

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE QUITO**

**CARRERA:**  
**INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:**  
**INGENIERO E INGENIERA ELECTRÓNICOS**

**TEMA:**  
**ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA EL AHORRO ENERGÉTICO Y**  
**MEJORA DEL CONSUMO ELÉCTRICO DE LA FÁBRICA ORANGINE**  
**DURANTE EL AÑO 2015.**

**AUTORES:**  
**ANDRÉS SEBASTIÁN CALERO CALERO**  
**KARLA BELÉN CORREA ASIMBAYA**

**TUTOR:**  
**VICTOR HUGO NARVÁEZ VEGA**

**Quito, febrero del 2016**

## CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Andrés Sebastián Calero Calero con documento de identificación N° 171925234-6 y Karla Belén Correa Asimbaya con documento de identificación N° 171844254-2, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: Estudio de Viabilidad Para el Ahorro Energético y Mejora del Consumo Eléctrico de la Fábrica ORANGINE durante el año 2015, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero e Ingeniera Electrónicos, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Andrés Sebastián Calero Calero  
C.I. 171925234-6



Karla Belén Correa Asimbaya  
C.I. 171844254-2

Quito, 29 febrero de 2016

## **DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR**

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el proyecto técnico, Estudio de Viabilidad Para el Ahorro Energético y Mejora del Consumo Eléctrico de la Fábrica ORANGINE durante el año 2015 realizado por Andrés Sebastián Calero Calero y Karla Belén Correa Asimbaya, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, 29 febrero de 2016



Víctor Hugo Narváz Vega

171188687-7

## **DEDICATORIA**

Dedico este presente proyecto a todas las personas que formaron parte de este viaje que empezó hace años atrás: a quienes ya no están, a quienes han llegado y a quienes siguen acompañándome a pesar de las diferentes etapas que he tenido que pasar, Dios les pague por todo. Después de tantos enojos, frustraciones, alegrías, tristezas, decepciones y demás aspectos del día a día, doy gracias a Don Bosco y María Auxiliadora, que son mi fuerza y motivación y me han acompañado desde la escuela hasta la finalización de mi carrera universitaria, solamente puedo decirles: GRACIAS. Al ser supremo Dios, por la vida que me ha dado y la oportunidad de ser alguien diferente a los demás.

**Andrés Sebastián Calero Calero**

A Dios, por haber guiado y forjado mi camino, quien me dio la fuerza y fortaleza para lograr alcanzar mis objetivos.

A mis padres, que han acompañado cada paso de mi vida, enseñándome el valor de las cosas, a superar los obstáculos que pueden aparecer, y sobre todo me han enseñado que a pesar de las adversidades siempre se debe seguir adelante, buscando el mejor camino para superarlas. A mis hermanos que aunque no siempre estemos de acuerdo, me impulsan a superarme día a día.

**Karla Belén Correa Asimbaya**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a la Universidad Politécnica Salesiana, personal docente y administrativo, por la oportunidad de formar parte de la vida salesiana y formarnos además de profesionales, como buenos cristianos y honrados ciudadanos.

Al Ingeniero Víctor Hugo Narváez por su tiempo y paciencia para guiarnos de la mejor manera en el desarrollo del presente proyecto.

A la empresa ORANGINE, Ing. William García e Ing. Octavio Paredes, por abrirnos las puertas de la fábrica para desarrollar el proyecto de la mejor manera posible para beneficio de la empresa como el nuestro.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO 1 .....	2
ANTECEDENTES.....	2
1.1. Tema.....	2
1.2. Justificación del proyecto.....	2
1.3. Planteamiento del problema.....	2
1.4. Resumen de la propuesta de intervención.....	3
1.5. Objetivos generales y específicos .....	3
1.5.1. Objetivo general .....	3
1.5.2. Objetivos específicos.....	3
1.6. Beneficiarios de la propuesta de intervención .....	3
CAPÍTULO 2 .....	4
ESTADO DE ARTE .....	4
2.1. Eficiencia energética .....	4
2.2. Aplicación actual de eficiencia energética en el sector industrial en el Ecuador..	7
2.3. Industria de bebidas en el Ecuador.....	7
2.4. Recursos Energéticos en la Industria de Bebidas.....	8
2.4.1. Electricidad .....	8
2.4.2. Agua .....	9
2.4.3. Gas licuado de petróleo “GLP” .....	9
2.4.4. Diésel.....	9
2.4.5. Dióxido de carbono “CO <sub>2</sub> ”.....	9
2.5. Normativas de eficiencia energética .....	10
2.5.1. Normativa NTE INEN-ISO 50001.....	10
2.5.2. Norma de referencia EN 50160.....	11
2.6. Situación actual fábrica ORANGINE. ....	12
2.6.1. Valores que se cancelan por consumo eléctrico de la fábrica ORANGINE durante el año 2014.....	13
2.6.2. Valores que se cancelan por consumo eléctrico de la fábrica ORANGINE durante el año 2015 .....	14
2.6.3. Valores que se cancelan por consumo de los diferentes recursos energéticos de la fábrica ORANGINE durante el año 2014 .....	16

2.6.4. Valores que se cancelan por consumo de los diferentes recursos energéticos de la fábrica ORANGINE durante el año 2015 .....	18
CAPÍTULO 3 .....	20
DESARROLLO DE LA PROPUESTA PARA EFICIENCIA ENERGÉTICA .....	20
3.1. Grupos nivel de tensión.....	20
3.1.1. Grupo nivel de alta tensión. ....	20
3.1.2. Grupo nivel de media tensión. ....	20
3.1.3. Grupo nivel de baja tensión.....	20
3.2. Tarifas de media tensión. ....	20
3.3. Horario de trabajo de la zona de producción de la fábrica ORANGINE.....	21
3.4. Identificación del área de ejecución del proyecto. ....	22
3.5. Identificación de las líneas crown-vidrio y crown-pet.....	22
3.5.1. Línea crown-vidrio.....	23
3.5.1.1. Distribución línea crown-vidrio .....	25
3.5.2. Línea crown-pet .....	26
3.5.2.1. Distribución línea crown-pet.....	27
3.6. Análisis de calidad de energía y potencia. ....	28
3.6.1. Equipo a utilizar y configuración.....	29
3.7. Resultados obtenidos del analizador Industrial.....	31
3.7.1. Análisis de calidad de energía.....	31
3.7.2. Análisis de potencia. ....	32
3.8. Estudio de los datos obtenidos por el analizador industrial por medio del Diagrama de Pareto .....	33
3.9. Análisis de motores de la línea crown.....	34
3.10. Cálculo de eficiencia en motores .....	38
3.11. Levantamiento de información del sistema de iluminación.....	39
3.12. Resultados del análisis de luminosidad.....	40
3.12.1. Iluminación natural. ....	41
3.12.1.1. Iluminación en la mañana .....	42
3.12.1.2. Iluminación en la tarde.....	42
3.12.2. Iluminación artificial.....	42
3.13. Diseño Actual del Alumbrado de la bodega .....	42
CAPÍTULO 4 .....	45

ESTRATEGIAS PARA EL AHORRO ENERGÉTICO DE LA FÁBRICA ORANGINE.....	45
4.1. Requisitos para la ejecución de la propuesta de ahorro energético según la norma NTE INEN-ISO 50001.....	45
4.1.1. Requisitos generales de la organización .....	45
4.1.2. Responsabilidad de la dirección.....	45
4.1.2.1. Alta dirección.....	45
4.1.2.2. Representante de la dirección.....	46
4.2. Costos y propuestas para motores y sistemas de arranque para la línea crown ..	46
4.2.1. Adquisición de arrancadores suaves .....	47
4.2.2. Viabilidad y retorno de la inversión con la adquisición de los arrancadores suaves WEG.....	48
4.2.3. Adquisición de motores de alta eficiencia .....	48
4.2.4. Viabilidad y retorno de la inversión con la adquisición de motores WEG de alta eficiencia. ....	49
4.3. Sistema de iluminación para la bodega de producto terminado.....	51
4.4. Costos de las propuestas para el sistema de iluminación.....	53
4.4.1. Beneficios económicos de la sustitución de una luminaria de halogenuros metálicos de 400W por tecnología LED de 180W o 190W.....	54
4.4.2. Viabilidad y retorno de la inversión al utilizarse tecnología LED. ....	55
RECOMENDACIONES .....	57
CONCLUSIONES .....	58
REFERENCIAS .....	60
ANEXOS.....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Resumen del ahorro estimado de electricidad logrado en países que han implementado programas de eficiencia energética .....	6
Figura 2. Modelo de sistema de gestión de energía para esta norma internacional ...	10
Figura 3. Modelo de planificación energética para la norma INEN 50001 .....	11
Figura 4. Gráfica que muestra el valor a pagar por mes durante el año 2014.....	13
Figura 5. Gráfica que muestra el valor a pagar por mes durante el primer semestre del año 2015.....	14
Figura 6. Gráfica que muestra el valor a pagar por mes desde enero del 2014 hasta junio del año 2015.....	15
Figura 7. Gráfica de valores a pagar por consumo de recursos energéticos del año 2014.....	16
Figura 8. Gráfica de valores a pagar por el consumo de recursos energéticos en porcentajes del año 2014.....	17
Figura 9. Gráfica de valores a pagar por consumo de recursos energéticos del año 2015.....	18
Figura 10. Gráfica de valores a pagar por el consumo de recursos energéticos en porcentajes del año 2015.....	19
Figura 11. Tablero principal línea crown.....	22
Figura 12. Tablero secundario línea crown.....	23
Figura 13. Transportes y lavadora línea crown-vidrio .....	24
Figura 14. Lavadora línea crown-vidrio.....	24
Figura 15. Etapas del proceso que realiza la línea crown vidrio.....	25
Figura 16. Distribución de la línea crown-vidrio .....	26
Figura 17. Llenadora y encapsuladora línea crown-pet .....	27
Figura 18. Etapas del proceso que realiza la línea crown pet .....	27
Figura 19. Distribución de la línea crown-pet.....	28
Figura 20. Analizador industrial .....	29
Figura 21. Configuración del equipo .....	30
Figura 22. Equipo instalado .....	31
Figura 23. Diagrama de Pareto de la calidad de energía en la línea crown .....	34
Figura 24. Distribución de motores de la línea crown .....	35
Figura 25. Diagrama de Pareto del consumo de motores en la línea crown .....	37

Figura 26. Bodega de almacenamiento de producto terminado.....	40
Figura 27. Luxómetro Tenmars.....	40
Figura 28. Distribución actual del sistema de iluminación bodega de almacenamiento de producto terminado.....	41
Figura 29. Distribución para el sistema de iluminación en bodega de almacenamiento de producto terminado.....	44
Figura 30. Distribución del número de luminarias en bodega de almacenamiento de producto terminado con 24 luminarias.....	52
Figura 31. Distribución del número de luminarias en bodega de almacenamiento de producto terminado con 18 luminarias.....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 . Valores obtenidos.....	13
Tabla 2. Valores a pagar durante el primer semestre del año 2015 en la fábrica ORANGINE.....	14
Tabla 3. Valores a pagar desde enero del 2014 hasta junio del 2015 en la fábrica ORANGINE.....	15
Tabla 4. Valores a pagar de recursos energéticos por el año 2014. ....	16
Tabla 5. Valores a pagar totales por recursos energéticos por el año 2014 .....	17
Tabla 6. Valores a pagar de recursos energéticos por el año 2015. ....	18
Tabla 7. Valores a pagar totales por recursos energéticos por el año 2015 .....	19
Tabla 8. Especificaciones sistema a evaluar .....	30
Tabla 9. Configuración equipo.....	30
Tabla 10. Tabla de Pareto de la calidad de energía en la línea Crown .....	33
Tabla 11. Motores línea Crown.....	35
Tabla 12. Tabla de Pareto del consumo de motores en la línea Crown .....	37
Tabla 13. Potencia de motores en la línea Crown .....	38
Tabla 14. Datos obtenidos del ejemplo de carga promedio .....	39
Tabla 15. Dimensiones de la bodega de producto terminado .....	40
Tabla 16. Cantidad de lámparas .....	41
Tabla 17. Datos para el diseño de alumbrado .....	43
Tabla 18. Ejemplo de un motor de la línea Crown con arrancador.....	47
Tabla 19. Costo de inversión de arrancadores suaves.....	47
Tabla 20. Ejemplo de ahorro de energía cambiando un motor nuevo por un antiguo. .....	49
Tabla 21. Ahorro de energía y ahorro económico en un año .....	50
Tabla 22. Datos para el diseño de alumbrado .....	51
Tabla 23. Costos de las Campanas de iluminación .....	53
Tabla 24. Costos de las lámparas .....	53
Tabla 25. Costo total de las lámparas con sus luminarias.....	53
Tabla 26. Beneficios de sistemas LED vs luminarias de halogenuros metálicos .....	54
Tabla 27. Ahorro obtenido de una lámpara LED vs una lámpara de halogenuros metálicos .....	55

## ÍNDICE ANEXOS

Anexo 1. Parámetros Norma EN 50160.....	64
Anexo 2. Distribución 23kV/440V y 440V/220V .....	65
Anexo 3. Tablero Interno Línea Crown .....	66
Anexo 4. Diagramas Unifilares línea Crown Vidrio.....	69
Anexo 5. Diagramas Unifilares línea Crown Pet .....	76
Anexo 6. Caracterización Motores Línea Crown.....	81
Anexo 7. Datos de consumo de motores con y sin arrancadores .....	82
Anexo 8. Costo de la potencia que se consume con y sin arrancador.....	83
Anexo 9. Retorno de la inversión con la adquisición de arrancadores suaves WEG. 84	
Anexo 10. Cálculo de ahorro de potencia de los motores WEG.....	87
Anexo 11. Factores de Reflexión de Techo, paredes y suelo.....	89
Anexo 12. Tablas para calcular el Coeficiente de Utilización según el tipo de luminarias.....	90
Anexo 13. Cotización Empresa REMECO .....	91
Anexo 14. Cotización Havells-Sylvania .....	97
Anexo 15. Cotización Empresa MATELEC .....	101
Anexo 16. Cálculos del retorno de la inversión al utilizarse tecnología LED .....	102
Anexo 17. Registros del analizador industrial FLUKE. ....	105
Anexo 18. Datos IESNA .....	124
Anexo 19. Decreto 2393. Ministerio del Trabajo .....	125
Anexo 20. Rangos de operación del Luxómetro TM-204.....	126
Anexo 21. Distribución de las zonas de medición en la bodega de almacenamiento de producto terminado. ....	127
Anexo 22. Mediciones obtenidas con el LUXÓMETRO en las zonas de la bodega de almacenamiento de producto terminado .....	128
Anexo 23. Documento Técnico.....	130

## **RESUMEN**

Al hablar de eficiencia energética, se aborda directamente el tema del ahorro energético. El país ha impulsado desde hace un tiempo diferentes estrategias y planes para disminuir el consumo de recursos energéticos para beneficiar al Ecuador y proteger al medio ambiente.

En el proyecto se demuestra cómo es la realidad actual de la fábrica ORANGINE en el primer semestre del año 2015 en el consumo de sus recursos energéticos y se concluyó que el recurso energético que genera el mayor gasto económico es la electricidad. El proyecto se lo realizó en la línea Crown con el levantamiento de diagramas unifilares. Se evaluaron factores que perjudican el consumo eléctrico por medio de un analizador industrial; el cual arrojó que los picos de voltaje generados por los continuos arranques aleatorios en los motores (eventos DIP), son los que ocasionan el mayor problema al momento del consumo eléctrico. En el documento técnico se sugiere implementar arrancadores suaves y adquirir motores de alta eficiencia para bajar el consumo de energía eléctrica.

En la bodega de almacenamiento de producto terminado se realizó un estudio para que el sistema de iluminación cumpla con los niveles de iluminación aptos según el método del lumen y por el Decreto Ejecutivo 2393: Art 56. "Iluminación, Niveles Mínimos", y asegure una operación del personal conveniente. Finalizados los análisis, se concluyó que por cada año que la fábrica no renueve sus motores antiguos, no implemente sistemas de arranque suaves y no modifique su sistema de iluminación; deja de ahorrar 11,236.48 USD.

## **ABSTRACT**

When talking about energy efficiency, directly the topic about saving energy is taken. The country has promoted since a long time ago some strategies and tactics to improve the energy resource consume to benefit Ecuador and cares the environment.

In the project, is showed how the reality nowadays at ORANGINE factory is in the first semester of 2015 in consume of its energy resources and as conclusion the biggest energy consumer that produce the highest economy expense is the electricity. The project was made in the Crown line production with the study of solid diagrams. There were evaluated some factors that damage the electrical consume with a three phase power quality analyzer, as result the voltage spikes generated by the continuous random starters in the engines (DIP's events) are the main problem that produce the biggest electrical consume. That's why; in the technical document one suggestion is the technical improvement with soft starters and high efficiency engines to decrease the electric power.

In the area of the finished product warehouse a study was made for the lighting system. It has to work with the levels of lighting given by lumen method and also by the Decreto Ejecutivo 2393: Art 56. "Iluminación, Niveles Mínimos", and ensures a good job area for the personal. At the end of the analysis, as conclusion, if the factory doesn't improve its old engines, doesn't get slow starters and doesn't have a high tech lighting system, it wouldn't save 11,236.48 USD per year.

## INTRODUCCIÓN

A nivel global la competitividad a nivel industrial, es muy grande. Lo que lleva a tener mejoras a nivel de equipamiento, infraestructura, uso de energías, entre otros aspectos; con el fin de sobresalir y progresar en su línea de trabajo. Sin embargo, el tema de ahorro de energía se deja en un segundo plano.

En este proyecto, se busca la forma de ahorrar la energía eléctrica en la fábrica ORANGINE, identificando sus recursos energéticos y la realidad actual de la fábrica. Además de crear un plan de acción que lleve en un corto plazo de tiempo a recuperar la inversión si la empresa desee usar el plan para mejorar el consumo de energía eléctrica. El trabajo de titulación se divide en cuatro capítulos. En el capítulo uno se hace mención a los antecedentes que han llevado a la ejecución del proyecto.

En el capítulo dos, se mencionan el estado del arte de los diferentes aspectos relacionados con la eficiencia energética, como se encuentra la industria de bebidas en el país, las normativas que se aplican para planes de eficiencia energética y por último la realidad actual de la fábrica ORANGINE.

En el capítulo tres se desarrolla el proyecto, mediante el levantamiento de planos, recolección de información y el uso de un analizador industrial para conocer la calidad de energía del área seleccionada para su análisis por medio del diagrama de Pareto. Se realiza también un estudio de luminosidad para una parte de la fábrica.

Finalmente en el capítulo cuatro, se presenta la propuesta para la mejora del consumo eléctrico. Y se indican las conclusiones y recomendaciones según los datos obtenidos en el proyecto desarrollado.

La finalidad del proyecto, es crear una cultura de ahorro de energía con un efecto positivo a futuro para la fábrica, y porque no, para el medio ambiente.

# **CAPÍTULO 1**

## **ANTECEDENTES**

### **1.1. Tema**

Estudio de viabilidad para el ahorro energético y mejora del consumo eléctrico de la fábrica ORANGINE durante el año 2015.

### **1.2. Justificación del proyecto**

Se realizará dicho estudio, porque la fábrica se encuentra en un proceso de renovación y automatización de sus líneas de producción, y busca la mejor manera de reducir sus costos de consumo energético con dichas mejoras.

Además de lograr una eficiencia mayor, que pueda ser aplicada en las instalaciones y equipos existentes.

Dentro de la fábrica, existen diferentes fuentes de energía como: electricidad, aire, GLP, diésel y agua; las cuales por un posible mal funcionamiento, mala distribución, posibles fugas y factores externos pueden generar un consumo alto e innecesario éstos. Un análisis de consumo de dichas fuentes de energía nos ayudarían a determinar cuáles son los de mayor consumo y de esta forma aminorar el consumo eléctrico de la fábrica.

Una parte del estudio se centrará en las zonas menos eficientes lumínicamente, debido a que su actual funcionamiento se realiza por medio de lámparas incandescentes, las cuales consumen más energía eléctrica. Dicho estudio permitirá conocer mejores alternativas de iluminación que impliquen un consumo menor para la fábrica.

### **1.3. Planteamiento del problema**

Debido a las nuevas normativas legales para las industrias que exigen el uso de tecnologías eficientes, así como la optimización de recursos para priorizar el ahorro de energía; las industrias buscan una mayor eficiencia de sus equipos, maquinaria e instalaciones para reducir sus costos en el ámbito energético. Estos costos se podrían reducir modificando algunos ámbitos de consumo y la gestión de los equipos básicos existentes en las industrias.

#### **1.4. Resumen de la propuesta de intervención**

Lo que se pretende es realizar un estudio de viabilidad para el ahorro de energía que se pueda aplicar para la fábrica ORANGINE en su zona de producción; teniendo en cuenta las áreas menos eficiente en consumo eléctrico a través de un análisis.

Con lo anteriormente descrito se formulan las siguientes preguntas:

- ¿Cómo reducir el consumo energético de la fábrica ORANGINE en las áreas seleccionadas?
- ¿Qué métodos se pueden aplicar para lograr un ahorro de energía idóneo teniendo un costo-beneficio conveniente en la fábrica ORANGINE?

#### **1.5. Objetivos generales y específicos**

##### **1.5.1. Objetivo general**

Realizar un estudio de viabilidad para el ahorro energético y mejora del consumo eléctrico de la fábrica ORANGINE y describirlo en un documento técnico durante el año 2015.

##### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Analizar el área de producción seleccionada por el personal técnico de mantenimiento de ORANGINE usando los diagramas unifilares de la fábrica.
- Identificar los principales consumidores de energía dentro del área de producción seleccionada de la fábrica ORANGINE mediante la utilización de un analizador industrial.
- Formular estrategias para la eficiencia energética dentro del área de producción seleccionada de la fábrica ORANGINE a partir de los resultados obtenidos del análisis.
- Elaborar un plan de eficiencia energética para la reducción del consumo eléctrico de las áreas seleccionadas en la fábrica ORANGINE.

#### **1.6. Beneficiarios de la propuesta de intervención**

El presente proyecto tiene como principal beneficiario a la fábrica de bebidas gaseosas no alcohólicas ORANGINE.

## **CAPÍTULO 2**

### **ESTADO DE ARTE**

#### **2.1. Eficiencia energética**

En la actualidad el aumento de la población implica que el consumo energético se eleve en gran medida, no solamente en la zona industrial, sino también en cada uno de nuestros hogares; una de las razones es que la tecnología sigue avanzando y se hace indispensable el uso de la misma para satisfacer nuestras necesidades, lo que acarrea a dicho consumo elevado.

La Eficiencia Energética es el ahorro y optimización de la energía, es hacer un uso conveniente y consciente de ella, utilizar y buscar las mejores estrategias y recursos para reducir el consumo energético.

Lo ideal para el desarrollo de un país en este campo, es que las personas puedan llegar a tener una cultura de ahorro y concientización del uso de la energía, a través de métodos y procedimientos que se pueden impartir mediante capacitaciones, que indiquen a la ciudadanía que se pueden utilizar equipos tecnológicos que tengan un bajo consumo energético con un alto rendimiento, conservando una calidad de servicio óptima o mucho mejor. (ENTRESISTEMAS, 2015)

En el caso de las industrias el consumo de energía es uno de los principales insumos para cumplir con la producción de un bien o servicio; el uso eficiente de la energía ayudaría a bajar de una manera notoria el costo de la misma, sin necesidad de bajar su producción o la calidad de lo producido, utilizar menos energía para proveer los mismos resultados, para ser eficiente y competitiva.

El gobierno ecuatoriano tiene como objetivo que las industrias sean más eficientes energéticamente, para lo cual ha desarrollado estándares nacionales de gestión de energía, con la aplicación de metodologías para optimizar procesos y recursos, consiguiendo que las industrias sean más competitivas y puedan mejorar su producción sin afectar su calidad; otro de los objetivos como gobierno nacional, es reducir el impacto medioambiental. (Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables, 2015)

¿Qué causa que una empresa quiera ser más eficiente energéticamente? Hay varias razones, pero una de ellas y quizá la más importante es reducir el costo de producción sin afectar la calidad del producto, ser más eficientes; para esto es necesario una inspección, estudio y análisis.

Lo que busca una empresa es la reducción de consumo, Coste energético actual- Coste energético futuro, mejora de costos.

Un ejemplo concreto de la posibilidad de la aplicación de estas técnicas se dio en el Estado de California de los Estados Unidos, la demanda de electricidad crecería entre 1976 y 1985 en 20GW, lo que significaba construir en ese periodo un equivalente a 20 plantas de 1000MW de potencia cada una. Sin embargo, dicho Estado decidió realizar un programa de ahorro de energía muy intenso en ese periodo, logrando como resultado que sólo fueran necesarios construir 4 plantas de 1GW. El ahorro tanto en inversión como en energía, se logró evitando que se construyeran las otras 16 plantas, significó un ahorro económico para la propia población, que finalmente es quien paga dichas inversiones a través de las tarifas. (Ministerio de Energía y Minas, 2000)

El INER, Instituto Nacional de Energías Renovables; pone un ejemplo de las ventajas que se logran con la eficiencia energética en el ámbito de la electricidad, según la figura 1 de datos de la International Energy Agency, se puede apreciar como ciertos países durante el año 2005 lograron un ahorro estimado de electricidad en programas de eficiencia energética. (WebINER, 2015)

Resumen del ahorro estimado de electricidad logrado en países que han implementado programas de eficiencia energética.

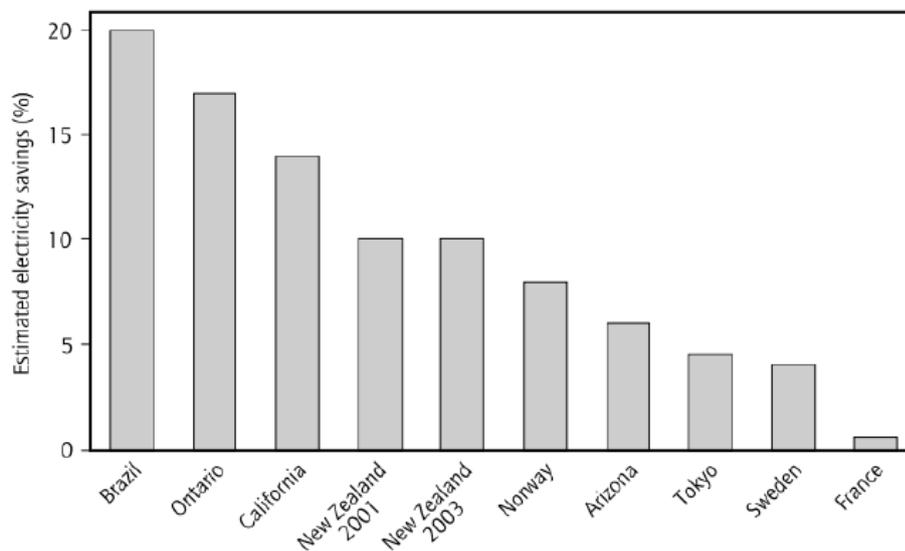


Figura 1. Ahorro de electricidad de algunos países que implementaron programas de eficiencia energética durante el año 2005 Fuente: (WebINER, 2015)

Sin embargo, existen ciertas barreras de diferentes índoles que producen que éste tipo de programas no se apliquen como:

### **Mercado**

- Precio de tecnologías más eficientes.
- Falta de instrucción en el mercado por falta de demanda.

### **Financieras**

- Falta de facilidades de financiamiento de proyectos de eficiencia energética.
- Riesgos elevados en tecnologías nuevas.

### **Falta de información**

- Consumidores no tienen conciencia de la importancia de las medidas de eficiencia energética.

### **Políticas**

- Tarifas energéticas.
- Subsidios.
- Falta de regulaciones que obliguen la implantación de medidas de eficiencia energética.

## **Técnicas**

- Falta de tecnologías accesibles de bajo costo.
- Falta de desarrollo local. (WebINER, 2015)

### **2.2. Aplicación actual de eficiencia energética en el sector industrial en el Ecuador**

Busca disminuir el consumo energético en el sector productivo sin disminuir la calidad de los insumos o productos finales. Esto implica el uso de equipos de alto rendimiento, procesos productivos más eficientes, reducción de tiempos muertos en la producción, reducción de la carga pico, tratamiento de desechos, reciclaje, entre otros.

De igual forma, se promueve el uso de generación eléctrica en el sitio con la finalidad de disminuir las pérdidas energéticas. (WebINER, 2015)

Las deficiencias se presentan principalmente debido a la mala gestión energética y a la no renovación tecnológica con la que se desarrollan sus procesos, tanto desde el punto de vista eléctrico como térmico.

El Gobierno del Ecuador, a través del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), tiene como uno de sus principales objetivos el mejorar el desempeño energético del sector industrial, para lo cual implementa el Proyecto: “Eficiencia Energética para la Industria (EEI)”, con el apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) a través de la Organización de Naciones Unidas para el desarrollo Industrial (ONUUDI). El apoyo técnico de capacitación y asesoría está a cargo de profesionales de alta experiencia a nivel mundial seleccionados por ONUUDI. El proyecto demanda una inversión total de 4’750.000 USD. (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2015)

### **2.3. Industria de bebidas en el Ecuador**

La industria alimenticia y de bebidas ecuatoriana es una de las principales dentro de la economía, representó en 2012 el 13% sobre el Producto Interno Bruto (PIB), lo que quiere decir USD 8 294 millones en valores constantes (2007). Esta proporción no ha variado en los últimos 10 años; es decir, que aunque el sector haya crecido alrededor del 4% cada año, lo ha hecho junto con la economía.

Dentro de la economía ecuatoriana la industria manufacturera de alimentos y bebidas contribuye con el 40%, en donde la elaboración de bebidas es el rubro más representativo.

La industria tiene un peso considerable en la generación de fuentes de empleo. En Ecuador ofrece un aproximado de 2,2 millones de plazas de trabajo, lo que representa el 32,3% sobre el total de personas ocupadas.

Dentro de la producción y comercialización nacional al año 2012, dentro de la industria manufacturera la elaboración de bebidas gozó de la mayor participación, con el 21%. (EKOS, 2014)

#### **2.4. Recursos Energéticos en la Industria de Bebidas.**

Por recursos energéticos se denomina a los medios que nos ofrece la naturaleza, y a partir de los cuales mediante un proceso industrial, se obtiene alguna forma de energía que puede ser directamente utilizada por el consumidor o por alguna actividad productiva. (DEMO E-DUCATIVA CATEDU, 2015)

En una industria de bebidas se utiliza electricidad y combustible como fuentes de energía, siendo un recurso necesario e insustituible para elaborar los productos con un apto funcionamiento y prestación de servicios. Generalmente, se usa petróleo o GLP como fuente de energía térmica.

El conocimiento de los energéticos que se utilizan en una planta industrial, ayudan a realizar un análisis claro de los diferentes procesos en los que intervienen, la demanda de estos y cuánto se está facturando por ellos; dan una idea de que hacer para ahorrar recursos, para disminuir su consumo y así ser más eficientes energéticamente.

##### **2.4.1. Electricidad**

El consumo de electricidad abarca alrededor de la mitad del consumo energético en las industrias de las bebidas en el Ecuador, debido a que la electricidad es el responsable de la puesta en marcha y funcionamiento de los equipos como por ejemplo son los compresores, motores, bombas y alumbrado, los cuales son

necesariamente utilizados en una industria de bebidas. (Instituto Nacional de Estadística, 2015)

#### **2.4.2. Agua**

En el caso de la industria de bebidas el agua es uno de los recursos energéticos más utilizados, algunos de sus usos son: para el lavado de botellas en el proceso de embotellamiento, se utiliza también en la mezcla de los jarabes para la obtención del líquido bebible como producto final. (Pro-Aqua, 2015)

#### **2.4.3. Gas licuado de petróleo “GLP”**

En la Industria de las bebidas, al momento de liberar GLP del recipiente que lo contiene de una manera controlada genera GAS, que al momento que se combina con el oxígeno del aire combustiona y genera Kilocalorías (Kcal), que es la unidad de energía que se maneja para definir el aporte calorífico de un alimento.

Producto de esta combustión, además de la energía que se libera, se componen de agua y anhídrido carbónico que es el mismo gas que se adiciona a las bebidas para generar burbujas. (Ministerio de Industrias y Productividad, 2013)

#### **2.4.4. Diésel**

En la industria de las bebidas el Diésel también es un recurso importante, puesto que se lo utiliza diariamente en diferentes equipos para generar energía como son motores para realizar una producción, refrigeración, camiones para la distribución del producto terminado. (LINDE, 2015)

#### **2.4.5. Dióxido de carbono “CO<sub>2</sub>”**

El dióxido de carbono se emplea para la carbonatación de bebidas, sodas o aguas minerales; sirve como conservante de bebidas gaseosas y para mantener constante la presión en su envase PET.

El Dióxido de carbono es un gas que se disuelve fácilmente en agua (refrescos, vinos, cervezas); la cantidad de gas disuelta en bebidas se mide en volúmenes de carbonatación y ésta es la que le da su sabor característico a una bebida. (ISBEL G, 2015)

## 2.5. Normativas de eficiencia energética

### 2.5.1. Normativa NTE INEN-ISO 50001

La presente Norma Internacional especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía, con el propósito de permitir a una organización contar con un enfoque sistemático, para alcanzar una mejora continua en eficiencia energética, uso, consumo de energía y en desempeño energético.

La norma especifica los requisitos aplicables al uso y consumo de la energía, incluyendo la medición, documentación e información, las prácticas para el diseño y adquisición de equipos, sistemas, procesos y personal que contribuyen al desempeño energético.

Esta norma internacional se basa en el ciclo de mejora continua: Planificar, Hacer, Verificar, Actuar; (PHVA). E incorpora la gestión de la energía a las prácticas habituales de la organización tal como se indica en la figura 2. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

Modelo de sistema de gestión de energía para esta norma internacional.

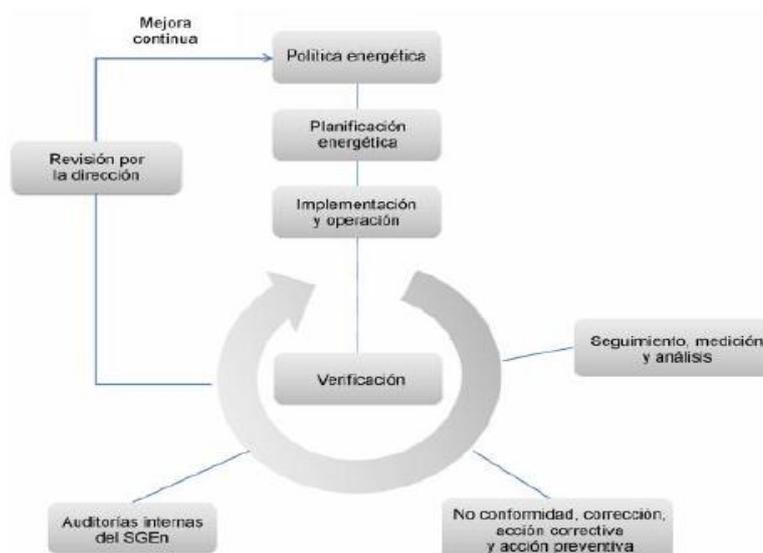


Figura 2. Sistema de gestión de energía que la norma NTE INEN-ISO 50001 incorpora para la mejora continua en eficiencia energética. Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

Al momento de realizar la aplicación de dicha norma, se debe realizar una planificación energética, como se puede apreciar en la figura 3, con el fin de conocer el antes y después de la situación energética que pueda tener el lugar de se haya instaurado esta norma.

## Modelo de planificación energética para la norma INEN 50001.

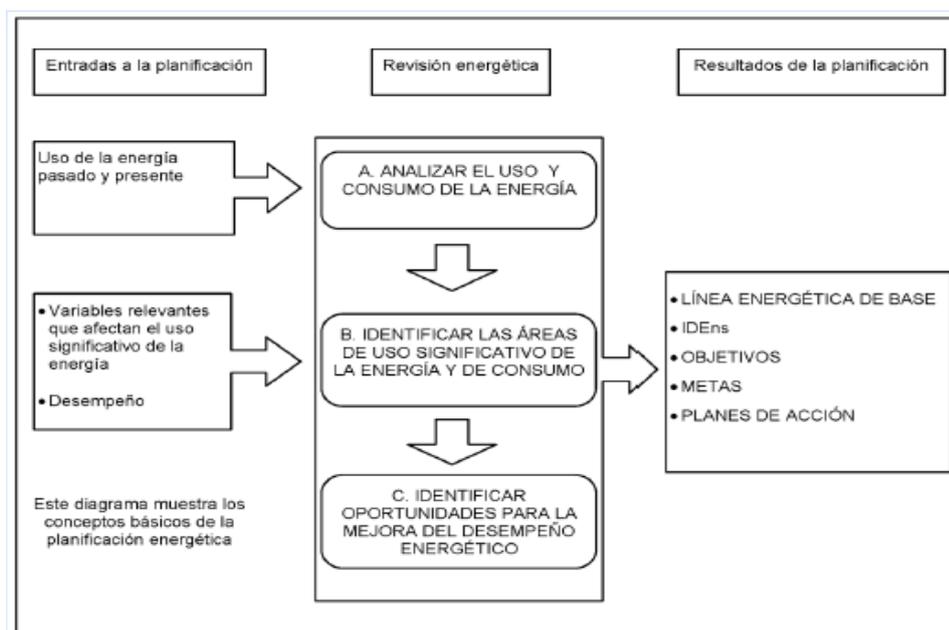


Figura 3. Planificación energética que debe realizarse para la aplicación de la norma NTE INEN-ISO 50001 Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

El enfoque de PHVA se lo resume de la siguiente manera:

- *Planificar*: llevar a cabo la revisión energética y establecer la línea base, los indicadores de desempeño energético (IDEn), los objetivos, las metas y los planes de acción necesarios para lograr los resultados que mejorarán el desempeño energético de acuerdo con la política energética de la organización.
- *Hacer*: implementar los planes de acción de la gestión energética.
- *Verificar*: realizar un seguimiento y la medición de los procesos y de las características clave de las operaciones que determinen el desempeño energético en relación a las políticas y objetivos energéticos e informar sobre los resultados.
- *Actuar*: tomar acciones para mejorar en forma continua el desempeño energético y el sistema de gestión energética. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

### 2.5.2. Norma de referencia EN 50160

La norma UNE-EN 50160, “Características de la tensión suministrada por las redes generales de distribución”, aprobada por CENELEC en 1.994, define las características principales que debe tener la tensión suministrada por una red general

de distribución en baja y media tensión; es una norma con la cual los equipos de medición de calidad de energía eléctrica trabajan para sus análisis. (SCHNEIDER ELECTRIC, 2015)

Como se menciona anteriormente, básicamente hace referencia a la calidad de energía eléctrica. Donde el proveedor es la parte que proporciona electricidad a través de un sistema de distribución público y el usuario o cliente es el comprador de la electricidad al proveedor.

La norma EN 50160 proporciona los principales parámetros de tensión y los correspondientes márgenes de desviación permisibles en el punto de acoplamiento común (PCC) del usuario en sistemas públicos de distribución de electricidad en baja tensión (BT) y de media tensión (MT), en condiciones de funcionamiento normales.

La norma EN 50160 debe entenderse como la representación de un compromiso entre suministrador y usuario. Requiere que el proveedor suministre, como mínimo, una Calidad de la Energía mínimamente adecuada. La mayoría de los proveedores superan, de forma rutinaria, estos requisitos por un amplio margen, pero no los garantizan. Si las necesidades del cliente son más exigentes, se deben aplicar medidas paliativas o negociar un acuerdo independiente para obtener una mayor calidad del suministro. (Markiewick, H & Klajn, A. , 2004)

Por lo tanto, la norma aplicada en ciertos equipos encargados de calidad energía para su medición realizará sus evaluaciones según los parámetros establecidos en el anexo 1.

## **2.6. Situación actual fábrica ORANGINE.**

ORANGINE OLYMPIC JUICE CIA. LTDA es una compañía 100% ecuatoriana, dedicada a la fabricación y comercialización de bebidas no alcohólicas.

Con el pasar de los años, la fábrica ha pasado a tener maquinaria con mucho tiempo de antigüedad, siendo hoy en día, por normativas y estándares nacionales para su funcionamiento, poco eficiente energéticamente. Para poder continuar brindando sus productos y seguir compitiendo en el mercado, es necesaria una intervención para conocer el estado actual de sus recursos energéticos. (ORANGINE, 2015)

### 2.6.1. Valores que se cancelan por consumo eléctrico de la fábrica ORANGINE durante el año 2014

En la tabla 1, se detalla el valor del consumo eléctrico que se ha generado durante el año 2014. Cabe recalcar que ciertos meses las facturas no han podido ser encontradas por motivos diferentes.

Tabla 1 . Valores obtenidos

Mes/Año	Valor a pagar (USD)
dic-14	N/A
nov-14	3,914.61
oct-14	4,317.38
sep-14	4,327.41
ago-14	4,616.55
jul-14	4,205.20
jun-14	5,574.95
may-14	4,178.58
abr-14	4,161.82
mar-14	3,600.17
feb-14	4,164.65
ene-14	3,897.85

Nota: Valores a pagar durante el año 2014 en la fábrica ORANGINE por consumo eléctrico.  
Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

En la figura 4, se puede apreciar cómo se ha aumentado o disminuido el valor a pagar por el consumo eléctrico durante el año 2014.

Gráfica que muestra el valor a pagar por mes durante el año 2014

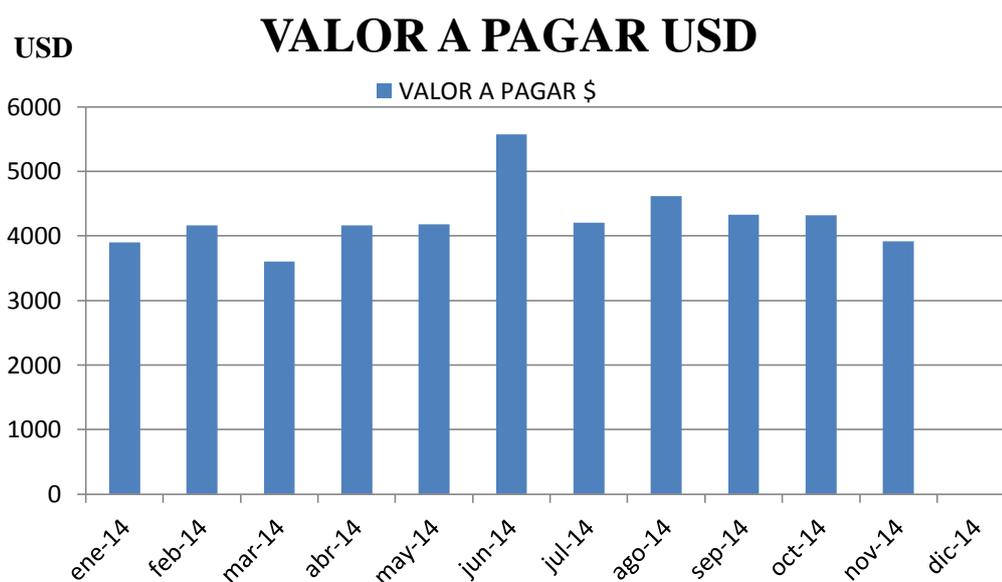


Figura 4. Gráfica comparativa de los valores a pagar por el consumo eléctrico de la fábrica ORANGINE durante el año 2014. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

## 2.6.2. Valores que se cancelan por consumo eléctrico de la fábrica ORANGINE durante el año 2015

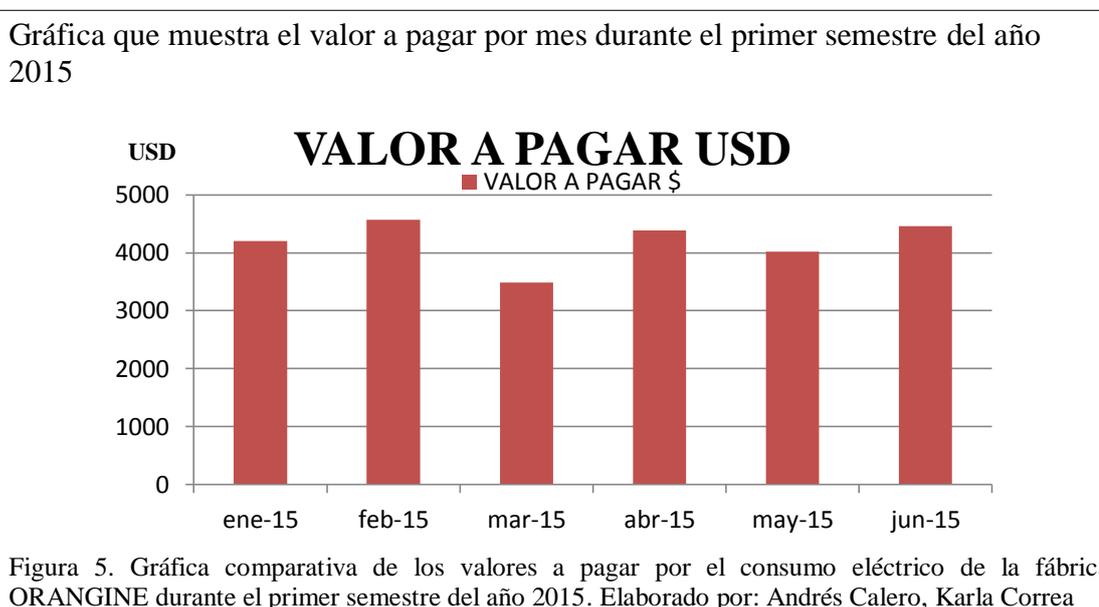
En tabla 2, se indica el valor del consumo eléctrico que se ha generado durante el primer semestre del año 2015.

Tabla 2. Valores a pagar durante el primer semestre del año 2015 en la fábrica ORANGINE

Mes/Año	Valor a pagar (USD)
jun-15	4,459.48
may-15	4,017.49
abr-15	4,387.06
mar-15	3,486.65
feb-15	4,573.57
ene-15	4,205.73

Nota: Valores cancelados en el primer semestre del 2015 por consumo eléctrico con la fábrica ORANGINE. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

En la figura 5, se muestra gráficamente como ha sido el valor a pagar por el consumo eléctrico durante el primer semestre del 2015.



En la tabla 3 se presenta el valor a pagar por consumo eléctrico desde enero del 2014 hasta junio del 2015.

