



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

**ESTUDIO DEL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD A PARTIR
DE LA OPTIMIZACIÓN EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE
SISTEMAS MOTRICES Y PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO EN
UNA PLANTA INDUSTRIAL METALMECÁNICA: CASO INDIMA
S.A.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN DISEÑO, PRODUCCIÓN Y AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL**

MARIO ANDRÉS MALDONADO CASTRO

mario.amc@outlook.com

FERNANDO GUSTAVO MONTALVO QUIZHPI

fermontalvo@yahoo.com

DIRECTOR: ING. NAPOLEÓN DEFAZ, M.Sc.

napoleon.defaz@epn.edu.ec

CO-DIRECTOR: ING. CÉSAR AYABACA, M.Sc.

cesar.ayabaca@epn.edu.ec

Quito, Enero 2018

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por MARIO ANDRÉS MALDONADO CASTRO y FERNANDO GUSTAVO MONTALVO QUIZHPI bajo nuestra supervisión.

Ing. Napoleón Defaz, M.Sc.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. César Ayabaca, M.Sc.
CO-DIRECTOR DE TESIS

DECLARACIÓN

Nosotros, MARIO ANDRÉS MALDONADO CASTRO y FERNANDO GUSTAVO MONTALVO QUIZHPI, declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

Mario Andrés Maldonado Castro

Fernando Gustavo Montalvo Quizhpi

DEDICATORIA

A mi tío Manuel⁽⁺⁾ y mi primo Francisco⁽⁺⁾.

MARIO ANDRÉS MALDONADO CASTRO

A Dios por absolutamente todo lo que he sido bendecido.

A mi madre por su sacrificio y porque la amo mucho.

A mi abuelo Julio.

A mi padre.

FERNANDO GUSTAVO MONTALVO QUIZHPI

AGRADECIMIENTO

A mi esposa Diana Lucía y su querida hija Abby, por ser mis compañeras de viaje, caminar a mi lado y compartir conmigo cada pequeño y grande detalle de la vida. A mis padres y mis hermanas por ser siempre como una brillante estrella en el firmamento. A la Escuela Politécnica Nacional y su grupo de docentes por aportar día a día, con su experiencia, entusiasmo y conocimiento, a la transformación del país.

MARIO ANDRÉS MALDONADO CASTRO

A todas las personas que colaboraron de alguna manera en la realización de este trabajo a través de palabras de aliento. Agradecimiento especial a mis amigos que estuvieron apoyándome.

FERNANDO GUSTAVO MONTALVO QUIZHPI

ÍNDICE

Certificación.....	i
Declaración.....	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento.....	iv
Índice.....	v
Lista de figuras	viii
Lista de tablas.....	xi
Simbología y abreviaturas	xiii
Resumen	xiv
Abstract	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
Pregunta de investigación	
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos	
Hipótesis	
Alcance	
1. MARCO TEÓRICO	3
1.1. Definiciones a utilizarse	
1.2. Gestión de la energía	
1.3. Eficiencia energética en sistemas motrices.....	8
1.4. Mantenimiento en sistemas motrices.....	20
1.5. Procedimiento de auditoría energética.....	25
1.6. Conclusiones del capítulo.....	26
2. METODOLOGÍA.....	27
2.1. Caracterización del proceso productivo	
2.1.1. Descripción general	

2.1.2. Procesos productivos de la planta.....	28
2.1.3. Flujo de procesos.....	32
2.2. Caracterización del consumo eléctrico.....	34
2.2.1. Consumo eléctrico de máquinas y equipos	
2.2.2. Principales consumidores energéticos en los procesos de producción.....	42
2.2.3. Calidad de la energía, eficiencia del sistema y mediciones eléctricas de equipos seleccionados.....	46
2.3. Análisis de los programas de mantenimiento en sistemas motrices	61
2.3.1. Identificación de problemas	
2.3.2. Análisis de cumplimiento de programas.....	67
2.3.3. Deficiencias en el mantenimiento de sistemas motrices.....	68
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	69
3.1. Resultados	
3.1.1. Resultados de las mediciones	
3.1.2. Resultado del análisis de los programas de mantenimiento.....	74
3.1.3. Productividad actual de la planta.....	76
3.2. Discusión	77
3.2.1. Propuesta de mejoras	
3.2.2. Cálculo de la productividad con mejoras propuestas.....	87
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
Bibliografía.....	92
Anexos	95
<i>Anexo 1: Recopilación fotográfica de las instalaciones industriales de la empresa INDIMA S.A.....</i>	<i>96</i>
<i>Anexo 2: Recopilación fotográfica de mediciones en la red eléctrica de la empresa INDIMA S.A.</i>	<i>98</i>
<i>Anexo 3: Layout general de las instalaciones industriales de INDIMA S.A.....</i>	<i>100</i>
<i>Anexo 4: Flujo de proceso para la fabricación del producto específico sistema de escape SGM-308 H.....</i>	<i>101</i>

Anexo 5: Programa de mantenimiento de la empresa INDIMA S.A. para el año 2016.....105

Anexo 6: Registro de actividades de mantenimiento de INDIMA S.A., ejecutadas en el período correspondiente al primer semestre del año 2016.....111

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Estructura de la norma ISO 50001	6
Figura 1.2. Demanda mundial de electricidad según usos finales.....	7
Figura 1.3. Consumo de electricidad en el sector industrial de la Unión Europea	
Figura 1.4. Desglose consumo energéticos de motores eléctricos según usos finales en el sector industrial de la Unión Europea	8
Figura 1.5a. Sistema motriz eléctrico típico.....	10
Figura 1.5b. Pérdidas de energía y eficiencia energética final en un sistema motriz	
Figura 1.6. Variación de las pérdidas con la carga.....	12
Figura 1.7. Flujo de potencia de un motor de inducción	
Figura 1.8. Placa motor eléctrico de alta eficiencia (clase eficiencia IE2).....	13
Figura 1.9. Clases de eficiencia para motores de 4 polos a 50 Hz.....	14
Figura 1.10. Clases de eficiencia IEC y NEMA	15
Figura 1.11. Modelación motor WEG de alta eficiencia	
Figura 1.12. Motor WEG de alta eficiencia.....	16
Figura 1.13. Costos asociados a un motor clase IE3 de 11 kW, ciclo de vida 15 años	
Figura 1.14. Ahorros energéticos potenciales según la mejora en la clase de eficiencia..	17
Figura 1.15. Despliegue mundial de iniciativas MEPS	18
Figura 1.16a. Sistema de bombeo convencional, eficiencia energética 35%	19
Figura 1.16b. Sistema de bombeo optimizado, eficiencia energética 69%.....	20
Figura 1.17. Imagen térmica de un motor eléctrico	23
Figura. 1.18. Potenciales fuentes de pérdida de eficiencia en motores eléctricos	24
Figura 2.1. Ubicación geográfica de INDIMA S.A.....	29
Figura 2.2. Layout general INDIMA S.A.	30
Figura 2.3. Sistema de extracción de gases de soldadura INDIMA S.A.	31
Figura 2.4a. Sistema de escape automotriz	32
Figura 2.4b. Partes para motocicletas	

Figura 2.5. Flujo genérico de proceso de INDIMA S.A.	33
Figura 2.6. Consumo eléctrico de INDIMA S.A., primer semestre 2016	41
Figura 2.7. Consumo eléctrico total y producción de INDIMA S.A., primer semestre 2016	
Figura 2.8. Desempeño del indicador de productividad de INDIMA S.A., primer semestre 2016	42
Figura 2.9. Diagrama de Pareto de la estimación del consumo eléctrico promedio mensual por área de INDIMA S.A., primer semestre 2016.....	44
Figura 2.10. Diagrama de Pareto del consumo eléctrico promedio mensual por máquina en el área de soldadura en INDIMA S.A., primer semestre 2016	46
Figura 2.11. Mejoras a realizar en la eficiencia energética de la planta	47
Figura 2.12. Cambios en las variables de operación de los motores eléctricos en función del porcentaje de variación de voltaje	49
Figura 2.13. Eficiencia como función de la potencia del motor	51
Figura 2.14. Medición de voltaje del motor del extractor	53
Figura 2.15. Medición de corriente del motor del extractor.....	54
Figura 2.16. Medición de corrientes de línea del motor del extractor	
Figura 2.17. Medición de factor de potencia del motor de extracción.....	55
Figura 2.18. Medición de potencia trifásica	
Figura 2.19. Medición de armónicos	56
Figura 2.20. Medición de tasa de distorsión armónica	
Figura 2.21. Medición de voltaje de planta.....	57
Figura 2.22. Medición de corriente en la planta	
Figura 2.23. Medición de factor de potencia de la planta	58
Figura 2.24. Medición de potencia trifásica	59
Figura 2.25. Medición de armónicos	60
Figura 2.26. Medición de tasa de distorsión armónica	
Figura 3.1. Variación de la corriente con la carga	72
Figura 3.2. Variación de la eficiencia y factor de potencia con la carga	73
Figura 3.3. Valor presente neto de motor de 7.5 hp con norma IE2 (Propuesta 1).....	79

Figura 3.4. Valor presente neto de motor de motor de 7.5 hp con norma IE3 (Propuesta 2)	
Figura 3.5. Tiempo de recuperación de inversión de motor de 7.5 hp con norma IE3 (Propuesta seleccionada)	80
Figura 3.6. Tiempo de recuperación de la inversión en un motor de 7.5 hp con norma IE3	81
Figura 3.7. Tiempo de recuperación de la inversión de motor de 5 hp con la norma IE3	.83
Figura 3.8. Curva de ventilador utilizado	84
Figura 3.9. Programa Eco 2.0 para selección de variador de frecuencia.....	86
Figura 3.10. Comparativo indicador de productividad original y mejorado de INDIMA S.A., primer semestre 2016	88

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1. Etapas de la gestión energética	5
Tabla 1.2. Clases de eficiencia internacional	14
Tabla 1.3. Comparación esquemas MEPS	17
Tabla 1.4. Condiciones que afectan al desempeño de motores eléctricos	22
Tabla 1.5. Prácticas para mejora en motores eléctricos	
Tabla 2.1. Consumo eléctrico de la planta de INDIMA S.A., primer semestre 2016	35
Tabla 2.2a. Características eléctricas de equipos instalados en INDIMA S.A., área de corte	36
Tabla 2.2b. Características eléctricas de equipos instalados en INDIMA S.A., área de tubos.....	37
Tabla 2.2c. Características eléctricas de equipos instalados en INDIMA S.A., área de soldadura.....	38
Tabla 2.2d. Características eléctricas de equipos instalados en INDIMA S.A., área de silenciadores.....	39
Tabla 2.2e. Características eléctricas de equipos instalados en INDIMA S.A., área de inspección final	
Tabla 2.2f. Características eléctricas de equipos instalados en INDIMA S.A., área de compresores.....	40
Tabla 2.3. Estimación del consumo eléctrico promedio diario y mensual por área de INDIMA S.A., primer semestre 2016.....	43
Tabla 2.4. Consumo eléctrico promedio mensual por máquina en el área de soldadura en INDIMA S.A., primer semestre 2016.....	45
Tabla 2.5. Variaciones de tensión permisibles	48
Tabla 2.6. Características del motor de extracción	51
Tabla 2.7. Características del ventilador de extracción	52
Tabla 2.8a. Descripción de actividades de mantenimiento para un compresor de aire	63
Tabla 2.8b. Descripción de actividades de mantenimiento para un extractor de gases de soldadura.....	64
Tabla 2.8c. Descripción de actividades de mantenimiento para una dobladora hidráulica de tubos.....	65

Tabla 2.8d. Descripción de actividades de mantenimiento para una punzonadora	66
Tabla 2.9. Disponibilidad promedio de equipos en la planta de INDIMA S.A., primer semestre 2016	67
Tabla 3.1. Análisis de las mediciones realizadas en motor y tablero principal en INDIMA S.A.....	71
Tabla 3.2. Análisis de las mediciones realizadas en sistema auditado en INDIMA S.A....	74
Tabla 3.3. Frecuencia aproximada de procedimientos de operación y mantenimiento.....	75
Tabla 3.4. Productividad actual de la planta de INDIMA S.A., primer semestre 2016.....	77
Tabla 3.5. Consumo eléctrico y ahorro anual con mejoras propuestas en INDIMA S.A. ..	86
Tabla 3.6. Cálculo de la productividad con mejoras propuestas en la planta de INDIMA S.A., primer semestre 2016	87
Tabla 3.7. Comparación entre productividad original y productividad mejorada en la planta de INDIMA S.A., primer semestre 2016	88

SIMBOLOGÍA Y ABREVIATURAS

η	Eficiencia
VSD	Variable speed drive (variador de velocidad)
MEPS	Minimum energy performance standard (estándar de rendimiento energético mínimo)
IEC	International Electrotechnical Commission (Comisión Electrotécnica Internacional)
IE	International Efficiency (eficiencia internacional)
EU	European Union (Unión Europea)
NEMA	National Electrical Manufacturers Association (Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos)
CFM	Cubic feet per minute (pies cúbicos por minuto)
RPM	Revoluciones por minuto

RESUMEN

Actualmente existe un creciente interés en los estudios que buscan la optimización energética en las empresas, pues dicha optimización, a más de influenciar de manera directa en los costos del consumidor, también afecta sensiblemente al generador de la energía, debido a que este último, desde el momento en que el consumidor establece estrategias para optimizar, puede entregar energía a un mayor número de consumidores, beneficiando así a la sociedad. La mayoría de estudios existentes se enfocan en la gestión de la energía a través de normas como la ISO 50002; sin embargo, es importante no solo definir la gestión, sino también la posibilidad del cambio de elementos que en la actualidad son consumidores altos de energía y que específicamente se encuentran asociados a una selección de equipos ineficientes. El presente estudio busca proponer una optimización en el uso de la energía en los sistemas motrices de la empresa estudiada INDIMA S.A. Esto se realizará a partir del análisis de la calidad de la energía que recibe la empresa, el levantamiento de los consumos energéticos de los equipos existentes con enfoque en los sistemas motrices, y el análisis de los programas de mantenimiento para la identificación de mejoras. El trabajo evaluará, en función de las normas existentes, la calidad de la energía que recibe la empresa por parte de la distribuidora de energía eléctrica; es decir, se analizarán variables como corrientes y voltajes de alimentación, factor de potencia y armónicos. El análisis de energía comenzará con la tabulación de los consumos de las diferentes máquinas y equipos de la empresa, logrando la identificación de las áreas de mayor consumo. A partir de esto, se buscará focalizar el problema mediante un análisis de Pareto para conseguir mejores resultados con un enfoque mínimo. Por último, se analizará el aporte de un buen programa de mantenimiento de los equipos con la finalidad de alcanzar mejoras en el consumo de estos y que a su vez pueda influenciar en la productividad de la empresa.

Palabras clave: eficiencia energética, productividad, sistemas motrices, gestión energética, energía eléctrica, consumo energético, programa de mantenimiento.

ABSTRACT

These days there is an increasing interest in those studies that aim towards energy optimization in companies, since such optimization not only has a direct impact on energy consumption costs, but affects positively energy production as well. From the moment the energy user sets strategies for energy optimization, energy delivery expands, which means a benefit for the general public. Most of the existing studies are focused on energy management through the application of standards such as ISO 50002. However, in addition to the proper management, it is important to define the possibility of replacing the equipment identified as great energy consumer, which might be related to a low efficiency equipment selection. In this project, it is expected to propose an energy optimization related to motor driven systems in the INDIMA S.A. case study. In order to achieve this objective, the following activities will be performed: energy quality analysis, energy consumption description focusing on motor driven systems, and maintenance programs analysis. Using all the data collected and existing standards, the energy delivered to the company will be evaluated; therefore, electrical variables such as current, voltage, power factor and harmonics will be considered. The detailed description of energy consumption will allow identifying those working areas and equipment which register the greatest energy consumption rates. This information will be used in a Pareto analysis, so that the optimization proposal can be oriented to the most representative working area and equipment. Finally, the advantages related to a proper maintenance program will be discussed, since the maintenance practices also have a sensitive influence over the energy consumption and company productivity.

Keywords: energy efficiency, productivity, motor driven systems, energy management, electrical power, energy consumption, maintenance program.

ESTUDIO DEL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD A PARTIR DE LA OPTIMIZACIÓN EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE SISTEMAS MOTRICES Y PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO EN UNA PLANTA INDUSTRIAL METALMECÁNICA: CASO INDIMA S.A.

INTRODUCCIÓN

El incremento de la productividad mediante la optimización de los diferentes recursos y materia prima en procesos industriales, permite aumentar la eficiencia en la producción de diversos bienes. La idea de disminuir costos a partir de esta premisa favorece las inversiones que los empresarios desean realizar para aumentar su tasa interna de retorno.

Dentro del presente proyecto de tesis se propone analizar la optimización energética en los sistemas motrices de un proceso productivo. Esta optimización energética viene acompañada de la correcta configuración de programas de mantenimiento para los equipos, de manera que estos puedan operar en sus parámetros de diseño.

El presente proyecto podría constituir una guía de referencia para la evaluación y mejora de la productividad y eficiencia energética en los procesos productivos de una planta industrial.

Pregunta de investigación

- ¿Mejora la productividad de manera significativa cuando se implementa programas de eficiencia energética y programas de mantenimiento en una planta industrial metalmecánica?

Objetivo general

Estudiar el incremento de la productividad a partir de la optimización en la eficiencia energética de sistemas motrices y programas de mantenimiento en una planta industrial metalmecánica: Caso INDIMA S.A.

Objetivos específicos

- Caracterizar el proceso productivo.
- Caracterizar el consumo eléctrico de los sistemas motrices.
- Analizar los programas de mantenimiento en los sistemas motrices.
- Identificar problemas de consumo eléctrico y deficiencia en programas de mantenimiento de los equipos motrices.
- Desarrollar soluciones de mejora en sistemas motrices que consumen demasiada energía.
- Desarrollar soluciones a programas de mantenimiento deficientes para mejorar el consumo energético.
- Comprobar el incremento de productividad a partir del ahorro del ahorro energético desarrollado.

Hipótesis

Dado que la implementación de programas de eficiencia energética y programas de mantenimiento implica optimización de recursos, es de esperarse que la productividad de una planta industrial metalmecánica se incremente de manera significativa.

Alcance

El alcance del presente proyecto comprende la presentación de una propuesta de mejoras orientada a incrementar la productividad de la planta industrial de INDIMA S.A., basada en la optimización de eficiencia energética de aquellos sistemas motrices críticos por su alto consumo energético, así como en el análisis de los respectivos programas de mantenimiento de los equipos involucrados.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Definiciones a utilizarse

- **Consumo eléctrico:** cantidad de energía eléctrica utilizada en una aplicación específica durante un período de tiempo determinado.
- **Medición eléctrica:** métodos, dispositivos y cálculos empleados para medir cantidades eléctricas (parámetros eléctricos de un sistema). La medición eléctrica también está asociada a las técnicas utilizadas para determinar el consumo de energía eléctrica en un circuito o servicio eléctrico, como parte del proceso de distribución de energía eléctrica.
- **Gestión energética:** estudio integral que permite evaluar la situación actual del consumo energético, con la finalidad de implantar sistemas de control de energía, así como medidas, acciones y modificaciones que permitan reducir el consumo de energía.
- **Eficiencia energética:** la eficiencia energética corresponde a la capacidad para usar menos energía produciendo la misma cantidad de iluminación, calor y otros servicios energéticos. Es un conjunto de acciones que permiten emplear la energía de manera óptima, incrementando la competitividad de las empresas, mejorando la calidad de vida, reduciendo costos y al mismo tiempo, limitando la producción de gases de efecto invernadero (OLADE, 2017).
- **Calidad de la energía:** amplia variedad de fenómenos electromagnéticos que caracterizan la tensión y la corriente de la energía eléctrica durante un determinado tiempo, en un lugar específico de un sistema de potencia.
- **Sistemas motrices:** sistemas compuestos por un motor eléctrico y un conjunto de partes o accesorios, utilizados para el suministro de fuerza motriz en maquinaria industrial principalmente.
- **Productividad:** indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida en un determinado sistema productivo.

1.2. Gestión de la energía

La gestión de la energía, conocida también como gestión energética, consiste en la optimización del uso de la energía, con el propósito de alcanzar un uso racional y

eficiente de la misma, sin disminuir el nivel de las prestaciones finales. En la actualidad, la gestión energética constituye un recurso importante para aumentar la competitividad de las empresas, procurando la reducción de sus gastos y la mejora de sus balances.

En términos generales, la gestión de la energía puede definirse como un estudio integral que permite analizar la situación actual del consumo energético e implementar sistemas de control y monitoreo de la energía. Paralelamente, se encuentra asociada con la búsqueda de alternativas en fuentes de energía renovable y la protección del medio ambiente, desempeñando un papel clave tanto en la fase de diseño como en la ejecución y coordinación de proyectos involucrados con consumos energéticos.

Por consiguiente, la gestión energética debe contribuir al planteamiento de objetivos en el corto, mediano y largo plazo, para alcanzar la optimización de los recursos energéticos, así como la implementación de medidas, acciones y modificaciones que favorezcan la reducción del consumo de energía; es decir, velar por la eficiencia energética a través de acciones de mejora y mantenimiento de instalaciones consumidoras de energía, con el fin de potenciar medidas de ahorro y eficiencia que apunten a la reducción de la facturación energética.

En los entornos empresariales actuales, la gestión efectiva de la energía, progresivamente se está transformando en un requerimiento, lo cual se puede evidenciar en la decisión de muchas organizaciones sobre la implementación de estándares como ISO 50001 “Sistemas de gestión de la energía – Requisitos con orientación para su uso”, obteniendo los siguientes beneficios sensibles:

- Identificar y manejar los riesgos que rodean el suministro de energía.
- Medir y supervisar el uso de energía para identificar oportunidades de mejora de eficiencia.
- Mejorar el rendimiento general para reducir el consumo de energía y los pagos asociados.
- Reducir las emisiones de carbono y satisfacer las metas de reducción gubernamentales.
- Demostrar credenciales ambientales para aumentar las oportunidades de participación en líneas de negocio.

A continuación, en la tabla 1.1 se detallan las etapas generales que comprenden una iniciativa de gestión energética:

Tabla 1.1. Etapas de la gestión energética.

ETAPA	DESCRIPCIÓN	RESULTADO
1	Diagnóstico energético de situación inicial	<ul style="list-style-type: none"> Definición de parámetros iniciales de ahorro a corto y mediano plazo. Levantamiento del flujo de consumo de energía y línea base de demanda/consumo. Instalación de equipos de medición de energía.
2	Medidas inmediatas	<ul style="list-style-type: none"> Establecimiento de medidas a corto plazo asociadas a pequeñas inversiones y cortos períodos de amortización de las mismas.
3	Mantenimiento e instalación de equipos	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación, control y gestión de los planes de mantenimiento e instalación de equipos. Monitoreo del cumplimiento de normativas y parámetros de eficiencia prefijados.
4	Medidas mediatas	<ul style="list-style-type: none"> Establecimiento de medidas a largo plazo asociadas a grandes inversiones.

(Fuente: Elaboración autores)

La norma ISO 50001, establece un modelo de gestión en el cual se debe empezar por definir de forma clara una política energética en la empresa. Es importante que el personal de la empresa se involucre de manera profunda en esta política, pues esto llevará a la planificación e implementación exitosa de la política. Esta norma incorpora la gestión de la energía en las prácticas cotidianas de la empresa. La figura 1.1 muestra la estructura de la norma ISO 50001 a partir de haberse generado una política energética y los pasos siguientes a realizar.

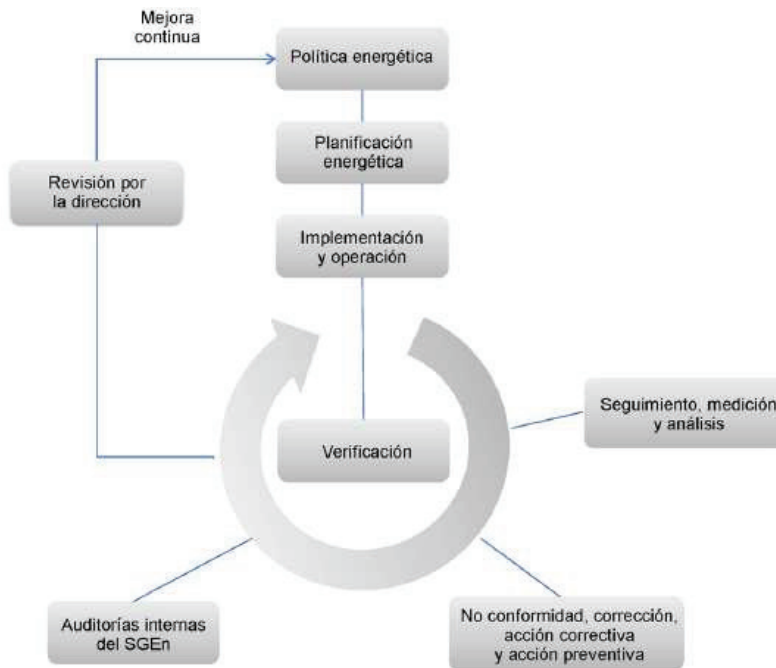


Figura 1.1. Estructura de la norma ISO 50001.

(Fuente: Elaboración autores)

Debido a que la gestión de la energía puede estar asociada con diversas fuentes energéticas, tales como la energía eléctrica y térmica, es importante destacar que el presente proyecto guarda relación directa con la eficiencia energética eléctrica, orientando su foco de atención particularmente hacia los sistemas motrices; por tanto, los motores eléctricos son considerados como consumidores energéticos principales y se procura estudiar el impacto de su eficiencia energética combinada con el resto de elementos que componen los sistemas motrices.

El especial interés sobre el estudio de la eficiencia energética en sistemas motrices, radica en la demanda de energía asociada con aplicaciones de motores eléctricos, la cual asciende a aproximadamente al 40% de la energía mundial consumida, según el detalle mostrado en la figura 1.2 (para el año 2012, se estimó que existían más de 300 millones de motores a nivel mundial, los cuales consumen cerca de 7.400 [TWh] por año). Por otra parte, la figura 1.3 muestra la proporción existente sobre el consumo energético de motores eléctricos y otros equipos en el sector industrial.

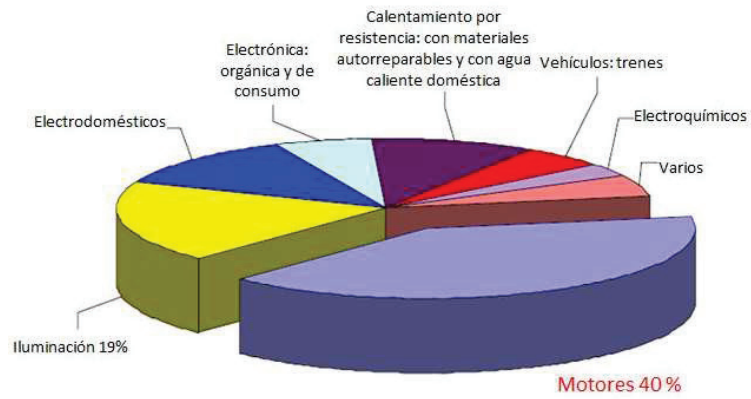


Figura 1.2. Demanda mundial de electricidad según usos finales.

(Fuente: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable del Ecuador (MEER) – Taller específico de optimización de sistemas eléctricos motrices – Conceptos básicos sobre motores eléctricos. [Online]. Available: <http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/1-Conceptos-ba%CC%81sicos-sobre-motores-ele%CC%81ctricos.pdf>)

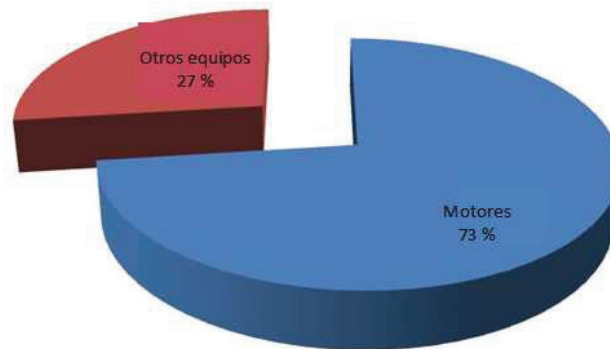


Figura 1.3. Consumo de electricidad en el sector industrial de la Unión Europea.

(Fuente: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable del Ecuador (MEER) – Taller específico de optimización de sistemas eléctricos motrices – Conceptos básicos sobre motores eléctricos. [Online]. Available: <http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/1-Conceptos-ba%CC%81sicos-sobre-motores-ele%CC%81ctricos.pdf>)

La figura 1.4 muestra el desglose del consumo energético de los motores eléctricos según sus usos finales en el sector industrial.

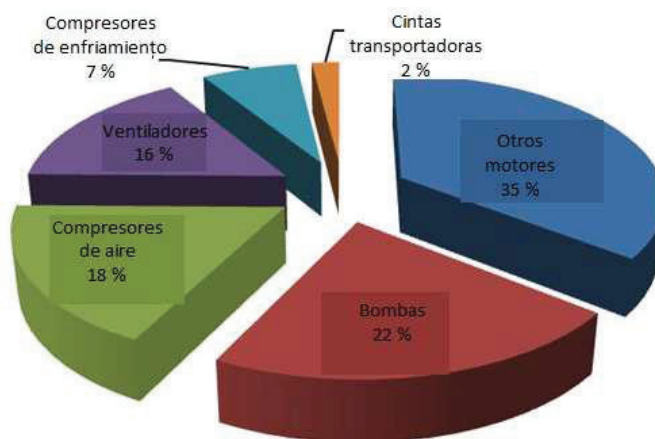


Figura 1.4. Desglose consumo energéticos de motores eléctricos según usos finales en el sector industrial de la Unión Europea.

(Fuente: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable del Ecuador (MEER) – Taller específico de optimización de sistemas eléctricos motrices – Conceptos básicos sobre motores eléctricos. [Online]. Available: <http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/1-Conceptos-ba%CC%81sicos-sobre-motores-ele%CC%81ctricos.pdf>)

A manera de ejemplo, a continuación se señalan los resultados obtenidos por varias organizaciones que han usado la gestión energética para alcanzar mejoras en el uso de sus recursos (INER, 2017):

- **Dow Chemical:** alcanzó el 22% de mejoras (ahorros de 4 BUSD) entre 1994 y 2005. Se propuso alcanzar el 25% de mejoras en el período comprendido entre el 2005 y 2015.
- **United Technologies Corp.:** redujo las emisiones de gases de efecto invernadero en el 46% por cada dólar de ganancia del 2001 al 2006. Se propuso alcanzar una reducción adicional del 12% del 2006 al 2010.
- **Toyota Motor North America:** el manejo energético de organización redujo el uso de energía por unidad producida en un 23% a partir del 2002.

1.3. Eficiencia energética en sistemas motrices

La eficiencia energética de los sistemas motrices eléctricos depende de diferentes factores, tales como:

- Eficiencia del motor eléctrico.
- Control de la velocidad y par del motor.
- Dimensionamiento correcto.
- Calidad del suministro eléctrico.
- Pérdidas por distribución.
- Transmisión mecánica.
- Prácticas de mantenimiento.
- Eficiencia de la aplicación final (bomba, ventilador, compresor).

Por tanto, la eficiencia energética de un sistema motriz estaría representada por la siguiente expresión, considerando que el motor eléctrico está conectado a un variador de velocidad (VSD, según sus siglas en inglés):

$$\eta_{SISTEMA} = \eta_{VSD} \cdot \eta_{MOTOR} \cdot \eta_{TRANSMISIÓN} \cdot \eta_{APLICACIÓN\ FINAL} = \frac{P_{ÚTIL}}{P_{ENTRADA}} \quad (1)$$

Donde:

$\eta_{SISTEMA}$	Eficiencia total del sistema
η_{VSD}	Eficiencia del variador de velocidad
η_{MOTOR}	Eficiencia del motor eléctrico
$\eta_{TRANSMISIÓN}$	Eficiencia de la transmisión mecánica
$\eta_{APLICACIÓN\ FINAL}$	Eficiencia de la aplicación final
$P_{ÚTIL}$	Potencia útil entregada por el sistema
$P_{ENTRADA}$	Potencia eléctrica de entrada

En la figura 1.5a se muestra el esquema general de un sistema motriz eléctrico típico, mientras que en la figura 1.5b se puede apreciar un ejemplo de pérdidas de energía y eficiencia energética final en un sistema motriz.

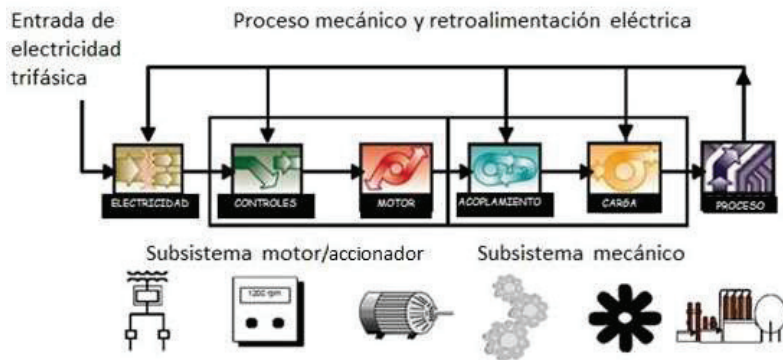


Figura 1.5a. Sistema matriz eléctrico típico.

(Fuente: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable del Ecuador (MEER) – Taller específico de optimización de sistemas eléctricos motrices – Conceptos básicos sobre motores eléctricos. [Online]. Available: <http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/1-Conceptos-ba%CC%81sicos-sobre-motores-ele%CC%81ctricos.pdf>)

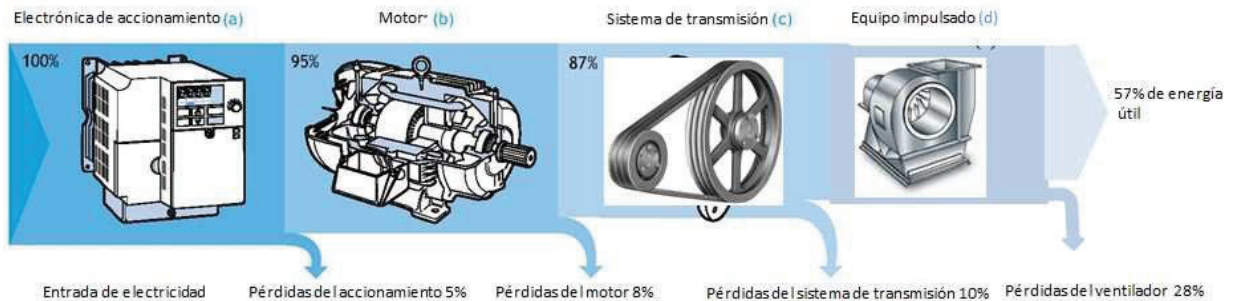


Figura 1.5b. Pérdidas de energía y eficiencia energética final en un sistema matriz.

(Fuente: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable del Ecuador (MEER) – Taller de conceptos básicos de sistemas eléctricos motrices – Evaluación energética de los sistemas de motores. [Online]. Available: <http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/e-Evaluacio%CC%81n-energe%CC%81tica-de-los-sistemas-de-motores.pdf>)

Dado que la optimización de eficiencia energética en los componentes de transmisión y aplicación final, corresponde a tareas de diseño mecánico exclusivamente, en la actualidad se ha enfocado la atención sobre el uso de motores eléctricos con eficiencia mejorada en combinación con variadores de velocidad (VSD), con el propósito de alcanzar una optimización en la eficiencia energética de los sistemas motrices. En este contexto, en diferentes países se ha desplegado la aplicación de *estándares de*

rendimiento energético mínimo (MEPS, según sus siglas en inglés), los cuales buscan la migración progresiva al uso de motores eléctricos con eficiencia mejorada.

La eficiencia de un motor eléctrico básicamente está relacionada con los siguientes tipos de pérdidas de energía (tomando como base un motor de inducción):

- **Pérdidas eléctricas:** conocidas también como pérdidas por *efecto Joule*, se cuantifican con la expresión I^2R y, consecuentemente, aumentan rápidamente a medida que se incrementa la carga del motor. Estas pérdidas se presentan en forma de calor generado por la resistencia eléctrica a la corriente que fluye por los componentes del equipo (devanado del estator, barras del conductor, anillos extremos del rotor, entre otros).
- **Pérdidas magnéticas:** ocurren en el laminado de acero del estator y rotor. Se deben a la histéresis y a las corrientes de Foucault y aumentan aproximadamente con la densidad del flujo al cuadrado.
- **Pérdidas mecánicas:** se deben principalmente a la fricción en los cojinetes y a las pérdidas por ventilación y resistencia al viento.
- **Otras pérdidas:** en este grupo se pueden encontrar pérdidas por corrientes de fuga y pérdidas por contacto de las escobillas de ser aplicable.

La figura 1.6 muestra la variación de pérdidas de energía en función de la carga del motor, mientras que la figura 1.7 muestra el flujo de potencia en un motor eléctrico de inducción.

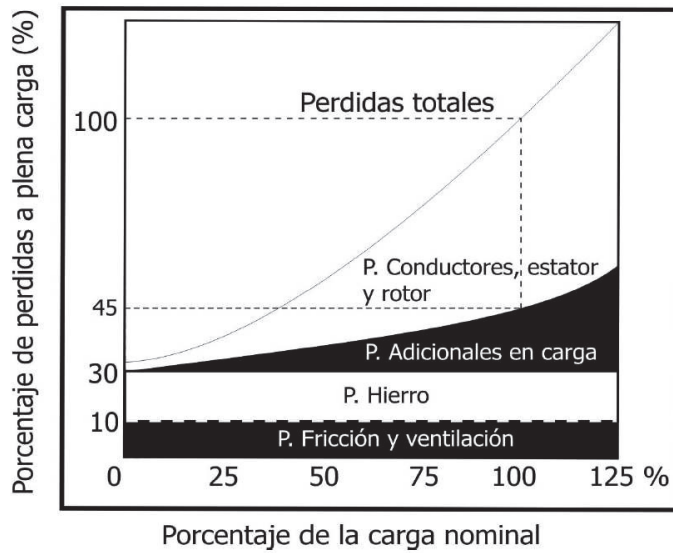


Figura 1.6. Variación de las pérdidas con la carga.

(Fuente: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable del Ecuador (MEER) – Taller específico de optimización de sistemas eléctricos motrices – Conceptos básicos sobre motores eléctricos. [Online]. Available: <http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/1-Conceptos-ba%CC%81sicos-sobre-motores-ele%CC%81ctricos.pdf>)

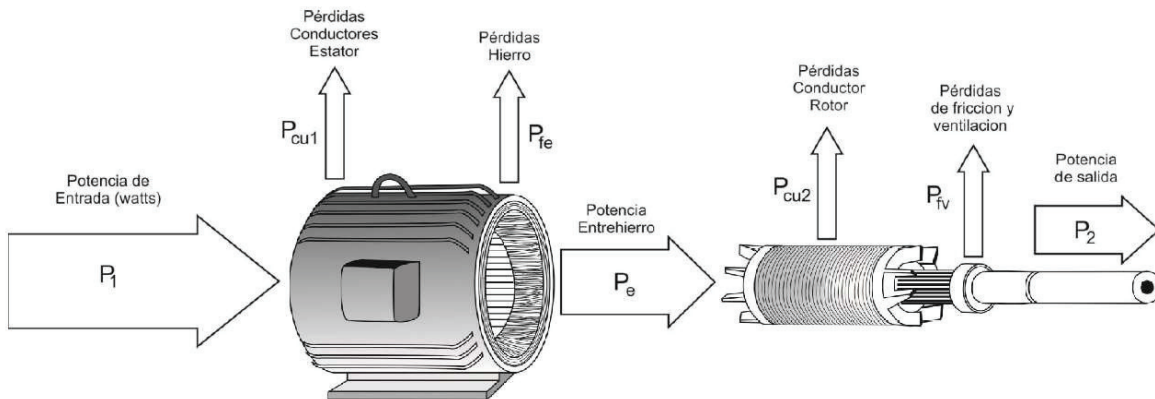


Figura 1.7. Flujo de potencia de un motor de inducción.

(Fuente: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable del Ecuador (MEER) – Taller específico de optimización de sistemas eléctricos motrices – Conceptos básicos sobre motores eléctricos. [Online]. Available: <http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/1-Conceptos-ba%CC%81sicos-sobre-motores-ele%CC%81ctricos.pdf>)

No obstante, el cálculo de las pérdidas de energía inherentes al funcionamiento del motor eléctrico se plasma en el valor de eficiencia energética final suministrado por el fabricante del equipo, tal como se puede observar en la placa de datos mostrada en la figura 1.8.

ABB		IE2 CE					
3 ~ Motor M3BP 200 MLA 4							
2011		No.					
		Ins. cl. F					
IP 55							
V	Hz	kW	r/min	A	cos ϕ	Duty	
690	Y	50	30	1480	32	0,84	S1
400	Δ	50	30	1480	55,3	0,84	S1
415	Δ	50	30	1482	53,8	0,83	S1
460	Δ	60	30	1783	43,8	0,83	S1
50 Hz: IE2 - 93,2(100%) - 94,0(75%) - 93,5(50%)							
60 Hz: IE2 - 93,8(100%) - 94,0(75%) - 93,1(50%)							
Prod. code 3GBP 202 031-ADG							
6312-2Z/C3		6210-2Z/C3		291 kg			
<small>spare-parts: www.abb.com/partsonline</small>				IEC 60034-1			

Figura 1.8. Placa motor eléctrico de alta eficiencia (clase eficiencia IE2).

