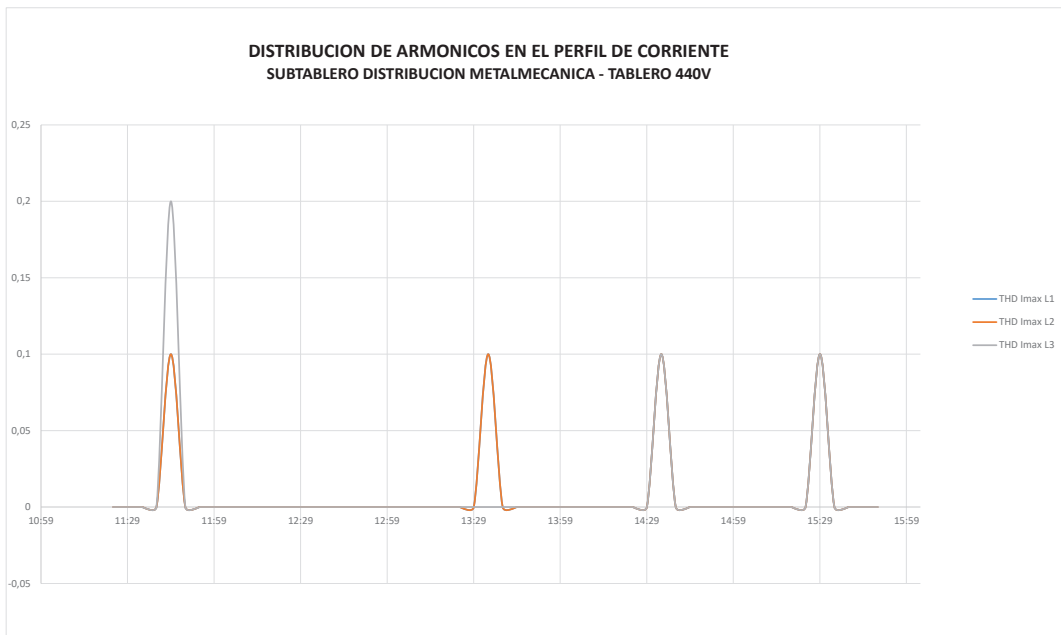
| D MAX | D MIN | D PROM | IEEE 1159 MAX 2% |
|--------|--------|--------|------------------|
| 1,440% | 0,742% | 0,979% | SI CUMPLE |

4.12.5 DISTORSIÓN ARMÓNICA EN EL PERFIL DEL VOLTAJE



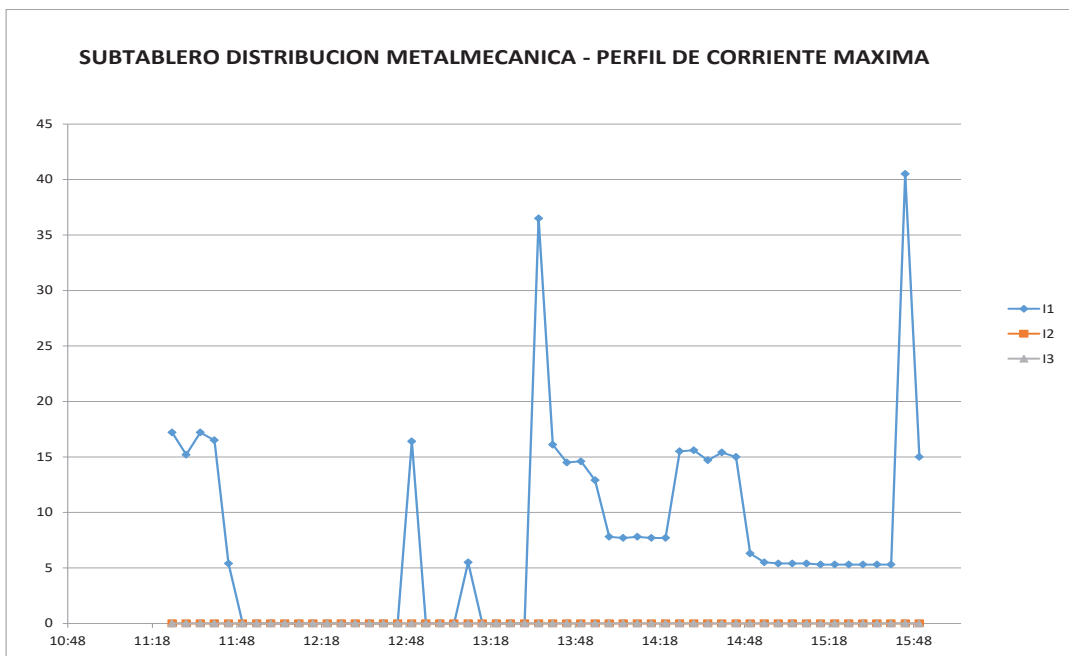
El perfil de distorsión armónica en el Voltaje THD_v, en el que se muestra un promedio de 0,19% y un valor máximo de 1,10%, lo cual se encuentra **DENTRO** del porcentaje recomendado por la IEEE 519 – 2014

4.12.6 DISTORSIÓN ARMÓNICA EN EL PERFIL DEL CORRIENTE



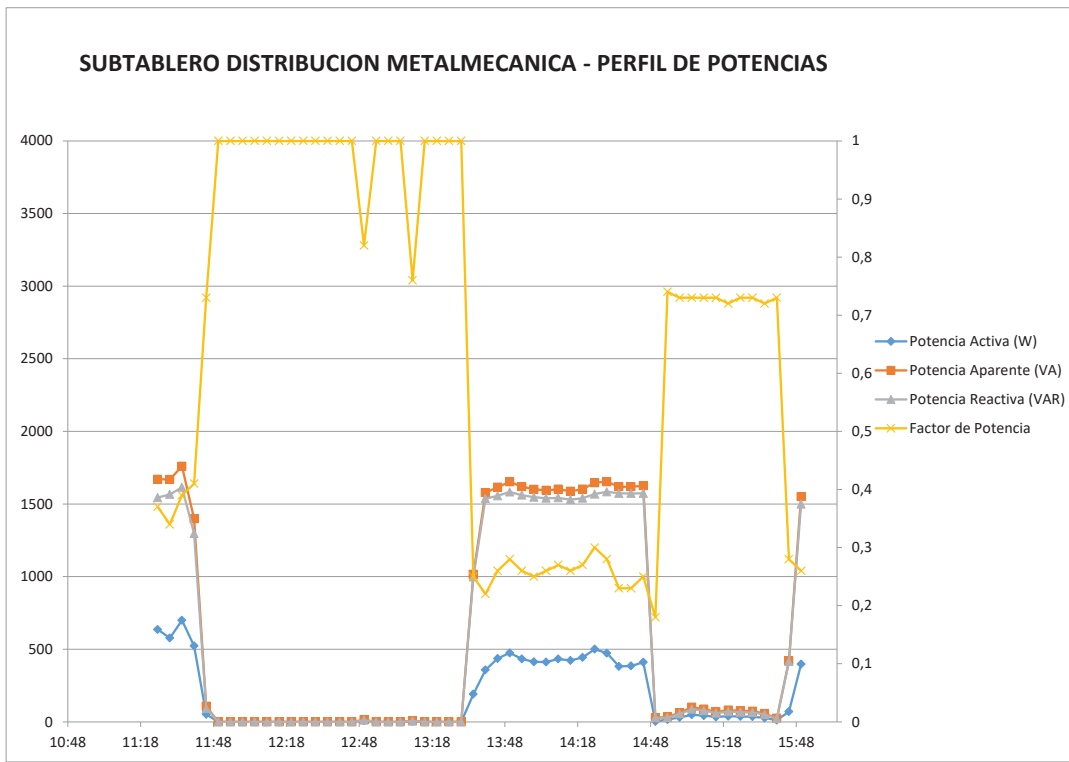
El perfil de distorsión armónica en la Corriente THD_i, en el que se muestra un promedio de 0,1% y un valor máximo de 0,20%, lo cual se encuentra **DENTRO** del porcentaje recomendado por la IEEE 519 - 2014

4.12.7 PERFIL DE CORRIENTE MÁXIMA



La gráfica representa el perfil de corrientes máximas. La corriente máxima tiene un promedio de 4 A, y registra un valor máximo de 41 A, y un valor mínimo de 0 A

4.12.8 PERFIL DE POTENCIAS



La gráfica representa el perfil de potencias activas, reactivas y aparentes. La potencia activa tiene un promedio de 166 W, y registra un valor máximo de 699 W, y un valor mínimo de 0 W

ANEXO 5

MEDICIONES DE LUMINANCIA OFICINAS Y PLANTA

ANEXO 5

Anexo 5.1

Mediciones de Intensidad Luminosa Oficinas realizadas a una altura de 0,80 m, según la IESNA (En luxes)

| OFICINAS | MED 1 | MED 2 | MED 3 | MED 4 | X | RECOMEN IESNA | CONDICIÓN |
|----------------------------------|----------|----------|----------|----------|-----|------------------|-----------|
| 1 JEFATURA ADMINISTRATIVA | 480 | | | | 480 | 400 | EXCESO |
| 2 COMPRAS | 330 | 280 | | | 305 | 400 | DEFECTO |
| 3 SEGURIDAD INDUSTRIAL | 499 | | | | 499 | 400 | EXCESO |
| 4 TRABAJO SOCIAL | 390 | | | | 390 | 400 | NORMAL |
| 5 BAÑO INVESTIGACIÓN | 290 | | | | 290 | 300 | NORMAL |
| 6 BAÑO SEGURIDAD | 285 | | | | 285 | 300 | NORMAL |
| 7 CARTERA | 825 | | | | 825 | 400 | EXCESO |
| 8 SALA DE CAPACITACIÓN | 604 | | | | 604 | 300 | EXCESO |
| 9 PASILLO COMPRAS | 275 | | | | 275 | 50 | EXCESO |
| 10 ESCALERAS INVESTIGACIÓN | 161 | | | | 161 | 50 | EXCESO |
| 11 INVESTIGACIÓN | 320 | 184 | 140 | 75 | 180 | 400 | DEFECTO |
| 12 PLAN RENOVA | 136 | 120 | 230 | | 162 | 400 | DEFECTO |
| 13 PASILLO INGENIERÍA | 850 | | | | 850 | 50 | EXCESO |
| 14 COORDINACIÓN ALCORP | 500 | 1200 | | | 850 | 400 | EXCESO |
| 15 PASILLO INDUCCIÓN | 214 | | | | 214 | 50 | EXCESO |
| 16 COORDINADORAS INDUCCIÓN | 260 | 850 | 1200 | 730 | 760 | 400 | EXCESO |
| 17 JEFATURA INDUCCIÓN | 840 | | | | 840 | 400 | EXCESO |
| 18 BAÑO INDUCCIÓN | 260 | | | | 260 | 300 | DEFECTO |
| 19 AUDITORIA | 325 | | | | 325 | 400 | DEFECTO |
| 20 POSVENTAS | 224 | | | | 224 | 400 | DEFECTO |
| 21 PASILLO POSTVENTAS | 228 | | | | 228 | 50 | EXCESO |
| 22 PASILLO OPERACIONES | 92 | | | | 92 | 50 | EXCESO |
| 23 BAÑO RECEPCIÓN | 245 | | | | 245 | 300 | DEFECTO |
| 24 BAÑO POSTVENTA | 256 | | | | 256 | 300 | DEFECTO |
| 25 SECCIÓN COPIADO | 362 | | | | 362 | 400 | NORMAL |
| 26 GERENCIA OPERACIONES | 548 | | | | 548 | 400 | EXCESO |
| 27 BAÑO OPERACIONES | 6 | | | | 6 | 300 | DEFECTO |
| 28 GERENCIA COMERCIAL | 704 | | | | 704 | 400 | EXCESO |
| 29 RECEPCIÓN | 580 | 421 | 722 | | 574 | 400 | EXCESO |
| 30 GERENCIA GENERAL | 625 | 845 | 551 | | 674 | 400 | EXCESO |
| 31 BAÑO GERENCIA GENERAL | 289 | | | | 289 | 300 | NORMAL |
| 32 ESCALERAS GERENCIA | 40 | | | | 40 | 50 | DEFECTO |
| 33 SHOW ROOM | 490 | | | | 490 | 400 | EXCESO |
| 34 RECURSOS HUMANOS | 191 | 480 | 213 | | 295 | 400 | DEFECTO |
| 35 BAÑOS RR HH | 215 | | | | 215 | 300 | DEFECTO |
| 36 PASILLO RR HH | 650 | | | | 650 | 50 | EXCESO |
| 37 PLANIFICACIÓN | 130 | 260 | 500 | | 297 | 400 | DEFECTO |
| 38 PRODUCCIÓN | 228 | | | | 228 | 400 | DEFECTO |
| 39 CONTROL DE CALIDAD | 220 | 625 | | | 423 | 400 | NORMAL |
| 40 SERVICIO TÉCNICO JEFATURA | 525 | | | | 525 | 400 | EXCESO |
| 41 SERVICIO TÉCNICO RECEPCIÓN | 260 | 180 | | | 220 | 400 | DEFECTO |
| 42 SISTEMAS | 473 | 471 | 180 | | 375 | 400 | NORMAL |
| 43 DEPARTAMENTO MEDICO | 358 | 215 | 189 | | 254 | 400 | DEFECTO |
| 44 OFICINA MANTENIMIENTO | 870 | 295 | | | 583 | 400 | EXCESO |
| 45 BODEGA MATERIA PRIMA | 254 | 236 | 214 | | 235 | 400 | DEFECTO |
| 46 BODEGA DESPACHOS | 315 | 425 | 440 | | 393 | 400 | NORMAL |
| 47 COMEDOR ADMINISTRATIVO | 685 | 690 | 752 | | 709 | 400 | EXCESO |
| 48 COCINA COMEDOR ADMINISTR | 554 | | | | 554 | 500 | EXCESO |

| | | | | | | | |
|----|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| 49 | COCINA GENERAL | 850 | 840 | | 845 | 500 | EXCESO |
| 50 | COMEDOR GENERAL | 350 | 364 | 387 | 367 | 400 | NORMAL |
| 51 | GARITA PRINCIPAL | 845 | | | 845 | 400 | EXCESO |