Tabla 3. Valores a pagar desde enero del 2014 hasta junio del 2015 en la fábrica ORANGINE

Mes/año	Valor a pagar (USD)
jun-15	4,459.48
may-15	4,017.49
abr-15	4,387.06
mar-15	3,486.65
feb-15	4,573.57
ene-15	4,205.73
dic-14	N/A
nov-14	3,914.61
oct-14	4,317.38
sep-14	4,327.41
ago-14	4,616.55
jul-14	4,205.20
jun-14	5,574.95
may-14	4,178.58
abr-14	4,161.82
mar-14	3,600.17
feb-14	4,164.65
ene-14	3,897.85

Nota: Valores a pagar por consumo eléctrico en un periodo de 18 meses. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

En la figura 6, se muestra gráficamente como ha sido el valor a pagar por el consumo eléctrico desde enero del 2014 hasta junio del 2015.

Gráfica que muestra el valor a pagar por mes desde enero del 2014 hasta junio del año 2015

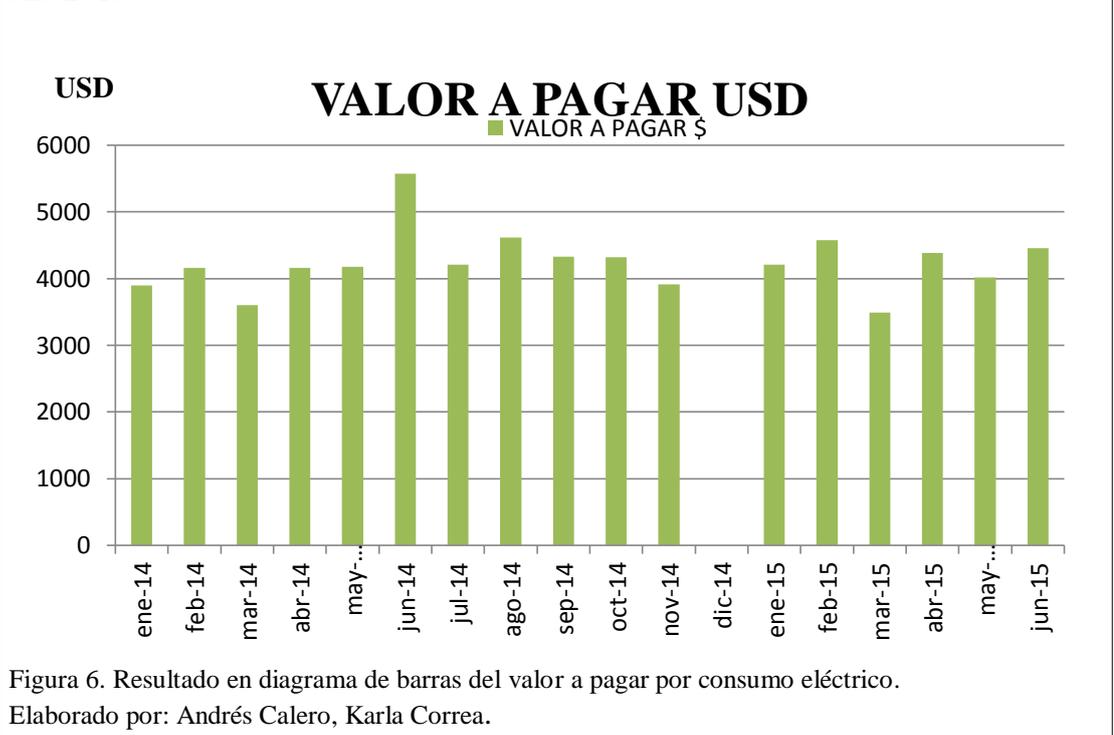


Figura 6. Resultado en diagrama de barras del valor a pagar por consumo eléctrico. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa.

### 2.6.3. Valores que se cancelan por consumo de los diferentes recursos energéticos de la fábrica ORANGINE durante el año 2014

La fábrica ORANGINE, usa como recursos energéticos: electricidad, GLP, Diésel y CO<sub>2</sub>. Para sus procesos en la elaboración de las bebidas gaseosas. En la tabla 4 se presenta el valor a pagar de estos recursos durante el año 2014.

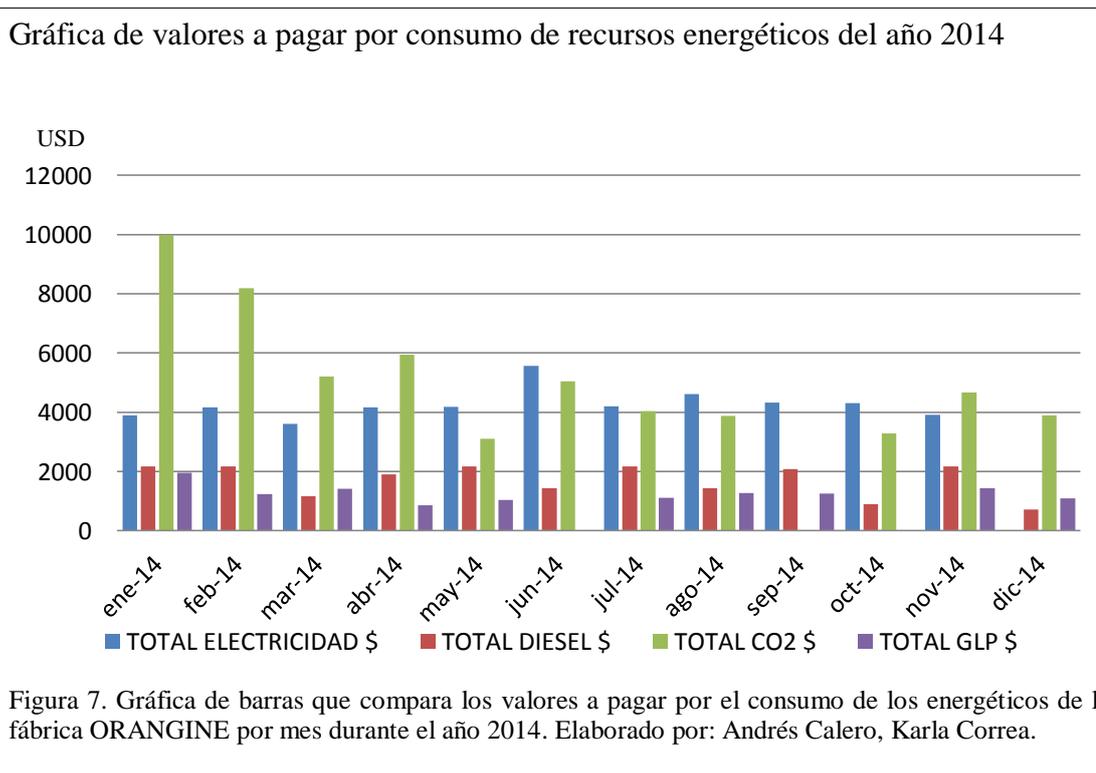
Tabla 4. Valores a pagar de recursos energéticos por el año 2014.

Mes/Año	Total electricidad (USD)	Total diesel (USD)	Total CO2 (USD)	Total GLP (USD)
dic-14	N/A	721.43	3,904.00	1,085.73
nov-14	3,914.61	2,164.29	4,672.00	1,435.25
oct-14	4,317.38	901.78	3,288.00	N/A
sep-14	4,327.41	2,074.11	N/A	1,251.50
ago-14	4,616.55	1,442.86	3,872.00	1,267.39
jul-14	4,205.20	2,164.29	4,042.00	1,106.74
jun-14	5,574.95	1,442.86	5,053.00	N/A
may-14	4,178.58	2,164.29	3,100.00	1,040.85
abr-14	4,161.82	1,893.75	5,952.00	858.40
mar-14	3,600.17	1,172.32	5,213.00	1,420.91
feb-14	4,164.65	2,164.29	8,184.00	1,246.33
ene-14	3,897.85	2,164.29	9,982.00	1,950.57

Nota: Tabla del valor a pagar por cada recurso energético durante el año 2014.

Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

De los datos anteriores, se obtiene la figura 7, donde se puede apreciar que durante el año 2014, el CO<sub>2</sub> fue el energético de mayor consumo en la fábrica.



En la tabla 5, se presentan los valores totales a pagar durante el año 2014 por cada uno de los recursos energéticos que usa la fábrica, teniendo en cuenta el costo total entre todos.

Tabla 5. Valores a pagar totales por recursos energéticos por el año 2014

<b>Total a pagar por energético desde Enero 2014 hasta Diciembre 2014</b>				
Valor en (USD)	<b>Electricidad</b>	<b>Diésel</b>	<b>CO2</b>	<b>GLP</b>
	46,959.17	20,470.56	57,262.00	12,663.67
Dinero gastado en energéticos (USD)			137,355.40	

Nota: Tabla que indica el valor final a pagar por cada energético y su valor final entre todos los recursos energéticos. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

Para entender de mejor manera los datos obtenidos, se tiene en la figura 8, los datos a pagar por consumo en cada recurso energético en forma porcentual.

Gráfica de valores a pagar por el consumo de recursos energéticos en porcentajes del año 2014

**Total a pagar por recurso energético desde Enero 2014 hasta Diciembre 2014**

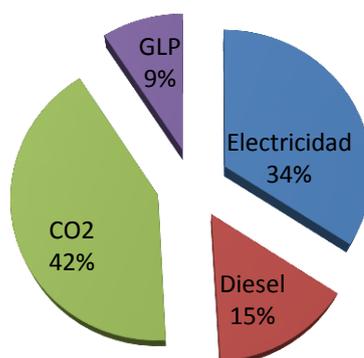


Figura 8. Gráfica de pastel que compara los valores a pagar por el consumo de los energéticos de la fábrica ORANGINE en forma porcentual durante el año 2014.

Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

Por lo que se puede apreciar, que el CO<sub>2</sub> es el energético de mayor consumo, seguido de la electricidad, el diésel y el GLP.

#### 2.6.4. Valores que se cancelan por consumo de los diferentes recursos energéticos de la fábrica ORANGINE durante el año 2015

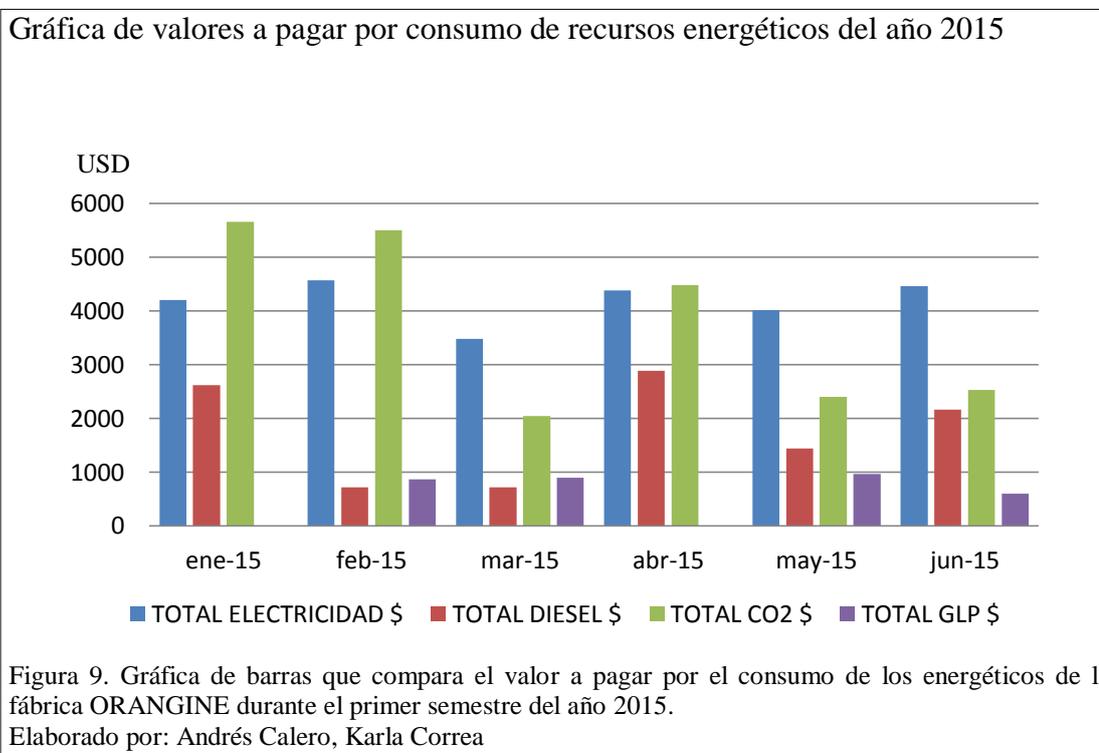
Teniendo presente los recursos energéticos que usa la fábrica ORANGINE, se muestra en la tabla 6 los valores que se han obtenido a pagar por cada recurso durante el primer semestre del año 2015.

Tabla 6. Valores a pagar de recursos energéticos por el año 2015.

Mes/Año	Total electricidad (USD)	Total diesel (USD)	Total CO2 (USD)	Total GLP (USD)
jun-15	4,459.48	2,164.29	2,528.00	596.54
may-15	4,017.49	1,442.86	2,400.00	961.31
abr-15	4,387.06	2,885.72	4,480.00	N/A
mar-15	3,486.65	721.43	2,048.00	892.58
feb-15	4,573.57	721.43	5,504.00	864.31
ene-15	4,205.73	2,615.18	5,664.00	N/A

Nota: Tabla del valor a pagar por cada recurso energético durante el primer semestre del 2015.  
Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

Con los datos de la tabla 6, se obtiene la figura 9, donde se refleja la comparación entre recursos energéticos consumidos. Donde a diferencia del año pasado, la electricidad ha pasado a ser el recurso energético de mayor consumo en lo que va del año 2015.



En la tabla 7, se aprecia el valor a pagar total por cada uno de los recursos energéticos, y dicho resultado se lo muestra también en la figura 10 en forma porcentual.

Tabla 7. Valores a pagar totales por recursos energéticos por el año 2015

<b>Total a pagar por energético desde Enero 2015 hasta Junio 2015</b>				
Valor en (USD)	<b>Electricidad</b>	<b>Diésel</b>	<b>CO2</b>	<b>GLP</b>
	25,129.98	10,550.91	22,624.00	3,314.74
Dinero gastado en energéticos (USD)			61,619.63	

Nota: Tabla que indica el valor final a pagar por cada energético y su valor final entre todos los recursos energéticos. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

Gráfica de valores a pagar por el consumo de recursos energéticos en porcentajes del año 2015

### Total a pagar por recurso energético desde Enero 2015 hasta Junio 2015

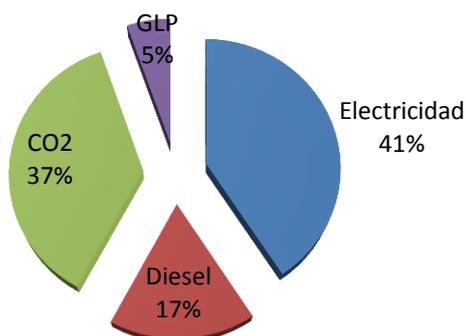


Figura 10. Gráfica de pastel que compara los valores a pagar por el consumo de energéticos de la fábrica ORANGINE de manera porcentual durante el primer semestre del 2015.

Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

Por lo tanto, el proyecto se centra en ahorro energético de la electricidad, que como se puede apreciar en los datos obtenidos, representa el 41% del consumo valor de los recursos energéticos que se emplean en la fábrica.

Se deberá indagar cuales son las causas que ha generado este incremento en el consumo de electricidad en la fábrica.

## **CAPÍTULO 3**

### **DESARROLLO DE LA PROPUESTA PARA EFICIENCIA ENERGÉTICA**

En este capítulo se presentan los diferentes aspectos medidos y la ejecución del plan de eficiencia energética para la parte de calidad de energía y potencia, así como de luminosidad.

#### **3.1. Grupos nivel de tensión.**

Teniendo en cuenta los parámetros de la ARCONEL, establece según la suministración de voltaje los diferentes, se tiene los siguientes niveles de tensión:

##### **3.1.1. Grupo nivel de alta tensión.**

Para voltajes de suministro en el punto de entrega superiores a 40kV y asociados con subestaciones.

##### **3.1.2. Grupo nivel de media tensión.**

Para voltajes de suministro en el punto de entrega entre los 600V y 40kV. En este grupo se incluyen los consumidores que se conectan a la red de media tensión a través de transformadores de distribución de propiedad de la empresa encargada de la distribución para uso exclusivo o de propiedad del consumidor.

##### **3.1.3. Grupo nivel de baja tensión.**

Para voltajes de suministro en el punto de entrega menores a 600V.

Con la presente información y con los datos rescatados, se sabe que la empresa posee un transformador principal de 28kV/440V. Por lo cual se posiciona en el grupo nivel de media tensión.

#### **3.2. Tarifas de media tensión.**

Dentro de estas tarifas, además del numeral 3.1.2, entran consumidores en actividades diferentes a la categoría residencial, y básicamente comprende el comercio, la industria y la prestación de servicios públicos y privados.

Con los datos proporcionados por la fábrica y de las planillas de consumo eléctrico, se determina que pertenecen a la categoría de media tensión con registrador de demanda horaria para industriales.

### **3.2.1. Tarifa de media tensión con registrador de demanda horaria para industriales.**

La tarifa se la aplica a los consumidores industriales que poseen un registrador de demanda horaria que les permite identificar los consumos de potencia y energía en los periodos horarios de punta, media y base; con el objeto de motivar el uso de energía en las horas de menor demanda, que es de 22h00 hasta las 8h00. El valor del kW/h en este sector es de 0.078USD.

Lo que el consumidor pagará será:

- Un cargo por comercialización en USD/consumidor, independiente del consumo de energía.
- Un cargo por demanda en USD/kW, por cada kW de demanda facturable, como mínimo de pago, sin derecho a consumo, multiplicado por un factor de corrección FCI.
- Un cargo por energía expresado en USD/kW, en función de la energía consumida en el periodo de lunes a viernes de: 8h00-18h00; 18h00-22h00, 22h00-8h00. Incluyendo la energía de sábados, domingo y feriados en el periodo de 18h00-22h00
- Un cargo por energía expresado en USD/kW, en función de la energía consumida en el periodo de sábados, domingo y feriados en el periodo de 18h00-22h00

Para su aplicación, se debe establecer la demanda máxima mensual del consumidor durante las horas pico de la empresa eléctrica, 18h00-22h00; y la demanda máxima mensual del consumidor, el cargo por demanda aplicado a estos consumidores debe ser ajustado mediante un factor de corrección FCI. (Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2015)

### **3.3. Horario de trabajo de la zona de producción de la fábrica ORANGINE.**

La zona de producción trabaja en un horario de 7h00-19h00 de lunes a viernes. Los sábados, se trabaja ocasionalmente.

Es decir la fábrica opera dentro de todos los periodos de demanda por su horario de labores de doce horas.

### 3.4. Identificación del área de ejecución del proyecto.

El área de producción de la fábrica ORANGINE se compone de las siguientes secciones:

- Sala de jarabes.
- Línea Crown
  - Crown-Vidrio.
  - Crown-Pet.
- Línea Meyer.
- Línea Galón.
- Bodega de materia prima.
- Bodega de producto terminado.

El desarrollo del proyecto se lo realizará en las líneas de producción Crown, tanto en la sección Vidrio como Pet. Pues son las líneas de mayor extensión y con mayor cantidad de máquinas y diferentes componentes. Adicionalmente, se realizará un análisis de luminosidad en el área de la bodega de almacenamiento de producto terminado por requerimiento de la planta.

### 3.5. Identificación de las líneas crown-vidrio y crown-pet.

Al seleccionar la línea Crown para el desarrollo del proyecto, se identifican el tablero principal y el tablero secundario, en los cuales se conocerá la distribución que poseen las diferentes estaciones, componentes, equipos y otros elementos que formen parte de dicha línea de producción. En la figura 11, se muestra el tablero principal de la línea Crown, y en la figura 12 el tablero secundario de la línea.

Tablero principal línea crown



Figura 11. El tablero principal de la línea Crown se encuentra en los exteriores del área de producción. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa.

Tablero secundario línea crown



Figura 12. El tablero secundario de la línea Crown se encuentra en los interiores del área de producción. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa.

La distribución interna, así como la distribución de las líneas de 440V a la de 220 V, se muestra en los diagramas unifilares de ambos tableros, como se puede apreciar en los anexos 2 y 3.

### **3.5.1. Línea crown-vidrio**

En la figura 13 y 14 se puede apreciar una parte de la línea. La línea Crown-Vidrio es la más grande la fábrica, principalmente por la lavadora de botellas de vidrio que ingresan al sistema. El proceso empieza cuando a través de una banda transportadora, se movilizan jabas que contienen botellas vacías de vidrio, durante el avance de dicha banda se van tomando las botellas mediante una descajonadora, que las eleva hacia otra banda transportadora y las lleva hacia la lavadora de botellas; mientras que las jabas ya vacías se dirigen hacia la lavadora de jabas donde se procede a higienizarlas para que queden completamente limpias; el lavado de botellas de vidrio se la realiza con sosa caustica en la lavadora. Luego de ser lavadas las botellas, son transportadas hacia la estación de llenado, donde mediante válvulas a presión, se llena las botellas con la mezcla de jarabes, para luego ser llevadas al encapsulado, donde las botellas quedan perfectamente tapadas, posteriormente son transportadas hacia una pantalla verificadora donde se controla que el producto no contenga ninguna anomalía dentro de la botella, comprobando que la bebida está completamente lista. Finalmente las botellas de vidrio llenas son colocadas nuevamente en jabas para ser almacenadas en la bodega y proceder con su distribución.

### Transportes y lavadora línea crown-vidrio



Figura 13. En la imagen se aprecia una parte de la línea Crown-Vidrio, donde al lado derecho se aprecia la lavadora así como otros elementos como las cadenas de distribución.  
Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa.

### Lavadora línea crown-vidrio



Figura 14. En la imagen se aprecia una parte de la continuación de la línea Crown-Vidrio que se encuentra en el interior de otra parte del edificio. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa.

A continuación en la figura 15 se aprecia las etapas de proceso de la línea Crown Vidrio, descritas en el ítem 3.5.1.

Etapas del proceso que realiza la línea crown vidrio

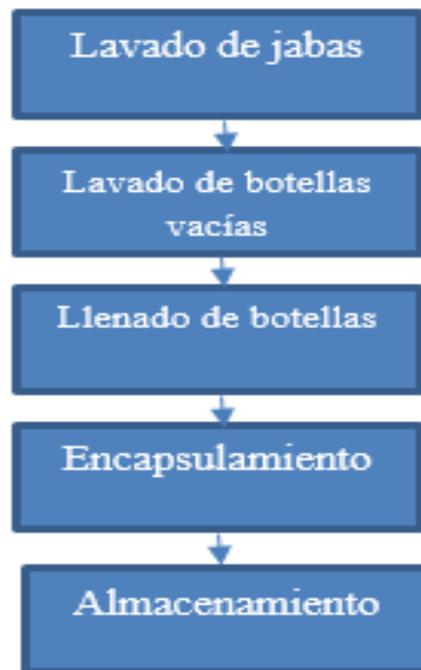


Figura 15. Proceso que se realiza en la Línea Crown Vidrio para realizar la producción de sus envases de vidrio. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa.

### 3.5.1.1. Distribución línea crown-vidrio

Al igual que en la distribución del tablero de la línea Crown, en la línea Crown-Vidrio se posee diferentes tableros, los cuales controlan diferentes funciones dentro del proceso de elaboración de las bebidas, en el anexo 4; se muestran los diferentes diagramas unifilares de la línea de producción. Y en la figura 16 se presenta un esquema de la distribución de la línea.

Distribución de la línea crown-vidrio

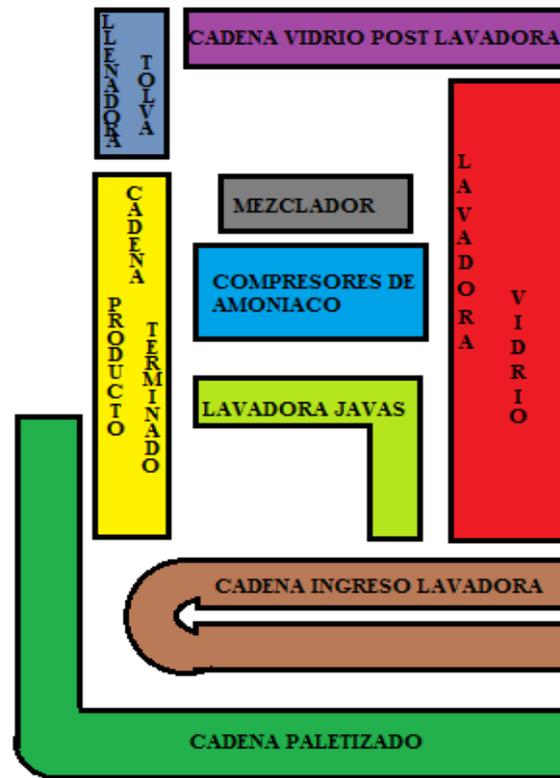


Figura 16. Distribución que posee la línea Crown-Vidrio.  
Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa.

### 3.5.2. Línea crown-pet

La línea Crown-Pet, es la segunda línea de producción de la línea Crown, en la cual se preparan las bebidas en botellas netamente de plástico, una parte de la línea Crown-Pet se puede apreciar en la figura 17. El proceso de embotellado de la línea Crown Pet comienza colocando botellas vacías de plástico en la tolva, de ahí se van alineando una a una las botellas manualmente, para luego dirigirse mediante un soplador que empuja las botellas hacia el rinseador, donde se lavan las botellas mediante válvulas que expulsan agua a presión para que no quede ninguna impureza dentro de ellas; el siguiente paso es transportar las botellas ya lavadas mediante un soplador a la estación de llenado, donde mediante válvulas se van llenando las botellas con las mezclas de jarabe, para luego trasladar las botellas llenas con el producto mediante una banda transportadora a la estación de encapsulamiento en donde se colocan tapas a las botellas para que queden correctamente selladas y no se derrame el producto, pasa por una pantalla donde se verifica que el producto no este contaminado ni contenga ningún residuo; continuando con el proceso, mediante la

banda transportadora se dirige las botellas hacia la etiquetadora, donde se van colocando una a una las etiquetas que son el distintivo del producto, después de este proceso, la banda transportadora las va agrupando en grupos de botellas para pasar al último proceso que es el termoformado, aquí un grupo de seis botellas ya terminadas de procesar se las une en un paquete plástico que va a tomar forma al momento que ingresa en la termoformadora, donde el paquete se compacta y está listo para ser llevado a la bodega de almacenamiento. En la figura 18 se aprecia las diferentes etapas del proceso de la línea Crown Pet mencionadas.

Llenadora y encapsuladora línea crown-pet



Figura 17. Llenadora y encapsuladora de la línea Crown-Pet.  
Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

Etapas del proceso que realiza la línea crown pet

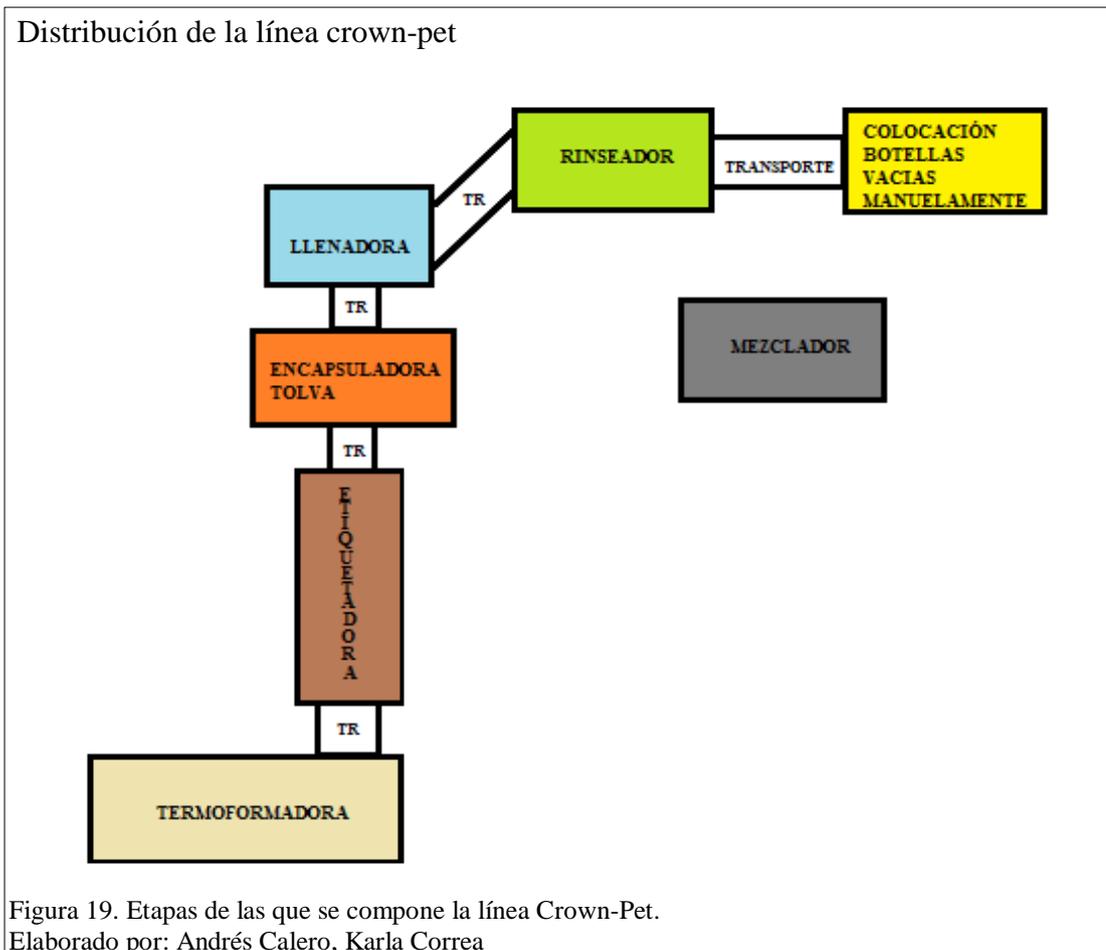


Figura 18. Proceso que se realiza en la Línea Crown Vidrio para realizar la producción de sus envases Pet. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa.

### 3.5.2.1. Distribución línea crown-pet

La línea posee igual ciertos tableros, desde donde se realizan los diferentes controles de la línea de producción, en el anexo 5; se muestran los diferentes diagramas

unifilares de las máquinas que se encuentran en la línea de producción. En la figura 19 se aprecia la distribución de la línea.



### 3.6. Análisis de calidad de energía y potencia.

En el ítem 3.4, se selecciona la línea Crown para realizar el proyecto, después de la selección por parte del personal de mantenimiento y del levantamiento de planos detallados en los anexos 3, 4 y 5. El análisis de calidad de energía y potencia, no se lo puede realizar con equipos de medición convencionales: multímetros o pinzas amperométricas, pues su rango de medida es limitado para conocer todos los factores eléctricos que ocurren en un tablero eléctrico. Para lo cual se usa un equipo conocido como analizador industrial, que es un equipo capaz de realizar varias mediciones eléctricas e identificar problemas según una norma de operación que posea. En el ítem 3.5, se identificó el tablero principal de la línea Crown, donde se procede a realizar el análisis de calidad de energía y de potencia para el plan de acción de eficiencia energética.

### 3.6.1. Equipo a utilizar y configuración.

El equipo a utilizar es un Analizador Trifásico de energía, de la marca FLUKE, modelo 434, como se puede apreciar en la figura 20. Este equipo muestra y graba formas de onda, transientes, tren de datos y eventos simultáneamente.

Analizador industrial



Figura 20. Equipo a utilizar para los respectivos análisis de calidad de energía y potencia.  
Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa.

Para realizar el análisis, se identifica el tipo de sistema en el cual se realizará las mediciones, para de esta forma configurar adecuadamente el equipo y tener los datos más precisos posibles. En la tabla 8, se puede apreciar las especificaciones técnicas del sistema en donde se va a conectar el equipo. A su vez, en la tabla 9, se detalla la configuración del equipo para los análisis. Finalmente, se muestra en la figura 19, como queda el equipo configurado, y en la figura 20 el equipo instalado y trabajando.

Tabla 8. Especificaciones sistema a evaluar

Equipo	
<b>Transformador</b>	De aislación trifásico seco
<b>Tipo</b>	BRO
<b>Potencia</b>	300 KVA
<b>Frecuencia</b>	50 Hz
<b>Conexión</b>	Yn / D
<b>Voltaje primario</b>	440 V
<b>Voltaje secundario</b>	220 V
<b>Corriente primaria</b>	393,5 A
<b>Corriente secundaria</b>	787,3 A
Alimentador	
<b>Conductor línea</b>	4X4/0 AWG X FASE
<b>Conductor neutro</b>	1X4/0 AWG
<b>Corriente nominal</b>	780 Amperios
Protección	
<b>Tipo</b>	Termomagnética
<b>Frame</b>	Caja Moldeada Trifásico
<b>Corriente nominal</b>	800 Amperios

Nota: Los datos se han obtenido según las placas de identificación del transformador así como de la protección. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

Tabla 9. Configuración equipo

Parámetro	Detalle
<b>Sistema</b>	Trifásico 3 hilos triangulo
<b>Frecuencia</b>	60 HZ
<b>Voltaje nominal</b>	240 VAC
<b>Norma de referencia</b>	EN50160
<b>Fecha de inicio</b>	08/18/2015 / 9:44:01 AM
<b>Fecha de terminación</b>	08/23/2015 / 9:44:01 AM
<b>Tiempo de monitoreo calidad</b>	120 horas
<b>Tiempo de análisis potencia</b>	45 horas

Nota: La configuración mostrada es según los datos de placa e identificación del sistema a medir. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

Según la norma EN 50160, una medición aceptable como tiempo mínimo debe tener siete días de duración.

Configuración del equipo

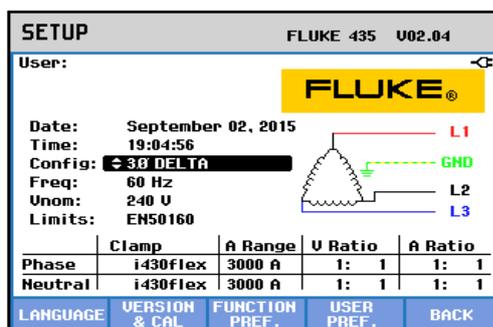


Figura 21. Configuración del equipo. Fuente: TESLA ELECTRIC

Equipo instalado



Figura 22. La instalación del equipo fue realizada por el personal adecuado de la empresa TESLA ELECTRIC para un óptimo funcionamiento del equipo y por prevención de accidentes.  
Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa.

### 3.7. Resultados obtenidos del analizador Industrial

#### 3.7.1. Análisis de calidad de energía.

- En general el comportamiento de los valores RMS de voltaje de línea de las tres fases presentan valores de regulación dentro del  $\pm 10\%$ , con una duración promedio del 97%/semana, que es aceptado por la norma
- La variación de la frecuencia durante el período de análisis es menor al 1% valor dentro de la norma, es decir se mantiene sobre 59,8 Hz, niveles que no representan peligro para el funcionamiento adecuado de los equipos eléctricos.
- El nivel de desbalance entre voltajes trifásicos de las tres fases es de 0,6 %, menor al 2% aceptado por la norma, que muestra un sistema balanceado en relación a estos voltajes.
- El nivel de desbalance entre corrientes de línea es de 3,6% valor menor al 20% aceptado por la norma, que muestra un sistema trifásico balanceado en relación a estas corrientes.
- Los ángulos de desfase de línea entre voltajes y corrientes registran valores entre  $\pm 1\%$  para voltajes y  $\pm 2\%$  para corrientes respecto del valor nominal de  $120^\circ$  eléctricos normalizado para sistemas trifásicos, lo que evidencia una conexión correcta del transformador de este sistema de alimentación.

- El valor promedio para el factor de cresta de voltaje es de 1,41 y el valor promedio para el factor de cresta de corriente es de 1,49, si se toma en cuenta que factor de cresta para una onda sinusoidal pura es de 1,41, se concluye que en voltajes no hay presencia de distorsión armónica y en corrientes hay una leve distorsión que no constituye un defecto en el sistema de alimentación. El efecto que distorsión leve de la forma de onda corriente se puede evidenciar en los oscilogramas registrados.
- No existe distorsión armónica de voltaje en las tres fases y la distorsión armónica de corriente es también menor al 20% aceptable, se registra un evento puntual totalmente fuera de norma con un componente armónico de corriente de 327,70% en la fase 31, con una duración de 20 minutos desde las 6:54 AM hasta las 7:14 AM el día 20/08/2015, que podría coincidir con un proceso de arranque de una carga no lineal.
- El equipo registra 961 eventos DIP's o depresiones de voltaje que superan los límites de la norma respecto a este parámetro que indica un máximo de 20 eventos / semana y una duración del 2% de este período.
- El equipo registra tres eventos de parpadeo de voltaje (flicker) cuyo valor promedio es de 4,2 Plt, mayor al 1 Plt aceptado, este defecto se provoca por entrada y salida de grandes cargas que producen estos parpadeos de voltaje, pueden ser provocados por arranques de motores.

### **3.7.2. Análisis de potencia.**

- El alimentador evaluado constructivamente está compuesto por cuatro hilos conductores de cobre aislados tipo TW de sección 4/0 AWG para cada fase y un conductor de cobre aislado TW de sección 4/0 AWG para neutro, sin conductor de tierra.
- En el perfil de potencia aparente se detectan picos de carga con un nivel máximo de 352 kVA, que representa un 17% de sobrecarga para el transformador por periodos corto de tiempo.
- El factor de potencia promedio registra un valor de 0.72 en retraso, durante las horas de producción, que es un valor demasiado bajo y puede provocar penalización por la EEQ.

- El valor registrado para la desviación del factor de potencia indica que no hay componentes armónicos importantes que provoquen el desplazamiento del factor.
- La protección trifásica termomagnética del alimentador tiene una corriente nominal de 800 Amperios y es adecuada para la corriente nominal del conductor.

Todos los registros obtenidos por el analizador industrial, se encuentran en el anexo 17.

### **3.8. Estudio de los datos obtenidos por el analizador industrial por medio del Diagrama de Pareto**

El principio de Pareto afirma que en todo grupo de elementos o factores que contribuyen a un mismo efecto, unos pocos son los responsables de la mayor parte de dicho efecto. (Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad, 2015)

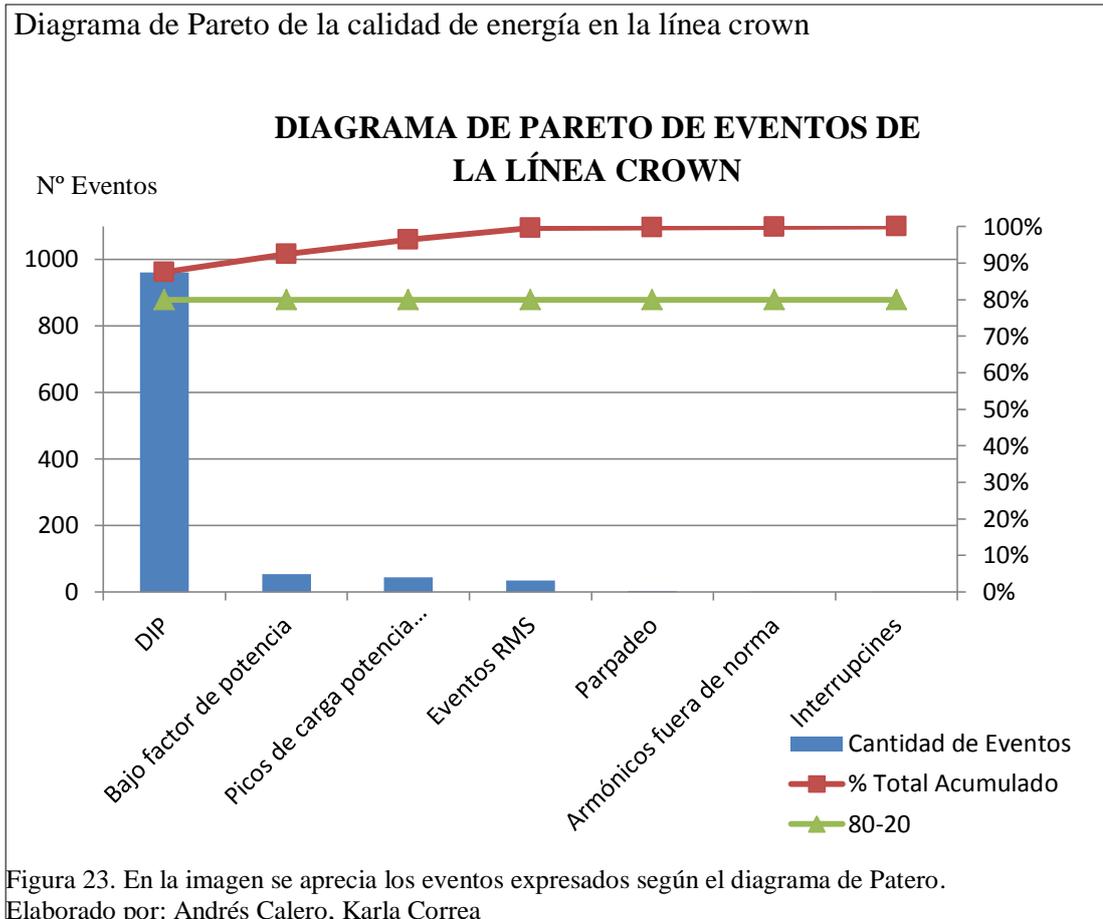
Teniendo en cuenta dicho principio, y según los datos medidos por el analizador industrial, se obtienen los siguientes eventos expresados en la tabla 10.

Tabla 10. Tabla de Pareto de la calidad de energía en la línea Crown

<b>Tipo de Evento</b>	<b>Cantidad de Eventos</b>	<b>% Total</b>	<b>% Total Acumulado</b>
DIP	961	88	88%
Bajo factor de potencia	54	5	92%
Picos de carga potencia aparente	44	4	96%
Eventos RMS	34	3	100%
Parpadeo	3	0	100%
Armónicos fuera de norma	1	0	100%
Interrupciones	1	0	100%
Total	1098	100	

Nota: La tabla muestra los eventos de mayor relevancia que fueron obtenidos durante el análisis de la línea Crown. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

Según estos datos, obtenemos el diagrama de Pareto, que se lo puede apreciar en la figura 23.



### 3.9. Análisis de motores de la línea crown

Basado en el Diagrama de Pareto del punto 3.8, se identificó como principal evento de consumo energía los eventos DIP (depresión de voltaje), estos eventos se dan especialmente por paros y arranques constantes de motores; los motores son los equipos que más consumen energía eléctrica en las industrias, alrededor del 60%; buscar minimizar el uso de energía consumida por motores es una buena oportunidad de ahorro energético. En el anexo 6, se muestra la caracterización de los motores de la línea Crown. En la tabla 11, se genera un pequeño resumen de los motores de la línea Crown y en la figura 24, se tiene la respectiva distribución de motores por área.

Tabla 11. Motores línea Crown

Línea	Proceso	Cantidad	Porcentaje %
PET	Rinseador	4	10
	Llenadora	2	5
	Encapsuladora	3	7
	Etiquetadora	4	10
	Termoformadora	8	20
	Mezclador	3	7
VIDRIO	Transporte ingreso	5	12
	Llenadora	3	7
	Compresores de amoniaco	2	5
	Bombas Jabas	2	5
	Lavadora de Botellas	5	12

Nota: Motores encontrados en la línea Crown tras el uso de diagramas unifilares.

Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

Distribución de motores de la línea crown



Figura 24. En la figura se aprecia de forma porcentual la cantidad de motores de la línea Crown.

Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa.

De acuerdo a la figura 24, un total de 41 motores se utilizan en el área Crown lo que representa el 100%, donde la cantidad más grande de motores se utilizan en el proceso de termoformado de la línea Pet con un 20% del total, 12% para el transporte de ingreso a la lavadora y un 12% de lavadora de botellas de la Crown vidrio, 10% para el rinseador línea pet, 10% etiquetadora línea pet, 7% llenadora línea vidrio, 7% mezclador, 7% para la encapsuladora, 5% bomba para el lavado de jabas, 5% para los compresores de amoniaco que se encargan de enfriar la mezcla de jarabe y 5% para la llenadora de la línea pet.

Los motores eléctricos tienen pérdidas por diferentes razones.

Las pérdidas de energía en los motores se dan por:

- Pérdidas eléctricas: Se presentan tanto en el rotor como en el estator, se reflejan en forma de calor a través de los mismos y dependen de la resistencia eléctrica del material con el que fue construido el motor.
- Pérdidas mecánicas: Usualmente se da por la fricción entre el rotor y estator, por fricción en los rodamientos del motor y por la fricción de las partes en movimiento del motor con el aire que se encuentra circundante en la carcasa
- Pérdidas magnéticas: Son debidas a las corrientes parásitas y por histéresis.

Algunos de los factores que inciden en el consumo de energía en los motores son:

- Horario de operación: Por operar en horarios donde la demanda de consumo es media y alta.
- Estado del mantenimiento: Se da porque los motores no tienen un adecuado y continuo mantenimiento, por exceso de suciedad que ocasiona calentamiento en el motor.
- Uso de equipos antiguos: Hay un deterioro tecnológico debido a que el rendimiento de los equipos con el pasar de los años va disminuyendo, lo que hace que su consumo de energía sea mayor. (F.R.B.A. & Álvarez, J., 2015)

Estos problemas se dan debido a que ciertas empresas no tienen el conocimiento conveniente sobre eficiencia energética o porque no dedican los recursos necesarios para realizar un mantenimiento apropiado a los equipos que están consumiendo más energía.

En el caso de ORANGINE algunos de los motores que se utilizan son antiguos y conjugado con que no hay un mantenimiento conveniente para controlar estos factores de consumo de energía hacen que haya un gasto innecesario de energía y por ende que el coste de la utilización de estos equipos sea más elevado.

A través de un diagrama y una tabla de Pareto se identifican los principales consumidores de energía de esta área. La tabla de Pareto se la aprecia en la tabla 12.