(Fuente: ABB Motors and Generators, "EU MEPS – Efficiency requirements for low voltage motors. Updated for new mandatory efficiency levels from January 1, 2015", 2014)

Con el objeto de poseer una visión ampliada sobre la eficiencia energética de los motores eléctricos, es necesario contemplar diferentes normas de orden internacional como es el caso de los estándares de la *Comisión Electrotécnica Internacional* (IEC, según sus siglas en inglés) y sus equivalentes. A continuación se listan los estándares IEC que guardan relación con la normativa de motores eléctricos:

- IEC 60034-1 Clasificación y rendimiento (para ambientes explosivos rige el estándar IEC 60079-0).
- IEC 60034-2-1 Métodos normalizados para la determinación de las pérdidas y eficiencia a partir de ensayos.
- IEC 60034-30 Clases de rendimiento para los motores trifásicos de inducción de jaula de velocidad única.
- IEC 60034-31 Guía para la selección y el uso de motores energéticamente eficientes, incluidas las aplicaciones con velocidad variable.

En los estándares IEC 60034-30 e IEC 60034-31 se aborda la clasificación de eficiencia energética para los motores eléctricos, teniendo principalmente las clases de eficiencia mostradas en la tabla 1.2. La figura 1.9 presenta el comportamiento de cada clase de eficiencia en función de la potencia entregada por el motor eléctrico. Es importante mencionar que los estándares antes mencionados cubren aplicaciones tanto de 50 [Hz]

como 60 [Hz], por tanto, las tendencias mostradas en la figura 1.9, respecto a la variación de eficiencia, son aplicables para ambas frecuencias.

Tabla 1.2. Clases de eficiencia internacional.

DENOMINACIÓN	CLASE DE EFICIENCIA	OBSERVACIÓN
Eficiencia súper-premium	IE4	--
Eficiencia premium	IE3	16-20% menos pérdidas que IE2
Eficiencia alta	IE2	Anterior EFF1
Eficiencia estándar	IE1	Anterior EFF2

(Fuente: Elaboración autores)

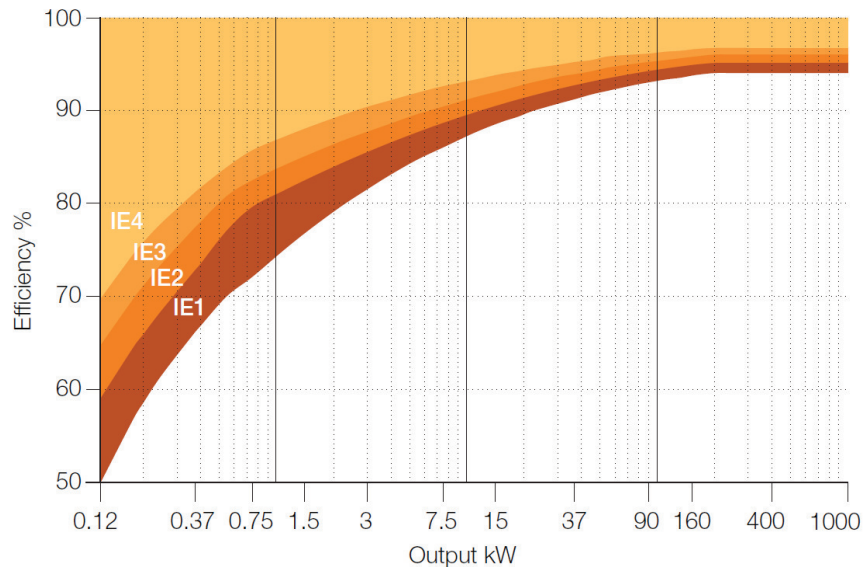


Figura 1.9. Clases de eficiencia para motores de 4 polos a 50 Hz.

(Fuente: ABB Motors and Generators, "Technical note – IEC 60034-30-1 standard on efficiency classes for low voltage AC motors", 2014)

Para una operación de 60 Hz, los valores de las clases de eficiencia IE2 e IE3 a plena carga son virtualmente idénticos a los estándares americanos NEMA Energy Efficient y NEMA Premium, respectivamente, según se muestra en la figura 1.10.

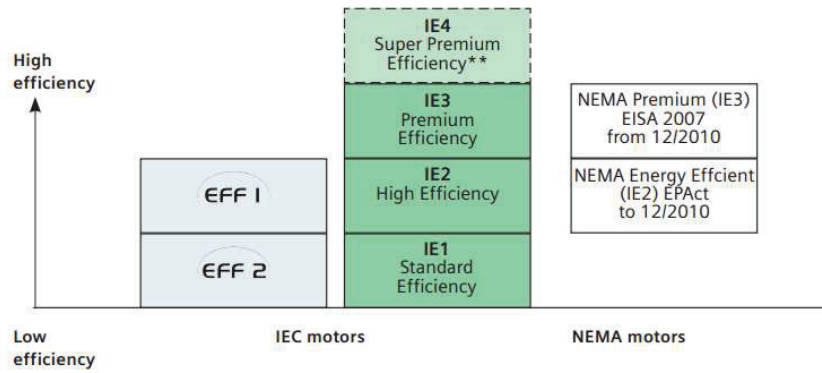


Figura 1.10. Clases de eficiencia IEC y NEMA.

(Fuente: SIEMENS, "Low-voltage induction motors according to the new efficiency standard and new efficiency classes – Answers for industry", 2010)

Dentro de una futura revisión de los estándares IEC anteriormente mencionados, se prevé incorporar una nueva clase de eficiencia, catalogada como IE5, la cual tendrá como objetivo reducir las pérdidas en alrededor del 20% con relación a IE4. Las tecnologías de los motores con eficiencia IE5 se están introduciendo en el mercado por empresas tales como LAFERTMOTORS, HITACHI y WEG.

La alta eficiencia de los motores eléctricos se logra a través de la implementación de perfiles aerodinámicos innovadores, diseño optimizado de componentes eléctricos y asegurando bajas pérdidas mecánicas y ruidos extremadamente reducidos (ver figuras 1.11 y 1.12).

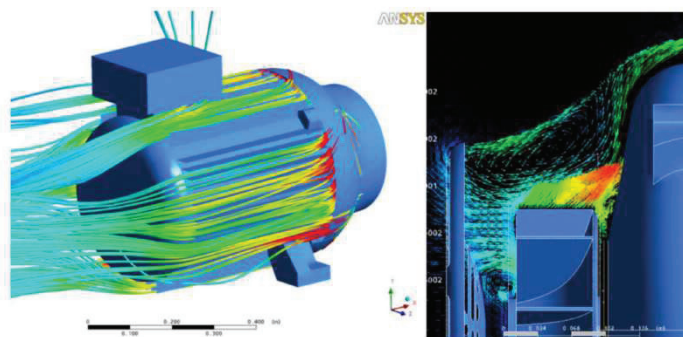


Figura 1.11. Modelación motor WEG de alta eficiencia.

(Fuente: II Congreso de eficiencia energética eléctrica – Eficiencia energética en motores eléctricos (normativa IEC 60034-30). Madrid, Octubre de 2012)

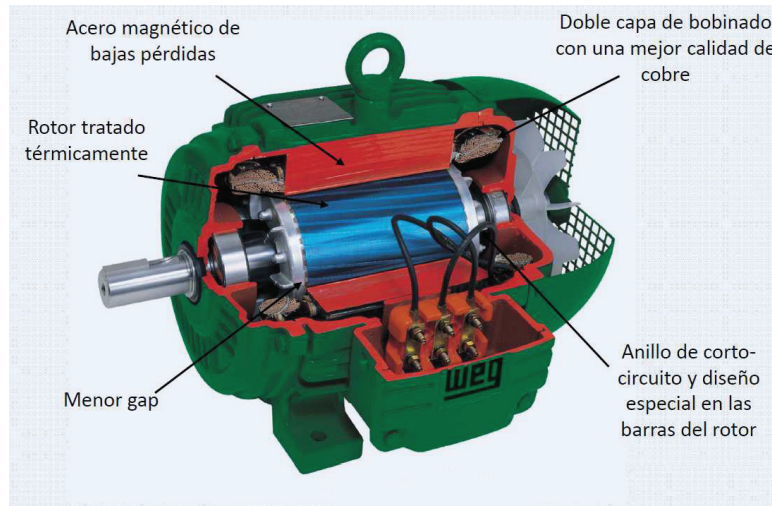


Figura 1.12. Motor WEG de alta eficiencia.

(Fuente: II Congreso de eficiencia energética eléctrica – Eficiencia energética en motores eléctricos (normativa IEC 60034-30). Madrid, Octubre de 2012)

La migración hacia el uso de motores eléctricos de alta eficiencia guarda una estrecha relación con los costos asociados al ciclo de vida de los equipos, teniendo como principal característica que los costos de inversión inicial, reparación y mantenimiento, son marginales en comparación al costo de la energía consumida, tal como se muestra en la figura 1.13. En adición, la figura 1.14 presenta el ahorro alcanzado en el consumo energético debido a la mejora en la clase de eficiencia.

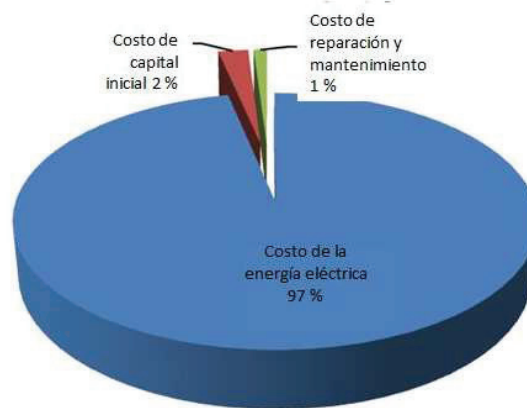


Figura 1.13. Costos asociados a un motor clase IE3 de 11 kW, ciclo de vida 15 años.

(Fuente: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable del Ecuador (MEER) – Taller específico de optimización de sistemas eléctricos motrices – Conceptos básicos sobre motores eléctricos. [Online]. Available: <http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/1-Conceptos-ba%CC%81sicos-sobre-motores-ele%CC%81ctricos.pdf>)

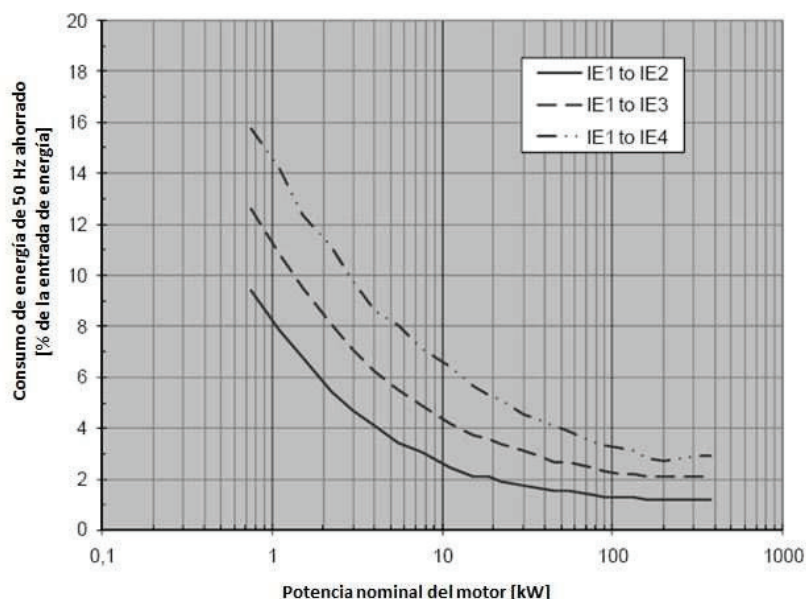


Figura 1.14. Ahorros energéticos potenciales según la mejora en la clase de eficiencia.

(Fuente: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable del Ecuador (MEER) – Taller de conceptos básicos de sistemas eléctricos motrices – Normas de motores eléctricos. [Online]. Available: <http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/c-Normas-de-motores-ele%CC%81ctricos.pdf>)

Precisamente las MEPS de la Unión Europea (EU MEPS), han marcado como meta para el año 2017, el uso de motores eléctricos con clase de eficiencia IE3 para aplicaciones de conexión directa o IE2 en conjunto con variador de velocidad (VSD), considerando un rango de potencia entregada de 0,75 – 375 [kW]. A continuación, la tabla 1.3 muestra una comparación entre los esquemas MEPS de diferentes países, mientras que la figura 1.15 permite observar el despliegue mundial de las iniciativas MEPS.

Tabla 1.3. Comparación esquemas MEPS.

IEC/EN 60034-30-1	EU MEPS	EISA US EEV CANADA	Other similar, local regulations
IE4 Super-Premium efficiency	--	--	--
IE3 Premium efficiency	IE3 Premium efficiency	Identical to NEMA Premium efficiency	Japan 2015 Australia/New Zealand 2015 Korea 2015 China 2016 Canada
IE2 High efficiency	IE2 High efficiency	Identical to NEMA Energy efficiency/EPACT	Mexico Australia New Zealand Brazil
IE1 Standard efficiency	--	Below standard efficiency	Costa Rica Israel Taiwan

(Fuente: ABB Motors and Generators, "Technical note – IEC 60034-30-1 standard on efficiency classes for low voltage AC motors", 2014)

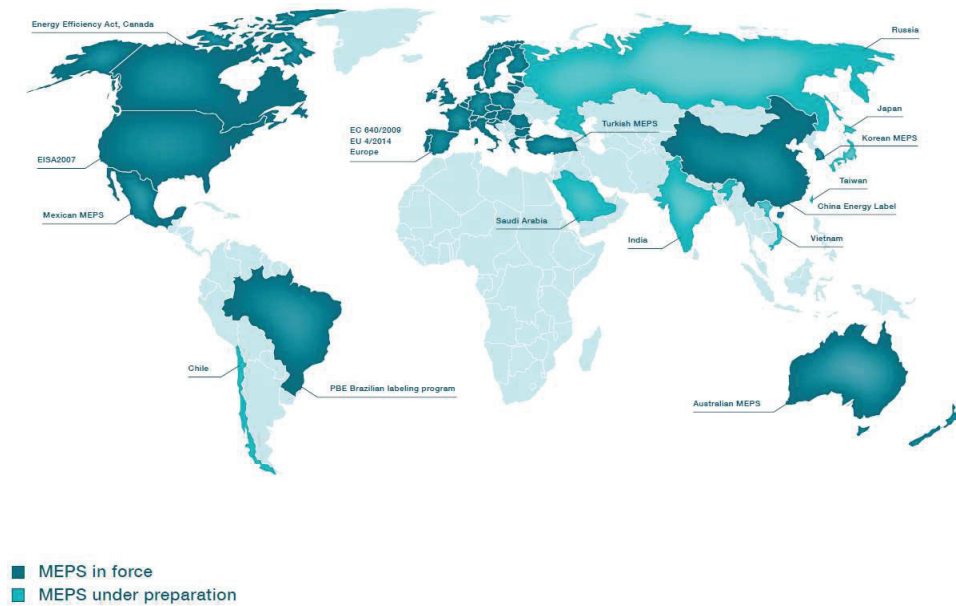


Figura 1.15. Despliegue mundial de iniciativas MEPS.

(Fuente: ABB Motors and Generators, "EU MEPS – Efficiency requirements for low voltage motors. Updated for new mandatory efficiency levels from January 1, 2015", 2014)

En el marco de la optimización de eficiencia energética en sistemas motrices, cualquier iniciativa de análisis partirá de una evaluación energética de los motores eléctricos y sus equipos asociados, la cual permitirá detectar las potenciales oportunidades de mejora y proyectar el ahorro a obtenerse en el uso de los recursos energéticos. Esta evaluación energética contiene los siguientes aspectos importantes:

- Sistemas de bombeo, ventilación o aire comprimido pueden ser fuentes para generar ahorros energéticos importantes.
- Es necesario detectar servicios en los cuales sea posible mejorar los motores eléctricos (alta eficiencia), implementar opciones de apagado e instalar variadores de velocidad.
- La evaluación energética debe priorizar la búsqueda de alternativas de mejora en equipos grandes, operaciones que posean tiempos de inactividad largos, servicios variables, tecnologías obsoletas, equipos de apoyo y equipos que presenten un historial de problemas.
- Es de suma importancia obtener datos sobre el uso de la energía en las instalaciones y costos asociados.

- Los programas de mantenimiento, así como el historial de su ejecución y cumplimiento, también constituyen información valiosa para las recomendaciones finales de la evaluación.
- El resultado de la evaluación permite sentar las bases para un programa detallado de diseño técnico e inversiones futuras.

En la figura 1.16, a manera de ejemplo se muestra el beneficio obtenido sobre la eficiencia energética al reconfigurar un sistema de bombeo convencional.

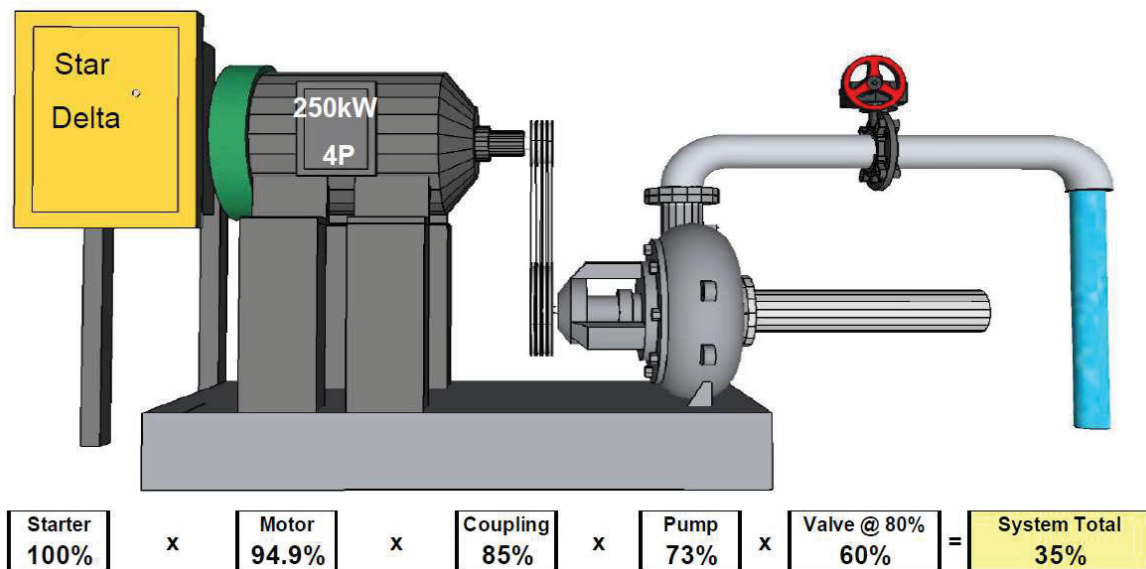


Figura 1.16a. Sistema de bombeo convencional, eficiencia energética 35%.

(Fuente: ABB Motors and Generators, "Energy savings on motor driven systems. Base your investment calculations on facts", 2013)

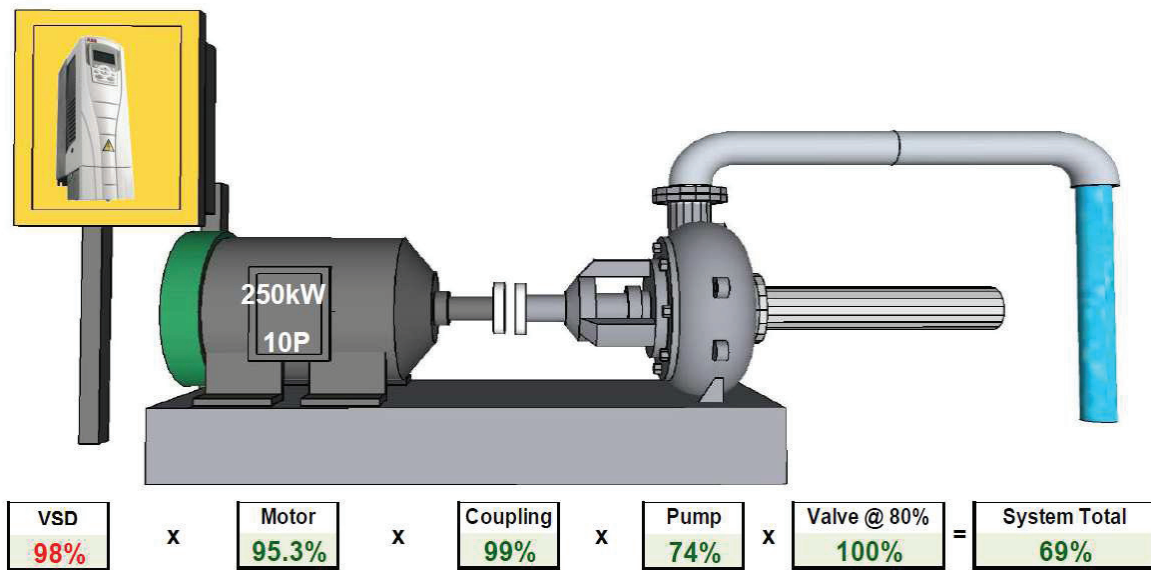


Figura 1.16b. Sistema de bombeo optimizado, eficiencia energética 69%.

(Fuente: ABB Motors and Generators, "Energy savings on motor driven systems. Base your investment calculations on facts", 2013)

1.4. Mantenimiento en sistemas motrices

En el contexto de la eficiencia energética, los problemas de mantenimiento representan pérdidas de energía y, por tanto, son un indicador de oportunidades para generar ahorros. Adicionalmente, las verificaciones periódicas de mantenimiento pueden proporcionar información relevante sobre aspectos de eficiencia energética.

Para alcanzar procesos energéticamente eficientes, se requiere llevar la gestión del mantenimiento hacia un nivel superior, es decir, combinar las tareas regulares asociadas al mantenimiento correctivo y preventivo planificado con técnicas de mantenimiento predictivo, lo cual permite anticiparse a los problemas, optimizando la disponibilidad de los equipos.

La energía eléctrica consumida por un motor durante un año de operación, puede llegar a ser diez veces más costosa que la inversión realizada para la adquisición del mismo. Al considerar el costo asociado al consumo de energía durante el período de vida útil de un motor, cobra especial relevancia la necesidad de mantener niveles óptimos de desempeño.

Los principales puntos que permiten ahorrar energía a través de buenas prácticas de mantenimiento son los siguientes:

- *Adecuada instalación y puesta en marcha.*
- Alineación de ejes.
- Lubricación.
- Eliminación de suciedad.
- Equilibrio de la tensión.

A continuación se detallan las principales consideraciones de mantenimiento asociadas a los sistemas motrices eléctricos:

- Los motores eléctricos, variadores de velocidad y equipos asociados deben estar limpios, sin polvo ni residuos y contar con una refrigeración adecuada.
- Es necesario monitorear el montaje de motores eléctricos y equipos asociados, con la finalidad de garantizar una instalación firme y correctamente alineada.
- Periódicamente se requiere una revisión de los elementos que componen cualquier tipo de transmisión mecánica para controlar posicionamiento, desgaste, alineación, entre otros.
- La lubricación debe ser verificada para determinar niveles de operación adecuadas e identificar posibles fugas.
- Los ruidos pueden revelar problemas en los equipos, los cuales deben ser atendidos inmediatamente.
- Respecto al suministro eléctrico, es importante verificar que las tensiones se encuentren dentro de los límites de tolerancia y las fases en equilibrio.

La tabla 1.4 muestra diferentes condiciones que pueden afectar el desempeño de los motores eléctricos, mientras que la tabla 1.5 muestra algunas prácticas para mejora de estos equipos.

Tabla 1.4. Condiciones que afectan al desempeño de motores eléctricos.

No.	DESCRIPCIÓN	EFEECTO
1	Arranques y paradas frecuentes	<ul style="list-style-type: none"> • Posibles fallas prematuras del motor.
2	Tensión desequilibrada	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de calor adicional. • Aumento en las pérdidas internas del motor. • Derrateo del motor por desequilibrio en alta tensión.
3	Condiciones ambientales	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiencias en el enfriamiento debido a temperaturas ambiente elevadas. • Obstrucción parcial de ranuras de ventilación del motor. • Aplicación sucia/húmeda.
4	Funcionamiento en el factor de servicio	<ul style="list-style-type: none"> • Derrateo de motores funcionando en el factor de servicio (NEMA).

(Fuente: Elaboración autores)

Tabla 1.5. Prácticas para mejora en motores eléctricos.

No.	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES
1	Determinar el estado actual del equipo	<ul style="list-style-type: none"> • Mediciones eléctricas. • Análisis de cortocircuito del motor (termografía infrarroja). • Verificación de eficiencia.
2	Planificar con antelación las opciones de reparación/recambio	<ul style="list-style-type: none"> • Generar una política de gestión de motores eléctricos. • Definir la posibilidad de uso de un variador de velocidad (VSD).
3	Evaluar en qué medida una actualización del componente de aplicación final puede afectar al motor	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar la posibilidad sobre el redimensionamiento del motor. • Verificar el efecto del variador de velocidad de ser aplicable. • Verificar el impacto sobre el factor de servicio del motor.
4	Determinar en qué medida la actualización del motor impactará sobre el desempeño del componente de aplicación final	<ul style="list-style-type: none"> • Definir si el aumento de velocidad (por ejemplo en motores con eficiencia IE4) es beneficioso en términos de capacidad y potencia para el componente de aplicación final.

(Fuente: Elaboración autores)

Adicionalmente, existen técnicas de vigilancia de las condiciones de los motores eléctricos, las cuales representan un soporte adicional para la adecuada gestión del mantenimiento. Algunas técnicas de vigilancia son las siguientes:

- **Imágenes de termografía infrarroja:** permiten buscar puntos calientes en los devanados, detectar cojinetes y conexiones sobrecalentados, identificar conexiones sobrecalentadas (ver imagen 1.17).
- **Análisis de vibraciones:** permite estudiar los diferentes componentes del sistema en función de la frecuencia de las vibraciones.
- **Análisis de impulsos de choque:** es una técnica ideal para la vigilancia de las condiciones de los cojinetes.
- **Vigilancia de las condiciones del aceite:** se utiliza para buscar humedad, moléculas de aceite rotas y partículas de metal.
- **Análisis de las corrientes del motor:** denominado también análisis espectral de intensidad de corriente, permite detectar los siguientes defectos:
 - Grietas o fracturas en las barras del rotor.
 - Uniones de alta resistencia en las barras del rotor o en los conductores de éste en el caso de rotores bobinados.
 - Anillos agrietados o fracturados en rotores de jaula de ardilla.
 - Irregularidades en el flujo de corriente debido a porosidades en el material del rotor.
 - Excentricidad estática y dinámica rotor – estator.
 - Defectos mecánicos asociados a elementos rotatorios.

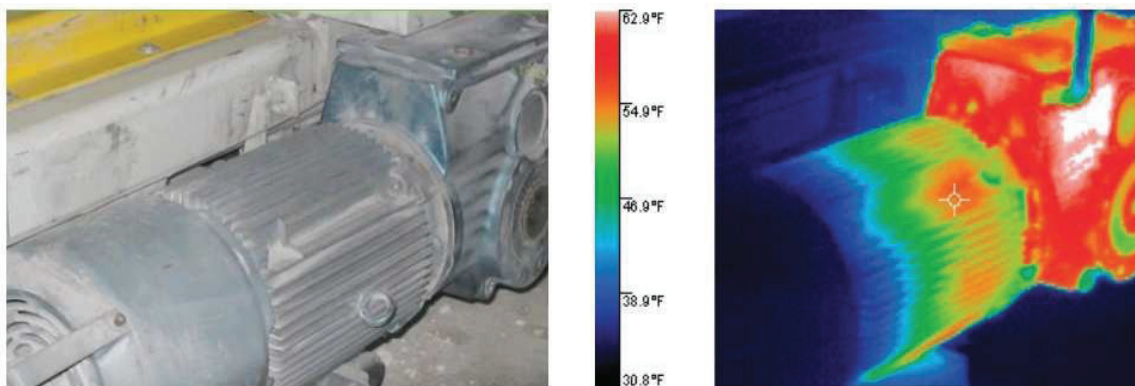


Figura 1.17. Imagen térmica de un motor eléctrico.

(Fuente: FLUKE – Applications for thermal imagers. [Online]. Available: www.fluke.com/thermography)

La condición eléctrica de un motor siempre debe ser reportada tomando como base las siguientes zonas de falla:

1. Calidad de la alimentación.
2. Circuito de potencia.
3. Aislamiento.
4. Estator.
5. Rotor.
6. Entrehierro.

Los motores eléctricos eventualmente experimentan una pérdida de eficiencia debido al desgaste, degradación de lubricantes y desalineación de componentes. El mantenimiento programado es el mejor camino para garantizar que los sistemas motrices operen dentro de tolerancias aceptables y, aplicado correctamente, también proveerá información valiosa sobre potenciales fallas en los motores y componentes asociados. La figura 1.18 muestra las potenciales fuentes de pérdida de eficiencia, las cuales pueden ser evitadas con un mantenimiento apropiado.

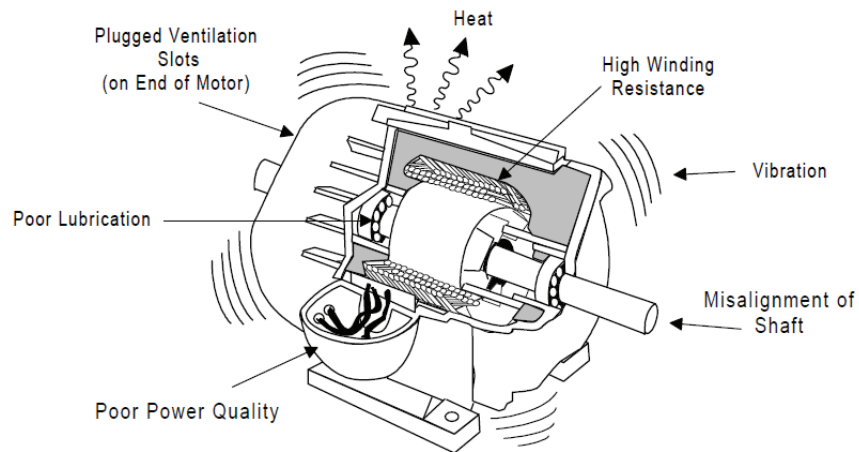


Figura. 1.18. Potenciales fuentes de pérdida de eficiencia en motores eléctricos.

(Fuente: Pacific Gas and Electric Company, "Application Note – Efficiency Opportunities through Motor Maintenance", May, 1997.)

1.5. Procedimiento de auditoría energética

Para establecer un procedimiento de auditoría en esta planta enfocada a los sistemas motrices, se tomará como base la norma ISO 50002, que en general establece los procedimientos para realizar auditorías energéticas.

Acorde a esta norma, una auditoría energética es un *análisis sistemático del consumo de energía y consumo de energía de los objetos auditados, con el fin de identificar e informar sobre las oportunidades de mejorar el rendimiento energético.*

Por lo tanto una vez establecido el objetivo a auditar entre la organización y los auditores, es importante establecer el consumo de energía de los objetos auditados, el cual será el primer paso a realizar; es decir, un levantamiento del consumo actual e histórico de la planta.

La norma ISO 50002 establece que el proceso de auditoría energética consta de las siguientes etapas:

- Planificación de la auditoría energética.
- Reunión de inicio y plan de medición de datos.
- Recopilación de datos.
- Trabajo de campo.
- Análisis.
- Informe.
- Reunión final.

En la planificación de la auditoría energética se analizará el alcance, objetivo de auditoría, límites, expectativas, necesidades de información, niveles de detalle, criterios de evaluación.

Para la medición de datos se analizarán las variables relevantes a medir, los puntos en los que se desarrollará esta medición y la frecuencia de medición.

El informe contendrá las mejoras propuestas por el auditor en función del alcance y los puntos estipulados por la norma respectiva.

1.6. Conclusiones del capítulo

- La implementación de un sistema de gestión energética enfocado en la planificación y control del consumo de energía, permite alcanzar una administración eficiente de la energía y que la eficiencia energética se incremente o sostenga en el tiempo. Dicha gestión de la energía también encuentra soporte en el cambio tecnológico, es decir, en el uso de equipos de mayor eficiencia y nuevas tecnologías, tales como motores eléctricos de alta eficiencia, variadores de velocidad y equipos de iluminación eficiente.
- Según el Balance Energético Nacional de 2013, elaborado por el Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos del Ecuador (MICSE), la industria nacional consume el 13% de la energía total del país. Por tanto, considerando la relevancia sobre consumo energético asociado a los sistemas motrices eléctricos, se vuelve imperante la necesidad de implementar planes y proyectos que permitan alcanzar un uso eficiente del recurso energético en el entorno nacional.

2. METODOLOGÍA

Verificar el incremento de la productividad a través de la implementación de programas de eficiencia energética y programas de mantenimiento implica caracterizar las diferentes etapas de producción de la planta industrial, tanto en su aspecto energético como en sus programas de mantenimiento.

Por lo tanto, el primer paso consiste en comprender como funciona la planta a través de la caracterización del proceso productivo, pues esto permitirá comprender las diferentes etapas que se necesitan en la elaboración del producto terminado.

Una vez que se ha comprendido el proceso productivo por etapas, esto permitirá caracterizar el consumo energético respectivo; así como también, los programas de mantenimiento asociados a las máquinas y equipos que componen cada etapa del proceso productivo.

Las secciones siguientes buscarán caracterizar el proceso productivo de la planta, su consumo eléctrico y analizar sus programas de mantenimiento.

2.1. Caracterización del proceso productivo

2.1.1. Descripción general

INDIMA S.A. es una empresa dedicada principalmente a la fabricación de equipo original para la industria automotriz del país, siendo los sistemas de escape el producto más reconocido de la organización. Con el objetivo de alinearse a la estrategia del Gobierno Nacional y la nueva matriz productiva, la empresa diversificó su producción, cubriendo las siguientes líneas de negocio: partes de motocicletas, bicicletas, tanques térmicos, línea de ferretería y línea de hogar. Sus instalaciones se encuentran ubicadas en el parque industrial de Carcelén, sector norte de la ciudad de Quito, contando con en una superficie de 5000 m².

Para la fabricación de autopartes, lo cual constituye la línea de negocio central de la empresa, las materias primas principales empleadas en el proceso de producción son las siguientes:

- Tubos de acero inoxidable.
- Tubos de acero galvanizado.

- Tubo de acero al carbono.
- Bobinas de acero aluminizado.
- Bobinas de acero inoxidable.
- Planchas de acero al carbono.

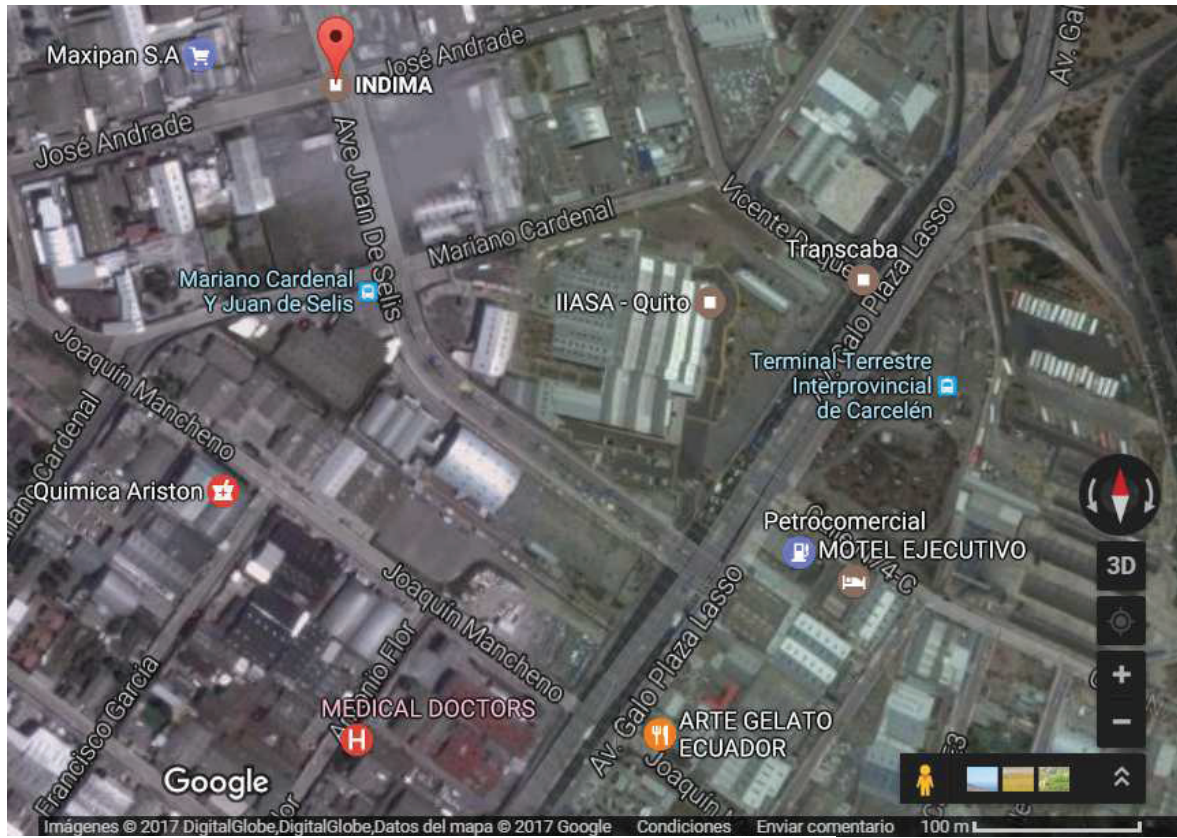
2.1.2. Procesos productivos de la planta

Las áreas que componen el proceso de producción en las instalaciones de INDIMA S.A. se listan a continuación:

- Área de corte.
- Área de silenciadores.
- Área de tubos.
- Área de soldadura.
- Área de pulido.
- Área de compresores.
- Área de inspección final.
- Área de iluminación.
- Área de oficinas.

Dentro de estas áreas es posible identificar la presencia de motores eléctricos principalmente en equipos tales como: dobladoras, prensas hidráulicas, engrafadoras, punzonadoras, aboquilladoras, compresores de aire y ventiladores para extracción de gases de soldadura.

La figura 2.1 muestra la ubicación geográfica de la empresa INDIMA S.A., mientras que la figura 2.2 presenta el diseño general de sus instalaciones industriales (para mayor detalle del diseño con las respectivas zonas de trabajo de la empresa, referirse al Anexo 3).



Dirección: Av. Juan de Sélis N74-76 y José Andrade, Quito 170303, Ecuador

Figura 2.1. Ubicación geográfica de INDIMA S.A.
(Fuente: Servidor de aplicaciones de mapas Google Maps)

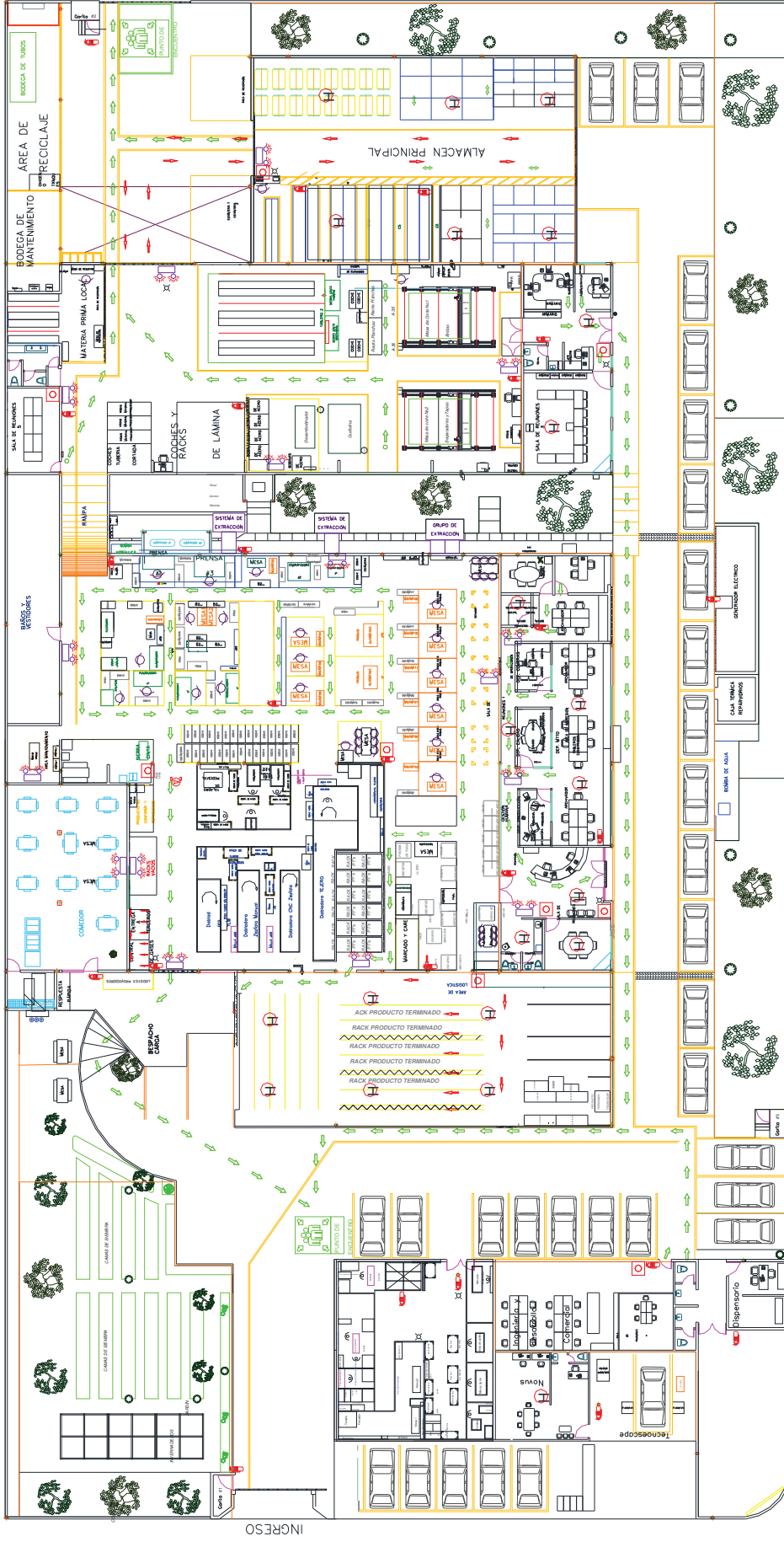


Figura 2.2. Layout general INDIMA S.A.
 (Fuente: Jefatura de Mantenimiento de INDIMA S.A.)