Anexo 5.2

Mediciones de Intensidad Luminosa líneas de producción, realizadas a la altura recomendada por IESNA

| | SECCIÓN | MED 1 | MED 2 | MED 3 | MED 4 | X | RECOMEN IESNA | CONDICIÓN |
|----------|--|----------|----------|----------|----------|------|------------------|-----------|
| 1 | <i>Termo-formado</i> | | | | | | | |
| | Operadores Brown 1 | 1966 | 1544 | 1785 | | 1765 | 300 | EXCESO |
| | Operadores Brown 2 | 1440 | 1600 | 1580 | | 1540 | 300 | EXCESO |
| | Operadores Botini | 1561 | 1725 | 1652 | | 1646 | 300 | EXCESO |
| | Operadores cizallas | 546 | 654 | 458 | | 553 | 300 | EXCESO |
| 2 | <i>Inyección plásticos</i> | | | | | | | |
| | Maquinas inyectoras | 125 | 180 | 215 | | 173 | 300 | DEFECTO |
| | Área serigrafía | 80 | 76 | 90 | | 82 | 500 | DEFECTO |
| | Supermercado de plásticos | 9 | 10 | 4 | | 8 | 300 | DEFECTO |
| 3 | <i>Metalmecánica</i> | | | | | | | |
| | Cortadora de bobinas | 305 | 297 | 301 | | 301 | 300 | NORMAL |
| | Área de punzonado | 514 | 496 | 502 | | 504 | 300 | EXCESO |
| | Área de dobleces | 209 | 204 | 205 | | 206 | 300 | DEFECTO |
| | Soldadoras de punto | 1181 | 1215 | 1352 | | 1249 | 300 | EXCESO |
| | Área de intercambiadores | 1600 | 1520 | 1750 | | 1623 | 300 | EXCESO |
| 4 | <i>Instalaciones eléctricas</i> | | | | | | | |
| | Corte de cables | 299 | 331 | 301 | | 310 | 300 | NORMAL |
| | Ensamble arneses | 460 | 480 | 471 | | 470 | 300 | EXCESO |
| 5 | <i>Pre-ensamble</i> | | | | | | | |
| | Pre-ensamble hogar | 1325 | 1254 | 1365 | | 1315 | 300 | EXCESO |
| | Pre-ensamble comercial | 1860 | 1840 | 1800 | | 1833 | 300 | EXCESO |
| 6 | <i>Espumado</i> | | | | | | | |
| | Espumado de puertas | 580 | 690 | 560 | | 610 | 300 | EXCESO |
| | Espumado de gabinetes | 1330 | 1230 | 1190 | | 1250 | 300 | EXCESO |
| | Limpieza y control de calidad | 1676 | 1580 | 1450 | | 1569 | 1000 | EXCESO |
| 7 | <i>Ensamble final</i> | | | | | | | |
| | Ensamble componentes internos | 1304 | 1289 | 1280 | | 1291 | 1000 | EXCESO |
| | Ensamble componentes externos | 1804 | 1904 | 1950 | | 1886 | 1000 | EXCESO |
| | Soldadura y pruebas de fuga | 1740 | 1722 | 1850 | | 1771 | 1000 | EXCESO |
| | Bombas de vacío y carga refrigerante | 282 | 291 | 422 | | 332 | 300 | EXCESO |
| | Cabinas de prueba | 1733 | 1338 | 580 | | 1217 | 300 | EXCESO |
| | Limpieza y embalaje | 445 | 580 | 960 | | 662 | 300 | EXCESO |
| | Auditoría producto terminado | 442 | 560 | 328 | | 443 | 1000 | DEFECTO |

ANEXO 6

INFORME TERMOGRÁFICO DE TABLEROS Y SUB-TABLEROS

ANEXO 6

REPORTE TERMO-GRÁFICO 01

EMPRESA: ECASA
ÁREA/ SECCIÓN: SERVICIOS HORIZONTALES
EQUIPO INSPECCIONADO: CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN # 2
FECHA DE INSPECCIÓN: 2016-05-10
HORA DE INSPECCIÓN: 12:04

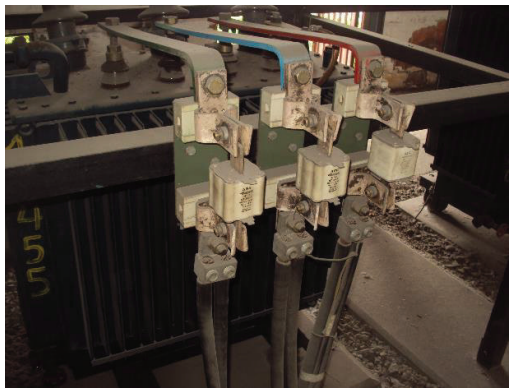
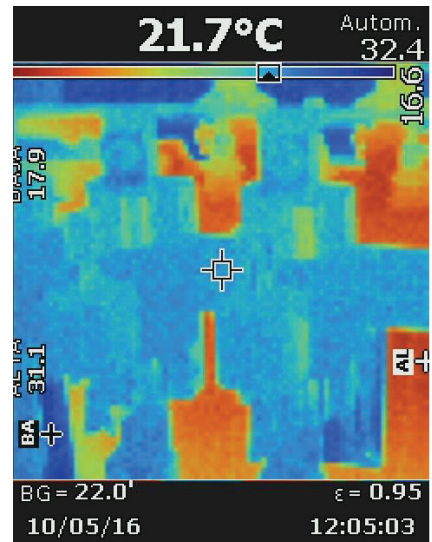
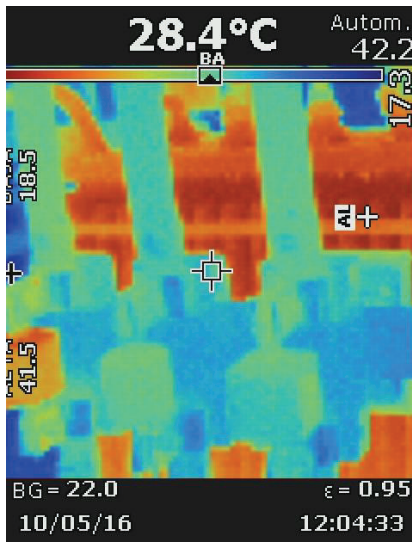
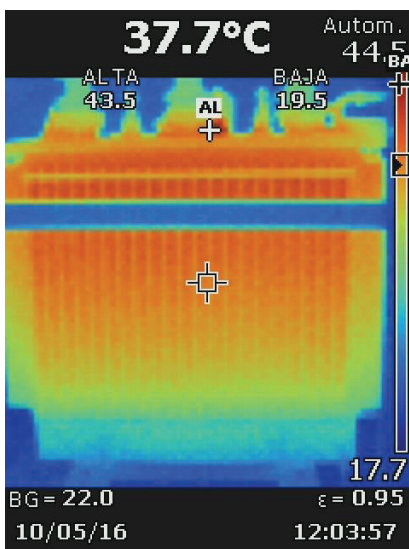


Imagen de Campo



Termografías

REPORTE TERMO-GRÁFICO 02

EMPRESA: ECASA
ÁREA/ SECCIÓN: SERVICIOS HORIZONTALES
EQUIPO INSPECCIONADO: TABLERO DISTRIBUCIÓN 2, 440V
FECHA DE INSPECCIÓN: 2016-05-10

HORA DE
11:59

INSPECCIÓN:

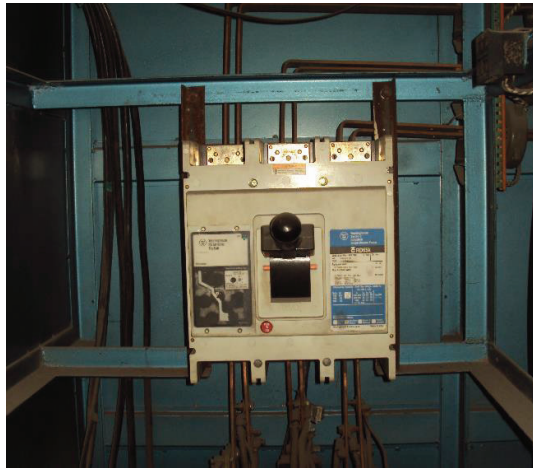
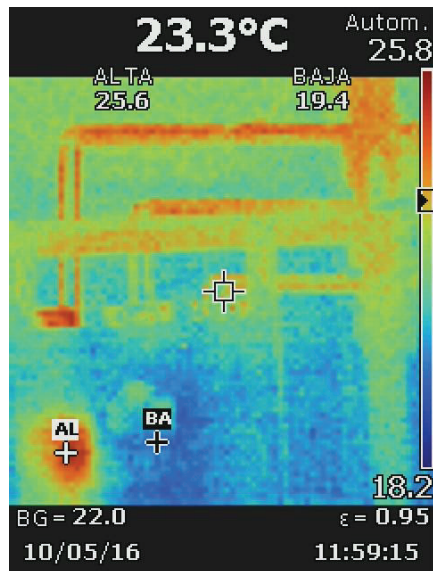


Imagen de Campo



Termografías

REPORTE TERMO-GRÁFICO 03

EMPRESA: ECASA
ÁREA/ SECCIÓN: SERVICIOS HORIZONTALES
EQUIPO INSPECCIONADO: TABLERO DISTRIBUCIÓN 2, 220V
FECHA DE INSPECCIÓN: 2016-05-10
HORA DE INSPECCIÓN: 12:01

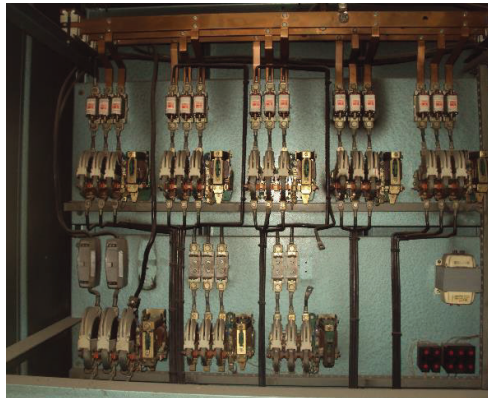
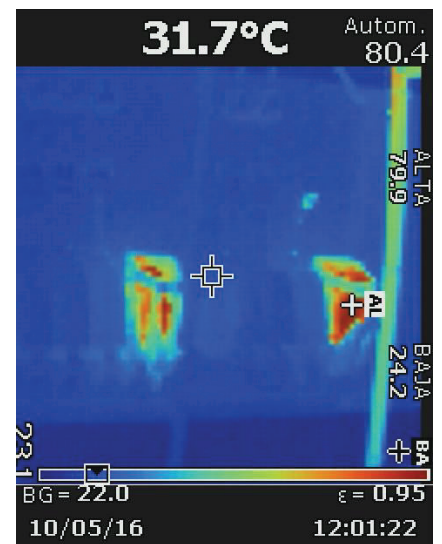
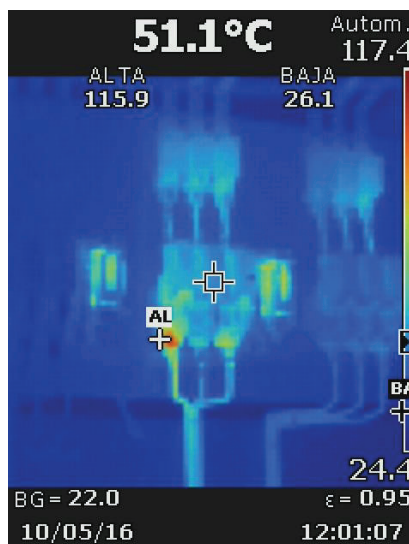
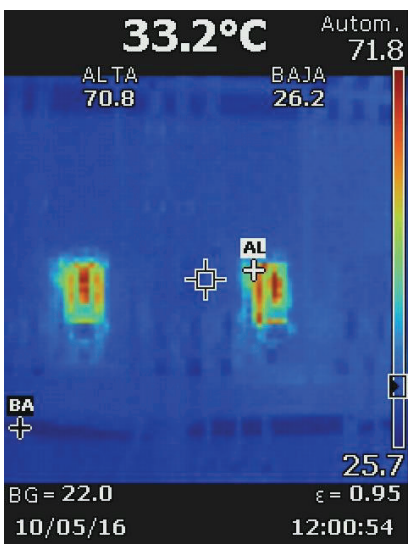