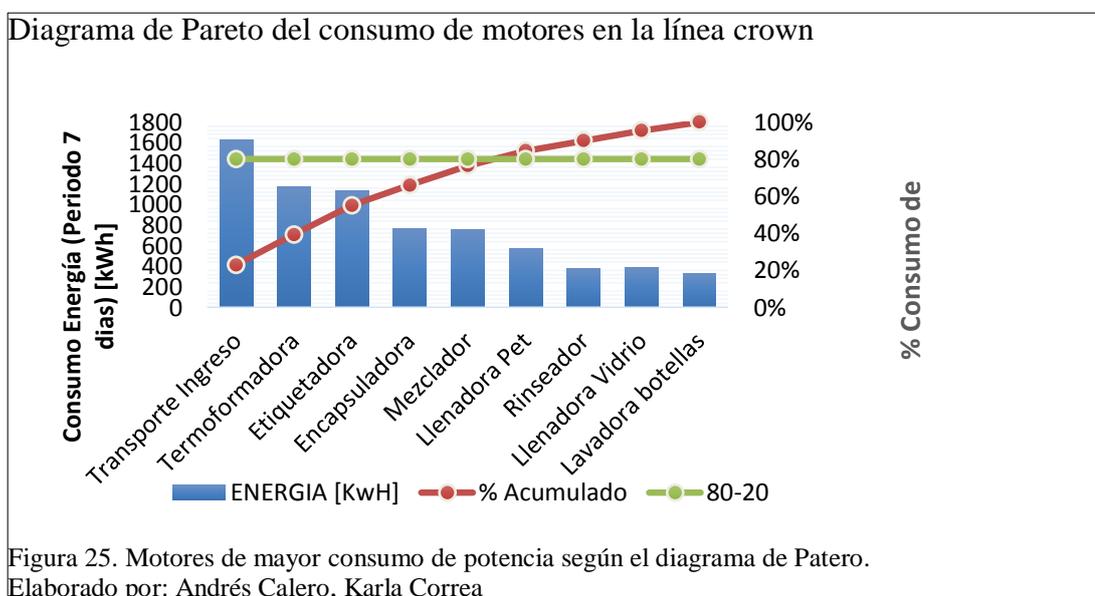
Tabla 12. Tabla de Pareto del consumo de motores en la línea Crown

Proceso	Cantidad motores	Potencia (kW)	Horas	Días	Energía (kWh)	%
Transporte ingreso	4	5,42	50	6	1626	23%
Termoformadora	8	3,97	42	7	1167,18	39%
Etiquetadora	4	3,84	42	7	1128,96	55%
Encapsuladora	3	2,61	42	7	767,34	66%
Mezclador	3	2,56	42	7	752,64	76%
Llenadora Pet	2	1,95	42	7	573,3	84%
Rinseador	4	1,3	42	7	382,2	90%
Llenadora vidrio	3	1,3	50	6	390	95%
Lavadora botellas	5	1,11	50	6	333	100%

Nota: La tabla muestra la potencia de los motores que fueron analizados de la línea Crown.

Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

Y en la figura 25 se muestra el diagrama de Pareto de los motores que más consumen energía.



Los dos compresores de amoníaco que están ubicados en el área Crown tienen un consumo de energía de 28262,4 kWh son los mayores consumidores de energía en esta área, seguido del motor principal de la lavadora de botellas en la línea Crown Vidrio y las lavadoras de jabs; no están en el diagrama de Pareto porque si se los incluye serían los únicos consumidores mayoritarios para el análisis.

Los motores que representan el 80% de consumo se consideran para el análisis; descartando aquellos motores que cuentan con variador de velocidad, los equipos a analizar son 16, incluyendo en el análisis a los compresores de amoníaco y lavadora de jabs cuya potencia consumida es alta. Para conocer dicha potencia se lo expresa en la tabla 13.

Tabla 13. Potencia de motores en la línea Crown

Línea	Estación	Etapas	Potencia kWh
Vidrio	Transporte Ingreso	Transporte 1	59.616
Vidrio	Transporte Ingreso	Transporte 2	66.24
Vidrio	Transporte Ingreso	Transporte 3	70.656
Vidrio	Transporte Ingreso	Transporte 4	70.656
Vidrio	Transporte Ingreso	Transporte 5	66.24
Vidrio	Lavadora Javas	Bomba Charners	1104
Vidrio	Lavadora Javas	Bomba Horse	1104
Pet	Encapsuladora	Transportador hacia encapsuladora	108.19
Pet	Etiquetadora	Transportador ingreso etiquetado	162.28
Pet	Etiquetadora	Transportador etiquetadora	142.81
Pet	Termoformadora	Transportador ingreso a termoformadora 1	138.48
Pet	Termoformadora	Transportador ingreso a termoformadora 2	227.20
Pet	Termoformadora	Transportador ingreso a termoformadora 3	58.43
Pet	Compresores Amoniaco	Motor Linkguard	8832
Pet	Compresores Amoniaco	Motor Linkguard	8832

Nota: La tabla muestra las mayores potencias de los motores de la línea Crown.

Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

### 3.10. Cálculo de eficiencia en motores

De acuerdo a los datos obtenidos de tabla 12 y el anexo 6, se seleccionan los motores para el análisis de carga, se presentan tres métodos; es importante determinar la carga de un motor porque permite saber cuándo cambiarlo y en qué momento se debe hacer un mantenimiento al equipo.

En el análisis de carga se toma como referencia al motor de Transporte 1 de la etapa de transporte ingreso de la línea Crown vidrio para efectos de cálculos.

#### Método de la Corriente

Transporte 1

$$CARGA = \frac{I_{med}}{I_{nom}} * 100 = \frac{1.2 A}{3.6 A} * 100 = 33.3 \%$$

(Ecuación 3.1)

#### Método Corriente-Voltaje

Transporte 1

$$CARGA = \frac{V_{med} * I_{med}}{V_{nom} * I_{nom}} * 100 = \frac{221 V * 1.2 A}{220 V * 3.6 A} * 100 = 33.48\%$$

(Ecuación 3.2)

### Método del dato de placa

Transporte 1

$$P_{Nominal IN} = \frac{P_N}{\eta} = \frac{0.74 kW}{0.28} = 2.65 kW$$

(Ecuación 3.3)

$$CARGA = \frac{P_{Real}}{P_{N IN}} = \frac{0.27 kW}{0.74 kW} * 100 = 36.48 \%$$

(Ecuación 3.4)

De acuerdo a los datos obtenidos hacemos un promedio de las cargas calculadas con los tres métodos y obtenemos un promedio de la carga del motor expresado en la tabla 14.

Tabla 14. Datos obtenidos del ejemplo de carga promedio

MOTOR	Carga Promedio %
Transporte 1	34.42

Nota: Ejemplo de carga promedio de un motor. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

### 3.11. Levantamiento de información del sistema de iluminación

Como se mencionó al inicio del capítulo 3 en el ítem 3.4, un análisis de luminosidad será realizado en la bodega de almacenamiento de producto terminado, como se puede apreciar en la figura 26.

Esta zona, posee las botellas con su contenido, empaquetadas y listas para su distribución, sin embargo consta además de acceso de personas así como de equipos motorizados como montacargas, en caso de una mala iluminación natural y/o artificial podría llevar a una situación no deseada como un accidente por falta de iluminación.

Se emplea el uso de un luxómetro para conseguir los valores de luminosidad que posee el área y se identifican los tipos de iluminarias y circuitos que lo componen. Dichos valores de luminosidad se compararán con los datos estándar que deben cumplir el tipo de localidades de carácter industrial, según la norma de la IESNA, los niveles de luminosidad se encuentran en el anexo 18. De igual manera se tuvo como referencia el Artículo 56 del decreto 2393 del reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente De Trabajo del Régimen Laboral Ecuatoriano; su información se detalla en el anexo 19. El equipo que se

utilizará se lo aprecia en la figura 27 y trabaja según las normas JISC 1609:1993 y CNS 5119 cuyos rangos de operación son mostrados en el anexo 20.

Las mediciones se realizarán tanto en la mañana como en la tarde, con luz natural y luz artificial respectivamente según sea el caso.

Bodega de almacenamiento de producto terminado



Figura 26. En la imagen se aprecia una parte de la bodega de producto terminado de la fábrica ORANGINE. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

Luxómetro Tenmars



Figura 27. Las mediciones de niveles de luminosidad fueron tomadas con el luxómetro TENMARS. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

### 3.12. Resultados del análisis de luminosidad.

Al realizar el estudio del área, se determinaron las siguientes dimensiones de la localidad expresadas en la tabla 15.

Tabla 15. Dimensiones de la bodega de producto terminado

<b>Largo (m)</b>	36
<b>Ancho (m)</b>	21
<b>Altura (m)</b>	6
<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	756

Nota: Los datos muestran el espacio físico de la zona evaluada.  
Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

El área evaluada posee dos tipos de luminarias, lámparas tipo campana a 220V y lámparas fluorescentes a 110V. Las lámparas tipo campana son de dos tipos también. Lo que se añade a un circuito independiente para ambos tipos de luminarias, es decir un circuito de alimentación a 110V y otro de 220V, la cantidad de lámparas se muestra en la tabla 16 y su distribución en la figura 28.

Tabla 16. Cantidad de lámparas

<b>Lámparas tipo campana</b>	16
<b>Lámparas tipo fluorescente</b>	15
<b>Total</b>	31

Nota: Los datos muestran las lámparas que se encuentran distribuidas en la zona evaluada.  
Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

Distribución actual del sistema de iluminación bodega de almacenamiento de producto terminado

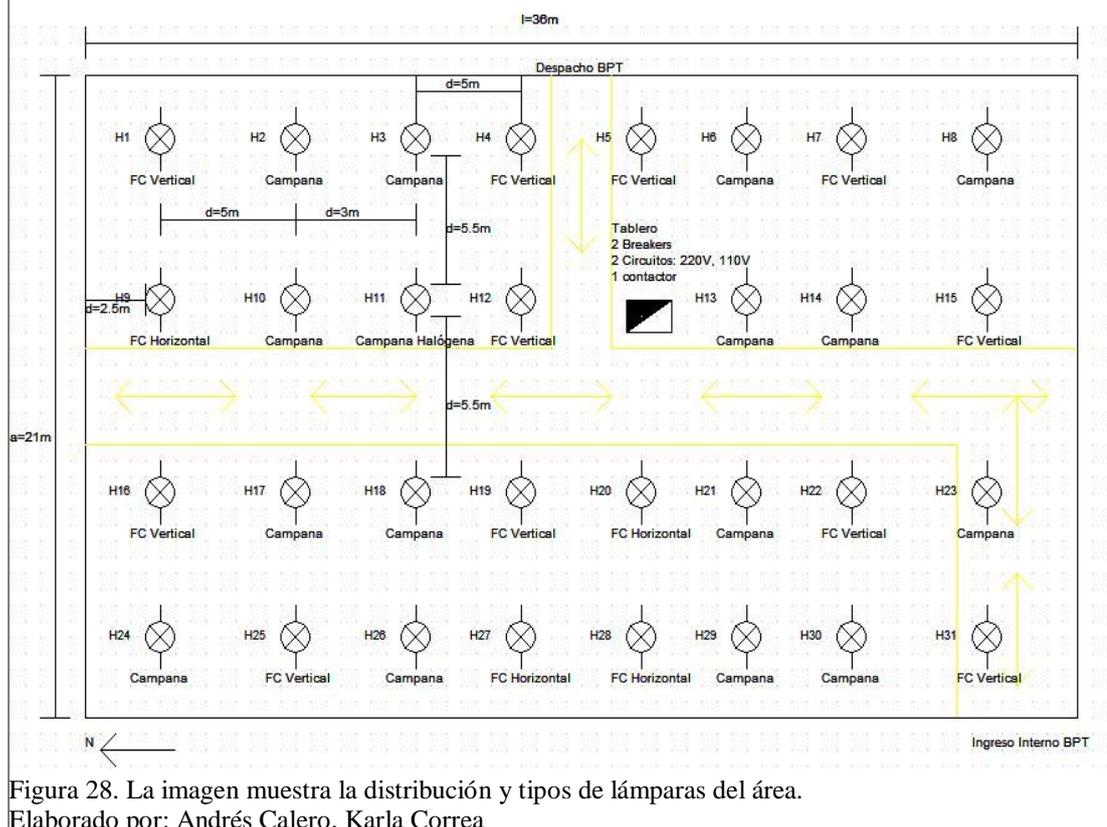


Figura 28. La imagen muestra la distribución y tipos de lámparas del área.  
Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

### 3.12.1. Iluminación natural.

Para iluminación natural, se la realizó en la mañana a las 10:30 a.m. en las diferentes zonas de medición que se encuentra en el anexo 21. Las mediciones tuvieron que ser realizadas teniendo en cuenta la ubicación de las botellas en la bodega.

### **3.12.1.1. Iluminación en la mañana**

La iluminación natural es considerable como buena, cumpliendo el valor estándar de 1000 lux del Decreto 2393; en la mayoría de los puntos y existen tres puntos, donde la iluminación es baja. Al realizar la medida con el luxómetro se obtuvieron los datos que muestran en el anexo 22.

### **3.12.1.2. Iluminación en la tarde**

La iluminación en la tarde baja considerablemente, teniendo en cuenta además las condiciones climáticas y la hora de la medida, los datos obtenidos se aprecian en el anexo 22. Se puede apreciar que los valores están por debajo completamente de los estándares mostrados por el Decreto 2393.

### **3.12.2. Iluminación artificial**

La medición con luz artificial se la hizo solamente en la tarde, los datos obtenidos se expresan en el anexo 22. Se puede apreciar que los valores están por debajo completamente de los estándares, incluso con las luminarias encendidas, sin embargo se aprecia que la mayoría de las lámparas de 220V y de 110V están fuera de funcionamiento al momento de encenderlas. Y hay una lámpara tipo campana que por sí sola ilumina con 500 lux. Otro problema es que el sistema de mando no es nada apto y se encuentra descubierto lo que podría causar un gran accidente a alguien que encienda las luminarias. El Decreto 2393 se encuentra detallado en el anexo 19.

### **3.13. Diseño Actual del Alumbrado de la bodega**

Las condiciones actuales de la bodega deberían cumplir un estándar de iluminación, en este caso dado por el Decreto 2393. Además las condiciones de paredes y techos para este tipo de localidades, debe ser apto para su operación según su reflexión. Dichos datos se muestran en el anexo 11.

Con los datos que se tiene, de reflexión de paredes y el tipo de lámparas, se calcula el total de luminarias que deben estar instaladas en la zona de estudio.

Para conocer dichos datos se revisa el anexo 18, y se añade los datos que se muestran en la tabla 17.

Tabla 17. Datos para el diseño de alumbrado

<b>Largo l (m)</b>	36
<b>Ancho a (m)</b>	21
<b>Altura h (m)</b>	6
<b>Área A (m<sup>2</sup>)</b>	756
<b>CU</b>	0,44
<b>FM</b>	0,7
<b>E (lx)</b>	1000
<b>Φlamp</b>	50000

Nota: Datos obtenidos tras la inspección del área a evaluar. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

Dónde:

E: iluminación que debe poseer el local según su tipo.

CU: coeficiente de utilización, que es dado según los datos del anexo 12.

FM: factor de mantenimiento, que se da según la calidad de las instalaciones, su valor va desde 0.8 para condiciones óptimas, 0.7 aceptables, 0.6 malas. (Ministerio de Energía y Minas, 2000)

Φlamp: factor luminoso de la lámpara

Para conocer la cantidad de luminarias, se procede a calcular el índice de local “k” por medio de la ecuación 3.5.

$$k = \frac{l * a}{h(l + a)}$$

(Ecuación 3.5).

Teniendo en cuenta los datos de la tabla 3.11 se obtiene el valor de k.

$$k = \frac{36 * 21}{6(36 + 21)}$$

$$k = 2.21$$

Con este valor de “k”, se procede a revisar las tablas de reflexión según los valores del techo y paredes para así determinar CU, dichos datos se ven en el anexo 8. Teniendo dicho valor, se usa los valores de la tabla 3.11 y se procede a usar la ecuación 3.6 para la cantidad de luminarias.

$$N^{\circ} \text{ de luminarias} = \frac{E * A}{Cu * FM * \Phi lamp}$$

Ecuación 3.6

$$N^{\circ} \text{ de luminarias} = \frac{1000 \text{ lx} * 756 \text{ m}^2}{0.44 * 0.7 * 50000}$$

$$N^{\circ} \text{ de luminarias} = 49$$

Redondeando darían 50 lámparas las que deben estar instaladas en la bodega con las condiciones actuales de la localidad; la distribución se muestra en la figura 29.

Distribución para el sistema de iluminación en bodega de almacenamiento de producto terminado

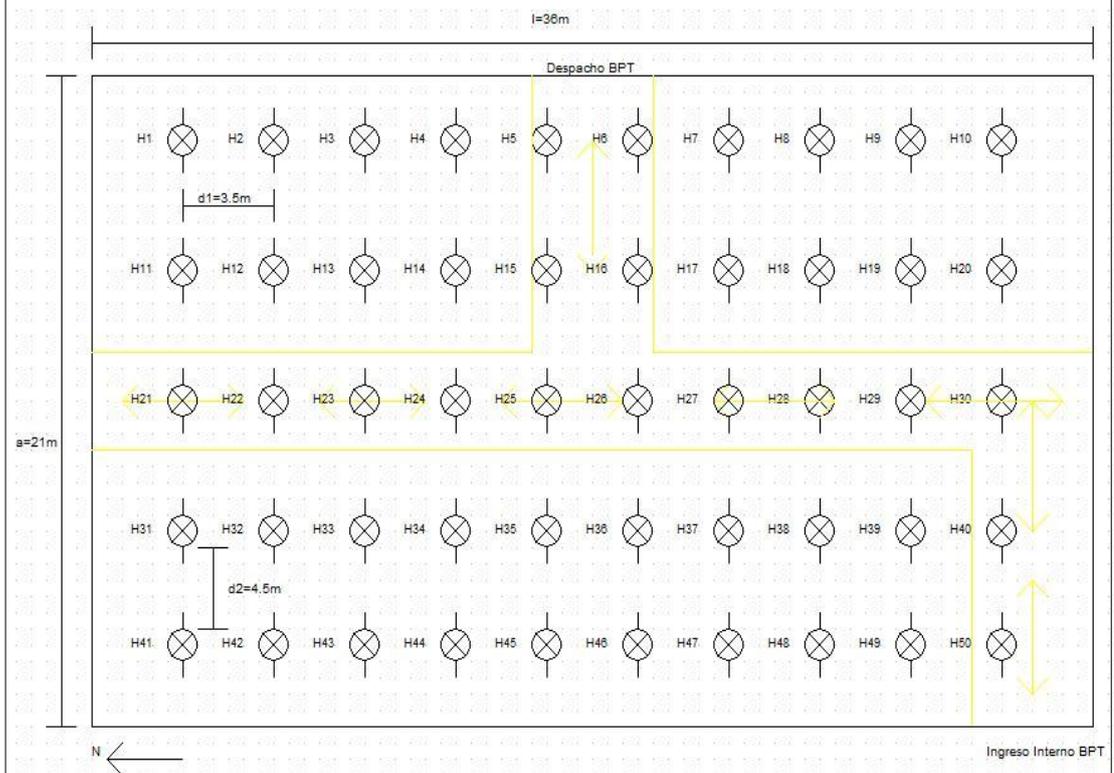


Figura 29. Con las condiciones actuales, y con la luminaria actual de HSI-T400W, ésta sería la distribución correcta de lámparas. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa.

## **CAPÍTULO 4**

### **ESTRATEGIAS PARA EL AHORRO ENERGÉTICO DE LA FÁBRICA ORANGINE**

#### **4.1. Requisitos para la ejecución de la propuesta de ahorro energético según la norma NTE INEN-ISO 50001**

##### **4.1.1. Requisitos generales de la organización**

- Debe establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de energía de acuerdo con los requisitos de la norma NTE INEN-ISO 50001.
- Definir y documentar los alcances y límites de su sistema de gestión de energía.
- Determinar cómo cumplirá los requisitos de esta norma con la finalidad de conseguir mejoras continuas del desempeño energético así como del sistema de gestión de energía.

##### **4.1.2. Responsabilidad de la dirección**

###### **4.1.2.1. Alta dirección**

- Debe presentar su compromiso al apoyar el sistema de gestión de energía y su continua eficiencia.
- Definir, establecer, implementar y conservar una política energética.
- Designar un representante de la dirección y aprobar la creación de un equipo de gestión de energía.
- Suministrar los recursos necesarios para establecer, implementar, mejorar y conservar el sistema de gestión de energía y el desempeño energético resultante.
- Reconocer los límites establecidos en el sistema de gestión de energía.
- Comunicar la importancia de la gestión de la energía dentro de la organización.
- Asegurar que se cumplan los objetivos y metas energéticas.
- Considerar el desempeño energético en un periodo a largo plazo.

- Asegurar que los indicadores de desempeño energético sean apropiados para la organización.
- Informar de las mediciones de los datos y darlos a conocer.
- Llevar a cabo las revisiones por parte de la dirección.

#### **4.1.2.2. Representante de la dirección**

- Asegurar que el sistema de gestión energético se implemente, y se mejore continuamente de acuerdo con los requisitos de la norma.
- Identificar a personas, previa autorización de la dirección, para trabajar con el representante de la dirección en el apoyo de las actividades de gestión de energía.
- Informar sobre el desempeño energético y el sistema de gestión de energía a la alta dirección.
- Asegurar que la planificación de las actividades de gestión de energía se diseñe para apoyar la política energética de la organización.
- Definir y comunicar responsabilidades y autoridades con la finalidad de facilitar la gestión eficaz de la energía.
- Determinar los criterios y métodos necesarios para asegurar que tanto la operación como el control del sistema de gestión energético sean eficaces.
- Promover la toma de conciencia de la política energética y de los objetivos en todos los niveles de la organización.

(Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

#### **4.2. Costos y propuestas para motores y sistemas de arranque para la línea crown**

Un equipo que utiliza un arrancador suave utiliza menor energía eléctrica a diferencia que uno que trabaja a una velocidad constante y fija al momento del arranque, limitando las altas intensidades que se producen en la puesta en marcha y el par de arranque; se disminuye al mismo tiempo las averías y prolonga la vida útil del equipo.

Un motor consume entre 5-8 veces su corriente nominal en el momento del arranque, por lo que utilizando un arrancador suave, su pico de corriente decrece haciendo muy

notable la disminución de la electricidad consumida en la empresa, principalmente porque en el análisis de calidad de energía realizado los mayores consumidores de energía fueron los eventos de Depresión de Voltaje (DIP) que se dan por arranques y paros continuos de los equipos.

#### 4.2.1. Adquisición de arrancadores suaves

Los arrancadores suaves, serían instalados en los motores de mayor consumo de la línea Crown. Al utilizar arrancadores suaves el consumo de corriente por cada arranque que tenga el equipo consumirá de 5 a 8 veces menos la intensidad nominal que la que se consume sin utilizarlos. Como se puede apreciar en la tabla 18.

Tabla 18. Ejemplo de un motor de la línea Crown con arrancador.

<b>Motor</b>	<b>Corriente nominal (A)</b>	<b>Corriente de arranque directo (A)</b>	<b>Corriente de arranque con arrancador suave (A)</b>
Compresor De Amoniaco #1	102	816	365.45

Nota: Datos obtenidos de uno de los motores de la línea Crown.  
Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

La siguiente tabla 19 muestra el costo de inversión de Arrancadores Suaves para los motores de mayor consumo dentro de la Línea Crown.

Tabla 19. Costo de inversión de arrancadores suaves

<b>Motores línea crown</b>	<b>Costo arrancadores WEG (USD)</b>
<b>Motor lavadora botellas</b>	490.36
<b>Bomba lavadora jabas (blanco)</b>	297.23
<b>Bomba lavadora jabas (azul)</b>	297.23
<b>Compresor amoniaco #1</b>	910.88
<b>Compresor amoniaco #2</b>	910.88
<b>Total</b>	<b>2,906.58</b>

Nota: Proforma de la Empresa REmECO. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

Como se muestra en la tabla 19, el monto total de la inversión en la compra de arrancadores suaves para reducir la corriente de arranque en los motores de la línea Crown es de 2,906.58 USD.

A estos arrancadores suaves marca WEG se los puede configurar para limitar la intensidad de arranque como: Corriente Eficaz de Arranque con Rampa de Tensión y Corriente Eficaz de Arranque con Limitación de Corriente.

#### 4.2.2. Viabilidad y retorno de la inversión con la adquisición de los arrancadores suaves WEG

Se procede a calcular el retorno de la inversión por medio de las ecuaciones que se encuentran en los anexos 8 y 9; teniendo presente también los datos de la tabla 19.

Para el caso del arrancador con configuración de arranque con rampa de tensión

$$\text{Retorno de la Inversión (años)} = \frac{\text{Ahorro anual por energía (USD)}}{\text{Ahorro total anual (USD)}}$$

(Ecuación 4.8)

$$\text{Retorno de la Inversión (años)} = \frac{2,906.58\text{USD}}{3,101.79\text{USD}}$$

**Retorno de la Inversión 0.94 años**

Para el caso del arrancador con configuración de arranque con limitación de corriente.

$$\text{Retorno de la Inversión (años)} = \frac{\text{Ahorro anual por energía (USD)}}{\text{Ahorro total anual (USD)}}$$

(Ecuación 4.8)

$$\text{Retorno de la Inversión (años)} = \frac{2,906.58\text{USD}}{3,105.16\text{USD}}$$

**Retorno de la Inversión 0.94 años**

La adquisición de arrancadores suaves beneficia a la fábrica porque reduce el consumo de energía eléctrica; por lo tanto es viable, pues disminuye el consumo de potencia absorbida en el arranque de los motores de 431.38W a 219.60W, según los datos obtenidos en el anexo 7.

Al hacer el análisis de sus diferentes configuraciones, los autores recomiendan la configuración *en arranque con rampa de tensión*, porque reduce la corriente de arranque aproximadamente a la mitad del consumo actual, beneficiando a la disminución de picos de corriente. Como se detalla en el anexo 9, se genera un ahorro de 2,943.89 USD al año. El costo de la inversión por cinco arrancadores es de 2,906.58 USD con un retorno de inversión de 0.94 años. Es decir que con el ahorro se puede pagar la inversión de los arrancadores. La cotización se encuentra en el anexo 13.

#### 4.2.3. Adquisición de motores de alta eficiencia

La tabla 20 muestra un ejemplo del ahorro de energía que se obtendrá si se reemplazara un motor antiguo por uno nuevo. De acuerdo con la cotización de la

empresa REEmECO adjunta en el anexo 13 y las ecuaciones para determinar el ahorro en kWh y su costo se detallan en el anexo 10.

Tabla 20. Ejemplo de ahorro de energía cambiando un motor nuevo por un antiguo.

	<b>Motor actual</b>	<b>Motor de eficiencia</b>
<b>Rendimiento</b>	70%	93%
<b>Corriente nominal (A)</b>	102	73.91
<b>Factor de potencia</b>	0,86	0,84
<b>Temperatura ambiente</b>	–	40 °C
<b>Tensión (V)</b>	220	220
<b>Potencia nominal (kWh)</b>	30	22
<b>Ahorro de potencia (kWh)</b>	–	8
<b>Costo motor nuevo (USD)</b>	–	1,378.81
<b>Ahorro de energía (kWh)</b>	–	29,823.36 por año
<b>Ahorro en dólares a \$0,078 por KWH (recuperación) (USD)</b>	–	2,326.22 por año

Nota: Comparación de un motor antiguo con uno de alta eficiencia.

Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

El ahorro de consumo en un año de la utilización de un motor nuevo es de 29,823.36kWh con un ahorro en dólares de 2,326.22USD.

Además que los motores de eficiencia mejoran el factor de potencia cuando se trabaja a un 65% o más de su carga total, no necesitan un mantenimiento repetitivo y consumen menos corriente.

#### **4.2.4. Viabilidad y retorno de la inversión con la adquisición de motores WEG de alta eficiencia.**

La presente tabla 21 muestra el costo que tendrá la adquisición de nuevos motores con la cotización respectiva de la empresa “Representaciones Metalmecánicas C.A. (REEmECO)” y el retorno de inversión que tendrá.

Las ecuaciones de cálculos realizados para la siguiente tabla se encuentran en el anexo 10, la cotización de motores nuevos se encuentra en el anexo 13.

Tabla 21. Ahorro de energía y ahorro económico en un año

Motores línea crown	Motor Antiguo Potencia (kW)	Motor Nuevo Potencia Requerida (kW)	Ahorro de energía (kWh)	Costo motores nuevos (USD)	Ahorro en dólares a \$0,078 por kWh (USD)
Transporte 1	0.73	0.18	2,092.20	94.36	163.19
Transporte 2	0.73	0.18	2,092.20	94.36	163.19
Transporte 3	0.73	0.18	2,092.20	94.36	163.19
Transporte 4	0.73	0.18	2,092.20	94.36	163.19
Transporte 5	0.73	0.18	2,092.20	94.36	163.19
Transportador hacia encapsuladora	0.37	0.25	467.89	97.36	36.50
Transportador ingreso a etiquetado	0.56	0.37	720.86	116.85	56.23
Transportador etiquetadora	0.56	0.37	722.76	116.85	56.38
Transportador ingreso a termoformadora #1	0.48	0.37	408.70	116.85	31.88
Transportador ingreso a termoformadora #2	0.78	0.75	126.67	127.21	9.88
Transportador salida termoformadora	0.20	0.18	79.88	94.36	6.23
Motor lavadora botellas	11.04	10.00	3,956.16	680.41	308.58
Bomba lavadora jabas (blanco)	3.73	3.00	2,776.92	260.30	216.60
Bomba lavadora jabas (azul)	3.73	3.00	2,776.92	260.30	216.60
Compresor amoniaco #1	29.84	22.00	29,823.36	1,370.81	2,326.22
Compresor amoniaco #2	29.84	22.00	29,823.36	1,370.81	2,326.22
<b>Total</b>	<b>84.78</b>	<b>63.19</b>	<b>82,144.49 por año</b>	<b>5,083.91</b>	<b>6,407.27 por año</b>

Nota: Valores tras la adquisición de motores de alta eficiencia.

Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

$$Retorno\ de\ la\ Inversion\ (años) = \frac{Costo\ Inversion\ (USD)}{Ahorro\ Energia\ (USD)}$$

$$Retorno\ de\ la\ Inversion\ (años) = \frac{5,083.91\ USD}{6,407.27\ USD} = 0,79$$

La inversión de los nuevos motores se recuperará en 0.79 años.

Al usar estos motores de alta eficiencia se ahorra 82,144.49 kWh al año, lo que representa un ahorro de 6,470.27 USD. La inversión por los motores es de 5,083.91 USD, lo cual se puede apreciar en la tabla 21. El retorno de la inversión es de 0.79 años, con el ahorro económico que se generaría al implementar estos motores, se

puede pagar la inversión. Las ecuaciones de retorno de la inversión y cotizaciones de los motores se encuentran en el anexo 10 y 13 respectivamente.

La implementación de motores de Alta Eficiencia reduce la potencia consumida de 84.78kW a una de 63.19kW según se describe en la tabla 21, además de requerir menor mantenimiento y mejorar el factor de potencia lo que beneficia a la fábrica vemos que es viable económicamente y energéticamente.

### 4.3. Sistema de iluminación para la bodega de producto terminado

Después del análisis de luminosidad realizado en el capítulo 3, se sugiere mejorar el color del techo de la bodega, para que sea claro y no oscuro.

Con dicha característica el CU cambia a 0.92, por lo que se hace el estudio de la nueva distribución y cantidad de luminarias para la bodega de almacenamiento de producto terminado, según los datos de la tabla 22.

Tabla 22. Datos para el diseño de alumbrado

<b>Largo l (m)</b>	36
<b>Ancho a (m)</b>	21
<b>Altura h (m)</b>	6
<b>Área A (m<sup>2</sup>)</b>	756
<b>CU</b>	0,92
<b>FM</b>	0,7
<b>E (lx)</b>	1000
	750
<b>Φ lamp (lm)</b>	50000

Nota: Valores considerando un CU mejorado. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

El nuevo valor del índice del local “k”, usando la ecuación 3.5 es el siguiente:

$$k = 2.21$$

Usando la ecuación 3.6, para el cálculo del número de luminarias, se propone:

**Primer Caso: E=1000 lx**

$$N^{\circ} \text{ de luminarias} = 23$$

En este caso se redondea a 24 luminarias para una distribución homogénea.

**Segundo Caso: E=750 lx**

$$N^{\circ} \text{ de luminarias} = 18$$

Con el número de luminarias, en la figura 30 se observa la distribución para el primer caso. Y en la figura 31 se observa la distribución para el segundo caso.

Distribución del número de luminarias en bodega de almacenamiento de producto terminado con 24 luminarias

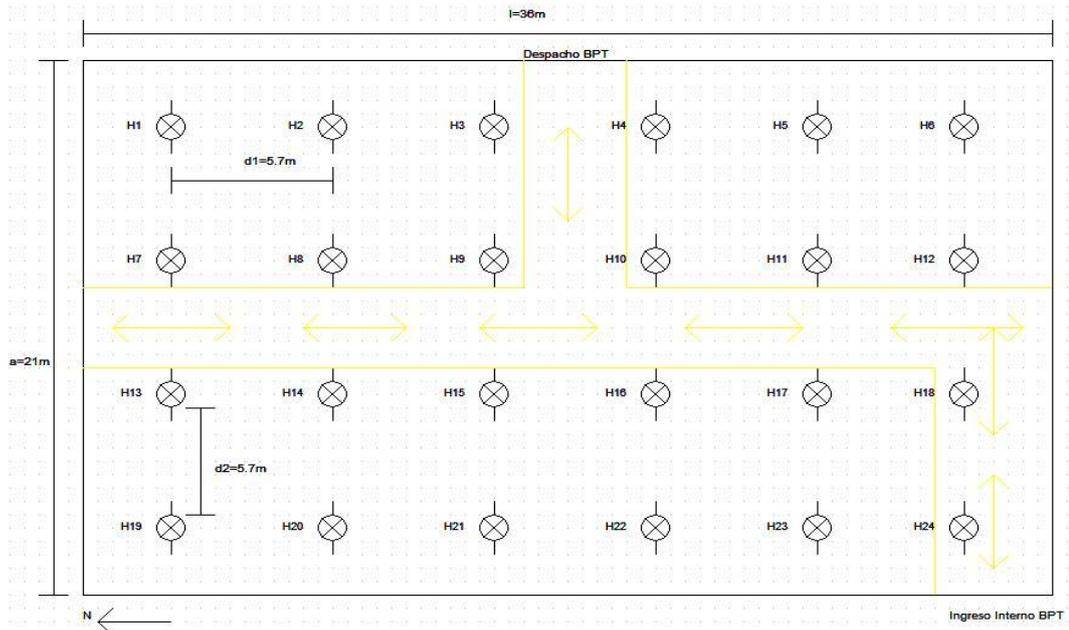


Figura 30. Propuesta con 24 luminarias. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa.

Distribución del número de luminarias en bodega de almacenamiento de producto terminado con 18 luminarias

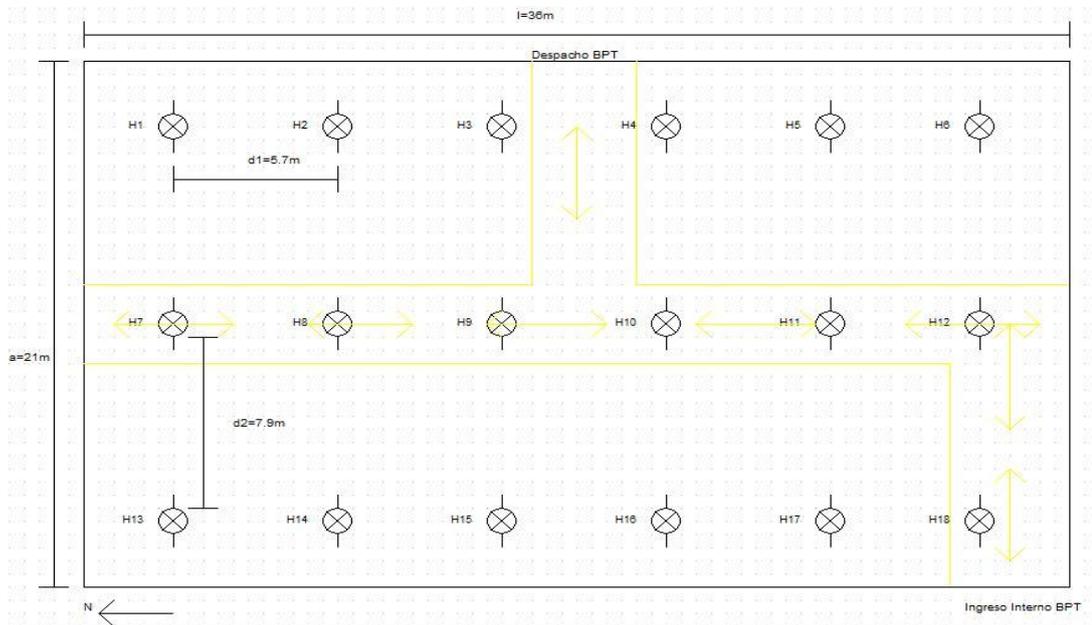


Figura 31. Propuesta con 18 luminarias. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa.

#### 4.4. Costos de las propuestas para el sistema de iluminación.

Las empresas a las que se consultaron los precios de los equipos de iluminación en la ciudad de Quito, fueron HAVELLS SYLVANIA y MATELEC. Ambas propuestas se encuentran en los anexos 14 y 15 respectivamente. En la tabla 23 y 24, se muestra un resumen de los productos ofertados.

Tabla 23. Costos de las Campanas de iluminación

Empresa	Matelec	Havells Sylvania
Modelo	SYLVANIA MH ACRILICA 22"	SYLVANIA MH ACRILICA 22"
Valor (USD)	152	112
24 U	3,648.00	2,688.00
18 U	2,736.00	2,016.00

Nota: Se consideran las cotizaciones de las empresas Matelec y Havells Sylvania para el análisis. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

Tabla 24. Costos de las lámparas

Empresa	Matelec	Havells Sylvania		
Modelo	SYLVANIA HSI-T 400W	SYLVANIA HSI-T 400W	SYLVANIA SYLBELL LED ULTRAFLAT	SYLVANIA EVO HIGH BAY LED
Tipo	Halogenuros Metálicos	Halogenuros Metálicos	LED	LED
Boquilla	E40	E40	NA	NA
Voltaje (V)	220	220	198/242	90/305
Potencia (W)	400	400	180	190
Flujo luminoso (lm)	40000	40000	16200	21573
Vida útil (h)	10000	10000	50000	50000
Valor (USD)	21.60	19.00	520.00	400.00
Valor por 24 unidades (USD)	518.40	456.00	12,480.00	9,600.00
Valor por 18 unidades (USD)	388.80	342.00	9,360.00	7,200.00

Nota: Valores proporcionados por las empresas Matelec y Havells Sylvania. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

Visto de esta forma, por las 24 y 18 lámparas de tipo halogenuro metálico con sus campanas respectivas, tendrían un valor total que se muestra en la tabla 25.

Tabla 25. Costo total de las lámparas con sus luminarias

Empresa	Matelec	Havells Sylvania
Valor 24 unidades (USD)	4,166.40	3,144.00
Valor 18 unidades (USD)	3,124.80	2,358.00

Nota: Valores proporcionados por las empresas Matelec y Havells Sylvania.

Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

Si se compara las lámparas tipo halogenuro metálico con las lámparas de tecnología LED, el valor de la inversión inicial es menor. Sin embargo, la ventaja de la tecnología LED es su vida útil, como se muestra en la tabla 24 es de 50000 horas. Es decir duran 5 veces más que una lámpara convencional de halogenuro metálico.

#### 4.4.1. Beneficios económicos de la sustitución de una luminaria de halogenuros metálicos de 400W por tecnología LED de 180W o 190W.

En la tabla 26 se realiza la comparación entre las luminarias teniendo en cuenta su vida útil y el valor del costo de la energía por kWh.

Tabla 26. Beneficios de sistemas LED vs luminarias de halogenuros metálicos

<b>Empresa</b>	Matelec	Havells Sylvania		
<b>Lámpara</b>	SYLVANIA HSI-T 400W	SYLVANIA HSI-T 400W	SYLVANIA SYLBELL LED ULTRAFLAT	SYLVANIA EVO HIGH BAY LED
<b>Potencia (W)</b>	400	400	180	190
<b>Vida útil (h)</b>	10000	10000	50000	50000
<b>Valor (USD)</b>	21.60	19.00	520	400
<b>Costo energía por kWh (USD)</b>	0,078	0,078	0,078	0,078
<b>Inversión en 50000 h</b>	108	95	520	400
<b>Costo energía (USD)</b>	1560	1560	702	741
<b>Costo total(USD)</b>	1,581.60	1,579.00	1,222.00	1,141.00

Nota: Valores obtenidos considerando 50000 horas de inversión.

Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

Para evidenciar el ahorro que se genera, se realiza una diferencia entre las lámparas de halogenuro metálico y la tecnología LED entre ambas empresas. Teniendo ese precedente en la tabla 27, se muestran los valores de ahorro total al invertir en tecnología LED. Por ejemplo, usando el valor de la diferencia obtenido de 359.60 USD, por las 24 luminarias tipo panel LED versus las luminarias de halogenuro metálico, en términos económicos, se ahorra aproximadamente 8,630.40 USD. Tomando en cuenta un uso de 50000 horas de trabajo.

Tabla 27. Ahorro obtenido de una lámpara LED vs una lámpara de halogenuros metálicos

<b>Empresa</b>	Matelec	Havells Sylvania	Matelec	Havells Sylvania
<b>Producto</b>	SYLVANIA HSI-T 400W	SYLVANIA SYLBELL LED ULTRAFLAT	SYLVANIA HSI-T 400W	SYLVANIA SYLBELL LED ULTRAFLAT
<b>Valor (USD)</b>	1,581.60	1,222.00	1,581.60	1,141.00
<b>Ahorro total (USD)</b>	<b>359.60</b>		<b>440.60</b>	
<b>Empresa</b>	Havells Sylvania			
<b>Producto</b>	SYLVANIA HSI-T 400W	SYLVANIA SYLBELL LED ULTRAFLAT	SYLVANIA HSI-T 400W	SYLVANIA SYLBELL LED ULTRAFLAT
<b>Valor (USD)</b>	1,579.00	1,222.00	1,579.00	1,141.00
<b>Ahorro total (USD)</b>	<b>357.00</b>		<b>438.00</b>	

Nota: Ahorro en la adquisición de tecnología LED. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

#### 4.4.2. Viabilidad y retorno de la inversión al utilizarse tecnología LED.

Se procede a calcular el tiempo que toma el retorno de la inversión con los datos de las tablas 24 y 26, para efectos de análisis, se usa el panel LED de 180W como sistema de iluminación. Teniendo como precedente, que en la fábrica se tienen luminarias de 400W, y que se debe tener entre 24 y 18 lámparas para un sistema eficiente según los cálculos realizados anteriormente en el ítem 4.3, se procede a calcular el retorno de la inversión usando 24 luminarias, por medio de las ecuaciones descritas en el anexo 16.

$$\text{Retorno de la Inversión (años)} = \frac{\text{Ahorro anual por energía (USD)}}{\text{Ahorro total anual (USD)}}$$

(Ecuación 4.8)

$$\text{Retorno de la Inversión (años)} = \frac{12,480.00\text{USD}}{2,322.26\text{USD}}$$

**Retorno de la Inversión 5.4 años**

Teniendo en cuenta el procedimiento anterior, y los datos de las tablas 4.7 y 4.9; para las campanas LED de 190W, el tiempo de recuperación de la inversión es de 4.3 años según el anexo 16.

Por lo tanto, los autores sugieren utilizar el panel SYLBELL LED ULTRAFLAT de 180W, que es el que reemplaza a la campana de 400W según el anexo 14. Su

inversión es de 12,400.00 USD por veinte y cuatro (24) paneles LED que ofrecen una mejor iluminación. Su tiempo de recuperación es de 5.4 años. Al implementar los paneles LED se logra un ahorro energético de 5,280.00W, estos cálculos de retorno de inversión se encuentran en el anexo 16.

Por cuestiones de costo de adquisición, anexo 16, la tecnología LED versus las lámparas de halógenos metálicos, poseen un valor alto de 12,480.00USD de inversión. Por lo que no es viable desde el punto de vista económico. Sin embargo visto desde el lado de la vida útil de las lámparas, la tecnología LED dura cinco veces más que la tecnología de halógenos metálicos según los datos de la tabla 26. Otro punto a favor es la cantidad de potencia a consumir, conforme los datos de la tabla 26, el panel LED posee 180W mientras que la tecnología de halógenos metálicos posee 400W. Por lo tanto, desde el punto de vista tecnológico, vida útil del equipo y por consumo de potencia, es viable la implementación de las lámparas con tecnología LED.

El plan de eficiencia energética para la reducción del consumo eléctrico de la línea Crown y de la bodega de almacenamiento de producto terminado en la fábrica ORANGINE durante el año 2015 se encuentra en el documento técnico elaborado en el anexo 23.

## RECOMENDACIONES

- Se puede solicitar al Ejecutivo de cuenta de la empresa eléctrica un costo preferencial del kilovatio - hora, si la planta opera en los horarios de baja demanda y lograr beneficio mutuo. Para entrar a los horarios de baja demanda se podría modificar la planificación actual de la jornada laboral.
- Evitar los paros no programados, en las líneas de producción para disminuir los eventos DIP pues se presentan cada vez que los motores arrancan. Además revisar la configuración de los variadores de velocidad, para que los arranques o paros no generen picos de corriente tan elevados.
- Migrar hacia sistemas de iluminación con tecnología LED. Cambiar o repintar los techos con colores claros en la bodega de almacenamiento de producto terminado para tener un mejor coeficiente de reflexión.
- Realizar un balance de carga en el secundario del transformador TR2 y hacer una evaluación del sistema de puesta tierra de las líneas de producción, para no sobrecalentar los conductores eléctricos, y mejorar la operatividad de la planta.
- Para alcanzar la certificación ISO 50001, se recomienda que la empresa se comprometa a desarrollar planes de acción para la eficiencia energética y la reducción de impactos ambientales.
- Los estudios realizados en las áreas Crown y Bodega de almacenamiento de producto terminado pueden ser tomados como base, para ser aplicados en otras áreas de la fábrica.