Para complementar el diseño general, en la figura 2.3 se muestra la disposición del sistema de extracción de gases de soldadura de la planta. Dicho sistema cobrará relevancia en el desarrollo del presente trabajo debido a su nivel de consumo energético.

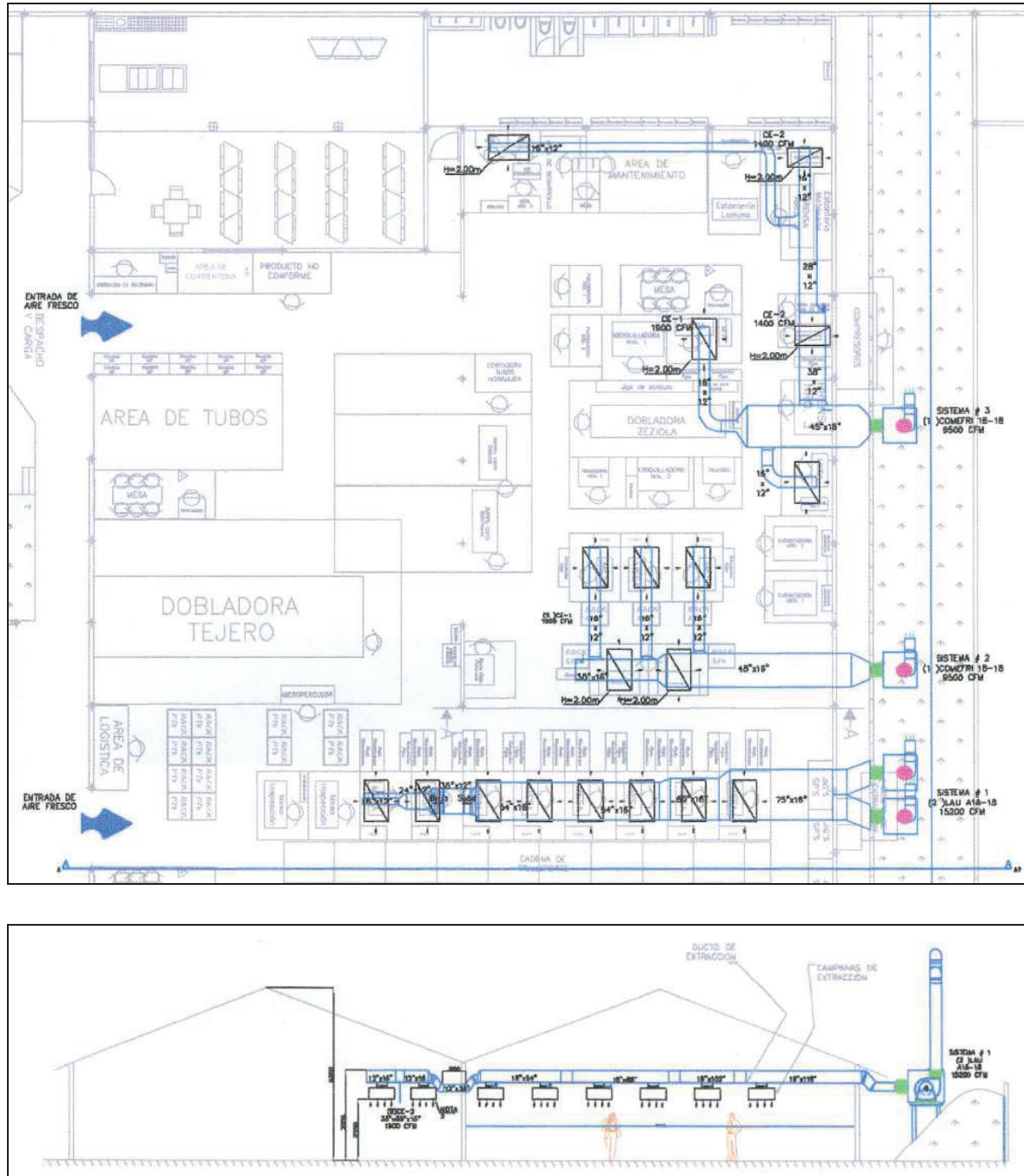


Figura 2.3. Sistema de extracción de gases de soldadura INDIMA S.A.
(Fuente: Jefatura de Mantenimiento de INDIMA S.A.)

2.1.3. Flujo de procesos

De acuerdo a lo mencionado en el apartado 2.1, la empresa se especializa en la fabricación de partes para la industria automotriz y, además, cuenta con otras líneas de negocio que le permiten diversificar su producción, tales como: partes para motocicletas, bicicletas, taques térmicos, productos de ferretería, entre otros (ver figura 2.4).



Figura 2.4a. Sistema de escape automotriz.

(Fuente: www.indima.com.ec)



Figura 2.4b. Partes para motocicletas.

(Fuente: www.indima.com.ec)

En términos generales, INDIMA S.A. es una empresa de carácter metalmecánico, cuyos productos se fabrican a base de tubos y lámina de acero, siguiendo el flujo genérico de proceso mostrado en la figura 2.5.

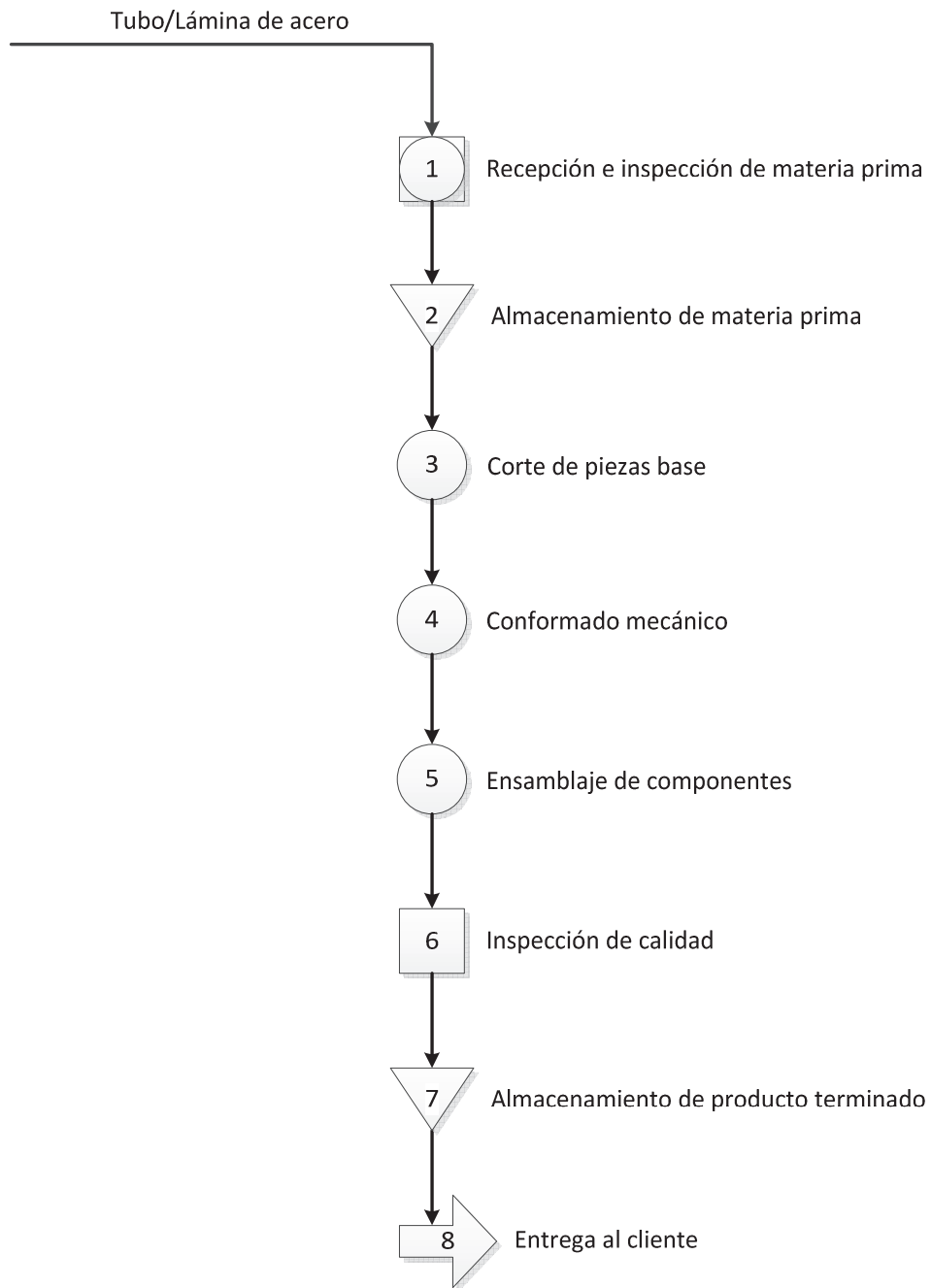


Figura 2.5. Flujo genérico de proceso de INDIMA S.A.

(Fuente: Elaboración autores)

De acuerdo al pronóstico de producción de sus clientes, la empresa se abastece con las materias primas requeridas, siendo los tubos y láminas de acero los componentes principales, los cuales se almacenan con la finalidad de generar un stock mínimo.

Las operaciones de producción inician con el corte de formas básicas en tubos y láminas de acero, mediante procesos de sierra circular y plasma CNC, respectivamente. Dichas formas básicas pasan a la etapa de conformado mecánico, en la cual es posible encontrar procesos de doblado CNC de tubos, estampado y embutido de chapa metálica, entre otros. Finalmente, las piezas en producción llegan a la etapa de ensamblaje de componentes, en la cual se consolida el producto final. En esta última etapa, la soldadura es el proceso predominante.

El producto terminado es sometido a una verificación de calidad para su posterior almacenamiento y entrega al cliente. Es importante destacar que la empresa no cuenta con un inventario voluminoso de producto terminado, debido a que usualmente trabaja en la modalidad “*just in time*” (*justo a tiempo*) con sus clientes.

Dado que los sistemas de escape son el producto más representativo de la empresa y que, debido a su complejidad, requieren el aporte de todos los procesos productivos de la planta industrial, en el Anexo 4 se muestra en detalle el flujo de proceso para el producto específico *sistema de escape SGM-308 H*.

2.2. Caracterización del consumo eléctrico

2.2.1. Consumo eléctrico de máquinas y equipos

La empresa INDIMA S.A. consume energía eléctrica suministrada por la Empresa Eléctrica Quito S.A., a través de dos medidores de energía, que se han denominado TOYOTA Y REPARVIDRIO, y se encuentran distribuidos de forma ecuánime entre los diferentes procesos que se realizan en la empresa. Se poseen datos históricos de las facturas del consumo de energía eléctrica desde marzo de 2012, sin embargo el período de análisis seleccionado corresponde al primer semestre del año 2016, lo cual guarda relación con la realidad productiva actual de la empresa debido al decremento en la producción de todo el sector automotriz ecuatoriano.

La tabla 2.1 muestra el consumo mensual de energía, así como el nivel de producción alcanzado en cada período.

Tabla 2.1. Consumo eléctrico de la planta de INDIMA S.A., primer semestre 2016.

INDIMA S.A.: CONSUMO ELECTRICO 2016							
	TOYOTA	REPARVIDRIO	TOTAL		SUMA TOTAL	PRODUCCIÓN	PRODUCTIVIDAD
MES	CONSUMO [kWh] Horario: 7-22 / 22-7 h		CONSUMO TOYOTA [kWh]	CONSUMO REPARVIDRIO [kWh]	(A) PLANILLA ELECTRICA [kWh]	(B) UNIDADES PRODUCIDAS [u]	Indicador (B)/(A) [u/kWh]
ENERO	6578	2700	7640	3010	10650	5288	0,50
	1062	310					
FEBRERO	8636	4853	9833	5109	14942	7364	0,49
	1197	256					
MARZO	6825	3269	7869	3547	11416	5135	0,45
	1044	278					
ABRIL	7565	3428	8633	3736	12369	5678	0,46
	1068	308					
MAYO	9015	4931	10049	5160	15209	6919	0,45
	1034	229					
JUNIO	8366	4671	9365	5082	14447	6719	0,47
	999	411					

(Fuente: Jefatura de Mantenimiento de INDIMA S.A.)

El indicador de productividad relaciona el número de unidades producidas en cada mes con la energía total consumida en el mismo período. La meta de la empresa es contar con un valor igual o superior a 0,67 [u/kWh] para este indicador.

A continuación, la tabla 2.2 muestra información de los equipos que intervienen en el proceso de producción, destacando el área de trabajo y los parámetros eléctricos característicos.

Tabla 2.2a. Características eléctricas de equipos instalados en INDIMA S.A., área de corte.

ID	CÓDIGO	MÁQUINAS / EQUIPOS ELÉCTRICOS	ÁREA	NÚMERO DE SERIE/ TIPO	POTENCIA DE PLACA [kW]	FACTOR DE POTENCIA	VOLTAJE [V]	AMPERAJE [A]	VELOCIDAD [RPM]
1	PLASAC01	Cortadora Plasma	Corte	130XD-001029	50,96	0,98	220	136,46	-
2	PLASAC02	Cortadora Plasma	Corte	260XD-001907	20,24	0,92	220	57,74	-
3	SCOTAC01	Sierra Cinta Scotchman	Corte	35N238S746H2	1,49	0,83	220	4,71	1750
4	THOMAC02	Sierra Cinta Thomas	Corte	1292G8728	0,80	0,75	220	2,80	1740
5	GUILAC01	Guillotina	Corte	-	11,00	0,92	220	31,38	-
6	PUGRAC01	Puente Grúa 5 ton	Corte	-	1,49	0,92	220	4,25	-
7	PUGRAC02	Puente Grúa 1/2 ton	Corte	-	0,19	0,92	220	0,54	-
8	PUGRAC03	Puente Grúa 1/2 ton	Corte	-	0,19	0,92	220	0,54	-
9	PUGRAC04	Puente Grúa 1/2 ton	Corte	-	0,19	0,92	220	0,54	-
10	DESBAC01	Desbarbadora	Corte	862292	0,75	0,92	220	2,14	3450
11	BAROAC01	Baroladora	Corte	-	1,73	0,92	220	4,93	1410
12	MATRAC01	Matraca	Corte	-	0,75	0,92	220	2,14	-
13	EXTRAG01	Extractor de gases	Corte	-	0,75	0,92	220	2,14	-
14	EXTRAG02	Extractor de gases	Corte	-	0,75	0,92	220	2,14	-
15	DESEAC01	Desembobinador	Corte	207	5,50	0,81	220	17,82	1740

(Fuente: Jefatura de Mantenimiento de INDIMA S.A.)

Tabla 2.2b. Características eléctricas de equipos instalados en INDIMA S.A., área de tubos.

ID	CÓDIGO	MÁQUINAS / EQUIPOS ELÉCTRICOS	ÁREA	NÚMERO DE SERIE/ TIPO	POTENCIA DE PLACA [kW]	FACTOR DE POTENCIA	VOLTAJE [V]	AMPERAJE [A]	VELOCIDAD [RPM]
15	PUNZAT01	Punzonadora	Tubos	967002	1,49	0,80	220	4,89	1108
16	PUNZAT02	Punzonadora	Tubos	30044	1,49	0,79	220	4,95	1108
17	ABOQAT01	Aboquilladora Manual	Tubos	-	1,20	0,92	220	3,42	-
18	ABOQAT02	Aboquilladora 2 (padall)	Tubos	137-09	5,50	0,92	220	15,69	-
19	DOBLAT02	Dobladora 1 (Tejero)	Tubos	HR-63-CNC	27,38	0,82	220	87,63	1750
20	DOZEAT03	Dobladora Zeziola CNC	Tubos	DTZL-63-CNC	20,07	0,92	460	27,38	1750
21	DOBLAT01	Dobladora Zeziola Manual	Tubos	100L	2,94	0,92	220	8,39	1420
22	TRONAT01	Tronzadora Scotchman	Tubos	-	2,24	0,82	220	7,17	1700
23	TRONAT02	Tronzadora Scotchman	Tubos	-	2,50	0,82	220	8,00	1700
24	SPOTIF01	Spot (Saca golpes)	Tubos	-	4,60	0,92	220	13,12	-
25	TALAAAT01	Taladro fresador	Tubos	-	0,75	0,92	220	2,14	-

(Fuente: Jefatura de Mantenimiento de INDIMA S.A.)

Tabla 2.2c. Características eléctricas de equipos instalados en INDIMA S.A., área de soldadura.

ID	CÓDIGO	MÁQUINAS / EQUIPOS ELÉCTRICOS	ÁREA	NÚMERO DE SERIE/ TIPO	POTENCIA DE PLACA [kW]	FACTOR DE POTENCIA	VOLTAJE [V]	AMPERAJE [A]	VELOCIDAD [RPM]
26	MIGAMF01	Soldadora MIG FRONIUS Automática	Soldadura	3400	4,46	0,99	220	11,81	-
27	MIGAMF04	Soldadora MIG FRONIUS Sinergi 3400	Soldadura	3400	5,89	0,95	220	16,27	-
28	MIGAMF06	Soldadora MIG FRONIUS Sinergi 3400	Soldadura	3400	5,89	0,95	220	16,27	-
29	MIGAMF07	Soldadora MIG FRONIUS Sinergi 3400	Soldadura	3400	5,89	0,95	220	16,27	-
30	MIGAMF08	Soldadora MIG FRONIUS Sinergi 3400	Soldadura	3400	5,89	0,95	220	16,27	-
31	MIGAMF09	Soldadora MIG FRONIUS Sinergi 3400	Soldadura	3400	5,89	0,95	220	16,27	-
32	MIGAMF10	Soldadora MIG FRONIUS Automática	Soldadura	-	5,89	0,95	220	16,27	-
33	MIGAMF11	Soldadora MIG FRONIUS Sinergi 3400	Soldadura	3400	5,89	0,95	220	16,27	-
34	MIGAMF12	Soldadora MIG FRONIUS Sinergi 3400	Soldadura	3400	5,89	0,95	220	16,27	-
35	MIGAMF13	Soldadora MIG FRONIUS Sinergi 2700	Soldadura	2700	4,46	0,99	220	11,81	-
36	MIGAMF14	Soldadora MIG FRONIUS Automática	Soldadura	-	4,46	0,99	220	11,81	-
37	MIGAMF15	Soldadora MIG FRONIUS Sinergi 2700	Soldadura	2700	4,46	0,99	220	11,81	-
38	TECLMF01	Teclé 1/2 ton	Soldadura	-	0,37	0,92	220	1,06	-
39	EXTRAG01	Extractor de gases	Soldadura	1LA7 114-4YA60	5,60	0,79	220	18,60	1740
40	EXTRAG02	Extractor de gases	Soldadura	1LA7 114-4YA60	5,60	0,79	220	18,60	1740
41	EXTRAG03	Extractor de gases	Soldadura	1LA7 114-4YA60	5,60	0,79	220	18,60	1740
42	EXTRAG04	Extractor de gases	Soldadura	1LA7 114-4YA60	5,60	0,79	220	18,60	1740

(Fuente: Jefatura de Mantenimiento de INDIMA S.A.)

Tabla 2.2d. Características eléctricas de equipos instalados en INDIMA S.A., área de silenciadores.

ID	CÓDIGO	MÁQUINAS / EQUIPOS ELÉCTRICOS	ÁREA	NÚMERO DE SERIE/ TIPO	POTENCIA DE PLACA [kW]	FACTOR DE POTENCIA	VOLTAJE [V]	AMPERAJE [A]	VELOCIDAD [RPM]
43	PRENAS02	Prensa Hidráulica	Silenciadores	AW60426	7,50	0,82	220	24,00	1765
44	PRENAS03	Prensa Hidráulica	Silenciadores	AX80372	5,50	0,82	220	17,60	1765
45	ENGRAS01	Engrafadora Manual	Silenciadores	2603	2,94	0,92	220	8,39	1704
46	ENGRAS02	Engrafadora Automática	Silenciadores	-	4,10	0,92	220	11,70	1750
47	MIGAAAS02	Soldadora MIG FRONIUS Sinergi 3400	Silenciadores	3400	5,89	0,92	220	16,80	-
48	MIGAAAS03	Soldadora MIG FRONIUS Sinergi 2700	Silenciadores	2700	4,46	0,92	220	12,71	-
49	MIGAAAS05	Soldadora MIG FRONIUS Sinergi 3400	Silenciadores	3400	5,89	0,92	220	16,80	-
50	CILIAS01	Cilindradora	Silenciadores	-	1,50	0,92	220	4,28	-
51	ELECAS02	Electropunto Manual	Silenciadores	YR236421	17,11	0,92	220	48,81	-

(Fuente: Jefatura de Mantenimiento de INDIMA S.A.)

Tabla 2.2e. Características eléctricas de equipos instalados en INDIMA S.A., área de inspección final.

ID	CÓDIGO	MÁQUINAS / EQUIPOS ELÉCTRICOS	ÁREA	NÚMERO DE SERIE/ TIPO	POTENCIA DE PLACA [kW]	FACTOR DE POTENCIA	VOLTAJE [V]	AMPERAJE [A]	VELOCIDAD [RPM]
52	ELECF01	Electropunto Digital	Inspecc. Final	3418	23,00	0,92	220	65,61	-
53	PRFUJF01	Prueba de fugas	Inspecc. Final	-	0,11	0,92	120	0,58	-
54	PRFUJF02	Prueba de fugas	Inspecc. Final	-	0,11	0,92	120	0,58	-
55	MICRIF01	Micro Percusor	Inspecc. Final	-	0,15	0,92	220	0,43	-

(Fuente: Jefatura de Mantenimiento de INDIMA S.A.)

Tabla 2.2f. Características eléctricas de equipos instalados en INDIMA S.A., área de compresores.

ID	CÓDIGO	MÁQUINAS / EQUIPOS ELÉCTRICOS	ÁREA	NÚMERO DE SERIE/ TIPO	POTENCIA DE PLACA [kW]	FACTOR DE POTENCIA	VOLTAJE [V]	AMPERAJE [A]	VELOCIDAD [RPM]
56	COMPAG03	Compresor	Compresores	AP1317966	11,00	0,92	220	31,38	-
57	COMPAG04	Compresor	Compresores	GA11VSD	11,00	0,92	220	31,38	-
58	BOMB01	Bomba de agua cisterna	Compresores	-	0,37	0,92	220	1,06	-

(Fuente: Jefatura de Mantenimiento de INDIMA S.A.)

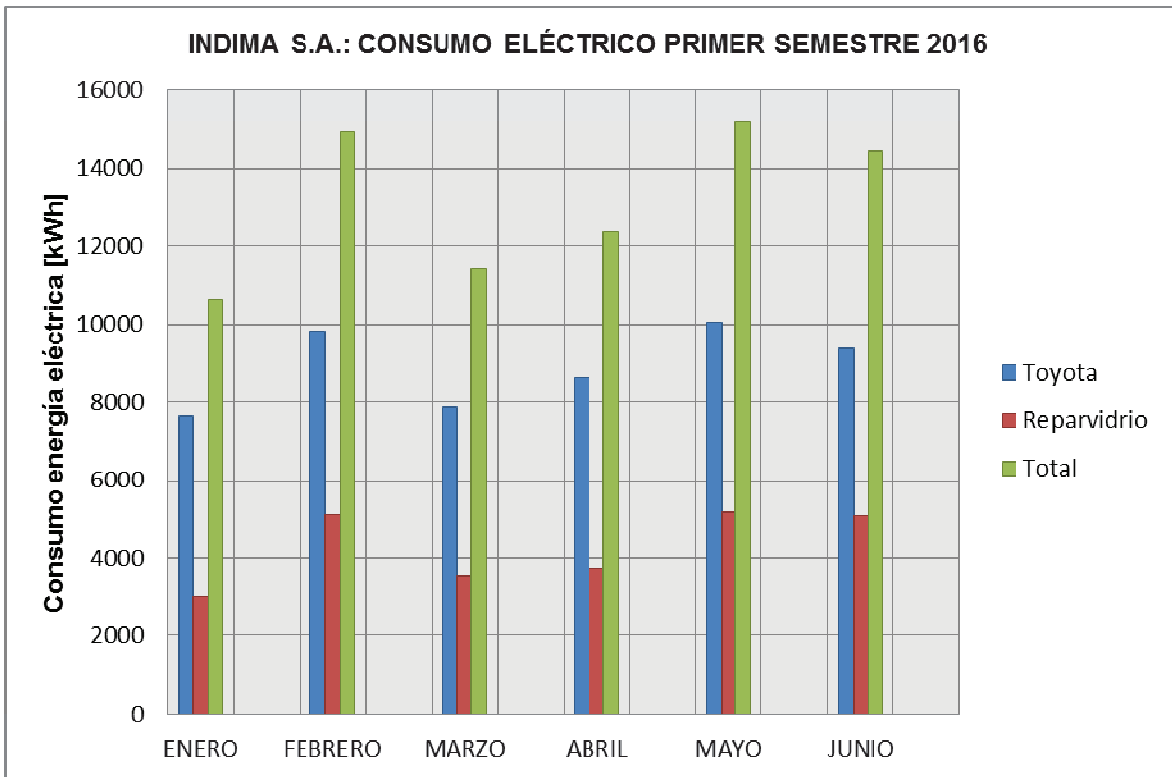


Figura 2.6. Consumo eléctrico de INDIMA S.A., primer semestre 2016.

(Fuente: Jefatura de Mantenimiento de INDIMA S.A.)

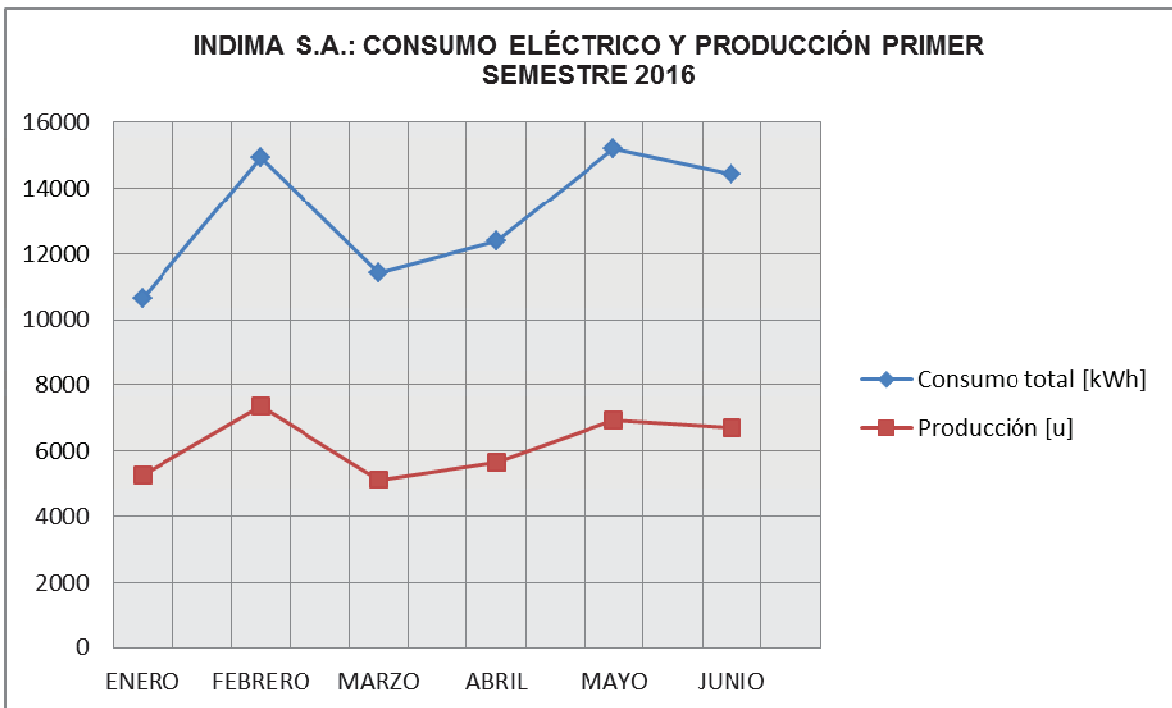


Figura 2.7. Consumo eléctrico total y producción de INDIMA S.A., primer semestre 2016.

(Fuente: Jefatura de Mantenimiento de INDIMA S.A.)

Las figuras 2.6 y 2.7 consolidan los datos de consumo eléctrico y niveles de producción correspondientes a la tabla 2.1. Es importante destacar que el pico de producción ocurre en febrero de 2016 con 7364 [unidades], mientras que el pico de consumo eléctrico ocurre en mayo de 2016 con 15209 [kWh], no obstante, es posible concluir que existe correspondencia entre la tendencia de consumo eléctrico y nivel de producción.

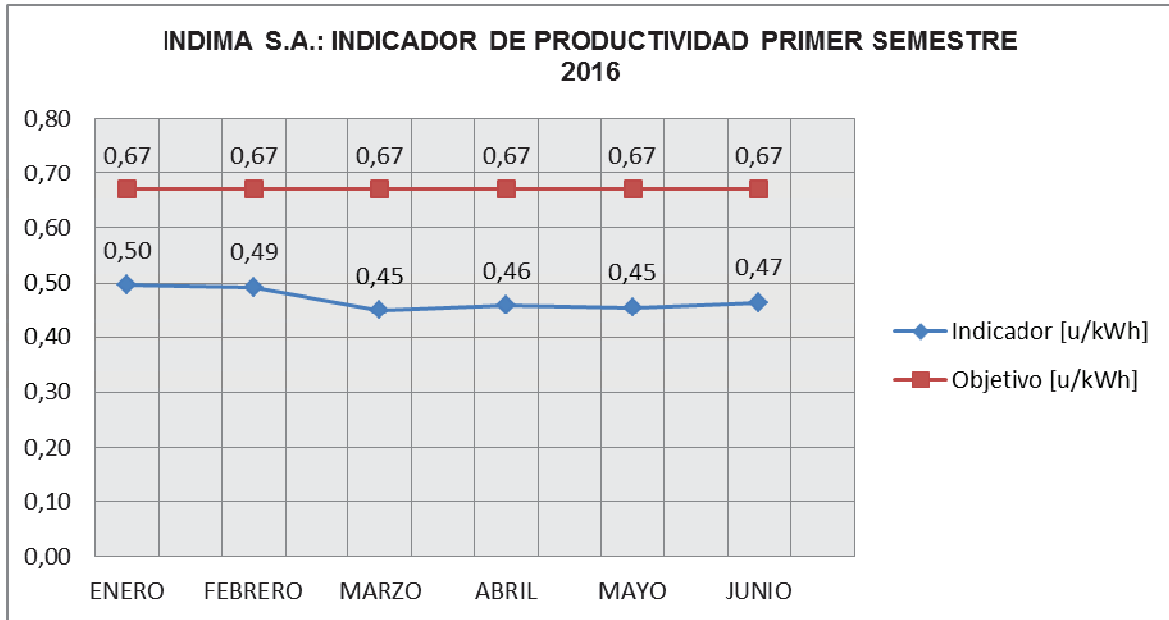


Figura 2.8. Desempeño del indicador de productividad de INDIMA S.A., primer semestre 2016.

(Fuente: Jefatura de Mantenimiento de INDIMA S.A.)

La figura 2.8 muestra el desempeño del indicador de productividad a lo largo del primer semestre correspondiente al año 2016.

2.2.2. Principales consumidores energéticos en los procesos de producción

Para el levantamiento del respectivo consumo energético de la planta, tanto por área como por equipos, la empresa INDIMA S.A. no dispone de equipos de medición de energía por cada máquina y, por lo tanto, la única información que poseen son las mediciones tomadas por los medidores respectivos existentes en la planta. Para el cálculo del consumo energético de cada área se tomarán en cuenta las siguientes consideraciones:

- La potencia de los equipos analizados.
- El factor de potencia.
- El factor de carga de cada máquina.
- Las horas de trabajo en el proceso productivo.

Tabla 2.3. Estimación del consumo eléctrico promedio diario y mensual por área de INDIMA S.A., primer semestre 2016.

INDIMA S.A.: CONSUMO ELÉCTRICO PROMEDIO DIARIO Y MENSUAL, PRIMER SEMESTRE 2016		
Área	Consumo diario [kWh]	Consumo mensual [kWh]
Corte	72,35	1591,76
Tubos	60,07	1321,55
Soldadura	224,44	4937,59
Silenciadores	44,12	970,69
Inspección final	6,36	139,91
Compresores	38,28	842,14
Iluminación	124,33	2735,22
Oficinas	28,97	637,33
TOTAL		13176,20

(Fuente: Jefatura de Mantenimiento de INDIMA S.A.)

Se observa en la tabla 2.3 el consumo total mensual de la planta, distribuido en las diferentes áreas de trabajo de INDIMA. El área que evidencia mayor consumo de energía es "Soldadura". En esta área se procede a realizar el proceso de soldadura, siendo necesaria la eliminación de los gases producidos mediante un sistema de extracción que contiene ductos y campanas distribuidas en las diferentes estaciones de trabajo. Sólo este consumo representa el 37% del consumo total de la planta.

La figura 2.9 muestra el diagrama de Pareto que representa el consumo de energía eléctrica por áreas y, por lo tanto, es fácil observar que el 58% del consumo de toda la planta se concentra en el área de soldadura y en la iluminación de la planta.

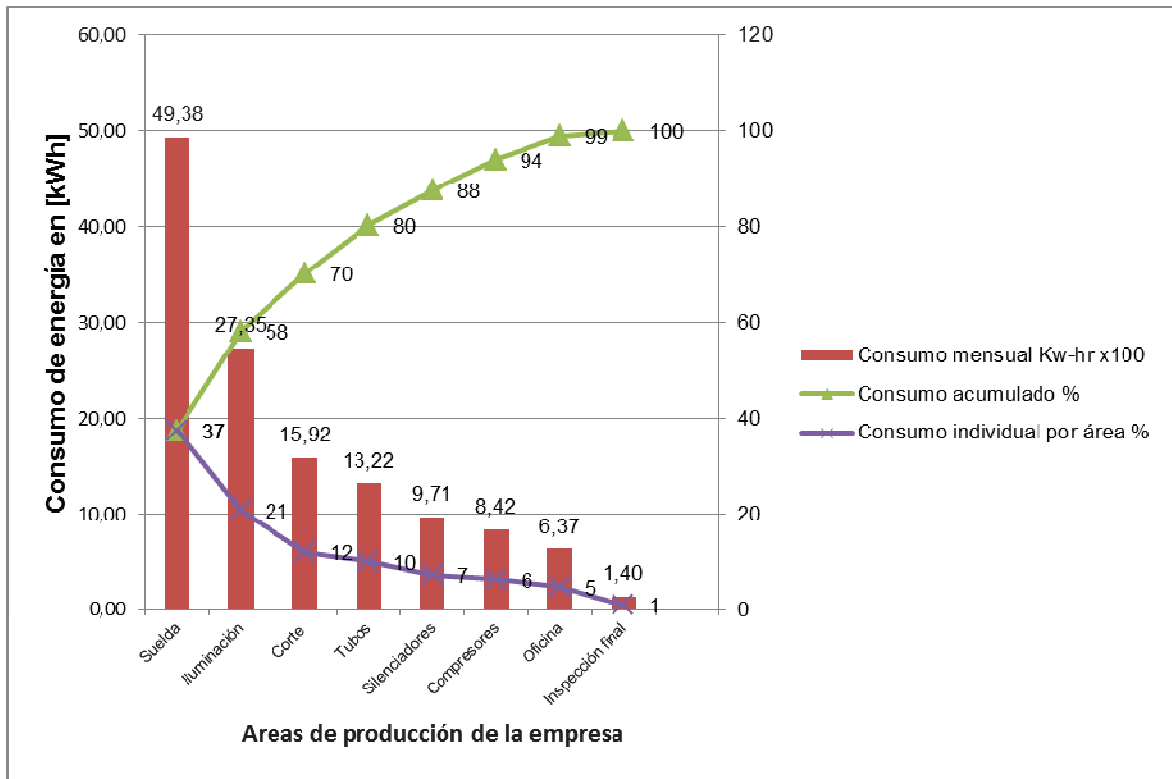


Figura 2.9. Diagrama de Pareto de la estimación del consumo eléctrico promedio mensual por área de INDIMA S.A., primer semestre 2016.

(Fuente: Elaboración autores)

La idea de construir este diagrama de Pareto es tomar en cuenta la realidad de las plantas industriales en el Ecuador; es decir, es evidente que el propietario de una empresa no pretenderá incrementar la eficiencia energética de cada una de las áreas que compone una planta industrial, y menos aún suponer que esta iniciativa se realizará simultáneamente en todas las áreas.

De esta manera, el empresario buscará detectar aquellas áreas que reflejen el mayor consumo para concentrar su atención y esfuerzo en ellas, ya que una inversión mediana puede reducir ampliamente el consumo energético. Por lo tanto, el enfoque de este trabajo, al buscar la optimización de los sistemas motrices se centrará en el área de soldadura.

Tabla 2.4. Consumo eléctrico promedio mensual por máquina en el área de soldadura en INDIMA S.A., primer semestre 2016.

Máquinas	Cant.	Potencia unitaria [kW]	Potencia total [kW]	% Carga nominal	Potencia real [kW]	Factor de potencia	Consumo promedio mensual
Soldadora MIG FRONIUS 1 (Automática)	1	5,12	5,12	90,00%	4,608	0,99	168,29
Soldadora MIG FRONIUS 4 (Sinergi 3400)	1	7,67	7,67	90,00%	6,903	0,95	200,50
Soldadora MIG FRONIUS 6 (Sinergi 3400)	1	7,67	7,67	90,00%	6,903	0,95	200,50
Soldadora MIG FRONIUS 7 (Sinergi 3400)	1	7,67	7,67	90,00%	6,903	0,95	200,50
Soldadora MIG FRONIUS 8 (Sinergi 3400)	1	7,67	7,67	90,00%	6,903	0,95	200,50
Soldadora MIG FRONIUS 9 (Sinergi 3400)	1	7,67	7,67	90,00%	6,903	0,95	200,50
Soldadora MIG FRONIUS 10 (Automática)	1	7,67	7,67	90,00%	6,903	0,95	200,50
Soldadora MIG FRONIUS 11 (Sinergi 3400)	1	7,67	7,67	90,00%	6,903	0,95	200,50
Soldadora MIG FRONIUS 12 (Sinergi 3400)	1	7,67	7,67	90,00%	6,903	0,95	200,50
Soldadora MIG FRONIUS 13 (Sinergi 2700)	1	5,12	5,12	90,00%	4,608	0,99	133,87
Soldadora MIG FRONIUS 14 (Automática)	1	5,12	5,12	90,00%	4,608	0,99	168,29
Soldadora MIG FRONIUS 15 (Sinergi 2700)	1	5,12	5,12	90,00%	4,608	0,99	133,87
Tecle 1/2 ton	1	0,37	0,37	90,00%	0,333	0,92	1,11
Extractor de gases	4	5,60	22,40	90,00%	20,16	0,79	2677,04
TOTAL	17	87,81	104,61		94,15		4938

(Fuente: Jefatura de Mantenimiento de INDIMA S.A.)

Con los datos de la tabla 2.4 se construye el diagrama de Pareto mostrado en la figura 2.10, el cual representa el consumo de energía eléctrica por máquina en el área de soldadura y, por lo tanto, es fácil observar que el 54% del consumo de toda esta área se concentra en el sistema de extracción de gases de soldadura; por consiguiente, el análisis se realizará sobre dicho sistema de extracción (para un mayor detalle de la configuración del sistema de extracción de gases de soldadura y su disposición general, remitirse a la figura 2.3).

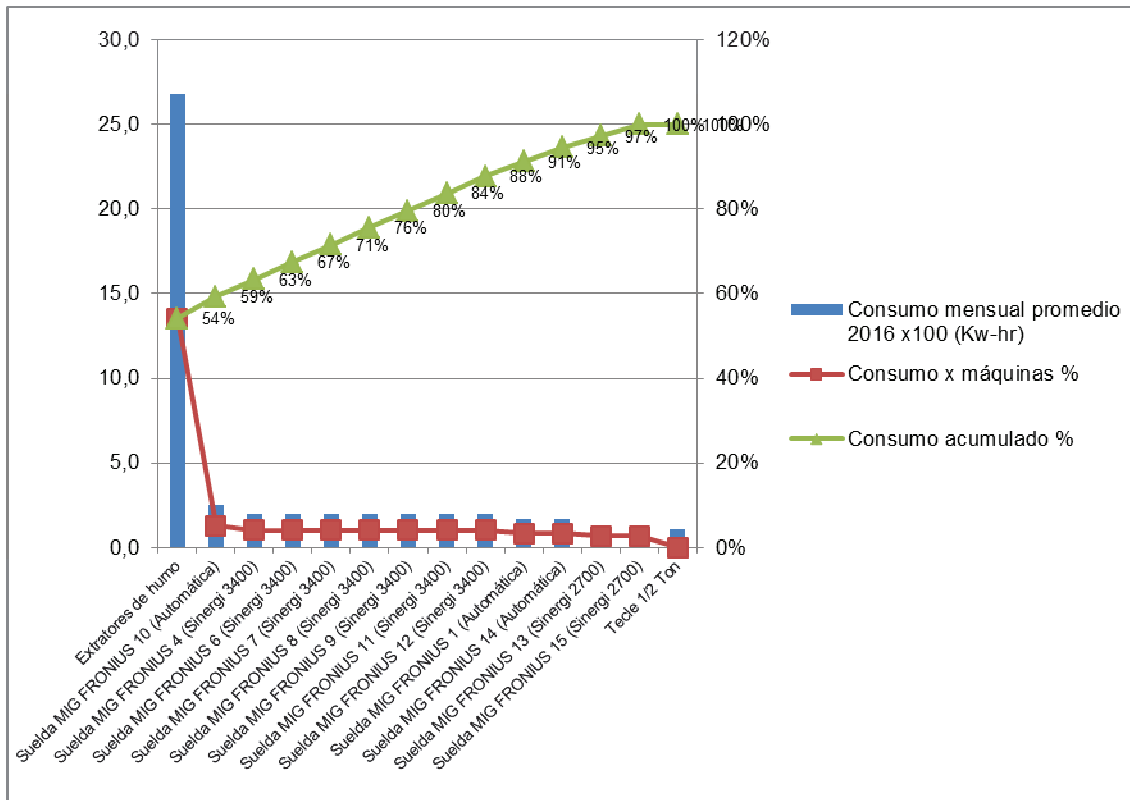


Figura 2.10. Diagrama de Pareto del consumo eléctrico promedio mensual por máquina en el área de soldadura en INDIMA S.A., primer semestre 2016.