Imagen de Campo



Termografías

REPORTE TERMO-GRÁFICO 04

EMPRESA: ECASA
ÁREA/ SECCIÓN: PLANTA 3
EQUIPO INSPECCIONADO: SUB-TABLERO DISTRIBUCIÓN TERMOFORMADO 440
FECHA DE INSPECCIÓN: 2016-05-10
HORA DE INSPECCIÓN: 11: 53

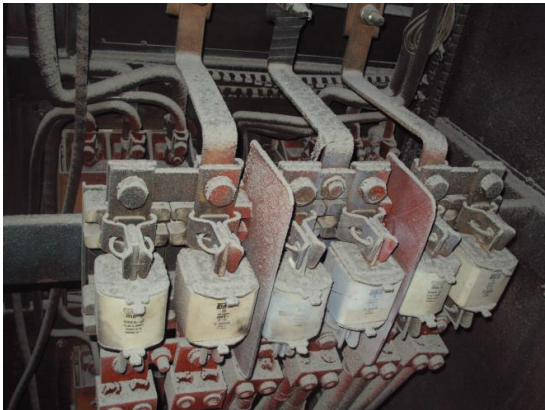
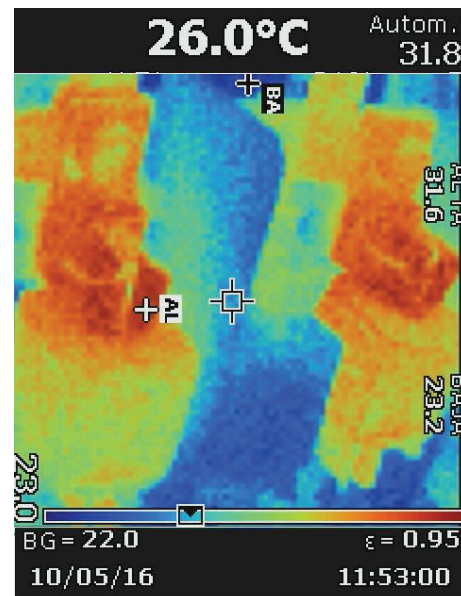
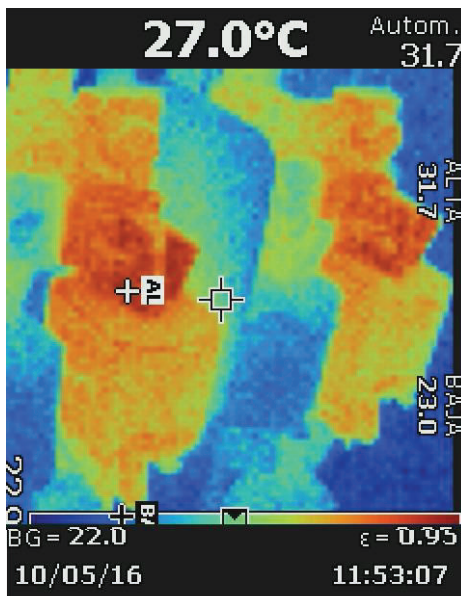


Imagen de Campo



Termografías

REPORTE TERMO-GRÁFICO 05

EMPRESA: ECASA
ÁREA/ SECCIÓN: PLANTA 3
EQUIPO INSPECCIONADO: SUB-TABLERO DISTRIBUCIÓN TERMOFORMADO 220
FECHA DE INSPECCIÓN: 2016-05-10
HORA DE INSPECCIÓN: 11:54

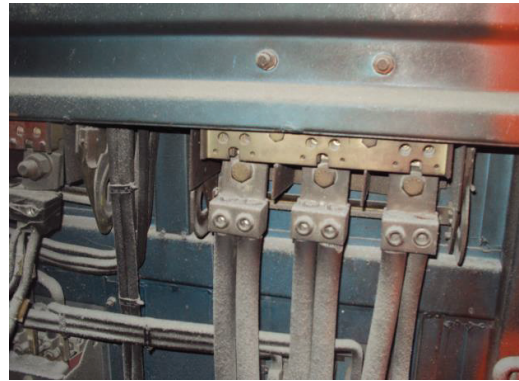
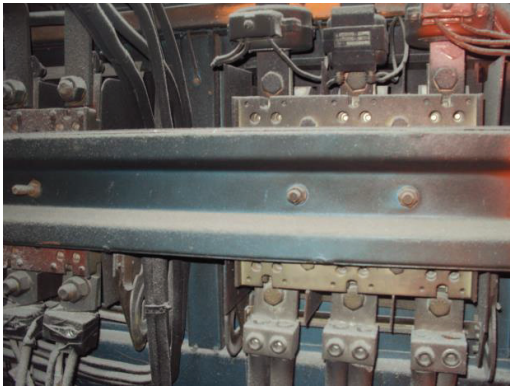
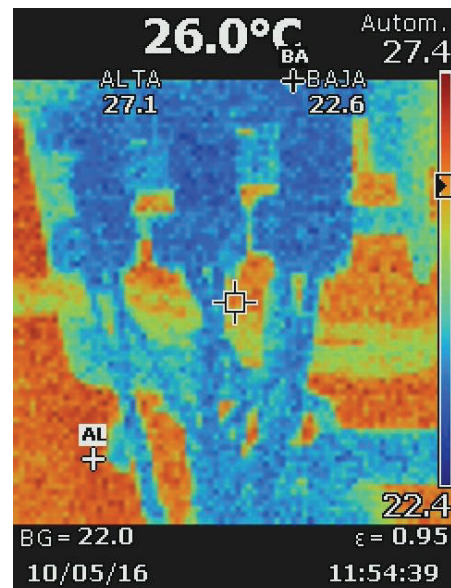
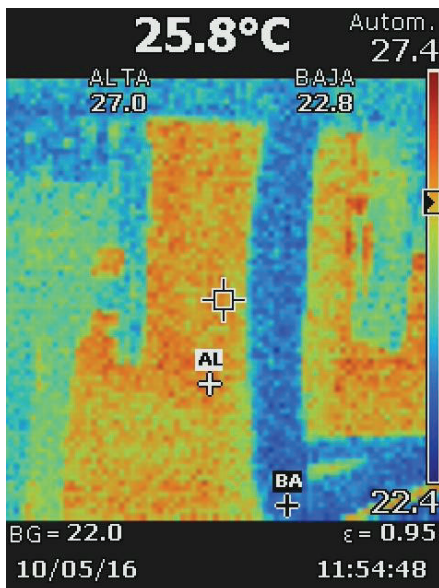


Imagen de Campo



Termografías

REPORTE TERMO-GRÁFICO 06

EMPRESA: ECASA
ÁREA/ SECCIÓN: PLANTA 3
EQUIPO INSPECCIONADO: MOLINO
FECHA DE INSPECCIÓN: 2016-05-10
HORA DE INSPECCIÓN: 11:36

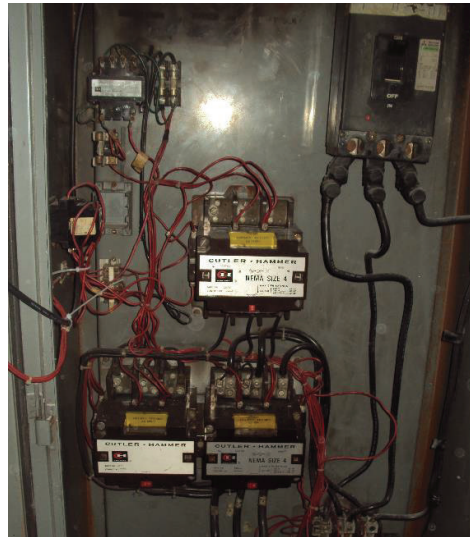
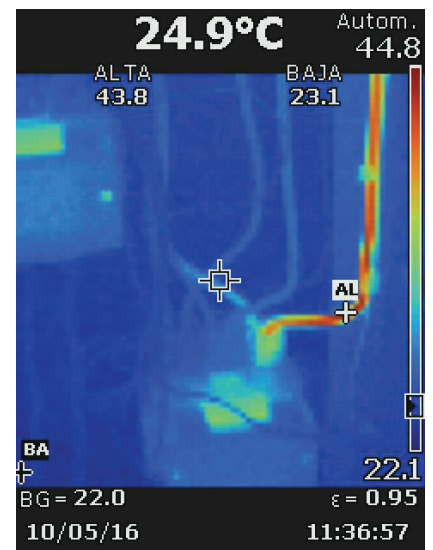
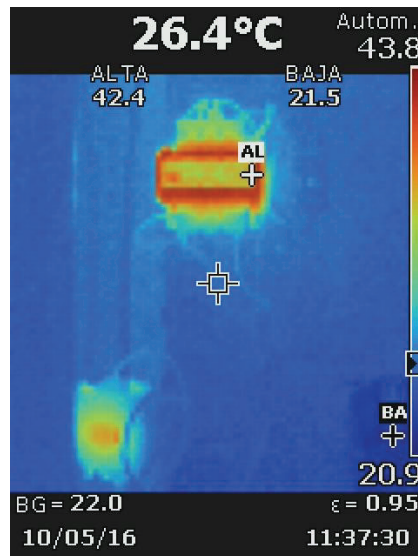
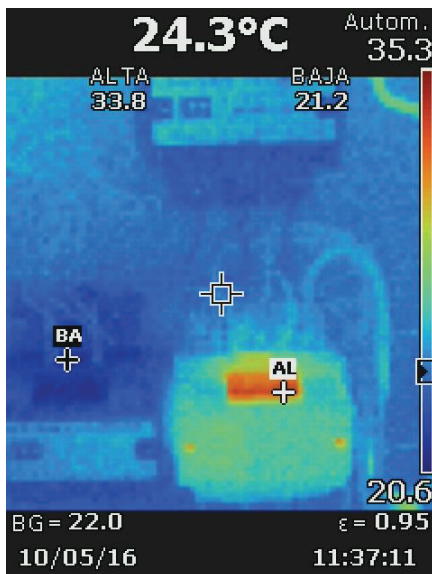


Imagen de Campo



Termografías

REPORTE TERMO-GRÁFICO 07

EMPRESA: ECASA
ÁREA/ SECCIÓN: PLANTA 3
EQUIPO INSPECCIONADO: TERMOFORMADORA BROWN 1
FECHA DE INSPECCIÓN: 2016-05-10
HORA DE INSPECCIÓN: 11:50

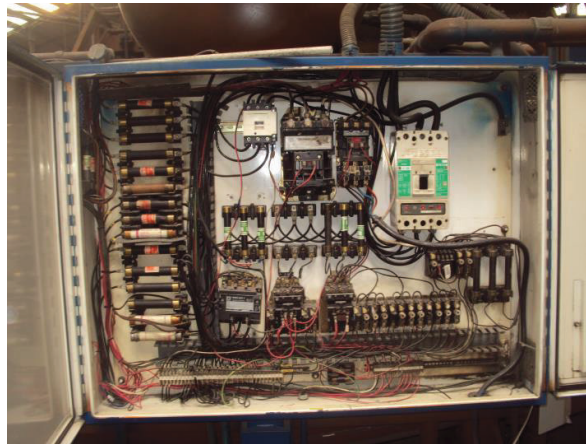
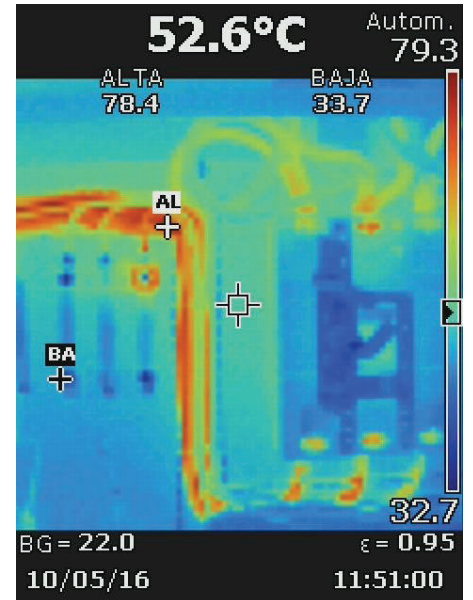
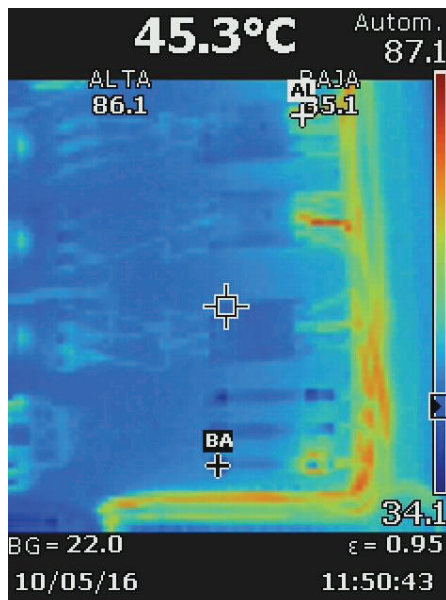
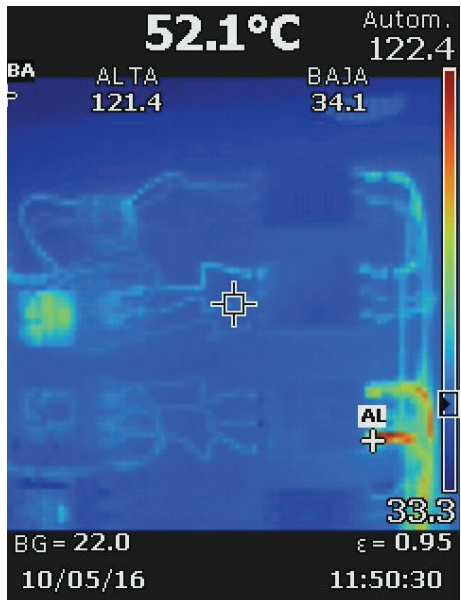