## CONCLUSIONES

- La fábrica ORANGINE durante el primer semestre del año 2015, ha tenido un aumento en el consumo de energía eléctrica sobre el resto de recursos energéticos que usa la fábrica como lo son el CO<sub>2</sub>, el GLP y el diesel; lo que convierte a la electricidad en el mayor consumidor energético de la planta con un 41% del total del valor a pagar por recursos energéticos.
- Mediante los diagramas unifilares levantados, en la línea Crown, se procedió a identificar y reconocer el funcionamiento de todo el proceso de la línea, para determinar el consumo de energía eléctrica en los motores, bombas de flujo y compresores de amoniaco.
- Dentro de la fábrica, la línea Crown es aquella donde se embotellan bebidas en plástico y vidrio, es la que alcanza el mayor consumo de energía con 7.76 KWh. Esto se debe a que los motores actuales no son de alta eficiencia en la línea Crown-Vidrio, también porque la lavadora de botellas se compone de varios motores y bombas que poseen potencias superiores a los 15HP, y finalmente a dos compresores de amoniaco de 40HP cada uno, que sirven para el enfriamiento de los jarabes antes de realizar la mezcla para obtener las bebidas gaseosas.
- Con el uso de un analizador industrial FLUKE 434, conectado en el tablero principal de la línea Crown se midió los parámetros para la calidad de la energía eléctrica, y potencia de consumo. Los parámetros que se midieron se rigen bajo la norma EN50160 para tener un valor de referencia en los eventos que se puedan presentar durante la medición.
- El 38,7%, de la capacidad del transformador TR2 de 300 kVA de la planta, es utilizado por las líneas Crown Pet y Crown Vidrio, esto representa 116,1 kVA. Y que corresponde a la utilización de motores, bombas, sistemas neumáticos, sistemas de codificación y sistemas de etiquetado.
- El principal evento que se detecta es por depresión de voltaje (DIP), los cuales son generados por los paros y arranques de los motores de la línea Crown. Además se presentan otros eventos como FLIKER (picos de voltaje), valor verdadero RMS y factor de potencia. Estos eventos se registraron en 21 horas de las 120 horas en total de acuerdo con la norma EN50160, que establece para todos los parámetros de evaluación un periodo de tiempo

semanal por número de eventos, por lo tanto se evidencia una condición de calidad de energía deficiente.

- Por medio del diagrama de Pareto, se analizaron los eventos registrados por el analizador industrial FLUKE 434 para conocer cuál de ellos sobrepasa del 80% y así tomar acción sobre el mismo; el resultado arrojó que son los eventos DIP. Dejando de lado con el 20% restante, a los eventos menos relevantes como eventos por bajo factor de potencia, picos de carga, eventos RMS, parpadeo, armónicos, entre otros.
- Las estrategias para mejorar la calidad de energía son: instalar arrancadores suaves con rampa de tensión en los motores de mayor potencia, para atenuar los eventos DIP, se determinó un ahorro de 2,943.89 USD al año. En el caso de usar arrancadores suaves en configuración con limitación de corriente se tiene un ahorro de 2,435.35 USD al año para la línea Crown.
- La estrategia para mejorar el consumo de energía en la línea Crown es: reemplazar los motores de tecnología antigua por motores de alta eficiencia. Por cada año que la empresa no renueve sus motores, pierde 82,144.49 kWh que representa un costo económico de 6,407.27USD al año.
- Tras el análisis de luminosidad en la bodega de almacenamiento de producto terminado, se determina que la tecnología LED es la más adecuada. Si el sistema de iluminación actual se mantiene, cada año la empresa desperdicia una potencia de 5.3 kWh lo que representa 1,803.86 USD aproximadamente.
- Finalmente sumando los valores económicos, la empresa perdería anualmente por no renovar los motores, mantener sistemas de iluminación ineficientes y sistemas de arranque no controlados; un valor total aproximado de 11,236.48 USD en la línea Crown y en la bodega de producto terminado.
- El plan de eficiencia energética detallado en el documento técnico del anexo 23, permite conocer las estrategias viables seleccionadas por los autores para la mejora del consumo eléctrico en la fábrica ORANGINE. Pues se rigen a normas nacionales e internacionales así como a cálculos matemáticos que llevaron a la formulación de las mejores opciones de ahorro energético.

## REFERENCIAS

- Agencia de Regulación y Control de Electricidad. (15 de Agosto de 2015). *ARCONEL*. Obtenido de Pliego Tarifario para Empresas Eléctricas: [http://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/10/pliego\\_tarifario\\_2015.pdf](http://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/10/pliego_tarifario_2015.pdf)
- Col.legi d'Aparelladors, Arquitectes Tècnics i Enginyers d'Edificació de Barcelona. (4 de Junio de 2015). *Documento Básico HE de Ahorro de Energía*. Obtenido de [http://www.apabcn.cat/Documentacio/areatecnica/legislacio/CTE\\_DB\\_HE.pdf](http://www.apabcn.cat/Documentacio/areatecnica/legislacio/CTE_DB_HE.pdf)
- CONELEC. (20 de Agosto de 2015). *Pliego Tarifario para Empresas Eléctricas*. Obtenido de [http://www.conelec.gob.ec/images/documentos/doc\\_10765\\_Pliego%20Tarifario.pdf](http://www.conelec.gob.ec/images/documentos/doc_10765_Pliego%20Tarifario.pdf)
- DEMO E-DUCATIVA CATEDU. (7 de Julio de 2015). *Recursos Energéticos*. Obtenido de [http://e-educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//3500/3669/html/3\\_recursos\\_energticos.html](http://e-educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//3500/3669/html/3_recursos_energticos.html)
- EKOS. (27 de Febrero de 2014). *Información Estratégica*. Obtenido de Zoom al sector alimenticio. EL PORTAL DE NEGOCIOS: <http://www.ekosnegocios.com/negocios/verArticuloContenido.aspx?idArt=3040>
- Empresa Eléctrica Quito. (20 de Agosto de 2015). *Pliego Tarifario*. Obtenido de <http://www.eeq.com.ec:8080/servicios/pliego-tarifario>
- ENTRESISTEMAS. (9 de Septiembre de 2015). *Eficiencia energética*. Obtenido de <http://entresistemas.com/eficiencia-y-mejora-de-los-procesos/eficiencia-energetica/>
- F.R.B.A. & Álvarez, J. (23 de Julio de 2015). *Pérdidas y Calentamiento*. Obtenido de [http://www4.frba.utn.edu.ar/html/Electrica/archivos/Apuntes\\_EyM/Capitulo\\_6\\_Perdidas\\_y\\_calentamiento.pdf](http://www4.frba.utn.edu.ar/html/Electrica/archivos/Apuntes_EyM/Capitulo_6_Perdidas_y_calentamiento.pdf)
- Fayed, M. (2011). *Evaluation Assessment of Sound and Light Levels for Green Manufacturing Case Study*. Obtenido de Serial Journals: <http://www.serialsjournals.com/serialjournalmanager/pdf/1328605075.pdf>

- Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad. (14 de Octubre de 2015). *FUNDIBEQ*. Obtenido de Diagrama de Pareto: [http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/galler/y/methodology/tools/diagrama\\_de\\_pareto.pdf](http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/galler/y/methodology/tools/diagrama_de_pareto.pdf)
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2001). Código Eléctrico Nacional CPE INEN 19:2001. En INEN.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2012). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 50001:2012. En INEN.
- Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables. (5 de Noviembre de 2015). *Eficiencia Energética con Luminarias Led*. Obtenido de [http://www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/05/06\\_02\\_LED\\_AP\\_EEP\\_Guayaquil1.pdf](http://www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/05/06_02_LED_AP_EEP_Guayaquil1.pdf)
- Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables. (3 de Junio de 2015). *ENGRANCONEL*. Obtenido de Optimizar la Eficiencia Energética en la Industria del Ecuador año 2005-2006: [http://www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/06/20130606\\_EGRANCONEL.pdf](http://www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/06/20130606_EGRANCONEL.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística. (12 de Agosto de 2015). *INE*. Obtenido de Panorámica de la Industria: [http://www.ine.es/ss/Satellite?L=es\\_ES&c=INEPublicacion\\_C&cid=1259925129176&p=1254735110672&pagename=ProductosYServicios%2FPYSLayo ut&param1=PYSDetalleGratis](http://www.ine.es/ss/Satellite?L=es_ES&c=INEPublicacion_C&cid=1259925129176&p=1254735110672&pagename=ProductosYServicios%2FPYSLayo ut&param1=PYSDetalleGratis)
- International Energy Agency. (2015). *Energy Efficiency Market Report 2015*. París. Francia. Obtenido de <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/MediumTermEnergyefficiencyMarketReport2015.pdf>
- ISBEL G. (12 de Agosto de 2015). *CO2*. Obtenido de Gas Carbónico: <http://isbelg.over-blog.com/article-que-carbonico-para-que-sirve-86799585.html>
- LINDE. (12 de Agosto de 2015). *Diesel*. Obtenido de Gases Industriales: [http://www.abellolinde.es/es/industries/food\\_and\\_beverage/distribution/index.html](http://www.abellolinde.es/es/industries/food_and_beverage/distribution/index.html)
- Markiewick, H & Klajn, A. . (2004). Perturbaciones de Tensión. Norma EN 50-160, Wroclaw University of Technology. En H. & Markiewick. Wroclaw, Polonia.
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (22 de Mayo de 2015). *Eficiencia Energética*. Obtenido de <http://www.energia.gob.ec/direccion-de-eficiencia-energetica/#>

- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (28 de Enero de 2015). *Eficiencia Energética Sector Industrial*. Obtenido de <http://www.energia.gob.ec/eficiencia-energetica-sector-industrial/>
- Ministerio de Energía y Minas. (2000). *Eficiencia Energética Electricidad*. Quito, Ecuador.
- Ministerio de Energía y Minas. (13 de Agosto de 2015). *Perú*. Obtenido de Elaboración de Proyectos de Guías de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético para la Industria de Bebidas: <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/Guia17%20Bebidas.pdf>
- Ministerio de Industrias y Productividad. (Febrero de 2013). *País Productivo*. Obtenido de <http://www.industrias.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/02/revista4.pdf>
- Ministerio de Trabajo. (27 de Enero de 2016). *Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo*. Obtenido de Decreto Ejecutivo 2393: <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio-Ambiente-de-Trabajo-Decreto-Ejecutivo-2393.pdf>
- ORANGINE. (23 de Junio de 2015). *ORANGINE OLYMPIC JUICE CIA. LTDA*. Obtenido de <http://www.orangine.com.ec/#!/about1/c1x1t>
- Pro-Aqua. (12 de Agosto de 2015). *Fabricación de Bebidas*. Obtenido de <http://www.pro-aqua.net/Fabricacion-de-bebidas.101.0.html?&L=9>
- SCHNEIDER ELECTRIC. (5 de Mayo de 2015). *EN-50160*. Obtenido de [http://www.schneider-electric.com.pe/sites/peru/es/soporte/faq/faq\\_main.page?page=content&count ry=PE&la](http://www.schneider-electric.com.pe/sites/peru/es/soporte/faq/faq_main.page?page=content&count ry=PE&la)
- WebINER. (7 de Agosto de 2015). *Saba Meeting*. Obtenido de Introducción a la Eficiencia Energética: [http://mt214.sabameeting.com/SiteRoots/main/AgendaStorageRoot/Agendas/000001ebdf0600000146b92985b3a423/subject\\_0000001abcf6c0147724e1b9c0073f1/content/2014-08-15T112535622\\_transfer/2014-08-15T112535629\\_renamed.pdf](http://mt214.sabameeting.com/SiteRoots/main/AgendaStorageRoot/Agendas/000001ebdf0600000146b92985b3a423/subject_0000001abcf6c0147724e1b9c0073f1/content/2014-08-15T112535622_transfer/2014-08-15T112535629_renamed.pdf)
- WebINER. (23 de Julio de 2015). *Saba Meeting*. Obtenido de Auditorías Energéticas: [http://mt214.sabameeting.com/SiteRoots/main/AgendaStorageRoot/Agendas/000001ebdf0600000146b92985b3a423/event\\_000000220ad661014891d9f62f00511a/1414098343398/2014-10-23T153056236\\_transfer/2014-10-23T153056240\\_renamed.pdf](http://mt214.sabameeting.com/SiteRoots/main/AgendaStorageRoot/Agendas/000001ebdf0600000146b92985b3a423/event_000000220ad661014891d9f62f00511a/1414098343398/2014-10-23T153056236_transfer/2014-10-23T153056240_renamed.pdf)

World Wildlife Fund for Nature. (12 de Agosto de 2015). *Uso del agua en la industria*. Obtenido de [http://www.wwfca.org/nuestro\\_trabajo/agua\\_dulce/uso\\_del\\_agua\\_en\\_la\\_industria/](http://www.wwfca.org/nuestro_trabajo/agua_dulce/uso_del_agua_en_la_industria/)

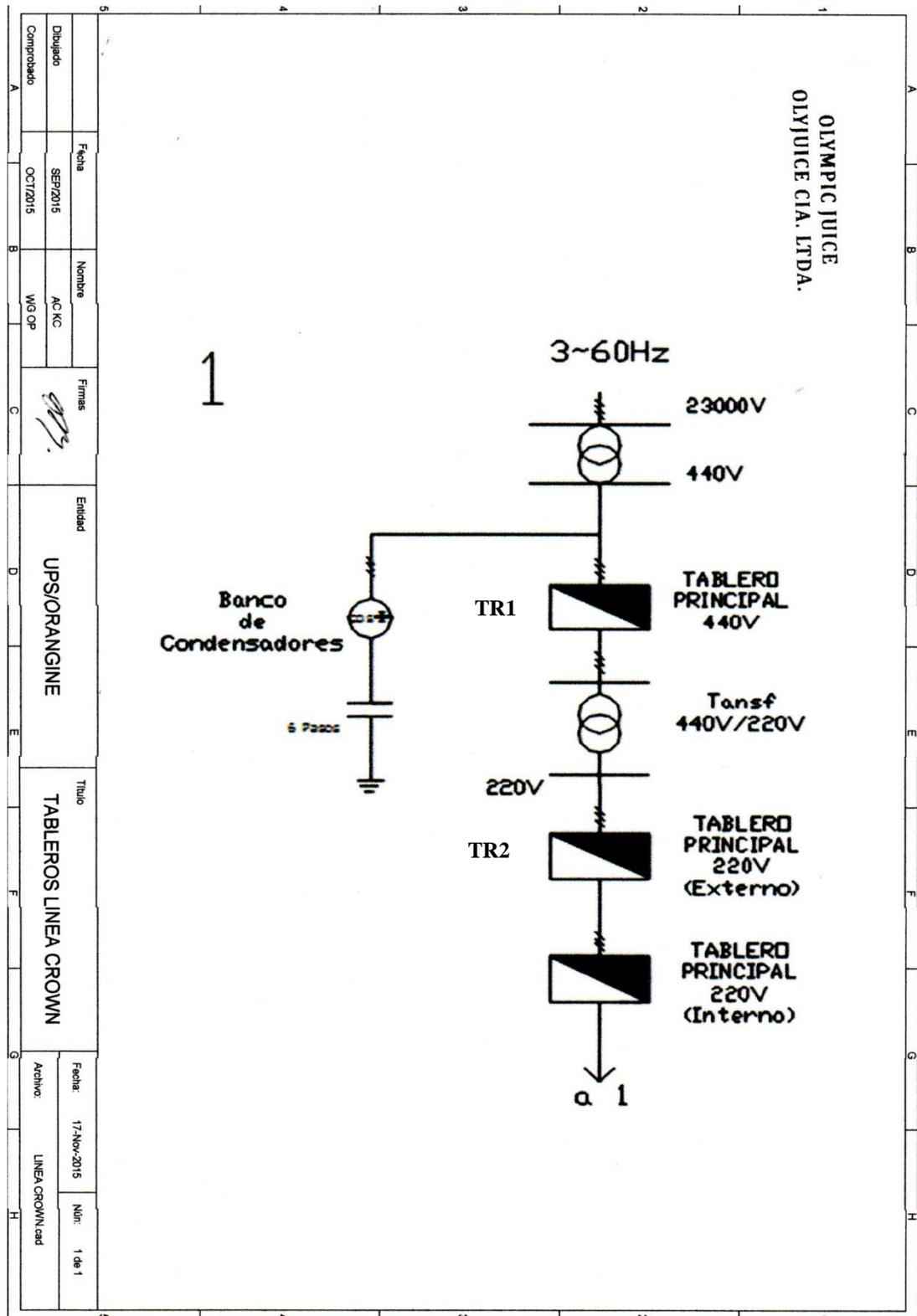
## ANEXOS

### Anexo 1. Parámetros Norma EN 50160

<b>PARAMETRO</b>	<b>PROBABILIDAD</b>	<b>LIMITE SUPERIOR</b>	<b>LIMITE INFERIOR</b>
VOLTAJE	95% / semanal	+10%	-10%
THD	95% / semanal	+8%	
H2	95% / semanal	+2%	
H3	95% / semanal	+5%	
H4	95% / semanal	+1%	
H5	95% / semanal	+6%	
H6	95% / semanal	+0.5%	
H7	95% / semanal	+5%	
H8	95% / semanal	+0.5%	
H9	95% / semanal	+1.5%	
H10	95% / semanal	+0.5%	
H11	95% / semanal	+3.5%	
H12	95% / semanal	+0.5%	
H13	95% / semanal	+3%	
H14	95% / semanal	+0.5%	
H15	95% / semanal	+0.5%	
H16	95% / semanal	+0.5%	
H17	95% / semanal	+2%	
H18	95% / semanal	+0.5%	
H19	95% / semanal	+1.5%	
H20	95% / semanal	+0.5%	
H21	95% / semanal	+0.5%	
H22	95% / semanal	+0.5%	
H23	95% / semanal	+1.5%	
H24	95% / semanal	+0.5%	
H25	95% / semanal	+1.5%	
FLICKER	95% / semanal	+1.0%	
DIPS	20 / semanal	90.0%	2.0%
SWELLS	20 / semanal	110%	2.0%
INTERRUPTIONS	2 / semanal	15%	2.0%
RAPID VOLTAJE CHANGE	70 / semanal		
DESBALANCE	95% / semanal	2.0%	
FRECUENCIA	95% / semanal	+1.0%	-1.0%

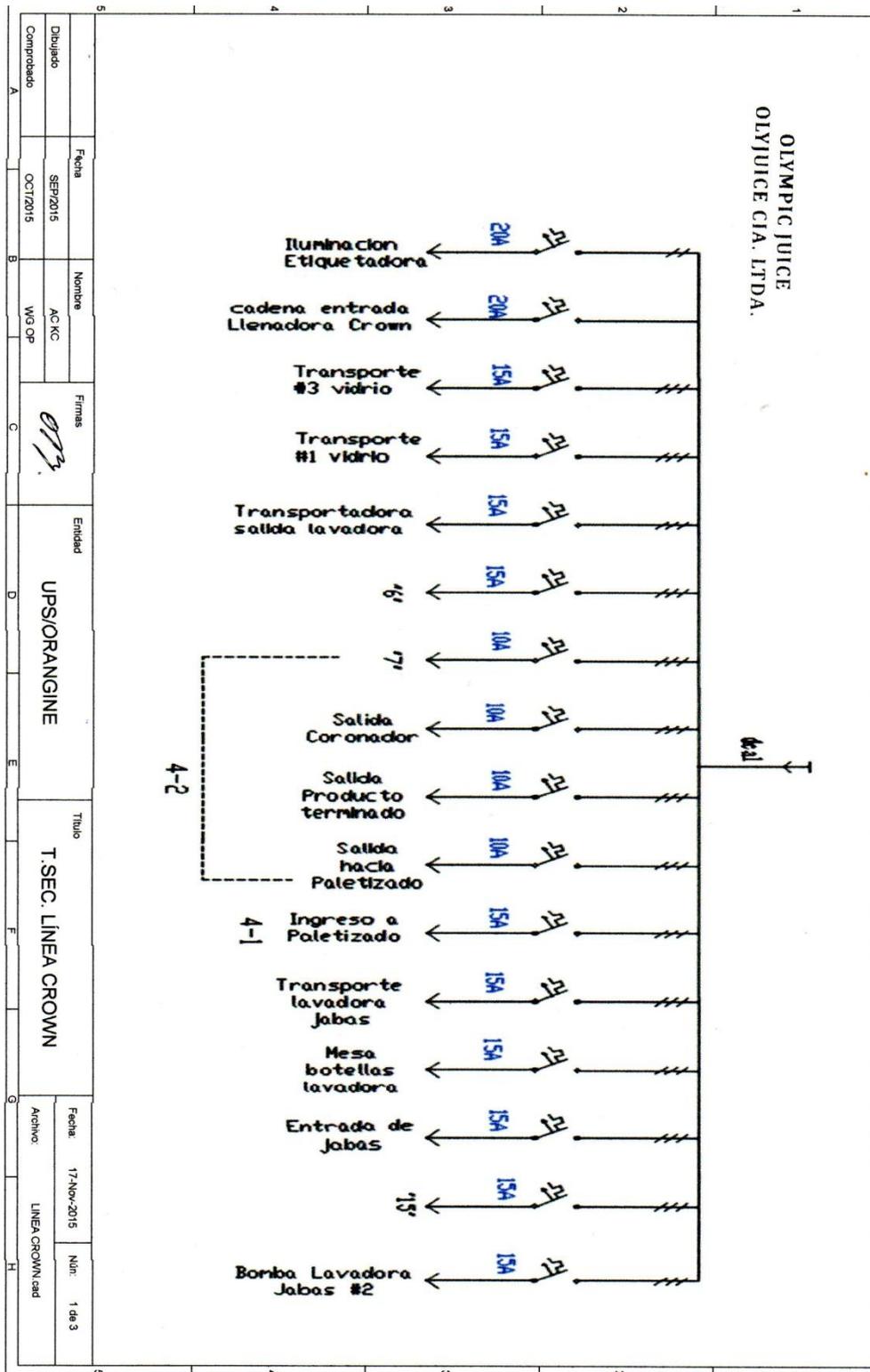
Fuente: TESLA Electric

## Anexo 2. Distribución 23kV/440V y 440V/220V



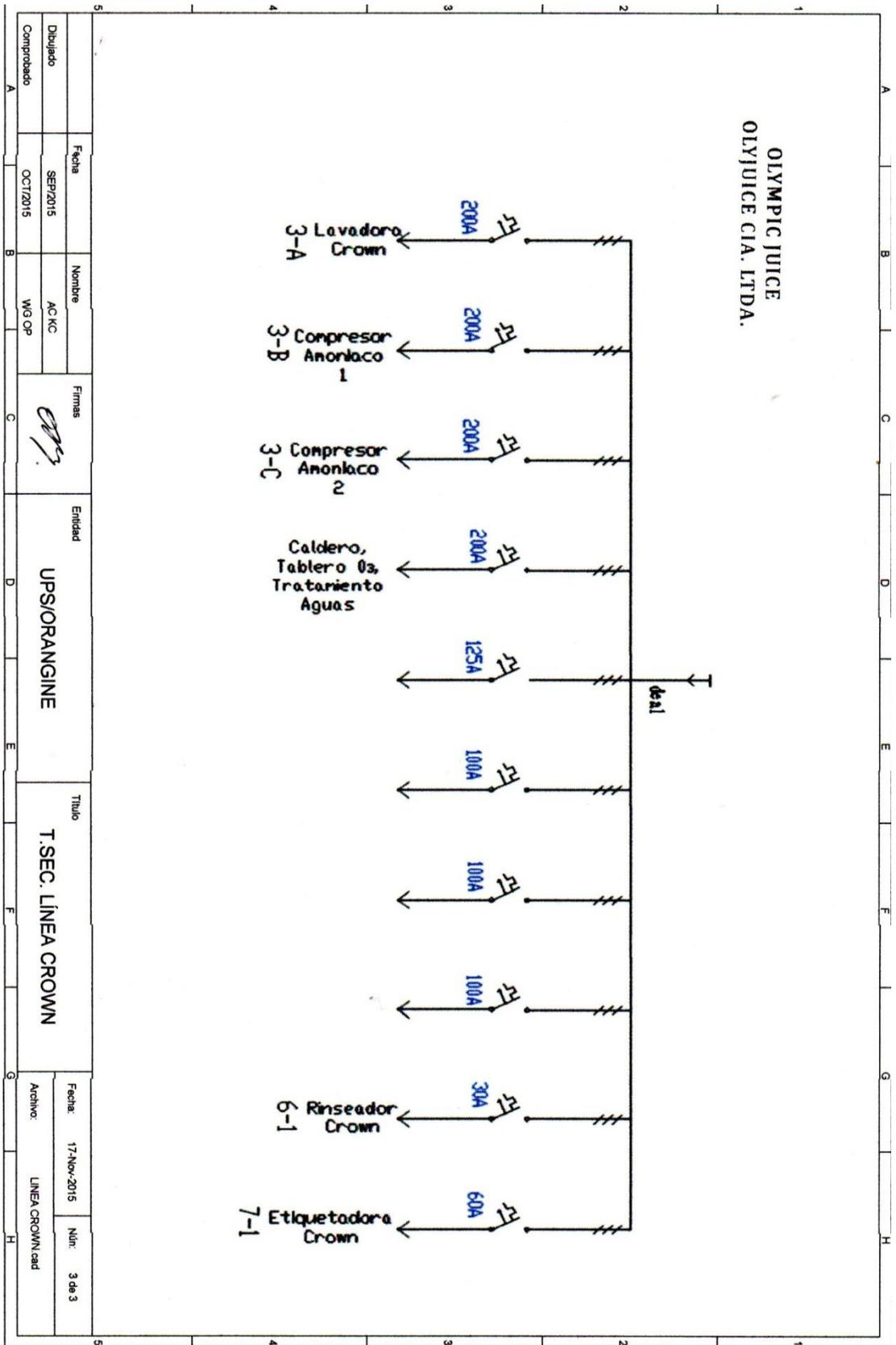
Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

### Anexo 3. Tablero Interno Línea Crown



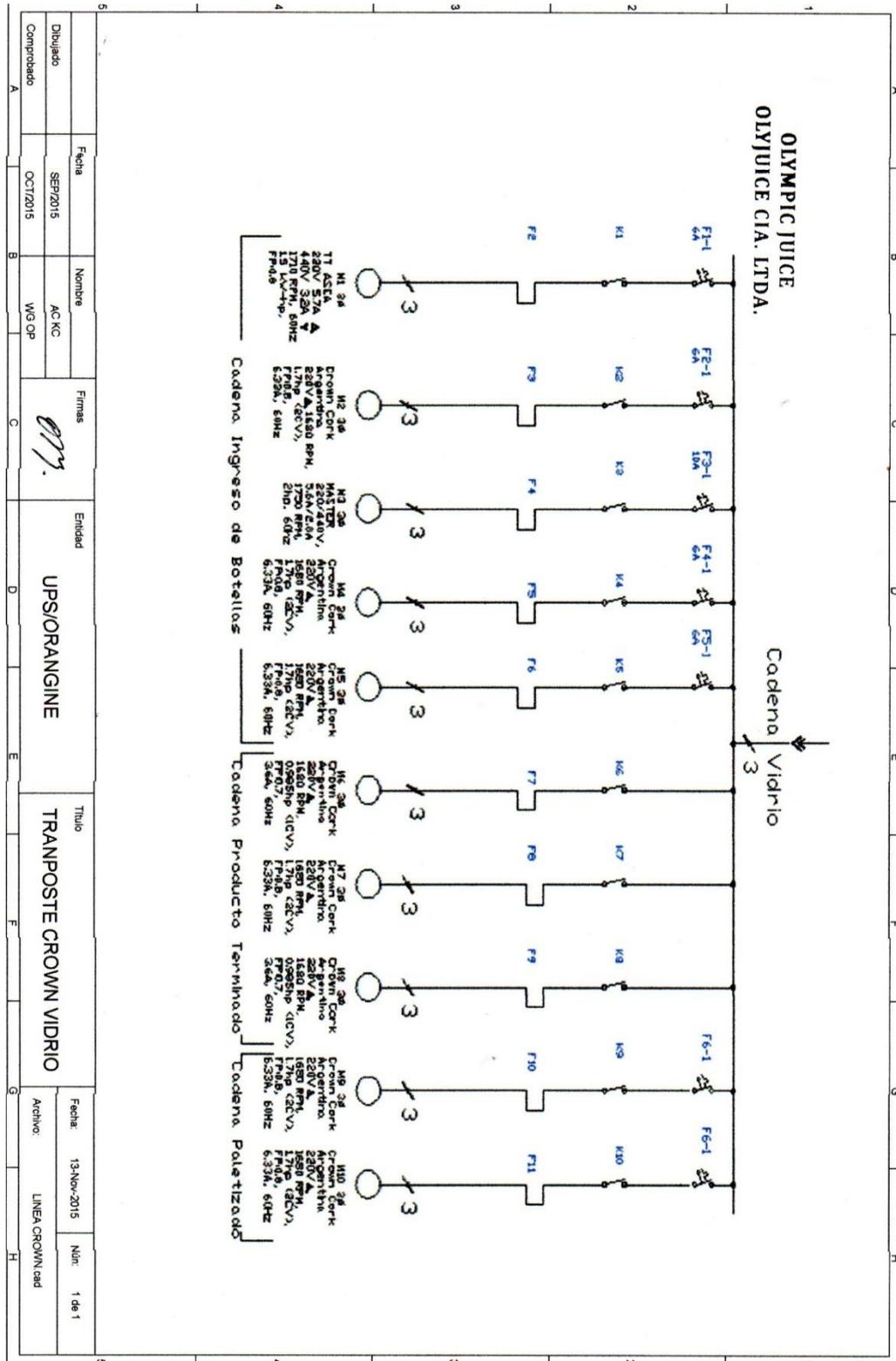
Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa





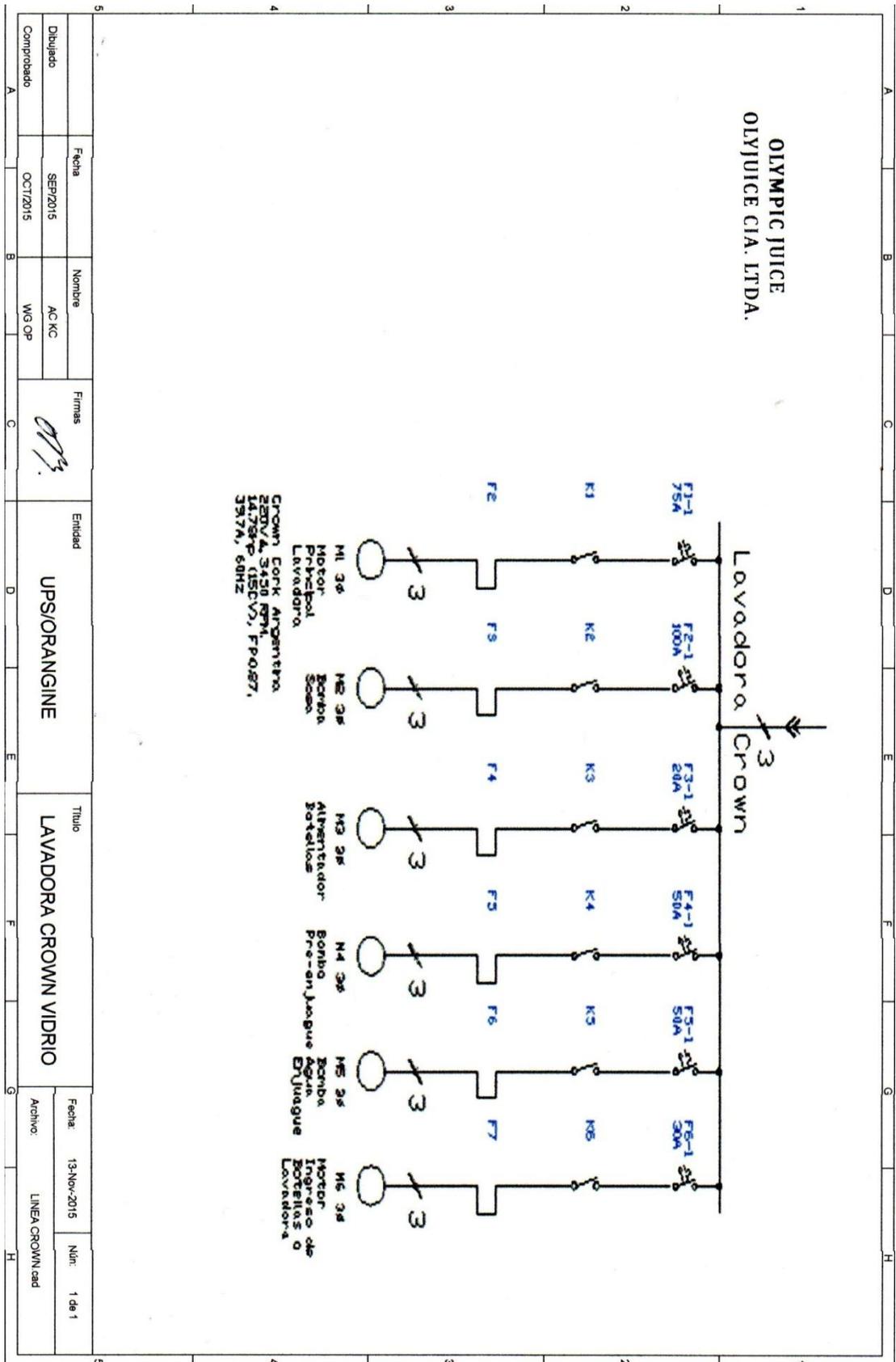
Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

### Anexo 4. Diagramas Unifilares línea Crown Vidrio

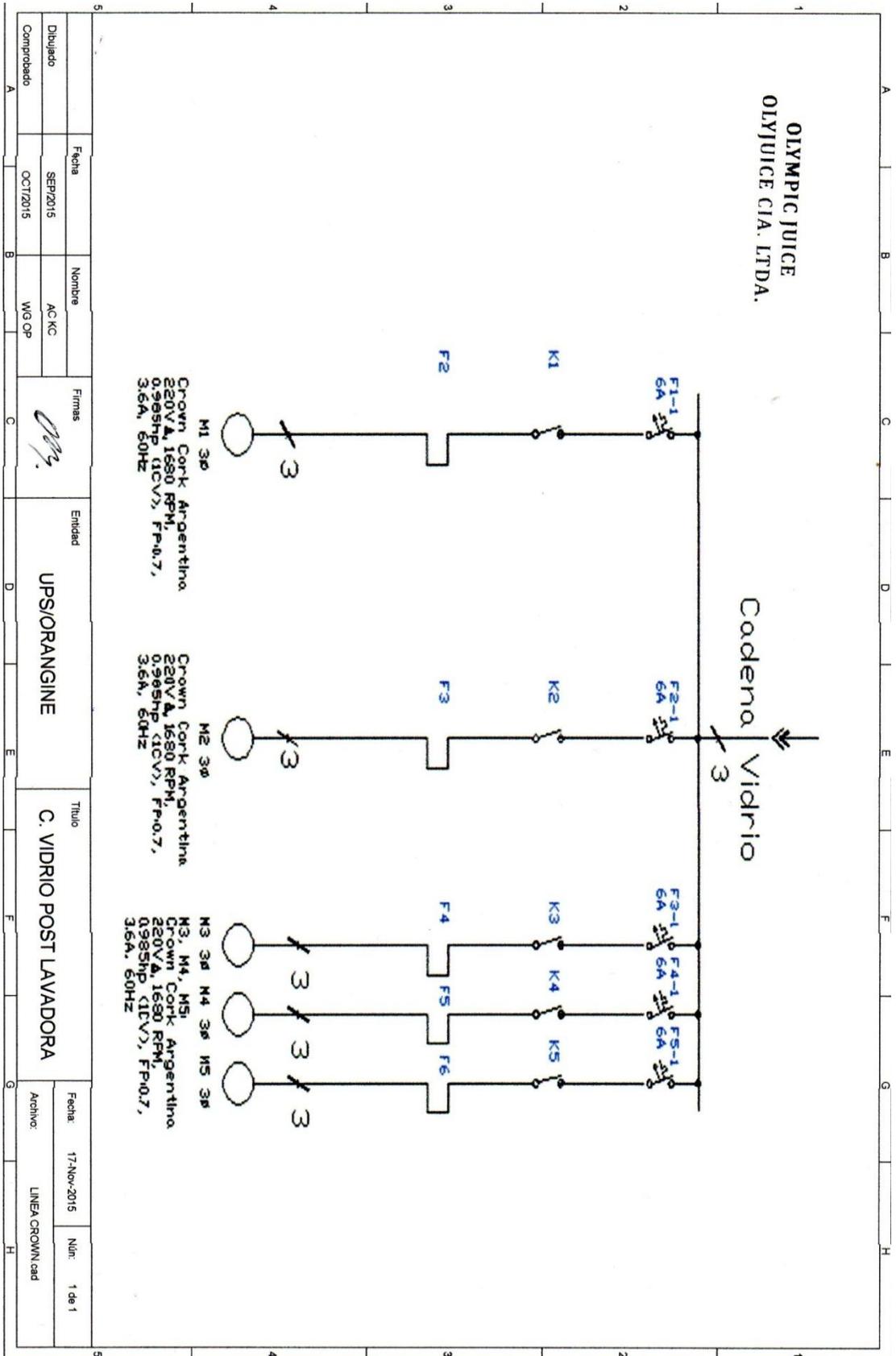


Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

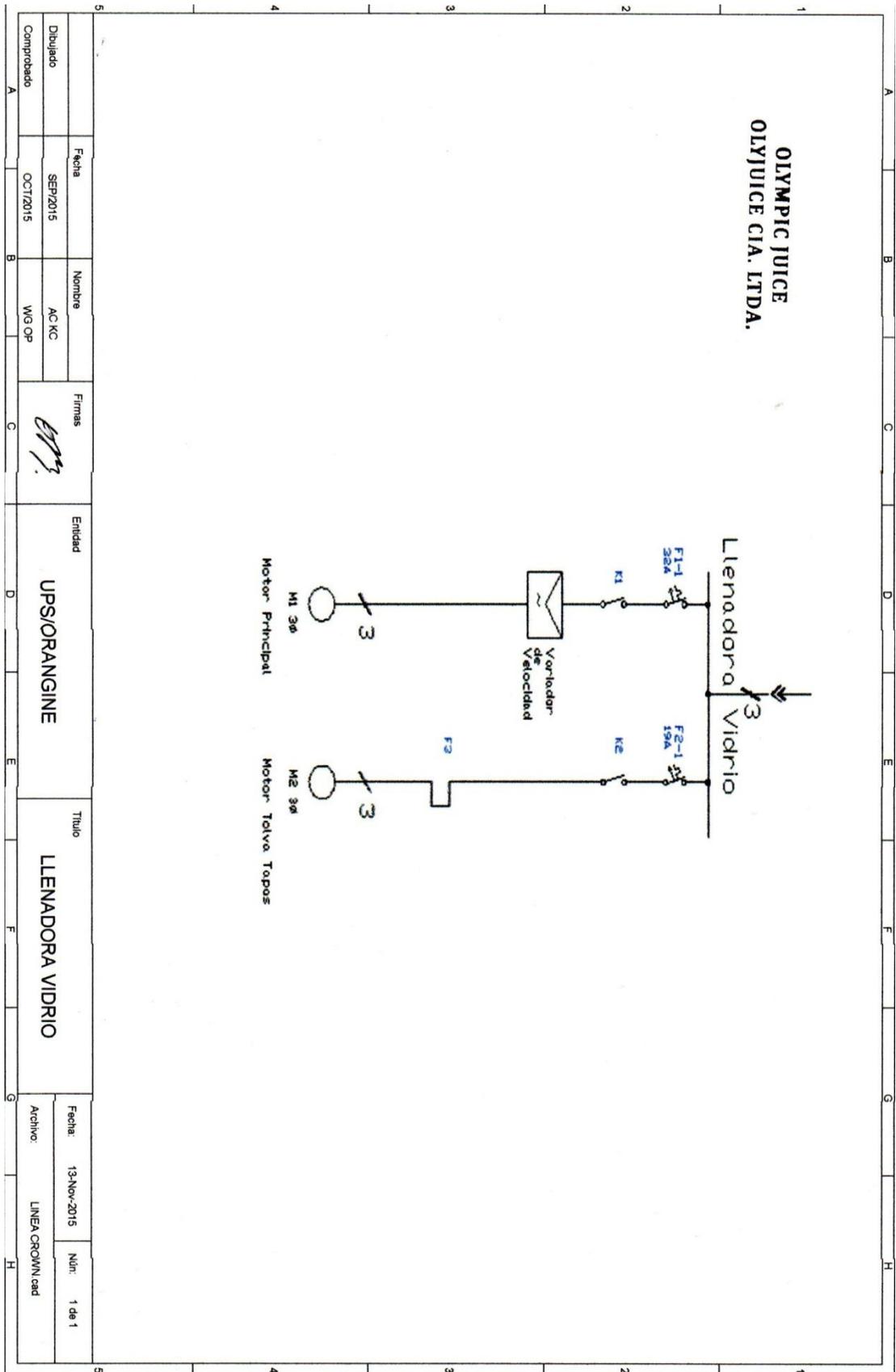




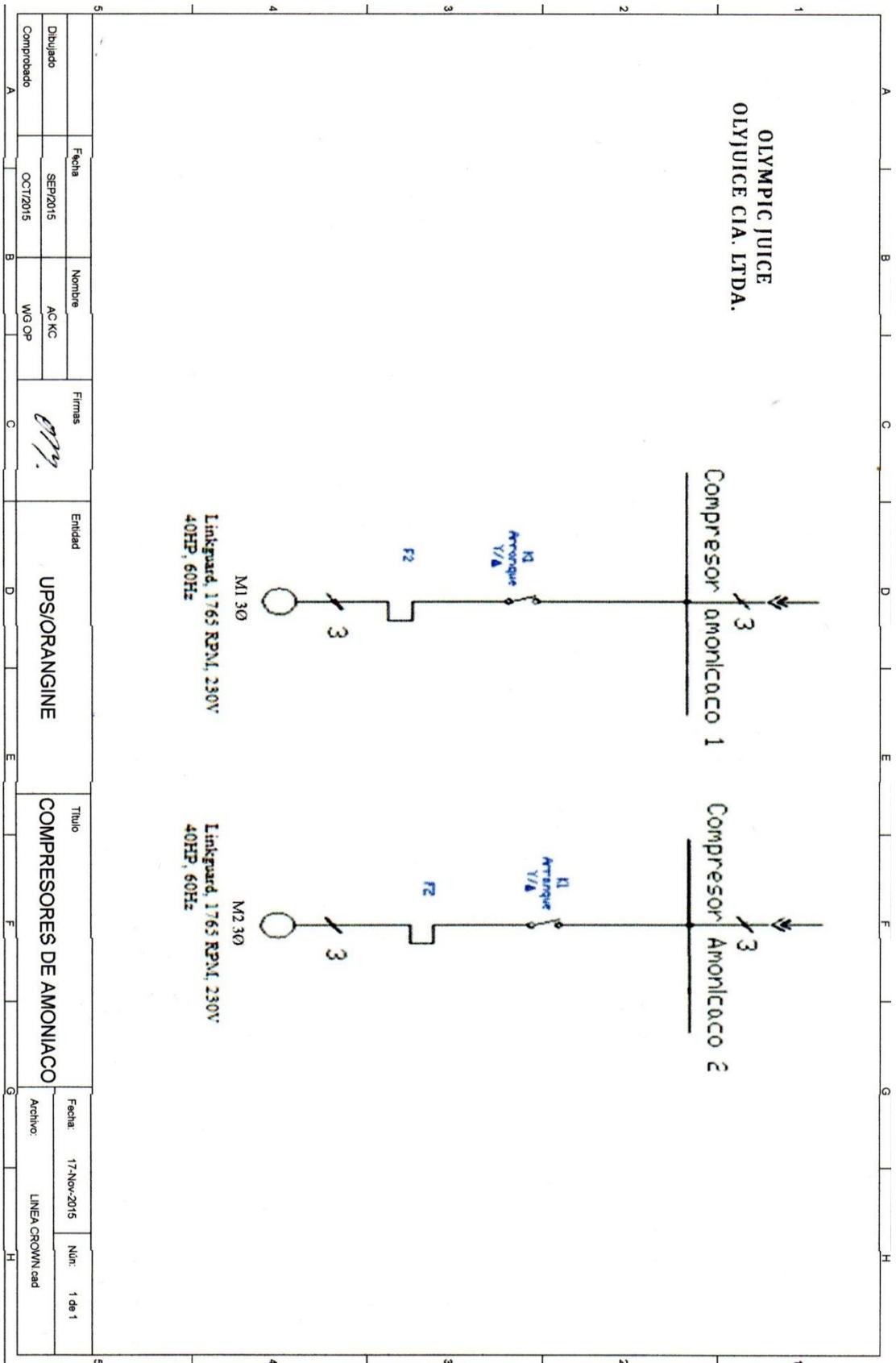
Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa



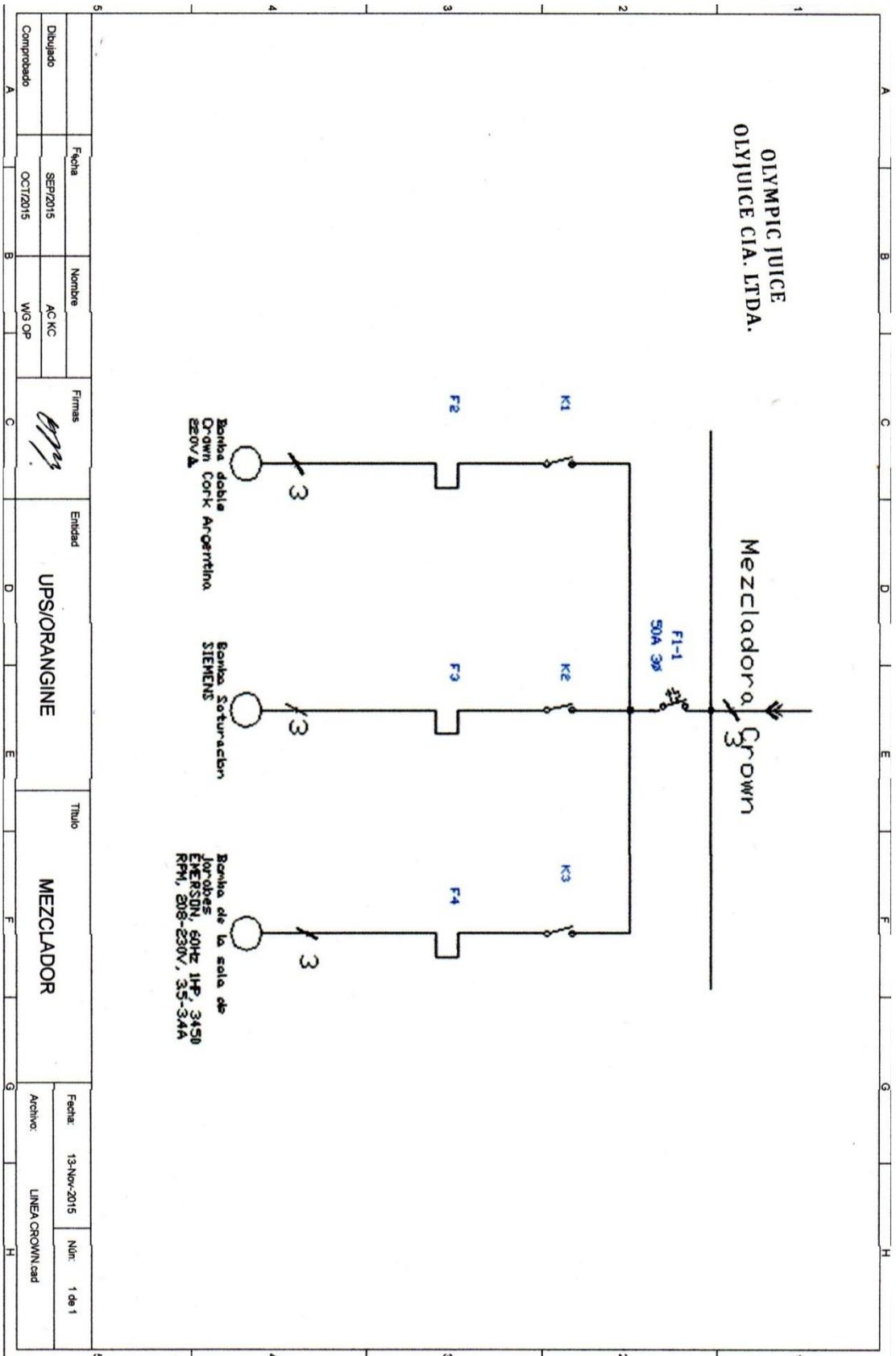
Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa



Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

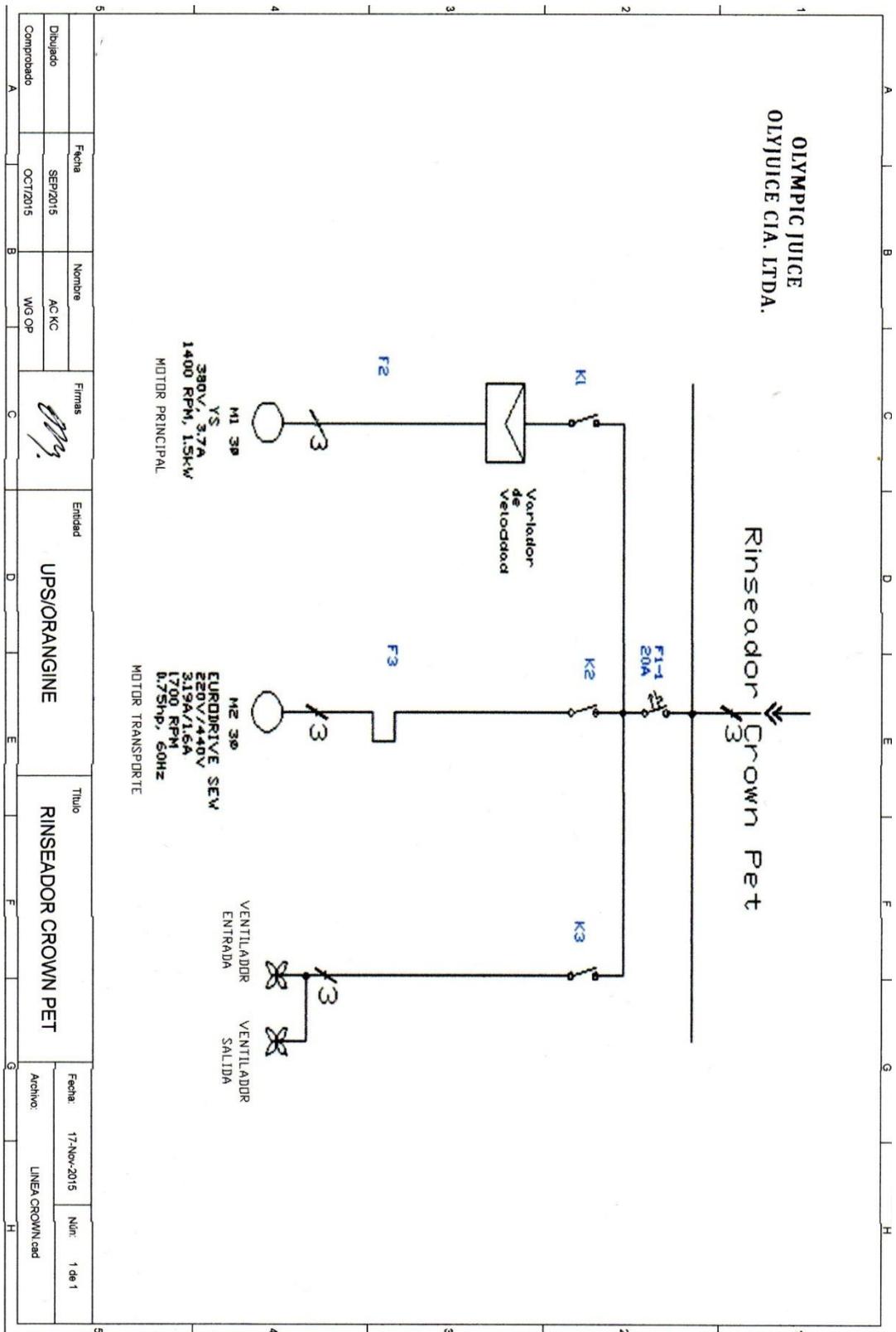


Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa



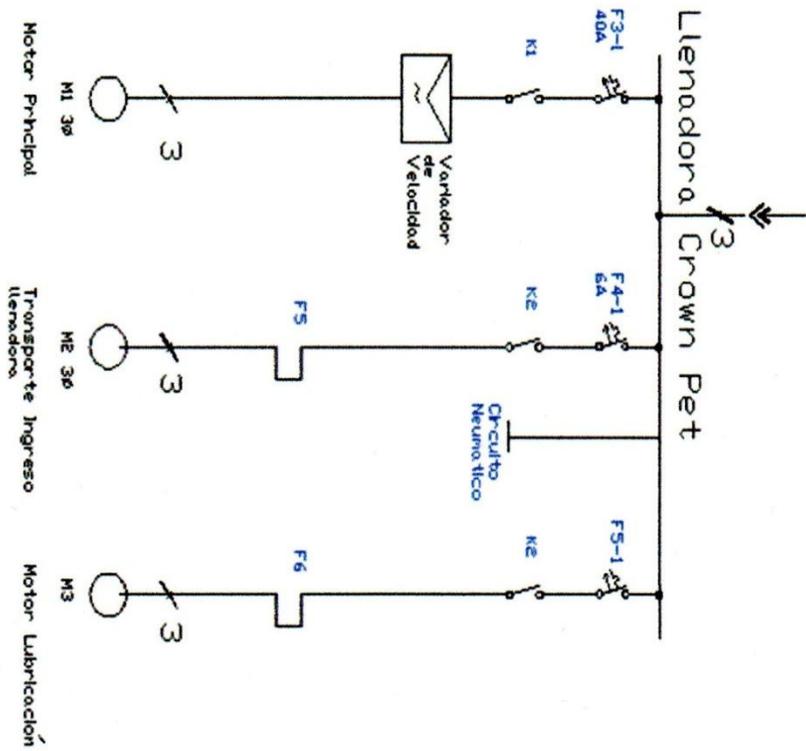
Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

## Anexo 5. Diagramas Unifilares línea Crown Pet



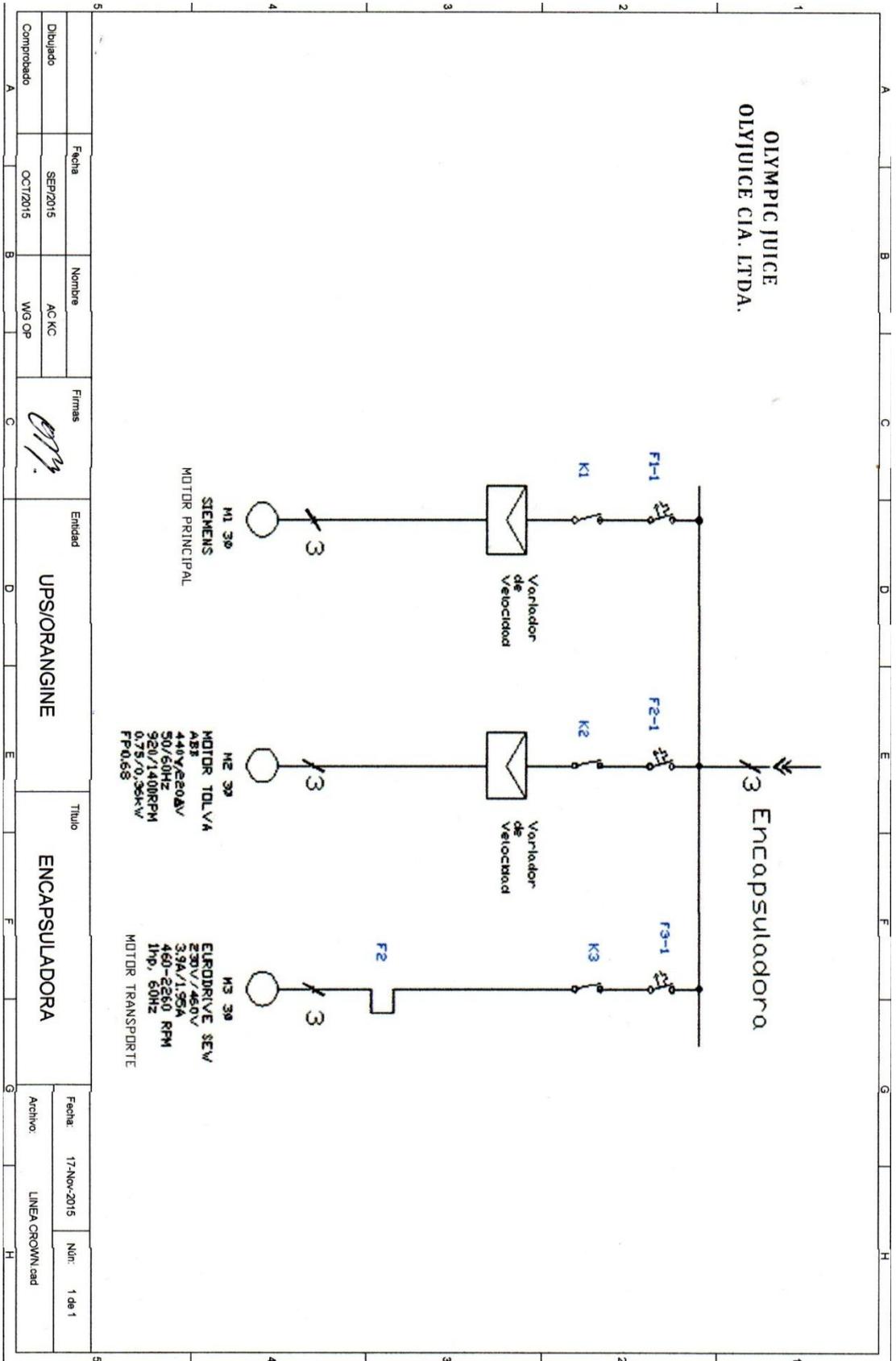
Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

OLYMPIC JUICE  
OLYJUICE CIA. LTDA.

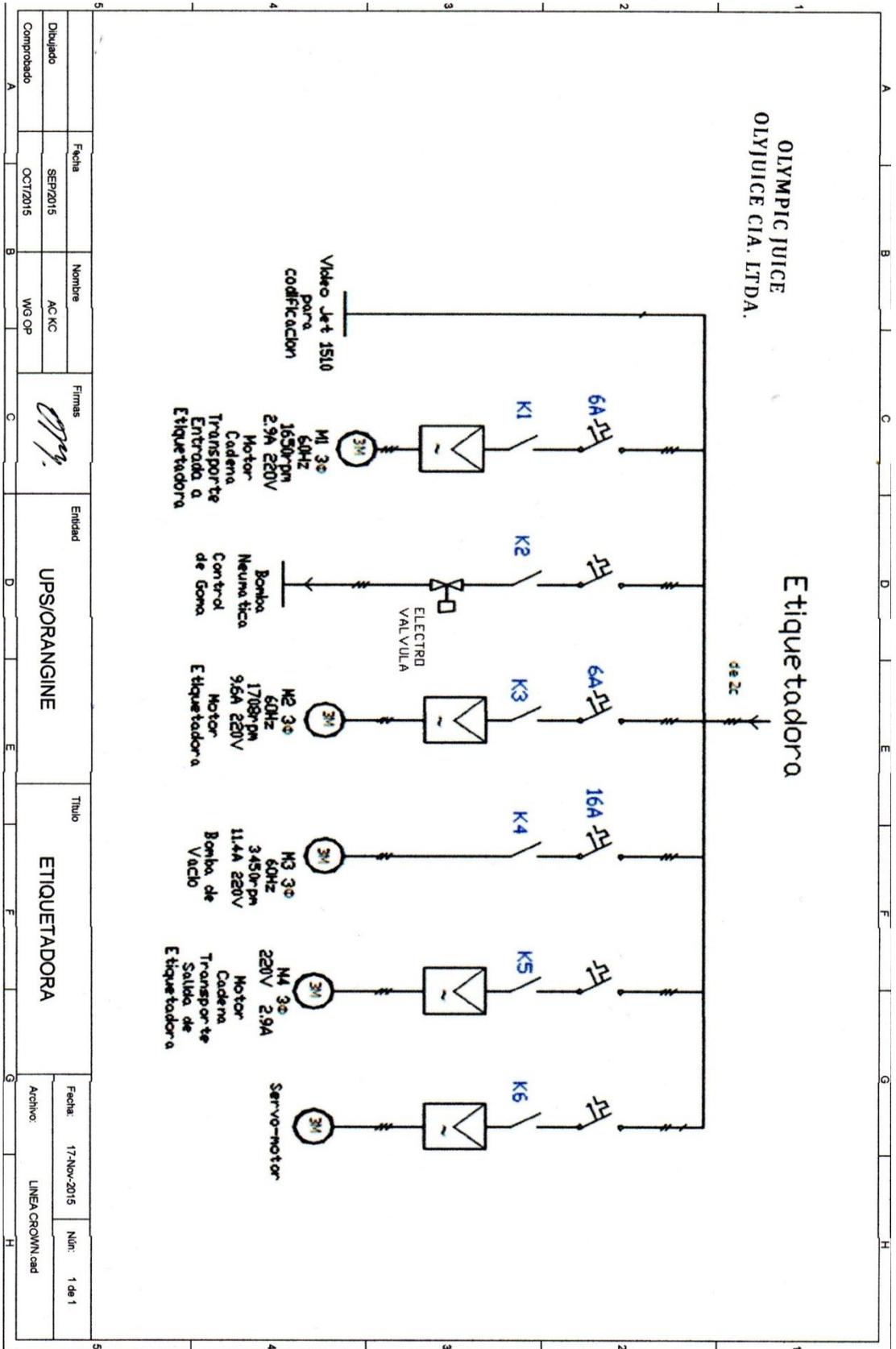


Fecha		Nombre		Firmas		Entidad		Titulo	
SEP/2015		AC KC				UPS/ORANGINE		LLENADORA CROWN PET	
OCT/2015		WG OP							
Fecha:		13-Nov-2015		Núm:		1 de 1			
Archivo:		LINEA CROWN.cad							

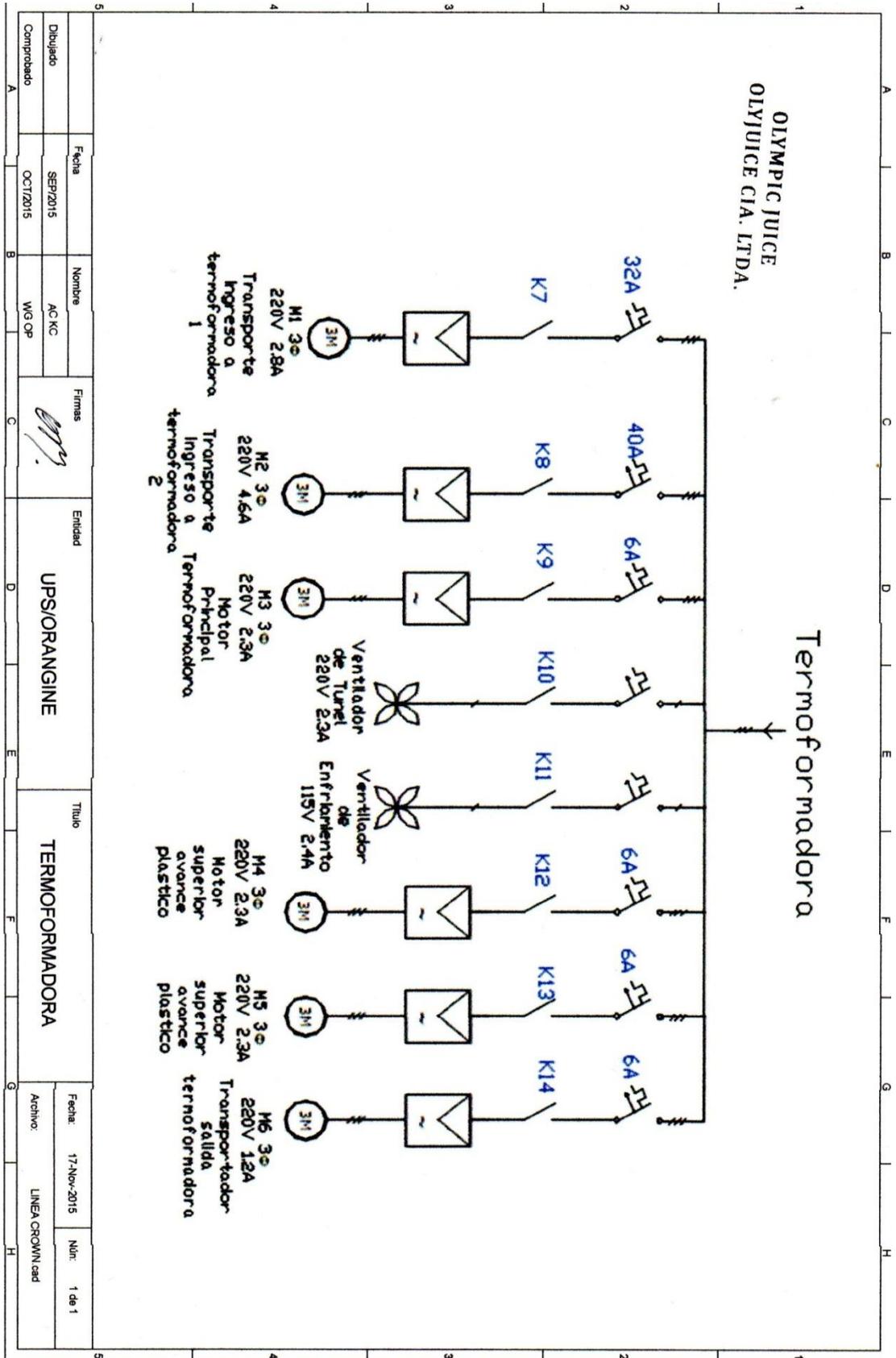
Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa



Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa



Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa



Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

## Anexo 6. Caracterización Motores Línea Crown

LINEA	ETAPA	MOTOR	Datos de Placa				Datos Medidos			Rendimiento (η)	
			VOLT. (V)	In (A)	RPM	Potencia (HP)	VOLT. (V)	In (A)	Potencia (HP)		
LC CROWN PET	RINSEADOR 01	TRANSPORTADOR INGRESO A RINSEADOR	220	3,19	1700	0,75	220	1,6	0,37	49,33	
		SOPLADOR 1	—	—	—	—	220	1,2	0,27	87,00	
		SOPLADOR 2	—	—	—	—	220	1,2	0,27	87,00	
		MOTOR PRINCIPAL (RINSEADOR)	—	—	—	—	220	3,71	0,85	87,00	
	LLENADORA 02	TRANSPORTADOR LLENADORA	—	—	—	—	220	1,7	0,39	87,00	
		MOTOR LLENADORA	—	—	—	—	220	9,9	2,26	87,00	
	ENCAPSULADORA 03	TRANSPORTADOR HACIA ENCAPSULADORA	—	—	—	—	220	2,2	0,5	87,00	
		MOTOR DE ENCAPSULADORA	—	—	—	—	220	12,9	2,95	87,00	
		MOTOR DE TAPAS	220	1,9	1100	0,35	220	0,4	0,1	28,57	
	ETIQUETADORA 04	TRANSPORTADOR INGRESO A ETIQUETADO	230	3,05	56	0,75	230	3,05	0,75	100,00	
		MOTOR PRINCIPAL DE ETIQUETADORA	220	9,6	1708	3	220	5,2	1,2	40,00	
		BOMBA DE VACIO	220	11,4	3450	3	220	11,4	2,61	87,00	
		TRANSPORTADOR ETIQUETADORA	220	2,9	1650	0,75	220	2,9	0,66	88,00	
	TERMOFORMADORA 05	TRANSPORTADOR INGRESO A TERMOFORMADORA #1	—	—	—	—	220	2,8	0,64	89,00	
		TRANSPORTADOR INGRESO A TERMOFORMADORA #2	—	—	—	—	220	4,6	1,05	88,00	
		TERMOFORMADORA	—	—	—	—	220	2,3	0,53	91,00	
		VENTILADOR DE TUNEL	—	—	—	—	220	2,3	0,53	88,00	
		VENTILADOR DE ENFRIAMIENTO	115	2,4	3450	0,14	115	2,4	—	70,00	
		MOTOR SUPERIOR AVANCE DE PLASTICO	220	2,3	—	1	220	2,3	1	100,00	
		MOTOR INFERIOR AVANCE DE PLASTICO	220	2,3	—	1	220	2,3	1	100,00	
	TRANSPORTADOR SALIDA TERMOFORMADORA	—	—	—	—	220	1,2	0,27	80,00		
	MEZCLADOR 06	SALA DE JARABES	—	—	—	—	220	2,3	0,53	88,00	
		BOMBA TANQUE MEZCLA	—	—	—	—	220	7,9	2,36	86,00	
		BOMBA CARBONATADO (SATURACION)	—	—	—	—	220	2,6	0,6	87,00	
	LC Crown Vidrio	LAVADORA BOTELLAS	TRANSPORTE1	220	5,7	1710	1,5	220	—	1,5	100,00
			TRANSPORTE 2	220	6,33	1680	1,93	220	—	1,93	100,00
			TRANSPORTE 3	220	5,6	1750	2	220	—	2	100,00
			TRANSPORTE 4	220	6,33	1680	1,93	220	—	1,93	100,00
TRANSPORTE INGRESO		TRANSPORTE 1	220	3,6	1680	0,98	220	1,2	0,27	27,55	
		TRANSPORTE 2	220	3,6	1680	0,98	220	1,3	0,3	30,61	
		TRANSPORTE 3	220	3,6	1680	0,98	220	1,4	0,32	32,65	
		TRANSPORTE 4	220	3,6	1680	0,98	220	1,4	0,32	32,65	
		TRANSPORTE 5	220	3,6	1680	0,98	220	1,3	0,3	30,61	
LLENADORA		MOTOR DE LLENADORA/ ENCAPSULADORA	—	—	—	—	220	5,3	1,2	87,00	
		MOTOR DE TAPAS	220	1,9	1580	0,5	220	1,1	0,24	48,00	
		TRANSPORTADOR SALIDA DE ENCAPSULADORA	220	3,6	1680	0,98	220	1,4	0,32	32,65	
BOMBA JABAS		BOMBA LAVADORA JABAS (BLANCO)	220	6,5	3500	5	220	6,5	4,1	82,00	
		BOMBA LAVADORA JABAS (AZUL)	220	6,5	—	5	220	6,5	4,1	82,00	
COMPRESORES DE AMONIACO		COMPRESOR AMONIACO #1	230	102	1765	40	230	102	22	70,00	
		COMPRESOR AMONIACO #2	230	102	1765	40	230	102	22	70,00	

Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

## Anexo 7. Datos de consumo de motores con y sin arrancadores

MOTORES LINEA CROWN	CORRIENTE NOMINAL (A)	CORRIENTE DE ARRANQUE DIRECTO (A)	ARRANQUE CON RAMPA DE TENSION		ARRANQUE CON LIMITACION DE CORRIENTE		POTENCIA CONSUMIDA (W)			COSTO KW*0,078			COSTO ARRANCADORES WEG (USD)
			CORRIENTE EFICAZ DE ARRANQUE (A)	TIEMPO DE ACCELERACION (s)	CORRIENTE EFICAZ DE ARRANQUE (A)	TIEMPO DE ACCELERACION (s)	Sin arrancadores (KW) Potencia Actual	Arranque con rampa de tension (KW) P Nueva	Arranque con limitacion de corriente (KW) P Nueva	Costo Potencia consumida sin arrancadores (USD)	Costo arranque con rampa de tension (USD)	Costo arranque con limitacion de corriente (USD)	
MOTOR LAVADORA BOTELLAS	25	225	216,67	1,64	209,1	8,17	49,5	47,66	46	347,49	18,29	87,94	490,36
BOMBA LAVADORA JABAS (BLANCO)	6,5	52	28,22	0,47	27,37	13,78	11,43	6,21	6,02	80,24	0,68	19,41	297,23
BOMBA LAVADORA JABAS (AZUL)	6,5	52	28,22	0,47	27,37	13,78	11,43	6,21	6,02	80,24	0,68	19,41	297,23
COMPRESOR AMONIACO #1	102	816	361,45	1,74	337,66	13,41	179,51	79,51	74,28	1260,16	32,37	233,09	910,88
COMPRESOR AMONIACO #2	102	816	361,45	1,74	337,66	13,41	179,51	79,51	74,28	1260,16	32,37	233,09	910,88
TOTAL	242	1961	1,000.01	-	939.16	-	431.38	219.10	206.60	3,028.29	84.40	592.94	2,906.58

Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

## **Anexo 8. Costo de la potencia que se consume con y sin arrancador**

*Costo de Arranque*

$$= \text{Potencia Total} * \text{Tiempo de aceleracion} * \text{numero de arranques} \\ * \text{Costo kWh}(0.078)$$

$$\text{Costo sin arrancador} = 431.38\text{kW} * 30\text{s} * 3 * 0.078$$

$$\text{Costo sin arrancador} = \$ 3,028.29$$

$$\text{Costo Arranque con rampa de tension} = 219.10\text{kW} * 8.2\text{s} * 3 * 0.078$$

$$\text{Costo Arranque con rampa de tension} = \$ 84.40$$

$$\text{Costo Arranque con limitación de corriente} = 206.60\text{kW} * 62.55\text{s} * 3 * 0.078$$

$$\text{Costo Arranque con limitación de corriente} = \$ 592.94$$

Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa.

**Anexo 9. Retorno de la inversión con la adquisición de arrancadores suaves  
WEG**

*Para el caso del arrancador con configuración de arranque con rampa de tensión*

$$\text{Disminución de la demanda} = (\text{Potencia Actual} - \text{Potencia Nueva})$$

(Ecuación 4.1)

$$\text{Disminución de la demanda} = (431.38W - 219.10kW)$$

$$\text{Disminución de la demanda} = \mathbf{212.28 W}$$

$$\text{Considerando 12H de operación} = \text{Disminución de la demanda} * 12h$$

(Ecuación 4.2)

$$\text{Considerando 12h de operación} = (212.28 kW * 12h)/1000$$

$$\text{Considerando 12h de operación} = \mathbf{2.55 kWh}$$

$$\text{Total en dólares por kWh} = (0.078USD * kWh) * \text{Operación 12 h}$$

(Ecuación 4.3)

$$\text{Total en dólares por kWh} = (0.078USD * kWh) * (2.55 kWh)$$

$$\text{Total en dólares por } \frac{\mathbf{kWh}}{\mathbf{día}} = \mathbf{0.20 USD}$$

$$\text{Ahorro en un año en USD} = 365 \text{ días} * \text{Total en dólares por } \frac{kWh}{\text{días}}$$

(Ecuación 4.4)

$$\text{Ahorro en un año en USD} = 365 * 0.20USD$$

$$\text{Ahorro en un año en USD} = \mathbf{73.00USD}$$

$$\text{Consumo sin arrancador} = \mathbf{3,028.79USD}$$

$$\text{Ahorro total anual} = \text{Ahorro en un año} + \text{Consumo sin arrancador}$$

(Ecuación 4.6)

$$\text{Ahorro total anual} = 3,028.29USD + 73.00USD$$

$$\text{Ahorro total anual} = \mathbf{3,101.29USD}$$

$$\text{Adquisición arrancadores, Ahorro anual por energía} \\ = \mathbf{2,906.58USD}$$

$$\text{Retorno de la Inversión (años)} = \frac{\text{Ahorro anual por energía (USD)}}{\text{Ahorro total anual (USD)}}$$

(Ecuación 4.8)

$$\text{Retorno de la Inversión (años)} = \frac{2,906.58\text{USD}}{3,101.79\text{USD}}$$

**Retorno de la Inversión 0.94 años**

*Para el caso del arrancador con configuración de arranque con limitación de corriente*

$$\text{Disminución de la demanda} = (\text{Potencia Actual} - \text{Potencia Nueva})$$

(Ecuación 4.1)

$$\text{Disminución de la demanda} = (431.38\text{W} - 206.60\text{W})$$

**Disminución de la demanda = 224.78 W**

$$\text{Considerando 12H de operación} = \text{Disminución de la demanda} * 12\text{h}$$

(Ecuación 4.2)

$$\text{Considerando 12h de operación} = (224.78 \text{ kW} * 12\text{h})/1000$$

**Considerando 12h de operación = 2.70 kWh**

$$\text{Total en dólares por kWh} = (0.078\text{USD} * \text{kWh}) * \text{Operación 12 h}$$

(Ecuación 4.3)

$$\text{Total en dólares por kWh} = (0.078\text{USD} * \text{kWh}) * (2.70 \text{ kWh})$$

**Total en dólares por  $\frac{\text{KWh}}{\text{día}} = 0.21 \text{ USD}$**

$$\text{Ahorro en un año en USD} = 365 \text{ días} * \text{Total en dólares por } \frac{\text{kWh}}{\text{días}}$$

(Ecuación 4.4)

$$\text{Ahorro en un año en USD} = 365 * 0.21\text{USD}$$

**Ahorro en un año en USD = 76.87USD**

**Consumo sin arrancador = 3,028.29USD**

$$\text{Ahorro total anual} = \text{Ahorro en un año} + \text{Consumo sin arrancador}$$

(Ecuación 4.6)

$$\text{Ahorro total anual} = 3,028.29\text{USD} + 76.87\text{USD}$$

**Ahorro total anual = 3,105.16USD**

***Adquisición arrancadores, Ahorro anual por energía***  
***= 2,906.58USD***

$$\text{Retorno de la Inversión (años)} = \frac{\text{Ahorro anual por energía (USD)}}{\text{Ahorro total anual (USD)}}$$

(Ecuación 4.8)

$$\text{Retorno de la Inversión (años)} = \frac{2,906.58\text{USD}}{3,105.16\text{USD}}$$

***Retorno de la Inversión 0.94 años***

Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa.

### Anexo 10. Cálculo de ahorro de potencia de los motores WEG

MOTORES LINEA CROWN	Motor Antiguo Potencia (kW)	Motor Nuevo Potencia Requerida (kW)	Ahorro de energía (kWh)	Costo motores nuevos (USD)	Ahorro en dólares a \$0,078 por kWh (USD)
TRANSPORTE 1	0.73	0.18	2,092.20	94.36	163.19
TRANSPORTE 2	0.73	0.18	2,092.20	94.36	163.19
TRANSPORTE 3	0.73	0.18	2,092.20	94.36	163.19
TRANSPORTE 4	0.73	0.18	2,092.20	94.36	163.19
TRANSPORTE 5	0.73	0.18	2,092.20	94.36	163.19
TRANSPORTADOR HACIA ENCAPSULADORA	0.37	0.25	467.89	97.36	36.50
TRANSPORTADOR INGRESO A ETIQUETADO	0.56	0.37	720.86	116.85	56.23
TRANSPORTADOR ETIQUETADORA	0.56	0.37	722.76	116.85	56.38
TRANSPORTADOR INGRESO A TERMOFORMADORA #1	0.48	0.37	408.70	116.85	31.88
TRANSPORTADOR INGRESO A TERMOFORMADORA #2	0.78	0.75	126.67	127.21	9.88
TRANSPORTADOR SALIDA TERMOFORMADORA	0.20	0.18	79.88	94.36	6.23
MOTOR LAVADORA BOTELLAS	11.04	10.00	3,956.16	680.41	308.58
BOMBA LAVADORA JABAS (BLANCO)	3.73	3.00	2,776.92	260.30	216.60
BOMBA LAVADORA JABAS (AZUL)	3.73	3.00	2,776.92	260.30	216.60
COMPRESOR AMONIACO #1	29.84	22.00	29,823.36	1,370.81	2,326.22
COMPRESOR AMONIACO #2	29.84	22.00	29,823.36	1,370.81	2,326.22
<b>TOTAL</b>	<b>84.78</b>	<b>63.19</b>	<b>82,144.49</b> <b>por año</b>	<b>5,083.91</b>	<b>6,407.27</b> <b>por año</b>

$$\text{Ahorro de potencia kWh} = Pn_{\text{motor actual}} - Pn_{\text{motor nuevo}}$$

$$\text{Ahorro de potencia kWh} = 30\text{kW} - 22\text{kW}$$

$$\text{Ahorro de energía kWh} = 8\text{kW}$$

$$\text{Ahorro de nergía} = \text{Ahorro de potencia kWh} * \text{dias} * \text{horas}$$

$$\text{Ahorro de nergía} = 8\text{kW} * 317 * 12$$

$$\text{Ahorro de energía} = 29,823.36 \text{ kWh al año}$$

$$\text{Ahorro en dolares por kWh} = \text{Ahorro de energía} * 0.078 \text{ (USD)}$$

$$\text{Ahorro en dolares por kWh} = 29,823.36 * 0.078$$

$$\text{Ahorro en dolares por kWh} = 2,326.22 \text{ dólares por año}$$

### **Retorno inversión Motores marca WEG**

$$\text{Ahorro de potencia kWh} = Pn_{\text{motor actual}} - Pn_{\text{motor nuevo}}$$

$$\text{Ahorro de potencia kWh} = 84.78 \text{ kW} - 63.19 \text{ kW}$$

$$\text{Ahorro de potencia kWh} = 21.59 \text{ kW}$$

$$\text{Ahorro de energía} = \text{Ahorro de potencia kWh} * \text{dias} * \text{horas}$$

$$\text{Ahorro de energía} = 21.59 \text{ kW} * 317 * 12$$

$$\text{Ahorro de energía} = 6,407.27 \text{ USD}$$

$$\text{Retorno de la Inversión (años)} = \frac{\text{Costo Inversión (USD)}}{\text{Ahorro Energía (USD)}}$$

$$\text{Retorno de la Inversión (años)} = \frac{5,083.91 \text{ USD}}{6,407.27 \text{ USD}}$$

$$\text{Retorno de la Inversión (años)} = 0,79 \text{ años}$$

Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa.

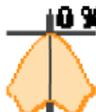
### Anexo 11. Factores de Reflexión de Techo, paredes y suelo

	Color	Factor de reflexión ( $\rho$ )
Techo	Blanco o muy claro	0,7
	claro	0,5
	medio	0,3
Paredes	claro	0,5
	medio	0,3
	oscuro	0,1
Suelo	claro	0,3
	oscuro	0,1

Fuente: Manual de Procedimientos de Prácticas de Instalaciones Civiles. UPS

Anexo 12. Tablas para calcular el Coeficiente de Utilización según el tipo de luminarias

Tipo de opero de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (%)								
		Factor de reflexión del techo								
		0.7			0.5			0.3		
		Factor de reflexión de las paredes								
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1
 	1	.28	.22	.16	.25	.22	.16	.28	.22	.16
	1.2	.31	.27	.20	.30	.27	.20	.30	.27	.20
	1.5	.39	.33	.26	.38	.33	.26	.38	.33	.26
	2	.45	.40	.35	.44	.40	.35	.44	.40	.35
	2.5	.52	.46	.41	.49	.46	.41	.49	.46	.41
	3	.54	.50	.45	.53	.50	.45	.53	.50	.45
	4	.61	.56	.52	.60	.56	.52	.60	.56	.52
	5	.63	.60	.56	.63	.60	.56	.62	.60	.56
	6	.66	.63	.60	.66	.63	.60	.65	.63	.60
	8	.71	.67	.64	.69	.67	.64	.68	.67	.64
10	.72	.70	.67	.71	.70	.67	.71	.70	.67	

Tipo de opero de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (%)												
		Factor de reflexión del techo												
		0.8				0.7				0.5				
		Factor de reflexión de las paredes												
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0	
  	0.6	.66	.62	.60	.66	.62	.60	.65	.62	.59	.62	.59	.58	
	0.8	.75	.71	.68	.75	.71	.68	.74	.71	.68	.70	.68	.67	
	1.0	.80	.76	.73	.80	.76	.73	.79	.76	.73	.76	.73	.72	
	1.25	.85	.81	.80	.85	.81	.80	.84	.81	.78	.80	.78	.77	
	1.5	.88	.86	.82	.88	.85	.82	.86	.84	.82	.84	.82	.81	
	2.0	.94	.90	.88	.93	.90	.88	.92	.89	.87	.88	.87	.85	
	2.5	.96	.93	.92	.96	.93	.91	.94	.92	.90	.91	.89	.88	
	3.0	.99	.95	.94	.98	.95	.93	.96	.94	.92	.93	.91	.89	
	$Q_{lum} = 0.7 H_m$	4.0	1.01	.98	.98	1.00	.98	.98	.98	.97	.95	.95	.94	.92
	$f_m$ .70 .75 .80	5.0	1.02	1.01	.99	1.01	1.00	.98	1.00	.98	.97	.97	.96	.94

$H_m$ : altura luminaria-plano de trabajo

Fuente: Manual de Procedimientos de Prácticas de Instalaciones Civiles, UPS

## Anexo 13. Cotización Empresa REMECO



**Cotización**



**REMECO**  
Representaciones Metalmeccánicas C.A.

---

**Número de cotización:** 557-15-SERV. PROY. ELECTRICOS-WMO (Arrancadores suaves)      **Nota de pedido:**

**Fecha:** viernes, 27 de noviembre de 2015

**Código cliente:** SERVICIOS Y PROYECTOS ELÉCTRICOS

**Contacto:** Ing. Karla Correa

**Nombre vendedor:** Ing. Edison Narváez

**Tiempo de entrega:** INMEDIATA

**Forma de pago:** 60 días fecha factura (previo catastro)

**Lugar de entrega:** Sus Bodegas

**Observaciones:** Oferta válida desde la fecha de emisión hasta agotar stock

#	Código	Descripción	Cantidad	Precio Unt Desc. 40%	Precio Unitario	Precio Total
1	10233147	ARRANCADOR SUAVE SSW07 EXSSW070130T5SZ Corriente: 130A Voltaje: 220-440VAC Potencia: 40HP	2	\$ 910.88	\$ 910.88	\$ 1,821.76
2	10092500	ARRANCADOR SUAVE SSW05 SSW050010T2246SPZ Corriente: 10A Voltaje: 220-440VAC Potencia: 3HP	2	\$ 243.35	\$ 243.35	\$ 486.70
3	10052030	ARRANCADOR SUAVE SW05 SSW050045T2246SPZ Corriente: 45A Voltaje: 220-440VAC Potencia: 15HP	1	\$ 490.36	\$ 490.36	\$ 490.36
4	10052028	ARRANCADOR SUAVE SSW05 SSW050023T2246SPZ Corriente: 23A Voltaje: 220-440VAC Potencia: 5HP	2	\$ 297.23	\$ 297.23	\$ 594.46
<b>TOTAL P.V.P.</b>						<b>\$ 3,393.28</b>

SON: SIETE MIL CINCUENTOS SESENTA Y DOS \$3100 USD (Dólares)

**3.2. Plazo y lugar de entrega:**  
Plazo de entrega: Opción 1 → Bajo confirmación y una vez que REMECO elabora una reposición de stock  
NOTA: El tiempo de traslado de la imitación es de 10 a 12 semanas  
Opción 2 → 10 - 12 semanas

**Lugar de entrega:** Sus bodegas.

**3.3. Forma de pago:**  
- 50% Anticipado (con el orden de compra).  
- 50% Previo a la entrega/recepción de los motores en bodegas del cliente.

**NOTA:** El ingreso de la orden de producción en fábrica y el tiempo de entrega indicado, es a partir de que el valor del anticipo (50%) se realice y sea confirmado por parte de REMECO C.A.

**3.4. Validez de la oferta:**  
80 días a partir de la fecha de emisión.

---

	<b>Subtotal</b>	<b>\$ 3,393.28</b>
	<b>IVA</b>	<b>\$ 407.19</b>
	<b>Total</b>	<b>\$ 3,800.47</b>

Ing. Edison Narváez  
SUPERVISOR DE VENTAS - WEG MOTORES/AUTOMATIZACION  
Phone: (593-2) 2437168 Ext: 322  
Cell: 0999-845-807

Av. Atahualpa 1116 y Av. Amazonas  
Edif. Fundación Pérez Pallares, 7mo piso  
Quito - Ecuador

Fuente: Remeco



Cotización



REMECO

Representaciones Metalmecánicas C.A.

Número de cotización: 557-15-SERV. PROY. ELECTRICOS-WMO (Arrancador directo)  
Fecha: viernes, 27 de noviembre de 2015

Nota de pedido:

Código cliente: SERVICIOS Y PROYECTOS ELÉCTRICOS

Contacto: Ing. Karla Correa

Nombre vendedor: Ing. Edison Narváez

Tiempo de entrega: INMEDIATA

Forma de pago: 60 días fecha factura (previo catastro)

Lugar de entrega: Sus Bodegas

Observaciones: Oferta válida desde la fecha de emisión hasta agotar stock

#	Código	Descripción	Cantidad	Precio Unt Desc. 40%	Precio Unitario	Precio Total
<b>MOTOR DE 0.18KW</b>						
1	10409814	*GUARDAMOTOR MPW25-3-D016 1.00-1.60A	1	\$ 39,35	\$ 39,35	\$ 39,35
2	12220434	*CONTACTOR CWB9-11-30D23 9A/220VAC	1	\$ 13,43	\$ 13,43	\$ 13,43
<b>MOTOR DE 0.25KW</b>						
3	10409814	*GUARDAMOTOR MPW25-3-D016 1.00-1.60A	1	\$ 39,35	\$ 39,35	\$ 39,35
4	12220434	*CONTACTOR CWB9-11-30D23 9A/220VAC	1	\$ 13,43	\$ 13,43	\$ 13,43
<b>MOTOR DE 0.37KW</b>						
5	10409815	*GUARDAMOTOR MPW25-3-D025 1.60-2.50A	1	\$ 39,35	\$ 39,35	\$ 39,35
6	12220434	*CONTACTOR CWB9-11-30D23 9A/220VAC	1	\$ 13,43	\$ 13,43	\$ 13,43
<b>MOTOR DE 0.75KW</b>						
7	10409816	*GUARDAMOTOR MPW25-3-U004 2.50-4.00A	1	\$ 39,35	\$ 39,35	\$ 39,35
8	12220434	*CONTACTOR CWB9-11-30D23 9A/220VAC	1	\$ 13,43	\$ 13,43	\$ 13,43

<b>Subtotal</b>	<b>\$ 211,12</b>
<b>IVA</b>	<b>\$ 25,33</b>
<b>Total</b>	<b>\$ 236,45</b>

Ing. Edison Narváez  
SUPERVISOR DE VENTAS - WEG MOTORES/AUTOMATIZACION  
Phone: (593-2) 2437168 Ext: 322  
Cell: 0999-845-807

Av. Atahualpa 1116 y Av. Amazonas  
Edif. Fundación Pérez Pallares, 7mo piso  
Quito - Ecuador

Fuente: Remeco



Para: SERVICIOS Y PROYECTOS ELÉCTRICOS

Atención: Departamento de Compras

Contacto: Srta. Karla Correa

Referencia: Motores IE2 4P

Estimados Señores,

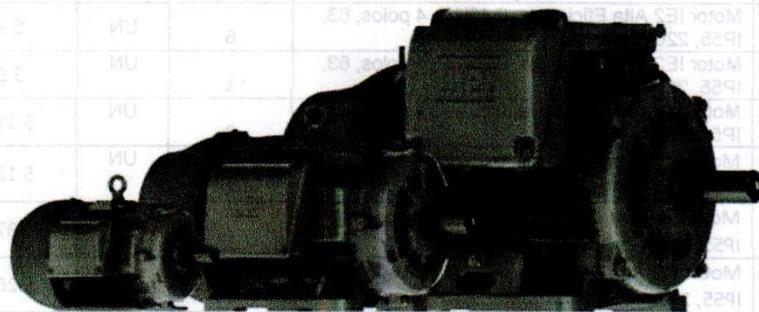
De acuerdo a su petición, tenemos el gusto de presentarle la siguiente oferta:

## 1. DIVISION MOTORES

### 1.1. Especificación de los productos

Motor eléctrico asíncrono, jaula de ardilla, de características y montaje según se enumeran a continuación:

Ítem	Potencia	Polos	Carcasa	Tensión	Forma constructiva	Grado de protección	Eficiencia
1	0.18kW	04	63	220 V	B3L	IP55	IE2 –Alta Eficiencia
2	0.25kW	04	63	220 V	B3L	IP55	IE2 –Alta Eficiencia
3	0.37kW	04	71	220 V	B3L	IP55	IE2 –Alta Eficiencia
4	0.75kW	04	80	220 V	B3L	IP55	IE2 –Alta Eficiencia
5	22kW	04	180M	220 V	B3L	IP55	IE2 –Alta Eficiencia
6	3kW	04	100L	220 V	B3L	IP55	IE2 –Alta Eficiencia



Alimentación	Trifásico
Altitud	1000 m.s.n.m.
Clase de Aislamiento	F
Factor de Servicio	1,00

### REMECO C.A.

Av. Atahualpa 1116 y Av. Amazonas / Edif. Fundación Pérez Pallares, 7mo piso

Quito – Ecuador

Phone: (593-2) 2437168 / Fax: (593-2) 2463051

[www.remeco.net](http://www.remeco.net)

Fuente: Remeco



Frecuencia	60 Hz
Grado de Protección	IP55
Factor de Servicio	1.15
Régimen de Servicio	S1
Nivel de Ruido	48 dB(A)
Temperatura Ambiente Máxima	40°C

## 2. Condiciones generales

### 2.1. Comentarios y divergencias

- Características eléctricas y mecánicas de acuerdo con la Hoja de Datos y Plano adjunto.