(Fuente: Elaboración autores)

2.2.3. Calidad de la energía, eficiencia del sistema y mediciones eléctricas de equipos seleccionados

Dado que este trabajo versa sobre cómo mejorar la eficiencia energética en los sistemas motrices para incrementar la productividad de la planta, es importante analizar cuáles son las variables que afectan y, por ende, disminuyen la eficiencia energética en la planta, siendo esos los puntos en que se enfocan las mejoras.

Para analizar la mejora de eficiencia energética de la planta se plantean dos caminos, la eficiencia del sistema objetivo o sistema auditado y la calidad de la energía, lo cual es indicado en el diagrama de la figura 2.11. El sistema a ser auditado se define en este trabajo por el análisis de Pareto realizado en el capítulo anterior, bajo el cual se selecciona el área de la planta que es más influyente en el consumo energético; mientras que la calidad de la energía será medida en el tablero principal y tiene que ver con la energía de alimentación en la planta y en el sistema motriz.

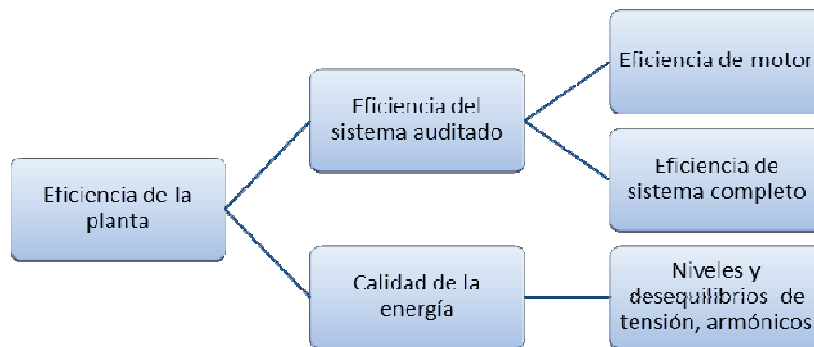


Figura 2.11. Mejoras a realizar en la eficiencia energética de la planta.
(Fuente: Elaboración autores)

Con respecto a la calidad de la energía: acorde a la publicación denominada "Calidad de la Energía Eléctrica" realizada por el Instituto Colombiano para el desarrollo de la ciencia y tecnología (Colciencias) y la Unidad de planeación minero energética de Colombia (UPME), se dice que la red posee buena calidad de la energía cuando existe *ausencia de interrupciones, sobre tensiones, y deformaciones producidas por armónicos en la red y variaciones de voltaje RMS suministrado al usuario*. Esta calidad de la energía influye en la eficiencia de los equipos eléctricos que la usan.

Dada la definición anterior, esto implica que existe un problema de calidad de la energía si existe desviación en los valores nominales de entrega de la tensión, frecuencia o corriente. Estas desviaciones producen incremento en las pérdidas de energía y, por lo tanto, pérdida de eficiencia en el sistema.

Los problemas más comunes de calidad de la energía vienen dados por los siguientes aspectos:

- Niveles de tensión
- Desequilibrios de tensión
- Armónicos

La norma ANSI C84.1 especifica las tolerancias en la tensión de estado estable en un sistema de potencia. A continuación la tabla 2.5 especifica las variaciones de tensión aceptables acorde a esta norma.

Tabla 2.5. Variaciones de tensión permisibles.

Valor nominal [V]	Rango deseable [V]	Rango aceptable [V]
120	126 – 114	127 – 110
208	218 – 197	220 – 191
240	252 – 228	254 – 220
277	291 – 263	293 – 254
480	504 – 456	508 – 440
2400	2525 – 2340	2540 – 2280
4160	4370 – 4050	4400 – 3950
4800	5040 – 4680	5080 – 4560
13800	14490 – 13460	14520 – 13110
34500	36230 – 33640	36510 - 32780

(Fuente: Estándar ANSI C84.1)

También es necesario señalar que a mayores variaciones que se produzcan en la tensión con respecto a la tensión de diseño, se generan problemas en otros parámetros que terminan afectando la eficiencia del motor. La figura 2.12 muestra, en el eje de las abscisas, los porcentajes de la variación en la tensión con respecto al valor nominal y su efecto en diversas variables de un motor de inducción. Como se observa, a mayor variación porcentual tanto negativa como positiva en la tensión, se produce una disminución importante en la eficiencia del motor.

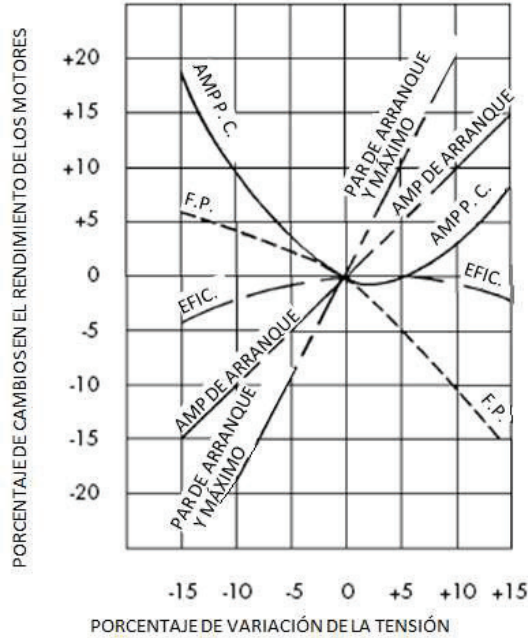


Figura 2.12. Cambios en las variables de operación de los motores eléctricos en función del porcentaje de variación de voltaje.

(Fuente: Universidad del Atlántico, Universidad Autónoma de Occidente, Unidad de Planeación Minero Energética de Colombia, Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, "Calidad de la energía eléctrica")

En un sistema trifásico, si las tres líneas tienen tensiones diferentes, se genera un desequilibrio de tensiones, el cual se define como la desviación máxima respecto a la media de las tensiones y se expresa en términos porcentuales. La publicación "Calidad de la Energía" (CE), sugiere un valor máximo para el desequilibrio de tensiones del 2%. Cualquier valor superior a ese deberá ser reajustado, pues un sistema desequilibrado aumenta las pérdidas del sistema y reduce la eficiencia de los motores como puede ser observado en la figura 2.12.

Otro problema que muestra una mala calidad de la energía son los armónicos, que son tensiones o corrientes cuya frecuencia es un múltiplo entero de la frecuencia natural de oscilación del sistema (para el Ecuador es 60 Hz) y se producen por el uso de cargas no lineales existentes en la planta.

Para medir el nivel de armónicos que existen en el sistema, se ha construido un índice denominado Distorsión Total Armónica (THD), el cual se puede estimar acorde a la siguiente ecuación:

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^n V_k^2}}{V_{RMS}} \quad (2)$$

Donde:

THD Distorsión Total Armónica

V_k Voltaje de armónicos [V]

V_{RMS} Voltaje equivalente [V]

Según Estigarribia en su artículo denominado "Armónicos en líneas de baja tensión", el valor aceptado del THD en las líneas de baja tensión es 5%, mientras que en las líneas de alta tensión es 3%.

Las mediciones que se tomarán en el tablero de alimentación para verificar la calidad de la energía serán las siguientes:

- *Voltaje* Permite verificar desequilibrios de tensión.
- *Corriente* Permite verificar desequilibrios de tensión.
- *Factor de potencia* Permite verificar mal consumo eléctrico en planta.
- *Potencia trifásica* Permite verificar factor de potencia.
- *Armónicos* Permite conocer las influencias de los armónicos.

Con respecto a la eficiencia del sistema auditado: como se explicó en el capítulo 1, la eficiencia del sistema auditado depende de:

- Eficiencia del motor eléctrico.
- Control de la velocidad y par del motor.
- Dimensionamiento correcto.
- Pérdidas por distribución.
- Transmisión mecánica.
- Prácticas de mantenimiento.
- Eficiencia del ventilador para este caso.

El primer paso a observar antes de realizar mediciones, consiste en verificar el tipo de motor con el que se está trabajando. A continuación se detallan los datos de la placa del motor que opera en el sistema de extracción de gases de soldadura de la planta.

Características del motor de extracción:

Tabla 2.6. Características del motor de extracción.

	· Marca	SIEMENS
	· Modelo	1LA7 114 4 YA60
	· Conexión	TRIFASICA
	· Potencia	7.5 HP, 5.6 kW
	· Voltaje	220 YY / 440 YV
	· Corriente	23.2 / 11.6
	· Frecuencia	60 HZ
	· Velocidad	1740 RPM
	· Factor de servicio	1.15
	· Eficiencia	0,8
	· Factor de potencia	0.79
	· Peso	32.7 Kg

(Fuente: Jefatura de Mantenimiento de INDIMA S.A.)

De acuerdo a las especificaciones técnicas se puede observar que es un motor de baja potencia de 5,6 kW y que posee una eficiencia de 80%, lo que implica que en relación a los estándares actuales éste es un motor de baja eficiencia. También se observa que posee un bajo factor de potencia. La figura 2.13 muestra cómo varía la eficiencia en función de la potencia del motor. Esta figura muestra que se puede obtener considerables ahorros a bajas potencias, pues en esa zona la diferencia entre las eficiencias es significativa, mientras que a potencias elevadas, como por ejemplo 100 kW, el incremento de eficiencia puede que no justifique la inversión realizada para un cambio de motor.

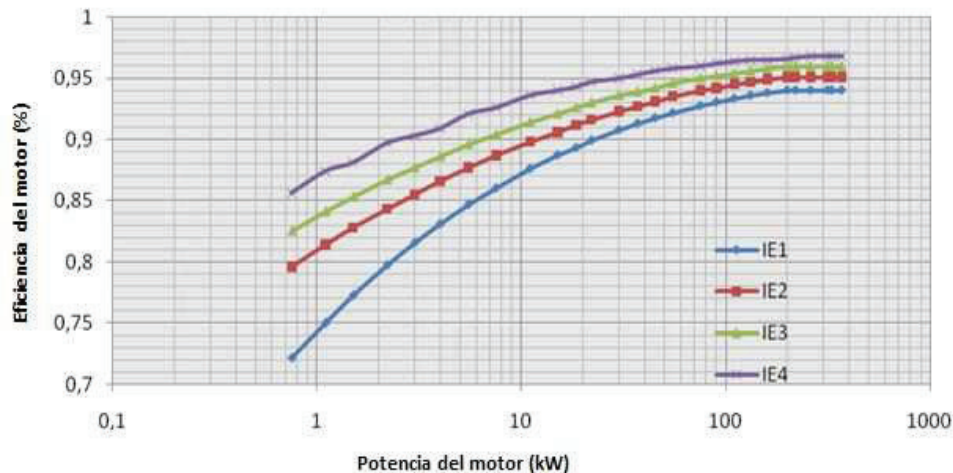


Figura 2.13. Eficiencia como función de la potencia del motor.

(Fuente: Norma IEC 60034-30)

El siguiente paso a realizar es conocer cuáles son los parámetros que se necesitan medir en el sistema para determinar qué se puede optimizar. Del diagrama de Pareto realizado en el capítulo anterior, se pudo observar que el mayor consumo de energía se concentra en el sistema de extracción de gases del área de soldadura. Las soldadoras ocupan una carga energética importante, sin embargo, analizar las soldadoras no es factible porque en el mercado ecuatoriano no existen soldadoras de alta eficiencia; por lo tanto, el sistema de extracción de gases de soldadura, el cual está compuesto del respectivo conjunto de ventiladores, motores eléctricos y accesorios, será el analizado.

El área de soldadura cuenta con cuatro extractores de 7,5 hp, los cuales permanecen encendidos durante las horas de producción. La evacuación de los gases se da a partir de campanas de extracción colocadas sobre las estaciones de trabajo, donde los soldadores ejecutan el proceso respectivo. Un ventilador centrífugo absorbe los gases generados por el proceso de soldadura y lo lanza al exterior para evitar la concentración de dichos gases en la respectiva zona de trabajo. El ventilador centrífugo en cuestión, cuenta con un rodete de aspas radiales, cuya transmisión desde el motor eléctrico se efectúa por medio de bandas dobles y poleas.

Características del ventilador de extracción:

Tabla 2.7. Características del ventilador de extracción.

	· Marca	AVS INGENIERIA
	· Modelo	COMEFRI 18 – 18
	· Caudal	9500 CFM
	· Velocidad	1042 RPM
	· Perdidas	2.5 iw _g
	· Banda	PIX B59
	· Polea	SPB 190 - 2

(Fuente: Jefatura de Mantenimiento de INDIMA S.A.)

Debido a que los cuatro motores de extracción son iguales, las mediciones se realizarán en un solo motor, pues éste replicará el comportamiento de los otros tres motores.

Los parámetros a ser medidos, tanto en la alimentación del motor como en el tablero principal, serán los parámetros eléctricos característicos; es decir, potencia, corriente, factor de potencia, voltaje, armónicos. Dichos parámetros permitirán tener una idea de las condiciones de trabajo del motor de extracción.

Las mediciones se realizaron durante un día laborable; es decir, 8 horas de funcionamiento, con paros de hora de almuerzo, encendido y apagado, lo cual representa el comportamiento diario de la planta.

Las mediciones que se tomarán en el motor del extractor para verificar el comportamiento de este, serán las siguientes:

- *Voltaje* Permite verificar los niveles de tensión.
- *Corriente* Permite calcular la potencia de trabajo.
- *Corriente de línea* Permite verificar corrientes en cada línea.
- *Factor de potencia* Permite estimar carga de operación.
- *Potencia trifásica* Permite verificar factor de potencia.
- *Armónicos* Permite conocer las influencias de los armónicos.

2.2.3.1. Mediciones realizadas en el motor

En esta etapa se mostrará el gráfico respectivo del parámetro medido y los valores representativos de la gráfica.

Voltaje:

La medición del voltaje en el motor viene dada por la figura 2.14 que se encuentra a continuación:

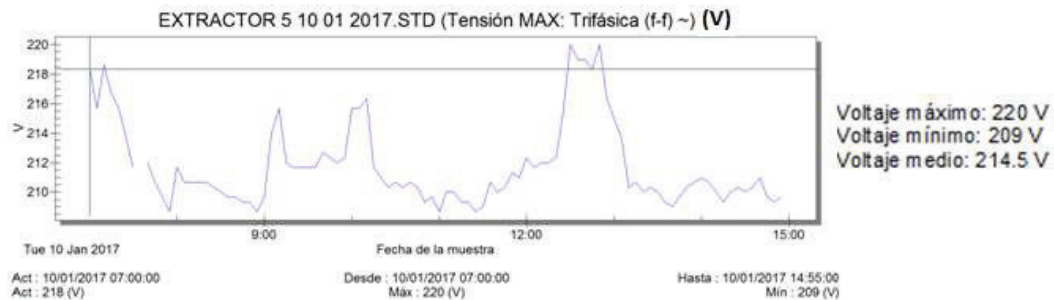


Figura 2.14. Medición de voltaje del motor del extractor.

(Fuente: Elaboración autores, network analyzer Circutor AR5-L, software Power Vision v1.8c)

Corriente:

La medición de la corriente en el motor viene dada por la figura 2.15 que se encuentra a continuación:

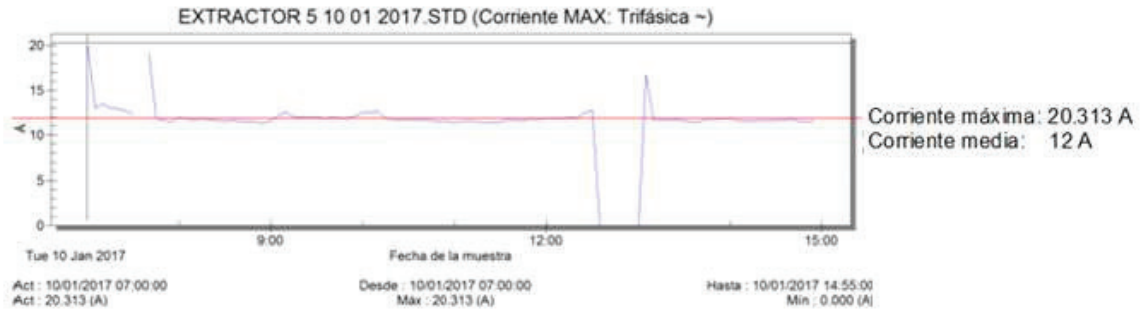


Figura 2.15. Medición de corriente del motor del extractor.

(Fuente: Elaboración autores, network analyzer Circutor AR5-L, software Power Vision v1.8c)

La figura 2.16 muestra los valores de la corriente de línea en el motor los cuales se detallan a continuación:

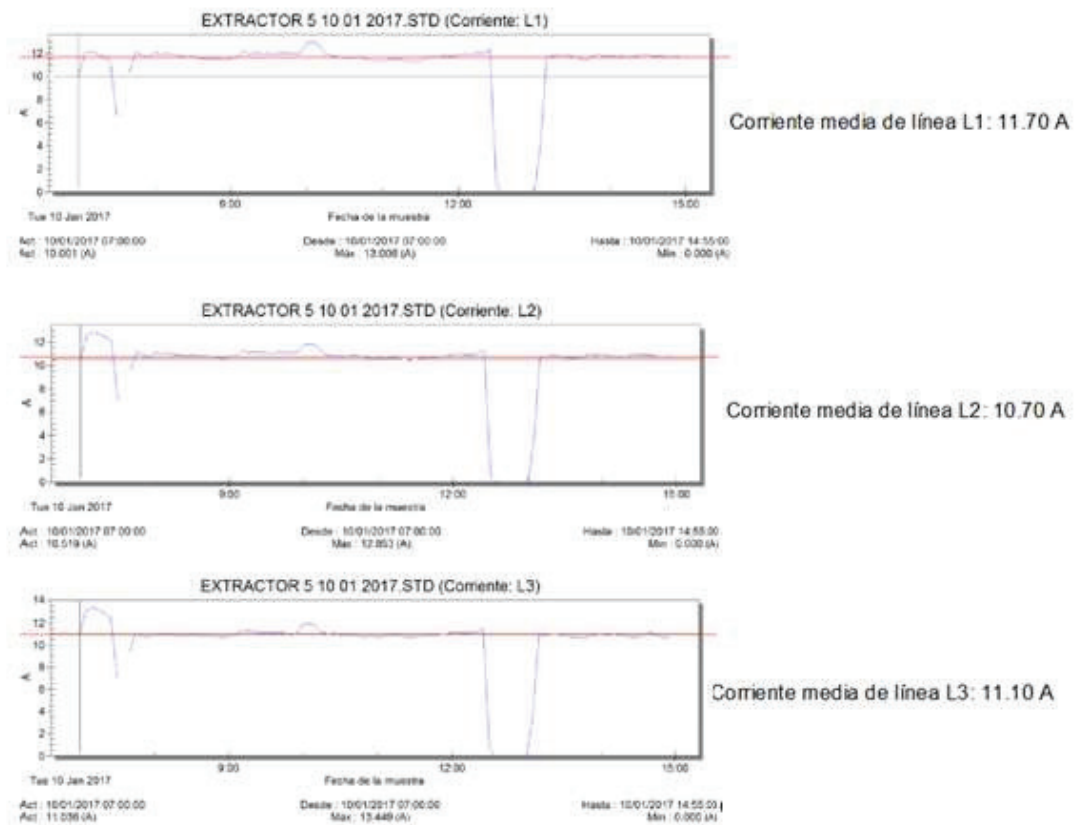


Figura 2.16. Medición de corrientes de línea del motor del extractor.

(Fuente: Elaboración autores, network analyzer Circutor AR5-L, software Power Vision v1.8c)

Factor de potencia:

La figura 2.17 muestra los valores del factor de potencia a lo largo del tiempo en el motor de extracción. El factor de potencia medio de operación es de 0.38

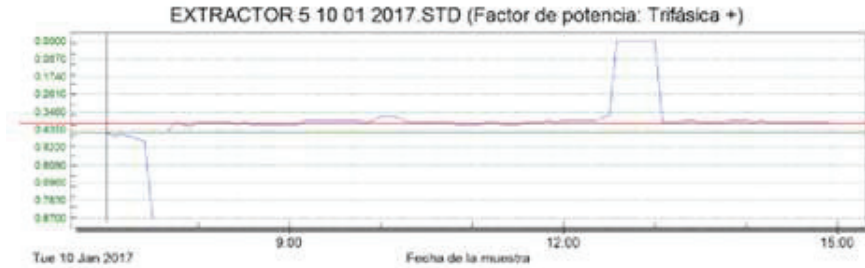


Figura 2.17. Medición de factor de potencia del motor de extracción.
(Fuente: Elaboración autores, network analyzer Circutor AR5-L, software Power Vision v1.8c)

Potencia trifásica:

La figura 2.18 muestra el comportamiento de la potencia en el motor de extracción con las respectivas mediciones instantáneas.

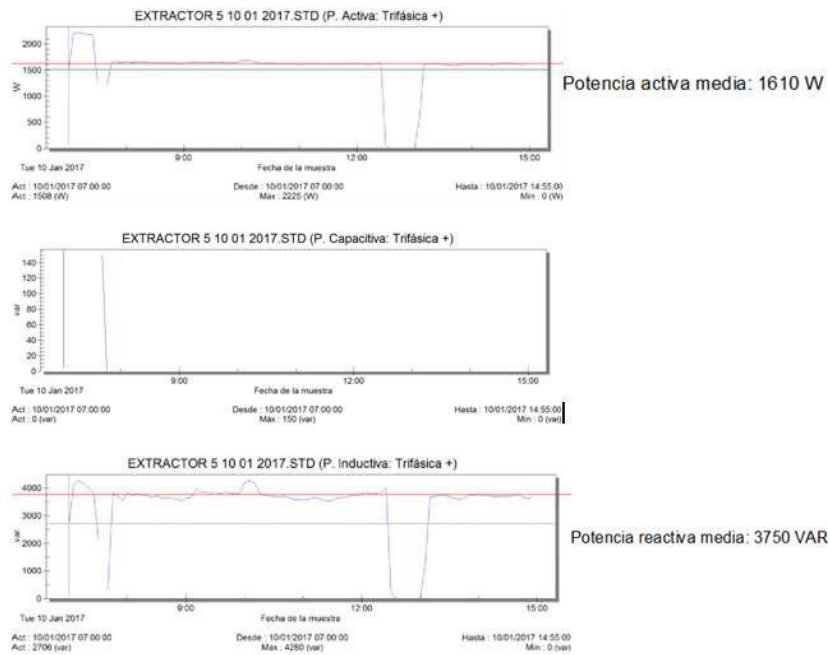


Figura 2.18. Medición de potencia trifásica.
(Fuente: Elaboración autores, network analyzer Circutor AR5-L, software Power Vision v1.8c)

Armónicos:

La figura 2.19 muestra la medición de armónicos en el motor durante su operación, mientras que la figura 2.20 muestra la tasa de distorsión armónica (THD) tanto para voltaje como para corriente. Obsérvese que en voltaje la THD no sobrepasa el 5%. En cuanto a la corriente, el valor máximo llega al 8% aproximadamente.

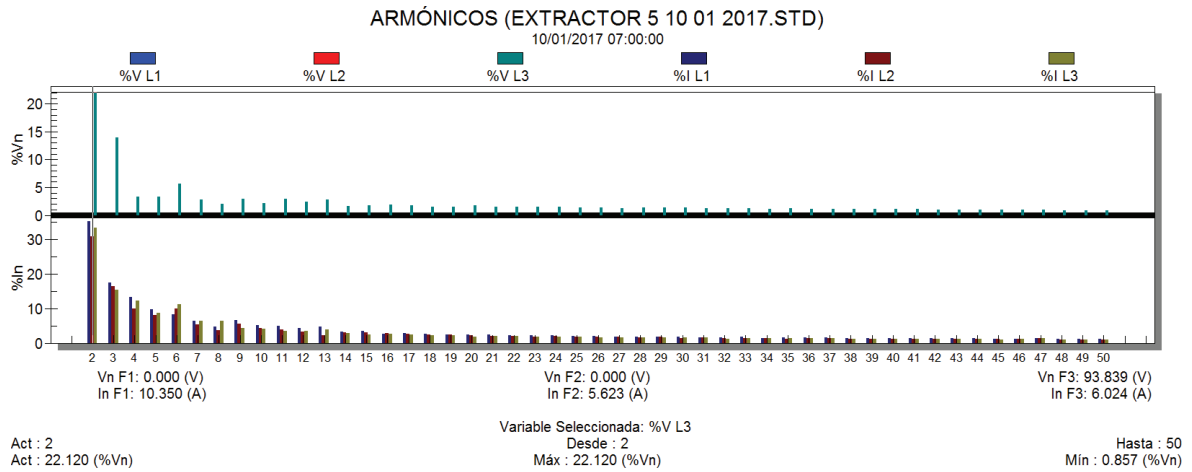


Figura 2.19. Medición de armónicos.

(Fuente: Elaboración autores, network analyzer Circutor AR5-L, software Power Vision v1.8c)

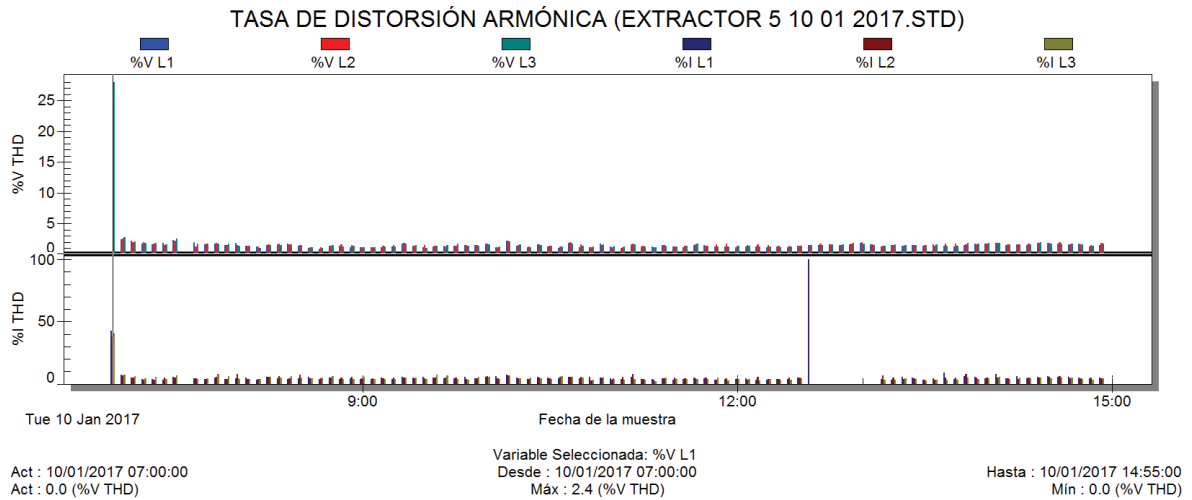


Figura 2.20. Medición de tasa de distorsión armónica.

(Fuente: Elaboración autores, network analyzer Circutor AR5-L, software Power Vision v1.8c)

2.2.3.2. Mediciones realizadas en el tablero principal de alimentación

Las mediciones realizadas en el tablero que recibe el suministro de energía para la planta, permiten establecer la calidad de la energía que ingresa a la planta para alimentar a la maquinaria y equipos. A continuación se procede a visualizar las gráficas de los principales parámetros y se obtienen los valores representativos.

Voltaje:

La figura 2.21 muestra el voltaje en la alimentación de la planta con sus valores instantáneos.

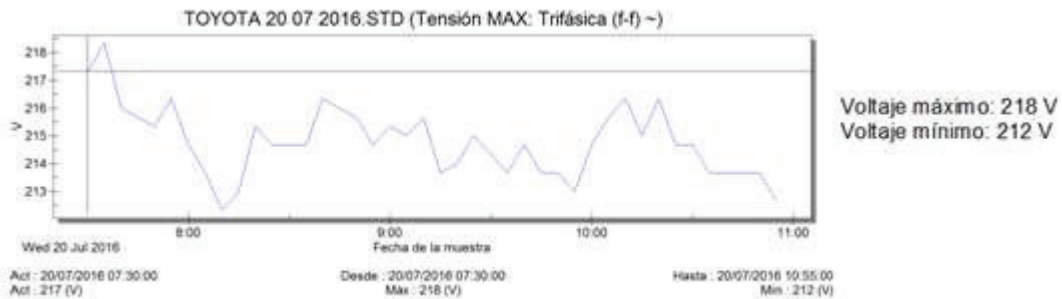


Figura 2.21. Medición de voltaje de planta.

(Fuente: Elaboración autores, network analyzer Circutor AR5-L, software Power Vision v1.8c)

Corriente:

La figura 2.22 muestra la corriente en la alimentación de la planta con sus valores instantáneos.

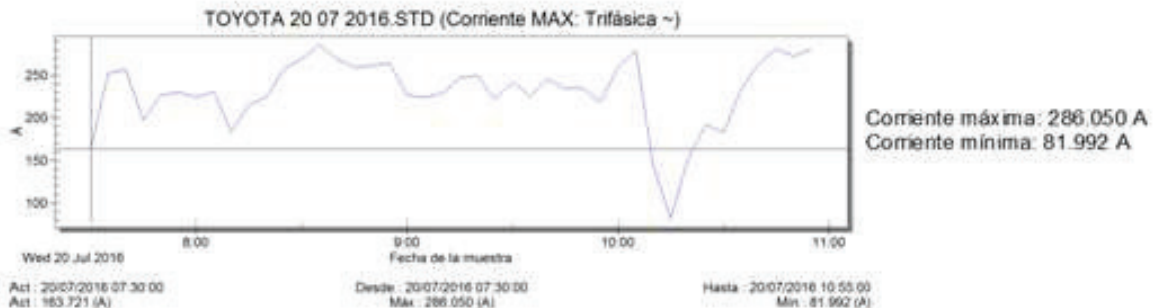


Figura 2.22. Medición de corriente en la planta.

(Fuente: Elaboración autores, network analyzer Circutor AR5-L, software Power Vision v1.8c)

Factor de potencia:

La figura 2.23 muestra la variación del factor de potencia de la planta. La fluctuación media del factor de potencia varía entre 0.749 y 0.844.



Figura 2.23. Medición de factor de potencia de la planta.

(Fuente: Elaboración autores, network analyzer Circutor AR5-L, software Power Vision v1.8c)

Potencia trifásica:

La figura 2.24 muestra el comportamiento de la potencia trifásica en la planta.

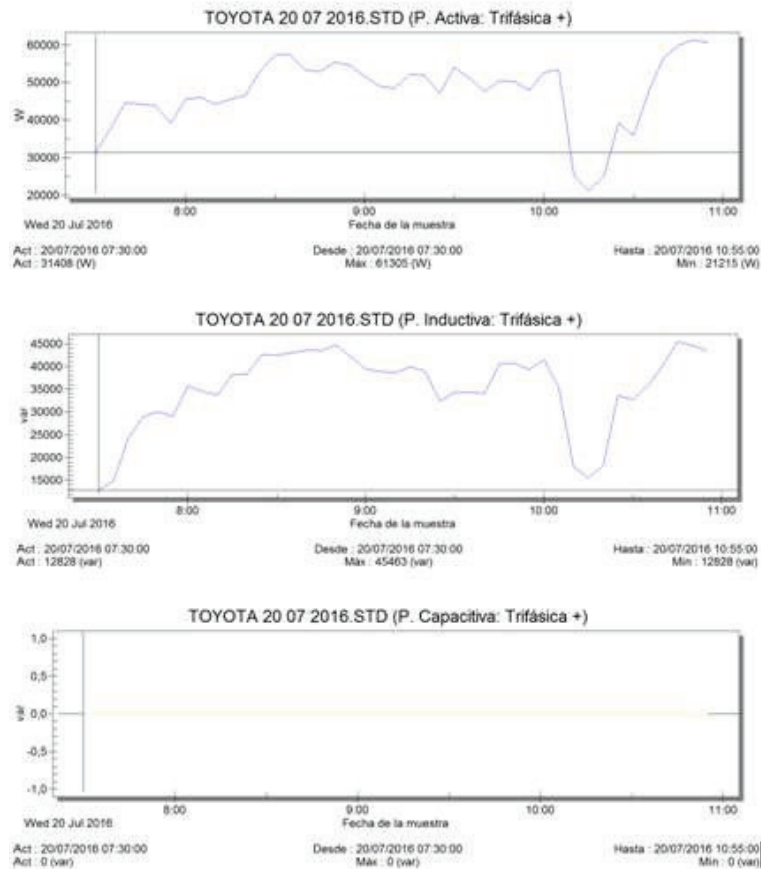


Figura 2.24. Medición de potencia trifásica.

(Fuente: Elaboración autores, network analyzer Circutor AR5-L, software Power Vision v1.8c)

Armónicos:

La figura 2.25 muestra la medición de armónicos en la planta durante su operación, mientras la figura 2.26 muestra la tasa de distorsión armónica (THD) tanto para voltaje como para corriente. Obsérvese que en voltaje no se sobrepasa el 2% en la gráfica. En cuanto a corriente el valor máximo llega al 5% aproximadamente.

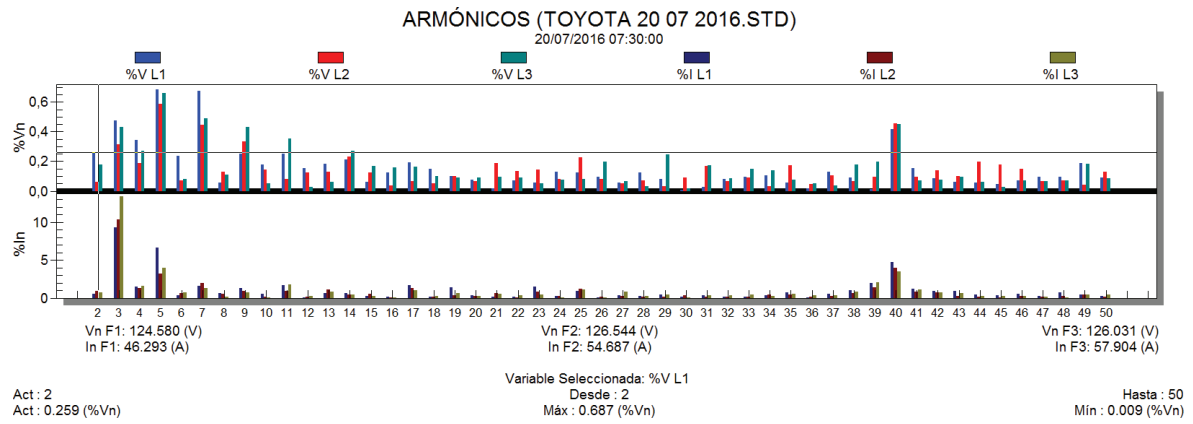


Figura 2.25. Medición de armónicos.
(Fuente: Elaboración autores, network analyzer Circutor AR5-L, software Power Vision v1.8c)

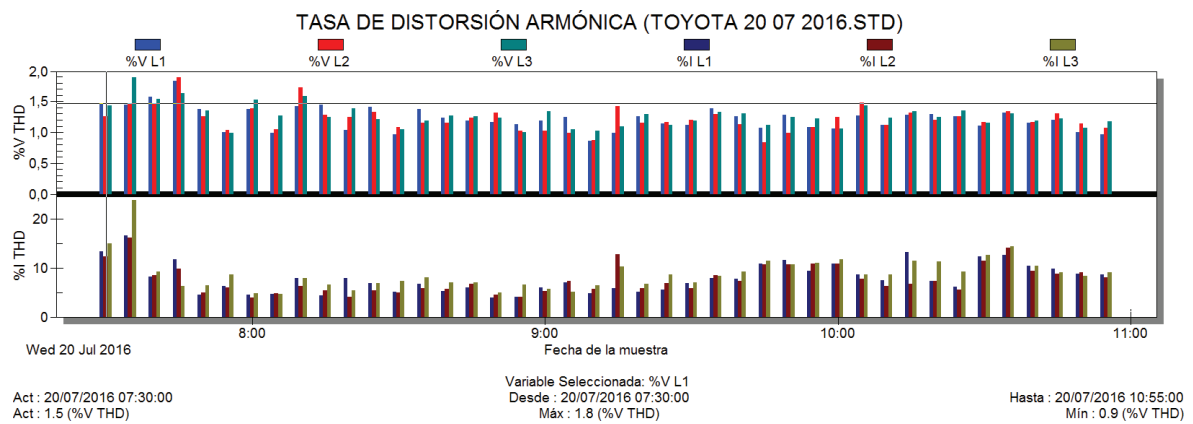


Figura 2.26. Medición de tasa de distorsión armónica.
(Fuente: Elaboración autores, network analyzer Circutor AR5-L, software Power Vision v1.8c)

2.3. Análisis de los programas de mantenimiento en sistemas motrices

2.3.1. Identificación de problemas

De acuerdo a lo indicado en el capítulo 1 del presente documento, los problemas de mantenimiento representan pérdidas de energía y, por tanto, deben ser atendidos con la finalidad de mejorar la eficiencia energética.

En este sentido, los potenciales problemas asociados a las tareas de mantenimiento de sistemas motrices pueden ser detectados al revisar la configuración y cumplimiento de los programas de mantenimiento manejados por la empresa INDIMA S.A., cuyos lineamientos deben guardar coherencia con las principales prácticas recomendadas para garantizar un ahorro de energía:

- Adecuada instalación y puesta en marcha.
- Alineación de ejes.
- Lubricación.
- Eliminación de suciedad.
- Equilibrio de la tensión.

Lo anteriormente expuesto se traduce en las siguientes consideraciones de mantenimiento, las cuales deben ser parte integral de los programas establecidos por la empresa:

- Los motores eléctricos, variadores de velocidad y equipos asociados deben estar limpios, sin polvo ni residuos y contar con una refrigeración adecuada.
- Es necesario monitorear el montaje de motores eléctricos y equipos asociados, con la finalidad de garantizar una instalación firme y correctamente alineada.
- Periódicamente se requiere una revisión de los elementos que componen cualquier tipo de transmisión mecánica para controlar posicionamiento, desgaste, alineación, entre otros.
- La lubricación debe ser verificada para determinar niveles de operación adecuadas e identificar posibles fugas.
- Los ruidos pueden revelar problemas en los equipos, los cuales deben ser atendidos inmediatamente.
- Respecto al suministro eléctrico, es importante verificar que las tensiones se encuentren dentro de los límites de tolerancia y las fases en equilibrio.


Adicionalmente, es necesario verificar la implementación de técnicas de vigilancia o mantenimiento predictivo que permitan reforzar el adecuado mantenimiento de sistemas motrices, tales como:

- Termografía infrarroja.
- Análisis de vibraciones.
- Análisis de impulsos de choque.
- Revisión de condición de lubricantes.
- Análisis de corrientes de motores.

A continuación, la tabla 2.8 muestra la descripción de las tareas de mantenimiento típicas para diferentes equipos que guardan relación con sistemas motrices eléctricos, objeto de estudio de este proyecto, tales como: compresores de aire de servicio, extractores de gases de soldadura, equipos electrohidráulicos para conformado de materiales, entre otros. Por otra parte, el Anexo 5 muestra el programa anual de mantenimiento, elaborado por la Jefatura de Mantenimiento de la empresa INDIMA S.A., para el año 2016.


Dicho programa de mantenimiento contiene el detalle de equipos de la planta industrial, vinculado a la frecuencia de ejecución de las tareas de mantenimiento preventivo y predictivo, así como el planeamiento de fechas y tiempos de duración para las tareas en cuestión.

Tabla 2.8a. Descripción de actividades de mantenimiento para un compresor de aire.

 INDIMA SOP-03-FR-07 Revisión:03		Control de Mantenimiento Mensual												Año: 2016	
		EQUIPO: COMPRESOR # 1		CODIGO:										COMPAG01	
ACTIVIDADES		MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
		FECHA													
1	Ajustar todos los pernos de sujeción de la base del motor. Revisar el estado del matrimonio														
2	Limpiar la botonera por el exterior con una franela y por el interior con aire comprimido al swinch on - off del tablero de mandos.														
3	Limpiar la botonera con el limpiador de contactos (CONTACT CLEAN) de la parada de emergencia, del pulsador de marcha.														
4	Limpiar el interior del arrancador, el rele termico con el limpiador de contactos (CONTACT CLEAN).														
5	Limpiar el filtro y limpiar sopleteando aire comprimido el filtro de aire														
6	Inspeccionar y revisar que no existan fugas por la válvula de descarga, por las uniones de los acoples.														
7	Revisar que el nivel del aceite, en caso de estar bajo el nivel proceder a completarlo.														
8	Ajustar todos los pernos de sujeción, de anclaje, de las abrazaderas de sujeción de las cañerías.														