Imagen de Campo



Termografías

REPORTE TERMO-GRÁFICO 08

EMPRESA: ECASA
ÁREA/ SECCIÓN: PLANTA 3
EQUIPO INSPECCIONADO: TERMOFORMADORA BROWN 3
FECHA DE INSPECCIÓN: 2016-05-10
HORA DE INSPECCIÓN: 11:50

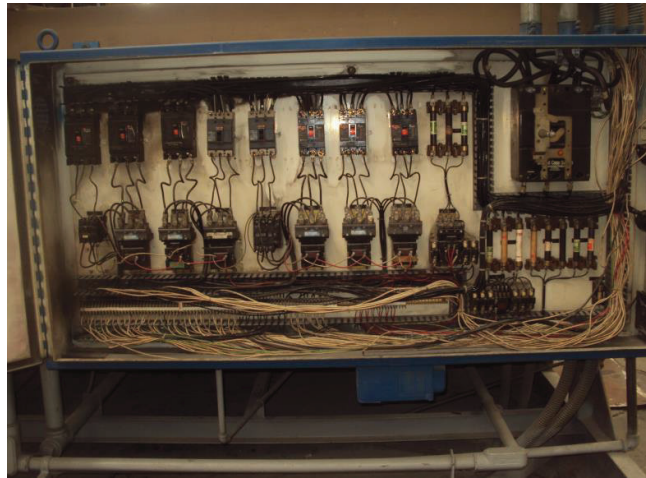
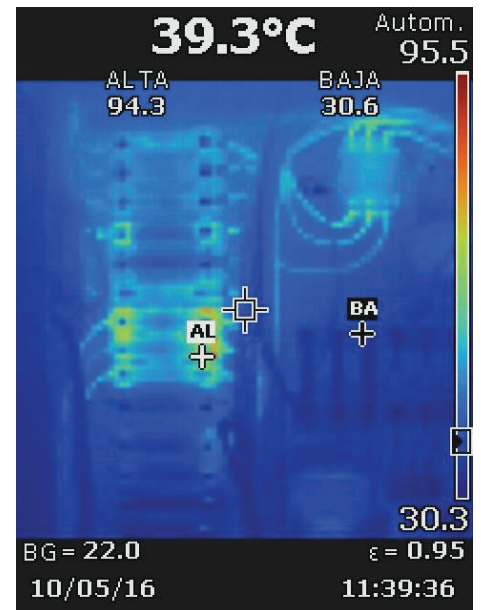
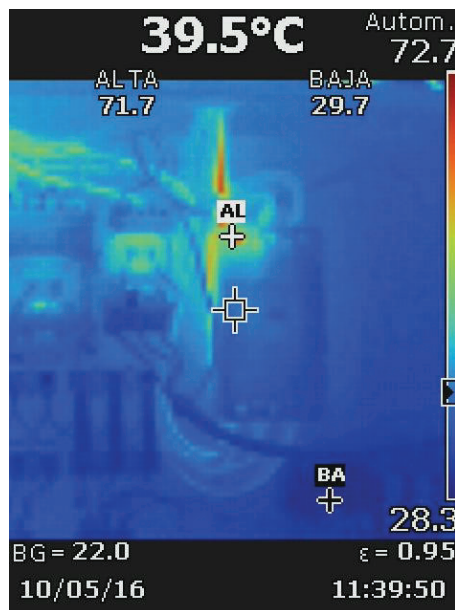
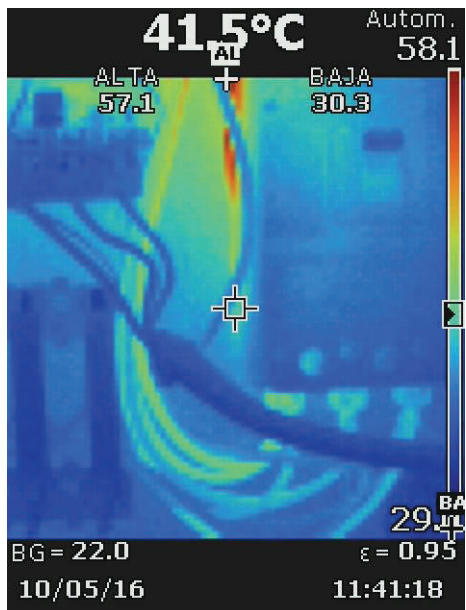


Imagen de Campo



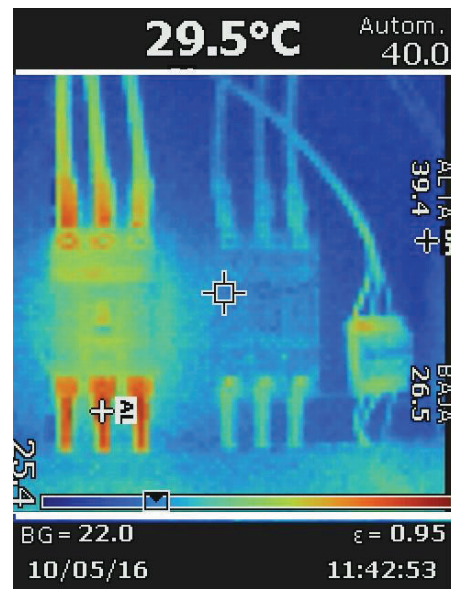
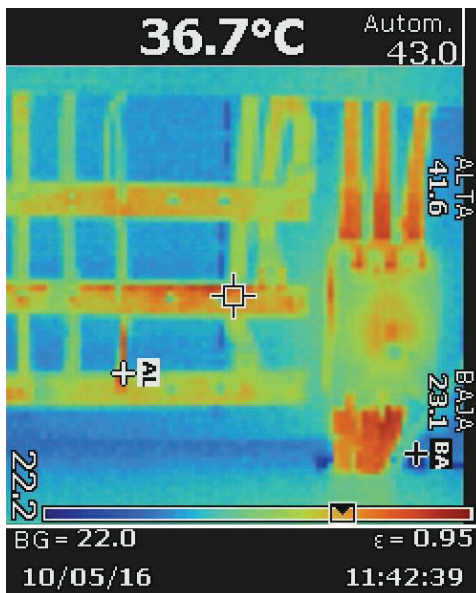
Termografías

REPORTE TERMO-GRÁFICO 09

EMPRESA: ECASA
ÁREA/ SECCIÓN: PLANTA 3
EQUIPO INSPECCIONADO: SUB-TABLERO INYECTORAS 1Y 2
FECHA DE INSPECCIÓN: 2016-05-10
HORA DE INSPECCIÓN: 11:42



Imagen de Campo



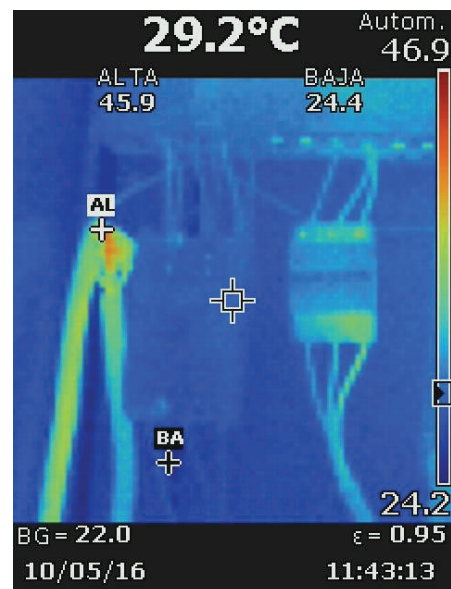
Termografías

REPORTE TERMO-GRÁFICO 10

EMPRESA: ECASA
ÁREA/ SECCIÓN: PLANTA 3
EQUIPO INSPECCIONADO: SUB-TABLERO INYECTORAS 3 Y 4
FECHA DE INSPECCIÓN: 2016-05-10
HORA DE INSPECCIÓN: 11:43



Imagen de Campo



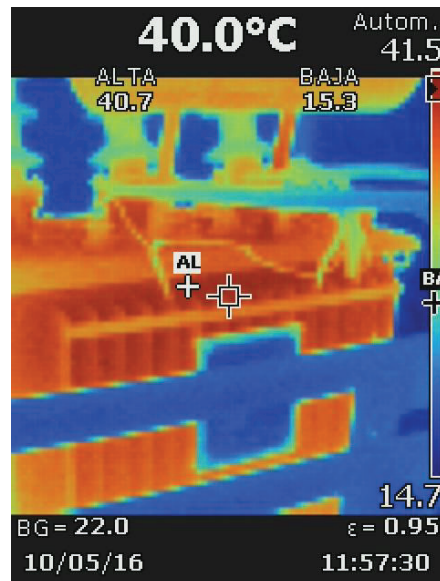
Termografías

REPORTE TERMO-GRÁFICO 11

EMPRESA: ECASA
ÁREA/ SECCIÓN: SERVICIOS HORIZONTALES
EQUIPO INSPECCIONADO: CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN # 4
FECHA DE INSPECCIÓN: 2016-05-10
HORA DE INSPECCIÓN: 11:57



Imagen de Campo



Termografías

REPORTE TERMO-GRÁFICO 12

EMPRESA: ECASA
ÁREA/ SECCIÓN: SERVICIOS HORIZONTALES
EQUIPO INSPECCIONADO: CÁMARA 4. TABLERO 440V
FECHA DE INSPECCIÓN: 2016-05-10
HORA DE INSPECCIÓN: 11:30

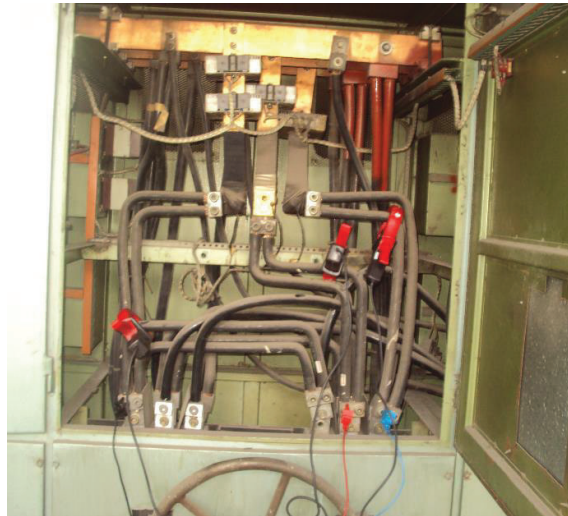
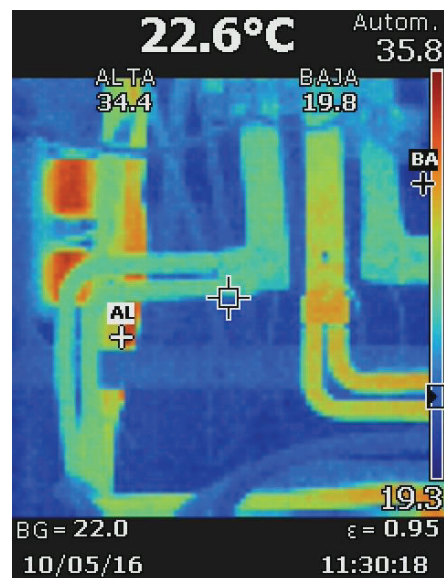
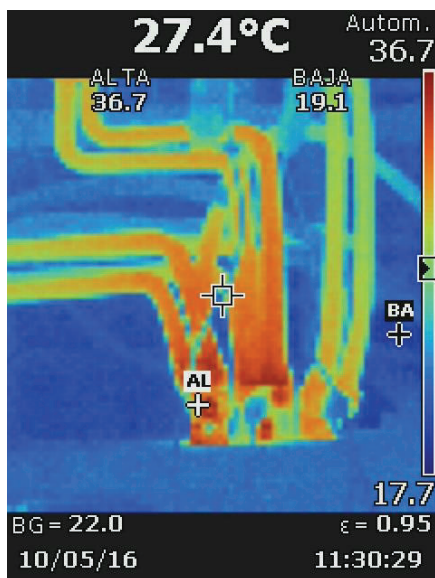


Imagen de Campo



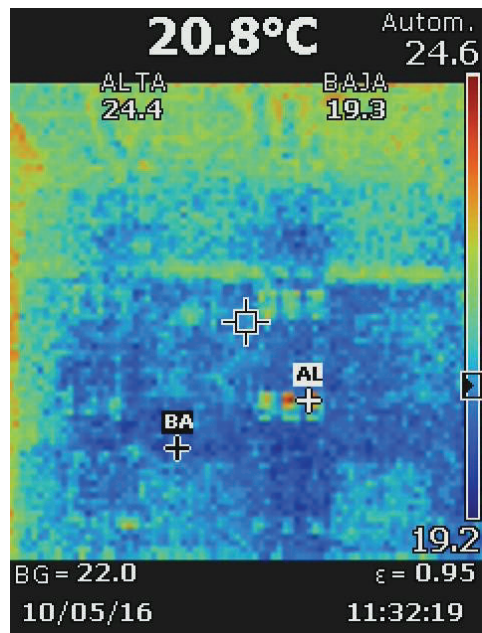
Termografías

REPORTE TERMO-GRÁFICO 13

EMPRESA: ECASA
ÁREA/ SECCIÓN: SERVICIOS HORIZONTALES
EQUIPO INSPECCIONADO: CÁMARA 4. TABLERO 220V
FECHA DE INSPECCIÓN: 2016-05-10
HORA DE INSPECCIÓN: 11:32