## 3. Condiciones comerciales

### 3.1. Precios

Los precios indicados en la presente cotización son precios netos y unitarios, de acuerdo a la lista de precios en vigor, conforme condiciones de pago abajo descritas, válidas para las cantidades y especificaciones indicadas en esta cotización.

#### OPCIÓN 1: Marítimo Stock

Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	P.N.U. USD	TOTAL
1	Motor IE2 Alta Eficiencia, 0.18kW, 4 polos, 63, IP55, 220Vac, B3L	6	UN	\$ 94,36	\$ 566,16
2	Motor IE2 Alta Eficiencia, 0.25kW, 4 polos, 63, IP55, 220Vac, B3L	1	UN	\$ 97,36	\$ 97,36
3	Motor IE2 Alta Eficiencia, 0.37kW, 4 polos, 71, IP55, 220Vac, B3L	3	UN	\$ 116,85	\$ 350,55
4	Motor IE2 Alta Eficiencia, 0.75kW, 4 polos, 80, IP55, 220Vac, B3L	1	UN	\$ 127,21	\$ 127,21
5	Motor IE2 Alta Eficiencia, 22kW, 4 polos, 180M, IP55, 220Vac, B3L	2	UN	\$ 1.370,81	\$ 2.741,62
6	Motor IE2 Alta Eficiencia, 3kW, 4 polos, 100L, IP55, 220Vac, B3L	2	UN	\$ 260,30	\$ 520,60
				<b>TOTAL (Sin I.V.A.)</b>	<b>\$ 4.403,50</b>
				<b>I.V.A. (12%)</b>	<b>\$ 528,42</b>
				<b>TOTAL P.V.P.</b>	<b>\$ 4.931,92</b>

SON: CUATRO MIL NOVECIENTOS TREINTA Y UNO 92/100 USD (Dólares)

#### REMECO C.A.

Av. Atahualpa 1116 y Av. Amazonas / Edif. Fundación Pérez Pallares, 7mo piso  
Quito – Ecuador

Phone: (593-2) 2437168 / Fax: (593-2) 2463051

[www.remeco.net](http://www.remeco.net)

Fuente: Remeco



**OPCIÓN 2: Marítimo importación individual**

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	P.N.U. USD	TOTAL
1	Motor IE2 Alta Eficiencia, 0.18kW, 4 polos, 63, IP55, 220Vac, B3L	6	UN	\$ 144,68	\$ 868,08
2	Motor IE2 Alta Eficiencia, 0.25kW, 4 polos, 63, IP55, 220Vac, B3L	1	UN	\$ 149,29	\$ 149,29
3	Motor IE2 Alta Eficiencia, 0.37kW, 4 polos, 71, IP55, 220Vac, B3L	3	UN	\$ 179,18	\$ 537,54
4	Motor IE2 Alta Eficiencia, 0.75kW, 4 polos, 80, IP55, 220Vac, B3L	1	UN	\$ 195,06	\$ 195,06
5	Motor IE2 Alta Eficiencia, 22kW, 4 polos, 180M, IP55, 220Vac, B3L	2	UN	\$ 2.102,02	\$ 4.204,04
6	Motor IE2 Alta Eficiencia, 3kW, 4 polos, 100L, IP55, 220Vac, B3L	2	UN	\$ 399,15	\$ 798,30
				<b>TOTAL (Sin I.V.A.)</b>	<b>\$ 6.752,31</b>
				<b>I.V.A. (12%)</b>	<b>\$ 810,28</b>
				<b>TOTAL P.V.P.</b>	<b>\$ 7.562,59</b>

SON: SIETE MIL QUINIENTOS SESENTA Y DOS 59/100 USD (Dólares)

**3.2. Plazo y lugar de entrega:**

Plazo de entrega: **OPCION 1** → Bajo confirmación y una vez que REMECO elabore una reposición de stock

**NOTA:** El tiempo de transito de la importación es de 10 a 12 semanas.

**OPCION 2** → 10 - 12 semanas

Lugar de entrega: Sus bodegas.

**3.3. Forma de pago:**

- 50% Anticipado (con la orden de compra).
- 50% Previo a la entrega/recepción de los motores en bodegas del cliente.

**NOTA:** El ingreso de la orden de producción en fábrica y el tiempo de entrega indicado, es a partir de que el valor del anticipo (50%) se realice y sea confirmado por parte de REMECO C.A.

**3.4. Valides de la Oferta:**

60 días a partir de la fecha de emisión.

**REMECO C.A.**

Av. Atahualpa 1116 y Av. Amazonas / Edif. Fundación Pérez Pallares, 7mo piso

Quito – Ecuador

Phone: (593-2) 2437168 / Fax: (593-2) 2463051

[www.remeco.net](http://www.remeco.net)

Fuente: Remeco



### 3.5. Garantía

Motores WEG de la "División Motores" tienen una garantía incondicional para cualquier tipo de defectos de fabricación. WEG otorgará la garantía siempre y cuando los productos hayan sido correctamente instalados, operados dentro de sus límites de capacidad y adecuadamente mantenidos y almacenados.

Lo plazos de garantía para la Línea de productos W22 y W21 - baja tensión son:

- 18 meses de garantía a contar de la emisión de la factura.
- 24 meses de garantía considerando la fecha de fabricación indicada en la placa de identificación.

**Nota:** Esta garantía termina si uno de los dos términos antes mencionados ocurra. Es importante aclarar que WEG/REMECO no se hace responsable por daños y perjuicios que se produzcan después de los plazos especificados.

En espera de que esta oferta sea apreciada por su compañía, aprovechamos la ocasión para enviarles un cordial saludo.

Atentamente,

Ing. Edison Narváez S.  
SUPERVISOR DE VENTAS - WEG ENERGIA/MOTORES  
REMECO C.A.

### REMECO C.A.

Av. Atahualpa 1116 y Av. Amazonas / Edif. Fundación Pérez Pallares, 7mo piso

Quito – Ecuador

Phone: (593-2) 2437168 / Fax: (593-2) 2463051

[www.remeco.net](http://www.remeco.net)

Fuente: Remeco

#### Anexo 14. Cotización Havells-Sylvania

<b>Tipo</b>	<b>Valor \$</b>
Evo High Bay Led 190W	350-400 +IVA
Sylbell Led Ultraflat 180W	520 + IVA
Campana Industrial 400 W metalhalide de 22" foco incluido (Noviembre 2015 promoción)	92 + IVA
Campana Industrial 400 W metalhalide de 22" (Diciembre 2015)	112+IVA
Metalarc Lamp HSI-T 400W EX20 (Diciembre 2015)	19+ IVA
Geovanny Enríquez	
Representante de Ventas	
022810773/2410004/3284407	
<a href="mailto:geovanny.enriquez@havells-sylvania.com">geovanny.enriquez@havells-sylvania.com</a>	

Fuente: Havells-Sylvania

**SYLVANIA**

## Evo High Bay Led

Luminarias  
**LED**



### Características

- Luminaria tipo high bay led para suspender o colgar, diseño moderno, alta luminosidad, proyección uniforme de luz, no genera parpadeos ni radiaciones ultravioletas y su encendido es instantáneo.
- Portaequipo en inyección de aluminio para una correcta disipación del calor, conteniendo leds de alta potencia.
- Vida útil promedio 50.000 horas a un flujo luminoso del 70%.
- Índice de Reproducción de Color (IRC) 80%.
- Ángulo de apertura 85°.
- Driver electrónico remoto incluido en la luminaria, voltaje universal 90-305V 50/60HZ.
- Para aplicaciones industriales bajo techo e iluminación comercial (colgantes).
- Índice de protección IP65.
- Sustituto ideal de luminarias metalhalide 250W y 400W.

### Especificaciones

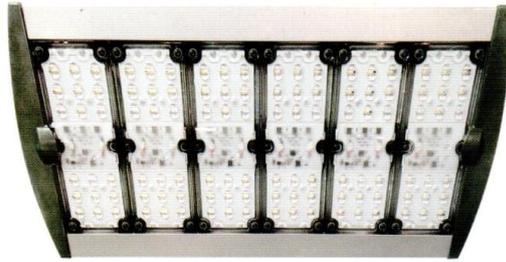
Código	Descripción Comercial	Potencia (W)	Flujo Luminoso (lm)	CCT (K)	Tensión de Línea (V)	Equivalencia	Vida Útil (h)
P26239-36	High Bay EVO Led 150w 5000K 90-305V	150	16500	5000	90-305	MH 250W	50000
P26238-36	High Bay EVO Led 190w 5000K 90-305V	190	21573	5000	90-305	MH 400W	50000

Fuente: Havells-Sylvania

**SYLVANIA**

## Sylbell Led Ultraflat

Luminarias  
**LED**



### Características

- Luminaria interior para aplicaciones industriales bajo techo e iluminación comercial (suspendidas)
- Voltaje de operación: 198 - 242 VAC
- Potencias disponibles: 120w - 180w
- Temperatura de color: 5700 K
- Horas vida: 50.000 horas L70
- Material de la luminaria Aluminio inyectado
- IRC 70%
- Luz instantánea
- Driver electrónico remoto, incluido en el portaequipo
- Sustituto ideal de luminarias metalhalide 250w y 400w

### Especificaciones

Código	Descripción Comercial	Potencia (W)	Flujo Luminoso (lm)	CCT (K)	Tensión de Línea (V)	Equivalencia	Vida Útil (H)
P25041-36	High Bay Led Ultraflat 120w 5700K	120	10800	5700	198-242	MH 250W	50000
P25043-36	High Bay Led Ultraflat 180w 5700K	180	16200	5700	198-242	MH 400W	50000

Fuente: Havells-Sylvania


**SYLVANIA**

## CAMPANA HIGH BAY PC

### Características

- Portaequipo de aluminio inyectado con recubrimiento de pintura electrostática en polvo, campana y cierre de protección fabricados en policarbonato.
- El diseño de la caja portaequipo permite disipar con facilidad el calor generado por el equipo eléctrico extendiendo la vida útil del balasto.
- Incorpora un portalámpara E40 de porcelana que soporta pulsos de hasta 5Kv.
- Reflector de policarbonato de 16" y 22".
- Se coloca directamente en forma suspendida. Aplicadas a gran altura donde se requiere alta eficiencia e iluminación adecuada en el plano horizontal.

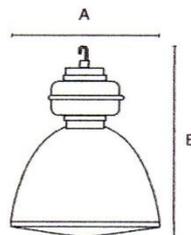
### Aplicaciones

- Áreas industriales con elementos no contaminantes.
- Bodegas de almacenamiento.
- Supermercados.
- Instalaciones deportivas bajo techo.

### Especificaciones

Código	Descripción Comercial	Tipo de Lámpara	Potencia (W)	Tensión de Línea (V)
P33639-36	Campana PC 16" 250W MH E40 208-240V	Metalhalide	250	208-240
P33638-36	Campana PC 22" 400W MH E40 208-240V	Metalhalide	400	208-240

### Dimensiones (mm)



Modelo	A	B
HIGH BAY PC 250W	420	560
HIGH BAY PC 400W	570	650

**Nota:** Toda la información mostrada refiere a valores aproximados basados en condiciones de operación normales con equipo eléctrico auxiliar que cumple los valores de corriente especificados. Esta información está sujeta a cambio sin previo aviso.

Fuente: Havells-Sylvania

## Anexo 15. Cotización Empresa MATELEC

**MATELEC**  
 Av. Cusubamba Oe6-39 y Av. Mariscal Sucre  
 QUITO - Ecuador  
 Telef. 2962100 / 2842310  
 e-mail: gerencia@matelec.com.ec  
 R.U.C. 0201449816001

Pag. 1  
 2015-Dec-02

**PROFORMA No. 00000025**

**Cliente:** UPS/ ORANGINE - 1VAR0  
**Dirección:** . - QUITO  
**R.U.C.:** 9999999999999  
**Atención A:**

**Fecha:** 2015-12-02  
**Forma de Pago:** EFECTIVO-CONTADO  
**Telefono:**  
**Vendedor:** 001

CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	% DS	VALOR TOTAL
L3066	LAMP.T/CAMPANA 400W M.H.ACRILICA S/TAPA 57CM	24	152.00	20	2,918.40
FOCO0014	FOCO MERC.HALOG.400W 220V E40 SYLV.TUBULAR	24	21.60	15	518.40
CAJT02	CAJA TERMICA 2P/QOL-2F SQUARE D(C/NEUTRO)	1	22.97	20	22.97
BR2P20A	BREAKER 2P 20A 120/240V QO-220 SQUARE-D	1	14.49	20	14.49

ELABORADO	CLIENTE		
Enrique		DESCTO.	668.93
		TARIFA 0%	0.00
		TARIFA 12%	2,805.33
		I.V.A. 12%	336.64
		FLETE	0.00
		<b>TOTAL</b>	<b>3,141.97</b>

Fuente: Matelec

## Anexo 16. Cálculos del retorno de la inversión al utilizarse tecnología LED

### Panel LED 180W

*Disminución de la demanda*

$$= (Total\ de\ lámparas) * (Potencia\ Actual - Potencia\ Nueva)$$

(Ecuación 4.1)

$$Disminución\ de\ la\ demanda = (24) * (400W - 180W)$$

$$\mathbf{Disminución\ de\ la\ demanda = 5280\ W}$$

*Considerando 12H de operación = Disminución de la demanda \* 12h*

(Ecuación 4.2)

$$Considerando\ 12h\ de\ operación = (5280\ W * 12h) / 1000$$

$$\mathbf{Considerando\ 12h\ de\ operación = 63,36kWh}$$

*Total en dólares por kWh = (0.078USD \* kWh) \* Operación 12 h*

(Ecuación 4.3)

$$Total\ en\ dólares\ por\ kWh = (0.078USD * kWh) * (63.36kWh)$$

$$\mathbf{Total\ en\ dólares\ por\ \frac{kWh}{dia} = 4.94\ USD}$$

*Ahorro en un año en USD = 365 días \* Total en dólares por  $\frac{kWh}{días}$*

(Ecuación 4.4)

$$Ahorro\ en\ un\ año\ en\ USD = 365 * 4.94USD$$

$$\mathbf{Ahorro\ en\ un\ año\ en\ USD = 1,803.86USD}$$

*Adquisición lamp 400 W = Costo luminaria \* Cantidad*

(Ecuación 4.5)

$$Adquisición\ lamp\ 400\ W = 21.60USD * 24$$

$$\mathbf{Adquisición\ lamp\ 400\ W = 518.40USD}$$

*Ahorro total anual = Ahorro en un año + Adquisición lamp 400W*

(Ecuación 4.6)

$$Ahorro\ total\ anual = 1,803.86USD + 518.40USD$$

$$\mathbf{Ahorro\ total\ anual = 2,322.26USD}$$

*Cambio de Tecnología, Ahorro anual por energía*

$$= Luminaria\ LED * Cantidad$$

(Ecuación 4.7)

$$\text{Cambio de Tecnología, Ahorro anual por energía} = 520\text{USD} * 24$$
$$\text{Cambio de Tecnología, Ahorro anual por energía} = \mathbf{12,480.00\text{USD}}$$

$$\text{Retorno de la Inversión (años)} = \frac{\text{Ahorro anual por energía (USD)}}{\text{Ahorro total anual (USD)}}$$

(Ecuación 4.8)

$$\text{Retorno de la Inversión (años)} = \frac{12,480.00\text{USD}}{2,322.26\text{USD}}$$

**Retorno de la Inversión 5.4 años**

**Campana LED 190W**

*Disminución de la demanda*

$$= (\text{Total de lámparas}) * (\text{Potencia Actual} - \text{Potencia Nueva})$$

(Ecuación 4.1)

$$\text{Disminución de la demanda} = (24) * (400\text{W} - 190\text{W})$$

**Disminución de la demanda = 5040 W**

*Considerando 12H de operación = Disminución de la demanda \* 12h*

(Ecuación 4.2)

$$\text{Considerando 12h de operación} = (5040\text{W} * 12\text{h}) / 1000$$

**Considerando 12h de operación = 60.48kWh**

*Total en dólares por kWh = (0.078USD \* kWh) \* Operación 12 h*

(Ecuación 4.3)

$$\text{Total en dólares por kWh} = (0.078\text{USD} * \text{kWh}) * (60.48\text{kWh})$$

$$\text{Total en dólares por } \frac{\text{KWh}}{\text{dia}} = \mathbf{4.72\text{USD}}$$

$$\text{Ahorro en un año en USD} = 365 \text{ dias} * \text{Total en dólares por } \frac{\text{KWh}}{\text{dias}}$$

(Ecuación 4.4)

$$\text{Ahorro en un año en USD} = 365 * 4.72\text{USD}$$

**Ahorro en un año en USD = 1,721.87USD**

*Adquisición lamp 400 W = Costo luminaria \* Cantidad*

(Ecuación 4.5)

$$\text{Adquisición lamp 400 W} = 21.60\text{USD} * 24$$

**Adquisición lamp 400 W = 518.40USD**

*Ahorro total anual = Ahorro en un año + Adquisición lamp 400W*  
(Ecuación 4.6)

*Ahorro total anual = 1,721.87USD + 518.40USD*

***Ahorro total anual = 2,240.27USD***

*Cambio de Tecnología, Ahorro anual por energía*  
*= Luminaria LED \* Cantidad*

(Ecuación 4.7)

*Cambio de Tecnología, Ahorro anual por energía = 400USD \* 24*

***Cambio de Tecnología, Ahorro anual por energía = 9,600.00USD***

*Retorno de la Inversión (años) =  $\frac{\text{Ahorro anual por energía (USD)}}{\text{Ahorro total anual (USD)}}$*

(Ecuación 4.8)

*Retorno de la Inversión (años) =  $\frac{9,600.00USD}{2,240.27USD}$*

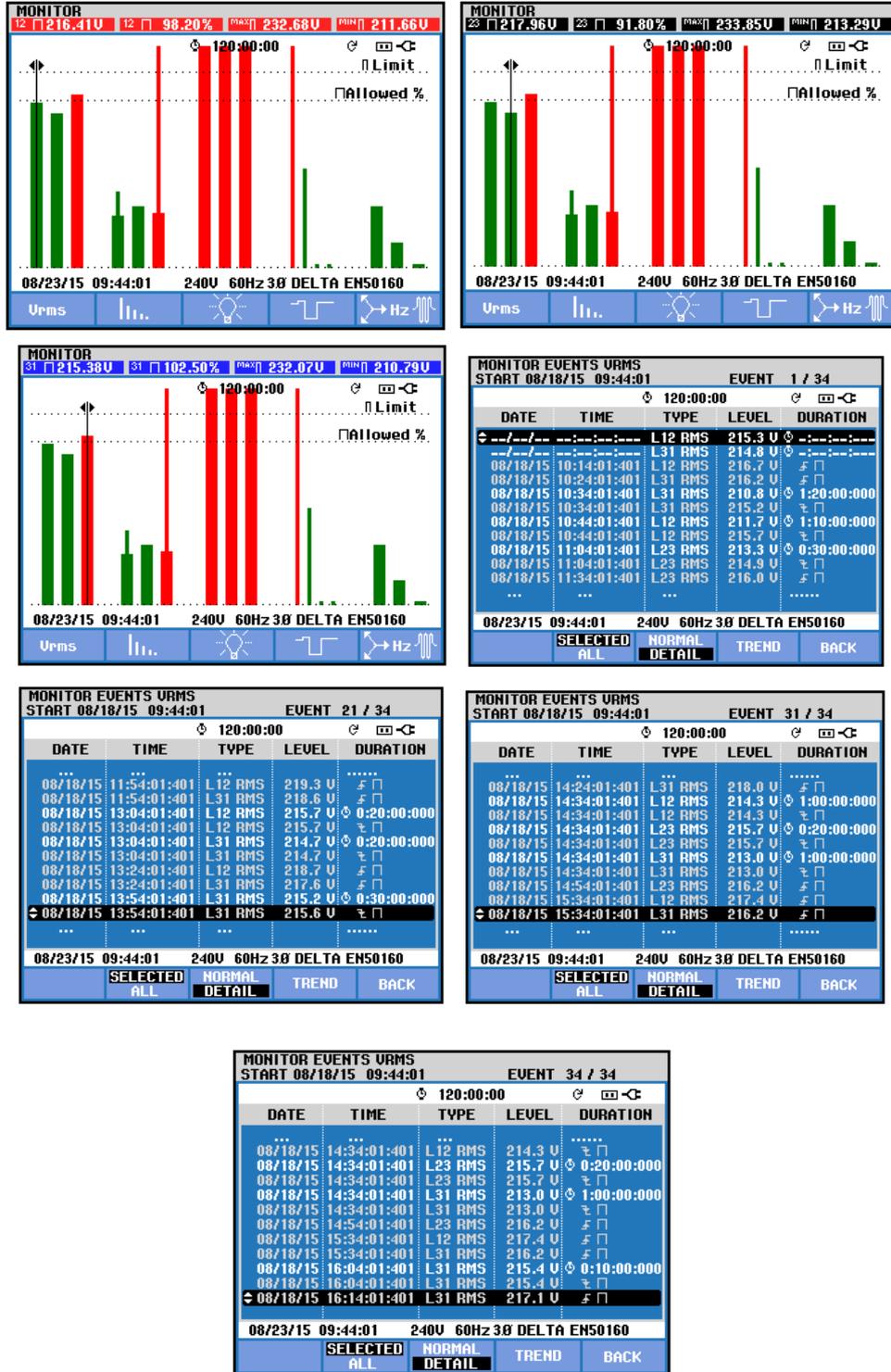
***Retorno de la Inversión 4.3 años***

Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa.

# Anexo 17. Registros del analizador industrial FLUKE.

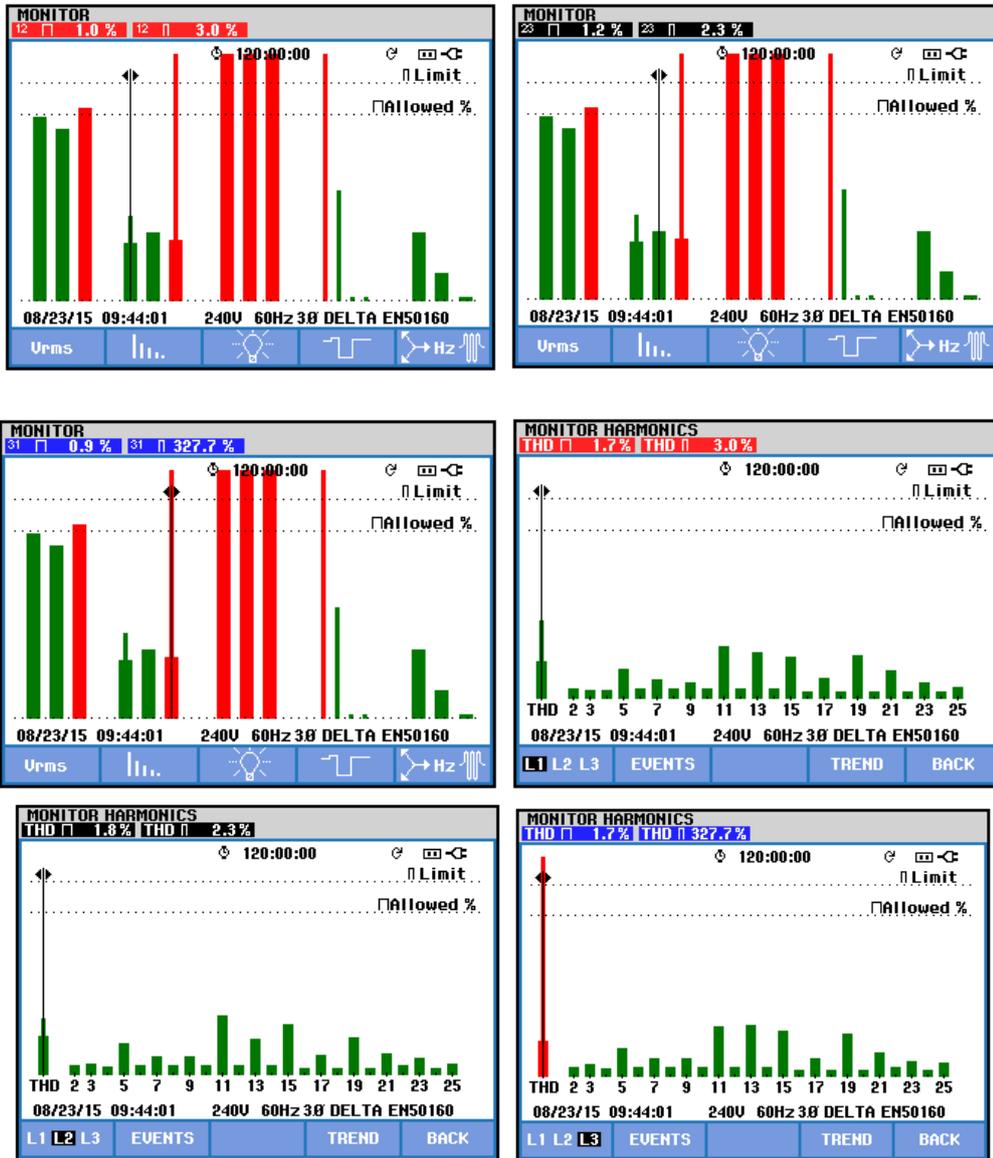
## CALIDAD DE ENERGÍA

### Registro de Valores RMS



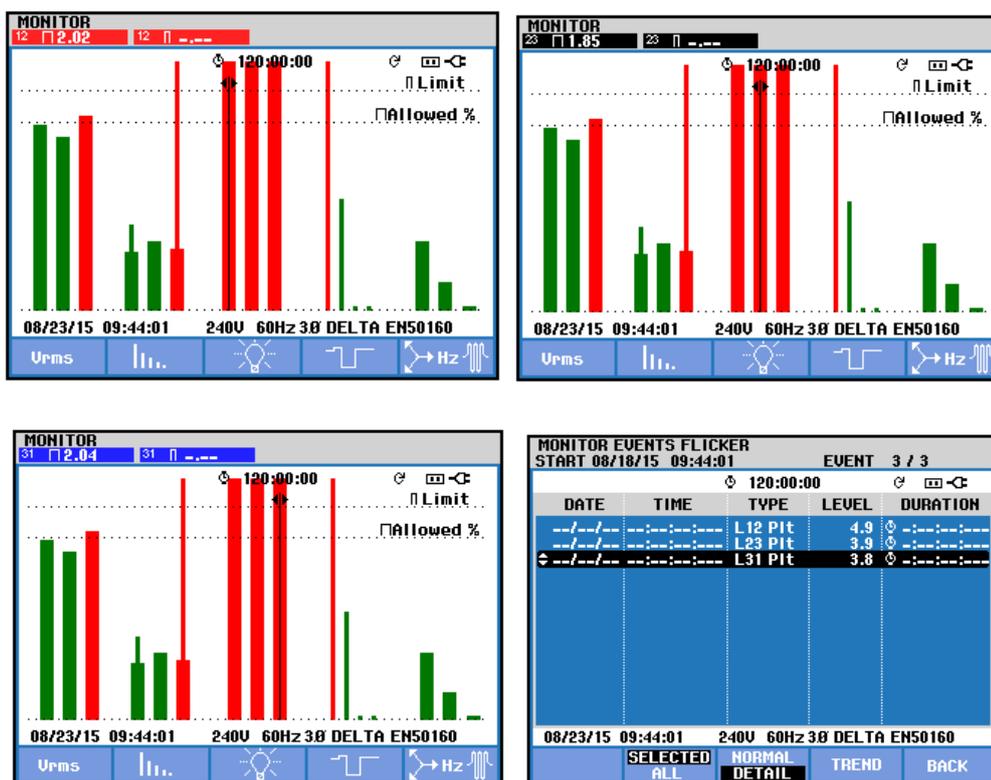
Fuente: TESLA Electric

## Registro de Valores Armónicos



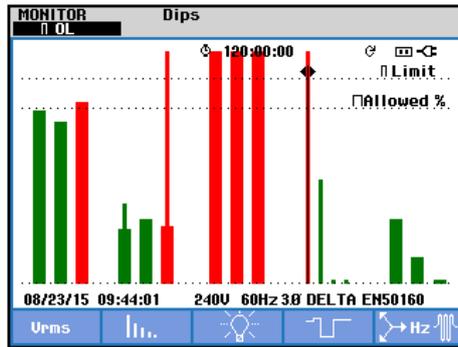
Fuente: TESLA Electric

## Registro de Eventos FLICKER



Fuente: TESLA Electric

Registro Eventos DIPS (Depresión de Voltaje), Cortes, Saltos de Voltaje y Swells  
(Dilataciones de Voltaje)



MONITOR EVENTS DIRS  
START 08/18/15 09:44:01 EVENT 11 / 118

DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
08/18/15	12:02:42:051	L31 DIP	216.0 U	0:00:03:717
08/18/15	12:03:01:747	L31 DIP	215.5 U	0:01:19:051
08/18/15	12:04:49:712	L31 DIP	213.4 U	0:00:00:449
08/18/15	12:05:22:879	L31 DIP	214.7 U	0:00:00:426
08/18/15	12:13:52:546	L31 DIP	214.7 U	0:06:16:795
08/18/15	12:20:18:153	L31 DIP	212.9 U	0:00:04:985
08/18/15	12:21:18:511	L31 DIP	211.6 U	0:00:24:489
08/18/15	12:21:49:180	L31 DIP	209.1 U	0:26:40:812
08/18/15	12:58:00:388	L31 DIP	209.5 U	0:00:06:705
08/18/15	12:58:15:771	L31 DIP	214.8 U	0:00:12:212
08/18/15	13:00:41:980	L31 DIP	200.3 U	3:44:42:605

08/23/15 09:44:01 240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160

SELECTED NORMAL TREND BACK

MONITOR EVENTS DIRS  
START 08/18/15 09:44:01 EVENT 22 / 118

DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
08/18/15	16:47:42:344	L12 DIP	214.7 U	0:00:56:578
08/18/15	16:48:48:587	L31 DIP	214.8 U	0:01:01:783
08/18/15	16:51:43:106	L31 DIP	214.5 U	0:00:16:580
08/18/15	16:52:26:620	L31 DIP	211.8 U	0:04:43:251
08/18/15	16:57:15:409	L31 DIP	212.2 U	0:02:30:831
08/18/15	17:01:21:565	L31 DIP	214.4 U	0:00:04:664
08/18/15	17:01:38:093	L31 DIP	208.4 U	0:09:57:941
08/18/15	17:13:15:582	L31 DIP	214.6 U	0:00:20:139
08/18/15	17:13:51:100	L31 DIP	213.5 U	0:00:43:133
08/18/15	17:15:38:362	L31 DIP	215.2 U	0:00:01:726

08/23/15 09:44:01 240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160

SELECTED NORMAL TREND BACK

MONITOR EVENTS DIRS  
START 08/18/15 09:44:01 EVENT 33 / 118

DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
08/18/15	17:24:56:746	L31 DIP	215.1 U	0:00:08:662
08/18/15	17:25:48:663	L31 DIP	215.1 U	0:00:00:500
08/18/15	17:48:55:580	L31 DIP	214.8 U	0:00:12:295
08/18/15	17:50:23:301	L31 DIP	211.8 U	0:00:12:266
08/18/15	17:50:45:560	L31 DIP	211.3 U	0:00:41:717
08/18/15	17:51:29:715	L31 DIP	213.1 U	0:00:01:133
08/18/15	17:51:43:595	L31 DIP	213.0 U	0:00:07:034
08/18/15	17:51:57:708	L31 DIP	213.2 U	0:00:01:168
08/18/15	17:52:07:775	L31 DIP	215.7 U	0:00:02:090
08/18/15	17:52:10:799	L31 DIP	212.7 U	0:00:04:583

08/23/15 09:44:01 240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160

SELECTED NORMAL TREND BACK

MONITOR EVENTS DIRS  
START 08/18/15 09:44:01 EVENT 44 / 118

DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
08/18/15	17:52:35:256	L31 DIP	211.9 U	0:00:25:828
08/18/15	17:53:05:735	L31 DIP	212.4 U	0:00:02:442
08/18/15	17:53:11:443	L31 DIP	212.4 U	0:00:02:782
08/18/15	17:53:16:398	L31 DIP	215.4 U	0:00:00:615
08/18/15	17:53:21:206	L12 DIP	212.2 U	0:00:11:901
08/18/15	17:53:35:658	L31 DIP	211.7 U	0:00:18:949
08/18/15	17:54:00:195	L31 DIP	211.5 U	0:00:30:133
08/18/15	17:54:33:646	L31 DIP	212.2 U	0:00:10:500
08/18/15	17:54:48:302	L31 DIP	213.4 U	0:00:00:566
08/18/15	17:54:58:414	L31 DIP	215.6 U	0:00:00:292

08/23/15 09:44:01 240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160

SELECTED NORMAL TREND BACK

MONITOR EVENTS DIRS  
START 08/18/15 09:44:01 EVENT 55 / 118

DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
08/18/15	17:55:12:934	L31 DIP	215.0 U	0:00:00:282
08/18/15	17:55:17:258	L31 DIP	214.3 U	0:00:00:449
08/18/15	17:55:32:010	L31 DIP	213.5 U	0:00:00:465
08/18/15	17:55:42:014	L31 DIP	216.0 U	0:00:00:125
08/18/15	17:55:46:489	L31 DIP	213.3 U	0:00:00:809
08/18/15	17:55:56:508	L31 DIP	211.7 U	0:01:03:993
08/18/15	17:57:12:067	L31 DIP	212.3 U	0:00:11:339
08/18/15	18:01:02:675	L12 DIP	212.1 U	0:00:00:475
08/18/15	18:01:05:526	L12 DIP	215.9 U	0:00:00:250
08/18/15	18:01:15:506	L12 DIP	215.4 U	0:00:00:434

08/23/15 09:44:01 240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160

SELECTED NORMAL TREND BACK

Fuente: TESLA Electric

MONITOR EVENTS DIRS				
START 08/18/15 09:44:01				
EVENT 66 / 118				
120:00:00				
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
...	...	...	...	...
08/18/15	18:01:37:744	L12 DIP	215.3 U	0:00:00:433
08/18/15	18:01:47:757	L31 DIP	214.6 U	0:00:00:476
08/18/15	18:02:01:207	L31 DIP	214.8 U	0:00:00:492
08/18/15	18:02:15:719	L31 DIP	215.0 U	0:00:00:474
08/18/15	18:02:28:512	L31 DIP	215.1 U	0:00:00:452
08/18/15	18:02:42:994	L31 DIP	214.7 U	0:00:00:500
08/18/15	18:02:56:466	L31 DIP	214.9 U	0:00:00:478
08/18/15	18:03:08:853	L31 DIP	213.3 U	0:00:01:843
08/18/15	18:03:21:682	L31 DIP	212.5 U	0:00:00:529
08/18/15	18:03:34:042	L31 DIP	212.1 U	0:00:00:602
...	...	...	...	...
08/23/15 09:44:01 240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160				
SELECTED NORMAL TREND BACK				
ALL DETAIL				

MONITOR EVENTS DIRS				
START 08/18/15 09:44:01				
EVENT 77 / 118				
120:00:00				
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
...	...	...	...	...
08/18/15	18:03:46:643	L12 DIP	212.6 U	0:00:00:730
08/18/15	18:03:59:454	L31 DIP	213.0 U	0:00:01:121
08/18/15	18:04:12:594	L31 DIP	213.2 U	0:00:00:605
08/18/15	18:04:22:206	L31 DIP	215.9 U	0:00:00:150
08/18/15	18:04:25:150	L31 DIP	212.5 U	0:00:01:025
08/18/15	18:04:38:236	L31 DIP	213.0 U	0:00:00:786
08/18/15	18:04:51:465	L12 DIP	212.7 U	0:00:00:559
08/18/15	18:05:04:400	L31 DIP	211.8 U	0:00:00:868
08/18/15	18:05:18:014	L31 DIP	212.5 U	0:00:01:960
08/18/15	18:05:27:624	L31 DIP	215.4 U	0:00:00:633
...	...	...	...	...
08/23/15 09:44:01 240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160				
SELECTED NORMAL TREND BACK				
ALL DETAIL				

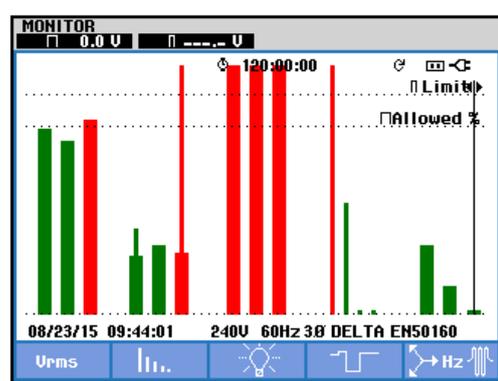
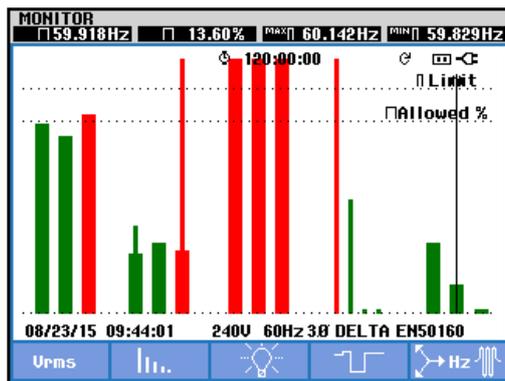
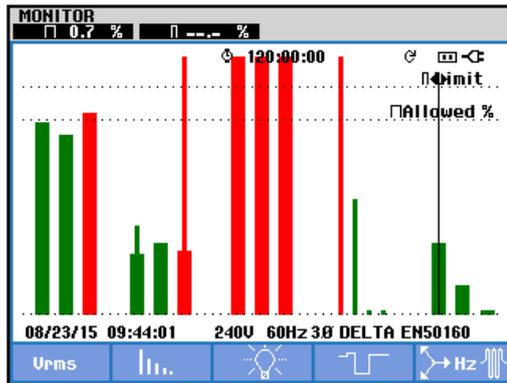
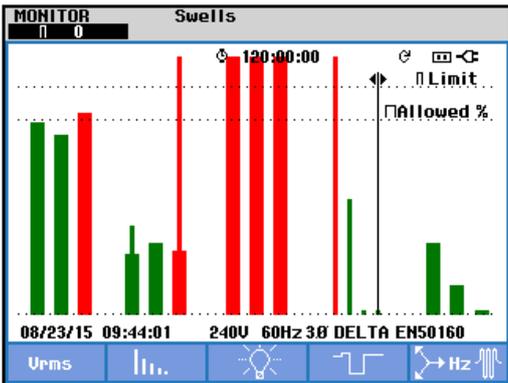
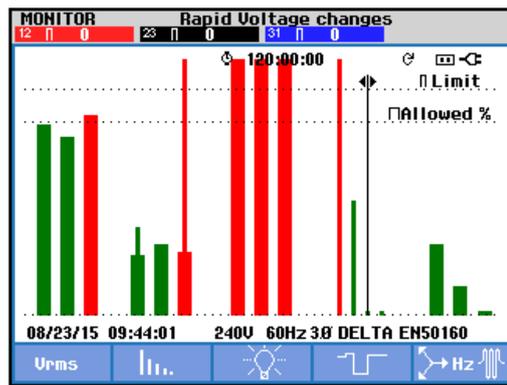
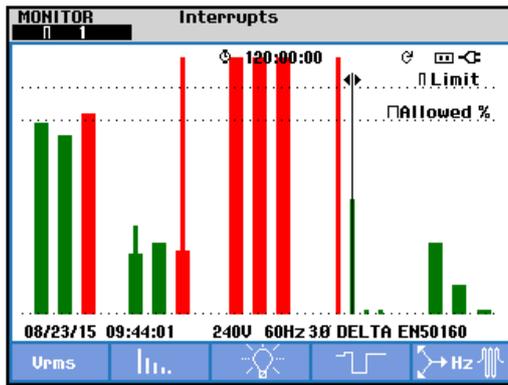
MONITOR EVENTS DIRS				
START 08/18/15 09:44:01				
EVENT 88 / 118				
120:00:00				
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
...	...	...	...	...
08/18/15	18:05:45:144	L31 DIP	212.4 U	0:00:00:559
08/18/15	18:05:58:042	L12 DIP	212.6 U	0:00:00:581
08/18/15	18:06:11:571	L31 DIP	213.7 U	0:00:00:737
08/18/15	18:06:24:894	L31 DIP	212.9 U	0:00:00:618
08/18/15	18:06:37:795	L31 DIP	212.4 U	0:00:00:834
08/18/15	18:06:51:586	L31 DIP	212.6 U	0:00:01:280
08/18/15	18:07:04:540	L31 DIP	213.4 U	0:00:00:585
08/18/15	18:07:11:280	L31 DIP	212.0 U	0:00:01:854
08/18/15	18:07:27:488	L31 DIP	211.6 U	0:00:02:020
08/18/15	18:07:33:173	L12 DIP	215.4 U	0:00:00:142
...	...	...	...	...
08/23/15 09:44:01 240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160				
SELECTED NORMAL TREND BACK				
ALL DETAIL				

MONITOR EVENTS DIRS				
START 08/18/15 09:44:01				
EVENT 99 / 118				
120:00:00				
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
...	...	...	...	...
08/18/15	18:07:53:956	L31 DIP	215.9 U	0:00:00:126
08/18/15	18:31:30:691	L31 DIP	215.1 U	0:02:44:537
08/19/15	04:32:07:269	L31 DIP	176.5 U	0:00:00:103
08/19/15	06:23:17:486	L31 DIP	214.1 U	0:00:00:417
08/19/15	06:40:10:353	L12 DIP	214.6 U	0:00:08:641
08/19/15	06:59:12:345	L31 DIP	215.7 U	0:00:00:233
08/19/15	07:02:20:601	L31 DIP	214.4 U	0:00:00:192
08/19/15	07:02:53:269	L31 DIP	215.6 U	0:00:01:033
08/19/15	07:02:57:880	L12 DIP	211.5 U	0:01:43:466
08/19/15	07:05:01:630	L12 DIP	215.6 U	0:00:00:266
...	...	...	...	...
08/23/15 09:44:01 240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160				
SELECTED NORMAL TREND BACK				
ALL DETAIL				

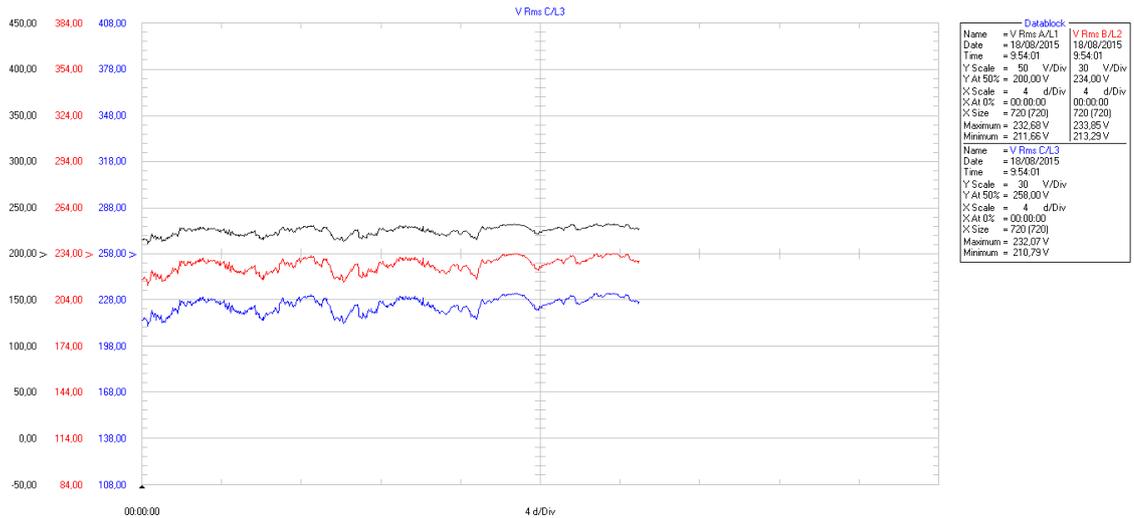
MONITOR EVENTS DIRS				
START 08/18/15 09:44:01				
EVENT 110 / 118				
120:00:00				
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
...	...	...	...	...
08/19/15	07:05:15:948	L31 DIP	215.5 U	0:00:00:319
08/19/15	07:05:23:885	L31 DIP	214.5 U	0:00:00:418
08/19/15	07:05:31:304	L31 DIP	214.3 U	0:00:00:375
08/19/15	07:05:39:337	L31 DIP	214.5 U	0:00:00:391
08/19/15	07:05:47:289	L31 DIP	214.5 U	0:00:00:382
08/19/15	07:05:55:033	L31 DIP	213.3 U	0:00:00:617
08/19/15	07:06:03:562	L31 DIP	213.8 U	0:00:00:382
08/19/15	07:06:11:610	L31 DIP	213.0 U	0:00:00:533
08/19/15	07:06:15:261	L31 DIP	214.0 U	0:00:01:126
08/19/15	07:06:17:821	L31 DIP	214.2 U	0:00:00:350
...	...	...	...	...
08/23/15 09:44:01 240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160				
SELECTED NORMAL TREND BACK				
ALL DETAIL				

MONITOR EVENTS DIRS				
START 08/18/15 09:44:01				
EVENT 118 / 118				
120:00:00				
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
...	...	...	...	...
08/19/15	07:06:11:610	L31 DIP	213.0 U	0:00:00:533
08/19/15	07:06:15:261	L31 DIP	214.0 U	0:00:01:126
08/19/15	07:06:17:821	L31 DIP	214.2 U	0:00:00:350
08/19/15	07:06:25:715	L31 DIP	211.6 U	0:00:00:724
08/19/15	07:06:33:277	L31 DIP	213.9 U	0:00:00:400
08/19/15	07:06:41:203	L31 DIP	213.3 U	0:00:01:008
08/19/15	07:06:46:904	L31 DIP	213.6 U	0:00:00:442
08/19/15	07:06:52:539	L31 DIP	213.4 U	0:00:00:490
08/19/15	07:06:58:537	L31 DIP	215.9 U	0:00:00:600
08/19/15	07:07:01:262	L31 DIP	213.4 U	0:00:00:501
08/19/15	07:07:06:771	L31 DIP	213.1 U	0:00:02:142
...	...	...	...	...
08/23/15 09:44:01 240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160				
SELECTED NORMAL TREND BACK				
ALL DETAIL				