(Fuente: Jefatura de Mantenimiento de INDIMA S.A.)

Tabla 2.8b. Descripción de actividades de mantenimiento para un extractor de gases de soldadura.

 INDIMA SOP-03-FR-07 Revisión:03		<h2 style="margin: 0;">Control de Mantenimiento Mensual</h2>												Año: 2016			
		EQUIPO: EXTRACTOR DE GASES # 01		CODIGO:										OCT	NOV	DIC	
ACTIVIDADES		MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP						
		FECHA															
1	Limpiar el arrancador por el exterior con una franela. y en el interior soplear aire comprimido, y luego esparcir limpiador de contactos (CONTAC CLEAN), en las conexiones.																
2	Con la llave 9/16 inspeccionar que los pernos de ajuste de la bancada del motor eléctrico estén ajustados.																
3	Revisar y Verificar que la junta o acople entre el motor eléctrico y el extractor no tenga juego. En caso de existir, juego proceder a corregirlo.																
4	Inspeccionar el estado de la banda, revisar que no tenga fisuras, o hilachas en sus extremos. Si presenta cualquier defecto antes mencionado proceder a corregirlo.																
5	Con una franela o guaype limpiar las paletas del ventilador extractor, también limpiar las paredes laterales de la caja de extracción de los gases.																
6	Lubricar la banda y la polea del sistema de extracción de los gases.																


(Fuente: Jefatura de Mantenimiento de INDIMA S.A.)

Tabla 2.8c. Descripción de actividades de mantenimiento para una dobladora hidráulica de tubos.

 SOP-03-FR-07 Revisión:03 EQUIPO: DOBLADORA TEJERO		Control de Mantenimiento Mensual												Año: 2016	
		CODIGO:												DOBLAT03	
ACTIVIDADES		MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
		FECHA													
1	Limpiar con una frañela o guaype el tablero de mandos, y el panel principal, el teclado de programación, mientras la maquina esta apagada.														
2	Revisar que el movimiento del ventilador del motor electrico sea totalmente circular y que gire en el sentido adecuado.														
3	Con una pistola de engrasar, aplicar grasa limpia para rodamientos, en los graseo existentes, lubricar con aceite todas las guías del carril y portacarril, de igual forma lubricar las guías y colas de milano del porta mordazas y tubo.														
4	Limpiar con aire las electroválvulas, mangueras, cañerías y celdas del electroventilador o enfriador de aceite, y todos sus accesorios.														
5	Revisar los acoples y conexiones hidráulicas de los cilindros de doblado, del cilindro de la mordaza y del cilindro del empujador. Revisar fugas en todas las uniones, acoples y cañerías de todo el sistema hidráulico, en caso de encontrar fugas programar para su reparación.														
6	Revisar el estado de los pernos de sujecion de las guías del portacarril, y del empujador.														
7	Revisar que no exista juego en la pirza y si si lo hay colocar en observaciones y en la solicitud de mantenimiento para reprogramar su ajuste.														
7	Revisar el nivel de aceite del reservorio, si esta por debajo del nivel indicado en el recipiente.														
8	Controlar semestralmente el voltaje de la batería en el PLC.														

(Fuente: Jefatura de Mantenimiento de INDIMA S.A.)

Tabla 2.8d. Descripción de actividades de mantenimiento para una punzonadora.

 SOP-03-FR-07 Revisión:03		<h1>Control de Mantenimiento Mensual</h1>												Año: 2016			
		EQUIPO: PUNZONADORA # 1		CODIGO: PUNZAT01												OCT	NOV
ACTIVIDADES		MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP						
		FECHA															
1	Limpiar la botonera (switch on - off) por su exterior con una franela, y en el interior con aire comprimido.																
2	Limpiar todo el tablero de mandos, las luces piloto, las botoneras de activación de : STOP , AUTOMATICO , MANUAL esperar CONTACT CLEAN en sus conexiones internas.																
3	Limpiar sopleteando aire comprimido sobre todas las instalaciones del arrancador, de los termicos, de la caja de fusibles; y luego esparcir sobre ellas CONTACTCLEAN.																
4	Revisar y lubricar los dientes del trinquete, conjuntamente revisar la uña del trinquete.																
5	Lubricar los dientes del piñon exterior de embrague colocando grasa en la superficie de los dientes.																
6	Con la llave mixta 14 ajustar los pernos de las tapas de los engranajes internos, y revisar que los dientes de estos engranajes no estén desgastados y se acoplen bien.																
7	Lubricar con aceite las guías macho y hembra de las colas de milano , lubricar la palanca y tornillo de encieramiento.																
8	Con la llave 14 ajustar todos los pernos y tuercas, poner locite en la rosca de los pernos y tuercas que son hijos.																
9	Inpeccionar que la zapata del freno no este suelta, ni desgastada. En caso de existir estas proceder a ajustarla y lijar la zapata para mayor ajuste.																
10	Verificar el contador de perforaciones y comprobar el funcionamiento del sensor (chequeo de calibración), hacer una prueba de apagado automático.																
11	Inpeccionar que la unidad de mantenimiento FRL, de aire, tenga aceite neumático, y purgar el agua existente, revisar que las cañerías no estén rotas, y en los acoples no existan fugas.																

(Fuente: Jefatura de Mantenimiento de INDIMA S.A.)

2.3.2. Análisis de cumplimiento de programas

Con el objetivo de verificar el cumplimiento de los programas de mantenimiento, en el Anexo 6 se presentan los registros típicos de las actividades ejecutadas por la Jefatura de Mantenimiento de INDIMA S.A., en el período correspondiente al primer semestre del año 2016. Es importante mencionar que en dichos registros también se recopila información relacionada con las tareas de mantenimiento correctivo.

A manera de resumen, la tabla 2.9 presenta la disponibilidad promedio de los equipos de la planta industrial de INDIMA S.A., obtenida a partir de los registros de actividades arriba mencionados, lo cual permite generar una primera apreciación de la efectividad en el cumplimiento de los programas de mantenimiento.

Tabla 2.9. Disponibilidad promedio de equipos en la planta de INDIMA S.A., primer semestre 2016.

INDIMA S.A.: DISPONIBILIDAD PROMEDIO DE EQUIPOS EN LA PLANTA INDUSTRIAL, PRIMER SEMESTRE 2016	
Período	Disponibilidad promedio
Enero	99,78%
Febrero	99,72%
Marzo	99,73%
Abril	99,68%
Mayo	99,70%
Junio	99,43%

(Fuente: Elaboración autores)

El criterio de disponibilidad de equipos es uno de los objetivos principales del mantenimiento, ya que representa la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, tenga la capacidad de ejercer su función satisfactoriamente dentro de un período de tiempo determinado. En términos prácticos, la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente (Mesa D., Ortiz Y., Pinzón M., 2016). Matemáticamente, la disponibilidad se puede definir con la siguiente relación:

$$D = \frac{\sum T_{DP}}{\sum T_{DP} + \sum T_R} \quad (3)$$

Donde:

D	Disponibilidad
$\sum T_{DP}$	Tiempo total disponible para producir
$\sum T_R$	Tiempo total de reparaciones

Observando los registros de las actividades de mantenimiento (Anexo 6) y los altos índices de disponibilidad antes expuestos, es posible identificar que los diferentes equipos de las instalaciones industriales de INDIMA S.A. han sido atendidos en congruencia con el plan de mantenimiento anual, contenido en el Anexo 5, lo cual es un aspecto favorable y aporta en la consecución de un nivel de eficiencia energética óptimo. Además, contar con una estructura de trabajo para la ejecución de las diferentes tareas de mantenimiento, ayudará a la organización a implementar con mayor facilidad cualquier nueva iniciativa orientada al mejoramiento de los consumos energéticos.

2.3.3. Deficiencias en el mantenimiento de sistemas motrices

Las principales deficiencias detectadas respecto al mantenimiento de sistemas motrices, se detallan a continuación:

- **Métodos de vigilancia y mantenimiento predictivo:** pese a que la empresa actualmente utiliza el análisis de vibraciones como método principal de mantenimiento predictivo, el cual permite anticipar y diagnosticar problemas de orden mecánico, es altamente recomendable incluir métodos complementarios para la adecuada vigilancia de motores eléctricos.
- **Análisis periódico de red eléctrica:** actualmente la empresa no cuenta con un sistema de monitoreo de parámetros de red eléctrica, el cual permite verificar la calidad de la energía que es suministrada a la planta, así como registrar los consumos energéticos a fin de detectar anomalías o comportamientos extraños en los equipos y motores eléctricos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Resultados de las mediciones

En este capítulo se procederá a analizar las mediciones y observaciones realizadas en el capítulo 3, con la finalidad de tener elementos de propuesta de mejoras en la planta que permitan la optimización energética del sistema. La sección 3.3 refleja los análisis a realizar en la planta; por consiguiente, guarda correspondencia con la presente sección.

3.1.1.1. Resultado de las mediciones con respecto a la calidad de la energía

Niveles de tensión: el análisis se realizará con respecto a las figuras 2.14 y 2.21 que dan información de los voltajes de operación del motor y de la planta.

En lo que respecta al motor, el voltaje nominal de trabajo de acuerdo a la placa es de 220 V, mientras que el voltaje de operación real medido fluctúa entre 220V y 209 V. Acorde a la norma ANSI C 84.1, definida en la tabla 2.5 del apartado 2.2.3, el valor de operación de la tensión está acorde al rango aceptable, pues interpolando estos valores para 220 V, este voltaje puede fluctuar entre 233 V y 207 V y, por lo tanto, no es necesario realizar mejoras en la tensión con la que trabaja el motor.

Para el tablero de alimentación, el valor nominal de trabajo es 220 V y el valor real de operación fluctúa entre 218 V y 212 V; lo cual se encuentra dentro del rango aceptable y, por lo tanto, no necesita corrección alguna.

Desequilibrio de tensiones: es necesario analizar si se tiene tensiones o corrientes desequilibradas y de ser así, analizar si ese desequilibrio es significativo.

Para este procedimiento es importante observar la figura 2.16 que muestra los valores efectivos de las corrientes de línea I1, I2, I3.

1) I1: 11,70 A

2) I2: 10,70 A

3) I3: 11,10 A

La media de estos valores es 11,17 A. Con este valor se debe calcular el nivel de dispersión de los valores de la corriente con respecto a la media calculada. Las corrientes I1 e I2 representan la más alta dispersión con respecto a la media y significa un valor porcentual de 4,74 % de dispersión, que equivale al desequilibrio de corrientes.

Edward Cowern escribe en su artículo denominado "Corrientes desequilibradas" realizado para motores Baldor, que el valor en el cual es probablemente más seguro operar un motor es aquel en que las corrientes de línea no superen el 10% con respecto a la media de las tres corrientes, por lo tanto, el desequilibrio encontrado es permisible.

Armónicos: acorde a lo planteado en la sección 3.3, para medir el nivel de distorsión de la onda por motivos de armónicos se utiliza el índice denominado tasa de distorsión armónica que fue expresado con la ecuación (2), de la siguiente manera:

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^n V_k^2}}{V_{RMS}}$$

Este valor se obtiene directamente de las mediciones realizadas tanto al motor como al tablero principal y se encuentra en las figuras 2.19, 2.20, 2.25 y 2.26. Al observar estas figuras es posible notar que el eje de las abscisas está conformado por los instantes en que se realizaron las mediciones respectivas, mientras que el eje de las ordenadas identifica en términos porcentuales el valor del THD tanto para el voltaje como la corriente.

En la figura 2.20 que muestra la tasa de distorsión armónica (THD) del motor tanto para voltaje como para corriente, se puede observar que en voltaje no se sobrepasa el 5% en la gráfica. En cuanto a corriente el valor máximo llega al 8% aproximadamente.

Para el tablero de alimentación, es decir, la energía suministrada a la planta, la tasa de distorsión armónica (THD) con relación al voltaje y corriente asciende a 2% y 5%, respectivamente.

Como se había mencionado anteriormente, Estigarribia en su artículo denominado "Armónicos en líneas de baja tensión", establece que el valor aceptado del THD en las líneas de baja tensión es 5%; por lo tanto, estos valores cumplen con el criterio establecido para el voltaje, que es la variable de análisis.

En resumen, la tabla 3.1 muestra los parámetros analizados en la calidad de la energía y respectivo nivel de cumplimiento.

Tabla 3.1. Análisis de las mediciones realizadas en motor y tablero principal en INDIMA S.A.

ANÁLISIS DE LAS MEDICIONES REALIZADAS EN MOTOR Y TABLERO PRINCIPAL EN INDIMA S.A.			
Problema	Valor máximo permitido	Status	Norma o recomendación
Niveles de tensión	233-207 [V]	Cumple	ANSI C84.1
Desequilibrio de tensiones	10%	Cumple	Cowern/Baldor (bibliografía)
Armónicos	5%	Cumple	Estigarribia (bibliografía)

(Fuente: Elaboración autores)

3.1.1.2. Resultados de las mediciones con respecto a la eficiencia del sistema auditado

Características del motor: las especificaciones del motor vienen definidas en la placa del mismo y por tanto, para el presente caso, se puede observar que es un motor con baja eficiencia, en comparación a los motores con eficiencia mejorada disponibles en la actualidad y que se encuentran alineados con el tema de eficiencia energética. Acorde a la figura 2.13, el motor de más baja eficiencia en la actualidad es de norma IE1; para una potencia de 5,6 kW, aplicable al motor del presente análisis, la eficiencia asociada es de 84%. Además, se puede observar en este motor que el factor de potencia es realmente bajo, pues su operación se da con un factor de potencia de 0,79, lo cual implica que en las mejores condiciones de operación existe mucha potencia inductiva, condición que provoca que la potencia aparente sea mayor y, por lo tanto, no se transforme en energía mecánica útil. De esta parte se puede concluir que el motor en cuestión opera con eficiencia baja y factor de potencia bajo.

La velocidad del motor considerando el deslizamiento es de 1740 RPM. El sistema trabaja conectado con un ventilador mediante correa o banda PIX B59 en su punto de operación, y por diseño provee un caudal de 9500 CFM de acuerdo a su curva de trabajo, a una velocidad de 1042 RPM.

Análisis del sistema: para estimar si el sistema motriz se encuentra sobredimensionado es importante volver a las mediciones del motor. La figura 2.15 presenta la medición de la corriente trifásica del motor, la cual indica como corriente de operación 12 A. De

acuerdo a la figura 2.14 el voltaje de operación medido es 218 V, y para establecer el porcentaje de carga con el que trabaja el motor se utilizará la definición de eficiencia como potencia de salida con respecto a potencia de entrada, lo que lleva a la siguiente ecuación:

$$Carga (\%) = \frac{V_{medida} \times I_{medida}}{V_{nominal} \times I_{nominal}} \quad (4)$$

Donde:

V_{MEDIDA}	Tensión medida
I_{MEDIDA}	Intensidad de corriente medida
$V_{NOMINAL}$	Tensión nominal
$I_{NOMINAL}$	Intensidad de corriente nominal

A partir de esto se puede calcular que el porcentaje de carga manejado por el motor es $(214,5 \text{ V} \cdot 12 \text{ A}) / (220 \text{ V} \cdot 23,2 \text{ A})$, lo que da un resultado de 0,504 o expresado en términos porcentuales 50,4%. Este resultado significa que el sistema se encuentra trabajando solo al 50,4% de la carga para la que fue diseñado, repercutiendo así en otros parámetros del motor. No obstante, la precisión de este método disminuye si la carga es inferior al 50%, por lo tanto habría que corroborar por otro método alternativo.

La figura 3.1 muestra el comportamiento de la corriente con el incremento de la carga en un motor eléctrico de inducción. Se observa que a cierto valor de carga la corriente se incrementa en gran medida.

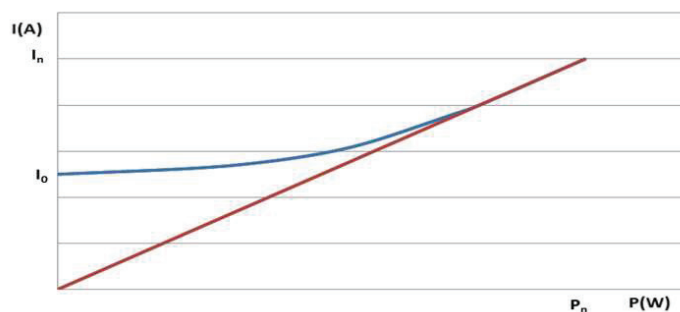


Figura 3.1. Variación de la corriente con la carga.

(Fuente: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable del Ecuador (MEER) – Taller específico de optimización de sistemas eléctricos motrices – Selección de motores. [Online]. Available: <http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/9.-Seleccio%CC%81n-de-motores.pdf>)

El comportamiento de la eficiencia y del factor de potencia de un motor de inducción puede apreciarse en la figura 3.2. Obsérvese que a valores de carga de aproximadamente el 50% de lo nominal, el factor de potencia cae de manera importante mientras la carga disminuye, y es necesario visualizar que la eficiencia tampoco es la óptima; por lo tanto, motores con sobredimensionamiento exagerado causan problemas en la eficiencia y factor de potencia. Esta figura también puede aportar para determinar el cálculo de la carga manejada por el motor de manera confiable. La figura 2.17 muestra el factor de potencia medio de operación del motor en 0.38, para lo cual el valor correspondiente de la carga es de aproximadamente un 30%, lo que permite confirmar el sobredimensionamiento del sistema antes descrito.

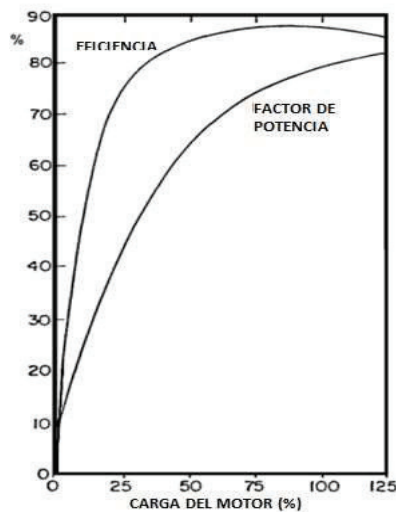


Figura 3.2. Variación de la eficiencia y factor de potencia con la carga.

(Fuente: Ministerio de Electricidad y Energía Renovable del Ecuador (MEER) – Taller específico de optimización de sistemas eléctricos motrices – Selección de motores. [Online]. Available: <http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/9.-Seleccio%CC%81n-de-motores.pdf>)

Para este estudio el factor de potencia de acuerdo a la figura 2.17 en condiciones estables de operación es de 0.38. Este valor puede ser confirmado a través de la figura 2.18 y la comparación entre la potencia activa y la potencia reactiva. El factor de potencia es el *coseno del ángulo* (Φ) entre la potencia aparente (suma vectorial de potencia activa y reactiva) y la potencia activa; por lo tanto, se forma un triángulo rectángulo cuyos catetos son la potencia activa y reactiva, y la hipotenusa es la potencia aparente. La relación entre los dos catetos es la *tan* (Φ) que es igual a potencia reactiva sobre activa (3750/1610), lo que da como resultado al despejar $\Phi = 66,76$, y que al determinar el *cos* (Φ) el resultado es 0,394, lo cual es aproximadamente el valor medido.

La regulación del caudal de extracción se realiza a través de válvulas compensadoras. La transmisión entre el motor y el ventilador se produce a través de bandas con una eficiencia del 90%. La eficiencia del ventilador en el mejor de los casos será de 90% considerando los parámetros de diseño y trabajando en su punto de operación a 1042 RPM.

La tabla 3.2 resume los principales problemas encontrados en el sistema auditado.

Tabla 3.2. Análisis de las mediciones realizadas en sistema auditado en INDIMA S.A.

ANÁLISIS DE LAS MEDICIONES REALIZADAS EN SISTEMA AUDITADO EN INDIMA S.A.			
Problema	Valor permitido	Status	Norma o recomendación
Eficiencia de motor	84% mínimo	No cumple	IE1
Carga de trabajo	50% mínimo	No cumple	Empírica de factor de potencia

(Fuente: Elaboración autores)

3.1.2. Resultado del análisis de los programas de mantenimiento

De la información recabada en el capítulo 4, se desprenden los siguientes comentarios respecto a los programas de mantenimiento manejados en la empresa INDIMA S.A.:

- Dentro del programa anual de mantenimiento se toman en cuenta todos los sistemas motrices eléctricos y su cumplimiento se ha verificado a través de los registros de las actividades de mantenimiento.
- La descripción de los trabajos de mantenimiento muestra congruencia con las principales prácticas recomendadas para garantizar ahorro de energía: adecuada instalación y puesta en marcha, alineación, lubricación, eliminación de suciedad.
- Con el objeto de reforzar el accionar de la empresa respecto a las prácticas recomendadas para garantizar ahorro de energía, es recomendable proyectar la implementación de un sistema de monitoreo de parámetros de red eléctrica, con la finalidad de verificar la calidad de la energía suministrada, así como registrar los consumos eléctricos, especialmente de los grandes consumidores energéticos. Esta iniciativa inclusive sentaría las bases para una futura certificación asociada a un sistema de gestión de energía en la empresa INDIMA S.A.

- En los métodos de vigilancia o mantenimiento predictivo, dado que el análisis de vibraciones se enfoca principalmente en la anticipación y diagnóstico de problemas de orden mecánico en sistemas motrices eléctricos, es recomendable complementar esta práctica con otros métodos, tales como la termografía infrarroja y el análisis de corrientes de motores, los cuales permiten cubrir un espectro adecuado para el diagnóstico de fallas de orden eléctrico.
- Dado que el costo de la energía para operar un motor eléctrico a lo largo de su vida útil excede por mucho el costo de inversión inicial, es primordial mantener los sistemas motrices cerca de su eficiencia óptima, con la finalidad de minimizar el costo asociado al consumo de energía. Con relación a este punto, es recomendable observar la frecuencia de mantenimiento descrita en la tabla 3.3.

Tabla 3.3. Frecuencia aproximada de procedimientos de operación y mantenimiento.

ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	AMBIENTE		
	Limpio, seco	Moderado	Sucio, húmedo
Inspección general Ambiente – Limpieza – Lubricación – Bandas - Acoples	6 – 12 Meses	3 – 6 Meses	1 – 3 Meses
Pruebas Integridad eléctrica – Voltaje/amperaje – Temperatura – Vibración	12 – 18 Meses	8 – 12 Meses	3 – 8 Meses
Lubricación Aceite Grasa	6 12 Meses	3 6 – 12 Meses	1 3 – 6 Meses
Inspección de bancada Desmontaje – Inspección – Reparación – Montaje – Verificación	6 – 12 Meses	3 – 6 Meses	1 – 3 Meses
Motores con escobillas, anillos colectores o conmutadores: Revisión de portaescobillas, conmutadores, anillos y escobillas	6 – 12 Meses	3 – 6 Meses	1 – 3 Meses

(Fuente: Pacific Gas and Electric Company, "Application Note – Efficiency Opportunities through Motor Maintenance", May, 1997)

- El ahorro asociado con un adecuado programa de mantenimiento de motores eléctricos en un entorno industrial es significativo, pudiendo alcanzar valores que varían entre el 2% y 30% del uso total de energía del sistema de motores (Kramer K., Masanet E., Xu T., Worrell E., 2009). El cálculo de dicho ahorro puede resultar complejo y para su estimación aproximada, se requeriría determinar el consumo energético en caso de que las adecuadas prácticas de mantenimiento no se llevaran a cabo. Las siguientes expresiones proveen un método para la

determinación de la reducción de demanda y ahorro de energía (Pacific Gas and Electric Company, 1997):

$$kW_{savings} = 0.746 \times HP \times \sum_{i=1}^n \left[LF \times \left(\frac{E_N - E_O}{E_O} \right) \right]_i \quad (5)$$

$$kWh_{savings} = \sum_{i=1}^n (kW_{savings,i} \times hours_i) \quad (6)$$

Donde:

0,746	Conversión de [hp] a [kW]
<i>HP</i>	Potencia del motor [hp]
<i>LF</i>	Factor de carga
<i>E_N</i>	Nueva eficiencia obtenida por la implementación de estrategias de mantenimiento
<i>E_O</i>	Eficiencia previa a la implementación de estrategias de mantenimiento
<i>hours</i>	Horas de operación anual
<i>i</i>	Índice incremental para factor de carga en el motor
<i>n</i>	Número total de índices para el factor de carga

Para una aplicación real, es necesario estimar las horas de operación en cada rango del factor de carga. De igual manera, las eficiencias para cada rango podrían obtenerse de las curvas y datos típicos del motor.

3.1.3. Productividad actual de la planta

De acuerdo a información contenida en el apartado 2.2 del presente documento, en la tabla 3.4 se muestra el consumo eléctrico y nivel de producción de la empresa INDIMA S.A., correspondiente al primer semestre del período 2016. En la tabla antes mencionada, se calcula la productividad como la relación entre consumo de energía y nivel de producción, con el fin de determinar la cantidad de unidades producidas por cada kWh.

Tabla 3.4. Productividad actual de la planta de INDIMA S.A., primer semestre 2016.

INDIMA S.A.: CONSUMO ELECTRICO 2016							
	TOYOTA	REPARVIDRIO	TOTAL		SUMA TOTAL	PRODUCCIÓN	PRODUCTIVIDAD
MES	CONSUMO [kWh] Horario: 7-22 / 22-7 h		CONSUMO TOYOTA [kWh]	CONSUMO REPARVIDRIO [kWh]	(A) PLANILLA ELECTRICA [kWh]	(B) UNIDADES PRODUCIDAS [u]	Indicador (B)/(A) [u/kWh]
ENERO	6578	2700	7640	3010	10650	5288	0,50
	1062	310					
FEBRERO	8636	4853	9833	5109	14942	7364	0,49
	1197	256					
MARZO	6825	3269	7869	3547	11416	5135	0,45
	1044	278					
ABRIL	7565	3428	8633	3736	12369	5678	0,46
	1068	308					
MAYO	9015	4931	10049	5160	15209	6919	0,45
	1034	229					
JUNIO	8366	4671	9365	5082	14447	6719	0,47
	999	411					

(Fuente: Jefatura de Mantenimiento de INDIMA S.A.)

3.2. Discusión

3.2.1. Propuesta de mejoras

En este apartado se procederá a realizar una propuesta de mejoras con sus respectivos costos y tiempos de retorno de inversión para su implementación.

a) En cuanto a la calidad de la energía:

Del análisis realizado en la sección 3.1.1, y en el resumen expuesto de la tabla 3.1, la calidad de la energía se mantiene en los parámetros adecuados de funcionamiento tanto para el motor como para la alimentación de la planta. Por lo tanto, cualquier propuesta de mejora para llegar a los niveles de valores nominales incrementaría los costos y no produciría un efecto importante de mejora en la calidad de la energía. Sin embargo, en el caso de que existiese mala calidad de la energía lo correcto es solicitar a la empresa proveedora del servicio las correcciones necesarias en la calidad de la alimentación eléctrica. Por otro lado, en el caso que existan armónicos, se debe considerar el uso de filtros de armónicos para eliminar este problema.

b) Con respecto a la eficiencia del sistema auditado:

La tabla 3.2 indica por donde se debe comenzar a generar las propuestas de mejora en la eficiencia energética de la planta. La eficiencia del motor es la primera a ser mejorada para continuar con la mejora de la carga que opera este motor.

3.2.1.1. Propuesta de mejora del motor eléctrico

- **Primera propuesta de mejora con respecto al motor eléctrico:**

Debido a la baja eficiencia (80%) del motor que en la actualidad existe, la primera propuesta es la del cambio de motor a uno de mayor eficiencia y para este caso sería un IE2 o un IE3, puesto que con un motor IE1 se ganaría poco en términos de eficiencia. En este caso conviene realizar un análisis financiero de valor presente para establecer cuál de las opciones es la mejor para el reemplazo. Dado que las condiciones de eficiencia en las normas IE2 e IE3 para un motor de 7,5 hp son de 87,5% y 91,7%, respectivamente (dato tomado de la figura 2.13), la pregunta que se requiere contestar es: ¿Qué motor debe ser seleccionado para obtener el mayor beneficio? Para resolver esta interrogante, es necesario tomar en cuenta aquellas variables que afectan de forma directa este análisis, tales como:

- Tiempo de vida útil del motor a considerar
- Eficiencia del motor
- Valor del kWh
- Tasa de interés (de descuento)
- Inflación promedio anual

El método del valor presente neto (VPN) consiste en establecer los flujos de efectivos proyectados en el tiempo de vida útil, y traerlos a valor presente en el año cero. El proyecto que presente el menor valor presente será aquel que cueste menos en el año cero y por lo tanto será el elegido para la implementación respectiva. El tiempo de vida útil para el motor se considerará de 10 años.

La figura 3.3 muestra la corrida del análisis financiero que presenta los resultados de la inversión realizada en un motor de 7,5 hp con norma de eficiencia energética IE2, cuyo precio en el mercado ecuatoriano es de 600 USD. Se puede observar en esta corrida que el VPN es de 12669 USD.

ANÁLISIS DE VAN PARA IMPLEMENTACIÓN DE MOTOR DE 7.5 HP CON NORMA IE2												
DATOS DE ENTRADA						CONVERSIONES Y CALCULOS INICIALES						
Potencia Nominal del Motor (HP)	7.5	Costo inicial de la Energía (\$/KWh)	0.1	Eficiencia Motor de Alta	0.875							
Tiempo de operación anual (h)	2080	Inflación anual de la Energía (%/año)	4	Eficiencia Motor de Baja	0.800							
Eficiencia del Motor de alta eficienc. (%)	87.5	Impuestos (%)	25	Valor Presente Neto Inicial (VPNI)	\$ -300							
Eficiencia del Motor de baja eficienc. (%)	80	Tasa de interés de descuento (%)	5	Porcentaje de carga del motor (L)	1.00							
Costo del motor de alta eficiencia (\$)	\$ 600.00	Capital invertido (diferencia de costos) (\$)	\$ 300.00	Factor interés de la energía	1.04							
Costo del motor de baja eficiencia (\$)	\$ 300.00	Vida útil (años)	10	Factor costo anual energía	13390.11							
				Factor ahorro con impuesto	0.75							
				Factor del factor de descuento	1.05							
EVALUACION ECONOMICA DE COSTOS												
VARIABLE	AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costo de la Energía (Ke)			\$ 0.10	\$ 0.10	\$ 0.11	\$ 0.11	\$ 0.12	\$ 0.12	\$ 0.13	\$ 0.13	\$ 0.14	\$ 0.14
Costo de Operación			\$ 1.330.01	\$ 1.383.21	\$ 1.438.54	\$ 1.496.08	\$ 1.555.93	\$ 1.618.16	\$ 1.682.89	\$ 1.750.20	\$ 1.820.21	\$ 1.893.02
Depreciación (Dep)			\$ 30.00	\$ 30.00	\$ 30.00	\$ 30.00	\$ 30.00	\$ 30.00	\$ 30.00	\$ 30.00	\$ 30.00	\$ 30.00
Costo			\$ 1.360.01	\$ 1.413.21	\$ 1.468.54	\$ 1.526.08	\$ 1.585.93	\$ 1.648.16	\$ 1.712.89	\$ 1.780.20	\$ 1.850.21	\$ 1.923.02
Factor de descuento (FD)			0.95	0.91	0.86	0.82	0.78	0.75	0.71	0.68	0.64	0.61
Flujo de efectivo descontado		\$ 300.00	\$ 1.295.25	\$ 1.281.82	\$ 1.268.58	\$ 1.255.51	\$ 1.242.61	\$ 1.229.88	\$ 1.217.32	\$ 1.204.91	\$ 1.192.66	\$ 1.180.57
VPNI		\$ -300.00	995.25	2.277.07	3.545.65	4.801.17	6.043.78	7.273.66	8.490.98	9.695.89	10.888.56	12.069.13
VPNI TOTAL		\$ 12.669.13										

Figura 3.3. Valor presente neto de motor de 7.5 hp con norma IE2 (Propuesta 1).

(Fuente: Elaboración autores)

La figura 3.4 muestra la corrida del análisis financiero que presenta los resultados de la inversión realizada en un motor de 7,5 hp con norma de eficiencia energética IE3 que equivale a un motor de norma NEMA Premiun y cuyo precio en el mercado ecuatoriano es de 800 USD. Se puede observar en esta corrida que el VPN es de 12467 USD, lo cual implica que en el horizonte de tiempo planteado el motor IE3 genera mayores ahorros, constituyendo un menor valor en el año cero; por lo tanto, dicho motor será seleccionado para el reemplazo en el sistema motriz.

ANÁLISIS DE VAN PARA IMPLEMENTACIÓN DE MOTOR DE 7.5 HP CON NORMA IE3												
DATOS DE ENTRADA						CONVERSIONES Y CALCULOS INICIALES						
Potencia Nominal del Motor (HP)	7.5	Costo inicial de la Energía (\$/KWh)	0.1	Eficiencia Motor de Alta	0.917							
Tiempo de operación anual (h)	2080	Inflación anual de la Energía (%/año)	4	Eficiencia Motor de Baja	0.800							
Eficiencia del Motor de alta eficienc. (%)	91.7	Impuestos (%)	25	Valor Presente Neto Inicial (VPNI)	\$ -500							
Eficiencia del Motor de baja eficienc. (%)	80	Tasa de interés de descuento (%)	5	Porcentaje de carga del motor (L)	1.00							
Costo del motor de alta eficiencia (\$)	\$ 800.00	Capital invertido (diferencia de costos) (\$)	\$ 500.00	Factor interés de la energía	1.04							
Costo del motor de baja eficiencia (\$)	\$ 300.00	Vida útil (años)	10	Factor costo anual energía	12690.95							
				Factor ahorro con impuesto	0.75							
				Factor del factor de descuento	1.05							
EVALUACION ECONOMICA DE COSTOS												
VARIABLE	AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costo de la Energía (Ke)			\$ 0.10	\$ 0.10	\$ 0.11	\$ 0.11	\$ 0.12	\$ 0.12	\$ 0.13	\$ 0.13	\$ 0.14	\$ 0.14
Costo de Operación			\$ 1.209.09	\$ 1.319.86	\$ 1.372.65	\$ 1.427.58	\$ 1.484.66	\$ 1.544.05	\$ 1.605.81	\$ 1.670.04	\$ 1.736.84	\$ 1.806.32
Depreciación (Dep)			\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00
Costo			\$ 1.319.09	\$ 1.369.86	\$ 1.422.65	\$ 1.477.58	\$ 1.534.66	\$ 1.594.05	\$ 1.655.81	\$ 1.720.04	\$ 1.786.84	\$ 1.856.32
Factor de descuento (FD)			0.95	0.91	0.86	0.82	0.78	0.75	0.71	0.68	0.64	0.61
Flujo de efectivo descontado		\$ 500.00	\$ 1.256.28	\$ 1.242.50	\$ 1.228.94	\$ 1.215.59	\$ 1.202.45	\$ 1.189.50	\$ 1.176.75	\$ 1.164.19	\$ 1.151.82	\$ 1.139.62
VPNI		\$ -500.00	756.28	1.898.78	3.227.72	4.443.32	5.645.76	6.835.27	8.012.02	9.176.21	10.328.03	11.467.85
VPNI TOTAL		\$ 12.467.65										

Figura 3.4. Valor presente neto de motor de 7.5 hp con norma IE3 (Propuesta 2).

(Fuente: Elaboración autores)

Una vez que se ha seleccionado el tipo de motor en cuanto a su eficiencia, también debe conocerse el tiempo de recuperación de la inversión en este motor IE3 con la finalidad de observar el tiempo de retorno de la inversión respectiva. La figura 3.5 presenta la corrida del análisis financiero que muestra una diferencia de valores presentes netos para identificar el tiempo de recuperación de la inversión. El tiempo de recuperación se dará en el momento en que el VPN es igual a cero, pues esto quiere decir que el monto invertido en el año cero se equipara con el flujo de efectivo retornado por motivos de ahorro en consumo energético.

TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE INVERSIÓN EN IMPLEMENTACIÓN DE MOTOR DE 7.5 HP CON NORMA IE3

DATOS DE ENTRADA			
Potencia Nominal del Motor (HP)	7.5	Costo inicial de la Energía (\$/KWh)	0.1
Tiempo de operación anual (h)	2060	Inflación anual de la Energía (%/año)	4
Eficiencia del Motor de alta eficienc. (%)	91.7	Impuestos (%)	25
Eficiencia del Motor de baja eficienc. (%)	80	Tasa de interés de descuento (%)	5
Costo del motor de alta eficiencia (\$)	\$ 800.00	Capital invertido (diferencia de costos) (\$)	\$ 500.00
Costo del motor de baja eficiencia (\$)	\$ 300.00	Vida útil (años)	10

CONVERSIONES Y CALCULOS INICIALES	
Eficiencia Motor de Alta	0.917
Eficiencia Motor de Baja	0.800
Valor Presente Neto Inicial (VPN ₀)	\$ -500
Porcentaje de carga del motor (L)	1.00
Factor interés de la energía	1.04
Factor ahorro anual energía	1555.05
Factor ahorro con impuesto	0.75
Factor del factor de descuento	1.05

EVALUACION ECONOMICA DEL DIFERENCIAL DE COSTOS ENTRE LA MAYOR Y MENOR EFICIENCIA

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costo de la Energía (Ke)		\$ 0.10	\$ 0.10	\$ 0.11	\$ 0.11	\$ 0.12	\$ 0.12	\$ 0.13	\$ 0.13	\$ 0.14	\$ 0.14
Ahorro Anual (Can)		\$ 185.61	\$ 193.03	\$ 200.75	\$ 208.78	\$ 217.13	\$ 225.82	\$ 234.85	\$ 244.24	\$ 254.01	\$ 264.17
Depreciación (Dep)		\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00	\$ 50.00
Ahorro sin Impuesto		\$ 135.61	\$ 143.03	\$ 150.75	\$ 158.78	\$ 167.13	\$ 175.82	\$ 184.85	\$ 194.24	\$ 204.01	\$ 214.17
Ahorro con Impuesto		\$ 101.70	\$ 107.27	\$ 113.06	\$ 119.09	\$ 125.35	\$ 131.86	\$ 138.64	\$ 145.68	\$ 153.01	\$ 160.63
Flujo de efectivo no descontado		\$ 151.70	\$ 157.27	\$ 163.06	\$ 169.09	\$ 175.35	\$ 181.86	\$ 188.64	\$ 195.68	\$ 203.01	\$ 210.63
Factor de descuento (FD)		0.95	0.91	0.86	0.82	0.78	0.75	0.71	0.68	0.64	0.61
Flujo de efectivo descontado		\$ 144.46	\$ 142.65	\$ 140.86	\$ 139.11	\$ 137.39	\$ 135.71	\$ 134.06	\$ 132.45	\$ 130.86	\$ 129.31
VPN_n	\$ -500.00	-385.52	-212.87	-72.01	67.10	204.49	340.20	474.26	606.70	737.57	866.87

Figura 3.5. Tiempo de recuperación de inversión de motor de 7.5 hp con norma IE3 (Propuesta seleccionada).

(Fuente: Elaboración autores)

Se observa en la figura anterior que a partir del año 4 se obtienen valores positivos para el VPN, lo cual significa que entre el año 3 y 4 el VPN se hizo cero. La gráfica que demuestra este comportamiento viene dada por la curva de la figura 3.6 y muestra que el valor de recuperación es al momento en que los valores presentes netos se hacen igual a cero.

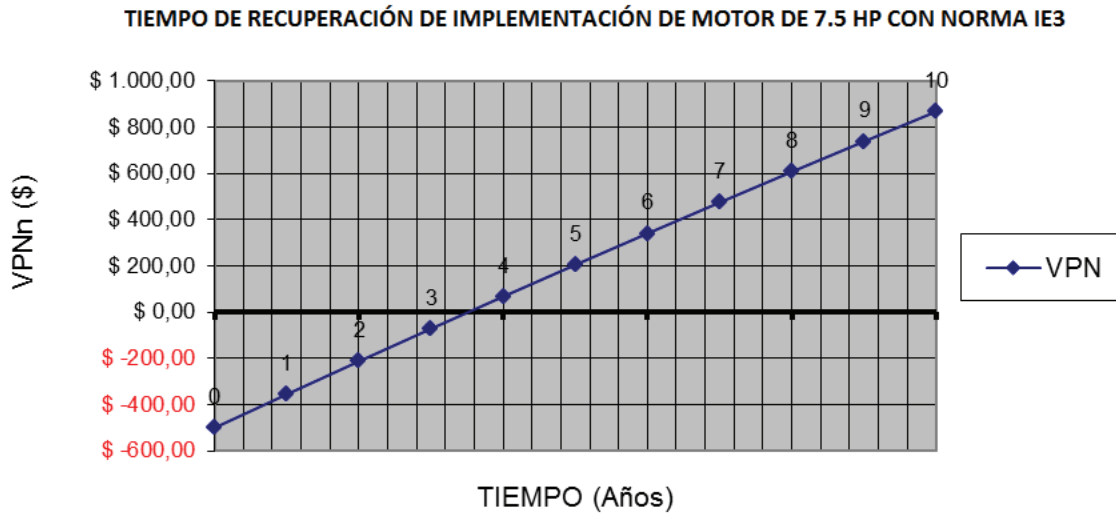


Figura 3.6. Tiempo de recuperación de la inversión en un motor de 7.5 hp con norma IE3.

(Fuente: Elaboración autores)

La gráfica 3.6 muestra que la inversión del motor se amortiza en el tiempo de 3.5 años que equivale a 3 años, 6 meses; por lo tanto, a partir de ese instante hasta la finalización de la vida útil del motor, todo lo obtenido es ahorro por causas del consumo energético. Para este caso se demuestra que aunque sea más costoso invertir en el momento actual en un motor de norma IE3, el período de recuperación es relativamente bajo debido a la mayor eficiencia que éste posee.