Imagen de Campo



Termografías

REPORTE TERMO-GRÁFICO 14

EMPRESA: ECASA
ÁREA/ SECCIÓN: SERVICIOS HORIZONTALES
EQUIPO INSPECCIONADO: SUB-TABLERO COMPRESORES
FECHA DE INSPECCIÓN: 2016-05-10
HORA DE INSPECCIÓN: 11:34

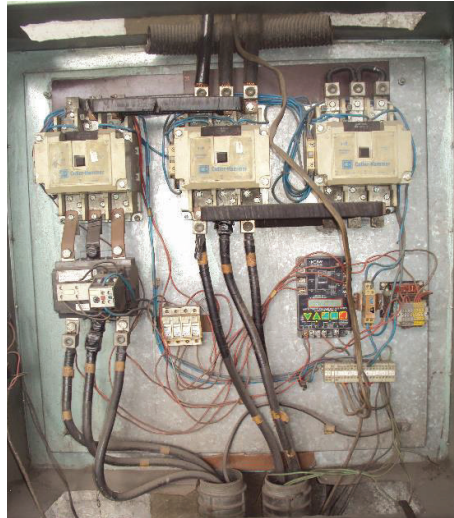
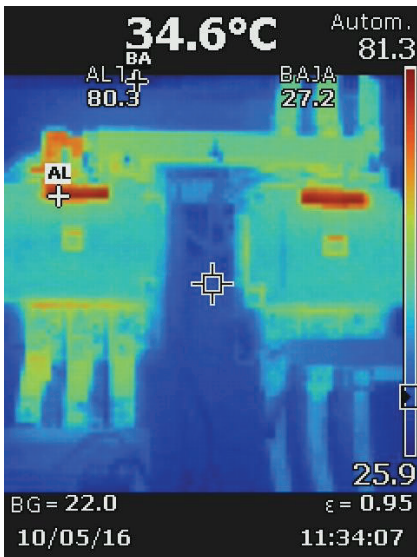


Imagen de Campo



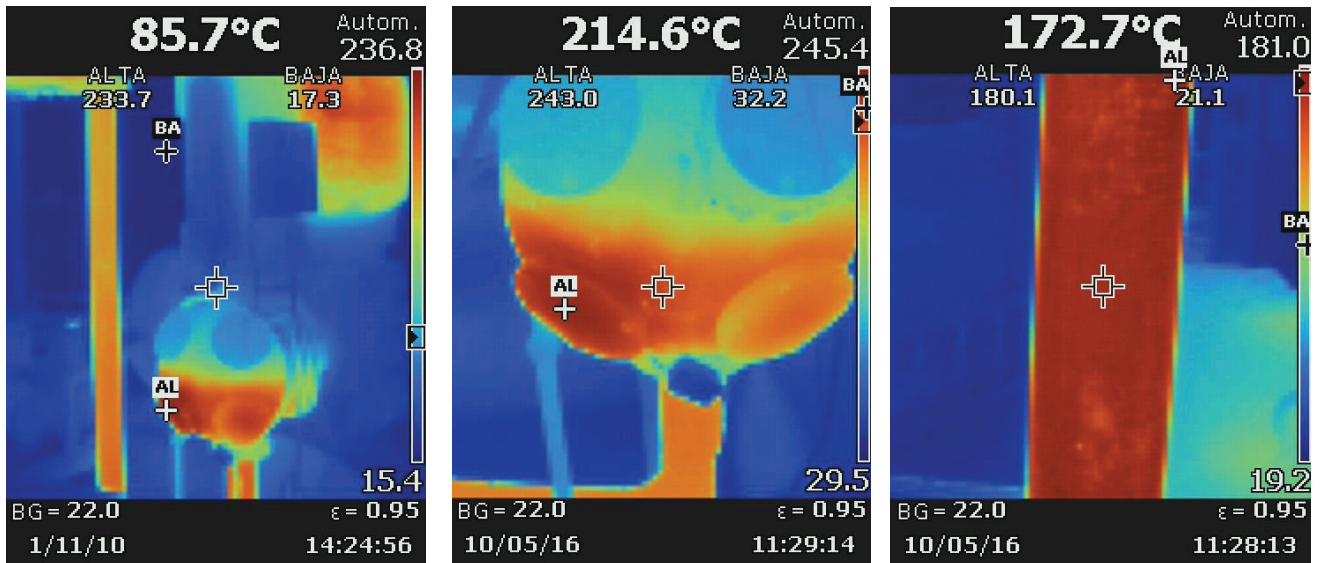
Termografías

REPORTE TERMO-GRÁFICO 15

EMPRESA: ECASA
ÁREA/ SECCIÓN: SERVICIOS HORIZONTALES
EQUIPO INSPECCIONADO: COMPRESOR DE PISTÓN
FECHA DE INSPECCIÓN: 2016-05-10
HORA DE INSPECCIÓN: 11:19 A 14:25



Imagen de Campo



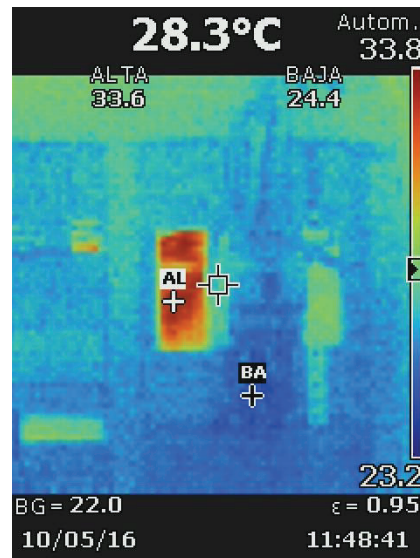
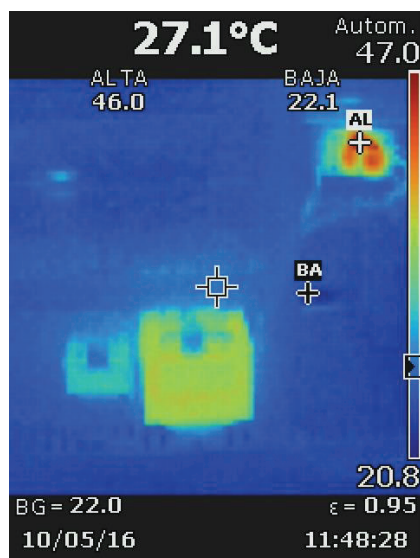
Termografías

REPORTE TERMO-GRÁFICO 16

EMPRESA: ECASA
ÁREA/ SECCIÓN: PLANTA 4
EQUIPO INSPECCIONADO: SUB-TABLERO DISTRIBUCIÓN PRE-ENSAMBLE
FECHA DE INSPECCIÓN: 2016-05-10
HORA DE INSPECCIÓN: 11:48



Imagen de Campo



Termografías

REPORTE TERMO-GRÁFICO 17

EMPRESA: ECASA
ÁREA/ SECCIÓN: PLANTA 4
EQUIPO INSPECCIONADO: SUB-TABLERO DISTRIBUCIÓN HORNOS CANON
FECHA DE INSPECCIÓN: 2016-05-10
HORA DE INSPECCIÓN: 11:46



Imagen de Campo



Termografías

ANEXO 7

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS NUEVAS TECNOLOGÍAS



单工位真空成型机技术方案

Technical Proposal & Quotation for Single Station Thermoforming Machine

I. 概述 (General Description)

该机为单工位真空成型机，片材经手工上、下料，在同一工位进行夹料、加热、成型、冷却、(预切边)等工序；具体工序为：人工将成型用的板料放置到成型机的工作台面上→油缸驱动压料框向下运动，压住板料→加热板向前运动，对板料进行加热→加热完成后加热板后退到位→吹泡→成型模上行到位→抽真空，板料吸附到成型模上→上模架向下运动辅助成型（压印以便人工容易裁边）→冷却装置对成型后的制品冷却→上模架向上运动→吹气脱模→成型模下行→压料框向上运动→人工将成型好的制品取下。

Sheet is manually loaded to the working position on the forming machine → hydraulic cylinder drives the pressing framework down, to press the sheet material → heating unit moves ahead, to heat the sheet → after heating, the heating unit moves back → then bulb blowing → the mould moves to the accurate position → vacuum, the sheet is sucked on to the convex mould surface → the upper mould frame moves down to assist forming → cooling device cools the formed inner → the upper mould frame moves up → inner liner releasing from the mould → the convex mould moves down → the pressing framework moves up → unload the inner liner manually.

该机特点是结构简单、操作容易，适合于大型制件的吸塑成型。电气控制系统采用 OMRON PLC，大屏幕高清晰度、高解析度触摸控制显示屏，配置了温度控制的智能算法，可对全部加热区进行逐点温度控制，整个系统人机界面非常友好。液压系统采用了比例阀，对中模架、下模架的运动速度进行控制，使运行速度稳定可调。气动系统采用了比例压力阀，对吹泡、脱模速度进行控制，以更好地满足成型的工艺要求。

Characteristics: the machine of stable construction & easy operation is applied to form big spare parts. The electrical control system adopts OMRON PLC with big screen of high definition & resolution. It also has intelligent temperature control system to set temp. of each heating parts. The hydraulic system adopts proportioner



to control the movement of the mould frame. Pneumatic system adopts delivery valve to control the speed of blowing and de-molding, which meet the forming process requirements.

II. 主要技术参数 (Technical Data)

- | | | |
|-----------|--------------------------|---|
| 1. 成型面积 | Thermoforming area: | 2000mm×1000mm; |
| 2. 最大成型深度 | Max forming depth: | 700mm; |
| 3. 加热功率 | Heater Power: | ~238Kw (Max); |
| 4. 总耗电量 | Total power consumption: | ~280Kw (Max); |
| 5. 成型方式 | Forming model: | convex forming |
| 6. 压缩空气源 | Air supply: | 2" (0.5-0.65Mpa); |
| 7. 自来水 | Industry water: | 6T/H; |
| 8. 工作台高度 | Working table height: | ~1700 mm; |
| 9. 产品材料厚度 | Sheet thickness: | 1mm~5mm; |
| 10. 产品材料 | Material: | 可塑性片材 (ABS、HIPS 等); plasticity sheet, ABS, PVC, HIPS etc. |
| 11. 设备颜色: | Color: | 由甲方指定或按甲方提供的色板。 Appointed by buyer. |
| 12. 节拍 | Cycle time: | 约 160 秒/件 (材料厚度按 3.5mm), (不含人工上下料时间); ~160 s/pcs (sheet T=3.5mm), not including manual loading & unloading time. |

VII. Quotation

To: Marnicio Cardenas

2015-11-17

| | |
|-------------------------------------|-------------|
| TOTAL PRICE OF THE MACHINE: | USD 180,000 |
| Installation and test, training etc | USD 20,000 |

Remarks:

1. The quotation is based on FOB Nanjing.
2. Lead time: 4.5 months; from design confirmed to Ex-works date.
3. Payment terms: (1) down payment: 40% T/T (2) Before shipping payment: 60% L/C or T/T
4. The quotation is to be revised according to the final specification agreed;
5. Installation & test period of equipment is 10 days; Any delay of the installation & test period caused by buyer, buyer should pay for the workers from seller USD200 per day per person as additional installation
6. the quotation is valid within 15 days.

COMPRESSOR DATA SHEET
Rotary Compressor: Variable Frequency Drive
MODEL DATA - FOR COMPRESSED AIR

| | | | | |
|----|---|--|--------------------------------|---|
| 1 | Manufacturer: | Atlas Copco | | |
| 2 | Model Number: | GA 315 VSD-150 | Date: | 05-06-2015 |
| | <input type="checkbox"/> Air-cooled | <input checked="" type="checkbox"/> Water-cooled | Type: | Screw |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Oil-injected | <input type="checkbox"/> Oil-free | # of Stages: | 1 |
| 3 | Rated Operating Pressure | 150 | psig ^b | |
| 4 | Drive Motor Nominal Rating | 400 | hp | |
| 5 | Drive Motor Nominal Efficiency | 96.1 | percent | |
| 6 | Fan Motor Nominal Rating (if applicable) | 0.7 | hp | |
| 7 | Fan Motor Nominal Efficiency | 30.0 | percent | |
| 8* | Input Power (kW) | | Capacity (acfm) ^{c,d} | Specific Power (kW/100 acfm) ^d |
| | 395.8 Max | | 1923.0 | 20.58 |
| | 347.4 | | 1704.0 | 20.39 |
| | 314.8 | | 1550.0 | 20.31 |
| | 284.2 | | 1394.0 | 20.39 |
| | 223.6 | | 1075.0 | 20.80 |
| 9* | Total Package Input Power at Zero Flow ^{e,f} | | 0.0 | kW |
| | 107.8 Min | | 418.0 | 25.79 |
| 10 | <p align="center"> <small>Note: Graph is only a visual representation of the data in Section 8. Note: Y-Axis Scale, 10 to 25, + 5kW/100acfm increments if necessary above 25. X-Axis Scale, 0 to 1700 over maximum capacity.</small> </p> | | | |

*For models that are tested in the CAGI Performance Verification Program, these items are verified by program administrator.