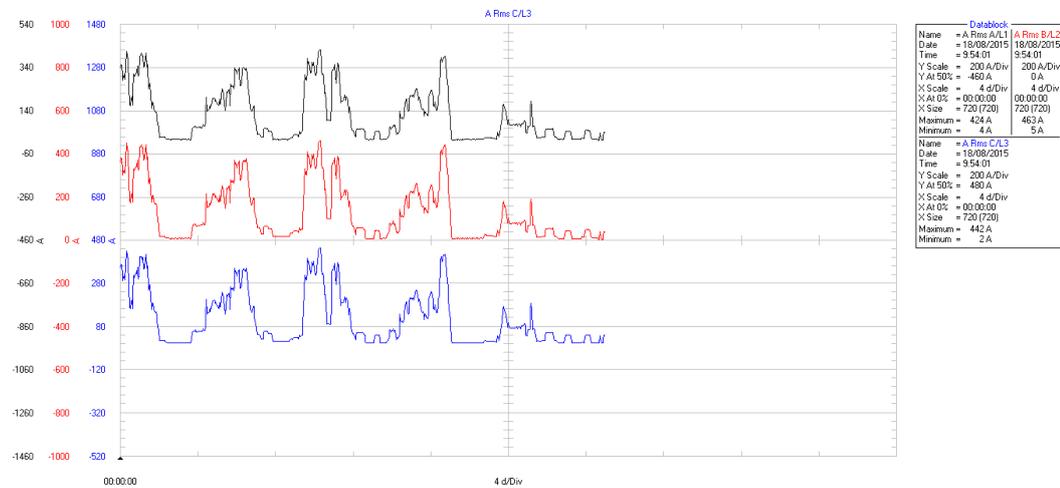
Fuente: TESLA Electric



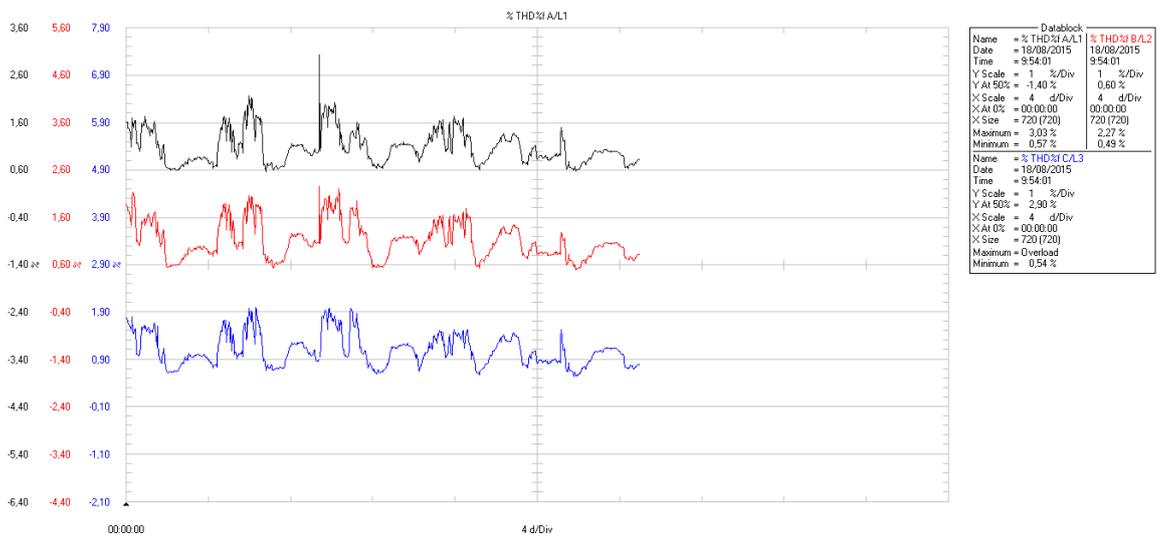
Fuente: TESLA Electric



PERFIL DE VOLTAJES DE LINEA RMS

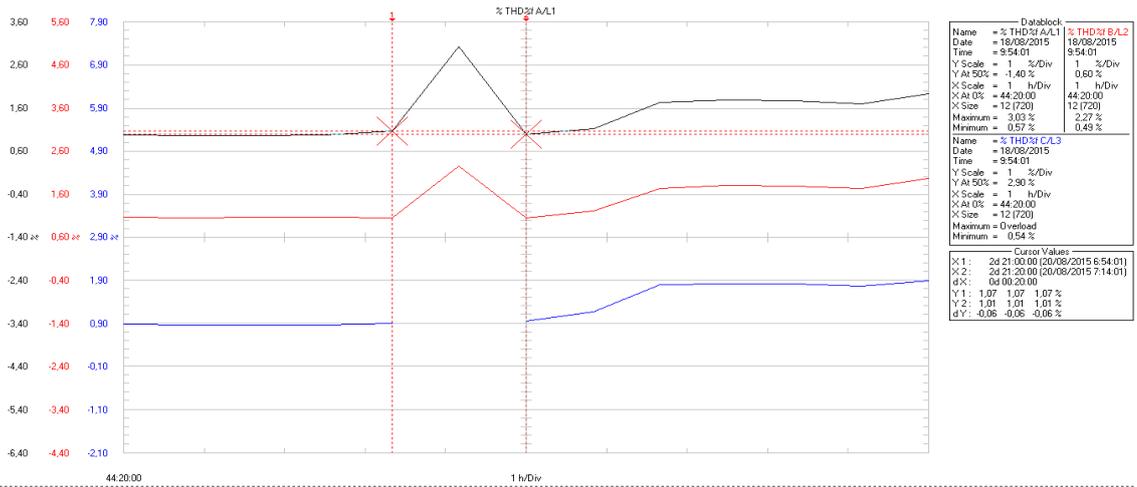


PERFIL DE CORRIENTES DE LINEA RMS

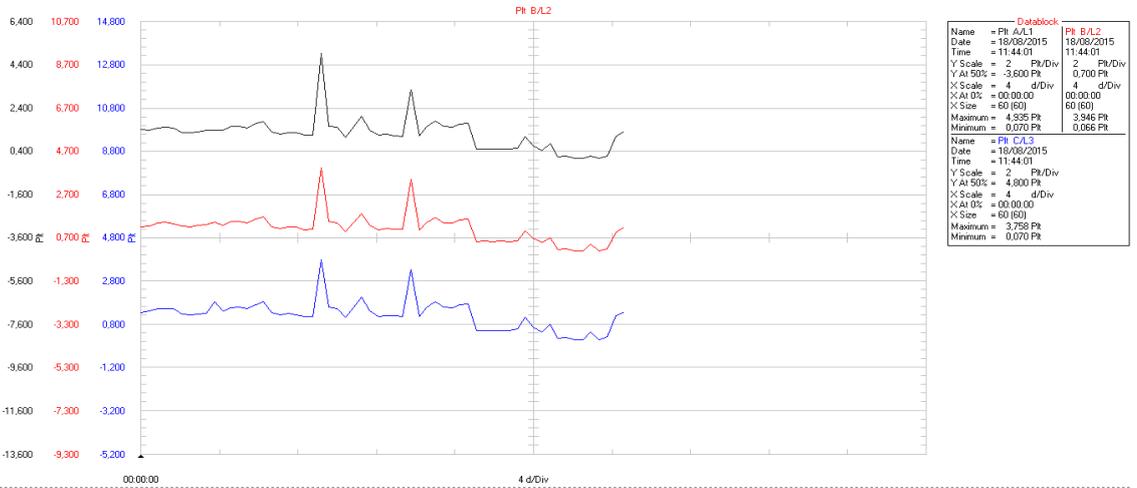


PERFIL DE COMPONENTE ARMONICA POR FASE

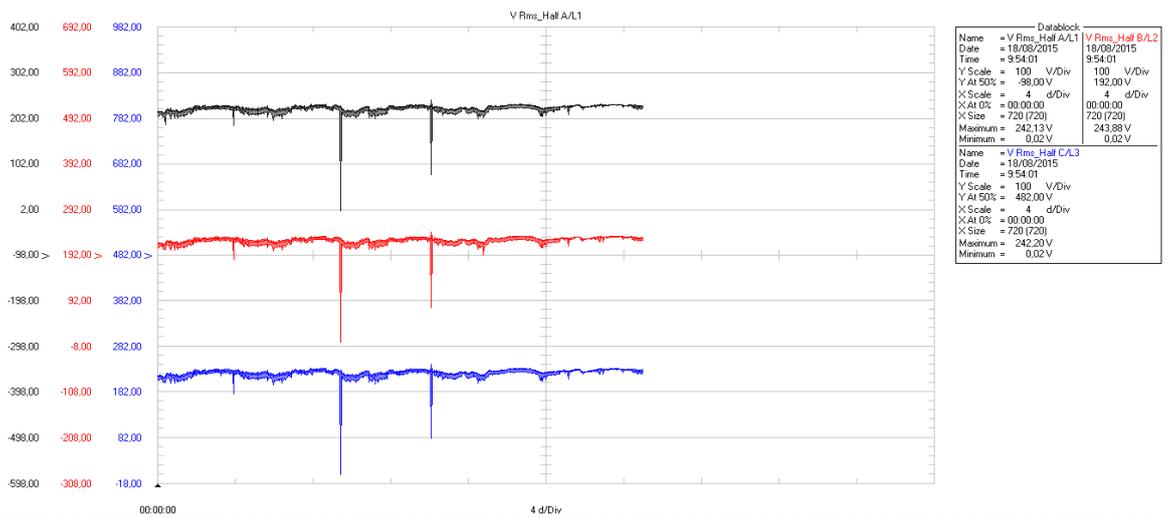
Fuente: TESLA Electric



PERFIL DE COMPONENTE ARMONICA POR FASE (PICO)

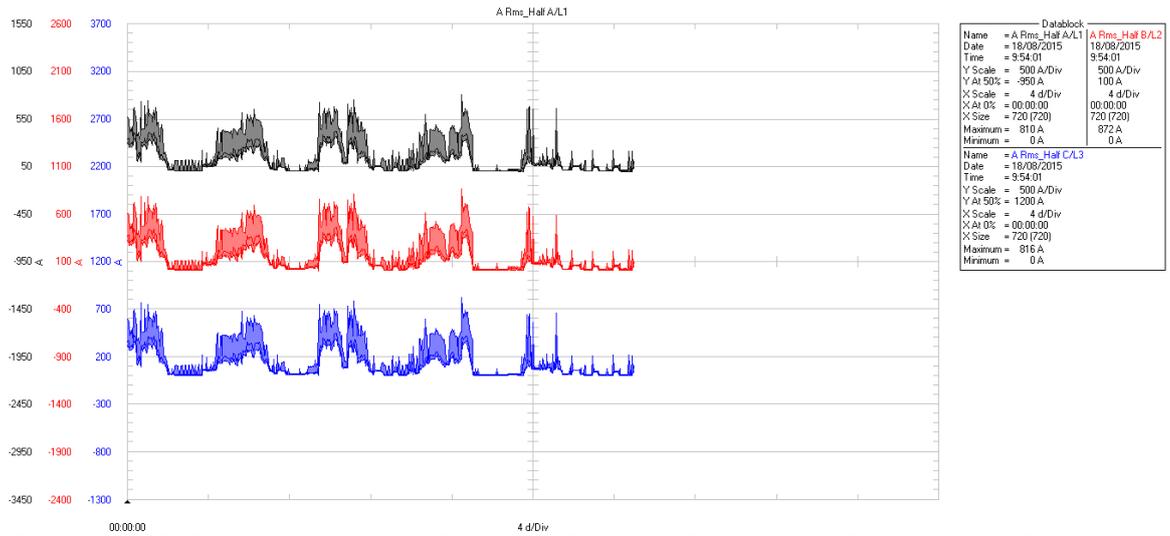


PERFILES DE FLICKER

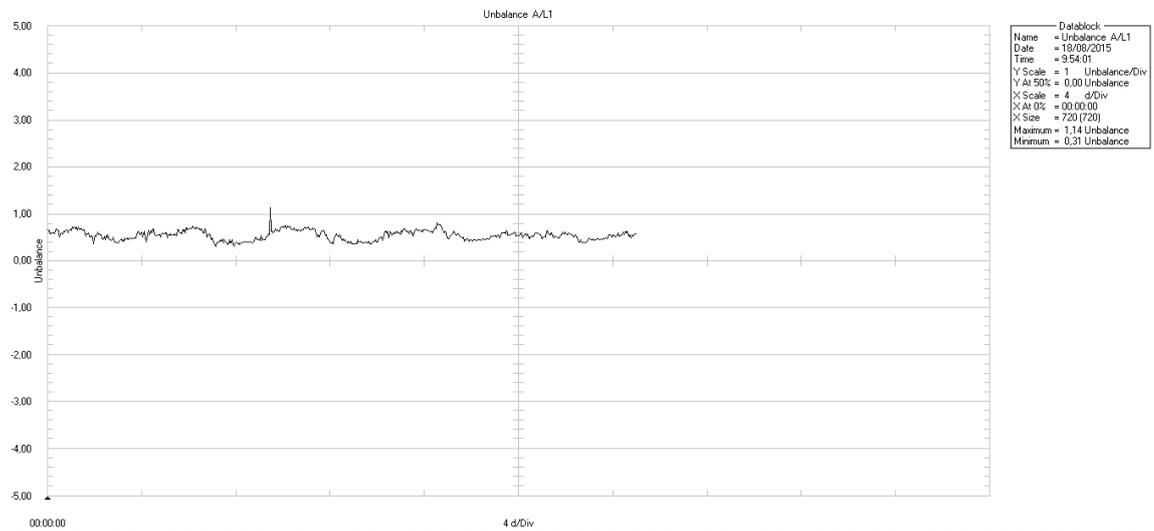


PERFILES DE VOLTAJE PROMEDIO RMS

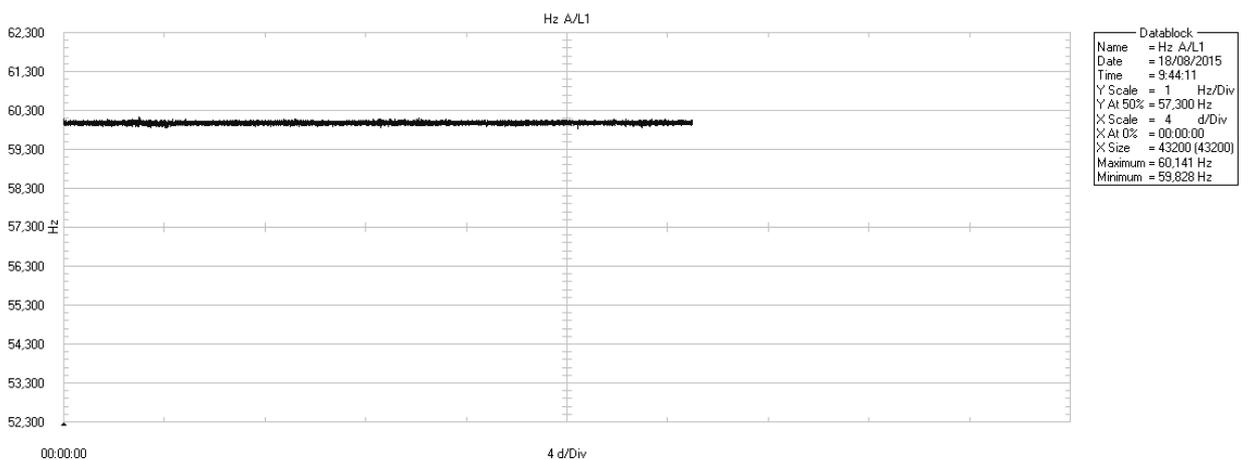
Fuente: TESLA Electric



PERFIL DE CORRIENTE DE LINEA PROMEDIO RMS



PERFIL DE DESBALANCE DE CORRIENTE



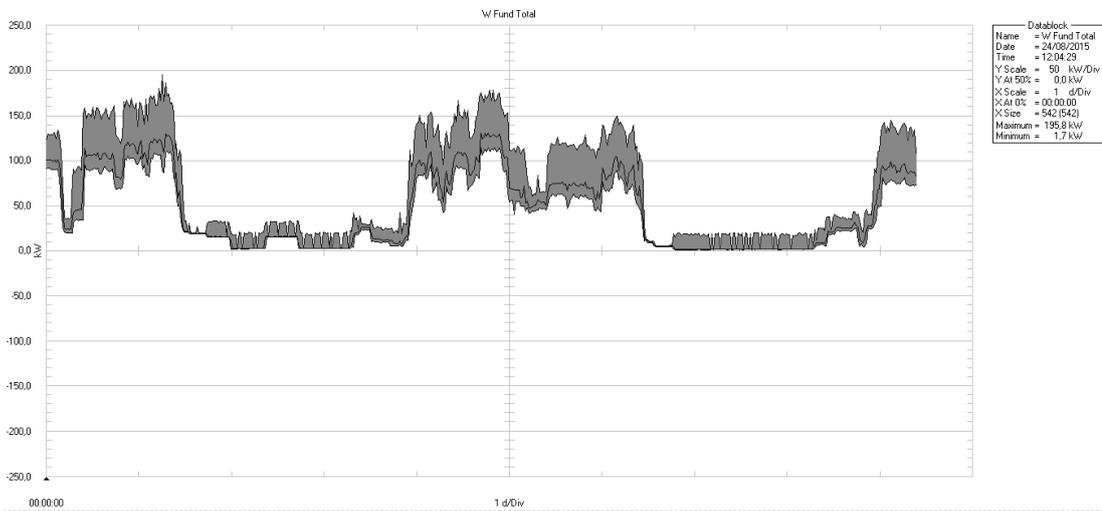
PERFIL DE FRECUENCIA

Fuente: TESLA Electric

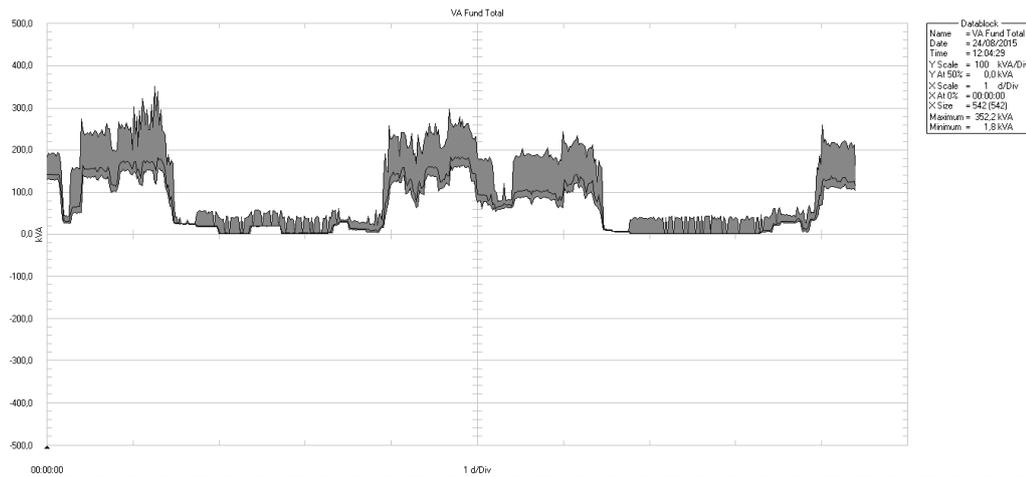
## REGISTRO DE POTENCIA

Power & Energy				
FUND		45:12:52		CP
L1	L2	L3	Total	
kW			83.6	
kVA			116.1	
kVAR			80.6	
PF			0.72	
DPF			0.72	
Arms	270	281	258	
	L12	L23	L31	
Vrms	219.47	220.62	217.59	
08/26/15 09:12:22 240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160				
ENERGY		TREND		

Power & Energy				
FUND		45:12:52		CP
L1	L2	L3	Total	
kW			83.6	
kVA			116.1	
kVAR			80.6	
PF			0.72	
DPF			0.72	
kWh			2117	
kVAh			2948	
kVAh			2035	
kWh	COUNT / 100	=	0.00	( 100.0%)
START 08/24/15 11:59:29				
CLOSE		ENERGY		

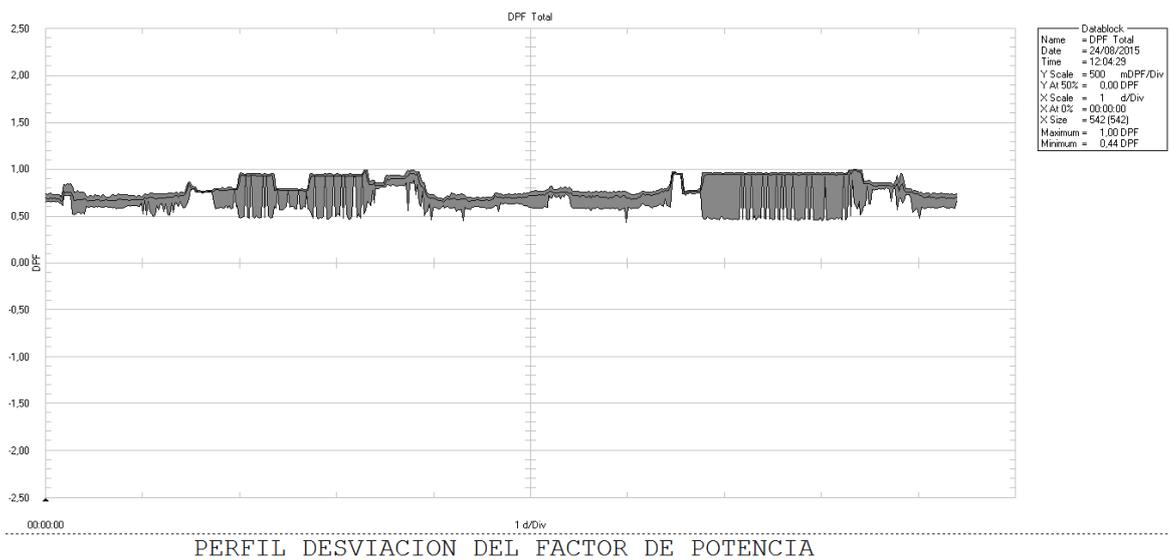
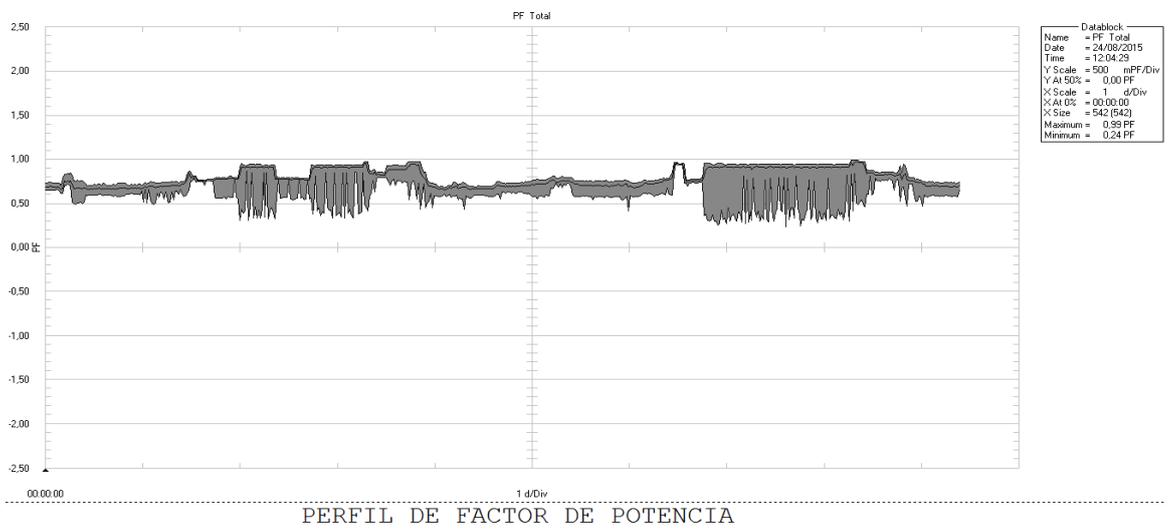
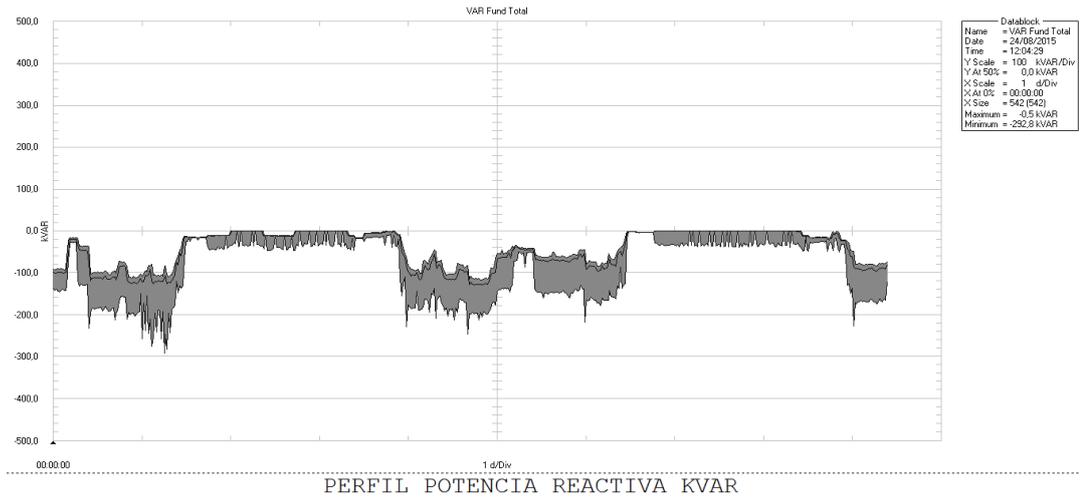


PERFIL POTENCIA ACTIVA KW

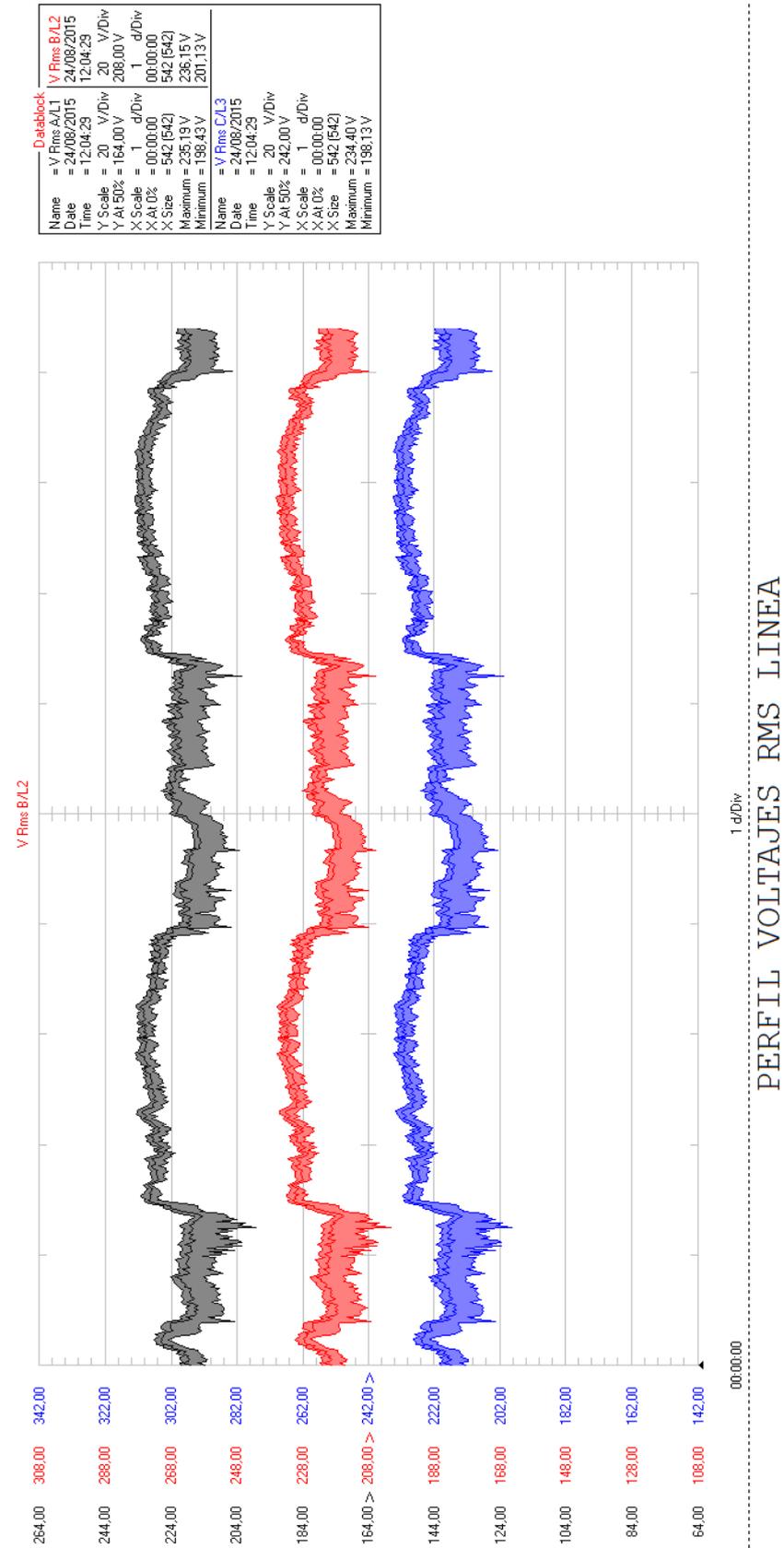


PERFIL POTENCIA APARENTE KVA

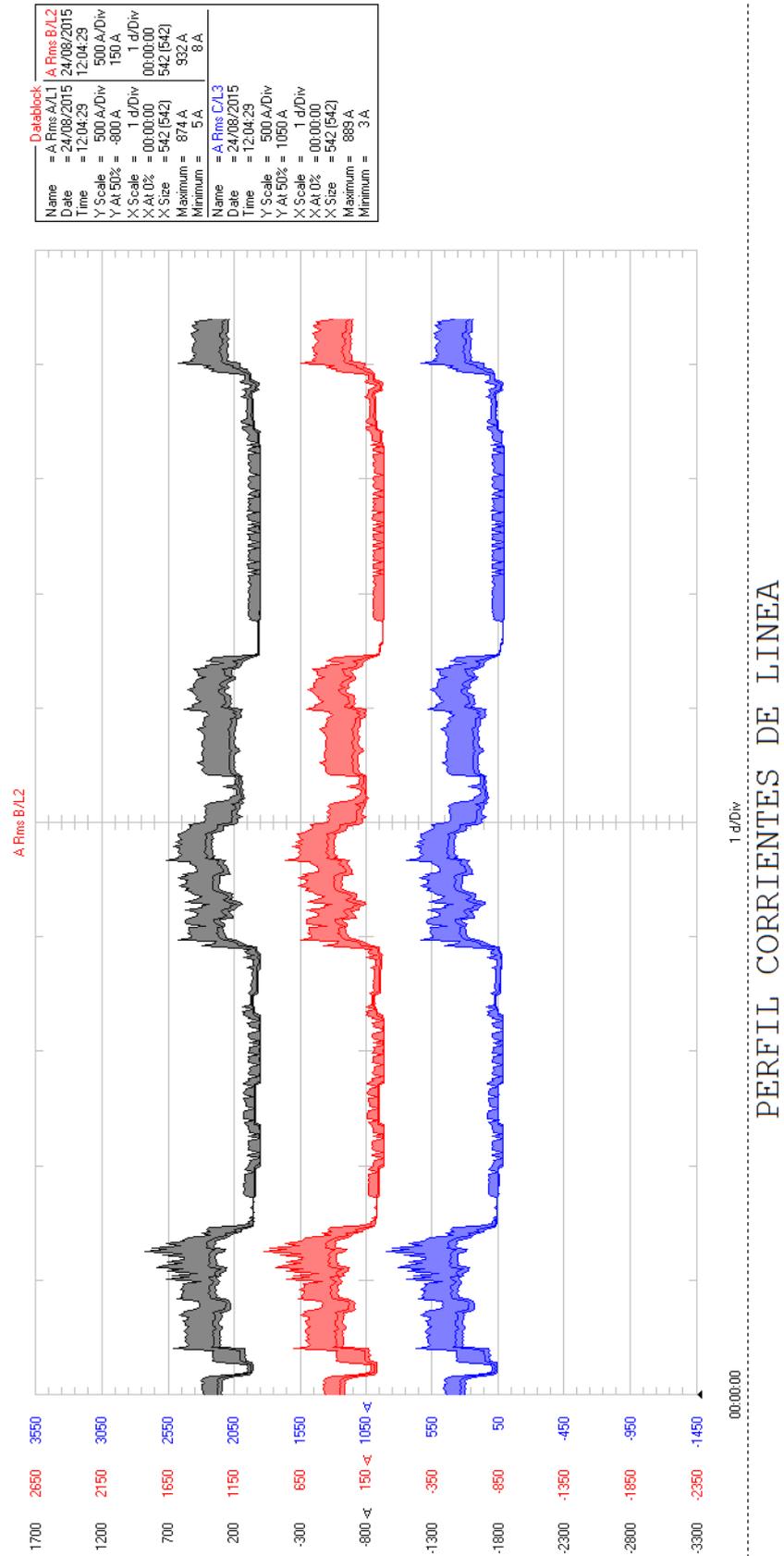
Fuente: TESLA Electric



Fuente: TESLA Electric



Fuente: TESLA Electric



Fuente: TESLA Electric

**TABLA ARMÓNICOS**

0:00:04

Volt	L12	L23	L31
THD% <sub>r</sub>	0.0	0.0	0.0
H3% <sub>r</sub>	0.1	0.1	0.1
H5% <sub>r</sub>	0.8	0.9	0.8
H7% <sub>r</sub>	0.1	0.3	0.3
Amp	L1	L2	L3
H3% <sub>r</sub>	0.6	2.2	2.0
H5% <sub>r</sub>	0.6	1.4	1.0
H7% <sub>r</sub>	0.8	1.6	1.6

26/08/15 09:17:37 240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160

PREV BACK NEXT PRINT USE

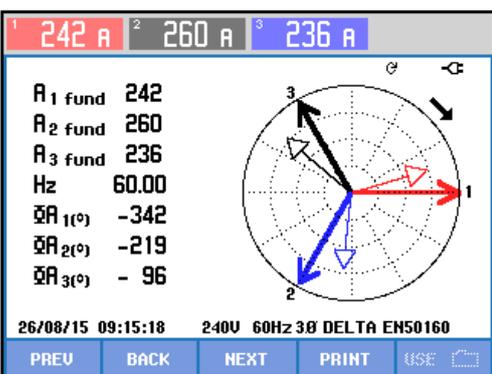
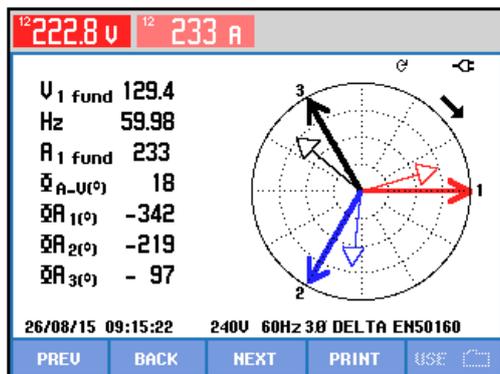
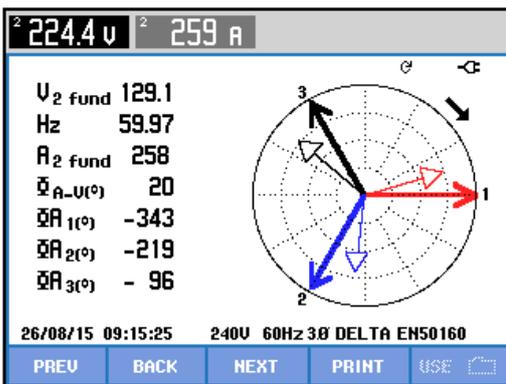
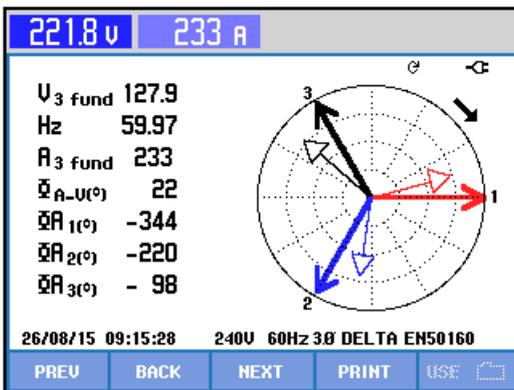
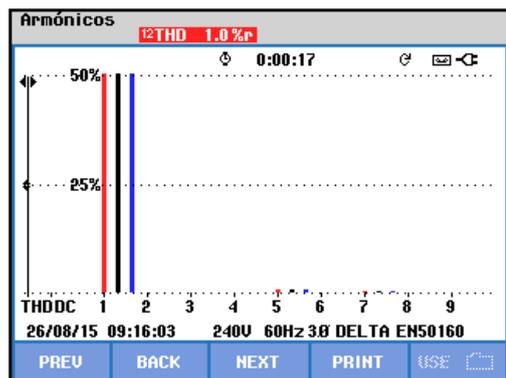
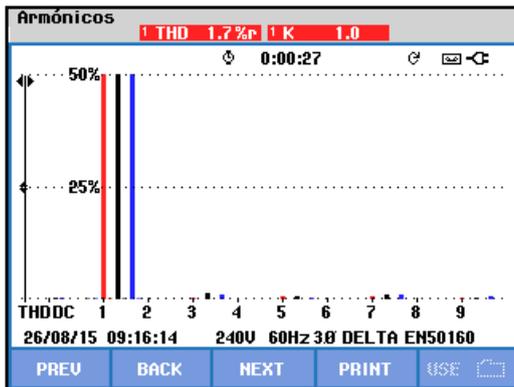
**TABLA ARMÓNICOS**

0:00:43

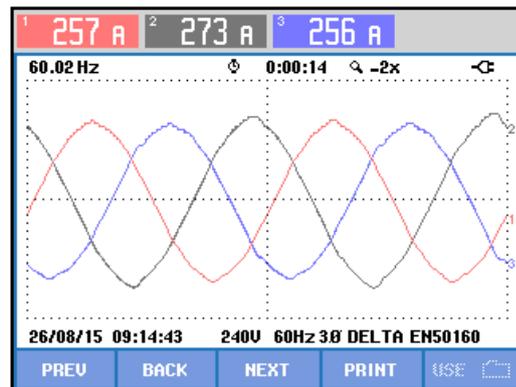
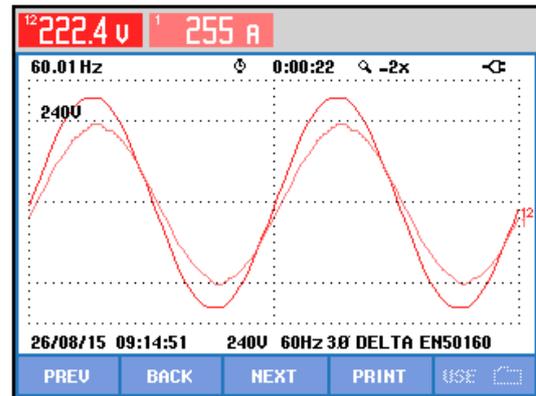
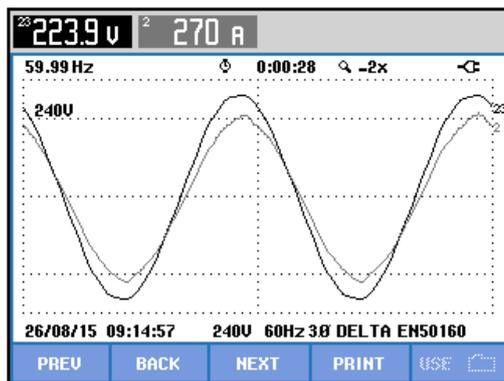
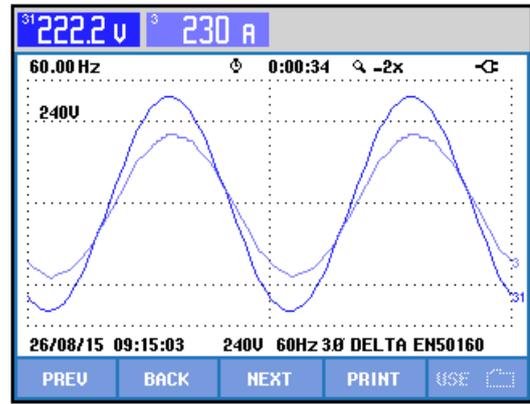
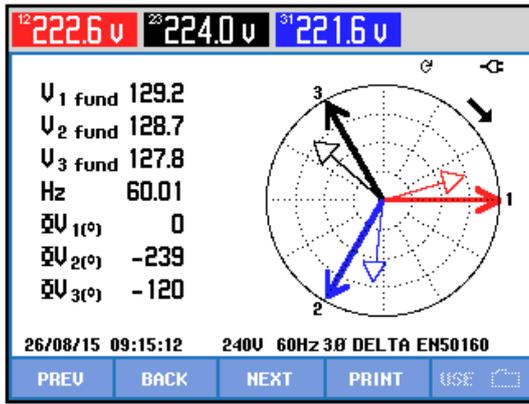
Amp	L1	L2	L3
THD% <sub>r</sub>	0.0	0.0	0.0
H3% <sub>r</sub>	0.4	1.4	1.1
H5% <sub>r</sub>	0.5	0.9	0.5
H7% <sub>r</sub>	0.7	1.2	1.3
H9% <sub>r</sub>	0.2	0.4	0.6
H11% <sub>r</sub>	0.4	0.3	0.1
H13% <sub>r</sub>	0.8	0.5	1.1
H15% <sub>r</sub>	0.2	0.2	0.3

26/08/15 09:17:24 240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160

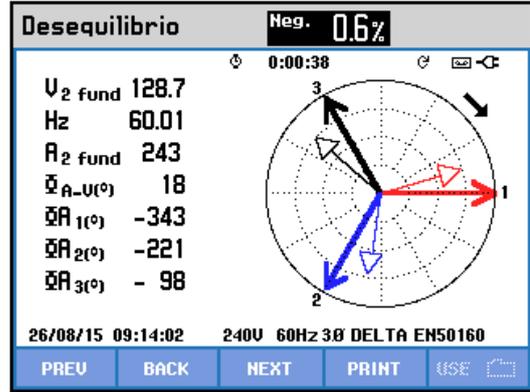
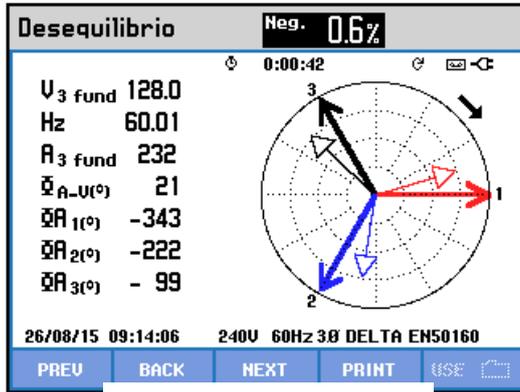
PREV BACK NEXT PRINT USE



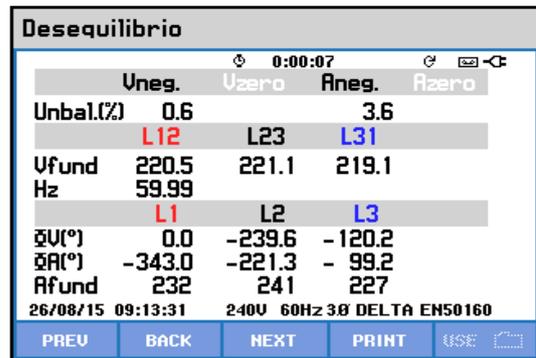
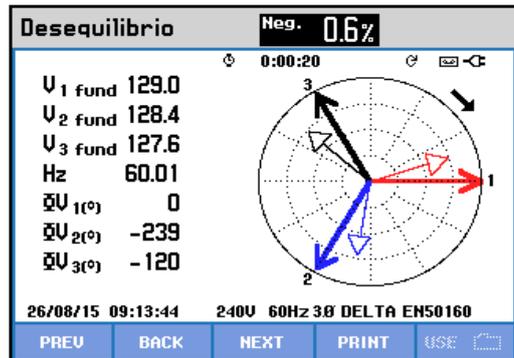
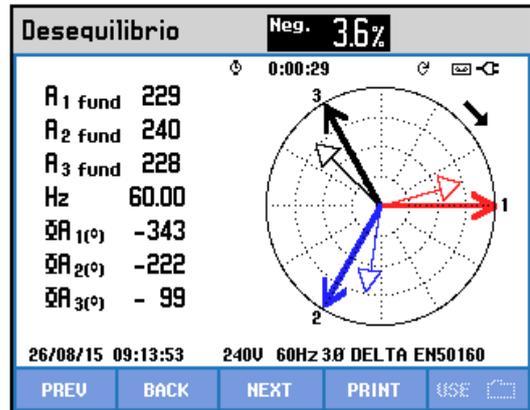
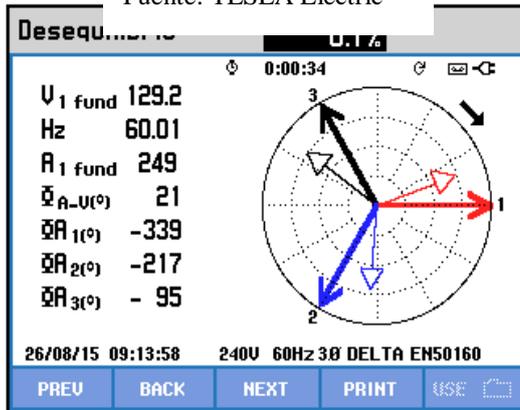
Fuente: TESLA Electric



Fuente: TESLA Electric



Fuente: TESLA Electric



**Voltios/Amperios/Hz**

0:00:01

	L12	L23	L31
$V_{rms}$	219.7	220.4	218.2
$V_{pk}$	308.9	309.1	308.0
CF	1.41	1.40	1.41
Hz	59.92		
	L1	L2	L3
$A_{rms}$	232	245	230
$A_{pk}$	341	378	340
CF	1.47	1.54	1.47

26/08/15 09:12:52 240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160

PREV BACK NEXT PRINT USE

**MONITOR EVENTS URMS**

START 08/18/15 09:44:01 EVENT 11 / 999

120:00:00

DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
---	---	L12 RMS	215.3 U	---
---	---	L31 RMS	214.8 U	---
08/18/15	10:14:01:401	L12 RMS	216.7 U	☐
08/18/15	10:24:01:401	L31 RMS	216.2 U	☐
08/18/15	10:34:01:401	L31 RMS	210.8 U	☐ 1:20:00:000
08/18/15	10:34:01:401	L31 RMS	215.2 U	☐
08/18/15	10:44:01:401	L12 RMS	211.7 U	☐ 1:10:00:000
08/18/15	10:44:01:401	L12 RMS	215.7 U	☐
08/18/15	11:04:01:401	L23 RMS	213.3 U	☐ 0:30:00:000
08/18/15	11:04:01:401	L23 RMS	214.9 U	☐
08/18/15	11:34:01:401	L23 RMS	216.0 U	☐
...	...	...	...	.....