- **Segunda propuesta de mejora con respecto al motor eléctrico:**

La figura 2.17 mostró que el factor de potencia medido en el motor es de 0,38, lo cual indicó que manejaba una carga operativa de aproximadamente un 30% de la carga nominal para la cual fue diseñado; en otras palabras, el motor se encuentra sobredimensionado en exceso.

Es normal sobredimensionar cualquier sistema cuando se realiza un diseño ingenieril y, de manera general, este sobredimensionamiento se maneja como un factor de seguridad con la finalidad de solventar la incertidumbre en cualquier problema del sistema; sin embargo, acorde a la curva de la figura 2.17 se observa que para un manejo de carga por debajo del 50% de la carga nominal para la cual fue diseñado, el sistema produce una drástica caída en el factor de potencia del motor lo que incrementa el componente reactivo de la potencia, provocando mayor consumo de energía en el motor. Por lo tanto, la segunda mejora proviene del redimensionamiento del sistema motriz hacia un motor de

menor potencia. Si en términos nominales a un factor de potencia de 0,38 el motor está trabajando a 30% de la carga de 7,5 hp, lo correcto acorde a la figura 2.17 es que lo haga mínimo al 50% de la carga para que no decaiga el factor de potencia de manera drástica.

El 30% de 7,5 hp equivale a 2,25 hp, esto implica que en la actualidad el motor solo necesita 2,25 hp para realizar su trabajo diario en condiciones normales. En la actualidad la condición de trabajo existente es un operario soldador debajo de cada campana de extracción; si en el futuro la producción se incrementa al doble se necesitará un sistema que sea capaz de eliminar el doble de flujo de los gases que se forman en el proceso de soldadura; es decir, se necesitará un ventilador con mayor flujo y por lo tanto mayor potencia. Incluso en el caso que la potencia se incremente al doble considerando este caso futuro, el sobredimensionamiento a un motor de 5 hp nos daría un valor conservador y con factor de seguridad incluido. Por lo tanto, se sugiere un motor de 5 hp con el par de arranque necesario para romper la inercia del ventilador. En este caso el motor estaría trabajando al 50% de su valor de carga por lo que su factor de potencia se encontraría alrededor de 62%, disminuyendo de gran manera el consumo de potencia reactiva inductiva logrando un ahorro considerable de energía.

Una vez que se ha determinado que el motor a reemplazar sería por uno de 5 hp, se debe realizar el mismo análisis financiero del VPN que se trabajó en la sección anterior y bajo este mismo proceso se obtiene que se requiere utilizar un motor de 5 hp con norma IE3. El tiempo de retorno de la inversión viene dado por la gráfica de la figura 3.7, e indica que el retorno se da a los 3,1 años; es decir, 3 años, 1 mes y 12 días.

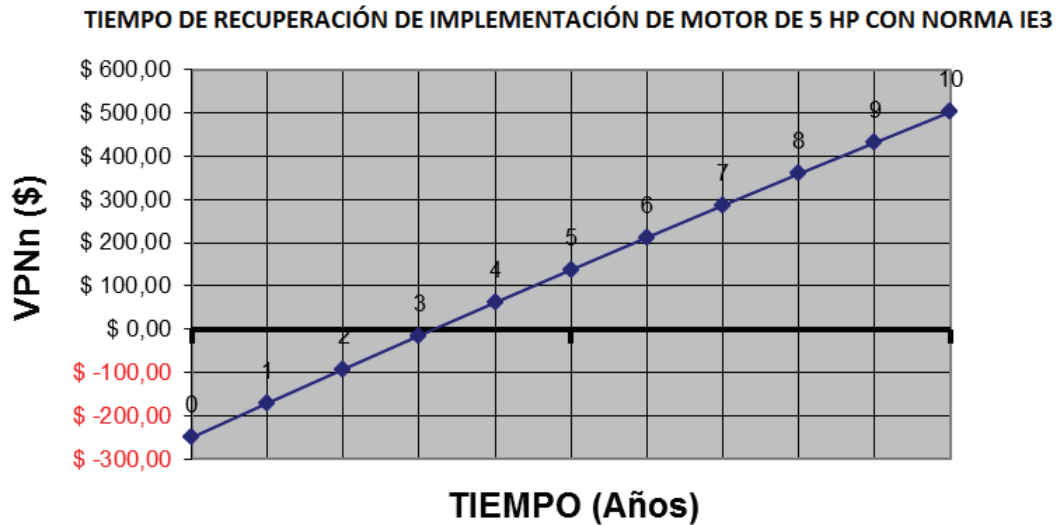


Figura 3.7. Tiempo de recuperación de la inversión de motor de 5 hp con la norma IE3.

(Fuente: Elaboración autores)

Estos cambios hacia motores de menor potencia y más eficientes implica un consumo mucho menor de energía que por ende significa un ahorro anual a considerar, pues al tener una potencia de 7,5 hp (5,6 kW) de valor nominal, en verdad se consume una potencia eléctrica de 7 kW definido por la eficiencia del motor que en este caso es de 80%. Para el año en horas hábiles de trabajo se tienen 2080 horas por año (52 semana, 5 días laborables, 8 horas diarias) lo que equivale a un consumo de energía eléctrica anual de 14560 kWh solo por el uso de este motor de baja eficiencia.

Al cambiar el motor de 7,5 hp a 5 hp (3,73 kW) como se ha sugerido, existe menor consumo de energía sólo por el hecho de tener menor potencia consumida, si a eso se adiciona el utilizar un motor IE3 con un 89,5% de eficiencia en vez de 80%, se pueden obtener ahorros importantes. Para las mismas 2080 horas al año de trabajo se consume una energía eléctrica anual de 8668 kWh, lo que a su vez comparado con los 14560 kWh consumidos anteriormente significa un ahorro de energía de 5892 kWh que al precio de 10 centavos de dólar por kWh se transforman en 589.2 USD al año por motor cambiado y en este caso si se cambian los cuatro motores se obtiene un ahorro de 2357 USD por año.

3.2.1.2. Propuesta de mejora del sistema de extracción

El sistema trabaja conectado con un ventilador mediante correa y, acorde a los parámetros de diseño, para alcanzar el flujo deseado éste debe operar a 1042 RPM. Sin embargo, al cambiar la potencia de trabajo también cambian las condiciones de operación de éste y, por lo tanto, es necesario variar las especificaciones acorde a la curva del ventilador (con la condición de mantener el mismo ventilador, puesto que reemplazarlo significaría una inversión adicional).

Debido a que la potencia ha variado y por definición ésta es igual a la caída de presión por el flujo volumétrico que se necesita en el diseño, si se mantiene las condiciones de diseño en cuanto a la caída de presión, el caudal debe ser menor con la finalidad de acoplarse a la nueva potencia seleccionada.

A partir de esta condición, la figura 3.8 representa la curva del ventilador dada por el fabricante y que identifica el comportamiento de éste ante diferentes flujos, potencias y caídas de presión. Para una potencia de 5 hp y una caída de presión de 2,5 pulgadas de agua, muestra un flujo volumétrico de 7800 CFM, lo que representa una velocidad al eje del ventilador de 890 RPM.

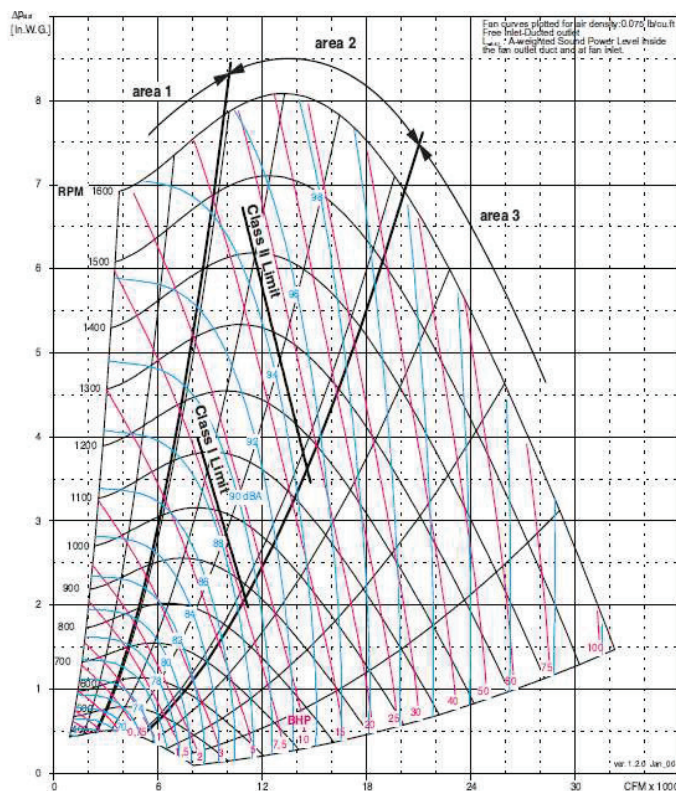


Figura 3.8. Curva de ventilador utilizado.
(Fuente: Jefatura de Mantenimiento de INDIMA S.A.)

Esto implica que el motor para funcionar en los parámetros de operación que el ventilador necesita, deberá reducir su velocidad a partir de la velocidad nominal que generalmente se puede conseguir en motores de 60 Hz de 2 polos, 4 polos, 6 polos, etc. Las velocidades típicas del motor vienen establecidas en función de la frecuencia del sistema nacional eléctrico (60 Hz en el Ecuador) y del número de polos bajo el cual fue diseñado el motor. Las velocidades típicas que se encuentran en Ecuador, dados motores de 2 y 4 polos, son de 3600 RPM y 1800 RPM, respectivamente, como velocidades sincrónicas; es decir, sin considerar el deslizamiento (1750 RPM generalmente si se considera deslizamiento).

Se considerará un motor de 1800 RPM que debe tener un sistema reductor que provea a la salida 890 RPM y en caso de tener variación de flujo, utilizar las válvulas compensadoras de flujo existentes para enviar el caudal deseado desde un máximo hasta un mínimo. Si la reducción se hace a través de transmisión por bandas y la compensación a través de válvulas como en la actualidad se realiza, existe mucha pérdida de energía debido a que la potencia utilizada por el motor es proporcional al cubo de la frecuencia de operación, lo que significa es que desea menor flujo y por lo tanto menor velocidad de rotación pero se sigue consumiendo el pico del valor efectivo de la energía.

La potencia consumida por un ventilador es variable de acuerdo a las necesidades del mismo. La potencia es proporcional al cuadrado de la velocidad rotacional del ventilador y como la velocidad rotacional de éste es proporcional a la frecuencia, a su vez la potencia termina siendo proporcional al cubo de la frecuencia de operación de éste, lo que implica que el motor al trabajar a 60 Hz tiene una potencia nominal no variable.

Cuando se necesita controlar el flujo, el trabajar a una frecuencia constante implica que a velocidades de rotación menores y por lo tanto a menores caudales existe una pérdida de energía debido a la mayor entrega de energía por segundo que la que se necesita en realidad. De esta manera se sugiere como mejora la incorporación de un variador de frecuencia (VSD) para potencia de 5 hp y con tensión nominal de trabajo de 220 V, ya que esto permitirá, al disminuir los caudales, disminuir también la frecuencia y por lo tanto disminuir el consumo eléctrico de la planta, pues la potencia entregada estará en función de la frecuencia definida por el VSD con respecto a las necesidades de flujo.

Para dar una idea del ahorro generado por el VSD, se utilizará el programa denominado ECO2.0, el cual es un software de evaluación de ahorro de energía para aplicaciones de ventilación y bombeo y que pertenece a la empresa SCHNEIDER – ELECTRIC.

La figura 3.9 muestra el ahorro anual en kWh utilizando un sistema de variación de frecuencia. Se observa que para un motor de 5 hp con eficiencia IE3, el modelo de variador de velocidad sugerido por la empresa SCHNEIDER – ELECTRIC es el ATV61HU40M3, el cual produce un ahorro anual de energía de 1712 kWh, que al costo de 10 centavos de dólar el kWh produce un ahorro anual de 171.2 USD, y que al ser usados en las 4 líneas representa un ahorro de 685 USD, que se suman a lo anteriormente logrado con los motores consiguiendo un ahorro total de 3042 USD por año.

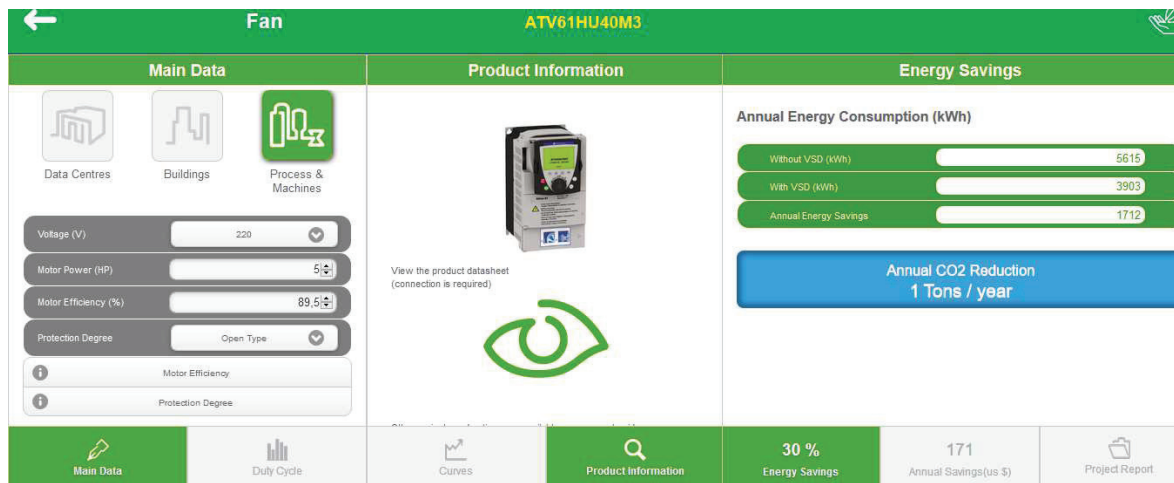


Figura 3.9. Programa Eco 2.0 para selección de variador de frecuencia.

(Fuente: Schneider – Electric, Software ECO2.0)

La tabla 3.5 muestra de forma sistematizada los ahorros alcanzados luego de haber implementado las mejoras en comparación con la situación actual.

Tabla 3.5. Consumo eléctrico y ahorro anual con mejoras propuestas en INDIMA S.A.

INDIMA S.A.: ANÁLISIS DEL CONSUMO ELÉCTRICO Y EL AHORRO ANUAL CON MEJORAS PROPUESTAS EN EL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE GASES DE SOLDADURA						
Descripción	Cant.	Consumo actual [kWh]	Consumo mejorado [kWh]	Tipo de mejora	Ahorro energía [kWh]	Ahorro económico [USD]
Consumo motor	4	58240	34672	Cambio de potencia y mejora de eficiencia a IE3	23568	2357,00
Variador de frecuencia	4	--	--	Cambio de sistema mecánico de transmisión por VSD	6848	684,80
Ahorro total					30416	3041,80

(Fuente: Elaboración autores)

3.2.2. Cálculo de la productividad con mejoras propuestas

De lo indicado en el apartado 3.2.1.1., el cambio de motor propuesto para el sistema de extracción de gases de soldadura, generaría un ahorro anual de 5892 kWh. Además, la incorporación de un variador de frecuencia para la regulación de velocidad de dicho motor, generaría un ahorro anual de 1712 kWh; por consiguiente, considerando que el sistema de extracción de gases de soldadura cuenta con cuatro motores eléctricos (ver figura 2.3), la proyección mensual de ahorro de energía ascendería a 1964 kWh y 571 kWh, correspondientes al cambio de motor e implementación del VSD, respectivamente.

Utilizando los datos presentados en el párrafo anterior, en la tabla 3.6 se muestra la proyección de productividad de la planta al implementar las mejoras propuestas.

Tabla 3.6. Cálculo de la productividad con mejoras propuestas en la planta de INDIMA S.A., primer semestre 2016.

INDIMA S.A.: CONSUMO ELECTRICO 2016 CON AHORROS PROPUESTOS						
MES	SUMA TOTAL PLANILLA ELECTRICA [kWh]	AHORRO 1 CAMBIO MOTOR [kWh]	AHORRO 2 VSD [kWh]	CONSUMO (A) ENERGÍA [kWh]	PRODUCCIÓN (B) UNIDADES PRODUCIDAS [u]	PRODUCTIVIDAD Indicador actualizado (B)/(A) [u/kWh]
ENERO	10650	1964	571	8115	5288	0,65
FEBRERO	14942	1964	571	12407	7364	0,59
MARZO	11416	1964	571	8881	5135	0,58
ABRIL	12369	1964	571	9834	5678	0,58
MAYO	15209	1964	571	12674	6919	0,55
JUNIO	14447	1964	571	11912	6719	0,56

(Fuente: Elaboración autores)

La tabla 3.7 sintetiza los resultados mostrando un comparativo entre la productividad original y la productividad actualizada, la cual se obtendría con las mejoras propuestas. Adicionalmente, la figura 3.10 muestra el comportamiento de la productividad para los escenarios original y mejorado.

Tabla 3.7. Comparación entre productividad original y productividad mejorada en la planta de INDIMA S.A., primer semestre 2016.

INDIMA S.A.: COMPARATIVO PRODUCTIVIDAD DE LA PLANTA PRIMER SEMESTRE 2016			
	PRODUCTIVIDAD ORIGINAL	PRODUCTIVIDAD MEJORADA	INCREMENTO PRODUCTIVIDAD
MES	Indicador original [u/kWh]	Indicador actualizado [u/kWh]	(%)
ENERO	0,50	0,65	30%
FEBRERO	0,49	0,59	21%
MARZO	0,45	0,58	28%
ABRIL	0,46	0,58	26%
MAYO	0,45	0,55	21%
JUNIO	0,47	0,56	20%

(Fuente: Elaboración autores)

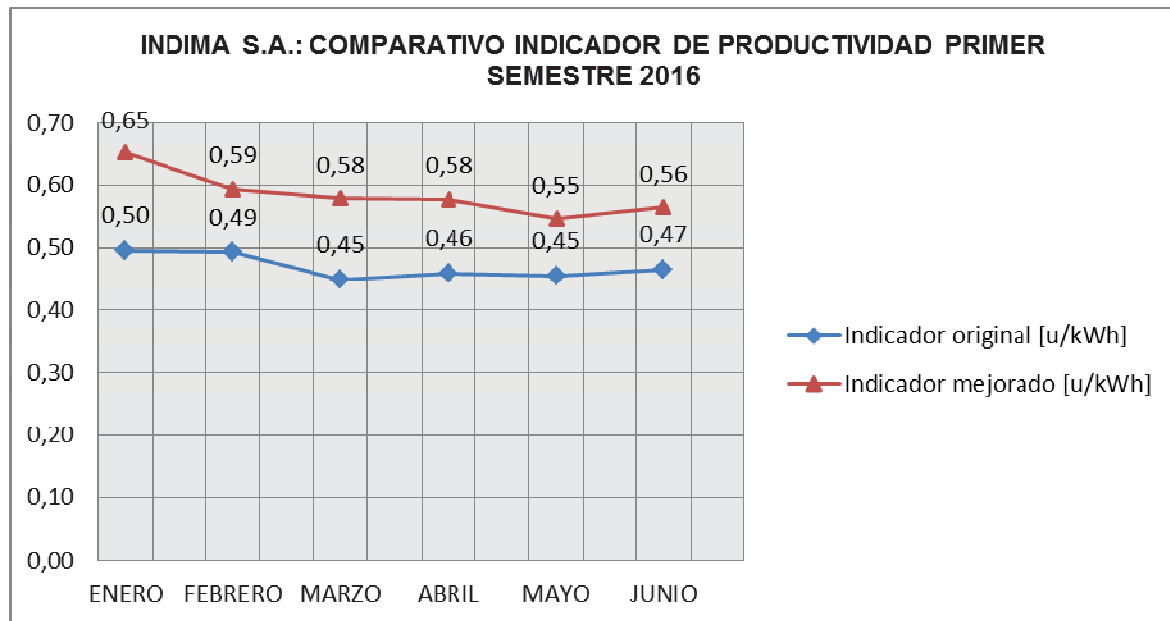


Figura 3.10. Comparativo indicador de productividad original y mejorado de INDIMA S.A., primer semestre 2016.

(Fuente: Elaboración autores)

Con la implementación de las propuestas de mejora presentadas, la productividad de la planta podría alcanzar un importante incremento promedio de 24,47%, con respecto a la productividad real que se obtuvo en el período correspondiente al primer semestre de 2016, lo cual permite establecer que los procesos manejados de manera eficiente

aumentan considerablemente la productividad de la planta, validando de esta manera la hipótesis planteada al inicio del presente estudio.

Esto también ha permitido contestar la pregunta de investigación, de tal manera que se puede establecer que efectivamente la implementación de programas de eficiencia energética y programas de mantenimiento permiten incrementar de forma significativa la productividad de una empresa metalmecánica mediana.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La productividad de la planta con las propuestas de mejora realizadas podría haber llegado a incrementarse de manera considerable hasta alcanzar un 24,47% en el primer semestre de 2016, lo cual permite establecer que los procesos manejados de manera eficiente en el área energética aumentan las productividades de la planta.
- La auditoría energética permite transparentar el consumo real de energía que realiza la planta; además permite identificar los mayores consumidores energéticos, a nivel de áreas de trabajo y equipos. De esta manera, la figura 2.9 permitió observar que el mayor consumo se realizó en el área de soldadura, la cual tiene un consumo mensual de 4938 kWh. Una vez que se optimizó el sistema motriz, el ahorro que se produce es de 2535 kWh por mes, lo que implica que esa área ahora sólo consumiría 2403 kWh; es decir, el consumo se reduce en aproximadamente un 50%.
- La norma ISO 50002 permite establecer un procedimiento estandarizado para la auditoría energética deseada, de tal manera que cubrirá todos los pasos generales a realizar por el auditor y, por lo tanto, permitirá establecer el alcance y la metodología de trabajo.
- La calidad de la energía es un factor que afecta de manera sensible la eficiencia energética en una planta industrial, de tal manera que es importante definir un calendario anual de mediciones de calidad de la energía en la alimentación de la planta.
- El factor de potencia de la planta en operación continua es muy bajo, pues fluctúa entre 0,749 y 0,844 lo que implica que se requiere con urgencia la instalación de un banco de capacitores para la corrección del factor de potencia.
- El cambio hacia motores de mayor eficiencia tales como los motores de norma IE3 o NEMA Premium, es imperativo para la mejora de la eficiencia energética de la empresa. El respectivo análisis de flujo de efectivo en los equipos permitirá concluir si la inversión en este tipo de motores es justificable. Para este caso, al tener un período de amortización de capital de 3 años considerando una vida útil de 10 años, se justifica plenamente.
- El uso de variadores de frecuencia es de extrema importancia en los sistemas motrices de carga variable, tales como bombas y ventiladores, pues al ser la potencia entregada proporcional al cubo de la frecuencia, en el momento que se varía la frecuencia para obtener menor velocidad la potencia entregada varía de gran manera.
- En los primeros seis meses de 2016 que se utilizaron como referencia para el estudio, la empresa INDIMA S.A. utilizó la cantidad de 79033 kWh de energía eléctrica; sin

embargo, si hubiese tenido un sistema más eficiente en los motores de extracción de gases de soldadura, acompañado de los respectivos variadores de frecuencia, hubiera consumido solo 63823 kWh, lo que significa un ahorro en términos absolutos de 15210 kWh, que representa una mejora energética en promedio de 19,2% con respecto al valor real consumido.

- El ahorro asociado con un adecuado programa de mantenimiento de motores eléctricos en un entorno industrial es significativo, pudiendo alcanzar valores que varían hasta el 30% del uso total de energía del sistema de motores. En este caso, si INDIMA S.A. no contase con un departamento de mantenimiento podría tener consumos de energía adicionales de un 30%.

Bibliografía

- OLADE, Organización Latinoamericana de Energía. (2017). *Eficiencia Energética*. Recuperado de <http://www.olade.org/sectores/eficiencia-energetica/>.
- INER, Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables del Ecuador. (2017). *Proyecto de eficiencia energética industrial en el Ecuador*. Recuperado de http://www.iner.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/06/20130606_PROYECTO-DE-EEI_UNIDO.pdf.
- Mesa, D., Ortiz, Y. y Pinzón, M. (2006). Universidad Tecnológica de Pereira. *La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento*.
- Kramer, K., Masanet, E., Xu, T. y Worrell, E. (2009). Berkeley National Laboratory. *Energy efficiency improvement and cost saving opportunities for the pulp and paper industry*.
- Pacific Gas and Electric Company. (1997). *Application note – Efficiency opportunities through motor maintenance*.
- Fleiter, T., Eichhammer, W. y Schleich, J. (2011). United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). *Energy efficiency in electric motor systems: Technical potentials and policy approaches for developing countries*.
- McCoy, G.A., Litman, T. y Douglass, J. (1993). *Energy-efficient electric motor selection handbook*. Revision 3.
- Waide, P. y Brunner, C. (2011). International Energy Agency. *Energy-efficiency policy opportunities for electric motor-driven systems*.
- Fawkes, S., Oung, K. y Thorpe, D. (2016). Copenhagen Centre on Energy Efficiency. *Best practices and case studies for industrial energy efficiency improvement – An introduction for policy makers*.
- U.S. Department of Energy. (2011). *Continuous energy improvement in motor driven systems – A guidebook for industry*.
- Australian Government – Department of resources, energy and tourism. (2011). *Energy efficiency opportunities – Assessment handbook*.
- Zelaya, M. (2015). *Manual para la preparación de auditorías energéticas y evaluación financiera de proyectos de eficiencia energética*.
- Quispe, E. (2003). Una visión integral para el uso racional de la energía en la aplicación de motores eléctricos de inducción. *Ponencia presentada en el Segundo Simposio Internacional de Energía, TECSUP, Lima, Agosto 2003*.

- Quispe, E. y Mantilla, L. (2004). *Motores Eléctricos de Alta Eficiencia: Características Electromecánicas, Ventajas y Aplicabilidad*.
- IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers. (1995). *Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality (IEEE Std. 1159-1995)*. ISBN 1-55937-549-3.
- IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers. (1993). *Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems (IEEE Std. 519-1992)*. ISBN 1-55937-239-7.
- Quispe, E. (2004). Grupo de Investigación en Energías, Departamento de Energía y Mecánica, Universidad Autónoma de Occidente. *Efectos del desbalance y los armónicos de voltaje en la operación de los motores de inducción*.
- Dangat, A.M., Kajale, P.H. y Kumar, D. (2016). *Electrical energy audit: A case study to increase energy efficiency*.
- Hidalgo, J.C. (2001). Grupo TERMOGRAM. *Análisis de las zonas de falla de motores eléctricos*.
- Bethel, N.P. (2009). PdMA Corporation. *Análisis por zonas de falla. Seis zonas de falla en la identificación de la salud del motor*.
- Prindle, W.R. (2010). ICF International. PEW Center on Global Climate Change. *Best business practices in energy efficiency*.
- Fawkes, S., Oung, K. y Thorpe, D. (2016). Copenhagen Centre on Energy Efficiency. *Best practices and case studies for industrial energy efficiency improvement*.
- Beer, J., Hemmer, F. y Falkner, H. (2013). *Report – Accelerated replacement of electric motors*.
- Serra, J. (2008). CIRCUTOR S.A. *Guía técnica de eficiencia energética eléctrica*.
- Jaramillo, J. (2013). UNIDO, Ministerio de Electricidad y Energía Renovable de Ecuador. *Proyecto de eficiencia energética industrial en Ecuador*.
- International Energy Agency. (2015). *Indicadores de eficiencia energética: Bases esenciales para el establecimiento de políticas*.
- International Chamber of Commerce, ICC Commissions on Environment and Energy. (2009). *Energy efficiency with case studies*.
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, Ministerio de Electricidad y Energía Renovable de Ecuador. (2014). *Guía práctica para la implementación de un sistema de gestión de la energía*.

- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, Ministerio de Electricidad y Energía Renovable de Ecuador. (2015). *Evaluación financiera de proyectos de eficiencia energética en el sector industrial.*
- Pacific Gas and Electric Company, Consortium for Energy Efficiency. (2011). *Motor efficiency, selection and management. A guidebook for industrial efficiency programs.*
- Barnish, T.J., Muller, M.R. y Kasten, D.J. (1997). Department of Mechanical and Aerospace Engineering. Rutgers, the State University of New Jersey. *Motor maintenance: A survey of techniques and results.*
- Instituto Nacional de Normalización – INN Chile. (2011). Norma Chilena NCh-ISO 50001 – 2011. *Sistemas de gestión de la energía – Requisitos con orientación para su uso.*
- Electroindustry Magazine, NEMA, Vol. 17 No. 1. (2010). *Reflections on energy efficient motors.*
- Fleiter, T. y Eichhammer, W. (2011). United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). *Energy efficiency in electric motor systems: Technology, saving potentials and policy options for developing countries.*
- Cowern, E. (2016). Baldor Electric Company. *Cowern Papers.*
- Estigarribia, H.R. (2004). *Armónicos en líneas de baja tensión.*

Anexos

- Anexo 1** Recopilación fotográfica de las instalaciones industriales de la empresa INDIMA S.A.
- Anexo 2** Recopilación fotográfica de mediciones en la red eléctrica de la empresa INDIMA S.A.
- Anexo 3** Layout general de las instalaciones industriales de INDIMA S.A.
- Anexo 4** Flujo de proceso para la fabricación del producto *sistema de escape SGM-308 H*.
- Anexo 5** Programa de mantenimiento de la empresa INDIMA S.A. para el año 2016.
- Anexo 6** Registro de actividades de mantenimiento de INDIMA S.A., ejecutadas en el período correspondiente al primer trimestre del año 2016.

Anexo 1: Recopilación fotográfica de las instalaciones industriales de la empresa INDIMA S.A.



Recepción de materiales



Corte de materiales



Conformado de materiales



Doblado de tubos



Soldadura de materiales



Ductos de extracción de gases de soldadura



Unidad de extracción de gases de soldadura
(Fuente: Elaboración autores)



Almacenamiento de producto terminado

Anexo 2: Recopilación fotográfica de mediciones en la red eléctrica de la empresa INDIMA S.A.



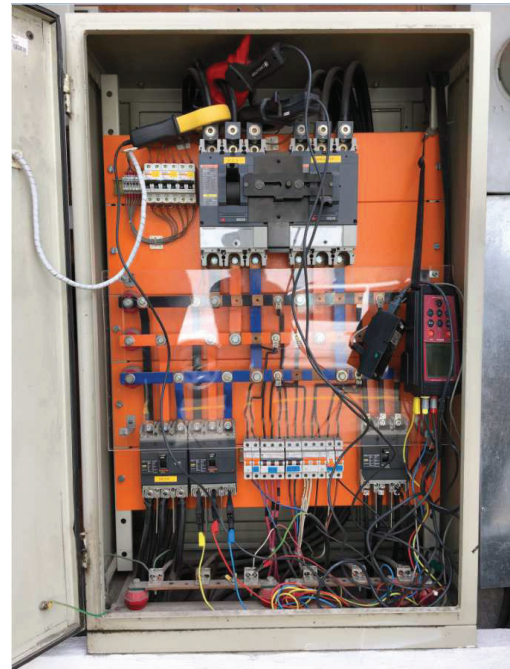
Medidor de parámetros de red eléctrica (Circutor)



Tablero principal de INDIMA S.A. (Toyota)



Preparación para mediciones en tablero principal



Conexión de medidor al tablero principal



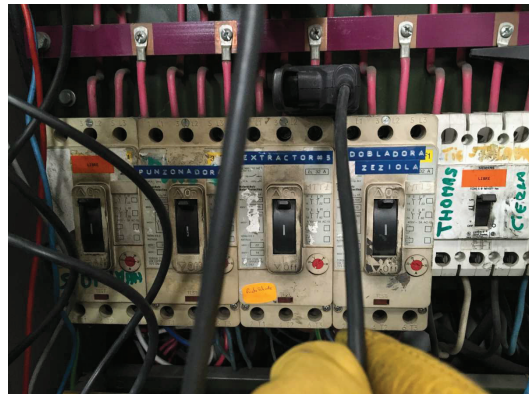
Tablero de alimentación del galpón principal



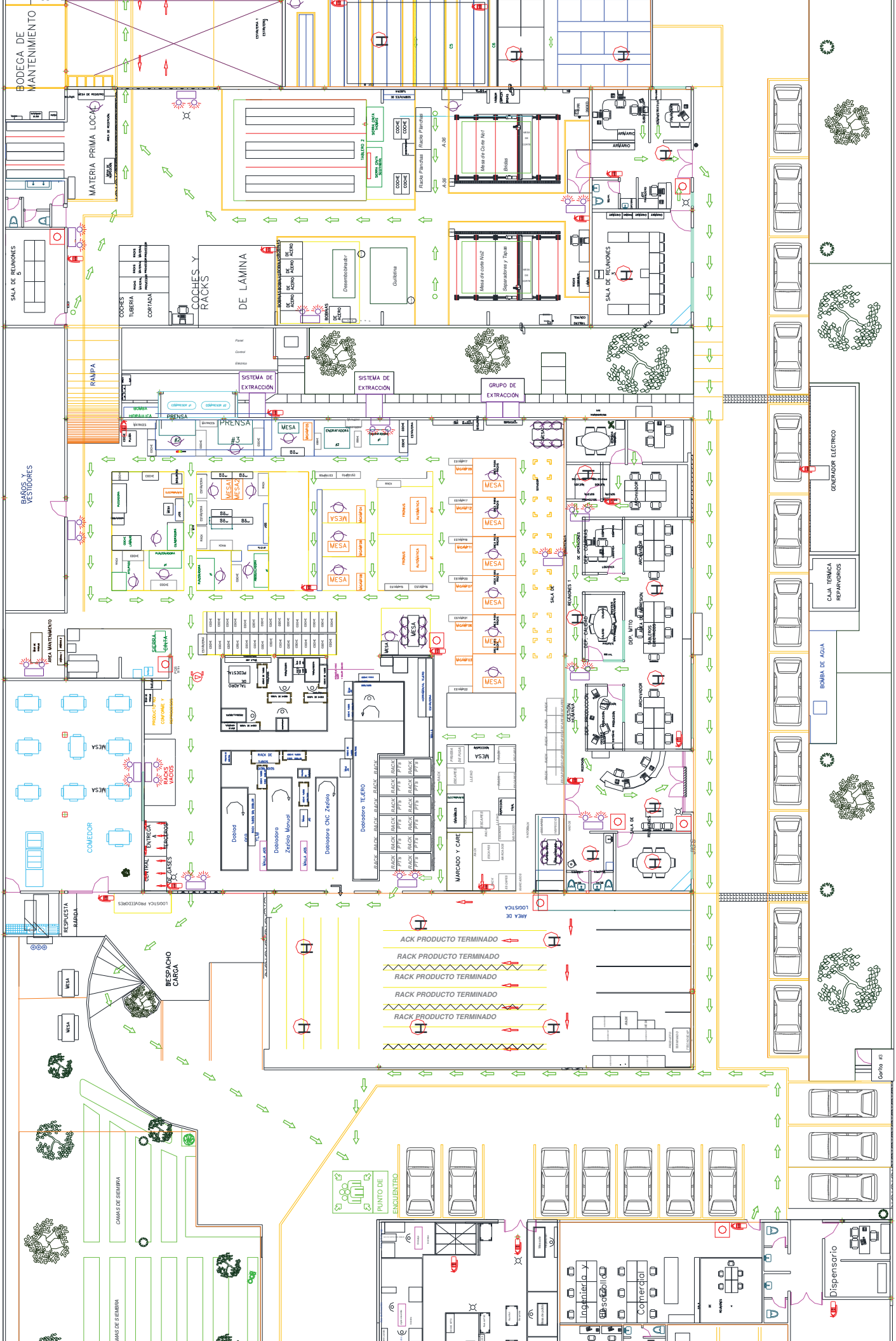
Preparación para mediciones en tablero del galpón



Conexión del medidor al sistema de extracción
(Fuente: Elaboración autores)



Alimentación eléctrica de un extractor de gases



(Fuente: Jefatura de Mantenimiento de INDIMA S.A.)

Anexo 4: Flujo de proceso para la fabricación del producto específico *sistema de escape SGM-308 H*.