Consult CAGI website for a list of participants in the third party verification program: www.cagi.org

NOTES:

- Measured at the discharge terminal point of the compressor package in accordance with ISO 1217, Annex E; acfm is actual cubic feet per minute at inlet conditions.
- The operating pressure at which the Capacity and Electrical Consumption were measured for this data sheet.
- No Load Power. In accordance with ISO 1217, Annex E, if measurement of no load power equals less than 1%, manufacturer may state "not significant" or "0" on the test report.
- Tolerance is specified in ISO 1217, Annex E, as shown in table below.

NOTE: The terms "power" and "energy" are synonymous for purposes of this document.



| Volume Flow Rate at specified conditions | | Volume Flow Rate | Specific Energy Consumption | No Load / Zero Flow Power |
|--|----------------------|------------------|-----------------------------|---------------------------|
| m ³ /min | ft ³ /min | % | % | |
| Below 0.5 | Below 15 | +/- 3 | +/- 3 | +/- 10% |
| 0.5 to 1.5 | 15 to 50 | +/- 6 | +/- 7 | |
| 1.5 to 15 | 50 to 500 | +/- 5 | +/- 6 | |
| Above 15 | Above 500 | +/- 4 | +/- 5 | |

RCDT 031

12/11/17 This form was developed by the Compressed Air and Gas Institute for the use of its members. CAGI has not independently verified the reported data.

ANEXO 8

CALCULO DE PERDIDAS POR SOBRECALENTAMIENTO

ANEXO 8. PERDIDAS POR SOBRECALENTAMIENTO

PERDIDAS POR SOBRECALENTAMIENTO TERMOFORMADO

| ELEMENTO | DELTA T (°C) | CONDUCTOR | | | CORRIENTE NOMINAL (A) | CORRIENTE REAL (A) | PERDIDAS NORMALES (W) | PERDIDAS POR SOBRECALENTAMIENTO (W) | PERDIDAS POR UNIDAD PRODUCIDA (kWh/unidad) |
|------------------|--------------|-----------|---------|-------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|--|
| | | LONG (cm) | CALIBRE | AREA (cm ²) | | | | | |
| FUSIBLERAS | 48,8 | 5 | | 1,97 | | 153 | 0,10 | 0,0000 | |
| CONTACTOR 1 | 12,6 | 10 | 2/0 | 0,67 | 145,00 | 32,4 | 0,03 | 0,0000 | |
| CONTACTOR 2 | 20,7 | 10 | 2/0 | 0,67 | 145,00 | 32,4 | 0,03 | 0,0000 | |
| CABLES | 20,7 | 450 | 2/0 | 0,67 | 145,00 | 32,4 | 1,20 | 0,0000 | |
| CABLES SALIDA 1 | 97,3 | 3600 | 2/0 | 0,67 | 145,00 | 141 | 181,58 | 0,0081 | |
| CABLES SALIDA 2 | 51 | 3600 | 2/0 | 0,67 | 145,00 | 141 | 181,58 | 0,0042 | |
| CABLES SAL PRINC | 44,7 | 1750 | 2/0 | 0,67 | 145,00 | 141 | 88,27 | 0,0018 | |
| CABLES SALIDA 1 | 26,7 | 2400 | 2/0 | 0,67 | 145,00 | 229 | 128,79 | 0,0264 | |
| CABLES SALIDA 2 | 42 | 2400 | 2/0 | 0,67 | 145,00 | 229 | 128,79 | 0,0287 | |
| CABLES SAL PRINC | 63,7 | 150 | 1500MCM | 7,60 | 500,00 | 229 | 1,77 | 0,0001 | |
| | | | | | | | 593,072 | 0,069 | |

PERDIDAS POR SOBRECALENTAMIENTO COMPRESORES

| ELEMENTO | DELTA T (°C) | CONDUCTOR | | | CORRIENTE NOMINAL (A) | CORRIENTE REAL (A) | PERDIDAS NORMALES (W) | PERDIDAS POR SOBRECALENTAMIENTO (W) | PERDIDAS POR UNIDAD PRODUCIDA (kWh/unidad) |
|---------------|--------------|-----------|---------|-------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|--|
| | | LONG (cm) | CALIBRE | AREA (cm ²) | | | | | |
| BREAKER 1 | 57,1 | 30 | 500 MCM | 2,53 | 320,00 | 386 | 2,08 | 0,0002 | |
| BREAKER 2 | 57,2 | 60 | 500 MCM | 2,53 | 320,00 | 386 | 4,15 | 0,0004 | |
| BARRAS SALIDA | 44,5 | 65 | 500 MCM | 2,53 | 320,00 | 386 | 4,50 | 0,0004 | |
| | | | | | | | 8,056 | 0,0009 | |

PERDIDAS POR SOBRECALENTAMIENTO INYECCION

| ELEMENTO | DELTA T (°C) | CONDUCTOR | | | CORRIENTE NOMINAL (A) | CORRIENTE REAL (A) | PERDIDAS NORMALES (W) | PERDIDAS POR SOBRECALENTAMIENTO (W) | PERDIDAS POR UNIDAD PRODUCIDA (kWh/unidad) |
|-----------------------|--------------|-----------|-----------|-------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|--|
| | | LONG (cm) | CALIBRE | AREA (cm ²) | | | | | |
| BREAKER INYECTORA 530 | 17,5 | 300 | 1500MCM | 7,60 | 500,00 | 203 | 2,78 | 0,0000 | |
| BARRAS DISTRIBUCIÓN | 12,9 | 150 | 1-1/2x1/4 | 2,41 | 160,00 | 203 | 2,72 | 0,0002 | |
| CABLES DE SALIDA | 17,5 | 9600 | 1/0 | 0,53 | 125,00 | 203 | 483,96 | 0,1029 | |
| CABLES DE SALIDA | 22,5 | 4500 | 1/0 | 0,53 | 125,00 | 185 | 226,86 | 0,0367 | |
| BARRAS | 21,8 | 150 | 1-1/2x1/4 | 2,41 | 160,00 | 185 | 2,72 | 0,0001 | |
| | | | | | | | 1197,2335 | 0,1400 | |

PERDIDAS POR SOBRECALENTAMIENTO PRE-ENSAMBLE

| ELEMENTO | DELTA T (°C) | CONDUCTOR | | | CORRIENTE NOMINAL (A) | CORRIENTE REAL (A) | PERDIDAS NORMALES (W) | PERDIDAS POR SOBRECALENTAMIENTO (W) | PERDIDAS POR UNIDAD PRODUCIDA (kWh/unidad) |
|-------------------------------------|--------------|-----------|-------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|--|
| | | LONG (cm) | CALIBRE | AREA (cm ²) | | | | | |
| TRANSFORMADOR | 25,5 | | | | | 7,56 | | 0,0000 | |
| BREAKER PRINCIPAL Y BARRAS DE COBRE | 7,6 | 900 | 2x1-1/2x1/4 | 4,82 | 320,00 | 395 | 32,70 | 0,0022 | |
| | | | | | | | 18,6071 | 0,0022 | |

PERDIDAS POR SOBRECALENTAMIENTO ILUMINACION Y TOMAS OFICINAS

| ELEMENTO | DELTA T (°C) | CONDUCTOR | | | CORRIENTE NOMINAL (A) | CORRIENTE REAL (A) | PERDIDAS NORMALES (W) | PERDIDAS POR SOBRECALENTAMIENTO (W) | PERDIDAS POR UNIDAD PRODUCIDA (kWh/unidad) |
|-----------------------------|--------------|-----------|-----------|-------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|--|
| | | LONG (cm) | CALIBRE | AREA (cm ²) | | | | | |
| TRANSFORMADOR | 22,4 | | | | | 7,77 | | 0,0000 | |
| CABLES SALIDA | 17,6 | 18000 | 3x1500MCM | 22,80 | 1500,00 | 406 | 222,53 | 0,0018 | |
| TRANSFORMADORES SECUNDARIOS | 14,5 | 1800 | 1500MCM | 7,60 | 500,00 | 406 | 66,76 | 0,0004 | |
| BARRAS DE COBRE PRINCIP | 5,1 | 300 | 1-1/2x1/4 | 2,41 | 160,00 | 129 | 3,54 | 0,0000 | |
| BARRAS COBRE SECUNDAR | 5,3 | 300 | 1-1/2x1/4 | 2,41 | 160,00 | 129 | 3,54 | 0,0000 | |
| | | | | | | | 19,3013 | 0,0023 | |

ANEXO 9

DETALLE DE MODIFICACIONES Y COSTOS A REALIZAR EN TABLEROS Y SUB-TABLEROS

ANEXO 9.1
COSTOS IMPLEMENTACION MEJORAS

| DESCRIPCION | ELEMENTO | ACCION CORECTIVA | REEMPLAZO | COSTO (USD) |
|---------------------|------------------|-------------------|--------------------------|-----------------|
| TABLERO DIST 2 440V | FUSIBLERAS | CAMBIO COMPONENTE | FUSIBLERA | 7,25 |
| MOLINO | CONTACTOR 1 | AJUSTE BORNERAS | N/A | 0,00 |
| MOLINO | CONTACTOR 2 | AJUSTE BORNERAS | N/A | 0,00 |
| MOLINO | CABLES | AUMENTO CALIBRE | 1 LINEA ADICIONAL 2/0 | 1,13 |
| TERMOFORM BROWN 3 | CABLES SALIDA 1 | AUMENTO CALIBRE | 1 LINEA ADICIONAL 2/0 | 9,00 |
| TERMOFORM BROWN 3 | CABLES SALIDA 2 | AUMENTO CALIBRE | 1 LINEA ADICIONAL 2/0 | 9,00 |
| TERMOFORM BROWN 3 | CABLES SAL PRINC | AUMENTO CALIBRE | 1 LINEA ADICIONAL 2/0 | 4,38 |
| TERMOFORM BROWN 1 | CABLES SALIDA 1 | AUMENTO CALIBRE | 1 LINEA ADICIONAL 2/0 | 6,00 |
| TERMOFORM BROWN 1 | CABLES SALIDA 2 | AUMENTO CALIBRE | 1 LINEA ADICIONAL 2/0 | 6,00 |
| TERMOFORM BROWN 1 | CABLES SAL PRINC | AUMENTO CALIBRE | 1 LINEA ADICIONAL 500MCM | 0,75 |
| | | | SUBTOTAL 1 | \$ 43,50 |

| DESCRIPCION | ELEMENTO | ACCION CORECTIVA | REEMPLAZO | COSTO (USD) |
|--------------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|-----------------|
| TABLERO INYECTORAS 1 Y 2 | BREAKER INYECTORA 530 | AJUSTE BORNERAS | N/A | 0 |
| TABLERO INYECTORAS 1 Y 2 | BARRAS DISTRIBUCIÓN | AUMENTO BARRA | BARRA 1-1/2 x 1/4 | 7,5 |
| TABLERO INYECTORAS 1 Y 2 | CABLES DE SALIDA | AUMENTO CALIBRE | 1 LINEA ADICIONAL 1/0 | 21,6 |
| TABLERO INYECTORAS 3 Y 4 | CABLES DE SALIDA | AUMENTO CALIBRE | 1 LINEA ADICIONAL 1/0 | 10,125 |
| TABLERO INYECTORAS 3 Y 4 | BARRAS | AUMENTO BARRA | BARRA 1-1/2 x 1/4 | 7,5 |
| | | | SUBTOTAL 1 | \$ 46,73 |

| DESCRIPCION | ELEMENTO | ACCION CORECTIVA | REEMPLAZO | COSTO (USD) |
|--------------------------|-------------------------------------|------------------|-------------------|-----------------|
| CAMARA TRANSFORMACION 2 | TRANSFORMADOR | AJUSTE BORNERAS | N/A | 0 |
| TABLERO DISTRIBUCION 440 | BREAKER PRINCIPAL Y BARRAS DE COBRE | AUMENTO BARRA | BARRA 2x1-1/2x1/4 | 35 |
| | | | | \$ 35,00 |

| DESCRIPCION | ELEMENTO | ACCION CORECTIVA | REEMPLAZO | COSTO (USD) |
|--------------------------|-----------------------------|------------------|-----------|----------------|
| CAMARA TRANSFORMACION 4 | TRANSFORMADOR | AJUSTE BORNERA | N/A | 0 |
| TABLERO DISTRIBUCION 440 | CABLES SALIDA | AJUSTE BORNERA | N/A | 0 |
| TABLERO DISTRIBUCION 440 | TRANSFORMADORES SECUNDARIOS | AJUSTE BORNERA | N/A | 0 |
| TABLERO DISTRIBUCION 220 | BARRAS DE COBRE PRINCIP | AJUSTE BORNERA | N/A | 0 |
| TABLERO DISTRIBUCION 220 | BARRAS COBRE SECUNDAR | AJUSTE BORNERA | N/A | 0 |
| | | | | \$ 0,00 |

AccuSine ®

Filtro activo de armónicos



Determinación del Tamaño de la Unidad

Para una instalación nueva o una existente de la que se conozcan las cargas no lineales, se utiliza la hoja de cálculo en Excel disponible en www.schneider-electric.com.co para determinar el filtro activo adecuado en función de los objetivos de TDD deseados en la planta.