08/23/15 09:44:01 240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160

SELECTED ALL NORMAL TREND BACK

Fuente: TESLA Electric

MONITOR EVENTS URMS				
START 08/18/15 09:44:01				
EVENT 22 / 999				
120:00:00				
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
...	...	...	...	...
...	...	L23 PIT	3.9	.....
...	...	L31 PIT	3.8	.....
08/18/15	11:58:18:206	L23 DIP	220.8 U	.....
08/18/15	11:59:44:407	L12 DIP	220.8 U	.....
08/18/15	11:59:47:570	L31 DIP	220.8 U	.....
08/18/15	12:02:42:051	L31 DIP	216.0 U	0:00:03:717
08/18/15	12:02:42:051	L31 DIP	216.0 U	.....
08/18/15	12:02:45:768	L31 DIP	220.8 U	.....
08/18/15	12:03:01:747	L31 DIP	215.5 U	0:01:19:051
08/18/15	12:03:01:747	L31 DIP	215.9 U	.....
...	...	...	...	.....
08/23/15	09:44:01	240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160		
SELECTED		NORMAL	TREND	BACK
ALL		DETAIL		

MONITOR EVENTS URMS				
START 08/18/15 09:44:01				
EVENT 33 / 999				
120:00:00				
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
...	...	...	...	.....
08/18/15	11:54:01:401	L31 RMS	218.6 U	.....
08/18/15	12:04:20:798	L31 DIP	220.8 U	.....
08/18/15	12:04:49:712	L31 DIP	213.4 U	0:00:00:449
08/18/15	12:04:49:712	L31 DIP	214.2 U	.....
08/18/15	12:04:49:715	L12 DIP	215.5 U	.....
08/18/15	12:04:50:114	L12 DIP	221.1 U	.....
08/18/15	12:04:50:161	L31 DIP	220.9 U	.....
08/18/15	12:05:22:879	L31 DIP	214.7 U	0:00:00:426
08/18/15	12:05:22:879	L31 DIP	215.5 U	.....
08/18/15	12:05:22:890	L12 DIP	215.8 U	.....
...	...	...	...	.....
08/23/15	09:44:01	240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160		
SELECTED		NORMAL	TREND	BACK
ALL		DETAIL		

MONITOR EVENTS URMS				
START 08/18/15 09:44:01				
EVENT 44 / 999				
120:00:00				
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
...	...	...	...	.....
08/18/15	12:05:23:305	L31 DIP	221.0 U	.....
08/18/15	12:13:52:546	L31 DIP	214.7 U	0:06:16:795
08/18/15	12:13:52:546	L31 DIP	215.7 U	.....
08/18/15	12:13:52:549	L12 DIP	215.9 U	.....
08/18/15	12:14:49:001	L12 DIP	220.8 U	.....
08/18/15	12:18:25:094	L12 DIP	215.7 U	.....
08/18/15	12:19:04:227	L12 DIP	220.8 U	.....
08/18/15	12:20:09:341	L31 DIP	220.9 U	.....
08/18/15	12:20:18:153	L31 DIP	212.9 U	0:00:04:985
08/18/15	12:20:18:153	L31 DIP	214.1 U	.....
...	...	...	...	.....
08/23/15	09:44:01	240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160		
SELECTED		NORMAL	TREND	BACK
ALL		DETAIL		

MONITOR EVENTS URMS				
START 08/18/15 09:44:01				
EVENT 55 / 999				
120:00:00				
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
...	...	...	...	.....
08/18/15	12:20:18:640	L12 DIP	220.8 U	.....
08/18/15	12:20:23:138	L31 DIP	220.9 U	.....
08/18/15	12:21:18:511	L31 DIP	211.6 U	0:00:24:489
08/18/15	12:21:18:511	L31 DIP	213.0 U	.....
08/18/15	12:21:18:514	L12 DIP	213.8 U	.....
08/18/15	12:21:18:517	L23 DIP	215.4 U	.....
08/18/15	12:21:19:007	L23 DIP	220.8 U	.....
08/18/15	12:21:23:336	L12 DIP	220.8 U	.....
08/18/15	12:21:33:117	L12 DIP	213.5 U	.....
08/18/15	12:21:33:120	L23 DIP	215.1 U	.....
...	...	...	...	.....
08/23/15	09:44:01	240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160		
SELECTED		NORMAL	TREND	BACK
ALL		DETAIL		

MONITOR EVENTS URMS				
START 08/18/15 09:44:01				
EVENT 66 / 999				
120:00:00				
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
...	...	...	...	.....
08/18/15	12:21:39:870	L12 DIP	220.9 U	.....
08/18/15	12:21:43:000	L31 DIP	220.8 U	.....
08/18/15	12:21:49:180	L31 DIP	209.1 U	0:26:40:812
08/18/15	12:21:49:180	L31 DIP	215.5 U	.....
08/18/15	12:21:49:183	L12 DIP	214.5 U	.....
08/18/15	12:21:49:186	L23 DIP	215.9 U	.....
08/18/15	12:21:49:645	L23 DIP	221.0 U	.....
08/18/15	12:21:50:758	L12 DIP	220.8 U	.....
08/18/15	12:22:13:823	L12 DIP	215.7 U	.....
08/18/15	12:22:33:099	L12 DIP	220.8 U	.....
...	...	...	...	.....
08/23/15	09:44:01	240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160		
SELECTED		NORMAL	TREND	BACK
ALL		DETAIL		

MONITOR EVENTS URMS				
START 08/18/15 09:44:01				
EVENT 77 / 999				
120:00:00				
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
...	...	...	...	.....
08/18/15	12:23:29:556	L12 DIP	220.8 U	.....
08/18/15	12:24:59:286	L12 DIP	214.2 U	.....
08/18/15	12:24:59:289	L23 DIP	215.7 U	.....
08/18/15	12:24:59:714	L23 DIP	221.0 U	.....
08/18/15	12:24:59:937	L12 DIP	220.9 U	.....
08/18/15	12:27:40:180	L12 DIP	215.6 U	.....
08/18/15	12:27:59:428	L12 DIP	220.8 U	.....
08/18/15	12:28:07:791	L12 DIP	214.2 U	.....
08/18/15	12:28:07:793	L23 DIP	215.8 U	.....
08/18/15	12:28:08:245	L23 DIP	221.0 U	.....
...	...	...	...	.....
08/23/15	09:44:01	240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160		
SELECTED		NORMAL	TREND	BACK
ALL		DETAIL		

MONITOR EVENTS URMS				
START 08/18/15 09:44:01				
EVENT 88 / 999				
120:00:00				
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
...	...	...	...	.....
08/18/15	12:29:13:027	L12 DIP	214.3 U	.....
08/18/15	12:29:13:039	L23 DIP	215.7 U	.....
08/18/15	12:29:13:473	L23 DIP	220.9 U	.....
08/18/15	12:29:14:870	L12 DIP	220.8 U	.....
08/18/15	12:30:02:015	L12 DIP	216.0 U	.....
08/18/15	12:31:19:299	L12 DIP	220.8 U	.....
08/18/15	12:34:37:182	L12 DIP	214.8 U	.....
08/18/15	12:34:37:210	L23 DIP	216.0 U	.....
08/18/15	12:36:31:440	L23 DIP	220.8 U	.....
08/18/15	12:38:33:337	L23 DIP	215.6 U	.....
...	...	...	...	.....
08/23/15	09:44:01	240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160		
SELECTED		NORMAL	TREND	BACK
ALL		DETAIL		

MONITOR EVENTS URMS				
START 08/18/15 09:44:01				
EVENT 99 / 999				
120:00:00				
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
...	...	...	...	.....
08/18/15	12:45:15:250	L12 DIP	220.8 U	.....
08/18/15	12:45:26:087	L12 DIP	213.1 U	.....
08/18/15	12:45:26:089	L23 DIP	214.3 U	.....
08/18/15	12:45:32:312	L23 DIP	221.0 U	.....
08/18/15	12:45:39:202	L23 DIP	215.0 U	.....
08/18/15	12:45:40:069	L23 DIP	220.8 U	.....
08/18/15	12:46:02:314	L31 DIP	220.9 U	.....
08/18/15	12:46:23:639	L31 DIP	213.0 U	.....
08/18/15	12:46:23:644	L23 DIP	214.8 U	.....
08/18/15	12:46:24:577	L23 DIP	220.8 U	.....
...	...	...	...	.....
08/23/15	09:44:01	240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160		
SELECTED		NORMAL	TREND	BACK
ALL		DETAIL		

Fuente: TESLA Electric

MONITOR EVENTS URMS				
START 08/18/15 09:44:01				
EVENT 110 / 999				
120:00:00				
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
...	...	...	...	.....
08/18/15	12:47:01:145	L23 DIP	220.9 U	f
08/18/15	12:47:23:048	L23 DIP	215.7 U	f
08/18/15	12:48:28:281	L23 DIP	220.8 U	f
08/18/15	12:48:29:887	L12 DIP	221.0 U	f
08/18/15	12:48:29:992	L31 DIP	220.8 U	f
08/18/15	12:58:00:368	L31 DIP	209.5 U	0:00:06:705
08/18/15	12:58:00:368	L31 DIP	215.2 U	f
08/18/15	12:58:00:391	L12 DIP	212.6 U	f
08/18/15	12:58:00:394	L23 DIP	214.2 U	f
08/18/15	12:58:00:635	L23 DIP	221.5 U	f
...	...	...	...	.....
08/23/15 09:44:01 240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160				
SELECTED		NORMAL		BACK
ALL		DETAIL		

MONITOR EVENTS URMS				
START 08/18/15 09:44:01				
EVENT 121 / 999				
120:00:00				
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
...	...	...	...	.....
08/18/15	12:58:07:093	L31 DIP	220.8 U	f
08/18/15	12:58:15:771	L31 DIP	214.8 U	0:00:12:212
08/18/15	12:58:15:771	L31 DIP	215.4 U	f
08/18/15	12:58:27:983	L31 DIP	220.8 U	f
08/18/15	13:00:41:980	L31 DIP	200.3 U	3:44:42:605
08/18/15	13:00:41:980	L31 DIP	215.1 U	f
08/18/15	13:00:41:983	L12 DIP	215.8 U	f
08/18/15	13:00:42:019	L23 DIP	211.8 U	f
08/18/15	13:04:01:401	L12 RMS	215.7 U	0:20:00:000
08/18/15	13:04:01:401	L12 RMS	215.7 U	f
...	...	...	...	.....
08/23/15 09:44:01 240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160				
SELECTED		NORMAL		BACK
ALL		DETAIL		

MONITOR 1 Fuente: TESLA Electric				
START 08/18/15 09:44:01				
EVENT 999				
120:00:00				
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
...	...	...	...	.....
08/18/15	13:04:01:401	L31 RMS	214.7 U	f
08/18/15	13:21:24:710	L23 DIP	220.8 U	f
08/18/15	13:21:49:765	L23 DIP	215.2 U	f
08/18/15	13:24:30:125	L23 DIP	220.9 U	f
08/18/15	13:25:13:094	L23 DIP	216.0 U	f
08/18/15	13:26:19:325	L23 DIP	220.9 U	f
08/18/15	13:26:32:651	L23 DIP	216.0 U	f
08/18/15	13:27:38:688	L23 DIP	220.8 U	f
08/18/15	13:24:01:401	L12 RMS	218.7 U	f
08/18/15	13:24:01:401	L31 RMS	217.6 U	f
...	...	...	...	.....
08/23/15 09:44:01 240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160				
SELECTED		NORMAL		BACK
ALL		DETAIL		

MONITOR EVENTS URMS				
START 08/18/15 09:44:01				
EVENT 143 / 999				
120:00:00				
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
...	...	...	...	.....
08/18/15	13:36:30:279	L23 DIP	220.8 U	f
08/18/15	13:38:24:885	L23 DIP	216.0 U	f
08/18/15	13:39:05:723	L23 DIP	220.8 U	f
08/18/15	13:41:56:232	L23 DIP	215.9 U	f
08/18/15	13:43:05:243	L23 DIP	220.8 U	f
08/18/15	13:46:02:781	L23 DIP	215.6 U	f
08/18/15	13:55:35:377	L23 DIP	220.8 U	f
08/18/15	13:56:52:081	L23 DIP	216.0 U	f
08/18/15	13:58:47:892	L23 DIP	220.8 U	f
08/18/15	13:59:20:014	L23 DIP	215.7 U	f
...	...	...	...	.....
08/23/15 09:44:01 240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160				
SELECTED		NORMAL		BACK
ALL		DETAIL		

MONITOR EVENTS URMS				
START 08/18/15 09:44:01				
EVENT 154 / 999				
120:00:00				
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
...	...	...	...	.....
08/18/15	13:54:01:401	L31 RMS	215.6 U	f
08/18/15	14:19:47:811	L23 DIP	220.8 U	f
08/18/15	14:20:07:873	L23 DIP	215.5 U	f
08/18/15	14:23:07:511	L23 DIP	220.9 U	f
08/18/15	14:23:15:904	L23 DIP	215.5 U	f
08/18/15	14:23:16:414	L23 DIP	220.9 U	f
08/18/15	14:23:22:604	L12 DIP	220.8 U	f
08/18/15	14:23:31:470	L12 DIP	213.7 U	f
08/18/15	14:23:31:473	L23 DIP	215.5 U	f
08/18/15	14:23:31:956	L23 DIP	220.8 U	f
...	...	...	...	.....
08/23/15 09:44:01 240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160				
SELECTED		NORMAL		BACK
ALL		DETAIL		

MONITOR EVENTS URMS				
START 08/18/15 09:44:01				
EVENT 165 / 999				
120:00:00				
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
...	...	...	...	.....
08/18/15	14:24:42:997	L23 DIP	220.9 U	f
08/18/15	14:24:47:182	L23 DIP	214.9 U	f
08/18/15	14:24:48:631	L23 DIP	220.8 U	f
08/18/15	14:25:14:932	L23 DIP	215.8 U	f
08/18/15	14:25:23:263	L23 DIP	220.8 U	f
08/18/15	14:26:57:188	L23 DIP	215.8 U	f
08/18/15	14:26:57:713	L23 DIP	220.8 U	f
08/18/15	14:27:26:018	L12 DIP	220.8 U	f
08/18/15	14:27:26:943	L12 DIP	214.0 U	f
08/18/15	14:27:26:946	L23 DIP	215.8 U	f
...	...	...	...	.....
08/23/15 09:44:01 240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160				
SELECTED		NORMAL		BACK
ALL		DETAIL		

MONITOR EVENTS URMS				
START 08/18/15 09:44:01				
EVENT 176 / 999				
120:00:00				
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
...	...	...	...	.....
08/18/15	14:27:40:846	L12 DIP	220.8 U	f
08/18/15	14:27:42:247	L12 DIP	214.2 U	f
08/18/15	14:27:42:249	L23 DIP	215.9 U	f
08/18/15	14:27:42:707	L23 DIP	221.0 U	f
08/18/15	14:24:01:401	L31 RMS	218.0 U	f
08/18/15	14:34:32:437	L23 DIP	215.8 U	f
08/18/15	14:34:01:401	L12 RMS	214.3 U	1:00:00:000
08/18/15	14:34:01:401	L12 RMS	214.3 U	f
08/18/15	14:34:01:401	L23 RMS	215.7 U	0:20:00:000
08/18/15	14:34:01:401	L23 RMS	215.7 U	f
...	...	...	...	.....
08/23/15 09:44:01 240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160				
SELECTED		NORMAL		BACK
ALL		DETAIL		

MONITOR EVENTS URMS				
START 08/18/15 09:44:01				
EVENT 187 / 999				
120:00:00				
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION
...	...	...	...	.....
08/18/15	14:34:01:401	L31 RMS	213.0 U	f
08/18/15	14:54:01:401	L23 RMS	216.2 U	f
08/18/15	15:37:59:192	L23 DIP	220.8 U	f
08/18/15	15:38:03:535	L23 DIP	216.0 U	f
08/18/15	15:38:11:161	L23 DIP	220.9 U	f
08/18/15	15:38:14:574	L23 DIP	215.6 U	f
08/18/15	15:38:15:022	L23 DIP	220.8 U	f
08/18/15	15:39:28:683	L23 DIP	215.7 U	f
08/18/15	15:40:36:956	L23 DIP	221.0 U	f
08/18/15	15:41:20:679	L23 DIP	215.1 U	f
...	...	...	...	.....
08/23/15 09:44:01 240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160				
SELECTED		NORMAL		BACK
ALL		DETAIL		

Fuente: TESLA Electric

MONITOR EVENTS URMS					
START 08/18/15 09:44:01			EVENT 198 / 999		
⌚ 120:00:00 ⌚ ⏪ ⏩					
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION	
...	...	...	...	.....	
08/18/15	15:34:01:401	L31 RMS	216.2 U	⌘ □	
08/18/15	15:47:24:527	L23 DIP	220.8 U	⌘	
08/18/15	15:47:53:950	L23 DIP	214.8 U	⌘	
08/18/15	15:48:01:390	L23 DIP	220.8 U	⌘	
08/18/15	15:48:49:997	L23 DIP	215.3 U	⌘	
08/18/15	15:51:54:840	L23 DIP	220.8 U	⌘	
08/18/15	15:55:36:684	L23 DIP	215.6 U	⌘	
08/18/15	15:55:37:259	L23 DIP	220.8 U	⌘	
08/18/15	15:58:44:967	L23 DIP	215.7 U	⌘	
↔ 08/18/15	16:01:28:230	L23 DIP	220.8 U	⌘	
...	...	...	...	.....	
08/23/15 09:44:01 240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160					
		SELECTED	NORMAL	TREND	BACK
		ALL	DETAIL		

MONITOR EVENTS URMS					
START 08/18/15 09:44:01			EVENT 209 / 999		
⌚ 120:00:00 ⌚ ⏪ ⏩					
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION	
...	...	...	...	.....	
08/18/15	16:01:40:929	L23 DIP	220.8 U	⌘	
08/18/15	16:01:47:328	L23 DIP	214.3 U	⌘	
08/18/15	16:01:50:376	L23 DIP	220.8 U	⌘	
08/18/15	16:01:51:418	L23 DIP	216.0 U	⌘	
08/18/15	16:02:02:478	L23 DIP	220.8 U	⌘	
08/18/15	16:02:37:420	L23 DIP	214.1 U	⌘	
08/18/15	16:08:23:232	L23 DIP	220.8 U	⌘	
08/18/15	16:08:36:554	L23 DIP	215.8 U	⌘	
08/18/15	16:08:37:079	L23 DIP	220.9 U	⌘	
↔ 08/18/15	16:08:45:706	L23 DIP	215.9 U	⌘	
...	...	...	...	.....	
08/23/15 09:44:01 240V 60Hz 3Ø DELTA EN50160					
		SELECTED	NORMAL	TREND	BACK
		ALL	DETAIL		

Fuente: TESLA Electric

## Anexo 18. Datos IESNA

Building Type	Space Type	Maintained Average Illuminance at working level (lux)	Measurement (working) Height (1 meter = 3.3 feet)
Barracks/Dormitories	Bedrooms	300	at 0 m
	Laundry rooms	300	at 1 m
Educational Buildings	Play room, nursery, classroom	400	at 0 m
	Lecture hall	400	at 0.8 m
	Computer practice rooms (menu driven)	30	at 0.8 m
Office buildings	Single offices	400	at 0.8 m
	Open plan offices	400	at 0.8 m
	Conference rooms	300	at 0.8 m
Educational buildings	Classrooms	300	at 0.8 m
	Classrooms for adult education	400	at 0.8 m
	Lecture hall	400	at 0.8 m
Hospitals	General ward lighting	300	at 0.8 m
	Simple examination	500	at 0.8 m
	Examination and treatment	1000	at 0.8 m
Hotels and restaurants	Self-service restaurant, dining room	100	at 0.8 m
	Kitchen	500	at 0.8 m
	Buffet	100	at 0.8 m

Building Type	Space Type	Maintained Average Illuminance at working level (lux)	Measurement (working) Height (1 meter = 3.3 feet)
Sport facilities	Sports halls	300	at 0 m
Wholesale and retail sales	Sales area	500	at 0.8 m
	Till area	500	at 0.8 m
Circulation areas	Corridor	50	at 0 m
	Stairs	50	at 0 m
	Restrooms	300	at 0 m
	Cloakrooms, washrooms, bathrooms, toilets	300	at 0.8 m
Industrial	Metal working/ welding	300	at 1 m
	Simple Assembly	300	at 1 m
	Difficult Assembly Exacting Assembly	1,000 3,000-10,000	
Central Plant	Boiler house	50	at 0 m
	Machine Halls	300	
	Side rooms, e.g. pump rooms, condenser rooms etc.	300	
	Control rooms	500	
Vehicle Construction/ Maintenance	Body work and assembly	500	at 1 m
	Painting, spraying, polishing	1000	
	Painting, touch-up, inspection	3,000-10,000	
Wood working and processing	Saw frame	300	at 1 m
	Work at joiner's bench, assembly	300	
	Polishing, painting, fancy joinery	1000	
	Work on wood working machines e.g. turning, fluting, dressing, rebating, grooving, cutting, sawing, sinking	500	

Fuente: Rea, M.S. (2000). The IESNA lighting handbook: reference & application

## Anexo 19. Decreto 2393. Ministerio del Trabajo

### Art. 56. ILUMINACIÓN, NIVELES MÍNIMOS.

1. Todos los lugares de trabajo y tránsito deberán estar dotados de suficiente iluminación natural o artificial, para que el trabajador pueda efectuar sus labores con seguridad y sin daño para los ojos.

Los niveles mínimos de iluminación se calcularán en base a la siguiente tabla:

### NIVELES DE ILUMINACIÓN MÍNIMA PARA TRABAJOS ESPECÍFICOS Y SIMILARES

ILUMINACIÓN MÍNIMA	ACTIVIDADES
20 luxes	* Pasillos, patios y lugares de paso.
50 luxes	* Operaciones en las que la distinción no sea esencial como manejo de materias, desechos de mercancías, embalaje, servicios higiénicos.
100 luxes	* Cuando sea necesaria una ligera distinción de detalles como: fabricación de productos de hierro y acero, taller de textiles y de industria manufacturera, salas de máquinas y calderos, ascensores.
200 luxes	Si es esencial una distinción moderada de detalles, tales como: talleres de metal mecánica, costura, industria de conserva, imprentas.
300 luxes	Siempre que sea esencial la distinción media de detalles, tales como: trabajos de montaje, pintura a pistola, tipografía, contabilidad, taquigrafía.
500 luxes	Trabajos en que sea indispensable una fina distinción de detalles, bajo condiciones de contraste, tales como: corrección de pruebas, fresado y torneado, dibujo.
1000 luxes	Trabajos en que exijan una distinción extremadamente fina o bajo condiciones de contraste difíciles, tales como: trabajos con colores o artísticos, inspección delicada, montajes de precisión electrónicos, relojería.

2. Los valores especificados se refieren a los respectivos planos de operación de las máquinas o herramientas, y habida cuenta de que los factores de deslumbramiento y uniformidad resulten aceptables.

3. Se realizará una limpieza periódica y la renovación, en caso necesario, de las superficies iluminantes para asegurar su constante transparencia.

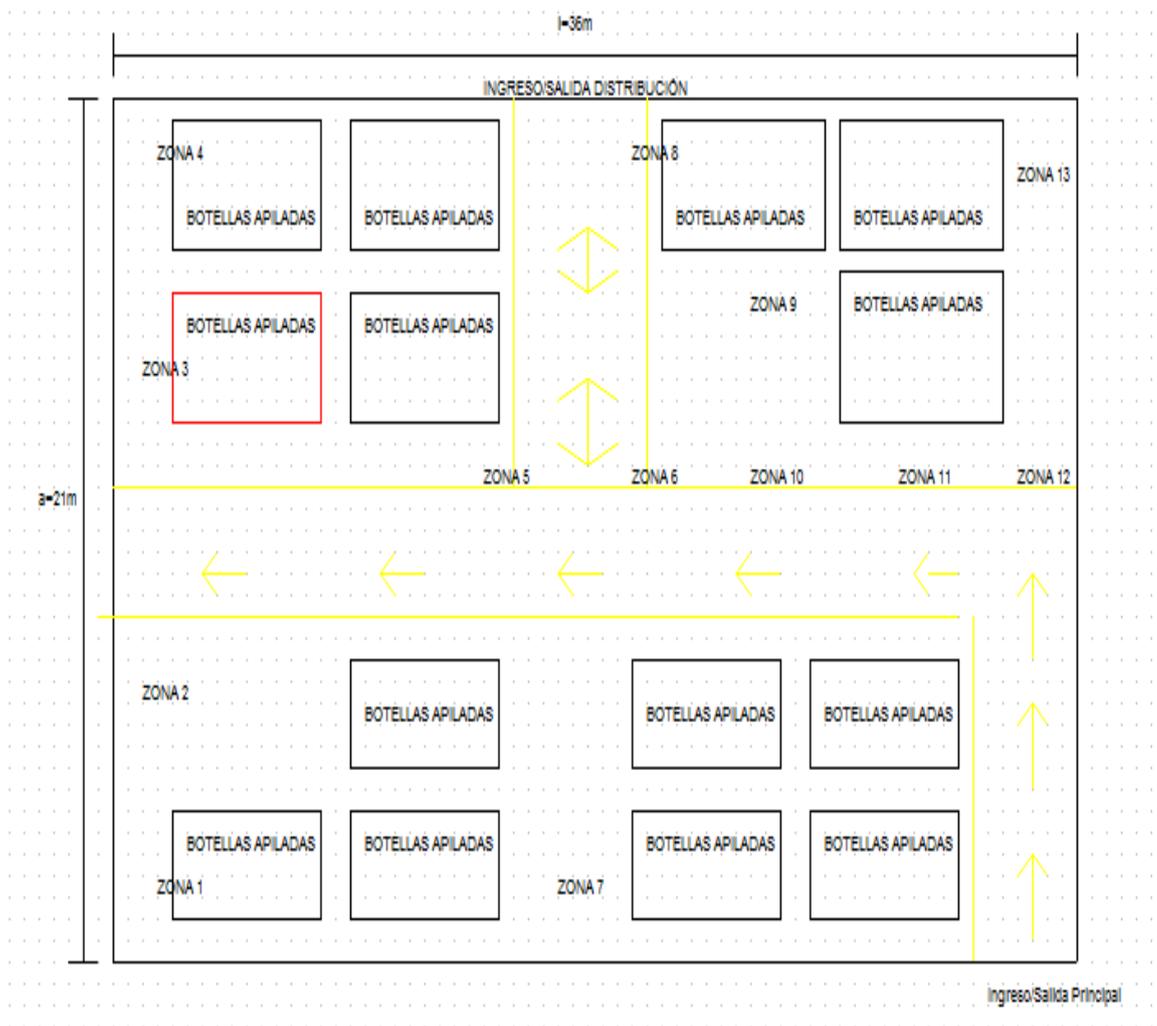
Fuente: <http://www.higieneindustrialyambiente.com/analisis-medicion-monitoreo-luz-iluminacion-laboral-quito-guayaquil-cuenca-ecuador.php?tablajb=iluminacion&p=19&t=Legislacion-referente-a-la-iluminacion&>

## Anexo 20. Rangos de operación del Luxómetro TM-204

<b>Sensor</b>	Fotodiodo y filtro de silicona
<b>Rango de medida</b>	200,2000,20000,200000 lux 20,200,2000,20000 cd/pie
<b>Exactitud</b>	+/- 3% (calibrado para lámparas incandescentes de 2856°K) +/- 8% (otras fuentes visibles de luz)
<b>Ángulo de desviación desde características de coseno</b>	30° +/-2% 60° +/-6% 80° +/-25%

Fuente: TENMARS, 2015

**Anexo 21. Distribución de las zonas de medición en la bodega de almacenamiento de producto terminado.**



Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

**Anexo 22. Mediciones obtenidas con el LUXÓMETRO en las zonas de la bodega de almacenamiento de producto terminado**

Valores medidos en la mañana en la bodega, con cielo despejado y a las 10:30.

<b>ZONA</b>	<b>LUX</b>
1	37
2	355
3	639
4	527
5	1385
6	399
7	533
8	1002
9	98
10	255
11	1338
12	1005
13	890

Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa.

Valores medidos en la tarde en la bodega, con cielo nublado y a las 17:45 e iluminación natural.

<b>ZONA</b>	<b>LUX</b>
1	3.70
2	9.80
3	12.40
4	7.9
5	12.3
6	7.4
7	12.7
8	11.7
9	8.1
10	24
11	18.4
12	9.3
13	4

Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa.

Valores medidos en la tarde en la bodega, con cielo nublado y a las 18:20 e iluminación artificial.

<b>ZONA</b>	<b>LUX</b>
1	1.3
2	4.2
3	5
4	2.5
5	15.4
6	16.8
7	11.1
8	11.2
9	6.9
10	29
11	33.2
12	9.8
13	2.6

Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa.

## **Anexo 23. Documento Técnico**

# **PLAN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO DE LAS ÁREAS SELECCIONADAS EN LA FÁBRICA ORANGINE DURANTE EL AÑO 2015**

## **1. INTRODUCCIÓN**

La Eficiencia Energética es el ahorro y optimización de la energía, es hacer un uso adecuado y consciente de ella, utilizar y buscar las mejores estrategias y recursos para reducir el consumo energético. Lo ideal para el desarrollo de un país en este campo, es que las personas puedan llegar a tener una cultura de ahorro y concientización del uso de la energía, a través de métodos y procedimientos que se pueden impartir mediante capacitaciones, que indiquen a la ciudadanía que se pueden utilizar equipos tecnológicos que tengan un bajo consumo energético con un buen rendimiento, conservando una calidad de servicio óptima o mucho mejor. (ENTRESISTEMAS, s.f.).

### **1.1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL PAÍS**

El Gobierno del Ecuador tiene como objetivo que las industrias sean más eficientes energéticamente, para lo cual ha desarrollado estándares nacionales de gestión de energía, con la aplicación de metodologías para optimizar procesos y recursos, consiguiendo que las industrias sean más competitivas y puedan mejorar su producción sin afectar su calidad; otro de los objetivos como gobierno nacional, es reducir el impacto medioambiental. (Ministerio de Energía y Minas, 2000)

A través del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), tiene como uno de sus principales objetivos el mejorar el desempeño energético del sector industrial, para lo cual implementa el Proyecto: “Eficiencia Energética para la Industria (EEI)”, con el apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) a través de la Organización de Naciones Unidas para el desarrollo Industrial (ONUDI). El proyecto demanda una inversión total de 4’750.000 USD. (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, 2015)

## 2. SITUACIÓN ACTUAL DEL CONSUMO ENERGÉTICO DE LA FÁBRICA ORANGINE.

Teniendo presente los recursos energéticos que usa la fábrica ORANGINE, se muestra en la tabla 1 los valores que se han obtenido a pagar por cada recurso durante el primer semestre del año 2015.

Tabla 1. Valores a pagar por consumo de recursos energéticos durante el primer semestre del año 2015

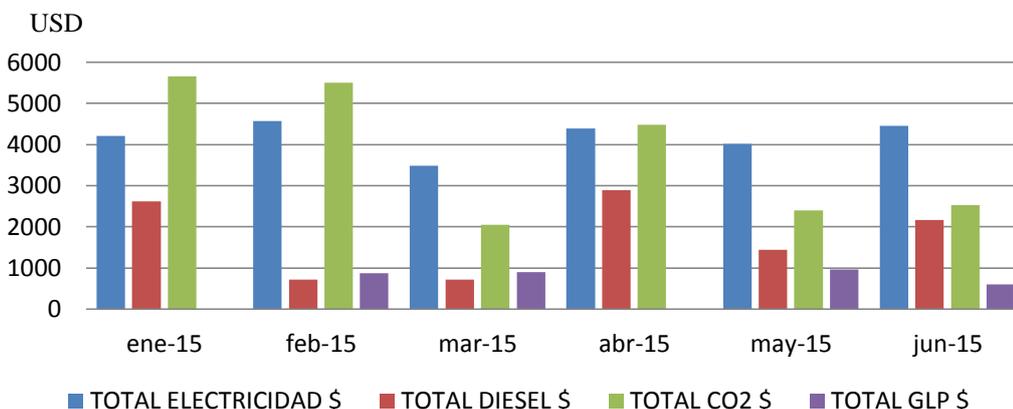
Mes/Año	Total electricidad (USD)	Total diesel (USD)	Total CO2 (USD)	Total GLP (USD)
jun-15	4,459.48	2,164.29	2,528.00	596.54
may-15	4,017.49	1,442.86	2,400.00	961.31
abr-15	4,387.06	2,885.72	4,480.00	N/A
mar-15	3,486.65	721.43	2,048.00	892.58
feb-15	4,573.57	721.43	5,504.00	864.31
ene-15	4,205.73	2,615.18	5,664.00	N/A

Nota: Tabla de valores a pagar por cada recurso energético durante el primer semestre del 2015.

Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

Con los datos de la tabla 1, en la figura 1, se muestra la comparación de valores a pagar por consumo de recursos energéticos. Donde, la electricidad es el recurso energético de mayor pago por consumo en el primer semestre del año 2015.

Figura 1. Gráfica de valores a pagar por consumo de recursos energéticos del primer semestre del año 2015



Gráfica de barras que compara el valor a pagar por el consumo de los energéticos de la fábrica ORANGINE durante el primer semestre del año 2015. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

Se aprecia el valor a pagar total por consumo de cada uno de los recursos energéticos, en la tabla 2 y el resultado se muestra en la figura 2 en forma porcentual.

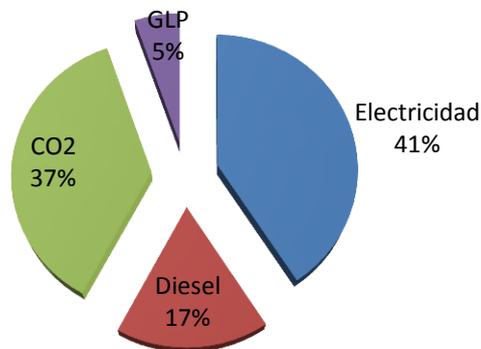
Tabla 2. Valores a pagar totales por recursos energéticos por el primer semestre del año 2015

<b>Total a pagar por energético desde Enero 2015 hasta Junio 2015</b>				
Valor en (USD)	<b>Electricidad</b>	<b>Diésel</b>	<b>CO2</b>	<b>GLP</b>
	25,129.98	10,550.91	22,624.00	3,314.74
Dinero gastado en energéticos (USD)			61,619.63	

Nota: Tabla que indica el valor final a pagar por consumo de cada energético y su valor final entre todos los recursos energéticos. Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

Figura 2. Gráfica de valores a pagar por el consumo de recursos energéticos en porcentajes del primer semestre del año 2015

### **Total a pagar por recurso energético desde Enero 2015 hasta Junio 2015**



Gráfica de pastel que compara los valores a pagar por el consumo de energéticos de la fábrica ORANGINE de manera porcentual durante el primer semestre del 2015.

Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa

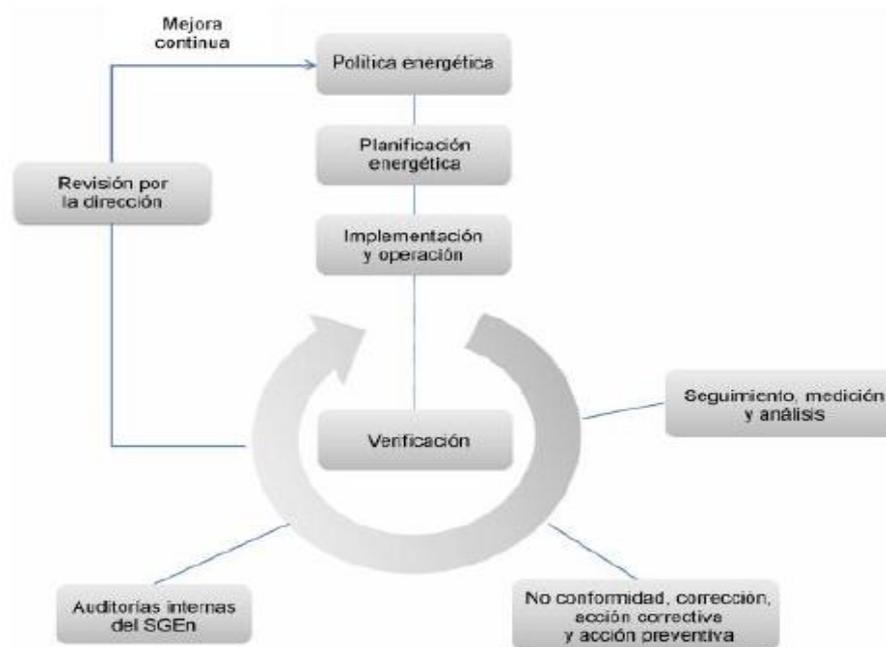
Por lo tanto, el proyecto se centra en el ahorro energético de la electricidad, como se puede apreciar en los datos obtenidos de la figura 2, representa el 41% del consumo valor a pagar de los recursos energéticos que se emplean en la fábrica.

### **3. NORMATIVAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA**

#### **3.1. Normativa NTE INEN-ISO 50001**

La norma especifica los requisitos aplicables al uso y consumo de la energía, incluyendo la medición, documentación e información, las prácticas para el diseño y adquisición de equipos, sistemas, procesos y personal que contribuyen al desempeño energético. Teniendo presente el diagrama de la figura 3. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

Figura 3. Modelo de sistema de gestión de energía de la norma NTE INEN-ISO 5001.



Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

#### 4. PLAN DE ACCIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA FÁBRICA ORANGINE

Finalizado el estudio de viabilidad para el ahorro energético y mejora del consumo eléctrico de la fábrica ORANGINE; los autores han determinado las siguientes propuestas: sistemas de arranque de motores, motores de alta eficiencia y sistema de iluminación con tecnología LED. Este documento técnico se basa en las Normativas NTE INEN-ISO 50001, Decreto 2393 Art. 56 “Iluminación, Niveles Mínimos” del Ministerio del Trabajo, UNE-EN 50160, y método del lumen para el sistema de iluminación-

Cabe mencionar que para los cálculos de retorno de inversión, por cuestiones administrativas y políticas de la fábrica ORANGINE, no se realizaron basándose en datos de producción y ventas de la fábrica.

En la siguiente matriz se detalla las acciones a seguirse antes, durante y después de ejecutar las acciones del plan de eficiencia energética para la fábrica ORANGINE durante el año 2015.

	ACCIÓN	DETALLE
ANTES	<b>Identificación del mayor consumidor energético</b>	Con las facturas de los recursos energéticos: GLP, Diésel, CO2 y Electricidad, se determina a la electricidad como el mayor consumidor energético a través de un análisis económico de consumo desde enero del 2014 hasta junio del 2015
	<b>Selección área/s a trabajar</b>	Se delimita el área de trabajo de acuerdo a la selección del personal técnico, cantidad de equipo y maquinaria, estado actual de funcionamiento. Por lo tanto, las áreas seleccionadas son la línea Crown y la bodega de almacenamiento de producto terminado.
	<b>Levantamiento de diagramas unifilares</b>	Se levantan los diagramas unifilares de la línea Crown para conocer la distribución de tableros, motores, bombas, compresores. Y de la bodega de almacenamiento de producto terminado para conocer el número de luminarias, circuitos de alimentación y tableros. Anexo 2, 3, 4, 5.
	<b>Toma de datos, elaboración de fichas técnicas de los equipos de las áreas seleccionadas</b>	Se toma mediciones de voltajes, corrientes y datos de placa para elaborar fichas técnicas con los datos de los motores, bombas y compresores que servirán para realizar un análisis posteriormente. En la bodega de almacenamiento de producto terminado se midió la calidad de iluminación según el método del lumen. Anexo 6
DURANTE	<b>Evaluación de calidad de energía y potencia</b>	Se realiza un análisis de calidad de energía y potencia usando el analizador industrial FLUKE 434 por 7 días según la norma UNE-EN-50160. Anexo 1
	<b>Análisis de datos por medio de diagrama de Pareto</b>	Con los resultados del análisis de calidad de energía y potencia, se determina por medio del diagrama de Pareto que los eventos que generan el mayor consumo de energía eléctrica son los picos de voltaje generados por los continuos arranques aleatorios en los motores (eventos DIP). Anexo 17.
		Con la información de las fichas técnicas, los resultados del analizador industrial FLUKE 434 y mediante el diagrama de Pareto, se identifica los motores de mayor consumo dentro de la línea Crown. Anexo 6.
	<b>Se reconoce la causa del problema de energía</b>	Los eventos DIP son producidos principalmente por los paros no programados de motores. Se selecciona los motores de mayor consumo de acuerdo al diagrama de Pareto para ser reemplazados por motores más eficientes. Y se plantea el uso de arrancadores suaves que disminuyan los picos de corriente en arranque.
<b>Evaluación del sistema de iluminación de la bodega de almacenamiento de producto terminado</b>	Una vez obtenidos los valores de luminosidad en la bodega, se comparan con los estándares de la IESNA, del Decreto 2393 Art. 56 "Iluminación, Niveles Mínimos" del Ministerio del Trabajo. Tras ser evaluada la bodega, se determina que es deficiente en su sistema de iluminación. Anexos 18, 19 y 22	

<b>DESPUÉS</b>	<b>Estrategias para eficiencia energética dentro de las áreas seleccionadas de la fábrica y selección de tecnologías.</b>	<p><i>Sistemas de Arranques Suaves:</i> se recomienda instalar arrancadores suaves en configuración DE ARRANQUE CON RAMPA DE TENSIÓN de la marca WEG en la línea Crown, porque reduce la corriente de arranque aproximadamente a la mitad del consumo actual, beneficiando a la disminución de picos de corriente. Lo que genera un ahorro de 2,943.89 USD al año. Anexo 8.</p>
		<p><i>Motores de alta eficiencia:</i> la implementación de motores WEG de alta eficiencia en la línea Crown, se puede ahorrar 82,144.49 kWh al año, lo que representa un ahorro de 6,470.27 USD. Anexo 10.</p>
		<p><i>Luminarias con tecnología LED:</i> Se sugiere utilizar el panel SYLBELL LED ULTRAFLAT de 180W para el sistema de iluminación de la bodega de producto terminado. Se ahorra 63.36 kWh en energía y un ahorro económico de 1,803.36 USD al año. Anexo 16.</p>
		<p>Se sugiere trabajar en turnos rotativos dentro de los horarios de demanda baja.</p>
	<b>Viabilidad del proyecto y retorno de la inversión</b>	<p><i>Sistemas de arranques suaves:</i> la adquisición de arrancadores suaves beneficia a la fábrica porque reduce el consumo de energía eléctrica; por lo tanto es viable, pues disminuye el consumo de potencia absorbida en el arranque de los motores de 431.38W a 219.60W. Anexo 7.</p> <p>El costo de la inversión por cinco arrancadores es de 2,906.58 USD con un retorno de inversión de 0.94 años. Anexo 9</p>
		<p><i>Motores de alta eficiencia:</i> la inversión por los motores es de 5,083.91 USD. El retorno de la inversión es de 0.79 años, con el ahorro económico que se generaría al implementar estos motores, se puede pagar la inversión. Anexos 10 y 13. Se reduce la potencia consumida de 84.78kW a una de 63.19kW, además de requerir menor mantenimiento y mejorar el factor de potencia lo que beneficia a la fábrica se aprecia que es viable económicamente y energéticamente.</p>
		<p><i>Luminarias con tecnología LED:</i> por cuestiones de costo de adquisición la tecnología LED versus las lámparas de halógenos metálicos, posee un valor inicial alto de adquisición de 12,480.00USD de inversión. Sin embargo visto desde el lado de la vida útil de las lámparas, la tecnología LED dura cinco veces más que la tecnología de halógenos metálicos. Otro punto a favor es la cantidad de potencia a consumir, el panel LED posee 180W mientras que la tecnología de halógenos metálicos posee 400W. Por lo tanto, desde el punto de vista tecnológico, vida útil del equipo y por consumo de potencia, es viable la implementación de las lámparas con tecnología LED. Anexos 15 y 16.</p>

## 5. CONCLUSIONES

Las estrategias que los autores recomiendan en el plan de eficiencia energética para la reducción del consumo eléctrico de las áreas seleccionadas en la fábrica ORANGINE son:

- Colocar arrancadores suaves en configuración en rampa de tensión para los motores que consumen mayor potencia, para disminuir los eventos DIP, se determinó un ahorro de 2,943.89 USD al año.
- Para optimizar el consumo de energía en la línea Crown la estrategia es sustituir por motores de alta eficiencia a los motores de tecnología antigua. La empresa pierde 82,144.49 kWh por cada año que no renueve sus motores y que representa un gasto económico de 6,407.27USD al año.
- Con los resultados obtenidos del análisis de luminosidad en la bodega de almacenamiento de producto terminado, se comprueba que la tecnología LED es la más idónea para ser utilizada. Si el sistema de iluminación actual continua en funcionamiento, la empresa pierde una potencia de 5.3 kWh y económicamente representa 1,803.86 USD al año aproximadamente.
- Al sumar los valores económicos que la empresa está perdiendo sin la implementación de arrancadores, motores de alta eficiencia y sistemas de iluminación LED, la empresa perdería anualmente 11,236.48 USD en la línea Crown y en la bodega de almacenamiento de producto terminado.

*Todos los datos obtenidos, cotizaciones, planos, normativas; presentados en este documento técnico se encuentran respaldados en los anexos adjuntos.*

Elaborado por: Andrés Calero, Karla Correa