FLUJO DE PROCESO SISTEMA DE ESCAPE SGM-308 H

SIMBOLOGÍA







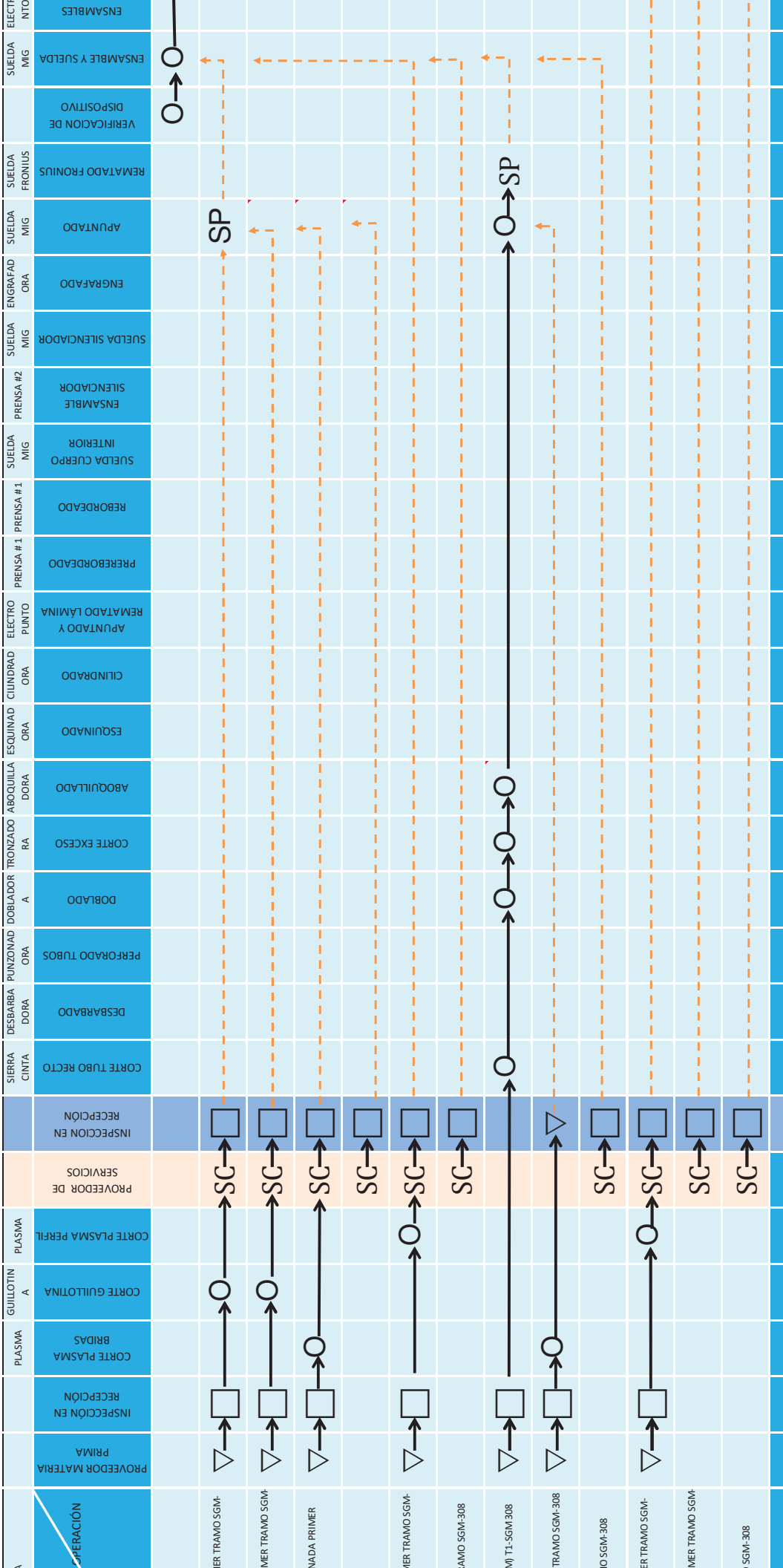
	Almacenamiento
	Inspección
	Operación
	Secuencia de Producción
	Ensamblados
SC	Producto Comprados
SP	Producto Semi Procesado
	Producto Terminado

DIAGRAMA DE FLUJO SISTEMA DE ESCAPE SGM-308 H



MAQUINAS	DURACION	FECHA	HORA	DURACION	FECHA	HORA	DURACION	FECHA	HORA	DURACION	FECHA	HORA
reueba de fugas 1	1 HORA	Lun 12/01/2016		1 HORA	Lun 02/03/2016		1 HORA	Lun 04/05/2016		1 HORA	Lun 04/05/2016	
reueba de fugas 2					Lun 02/02/2016			Mie 01/04/2016				
ILIOS AUTOMATICA 1				2 HORAS	Lun 02/02/2016		2 HORAS	Mie 01/04/2016				
FRONIUS 2				1 HORA	Lun 02/02/2016		1 HORA	Jue 02/04/2016				
ARCADOR LÁSER								Jue 02/04/2016				
ROPERCUSOR							1 HORA	Mar 01/04/2016				
GRAFADORA 1 (*)	2 HORAS	Mar 13/01/2016		2 HORAS	Mar 03/03/2016		2 HORAS	Lun 06/04/2016		2 HORAS	Lun 04/05/2016	
FRONIUS 14				1 HORA	Mar 03/02/2016		1 HORA	Lun 06/04/2016				
Generador							1 HORA	Mar 03/03/2016				
ONTOR DE GASES 1 (*)				3 HORAS	Sab 07/02/2016		3 HORAS	Sab 11/04/2016		3 HORAS	Sab 11/04/2016	
ONTOR DE GASES 2 y 3 (*)				3 HORAS	Sab 07/02/2016		3 HORAS	Sab 11/04/2016		3 HORAS	Sab 11/04/2016	
ONTOR DE GASES 4 y 5 (*)				3 HORAS	Sab 07/02/2016		3 HORAS	Sab 11/04/2016		3 HORAS	Sab 11/04/2016	
adora Orbital 1 y 2	1.5 HORAS	Mie 14/01/2016					1.5 HORAS	Mie 08/04/2016		1.5 HORAS	Mie 08/04/2016	
ta de agua electropunto	1 HORAS	Mie 14/01/2016		1 HORA	Mie 04/03/2016		1 HORA	Mie 05/05/2016		1 HORAS	Mar 05/05/2016	
CILINDRADORA	1.5 HORAS	Mie 14/01/2016					1.5 HORAS	Mie 04/03/2016		1.5 HORAS	Mar 05/05/2016	
QUILLADORA # 02 (*)				1.5 HORA	Mie 04/02/2016		1.5 HORA	Mie 08/04/2016		1.5 HORA	Mie 08/04/2016	
ELECTROPUNTO 1	1.5 HORAS	Jue 15/01/2016					1.5 HORAS	Jue 05/03/2016		1.5 HORAS	Mie 06/05/2016	
ONZONADORA 1 (*)	2 HORAS	Jue 15/01/2016		2 HORAS	Mie 04/02/2016		2 HORAS	Jue 09/04/2016		2 HORAS	Mie 06/05/2016	
FRONIUS 3				1 HORA	Jue 05/02/2016		1 HORA	Jue 09/04/2016		1 HORA	Jue 09/04/2016	
OTINA HIDRAULICA (*)	2 HORAS	Vie 16/01/2016		2 HORAS	Vie 06/03/2016		2 HORAS	Vie 07/05/2016		2 HORAS	Jue 07/05/2016	
MEMBINADOR (*)				1 HORA	Jue 05/02/2016		1 HORA	Jue 07/05/2016		1 HORA	Jue 07/05/2016	
ENTE GRUA 1, 2, 3, 4				4 HORAS	Sab 21/02/2016		4 HORAS	Vie 10/04/2016		4 HORAS	Vie 10/04/2016	
ONZADORA #2 (*)	1.5 HORAS	Lun 19/01/2016		1.5 HORAS	Lun 09/03/2016		1.5 HORAS	Lun 09/03/2016		1.5 HORAS	Vie 08/05/2016	
ELECTROPUNTO 2	2 HORAS	Lun 19/01/2016		2 HORAS	Lun 09/03/2016		2 HORAS	Lun 09/03/2016		2 HORAS	Vie 08/05/2016	

BARRAFADORA 2 (*)	2 HORAS	Mar 20/01/2016	Vie 06/02/2016	2 HORAS	Mar 10/03/2016	2 HORAS	Lun 13/04/2016	2 HORAS	Lun 11/05/2016
FRONIUS 5	1 HORA		Vie 06/02/2016	1 HORA		1 HORA	Lun 13/04/2016		
ORA DE TUBOS ML-100	1,5 HORAS	Mar 20/01/2016			Mar 10/03/2016	1,5 HORAS		1,5 HORAS	Mar 12/05/2016
AMOLADORA NEUMATICA	1 HORA		Lun 09/02/2016	1 HORA				1 HORA	Mar 12/05/2016
SBARBADORA #1	1 HORA	Mie 21/01/2016					Mar 14/04/2016		
SBARBADORA #2	1 HORA	Jue 22/01/2016	Lun 09/02/2016	1 HORA				1 HORA	Mie 13/05/2016
MATRACA	1 HORA				Mie 11/03/2016	1 HORA		1 HORA	Mie 13/05/2016
ANTACARGA 3 TON			Mar 10/02/2016	2 HORAS				2 HORAS	Jue 14/05/2016
COCHE PLUMA	1 HORA	Jue 22/01/2016							
PRESOR tornillo 3 (*)			Mar 10/02/2016	2 HORAS					
QUILLADORA # 01 (*)			Mie 11/02/2016	1 HORA			Mar 14/04/2016		
PLEGADORA	1 HORA		Mie 11/02/2016	1 HORA				1 HORA	Jue 14/05/2016
SA HIDRAULICA 2 (*)			Jue 12/02/2016	1,5 HORAS			Mie 15/04/2016		
SA HIDRAULICA 3 (*)	1,5 HORAS	Vie 23/01/2016			Jue 12/03/2016	1,5 HORAS		1,5 HORAS	Vie 15/05/2016
ESQUINADORA			Jue 12/02/2016	1 HORA			Mie 15/04/2016		
FRONIUS 6	1 HORA	Vie 23/01/2016			Vie 13/03/2016	1 HORA		1 HORA	Lun 18/05/2016
ALANZA DIGITAL			Jue 12/02/2016	1 HORA				1 HORA	Lun 18/05/2016
OMBA DE AGUA			Vie 13/02/2016	1 HORA				2 HORAS	Mar 19/05/2016
UNZONADORA 2			Vie 13/02/2016	1,5 HORAS			Jue 16/04/2016		
FRONIUS 7			Vie 13/02/2016	1 HORA			Jue 16/04/2016		
ADORA TEJERO (*)			Mie 18/02/2016	2 HORAS			Vie 17/04/2016		
BLADORA YLM (*)			Mie 18/02/2016	1,5 HORAS			Vie 17/04/2016		

INDIMA S.A., primer semestre 2016 (continuación).

BARRAFADORA 2 (*)	2 HORAS	Vie 10/07/2016	2 HORAS	Jue 13/08/2016	Lun 14/09/2016	2 HORAS	Jue 15/10/2016	2 HORAS	Jue 12/11/2016
FRONIUS 5									
ORA DE TUBOS ML-100	1.5 HORAS	Lun 13/07/2016	1 HORA	Vie 14/08/2016	Mar 15/09/2016	1.5 HORAS	Jue 15/10/2016	1.5 HORAS	Vie 13/11/2016
AMOLADORA NEUMATICA			1 HORA	Lun 17/08/2016				1 HORA	Vie 13/11/2016
SBARBADORA #1	1 HORA	Mar 14/07/2016					Vie 16/10/2016		
SBARBADORA #2			1 HORA	Lun 17/08/2016					Lun 16/11/2016
MATRACA	1 HORA	Mie 15/07/2016			Jue 10/09/2016	1 HORA			Lun 16/11/2016
PANTACARGA 3 TON			2 HORAS	Mar 18/08/2016					Mar 17/11/2016
COCHE PLUMA									
PRESOR tornillo 3 (*)							Vie 16/10/2016	1 HORA	
QUILLADORA # 01 (*)			1 HORA	Mar 18/08/2016			Lun 19/10/2016	1 HORA	
PLEGADORA			1 HORA	Mie 19/08/2016					Mie 18/11/2016
SA HIDRAULICA 2 (*)			1.5 HORAS	Mie 19/08/2016			Lun 19/10/2016	1.5 HORAS	
SA HIDRAULICA 3 (*)	1.5 HORAS	Jue 16/07/2016			Jue 10/09/2016	1.5 HORAS			Mie 18/11/2016
ESQUINADORA			1 HORA	Jue 20/08/2016			Mar 20/10/2016	1 HORA	
FRONIUS 6	1 HORA	Vie 17/07/2016			Vie 11/09/2016	1 HORA			Jue 19/11/2016
ALANZA DIGITAL			1 HORA	Jue 20/08/2016					Jue 19/11/2016
OMBA DE AGUA			1 HORAS	Vie 21/08/2016					Vie 20/11/2016
UNZONADORA 2			1.5 HORAS	Vie 21/08/2016			Mie 21/10/2016	1.5 HORAS	
FRONIUS 7			1 HORA	Lun 24/08/2016			Mie 21/10/2016	1 HORA	
ADORA TEJERO (*)			2 HORAS	Lun 24/08/2016			Jue 22/10/2016	2 HORAS	
BLADORA YLM (*)			1.5 HORAS	Mar 25/08/2016			Jue 22/10/2016	1.5 HORAS	

INDIMA S.A., segundo semestre 2016 (continuación).

FRONIUS 8			Mar 25/08/2016				1 HORA	1 HORA	Vie 23/10/2016				
FRONIUS 9			Mie 26/08/2016				1 HORA	1 HORA	Vie 23/10/2016				
IUS AUTOMATICA 10	2 HORAS	Lun 20/07/2016			Lun 14/09/2016							2 HORAS	Lun 23/11/2016
FRONIUS 11	1 HORA	Lun 20/07/2016			Mar 15/09/2016		1 HORA	1 HORA				1 HORA	Lun 23/11/2016
CINTA DESARROLLO (*)			Mie 26/08/2016				1 HORA	1 HORA	Lun 26/10/2016				
CINTA SCOTCHMAN (*)	1,5 horas	Mar 21/07/2016			Mie 16/09/2016		1,5 horas	1,5 HORAS				1,5 horas	Mar 24/11/2016
DRO FRESADOR (*)			Jue 27/08/2016				1,5 HORAS	1,5 HORAS	Lun 26/10/2016				
ADORA ZEZIOLA 1 (*)			Jue 27/08/2016				2 HORAS	2 HORAS	Mar 27/10/2016				
FRONIUS 12	1 HORA	Mie 22/07/2016			Jue 17/09/2016		1 HORA	1 HORA				1 HORA	Mie 25/11/2016
TRONZADORA 1			Vie 28/08/2016				1,5 HORAS	1,5 HORAS	Mar 27/10/2016				
RA CINTA THOMAS (*)	1,5 horas	Jue 23/07/2016			Vie 18/09/2016		1,5 horas	1,5 HORAS				1,5 horas	Jue 26/11/2016
FRONIUS automatica 13	1 HORA	Vie 24/07/2016			Lun 21/09/2016		1 HORA	1 HORA	Jue 29/10/2016			1 HORA	Jue 26/11/2016
DORA ZEZIOLA CNC (*)	2 HORAS	Lun 27/07/2016			Mar 22/09/2016		2 HORAS	2 HORAS				2 HORAS	Vie 27/11/2016
JT (SACA GOLPES)			Vie 28/08/2016				1 HORA	1 HORA					
FRONIUS 15 MITTO			Lun 31/08/2016				1 HORA	1 HORA	Mie 28/10/2016				
MESA PLASMA 1	2 HORAS	Mar 28/07/2016					2 HORAS	2 HORAS	Jue 29/10/2016				
MESA PLASMA 2			Lun 31/08/2016				2 HORAS	2 HORAS				2 HORAS	Vie 27/11/2016
ELECTRICO 1 2 3 4 5 (*)													
A DE LOS FILTROS DEL ACTADOR DE PLASMA	1 HORA	Lun 7/07/2016 Lun 14/07/2016	Lun 21/07/2016 Lun 28/07/2016	Lun 05/08/2016 Lun 12/08/2016	Lun 15/09/2016 Lun 22/09/2016	Lun 21/10/2016 Lun 28/10/2016	1 HORAS	1 HORAS	Lun 7/10/2016 Lun 14/10/2016		1 HORAS	1 HORAS	Lun 3/11/2016 Lun 10/11/2016
OS FILTROS DE AIRE DE LOS COMPRESORES	1 HORA	Lun 7/07/2016 Lun 14/07/2016	Lun 21/07/2016 Lun 28/07/2016	Lun 05/08/2016 Lun 12/08/2016	Lun 15/09/2016 Lun 22/09/2016	Lun 21/10/2016 Lun 28/10/2016	1 HORAS	1 HORAS	Lun 7/10/2016 Lun 14/10/2016		1 HORAS	1 HORAS	Lun 3/11/2016 Lun 10/11/2016
N DEL NIVEL DE TALADRINA N LAS MAQUINAS	0,5 HORAS	Lun 7/07/2016 Lun 14/07/2016	Lun 21/07/2016 Lun 28/07/2016	Lun 05/08/2016 Lun 12/08/2016	Lun 15/09/2016 Lun 22/09/2016	Lun 21/10/2016 Lun 28/10/2016	0,5 HORAS	0,5 HORAS	Lun 7/10/2016 Lun 14/10/2016		0,5 HORAS	0,5 HORAS	Lun 3/11/2016 Lun 10/11/2016
OL DE FUGAS DE AIRE	0,5 HORAS	Lun 7/07/2016 Lun 14/07/2016	Lun 21/07/2016 Lun 28/07/2016	Lun 05/08/2016 Lun 12/08/2016	Lun 15/09/2016 Lun 22/09/2016	Lun 21/10/2016 Lun 28/10/2016	0,5 HORAS	0,5 HORAS	Lun 7/10/2016 Lun 14/10/2016		0,5 HORAS	0,5 HORAS	Lun 3/11/2016 Lun 10/11/2016
OL DE FUGAS DE GAS	0,5 HORAS	Lun 7/07/2016 Lun 14/07/2016	Lun 21/07/2016 Lun 28/07/2016	Lun 05/08/2016 Lun 12/08/2016	Lun 15/09/2016 Lun 22/09/2016	Lun 21/10/2016 Lun 28/10/2016	0,5 HORAS	0,5 HORAS	Lun 7/10/2016 Lun 14/10/2016		0,5 HORAS	0,5 HORAS	Lun 3/11/2016 Lun 10/11/2016
MPARAS DE EMERGENCIA							1 HORA	1 HORA	Jue 09/10/2016				
DETECTORES DE HUMO							1 HORA	1 HORA	Jue 09/10/2016				

ENERO 2016

Fecha Fin	Área	Tipo Mantenimiento	Máquina	Tiempo Horas	Tiempo en minutos	Para Producción	Afecto Calibración	Conformidad del Trabajo	Responsable del mtto	Tipo Problema	Observación / Descripción
5-ene-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 8	0,67	40	No	No	Si	José Charanchi	Eléctrico	LUCES DESCONECTADAS
5-ene-16	C	Preventivo	Plasma #1	1,00	60	No	No	Si	José Charanchi		DUCTO DEL EXTRACTOR ROTO
5-ene-16	T	Preventivo	Spoter Sacra Golpes	0,33	20	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Eléctrico	SE CONECTA EL ENCHUFE EN LA N
5-ene-16	T	Preventivo	Punzonadora # 1	0,33	20	No	No	Si	José Charanchi	Mecánico	ROTO PERNO DEL PORTA MATRIZ
6-ene-16	C	Preventivo	Sierra Cinta Scotchman	0,25	15	No	No	Si	Diego Ushiña		SE COMPLETA NIVEL DE TALADRI
7-ene-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 12	0,50	30	No	No	Si	José Charanchi	Electrónico	TARIETA DE CONTROL EN MAL ES
7-ene-16	SI	Preventivo	Cilindrador	0,42	25	No	No	Si	José Charanchi	Mecánico	ROTO CADENA DE LA CILINDRADO
7-ene-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 9	1,00	60	No	No	Si	Diego Ushiña	Eléctrico	CABLE DEL SWITCH ROTO
7-ene-16	T	Preventivo	Dobladora Zeziola CNC	0,25	15	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Eléctrico	SENSOR DE CURVADO DESCALIBR
7-ene-16	T	Preventivo	Dobladora Zeziola CNC	2,00	120	No	No	Si	Jonathan Samaniego		EJE PORTA TORPEDO ROTO
7-ene-16	SI	Correctivo	Engrafadora # 2	0,33	20	Si	No	Si	Jonathan Samaniego	Eléctrico	CABLE DEL FRENO ROTO
8-ene-16	V	Preventivo	Varios	0,50	30	No	No	Si	Jonathan Samaniego		LA COMPUERTA DE LA FOSA ESTA VISAGRA
7-ene-16	V	Preventivo	Herramientas Manuales	0,47	28	No	No	Si	Diego Ushiña		SWITCH DE ENCENDIDO SUELTO I
8-ene-16	T	Preventivo	Dobladora Tejero	0,17	10	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Eléctrico	NO SENS EL SENSOR DEL EJE Z
8-ene-16	T	Preventivo	Punzonadora # 1	0,67	40	No	No	Si	Diego Ushiña	Mecánico	PERNO DEL FRENO ROTO
9-ene-16	C	Preventivo	Sierra Cinta Thomas	1,50	90	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Hidráulico	BOMBA DE LA TALADRI NA SE QUE
9-ene-16	T	Preventivo	Tronzadora Scotchman # 1	0,50	30	No	No	Si	José Charanchi	Eléctrico	FIN DE CARRERA DEL CILINDRO NI FUNCIONA
9-ene-16	SI	Preventivo	Cilindrador	1,00	60	No	No	Si	José Charanchi	Mecánico	SE RECTIFICA LOS RODILLOS DE LA CILINDRADORA
9-ene-16	V	Preventivo	Herramientas Manuales	0,50	30	No	No	Si	José Charanchi		CABLE DE ALIMENTACION ROTO
12-ene-16	C	Preventivo	Sierra Cinta Thomas	0,25	15	No	No	Si	Jonathan Samaniego		SE COMPLETA TALADRI NA
12-ene-16	SI	Correctivo	Engrafadora # 2	0,75	45	Si	No	Si	Jonathan Samaniego	Mecánico	ROTO PERNO BOCIN
12-ene-16	V	Preventivo	Varios	0,50	30	No	No	Si	Jonathan Samaniego		CABLE DEL TOMACORRIENTE SAF
12-ene-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 1	0,33	20	No	No	Si	José Charanchi	Mecánico	BRAZO SUPERIOR AISLADO PERNO RULINA
13-ene-16	SI	Preventivo	Cilindrador	0,75	45	No	No	Si	José Charanchi		
14-ene-16	C	Preventivo	Matraca	1,00	60	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Eléctrico	PARO DE EMERGENCIA ROTO
16-ene-16	IF	Correctivo	Marcador Láser	1280,00	76800,00	Si	No	Si	José Charanchi	Electrónico	SE CAMBIA EL CABEZAL DE LA MA SE PROGRAMA CON NUEVOS PAR
16-ene-16	C	Preventivo	Sierra Cinta Scotchman	0,17	10	No	No	Si	José Charanchi		TALADRI NA EN LA MAQUINA
16-ene-16	SI	Preventivo	Prensa Hidráulica # 2	0,33	20	No	No	Si	José Charanchi	Mecánico	PERNOS DEL FIN DE CARRERA ROTO

Reporte de Mantenimiento y Reparaciones - Q1 2024									
ID	Fecha	Categoría	Descripción	Estado	Urgencia	Horas	Costo	Técnico	Resultado
16-001	2024-01-15	Preventivo	Prueba De Fugas 1	No	60	1,00	No	Diego Ushiña	MITO PREVENTIVO
16-002	2024-01-16	Preventivo	Engrafadora # 1	No	60	1,00	No	Jonathan Samaniego	MITO PREVENTIVO
16-003	2024-01-16	Preventivo	Herramientas Manuales	No	90	1,50	No	Diego Ushiña	MITO PREVENTIVO
16-004	2024-01-16	Preventivo	Bomba De Agua	No	30	0,50	No	Diego Ushiña	MITO PREVENTIVO
16-005	2024-01-16	Preventivo	Cilindradora	No	60	1,00	No	Jonathan Samaniego	MITO PREVENTIVO
16-006	2024-01-16	Preventivo	Electropunto # 1	No	60	1,00	No	Diego Ushiña	MITO PREVENTIVO
16-007	2024-01-16	Preventivo	Punzadora # 1	No	45	0,75	No	Diego Ushiña	MITO PREVENTIVO
16-008	2024-01-16	Preventivo	Guillotina Hidraulica	No	60	1,00	No	José Charanchi	MITO PREVENTIVO
16-009	2024-01-16	Preventivo	Tronzadora Scotchman # 2	No	60	1,00	No	Jonathan Samaniego	MITO PREVENTIVO
16-010	2024-01-16	Preventivo	Electropunto # 2	No	60	1,00	No	Diego Ushiña	MITO PREVENTIVO
16-011	2024-01-16	Preventivo	Engrafadora # 2	No	120	2,00	No	Jonathan Samaniego	MITO PREVENTIVO
16-012	2024-01-16	Preventivo	Pulidora ML100	No	60	1,00	No	Diego Ushiña	MITO PREVENTIVO
16-013	2024-01-16	Preventivo	Desbarbadora 1	No	60	1,00	No	Diego Ushiña	MITO PREVENTIVO
16-014	2024-01-16	Preventivo	Matraca	No	60	1,00	No	Diego Ushiña	MITO PREVENTIVO
16-015	2024-01-16	Preventivo	Coche Pluma	No	60	1,00	No	Jonathan Samaniego	MITO PREVENTIVO
16-016	2024-01-16	Preventivo	Prensa Hidráulica # 3	No	60	1,00	No	Jonathan Samaniego	MITO PREVENTIVO
16-017	2024-01-16	Preventivo	Mig Fronius # 6	No	60	1,00	No	Diego Ushiña	MITO PREVENTIVO
16-018	2024-01-16	Preventivo	Dobladora Tejero	No	120	2,00	No	José Charanchi	MITO PREVENTIVO
16-019	2024-01-16	Preventivo	Racks De Producto Terminado	No	45	0,75	No	Diego Ushiña	RACK DESOLDADO
16-020	2024-02-04	Preventivo	Mig Fronius # 9	No	45	0,75	No	Diego Ushiña	SE LIBRA DE CARGA ESTATICA LA DE CONTROL
16-021	2024-01-16	Preventivo	Puente Grúa # 2	No	25	0,42	No	Diego Ushiña	SE DESACRILLA EL PUENTE GRUA
16-022	2024-01-16	Preventivo	Puente Grúa # 3	No	180	3,00	No	Jonathan Samaniego	SE DESACRILLA EL PUENTE GRUA
16-023	2024-01-16	Preventivo	Mig Fronius # 10	No	60	1,00	No	José Charanchi	MICROSWITCH DE FIN DE CARRERA FALLAS
16-024	2024-01-16	Preventivo	Sierra Cinta Thomas	No	30	0,50	No	Jonathan Samaniego	MICROSWITCH ROTO
16-025	2024-01-16	Correctivo	Engrafadora # 2	Si	40	0,67	Si	Jonathan Samaniego	EJE PORTA RULINA INFERIOR ROTO
16-026	2024-01-16	Preventivo	Tronzadora Scotchman # 1	No	20	0,33	No	Diego Ushiña	ROTO MICROSWITCH DE FIN DE CARRERA
16-027	2024-01-16	Preventivo	Racks De Producto En Proceso	No	30	0,50	N/A	José Charanchi	CAMBIO DE GARRUCHAS DE LOS
16-028	2024-01-16	Preventivo	Racks De Producto En Proceso	No	20	0,33	N/A	José Charanchi	CAMBIO DE GARRUCHAS DE LOS
16-029	2024-01-16	Preventivo	Racks De Producto En Proceso	No	40	0,67	N/A	Diego Ushiña	CAMBIO DE GARRUCHAS DE LOS
16-030	2024-01-16	Correctivo	Sierra Cinta Scotchman	Si	45	0,75	Si	Jonathan Samaniego	ROTO VASTAGO DEL CILINDRO HI
16-031	2024-01-16	Preventivo	Dobladora Tejero	No	30	0,50	No	Jonathan Samaniego	GUIA DE LA MATRIZ PORTA MOR
16-032	2024-01-16	Preventivo	Dobladora Zeziola CNC	No	5	0,08	No	José Charanchi	SE MANDA AREPARA EL EJE PORT TORPEDO
16-033	2024-01-16	Preventivo	Varios	No	20	0,33	No	Diego Ushiña	SE REMUEDE EL CILINDRO DE CU
16-034	2024-01-16	Correctivo	Sierra Cinta Scotchman	Si	40	0,67	Si	Diego Ushiña	BOMBA DE LA TALADRINA QUEM
16-035	2024-01-16	Preventivo	Engrafadora # 2	No	30	0,50	No	Diego Ushiña	PERNO PORTA RULINA INFERIOR ROTO
16-036	2024-01-16	Preventivo	Barroladora	No	35	0,58	No	Diego Ushiña	ROTO EL ESLAVON DE LA CADENA
16-037	2024-01-16	Preventivo	Puente Grúa # 2	No	20	0,33	No	Diego Ushiña	SE DESACRILLA EL PUENTE GRUA
16-038	2024-01-16	Preventivo	Racks De Producto Terminado	No	40	0,67	No	Jonathan Samaniego	SE REPARA PUERTA DEL RACK DE

-16	30-ene-16	V	Preventivo	Varios	0,33	20	No	No	Si	José Charanchi	PARA QUE NO SALPIQUE LA TALLA MOJE EL PISO
-----	-----------	---	------------	--------	------	----	----	----	----	----------------	--

de mantenimiento de INDIMA S.A., Enero de 2016.

mimiento de INDIMA S.A.)

Fecha Inicio	Fecha Fin	Área	Tipo Mantenimiento	Máquina	Tiempo Horas	Tiempo en minutos	Para Producción	Afecto Calibración	Conformidad del Trabajo	Responsable del mtto	Tipo Problema	Observación / Descripción
15-feb-16	2-feb-16	T	Preventivo	Dobladora Tejero	0,17	10,00	No	No	Si	José Charanchi		SE REvisa EL EJE GUIJA DEL CILINDRO MANDRIL
15-feb-16	2-feb-16	T	Preventivo	Punzonadora # 1	0,50	30,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Mecánico	MAL CALIBRADO EL FRENO DE LA
15-feb-16	2-feb-16	V	Preventivo	Herramientas Manuales	4,00	240,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego		CARBONES DE LA MAQUINA DESS
15-feb-16	5-feb-16	T	Preventivo	Dobladora Tejero	0,25	15,00	No	No	Si	José Charanchi	Electrónico	DRIVER DE CONTROL DE CARROS ARRANCA
15-feb-16	3-feb-16	IF	Preventivo	Prueba De Fugas 1	4,00	240,00	No	No	Si	Diego Ushiña	Electrónico	CONTACTO DE LA SALIDA DEL PLC SOBRESATURADA
15-feb-16	3-feb-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 2	0,33	20,00	No	No	Si	José Charanchi	Mecánico	ROTO PERNO PORTA RULINA INFERIOR
15-feb-16	3-feb-16	IF	Preventivo	Prueba De Fugas 1	0,30	18,00	No	No	Si	Diego Ushiña	Eléctrico	SWITCH DEL CILINDRO NEUMATICO
15-feb-16	4-feb-16	SI	Preventivo	Mig Fronius # 5	0,17	10,00	No	No	Si	José Charanchi		MALA CALIBRACION DE LA MAQUINA
15-feb-16	4-feb-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 10	0,17	10,00	No	No	Si	José Charanchi	Mecánico	ABRAZADERA METALICA DE LA MANGUERA DE AIRE ROTA
15-feb-16	4-feb-16	C	Correctivo	Sierra Cinta Scotchman	0,33	20,00	Si	No	Si	José Charanchi	Mecánico	SE SALE EL ANILLO ZEGUER QUE SOSTIENE LA POLEA
15-feb-16	6-feb-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 17	0,25	15,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Neumático	FUGA DE GAS POR LA MANGUERA DE AIRE
15-feb-16	5-feb-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 10	1,00	60,00	No	No	Si	Diego Ushiña		MITO PREVENTIVO
15-feb-16	5-feb-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 11	0,67	40,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego		MITO PREVENTIVO
15-feb-16	6-feb-16	C	Preventivo	Sierra Cinta Scotchman	1,00	60,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego		MITO PREVENTIVO
15-feb-16	6-feb-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 12	1,00	60,00	No	No	Si	Diego Ushiña		MITO PREVENTIVO
15-feb-16	6-feb-16	C	Preventivo	Sierra Cinta Thomas	0,50	30,00	No	No	Si	Diego Ushiña		MITO PREVENTIVO
15-feb-16	9-feb-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 13	1,00	60,00	No	No	Si	José Charanchi		MITO PREVENTIVO
15-feb-16	9-feb-16	T	Preventivo	Dobladora Zeziola CNC	1,00	60,00	No	No	Si	Diego Ushiña		MITO PREVENTIVO
15-feb-16	31-ene-16	C	Preventivo	Plasma #1	2,00	120,00	No	No	Si	Diego Ushiña		MITO PREVENTIVO
15-feb-16	10-feb-16	IF	Preventivo	Prueba De Fugas 2	0,67	40,00	No	No	Si	Diego Ushiña		MITO PREVENTIVO
15-feb-16	10-feb-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 1	0,50	30,00	No	No	Si	José Charanchi		MITO PREVENTIVO
15-feb-16	11-feb-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 2	1,00	60,00	No	No	Si	José Charanchi		MITO PREVENTIVO
15-feb-16	12-feb-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 1	1,00	60,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego		MITO PREVENTIVO
15-feb-16	11-feb-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 14	1,00	60,00	No	No	Si	Diego Ushiña		MITO PREVENTIVO
15-feb-16	13-feb-16	G	Preventivo	Extractor De Gases # 1	1,50	90,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego		MITO PREVENTIVO
15-feb-16	12-feb-16	T	Preventivo	Aboquilladora #2	1,00	60,00	No	No	Si	Diego Ushiña		MITO PREVENTIVO
15-feb-16	13-feb-16	T	Preventivo	Punzonadora # 1	1,00	60,00	No	No	Si	Diego Ushiña		MITO PREVENTIVO
15-feb-16	6-feb-16	T	Preventivo	Dobladora Tejero	0,33	20,00	No	No	Si	José Charanchi	Mecánico	EJE PORTA TORPEDO DOBLADO
15-feb-16	6-feb-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 3	0,50	30,00	No	No	Si	José Charanchi		MITO PREVENTIVO
15-feb-16	11-feb-16	C	Preventivo	Desembobinador	1,00	60,00	No	No	Si	Diego Ushiña		MITO PREVENTIVO
15-feb-16	9-feb-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 4	1,00	60,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego		MITO PREVENTIVO
15-feb-16	31-ene-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 2	1,00	60,00	No	No	Si	José Charanchi		MITO PREVENTIVO

Fecha	Día	Tipo de Mantenimiento	Actividad	Urgencia	Costo Estimado	Estado	Requerimientos	Responsable	Estado	Fecha	Detalle		
2024-01-16	8-feb-16	SU	Preventivo	Mig. Fronius # 10	2,00	120,00	No	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Eléctrico	CONTACTO
2024-01-16	6-feb-16	IF	Preventivo	Prueba De Fugas 1	0,50	30,00	No	No	No	Si	Diego Ushiña	Neumático	VASTAGO DEL CILINDRO NEUMÁTICO GOLPEADO
2024-01-16	6-feb-16	SU	Preventivo	Mig. Fronius # 12	0,17	10,00	No	No	No	Si	Diego Ushiña	Mecánico	RODILLOS DE ARRASTRE REMORDA SUCIEDAD
2024-01-16	6-feb-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 1	0,67	40,00	No	No	No	Si	Diego Ushiña	Mecánico	ROTO RODAMIENTO DE LA RULINA INFERIOR
2024-01-16	7-feb-16	V	Preventivo	Varios	0,17	10,00	No	No	No	Si	José Charanchi		SERVICIO CONTRATADO
2024-01-16	7-feb-16	C	Preventivo	Plasma #2	0,17	10,00	No	No	No	Si	José Charanchi	Mecánico	FLOJO LA PALANCA DE TRASLADO CARRO DE LA MESA DE CORTE
2024-01-16	7-feb-16	C	Preventivo	Prensa Hidráulica # 3	0,33	20,00	No	No	No	Si	José Charanchi	Mecánico	FLOJO EL FRENO DEL PUENTE GRUPO
2024-01-16	7-feb-16	V	Preventivo	Herramientas Manuales	0,17	10,00	No	No	No	Si	José Charanchi		CABLE DE ALIMENTACION ROTOS
2024-01-16	9-feb-16	V	Preventivo	Herramientas Manuales	1,00	60,00	No	No	No	Si	Diego Ushiña		MITO PREVENTIVO
2024-01-16	10-feb-16	C	Preventivo	Desbarbadora 2	1,00	60,00	No	No	No	Si	Jonathan Samaniego		MITO PREVENTIVO
2024-01-16	11-feb-16	IF	Preventivo	Montacarga	1,50	90,00	No	No	No	Si	Jonathan Samaniego		MITO PREVENTIVO
2024-01-16	10-feb-16	G	Preventivo	Compresor Tornillo	2,00	120,00	No	No	No	Si	José Charanchi		MITO PREVENTIVO
2024-01-16	12-feb-16	T	Preventivo	Aboquilladora #1	0,75	45,00	No	No	No	Si	Diego Ushiña		MITO PREVENTIVO
2024-01-16	12-feb-16	SI	Preventivo	Plegadora	0,50	30,00	No	No	No	Si	Jonathan Samaniego		MITO PREVENTIVO
2024-01-16	13-feb-16	SI	Preventivo	Prensa Hidráulica # 2	1,00	60,00	No	No	No	Si	Diego Ushiña		MITO PREVENTIVO
2024-01-16	12-feb-16	SI	Preventivo	Esquinadora	0,50	30,00	No	No	No	Si	Jonathan Samaniego		MITO PREVENTIVO
2024-01-16	12-feb-16	V	Preventivo	Balanza Digital 01	0,75	45,00	No	No	No	Si	Diego Ushiña		MITO PREVENTIVO
2024-01-16	13-feb-16	G	Preventivo	Bomba De Agua	1,00	60,00	No	No	No	Si	José Charanchi		MITO PREVENTIVO
2024-01-16	9-feb-16	T	Preventivo	Punzonadora # 2	1,00	60,00	No	No	No	Si	Diego Ushiña		MITO PREVENTIVO
2024-01-16	12-feb-16	SU	Preventivo	Mig. Fronius # 7	0,67	40,00	No	No	No	Si	José Charanchi		MITO PREVENTIVO
2024-01-16	9-feb-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 2	2,00	120,00	No	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Eléctrico	RELE DE ACCIONAMIENTO SE QUEMADO ENCLAVADO
2024-01-16	9-feb-16	T	Preventivo	Punzonadora # 1	0,33	20,00	No	No	No	Si	Diego Ushiña	Mecánico	ROTO PERNO DEL PORTA MATRIZ
2024-01-16	9-feb-16	C	Preventivo	Prueba De Fugas 1	4,00	240,00	No	No	No	Si	Diego Ushiña	Eléctrico	FALLO EN UNO DE LOS CABLES DE COMUNICACIÓN CON EL PLC
2024-01-16	20-feb-16	V	Preventivo	Varios	8,00	480,00	No	No	No	Si	Diego Ushiña		SE MANDA A FABRICAR LA BRIDA
2024-01-16	10-feb-16	V	Preventivo	Galpón	0,25	15,00	No	No	No	Si	Diego Ushiña		PISO DEL GALPON EN MAL ESTAD
2024-01-16	10-feb-16	IF	Preventivo	Prueba De Fugas 1	3,00	180,00	No	No	No	Si	Diego Ushiña	Eléctrico	LOS CONTACTOS DE LA SALIDA DE QUEMADO
2024-01-16	10-feb-16	C	Preventivo	Sierra Cinta Scotchman	0,33	20,00	No	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Hidráulico	SE CAMBIA DE DEPOSITO DE TALA
2024-01-16	10-feb-16	T	Preventivo	Sierra Cinta Desarrollo	0,33	20,00	No	No	No	Si	José Charanchi	Eléctrico	CORTOCIRCUITO EN EL CABLE DE ALIMENTACION
2024-01-16	11-feb-16	T	Preventivo	Punzonadora # 1	0,67	40,00	No	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Mecánico	PASO DE PUNZONADO DEFECTUOSO PROBLEMA DEL REGULADOR DEL
2024-01-16	11-feb-16	V	Preventivo	Taladro De Pedestal Fresador	0,50	30,00	No	No	No	Si	José Charanchi		MITO PREVENTIVO A LA MAQUINA
2024-01-16	12-feb-16	T	Preventivo	Dobladora Tejero	0,25	15,00	No	No	No	Si	José Charanchi		SE COLOCA BIEN LA MANGUERA A TABLERO DE CONTROL

Informe de Mantenimiento y Reparaciones - Q1 2024									
ID	Fecha	Categoría	Descripción	Estado	Urgencia	Costo Est.	Horas	Técnico	Notas
16-001	13-feb-16	SI	Preventivo	Completado	No	25,00	0,42	José Charanchi	Mecánico
16-002	13-feb-16	IF	Preventivo	Pendiente	No	60,00	1,00	José Charanchi	Eléctrico
16-003	18-feb-16	C	Preventivo	Completado	No	20,00	0,33	Jonathan Samaniego	Motor de extracción trabado
16-004	18-feb-16	IF	Preventivo	Pendiente	No	180,00	3,00	Diego Ushiña	Cambio de garruchas en los cables
16-005	20-feb-16	T	Preventivo	Completado	No	120,00	2,00	Diego Ushiña	Mantenimiento preventivo
16-006	18-feb-16	T	Preventivo	Completado	No	60,00	1,00	Diego Ushiña	Mantenimiento preventivo
16-007	18-feb-16	C	Preventivo	Completado	No	20,00	0,33	Jonathan Samaniego	Falta taladrina en la maquinaria
16-008	19-feb-16	SU	Preventivo	Completado	No	40,00	0,67	Jonathan Samaniego	Mantenimiento preventivo
16-009	18-feb-16	SU	Preventivo	Completado	No	40,00	0,67	Jonathan Samaniego	Mantenimiento preventivo
16-010	20-feb-16	T	Preventivo	Pendiente	No	60,00	1,00	Jonathan Samaniego	Mantenimiento preventivo
16-011	20-feb-16	T	Preventivo	Pendiente	No	60,00	1,00	Diego Ushiña	Mantenimiento preventivo
16-012	18-feb-16	V	Preventivo	Completado	No	22,00	0,37	Diego Ushiña	Se colocó manguera espiralada
16-013	13-feb-16	V	Anulado	Completado	No	0,00	0,00		Anulado por 6658
16-014	18-feb-16	V	Preventivo	Pendiente	No	120,00	2,00	Diego Ushiña	Se construye una mesa para herramientas
16-015	18-feb-16	C	Preventivo	Completado	No	30,00	0,50	Jonathan Samaniego	Valvula reguladora de caudal
16-016	19-feb-16	V	Preventivo	Pendiente	No	20,00	0,33	Diego Ushiña	Se colocó un pasador
16-017	19-feb-16	T	Preventivo	Completado	No	30,00	0,50	Jonathan Samaniego	Fuga de aceite por el neopreno
16-018	19-feb-16	C	Preventivo	Pendiente	No	30,00	0,50	Diego Ushiña	Valvula reguladora del empuje
16-019	23-feb-16	T	Correctivo	Completado	Si	20,00	0,33	José Charanchi	Cables de control rotos
16-020	23-feb-16	C	Preventivo	Pendiente	No	10,00	0,17	José Charanchi	Perno que sujeta el freno
16-021	23-feb-16	T	Preventivo	Completado	No	10,00	0,17	José Charanchi	Pernos de la entena
16-022	23-feb-16	SU	Preventivo	Completado	No	20,00	0,33	Diego Ushiña	Se mandó a enderezar el eje
16-023	23-feb-16	IF	Preventivo	Pendiente	No	20,00	0,33	Diego Ushiña	Sin voltaje la bobina de la electrovalvula
16-024	24-feb-16	V	Preventivo	Completado	No	15,00	0,25	Jonathan Samaniego	Switch del cilindro roto
16-025	24-feb-16	IF	Preventivo	Pendiente	No	20,00	0,33	José Charanchi	Cambio de acople rápido en línea neumática
16-026	24-feb-16	SI	Preventivo	Completado	No	40,00	0,67	Jonathan Samaniego	Switch del cilindro roto
16-027	28-feb-16	C	Preventivo	Completado	No	10,00	0,17	José Charanchi	Rodamiento de la rulina inferior
16-028	24-feb-16	C	Preventivo	Completado	No	15,00	0,25	José Charanchi	Se mandó a construir nueva para el tope de los tubos
16-029	25-feb-16	SU	Preventivo	Completado	No	10,00	0,17	José Charanchi	Se colocó el zaguero del gancho
16-030	24-feb-16	SI	Preventivo	Completado	No	30,00	0,50	Diego Ushiña	Base del interruptor suelto
16-031	25-feb-16	T	Preventivo	Completado	No	20,00	0,33	José Charanchi	Roto rodamiento de la rulina inferior
16-032	26-feb-16	SI	Preventivo	Completado	No	30,00	0,50	José Charanchi	Se reparó cilindro de la colizadora
16-033	4-mar-16	V	Preventivo	Completado	No	180,00	3,00	Jonathan Samaniego	Pernos de la manzana superior
16-034	20-feb-16	C	Preventivo	Completado	No	20,00	0,50	Diego Ushiña	Cambio de carbones en la manivela

e mantenimiento de INDIMA S.A., Febrero de 2016.
imiento de INDIMA S.A.)