Por ejemplo, una instalación industrial desea satisfacer el nivel de Distorsión de Demanda Total (TDD) del 8%, por problemas de interferencia. Recogemos la información del sistema de la siguiente manera:

| | |
|-----------------------------|---|
| Potencia del transformador | 2000kVA, con un 5% de impedancia |
| Tensión de sistema | 480V |
| Nivel deseado TDD | 8% |
| Lista de cargas No lineales | 2 x 150kVA UPS (Convertor de Diodo) 6 x 50HP VFD (PWM) 6 x 20HP VFD (PWM) 20 x 10HP VFD (PWM) 2 x 100HP VFD (PWM) |
| Carga Lineal total | 400kVA |

El programa de selección arroja el siguiente resumen de resultados.

| | |
|---|----------------------|
| Voltaje del Sistema eléctrico | 480 voltios |
| Todas las cargas Total | 1828.3A |
| Todas las cargas lineales total | 481.1A |
| Factor de potencia por desplazamiento original | 0.950 |
| Objetivo del factor de potencia por desplazamiento | 0.950 |
| TDD del sistema eléctrico antes del filtro AccuSine | 17.06% TDD |
| TDD Objetivo | 8.00% TDD |
| AccuSine requerido | 245.9A de corrección |

El Programa de Selección del filtro AccuSine calcula que, a fin de cumplir con requisito del 8% TDD, es obligatorio un PCS-AccuSine nominal de 245.9A RMS. En este caso, debe ser especificada una unidad de 300A nominal (en este ejemplo, puede lograrse un 5% TDD debido a que 300A es la unidad seleccionada, o se puede obtener una capacidad VAR de compensación adicional).

Especificaciones

Filtro AccuSine

| | |
|---|---|
| Capacidad de salida estándar RMS | 50A, 100A, 300A |
| Voltaje nominal | 208-480V +/- 10% detección automática |
| Otros Voltajes | Con transformador |
| Frecuencia nominal | 50/60 Hz +/- 3 Hz detección automática |
| Número de Fases | 3F3H / 3F4H |
| Electrónica de Potencia | IGBT |
| Topología | Interfase analógico / digital |
| Operación con Carga Monofásica | Sí |
| Transformadores de corriente | 500 / s, 1000 / s, 3000 / s, 5000 / s (400Hz) |
| Número de CTs requeridos | 2 o 3 |
| Compensación de espectro | 2do a 50vo armónico |
| Relación de atenuación | > 10:1 |
| Paralelo de varias unidades | Sí, hasta 10 por serie de CTs (cualquier combinación de tamaño) |
| Ubicación TC | Fuente o carga |
| Corrección de reactivos | Sí |
| Tiempo de respuesta | 100 microsegundos para los cambios de paso de carga, 1 ciclo de respuesta completa |
| Sobre carga | Limitada a la de potencia nominal, funcionamiento continuo |
| Inyección dinámica de corriente instantánea | Hasta 2.25 veces la corriente nominal |
| Pantalla | Gráfica de 3.8" pantalla QVGA |
| Idiomas | Inglés, con capacidad de otro idioma |
| Control | Magelis XBT terminal gráfico de pantalla táctil |
| Parámetros de visualización | <ul style="list-style-type: none"> Tensión AC de la línea, tensión de bus DC, factor de potencia de carga de salida Carga de corriente armónica, carga reactiva de corriente, corriente armónica de salida, corriente de carga corregida Varios códigos de error, puntos de inicio de los parámetros establecidos, pantalla de control de parada |
| Capacidad de comunicación | Modbus, Modbus TCP / IP |
| Pérdidas de calor | 2150W para 50A, 3700W para 100A, 10,000 W para 300A |
| Nivel de ruido (ISO 3746) | <80 dB a un metro de la superficie de la unidad. |
| Color | RAL7032 |
| Temperatura de funcionamiento | 0 ° a 40 ° C continuo |
| Humedad relativa | 0 -95% sin condensación |
| Calificación sísmica | ASCE7 y ClB |
| Altitud de funcionamiento | <1000m, (otros factores aplican para mayores altitudes @ 10% por cada 1000m) |
| Protección | NEMA 12, IP30 |
| Opcional: Certificación CE EMC | IEC/EN60439-1, EN61000-6-4 clase A, EN61000-6-2 |



DM de Quito, 8 de Junio del 2016

Señores

"ECASA"

Presente

Informe de operación de compresor ATLAS-COPCO

De mis consideraciones:

Por medio del presente me dirijo a Uds. con el objetivo de entregar el informe final referente a la situación actual de operación del compresor marca ATLAS-COPCO, Type: FA315VSD FF, Serial N° AIF077309 que se encuentra dentro de las instalaciones de ECASA en Quito-Ecuador.

El informe final así como sus respectivos anexos se adjuntan al presente documento.

Cualquier duda o pregunta no duden en contactarnos.

Sin más por el particular les saluda atentamente.

Dr.-Ing. Marcelo Pozo P.
Jefe del Laboratorio de Electrónica de Potencia y Control de Máquinas
Departamento de Automatización y Control Industrial (DACI)
Escuela Politécnica Nacional
Tel.: +593-2976300 Ext.: 2355
Dir.: Ladrón de Guevara E11-253, Quito-Ecuador
E-mail: marcelo.pozo@epn.edu.ec



DM de Quito, 8 de Junio del 2016

INFORME FINAL

1. Tema:

Situación actual de la operación del compresor marca ATLAS-COPCO, Type: FA315VSD FF, Serial N° AIF077309 (Resto de datos de placa se muestra en la figura 01) que se encuentra dentro de las instalaciones de ECASA en Quito-Ecuador.



Figura 01

2. Objetivo:

Estudiar y analizar la situación actual de la operación del compresor marca ATLAS-COPCO, Type: FA315VSD FF, Serial N° AIF077309 que se encuentra dentro de las instalaciones de ECASA en Quito-Ecuador

3. Antecedentes e Introducción:

Como antecedente y de acuerdo a la información proporcionada por el solicitante en lo referente a la situación actual del compresor marca ATLAS-COPCO, Type: FA315VSD FF, Serial N° AIF077309 se conoce que el mencionado compresor se encuentra fuera de operación a partir de una lluvia torrencial sucedida hace un año aproximadamente. Bajo ese antecedente personal del Departamento de Automatización y Control Industrial (DACI) de la Escuela Politécnica Nacional (EPN) decidió trasladarse a las instalaciones para verificar in situ el estado real del compresor, para lo cual se realizó las contrastaciones tal como se detallada en el siguiente numeral.



4. Metodología

a) Verificación visual del estado del compresor

Lo primero que se procedió a realizar, por medio de la visita in-situ, es la verificación del estado físico de la parte exterior del compresor (figuras 02 a 05).



Figura 02





5. Conclusiones y Recomendaciones



Luego de haber realizado la inspección y verificación física tanto del gabinete del compresor por su parte externa e interna, como del variador de frecuencia, se concluye lo siguiente:



- Se determina que bajo las condiciones ambientales explicadas por el personal de ECASA, en las cuales se presume una tormenta eléctrica, ésta pudo haber generado un rayo en las cercanías de las instalaciones de ECASA.
- Por el tiempo que ha pasado desde el evento es complicado determinar con certeza la causa, muy probablemente como se menciona se pudo haber ocasionado debido a un rayo.
- Si las instalaciones no están correctamente aterrizadas, es decir con una buena protección a tierra, ante un rayo eléctrico, muchos aparatos eléctricos y electrónicos sufren daños graves debido a la circulación de corriente inducida debida al alto campo magnético generado por el rayo.
- A partir de la inspección visual del compresor tanto de la parte externa como interna, se concluye que el gabinete del compresor si está correctamente aterrizado así como sus elementos constitutivos, excepto el variador de frecuencia. Se concluye que si está correctamente aterrizado ya que no se encuentra rastros de circulación de alta corriente eléctrica, ni bornes ni conexiones quemadas, por lo tanto la pantalla de tierra del gabinete, así como el cable a tierra si operó correctamente ante la presencia de un rayo (figura 11 se observa la barra de tierra).
- En el caso del variador de frecuencia, y a partir de la inspección y verificación visual, este se quemó ya que no estaba correctamente aterrizado, o su carcasa no está diseñada para una protección a tierra en caso de sobre corriente (como es el caso de un rayo). Esto sucede, sobre todo en equipos antiguos en los cuales, la carcasa protege ciertos elementos internos, mas no todo el equipo, y esto sucedió con el variador de frecuencia, aquellos elementos no aterrizados, como los semiconductores de potencia tanto de rectificación como de inversión prácticamente se fundieron (figuras 20 a 24), así como las respectivas tarjetas de control se quemaron por interferencia electromagnética debida a alta circulación de corriente en la cercanía (figuras 16 a 19).
- Se recomienda realizar las gestiones para adquirir un variador de frecuencia equivalente, y que en la instalación se aterrice y se verifique la correcta puesta a tierra del variador de frecuencia. Inclusive así tenga una buena y correcta puesta a tierra, no se excluye problemas futuros por interacciones electromagnéticas, sin embargo se minimizan los riesgos con adecuadas instalaciones y protecciones.

ANEXO 10

DOCUMENTOS DE VERIFICACIÓN DE EJECUCIÓN DE MEJORAS

| MANTENIMIENTO. | | MANTENIMIENTO | |
|---|--|--|--|
| SOLICITUD INTERNA DE SERVICIO | | REPORTE | |
| FECHA: 26/07/2016 SOLICITADO POR: GERENCIA OPERACIONES AREA/MAQUINA/HERAMIENTA TABLEROS Y SUBTABLEROS DISTRIBUCION ENERGIA ELECTRICA DESCRIPCION DE LA ANOMALIA O TRABAJO. PLANO <input type="checkbox"/> ESQUEMA <input type="checkbox"/> MUESTRA <input type="checkbox"/> | | Para uso exclusivo de Mitto Diagnostico | |
| CAMBIO DE COMPONENTES SOBRECALENTADOS, AJUSTE DE BORNERS Y CONEXIONES EN TABLEROS Y SUB-TABLEROS DE DISTRIBUCION, SEGÚN LO SUGIERE EL INFORME TEMOGRAFICO | | Acciones Tomadas Servicios externos | |
| PRIORIDAD: PARA USO EXCLUSIVO DEL DPTO DE MNTTO. ALTA <input checked="" type="checkbox"/> MEDIA <input type="checkbox"/> BAJA <input type="checkbox"/> | | Repuestos requeridos | |
| ENTREGADO PARA USO EXCLUSIVO DEL DEPTO DE MANTENIMIENTO | | Fecha solicitada | |
| DD <input type="checkbox"/> MM <input type="checkbox"/> AA <input type="checkbox"/> DD <input type="checkbox"/> MM <input type="checkbox"/> AA <input type="checkbox"/> HH <input type="checkbox"/> h <input type="checkbox"/> MM <input type="checkbox"/> | | Fecha entrega | |
| DD <input type="checkbox"/> MM <input type="checkbox"/> AA <input type="checkbox"/> HH <input type="checkbox"/> h <input type="checkbox"/> MM <input type="checkbox"/> | | Repuestos requeridos | |
| DD <input type="checkbox"/> MM <input type="checkbox"/> AA <input type="checkbox"/> HH <input type="checkbox"/> h <input type="checkbox"/> MM <input type="checkbox"/> | | Fecha solicitada | |
| Firmas | | Repuestos requeridos | |
| Solicitado | | Fecha solicitada | |
| Recibido Mto. | | Fecha entrega | |
| Aprobado Seguridad industrial | | Repuestos requeridos | |
| Trabajo en alturas <input type="checkbox"/> Trabajo en caliente <input type="checkbox"/> Trabajo en alto voltaje <input checked="" type="checkbox"/> Servicio externo <input type="checkbox"/> | | Repuestos requeridos | |
| Recibi conforme | | Repuestos requeridos | |
| Sobrantes | | Repuestos requeridos | |
| Especificación | | Repuestos requeridos | |
| Cant. | | Repuestos requeridos | |

|  MATRICERÍA |  MATRICERÍA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|--|---------------|------------------|---------------|--------|--------|---|--|--|--|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| SOLICITUD INTERNA DE SERVICIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA: 26/07/2016 SOLICITADO POR: GERENCIA OPERACIONES AREA/MQUINA/HERAMIENTA TROQUELADORA PLASTICA DE TANQUES (BOTTINI) DESCRIPCION DE LA ANOMALIA O TRABAJO. PLANO <input checked="" type="checkbox"/> ESQUEMA <input type="checkbox"/> MUESTRA <input type="checkbox"/> | REPORTE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PARA USO EXCLUSIVO DE MAT Diagnostico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ACCIONES TOMADAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SERVICIOS EXTERNOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| REPUESTOS REQUERIDOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nº req</th> <th>Especificación</th> <th>Cant.</th> <th>Fecha solicitada</th> <th>Fecha entrega</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MT-191</td> <td>ACEROS</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>(VER REQUISICION)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | Nº req | Especificación | Cant. | Fecha solicitada | Fecha entrega | MT-191 | ACEROS | 1 | | | | (VER REQUISICION) | | | | | | | | | | | | | |
| Nº req | Especificación | Cant. | Fecha solicitada | Fecha entrega | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MT-191 | ACEROS | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | (VER REQUISICION) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nº req</th> <th>Especificación</th> <th>Cant.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | Nº req | Especificación | Cant. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº req | Especificación | Cant. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SOLICITADO PARA USO EXCLUSIVO DEL DEPARTAMENTO DE MATRICERÍA DD <input type="checkbox"/> 26 <input type="checkbox"/> MM <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> AA <input type="checkbox"/> 16 <input type="checkbox"/> HH <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> h <input type="checkbox"/> MM <input type="checkbox"/> 30 <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENTREGADO PARA USO EXCLUSIVO DEL DEPTO DE MATRICERÍA DD <input type="checkbox"/> MM <input type="checkbox"/> AA <input type="checkbox"/> HH <input type="checkbox"/> h <input type="checkbox"/> MM <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FABRICACION DE PUNZONES FALTANTES O INEXISTENTES PARA MODELOS: 1. BOREAL 212 2. BOREAL 213 3. BOREAL 214 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRIORIDAD: PARA USO EXCLUSIVO DEL DPTO DE MINTD. ALTA <input type="checkbox"/> MEDIA <input checked="" type="checkbox"/> BAJA <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Firmas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> Solicitado Recibido MAT. Trabajo en altura <input type="checkbox"/> Trabajo en caliente <input type="checkbox"/> Trabajo en alto voltaje <input type="checkbox"/> Servicio externo <input type="checkbox"/> </td> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> Aprobado MAT Recibi conforme </td> </tr> </table> | | Solicitado Recibido MAT. Trabajo en altura <input type="checkbox"/> Trabajo en caliente <input type="checkbox"/> Trabajo en alto voltaje <input type="checkbox"/> Servicio externo <input type="checkbox"/> | Aprobado MAT Recibi conforme | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Solicitado Recibido MAT. Trabajo en altura <input type="checkbox"/> Trabajo en caliente <input type="checkbox"/> Trabajo en alto voltaje <input type="checkbox"/> Servicio externo <input type="checkbox"/> | Aprobado MAT Recibi conforme | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> Sobrantes Especificación Cant. </td> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> Especificación Cant. </td> </tr> </table> | | Sobrantes Especificación Cant. | Especificación Cant. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sobrantes Especificación Cant. | Especificación Cant. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| MATRICERÍA | MATRICERÍA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------------|----------------|----------------|--------|----------------|-------|--------|----------------|---|--|--|--|--|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SOLICITUD INTERNA DE SERVICIO | REPORTE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA: 26/07/2016 SOLICITADO POR: GERENCIA OPERACIONES AREA/MAQUINA/HERAMIENTA: MOLDES DE INYECCION DE PLASTICOS DESCRIPCION DE LA ANOMALIA O TRABAJO. PLANO <input type="checkbox"/> ESQUEMA <input type="checkbox"/> MUESTRA <input type="checkbox"/> | Para uso exclusivo de MAT Diagnostico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOLDES DE INYECCION, SEGÚN MAESTRO DE MANTENIMIENTO ADJUNTO | ACCIONES TOMADAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SOLICITADO <small>PARA USO EXCLUSIVO DEL DEPARTAMENTO DE MATRICERÍA</small> DD <input type="checkbox"/> 26 <input type="checkbox"/> MM <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> AA <input type="checkbox"/> 16 <input type="checkbox"/> HH <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> h MM <input type="checkbox"/> 30 <input type="checkbox"/> | SERVICIOS EXTERNOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENTREGADO <small>PARA USO EXCLUSIVO DEL DEPTO DE MATRICERÍA</small> DD <input type="checkbox"/> MM <input type="checkbox"/> AA <input type="checkbox"/> HH <input type="checkbox"/> h MM <input type="checkbox"/> | REPUESTOS REQUERIDOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRIORITY: PARA USO EXCLUSIVO DEL DPTO DE MINTO. ALTA <input type="checkbox"/> MEDIA <input type="checkbox"/> BAJA <input type="checkbox"/> | Fecha solicitada Fecha entrega | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Firmas | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nº req</th> <th>Especificación</th> <th>Cant.</th> <th>Nº req</th> <th>Especificación</th> <th>Cant.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MT-192</td> <td>INSUMOS MOLDES</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>(VER REQUISICION)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | Nº req | Especificación | Cant. | Nº req | Especificación | Cant. | MT-192 | INSUMOS MOLDES | 1 | | | | | (VER REQUISICION) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº req | Especificación | Cant. | Nº req | Especificación | Cant. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MT-192 | INSUMOS MOLDES | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | (VER REQUISICION) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Solicitado | Sobrantes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recibido MAT. <input type="checkbox"/> Aprobado MAT <input type="checkbox"/> Trabajo en altura <input type="checkbox"/> Trabajo en caliente <input type="checkbox"/> Trabajo en alto voltaje <input type="checkbox"/> Servicio externo <input type="checkbox"/> | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Especificación</th> <th>Cant.</th> <th>Especificación</th> <th>Cant.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table> | Especificación | Cant. | Especificación | Cant. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Especificación | Cant. | Especificación | Cant. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recibido MAT. | Aprobado MAT. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recibido conforme | Recibido conforme | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

MAESTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOLDES DE INYECCION

| MOLDE | Agosto-16 | Sept-16 | Oct-16 | Nov-16 | Dic-16 | Ene-17 | Feb-17 | Mar-17 | Abr-17 | May-17 |
|---|-----------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 TUERCA ASEGURADORA | | | | | | | | | | |
| 2 GRAPA PARA FIJAR | | | | | | | | | | |
| 3 BALCON PEQUEÑO (REFRIGERADOR) NF | | | | | | | | | | |
| 4 PERNO EJE PUERTA CONGELADOR | | | | | | | | | | |
| 5 BUJE PUERTA | | | | | | | | | | |
| 6 DISTANCIAL SOPORTE PARRILLA BLANCO | | | | | | | | | | |
| 7 BALCON PEQUEÑO (CONGELADOR) NF 2280 | | | | | | | | | | |
| 8 PARRILLA REFRIGERADOR GR 2721 | | | | | | | | | | |
| 9 BUJE CONEXION TUBERIA DE DRENAJE | | | | | | | | | | |
| 10 PERILLA TERMOSTATO DAMPER | | | | | | | | | | |
| 11 BALCON CONGELADOR NF 2280 | | | | | | | | | | |
| 12 BALCON GRANDE REFRIGERADOR GR | | | | | | | | | | |
| 13 BALCON INTERMEDIO REFRIGERADOR | | | | | | | | | | |
| 14 BANDEJA CUARTO ENFRIADOR GR2721 | | | | | | | | | | |
| 15 BANDEJA DRENAJE CONGELADOR GR- | | | | | | | | | | |
| 16 CABEZAL INFERIOR CON MANIJA GR- (C) | | | | | | | | | | |
| 17 CABEZAL INFERIOR SIN MANIJA GR-2721 (R) | | | | | | | | | | |
| 18 CABEZAL SUPERIOR CON MANIJA (R) | | | | | | | | | | |
| 19 CABEZAL SUPERIOR SIN MANIJA GR- (C) | | | | | | | | | | |
| 20 CAJA CONTROL GR-2721 (R) | | | | | | | | | | |
| 21 CRISPER GR 2721 | | | | | | | | | | |
| 22 CUBETA NUEVOS NF 2280 | | | | | | | | | | |
| 23 CUBIERTA SUPERIOR GR-2721 | | | | | | | | | | |
| 24 CUBIERTA TRANSPORTADOR AIRE GR-2721 | | | | | | | | | | |
| 25 PARRILLA CONGELADOR GR 2721 | | | | | | | | | | |
| 26 PARRILLA CRISPER GR 2721 | | | | | | | | | | |
| 27 PERILLA TERMOSTATO GR-2721 | | | | | | | | | | |
| 28 REJILLA TRANSPORTADOR AIRE GR-2721 | | | | | | | | | | |
| 29 TAPA CUARTO ENFRIADOR GR2721 | | | | | | | | | | |
| 30 TRANSPORTADOR FLUJO DE AIRE GR 2721 | | | | | | | | | | |
| 31 BALCON PEQUEÑO (REFRIGERADOR) | | | | | | | | | | |
| 32 BALCON CONGELADOR GR3433-3423 | | | | | | | | | | |
| 33 PARRILLA GRANDE REFRIGERADOR | | | | | | | | | | |
| 34 BALCON PARA BOTTELLAS SERIGRAFIADO | | | | | | | | | | |
| 35 BANDEJA CONGELADOR GR3433-3233 | | | | | | | | | | |
| 36 BANDEJA DRENAJE INTERIOR GR3433/3423 | | | | | | | | | | |
| 37 BANDEJA ENFRIADOR GR 3823-3423 | | | | | | | | | | |
| 38 CABEZAL INFERIOR CON MANIJA | | | | | | | | | | |
| 39 CABEZAL INFERIOR SIN MANIJA | | | | | | | | | | |
| 40 CABEZAL SUPERIOR CON MANIJA | | | | | | | | | | |
| 41 CABEZAL SUPERIOR SIN MANIJA | | | | | | | | | | |
| 42 CAJA CONTROL DAMPER SERIGRAFIADA | | | | | | | | | | |

MAESTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MOLDES DE INYECCION

| MOLDE | Agosto-16 | Sept-16 | Oct-16 | Nov-16 | Dic-16 | Ene-17 | Feb-17 | Mar-17 | Abr-17 | May-17 |
|---|-----------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 43 CAJA TERMOSTATO CONGELADOR SERG. | | | | | | | | | | |
| 44 CRISPER GR-3423/GR-3433 | | | | | | | | | | |
| 45 CUBETA HUEVOS INFERIOR TRANSPARENTE | | | | | | | | | | |
| 46 CUBETA HUEVOS SUPERIOR TRANSPARENTE | | | | | | | | | | |
| 47 CUBIERTA TRANSPORTADOR AIRE GR3433 | | | | | | | | | | |
| 48 CUBRE INSTALACION ELECTRICA | | | | | | | | | | |
| 49 PANEL SUPERIOR SERIGRAFIADO | | | | | | | | | | |
| 50 PARRILLA CONGELADOR GR3433-3423 | | | | | | | | | | |
| 51 PARRILLA CRISPER | | | | | | | | | | |
| 52 PERILLA TERMOSTATO GR3433-3423 | | | | | | | | | | |
| 53 REJILLA TRANSPORTADOR AIRE GR3433 | | | | | | | | | | |
| 54 SEGURO BASE INTERRUPTOR | | | | | | | | | | |
| 55 SEGURO GRANDE BISAGRA SUPERIOR | | | | | | | | | | |
| 56 TAPA ENFRIADOR | | | | | | | | | | |
| 57 TAPA CONGELADOR GR 3433 | | | | | | | | | | |
| 58 TRANSPORTADOR FLUJO DE AIRE GR3433 | | | | | | | | | | |
| 59 BALCON PEQUENO | | | | | | | | | | |
| 60 CANASTO CENTRAL GR-3521 | | | | | | | | | | |
| 61 CRISPER GR 3521-3921 | | | | | | | | | | |
| 62 PARRILLA REFRIGERADOR GR 3521-3921 | | | | | | | | | | |
| 63 TAPA MANTEQUILLERA GR 3521-3921 | | | | | | | | | | |
| 64 BALCON PARA BOTTILLAS SERIGRAFIADO | | | | | | | | | | |
| 65 BANDEJA ENFRIADOR GR 3521-3921 | | | | | | | | | | |
| 66 CABEZAL INFERIOR CONGELADOR | | | | | | | | | | |
| 67 CABEZAL SUPERIOR | | | | | | | | | | |
| 68 CAJA CONTROL GR-2521 | | | | | | | | | | |
| 69 CAJA TERMOSTATO CONGELADOR GR-3521 | | | | | | | | | | |
| 70 CANASTO SUPERIOR GR-3521 | | | | | | | | | | |
| 71 CUBETA HUEVOS GR-3521/GR-3921 | | | | | | | | | | |
| 72 CUBIERTA CONDUCTO DE ENTRADA | | | | | | | | | | |
| 73 CUBIERTA TRANSPORTADOR AIRE GR-3521 | | | | | | | | | | |
| 74 CUBRE LAMPARA GR 3521-3921 | | | | | | | | | | |
| 75 ESTANTERIA BOTTILLAS | | | | | | | | | | |
| 76 MANIJA CONGELADOR GR-3521 | | | | | | | | | | |
| 77 MANIJA REFRIGERADOR GR-3521 | | | | | | | | | | |
| 78 PARRILLA CRISPER GR3521-3921 | | | | | | | | | | |
| 79 PERILLA DAMPER KNF 2320 | | | | | | | | | | |
| 80 PERILLA TERMOSTATO GR-3521 | | | | | | | | | | |
| 81 TAPA CUARTO ENFRIADOR GR 3521/GR3921 | | | | | | | | | | |
| 82 TRANSPORTADOR FLUJO DE AIRE GR3521 | | | | | | | | | | |
| 83 TUBO DESAGUE GR 3521/GR 3921 | | | | | | | | | | |