Fecha Inicio	Fecha Fin	Área	Tipo Mantenimiento	Máquina	Tiempo	Tiempo en minutos	Para Producción	Afecto Calibración	Conformidad del Trabajo	Responsable del mtto	Tipo Problema	Observación / Descripción
2024-03-16	3-mar-16	T	Preventivo	Dobladora Zeziola	1,00	60,00	No	No	Si	José Charanchi		MTTO PREVENTIVO
2024-03-16	2-mar-16	T	Preventivo	Tronzadora Scotchman # 1	1,00	60,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego		MTTO PREVENTIVO
2024-03-16	2-mar-16	T	Preventivo	Spoter Saca Golpes	0,50	30,00	No	No	Si	Diego Ushiña		MTTO PREVENTIVO
2024-03-16	3-mar-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 15	0,75	45,00	No	No	Si	Diego Ushiña		MTTO PREVENTIVO
2024-03-16	7-mar-16	C	Preventivo	Plasma #2	2,00	120,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego		MTTO PREVENTIVO
2024-03-16	4-mar-16	IF	Preventivo	Prueba De Fugas 1	1,00	60,00	No	No	Si	Diego Ushiña		MTTO PREVENTIVO
2024-03-16	3-mar-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 1	1,00	60,00	No	No	Si	José Charanchi		MTTO PREVENTIVO
2024-03-16	4-mar-16	G	Preventivo	Generador	1,50	90,00	No	No	Si	José Charanchi		MTTO PREVENTIVO
2024-03-16	5-mar-16	G	Preventivo	Bomba De Agua	1,00	60,00	No	No	Si	José Charanchi		MTTO PREVENTIVO
2024-03-16	5-mar-16	SI	Preventivo	Cilindradora	1,00	60,00	No	No	Si	Diego Ushiña		MTTO PREVENTIVO
2024-03-16	6-mar-16	SI	Preventivo	Electropunto # 1	1,00	60,00	No	No	Si	José Charanchi		MTTO PREVENTIVO
2024-03-16	6-mar-16	T	Preventivo	Punzonadora # 1	2,00	120,00	No	No	Si	Diego Ushiña		MTTO PREVENTIVO
2024-03-16	6-mar-16	C	Preventivo	Guillotina Hidraulica	5,00	300,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego		MTTO PREVENTIVO
2024-03-16	4-mar-16	C	Preventivo	Sierra Cinta Scotchman	1,00	60,00	No	No	Si	Diego Ushiña	Mecánico	PERNO DE LA ENTENALLA DE TUBO DOBLADO Y AISLADO LA TUERCA
2024-03-16	2-mar-16	SI	Preventivo	Electropunto # 2	0,17	10,00	No	No	Si	José Charanchi	Mecánico	PERNO DE SUJECION DEL BRAZO A
2024-03-16	2-mar-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 2	0,50	30,00	No	No	Si	José Charanchi	Mecánico	PERNO BOCIN FLOJO
2024-03-16	2-mar-16	T	Preventivo	Punzonadora # 1	0,17	10,00	No	No	Si	José Charanchi	Eléctrico	CONTADOR DE LA MAQUINA DESCONECTADO
2024-03-16	3-mar-16	C	Preventivo	Puente Grúa #3	0,17	10,00	No	No	Si	José Charanchi		SE COMPLETA TALADRINA EN LA M
2024-03-16	3-mar-16	C	Preventivo	Sierra Cinta Scotchman	0,17	10,00	No	No	Si	José Charanchi		SE COMPLETA TALADRINA EN LA M
2024-03-16	5-mar-16	V	Preventivo	Varios	2,00	120,00	No	No	Si	Diego Ushiña		SE FABRICA GANCHOS PARA JIGS
2024-03-16	3-mar-16	T	Correctivo	Punzonadora # 2	0,33	20,00	Si	No	Si	José Charanchi	Mecánico	SE CAMBIA DE FRENO LA MAQUINA
2024-03-16	3-mar-16	C	Preventivo	Plasma #2	0,67	40,00	No	No	Si	José Charanchi	Mecánico	SE CAMBIA LA BANDA DEL EXTRAC HUMO
2024-03-16	3-mar-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 12	0,50	30,00	No	No	Si	José Charanchi	Electrónico	SE RESETEA LA PLACA DE MEMORIA MAQUINA
2024-03-16		V	Anulado									ANULADO
2024-03-16	3-mar-16	V	Preventivo	Herramientas Manuales	1,00	60,00	No	No	Si	José Charanchi		RACHA SIN FUERZA
2024-03-16	3-mar-16	C	Preventivo	Sierra Cinta Desarrollo	0,67	40,00	No	No	Si	Diego Ushiña	Mecánico	RESORTE ROTO
2024-03-16	3-mar-16	T	Preventivo	Tronzadora Scotchman # 1	0,50	30,00	No	No	Si	Diego Ushiña	Neumático	FUGA DE AIRE (CAMBIO DE ORING
2024-03-16	4-mar-16	SI	Preventivo	Electropunto # 2	0,33	20,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Mecánico	PAZADOR DEL BRAZO SALIDO
2024-03-16	4-mar-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 2	0,42	25,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Mecánico	SE ROMPE RODAMIENTO DEL BRAZ
2024-03-16	5-mar-16	V	Preventivo	Herramientas Manuales	1,00	60,00	No	No	Si	José Charanchi		SE REALIZA MTTO A LA MAQUINA
2024-03-16	5-mar-16	C	Preventivo	Desbarbadora 2	0,50	30,00	No	No	Si	Diego Ushiña	Mecánico	CUCHILLAS DE LA MAQUINA CON F CALIBRA ALTURAS
2024-03-16	5-mar-16	T	Preventivo	Tronzadora Scotchman # 1	0,75	45,00	No	No	Si	Diego Ushiña	Mecánico	ROTO PERNO REGULADOR DE SUJIE
2024-03-16	6-mar-16	T	Preventivo	Dobladora Tejero	0,17	10,00	No	No	Si	José Charanchi		EJE PORTA TORPEDO DOBLADO
2024-03-16	6-mar-16	T	Preventivo	Dobladora Tejero	0,50	30,00	No	No	Si	José Charanchi	Mecánico	ROTO PERNO QUE SUJETA LA BASE
2024-03-16	6-mar-16	V	Preventivo	Herramientas Manuales	0,25	15,00	No	No	Si	José Charanchi	Mecánico	ALOJA EL CARRIL
2024-03-16	6-mar-16	V	Preventivo	Herramientas Manuales	0,25	15,00	No	No	Si	José Charanchi	Mecánico	ROTA LA PINTA DEL LAPIZ ELECT

Informe de Mantenimiento y Reparaciones - Q1 2024									
ID	Fecha	Categoría	Tipo de Trabajo	Descripción	Estado	Costo Est.	Costo Real	Completado	Asignado
IR-2024-001	2024-01-16	C	Correctivo	Sierra Cinta Thomas	0.42	25,00	Si	No	José Charanchi
IR-2024-002	2024-01-18	SI	Preventivo	Engrafadora # 1	0.50	30,00	No	No	Jonathan Samaniego
IR-2024-003	2024-01-18	IF	Preventivo	Prueba De Fugas 1	0.33	20,00	No	No	Jonathan Samaniego
IR-2024-004	2024-01-18	SI	Preventivo	Electropunto # 2	0.33	20,00	No	No	Diego Ushiña
IR-2024-005	2024-01-18	C	Preventivo	Guillotina Hidraulica	0.50	30,00	No	No	Diego Ushiña
IR-2024-006	2024-01-19	IF	Preventivo	Racks De Producto Terminado	0.50	30,00	No	No	Diego Ushiña
IR-2024-007	2024-01-24	SU	Preventivo	Mig Fronius # 10	0.67	40,00	No	No	Jonathan Samaniego
IR-2024-008	2024-01-23	SU	Preventivo	Mig Fronius # 11	0.50	30,00	No	No	José Charanchi
IR-2024-009	2024-01-24	C	Preventivo	Sierra Cinta Scotchman	1.50	90,00	No	No	Diego Ushiña
IR-2024-010	2024-01-23	SU	Preventivo	Mig Fronius # 12	0.50	30,00	No	No	Jonathan Samaniego
IR-2024-011	2024-01-25	C	Preventivo	Sierra Cinta Thomas	1.00	60,00	No	No	Diego Ushiña
IR-2024-012	2024-01-26	SU	Preventivo	Mig Fronius # 13	0.50	30,00	No	No	José Charanchi
IR-2024-013	2024-01-26	T	Preventivo	Dobladora Zeziola CNC	1.00	60,00	No	No	Diego Ushiña
IR-2024-014	2024-01-23	T	Preventivo	Dobladora Tejero	0.33	20,00	No	No	José Charanchi
IR-2024-015	2024-01-23	V	Preventivo	Varios	1.00	60,00	No	No	José Charanchi
IR-2024-016	2024-01-23	SU	Preventivo	Mig Fronius # 10	0.75	45,00	No	No	Jonathan Samaniego
IR-2024-017	2024-01-24	SU	Preventivo	Puente Grúa #4	3.00	180,00	No	No	Jonathan Samaniego
IR-2024-018	2024-01-23	C	Preventivo	Sierra Cinta Scotchman	0.42	25,00	No	No	Diego Ushiña
IR-2024-019	2024-01-24	SI	Preventivo	Engrafadora # 1	0.50	30,00	No	No	Jonathan Samaniego
IR-2024-020	2024-01-24	SU	Preventivo	Mig Fronius # 12	0.42	25,00	No	No	José Charanchi
IR-2024-021	2024-01-24	SI	Preventivo	Engrafadora # 1	0.33	20,00	No	No	Jonathan Samaniego
IR-2024-022	2024-01-25	SU	Preventivo	Mig Fronius # 10	0.50	30,00	No	No	Jonathan Samaniego
IR-2024-023	2024-01-25	SI	Preventivo	Engrafadora # 1	0.33	20,00	No	No	José Charanchi
IR-2024-024	2024-01-25	T	Correctivo	Punzonadora # 1	0.33	20,00	Si	No	José Charanchi
IR-2024-025	2024-01-25	V	Preventivo	Herramientas Manuales	2.00	120,00	No	No	Jonathan Samaniego
IR-2024-026	2024-01-25	C	Correctivo	Plasma #2	8.00	480,00	Si	No	Diego Ushiña
IR-2024-027	2024-01-25	C	Preventivo	Sierra Cinta Thomas	1.00	60,00	No	No	José Charanchi
IR-2024-028	2024-01-25	SI	Correctivo	Engrafadora # 2	1.00	60,00	Si	No	Jonathan Samaniego
IR-2024-029	2024-01-25	T	Preventivo	Punzonadora # 1	0.50	30,00	No	No	José Charanchi
IR-2024-030	2024-01-26	T	Preventivo	Dobladora Tejero	0.33	20,00	No	No	José Charanchi
IR-2024-031	2024-01-26	T	Preventivo	Dobladora Zeziola CNC	0.67	40,00	No	No	Diego Ushiña
IR-2024-032	2024-01-16	C	Correctivo	SE COMPLETA ACEITE EN EL CILINDRO HIDRAULICO	0.42	25,00	Si	No	José Charanchi
IR-2024-033	2024-01-18	SI	Preventivo	PERNO DE LA RULINA INFERIOR RODAMIENTO	0.50	30,00	No	No	Jonathan Samaniego
IR-2024-034	2024-01-18	IF	Preventivo	SE SUELTA LA CAJA DE CONTROL	0.33	20,00	No	No	Jonathan Samaniego
IR-2024-035	2024-01-18	SI	Preventivo	SE SUELTA LOS CARBONES DE LA MOTO	0.33	20,00	No	No	Diego Ushiña
IR-2024-036	2024-01-18	C	Preventivo	CABLE DE SEÑALES EN EL DESEMBOCADO	0.50	30,00	No	No	Diego Ushiña
IR-2024-037	2024-01-19	IF	Preventivo	MODIFICACIONES AL RACK DE PT'S	0.50	30,00	No	No	Diego Ushiña
IR-2024-038	2024-01-24	SU	Preventivo	MTTO PREVENTIVO	0.67	40,00	No	No	Jonathan Samaniego
IR-2024-039	2024-01-23	SU	Preventivo	MTTO PREVENTIVO	0.50	30,00	No	No	José Charanchi
IR-2024-040	2024-01-23	C	Preventivo	MTTO PREVENTIVO	1.50	90,00	No	No	Diego Ushiña
IR-2024-041	2024-01-23	SU	Preventivo	MTTO PREVENTIVO	0.50	30,00	No	No	Jonathan Samaniego
IR-2024-042	2024-01-25	C	Preventivo	MTTO PREVENTIVO	1.00	60,00	No	No	Diego Ushiña
IR-2024-043	2024-01-26	SU	Preventivo	MTTO PREVENTIVO	0.50	30,00	No	No	José Charanchi
IR-2024-044	2024-01-26	T	Preventivo	MTTO PREVENTIVO	1.00	60,00	No	No	Diego Ushiña
IR-2024-045	2024-01-23	T	Preventivo	TORNILLO DE REGULACION DEL CAJON DE SUELTO	0.33	20,00	No	No	José Charanchi
IR-2024-046	2024-01-23	V	Preventivo	COMPUERTA DE LA FOSA DESOLDADA	1.00	60,00	No	No	José Charanchi
IR-2024-047	2024-01-23	SU	Preventivo	MORDAZA DE LA MAQUINA CON FRENOS	0.75	45,00	No	No	Jonathan Samaniego
IR-2024-048	2024-01-24	SU	Preventivo	QUEMADO EL TRANSFORMADOR DE LA PLACA CENTRAL	3.00	180,00	No	No	Jonathan Samaniego
IR-2024-049	2024-01-23	C	Preventivo	TUERCA DEL TOPE DESOLDADA	0.42	25,00	No	No	Diego Ushiña
IR-2024-050	2024-01-24	SI	Preventivo	RODAMIENTO DE LA RULINA INFERIOR	0.50	30,00	No	No	Jonathan Samaniego
IR-2024-051	2024-01-24	SU	Preventivo	SE RESETEA LA TARIETA DE MEMORIA DE LA MAQUINA	0.42	25,00	No	No	José Charanchi
IR-2024-052	2024-01-24	SI	Preventivo	RODAMIENTO DE LA RULINA INFERIOR	0.33	20,00	No	No	Jonathan Samaniego
IR-2024-053	2024-01-25	SU	Preventivo	PARO DE EMERGENCIA SAFADO	0.50	30,00	No	No	Jonathan Samaniego
IR-2024-054	2024-01-25	SI	Preventivo	PERNO DE LA RULINA INFERIOR RODAMIENTO	0.33	20,00	No	No	José Charanchi
IR-2024-055	2024-01-25	T	Correctivo	FRENO DE LA MAQUINA SUELTO	0.33	20,00	Si	No	José Charanchi
IR-2024-056	2024-01-25	V	Preventivo	CAMBIO DE PALETAS EN EL ROTOR DE LA MAQUINA	2.00	120,00	No	No	Jonathan Samaniego
IR-2024-057	2024-01-25	C	Correctivo	PROBLEMAS DE PRESION EN LA MAQUINA	8.00	480,00	Si	No	Diego Ushiña
IR-2024-058	2024-01-25	C	Preventivo	ROTO LOS PERNOS DE SUJECION DE LA MAQUINA	1.00	60,00	No	No	José Charanchi
IR-2024-059	2024-01-25	SI	Correctivo	LA TUERCA QUE AJUSTA A LA MANIVELA DE LA MAQUINA FLOJA	1.00	60,00	Si	No	Jonathan Samaniego
IR-2024-060	2024-01-25	T	Preventivo	ROTA LA MATRIZ DONDE SE SUJETAN LAS PALETAS	0.50	30,00	No	No	José Charanchi
IR-2024-061	2024-01-26	T	Preventivo	ROSCA DEL TORPEDO DEFECTUOSA	0.33	20,00	No	No	José Charanchi
IR-2024-062	2024-01-26	T	Preventivo	MANGUERA BX ROTA	0.67	40,00	No	No	Diego Ushiña

ir-16	27-mar-16	T	Preventivo	Dobladora Tejero	0,25	15,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego		MANGUERA BX DEL PEDAL FLOJO
ir-16	27-mar-16	V	Preventivo	Herramientas Manuales	0,33	20,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego		SE CAMBIA EL ACOPLER RAPIDO
ir-16	27-mar-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 1	0,42	25,00	No	No	Si	Diego Ushiña	Eléctrico	MICROSWITCH ESTA ROTO
ir-16	27-mar-16	C	Preventivo	Desbarbadora 2	0,50	30,00	No	No	Si	José Charanchi	Mecánico	CAMBIO DE LAS CUCHILLAS DE LA
ir-16	30-mar-16	V	Preventivo	Varios	0,83	50,00	No	No	Si	Diego Ushiña		SE REALIZA LO REQUERIDO
ir-16	30-mar-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 1	1,00	60,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Mecánico	PERNO PORTA RULINA INFERIOR R
ir-16	30-mar-16	IF	Preventivo	Prueba De Fugas 2	0,67	40,00	No	No	Si	Diego Ushiña		MITO PREVENTIVO
ir-16	1-abr-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 1	0,67	40,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego		MITO PREVENTIVO
ir-16	31-mar-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 2	0,67	40,00	No	No	Si	Diego Ushiña		MITO PREVENTIVO
ir-16	30-mar-16	T	Preventivo	Dobladora Tejero	0,50	30,00	No	No	Si	José Charanchi	Mecánico	PERNOS QUE SUJETAN LA PINZA R
ir-16	30-mar-16	V	Preventivo	Varios	0,75	45,00	No	No	Si	Diego Ushiña		SOPORTE PARA DISPENSADOR DE
ir-16	31-mar-16	V	Preventivo	Varios	0,17	10,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego		CAMBIO DE FLUORECENTES
ir-16	31-mar-16	IF	Preventivo	Racks De Materia Prima	0,33	20,00	No	N/A	Si	Jonathan Samaniego		SE SUELDA GARRUCHA EN EL RACK
ir-16	31-mar-16	V	Preventivo	Herramientas Manuales	0,75	45,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Eléctrico	CABLE DE ALIMENTACION ROTO
ir-16	11-abr-16	T	Preventivo	Dobladora Zeziola	2,00	120,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Hidráulico	FUGA DE ACEITE POR EL CILINDRO EMPUJADOR
ir-16	1-abr-16	V	Preventivo	Varios	0,50	30,00	No	No	Si	José Charanchi		CAMBIO DE INTERRUPTOR
ir-16	1-abr-16	V	Preventivo	Galpón	2,00	120,00	No	No	Si	José Charanchi		PINTAR LINEAS AMARILLAS
ir-16	31-mar-16	V	Preventivo	Varios	0,50	30,00	No	N/A	Si	Jonathan Samaniego		FOCOS QUEMADOS

de mantenimiento de INDIMA S.A., Marzo de 2016.

imiento de INDIMA S.A.)

ID	Fecha Inicio	Fecha Fin	Area	Tipo Mantenimiento	Máquina	Tiempo (minutos)	Producción	Última Calibración	Completado del Trabajo	Responsable del mtto	Tipo Problema	Observación / Descripción
16	1-abr-16	1-abr-16	C	Preventivo	Puente Grúa #4	0,25	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Eléctrico	MICROSWICH DEL TECLÉ ACCIONADO
16	1-abr-16	1-abr-16	T	Preventivo	Punzonadora # 1	0,42	No	No	Si	Diego Ushiña	Mecánico	PERNO SUJETADOR DE LA ZAPATA ROTO
16	6-abr-16	6-abr-16	V	Preventivo	Herramientas Manuales	0,50	No	No	Si	José Charanchi		CAMBIO DE CARBONES EN LA AMOLADORA
16	6-abr-16	6-abr-16	T	Preventivo	Pulidora ML100	0,50	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Mecánico	ROTO LOS RODAMIENTOS DEL RODILLO DE ARRASTRE
16	6-abr-16	6-abr-16	T	Preventivo	Taladro De Pedestal Fresador	0,17	No	No	Si	José Charanchi		SIN TUERCA PERNO DE SUJECCION
16	6-abr-16	6-abr-16	SI	Preventivo	Prensa Hidráulica # 3	0,33	No	No	Si	José Charanchi	Eléctrico	FIN DE CARRERA SUELTO LOS CABLES
Y-16	11-may-16	11-may-16	V	Preventivo	Varios	6,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego		SE CONSTRUYE UN RACK PARA MATAR SCRAP
16	9-abr-16	9-abr-16	V	Preventivo	Galpón	4,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego		SELECTOR DE SUBIDA DEL ELEVADOR
16	11-abr-16	11-abr-16	C	Preventivo	Guillotina Hidraulica	2,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Mecánico	EJE DE LOS RODILLOS DE ARRASTRE
16	6-abr-16	6-abr-16	T	Preventivo	Aboquilladora #2	0,75	No	No	Si	Diego Ushiña	Eléctrico	MICROSWITCH ROTO
16	7-abr-16	7-abr-16	V	Preventivo	Varios	0,50	No	No	Si	Jonathan Samaniego		EMPOTRAR LOCKER EN EL SUELO
16	13-abr-16	13-abr-16	V	Preventivo	Galpón	1,00	No	N/A	Si	Diego Ushiña		COLOCACION DE EXTINTORES
16	7-abr-16	7-abr-16	C	Preventivo	Guillotina Hidraulica	0,33	No	No	Si	Diego Ushiña	Eléctrico	CABLE DEL SENSOR DAÑADO
16	7-abr-16	7-abr-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 1	0,50	No	No	Si	Diego Ushiña	Mecánico	RODAMIENTO DEL EJE PORTA RULIN INFERIOR ROTO
16	7-abr-16	7-abr-16	T	Preventivo	Taladro De Pedestal Fresador	1,00	No	No	Si	Diego Ushiña	Mecánico	RESORTE DE LA MANIBELA SUELTO
16	8-abr-16	8-abr-16	IF	Preventivo	Racks De Producto En Proceso	0,50	No	No	Si	Jonathan Samaniego		RUEDA DEL COCHE DOBLADO
16	8-abr-16	8-abr-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 14	0,33	No	No	Si	José Charanchi		SE LIMPIA LOS CONTACTOS DE LA BARRA ANTORCHA
16	11-abr-16	11-abr-16	C	Preventivo	Plasma #1	1,50	No	No	Si	Jonathan Samaniego		PERNOS AISLADOS
16	8-abr-16	8-abr-16	SU	Correctivo	Mig Fronius # 3	1,00	Si	No	Si	José Charanchi	Eléctrico	CRABONES DESGASTADOS
16	9-abr-16	9-abr-16	SI	Preventivo	Cilindradora	0,33	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Mecánico	CADENA DE TRANSMISION SUELTA
16	9-abr-16	9-abr-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 1	0,50	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Mecánico	RODAMIENTO DEL EJE PORTA RULIN INFERIOR ROTO
16	9-abr-16	9-abr-16	V	Preventivo	Varios	0,33	No	No	Si	Jonathan Samaniego		LAPIZ ELECTRICO SIN FUERZA PARA
16	9-jun-16	9-jun-16	V	Preventivo	Galpón	0,50	No	N/A	Si	José Charanchi		SE REALIZA TAPA PARA LA CAJA TERMO
16	9-abr-16	9-abr-16	C	Preventivo	Puente Grúa #4	0,25	No	No	Si	Diego Ushiña	Eléctrico	MICROSWICH DEL TECLÉ ACCIONADO
16	11-abr-16	11-abr-16	IF	Preventivo	Racks De Producto Terminado	1,00	No	N/A	Si	Diego Ushiña		RACKS SIN PORTA TARIETAS DE IDENTIFICACIÓN
16	13-abr-16	13-abr-16	V	Preventivo	Varios	0,33	No	N/A	Si	Jonathan Samaniego		ACOPLE RAPIDO DESGASTADO
16	11-abr-16	11-abr-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 1	2,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Mecánico	MTTO PREVENTIVO
16	13-abr-16	13-abr-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 14	1,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego		MTTO PREVENTIVO
16	17-abr-16	17-abr-16	G	Preventivo	Extractor De Gases # 1	4,00	No	No	Si	José Charanchi		MTTO PREVENTIVO
16	13-abr-16	13-abr-16	V	Preventivo	Herramientas Manuales	1,00	No	No	Si	José Charanchi		MTTO PREVENTIVO
16	13-abr-16	13-abr-16	T	Preventivo	Aboquilladora #2	1,00	No	No	Si	Diego Ushiña		MTTO PREVENTIVO
16	14-abr-16	14-abr-16	T	Preventivo	Punzonadora # 1	1,50	No	No	Si	José Charanchi		MTTO PREVENTIVO
16	13-abr-16	13-abr-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 3	2,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego		MTTO PREVENTIVO
16	17-abr-16	17-abr-16	C	Preventivo	Puente Grúa #1	2,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego		MTTO PREVENTIVO

Reporte de Mantenimiento Preventivo y Correctivo - Q1 2024										
ID	Fecha	Día	Tipo	Actividad	Detalle	Horas	Costo	Estado	Responsable	Observaciones
001	16-abr-16	T	Preventivo	Aboquilladora #1		1,00	60,00	No	José Charanchi	MTTO PREVENTIVO
002	14-abr-16	SI	Preventivo	Prensa Hidráulica # 2		1,00	60,00	No	José Charanchi	MTTO PREVENTIVO
003	16-abr-16	SI	Preventivo	Esquinadora		1,00	60,00	No	José Charanchi	MTTO PREVENTIVO
004	13-abr-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 1		0,25	15,00	No	Jonathan Samaniego	Eléctrico
005	16-abr-16	T	Preventivo	Punzonadora # 2		1,00	60,00	No	José Charanchi	MTTO PREVENTIVO
006	13-abr-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 7		0,50	30,00	No	Jonathan Samaniego	MTTO PREVENTIVO
007	13-abr-16	T	Preventivo	Dobladora Tejero		1,00	60,00	No	Jonathan Samaniego	MTTO PREVENTIVO
008	13-abr-16	T	Preventivo	Dobladora YLM		1,50	90,00	No	José Charanchi	MTTO PREVENTIVO
009	13-abr-16	T	Preventivo	Dobladora Zeziola		0,25	15,00	No	Jonathan Samaniego	Eléctrico
010	18-abr-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 6		0,50	30,00	No	José Charanchi	SE REALIZA MANTENIMIENTO A LA ILU
011	21-may-16	V	Preventivo	Galpón		2,50	150,00	No	Diego Ushiña	RIEL DE ENTRADA Y SALIDA EN LAS F DOBLADOS
012	14-abr-16	V	Preventivo	Varios		0,33	20,00	No	José Charanchi	FUGA DE AIRE POR LA MANGUERA NEUMÁTICA
013	14-abr-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 1		0,58	35,00	No	José Charanchi	RODAMIENTO DEL EJE PORTA RULIN INFERIOR ROTO
014	16-abr-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 1		0,33	20,00	No	Jonathan Samaniego	CAMBIO DE RODAMIENTO RULINA I
015	16-abr-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 1		0,50	30,00	No	Jonathan Samaniego	MICROSWITCH ROTO
016	16-abr-16	T	Preventivo	Dobladora YLM		0,50	30,00	No	José Charanchi	FUGA DE ACEITE POR EL ELECTROVE
017	17-abr-16	T	Preventivo	Dobladora Tejero		3,00	180,00	No	Jonathan Samaniego	EJE PORTA TORPEDO DOBLADO
018	16-abr-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 2		0,08	5,00	No	Jonathan Samaniego	MAQUINA EN FUNCIONAMIENTO O
019	21-abr-16	V	Preventivo	Varios		1,00	60,00	No	Jonathan Samaniego	SE REPARA EL EOLICO DE EXTRACCIO
020	18-abr-16	T	Preventivo	Punzonadora # 2		0,67	40,00	No	Diego Ushiña	Mecánico
021	20-abr-16	V	Preventivo	Varios		0,50	30,00	No	José Charanchi	SE CAMBIA DE BALASTRO
022	20-abr-16	T	Preventivo	Tronzadora Scotchman # 1		0,50	30,00	No	José Charanchi	FUGA DE ACEITE POR EL CILINDRO D GRAPA
023	20-abr-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 8		1,00	60,00	No	José Charanchi	MTTO PREVENTIVO
024	20-abr-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 9		1,00	60,00	No	José Charanchi	MTTO PREVENTIVO
025	21-abr-16	C	Preventivo	Sierra Cinta Desarrollo		1,00	60,00	No	José Charanchi	MTTO PREVENTIVO
026	20-abr-16	T	Preventivo	Dobladora Zeziola		1,00	60,00	No	Diego Ushiña	MTTO PREVENTIVO
027	21-abr-16	T	Preventivo	Taladro De Pedestal Fresador		0,50	30,00	No	Jonathan Samaniego	MTTO PREVENTIVO
028	22-abr-16	T	Preventivo	Tronzadora Scotchman # 1		0,50	30,00	No	Diego Ushiña	MTTO PREVENTIVO
029	20-abr-16	IF	Preventivo	Prueba De Fugas 2		0,17	10,00	No	Jonathan Samaniego	SE CAMBIA RACOR DEL CILINDRO
030		V	Anulado							ANULADO POR 6682
031	20-abr-16	C	Preventivo	Puente Grúa #4		0,50		No	Diego Ushiña	Mecánico
032	20-abr-16	T	Correctivo	Punzonadora # 1		0,42	25,00	SI	Diego Ushiña	CADENA REMORDIDA CON UN ALAN
033	20-abr-16	T	Correctivo	Pulidora ML100		0,33	20,00	SI	Diego Ushiña	ROTA LA ZAPATA DE LA MAQUINA
034	23-abr-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 1		1,00	60,00	No	Diego Ushiña	ROTO RODAMIENTO DEL RODILLO D ARRASTRE
035		V	Anulado				0,00			CAMBIO DE RODAMIENTO RULINA I
036	27-abr-16	T	Preventivo	Dobladora Zeziola CNC		2,00	120,00	No	José Charanchi	ANULADO POR 6682
037										FUGA DE ACEITE POR EL CILINDRO D

2016	22-abr-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 1	0,33	20,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Mecánico	CAMBIO DE RODAMIENTO RULINA
2016	22-abr-16	V	Preventivo	Galpón	1,00	60,00	No	No	Si	José Charanchi		CAMBIO DE BALASTRO DE LA LAMP.
2016	23-abr-16	V	Preventivo	Galpón	0,50	30,00	No	No	Si	José Charanchi		CUBRIR CON PAPEL LOS TRASLUCID
2016	23-abr-16	V	Preventivo	Galpón	1,00	60,00	No	No	Si	José Charanchi		CUBRIR CON PAPEL LOS TRASLUCID
2016	23-abr-16	T	Preventivo	Punzonadora # 1	0,42	25,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Mecánico	ROTO LA ZAPATA DEL FRENO DE LA
2016	24-abr-16	IF	Preventivo	Racks De Producto En Proceso	1,00	60,00	No	No	Si	José Charanchi		CAMBIO DE GARRUCHAS DE LOS RA
2016	22-abr-16	V	Preventivo	Herramientas Manuales	0,33	20,00	No	No	Si	José Charanchi		ROTO CABLE DE ALIMENTACION
2016	24-abr-16	V	Preventivo	Herramientas Manuales	0,17	10,00	No	No	Si	José Charanchi		ROTO CABLE DE ALIMENTACION
2016	25-abr-16	C	Preventivo	Plasma #1	4,00	240,00	No	No	Si	José Charanchi		MITO PREVENTIVO
2016	27-abr-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 15	1,00	60,00	No	No	Si	José Charanchi		MITO PREVENTIVO
2016	27-abr-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 2	0,60	36,00	No	No	Si	Diego Ushiña	Mecánico	EJE DEL POSTE PRINCIPAL DE LA MÁ ROTO
2016	27-abr-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 6	0,50	30,00	No	No	Si	Diego Ushiña	Mecánico	PINZA DE LA MASA SUELTA EL CABL
2016	27-abr-16	C	Preventivo	Sierra Cinta Desarrollo	0,50	30,00	No	No	Si	José Charanchi	Eléctrico	DESCONECTADA BOMBA DE LA TALA
2016	27-abr-16	SU	Preventivo	Puente Grúa #4	0,50	30,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego		CABLE DE CONTROL SUELTOS
2016	11-may-16	V	Preventivo	Herramientas Manuales	1,00	60,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Mecánico	ROTOR DEL TALADRO DESGASTADO
2016	29-abr-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 1	0,67	40,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Mecánico	ROTO EL POSTE DE LA MESA DE ENG
2016	29-abr-16	T	Preventivo	Dobladora Tejero	2,00	120,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Mecánico	SE ROMPE EL VASTAGO DOL CILINDR MORDAZA
2016	7-may-16	G	Preventivo	Extractor De Gases # 6	1,00	60,00	No	No	Si	Diego Ushiña	Mecánico	GRASA EN LAS CHUMACERAS, SE AJ BANDAS
2016	30-abr-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 1	0,50	30,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Mecánico	BOCIN DEL BRAZO CON JUEGO
2016	1-may-16	IF	Preventivo	Racks De Materia Prima	0,50	30,00	No	N/A	Si	Jonathan Samaniego		SE SUELDA LA PATA DEL RACK DE FL

de mantenimiento de INDIMA S.A., Abril de 2016.

imiento de INDIMA S.A.)

ID	Fecha Inicio	Fecha Fin	Área	Tipo Mantenimiento	Máquina	Tiempo (min)	Completado	Producción	Calibración	Completado del Trabajo	Responsable del mtto	Tipo Problema	Observación / Descripción
16	4-may-16	4-may-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 1	0,28	No	No	No	SI	Diego Ushiña	Mecánico	CAMBIO DE RODAMIENTOS EN LA INFERIOR
16	4-may-16	4-may-16	T	Preventivo	Pulidora ML100	0,50	No	No	No	SI	José Charanchi	Mecánico	CAMBIO DE RODILLOS Y RODAMIENTOS EN EL ARRASTRE
16	4-may-16	4-may-16	T	Preventivo	Punzonadora # 1	0,50	No	No	No	SI	Diego Ushiña	Mecánico	ROTO CHAVETA Y PERNO DE LA ZAPATA
16	4-may-16	4-may-16	T	Preventivo	Punzonadora # 2	0,50	No	No	No	SI	Diego Ushiña	Mecánico	ROTO LA ZAPATA DEL FRENO
16	4-may-16	4-may-16	IF	Preventivo	Prueba De Fugas 1	1,00	No	No	No	SI	José Charanchi		MITO PREVENTIVO
16	4-may-16	4-may-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 1	2,50	No	No	No	SI	Diego Ushiña		MITO PREVENTIVO
16	5-may-16	5-may-16	G	Preventivo	Bomba De Agua	1,00	No	No	No	SI	Jonathan Samaniego		MITO PREVENTIVO
16	4-may-16	4-may-16	SI	Preventivo	Cilindradora	1,00	No	No	No	SI	José Charanchi		MITO PREVENTIVO
16	6-may-16	6-may-16	SI	Preventivo	Electropunto # 1	1,00	No	No	No	SI	José Charanchi		MITO PREVENTIVO
16	7-may-16	7-may-16	T	Preventivo	Punzonadora # 1	1,00	No	No	No	SI	José Charanchi		MITO PREVENTIVO
16	7-may-16	7-may-16	C	Preventivo	Guillotina Hidraulica	1,00	No	No	No	SI	Diego Ushiña		MITO PREVENTIVO
16	5-may-16	5-may-16	C	Preventivo	Desembobinador	1,00	No	No	No	SI	José Charanchi		MITO PREVENTIVO
16	7-may-16	7-may-16	T	Preventivo	Tronzadora Scotchman # 2	1,00	No	No	No	SI	José Charanchi		MITO PREVENTIVO
16	6-may-16	6-may-16	SI	Preventivo	Electropunto # 2	1,00	No	No	No	SI	José Charanchi		MITO PREVENTIVO
16	4-may-16	4-may-16	C	Preventivo	Matraca	0,75	No	No	No	SI	Diego Ushiña		CLAM DE PICAPORTE ROTO LA MATEMÁTICA
16	5-may-16	5-may-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 1	0,50	No	No	No	SI	Jonathan Samaniego	Mecánico	SE ROMPE EL POSTE DE LAMESA ENGRAFADORA
16	5-may-16	5-may-16	C	Preventivo	Sierra Cinta Thomas	2,00	No	No	No	SI	José Charanchi	Mecánico	EJE DEL MOTOREDUCTOR DESGASTADO
16	5-may-16	5-may-16	T	Correctivo	Dobladora Tejero	0,80	SI	SI	No	SI	Diego Ushiña	Eléctrico	DRIVER DEL ORIENTADOR NO ENCONTRADO EN EL DISPLAY
16	6-may-16	6-may-16	V	Preventivo	Herramientas Manuales	0,17	No	No	No	SI	José Charanchi		FALLA DEL MOTOR (RECALENTADO)
Y-16	19-may-16	19-may-16	V	Preventivo	Varios	0,33	No	No	No	SI	Diego Ushiña		SE CAMBIA DE SELECTOR DE LA LUZ
16	8-may-16	8-may-16	V	Preventivo	Galpón	0,50	No	No	N/A	SI	Jonathan Samaniego		CAMBIO DE RIEL DE LA PUERTA DE ENTRADA Y SALIDA
16	8-may-16	8-may-16	C	Preventivo	Guillotina Hidraulica	0,50	No	No	No	SI	Jonathan Samaniego	Mecánico	TUERCA DEL TOPE DE LA GUILLOTINA DESOLDADO
16	8-may-16	8-may-16	T	Preventivo	Punzonadora # 1	0,45	No	No	No	SI	Diego Ushiña	Mecánico	ROTO PERNO DEL FRENO DE LA MATEMÁTICA
Y-16	16-may-16	16-may-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 2	2,00	No	No	No	SI	Diego Ushiña		MITO PREVENTIVO
Y-16	11-may-16	11-may-16	T	Preventivo	Pulidora ML100	1,50	No	No	No	SI	José Charanchi		MITO PREVENTIVO
Y-16	3-ene-00	3-ene-00	V	Preventivo	Herramientas Manuales	2,00	No	No	No	SI	José Charanchi		MITO PREVENTIVO
Y-16	13-may-16	13-may-16	C	Preventivo	Desbarbadora 2	1,00	No	No	No	SI	José Charanchi		MITO PREVENTIVO
Y-16	13-may-16	13-may-16	C	Preventivo	Matraca	1,00	No	No	No	SI	José Charanchi		MITO PREVENTIVO
Y-16	14-may-16	14-may-16	IF	Preventivo	Montacarga	3,00	No	No	No	SI	Jonathan Samaniego		MITO PREVENTIVO
Y-16	12-may-16	12-may-16	SI	Preventivo	Plegadora	1,00	No	No	No	SI	José Charanchi		MITO PREVENTIVO
Y-16	14-may-16	14-may-16	SI	Preventivo	Prensa Hidráulica # 3	1,00	No	No	No	SI	José Charanchi		MITO PREVENTIVO

ID	Fecha	Estado	Detalle	Urgencia	Costo	Impacto	Requerido	Completado	Asignado	Responsable	Categoría	Observaciones
Y-12-may-16	C	Preventivo	Plasma #2	0,50	30,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Neumático	ROTA LA MANGUERA DE AIRE QUE MAQUINA	
Y-13-may-16	SI	Preventivo	Electropunto # 2	0,17	10,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Mecánico	PERNO PORTA ELECTRODOS DE C	
Y-13-may-16	IF	Preventivo	Racks De Producto Terminado	0,50	30,00	No	N/A	Si	José Charanchi		CAMBIO DE GARRUCHAS EN LOS	
16	V	Preventivo	Galpón	0,17	10,00	No	N/A	Si	Diego Ushiña		CAMBIO DE TAPA DEL TOMA COF	
Y-14-may-16	V	Preventivo	Herramientas Manuales	0,37	22,00	No	No	Si	Diego Ushiña		CABLE DE ALIMENTACION ROTO	
Y-14-may-16	IF	Preventivo	Montacarga	0,50	30,00	No	No	Si	José Charanchi		CARACASA DONDE SE ALOJA ELS MONTACARGAS ROTO	
Y-16-may-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 2	1,00	60,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Mecánico	EL PERNO QUE SUJETA EL BRAZO SE AFLOJA	
Y-14-may-16	C	Preventivo	Sierra Cinta Thomas	1,00	60,00	No	No	Si	José Charanchi	Mecánico	ROTOS PERNOS EN LA POLEA DE SIERRA	
Y-14-may-16	T	Preventivo	Dobladora Zeziola	0,25	15,00	No	No	Si	José Charanchi	Mecánico	SE REAJUSTA EL CILINDRO DE GR	
	V	Anulado									ANULADO POR 6767	
Y-18-may-16	T	Preventivo	Punzonadora # 1	0,33	20,00	No	No	Si	Diego Ushiña	Mecánico	ROTO EL PERNO DEL FRENO DE LA MAQUINA	
Y-18-may-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 6	1,00	60,00	No	No	Si	José Charanchi		MITO PREVENTIVO	
Y-18-may-16	V	Preventivo	Balanza Digital 01	0,17	10,00	No	No	Si	José Charanchi		MITO PREVENTIVO	
Y-19-may-16	G	Preventivo	Bomba De Agua	1,00	60,00	No	No	Si	José Charanchi		MITO PREVENTIVO	
Y-19-may-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 10	1,50	90,00	No	No	Si	José Charanchi		MITO PREVENTIVO	
Y-20-may-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 11	1,00	60,00	No	No	Si	José Charanchi		MITO PREVENTIVO	
Y-20-may-16	C	Preventivo	Sierra Cinta Scotchman	1,00	60,00	No	No	Si	José Charanchi		MITO PREVENTIVO	
Y-21-may-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 12	1,00	60,00	No	No	Si	José Charanchi		MITO PREVENTIVO	
Y-19-may-16	C	Preventivo	Guillotina Hidraulica	0,17	10,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Eléctrico	CABLE DEL PEDAL SUELTO	
Y-19-may-16	V	Preventivo	Herramientas Manuales	0,17	10,00	No	No	Si	José Charanchi		SE ENTREGA MAQUINA NUEVA	
Y-13-jun-16	V	Preventivo	Varios	16,00	960,00	No	N/A	Si	Diego Ushiña		CONSTRUCCION DE ESTANTERIA MATRICERIA	
Y-19-may-16	V	Preventivo	Varios	0,50	30,00	No	N/A	Si	Jonathan Samaniego		SE ENDEREZA EIJS DE LA TEJERO	
Y-18-may-16	T	Preventivo	Dobladora Tejero	0,17	10,00	No	No	Si	José Charanchi		ENDEREZAR EJE PORTA TORPEDO	
	V	Anulado									ANULADO POR 6767	
	V	Anulado									ANULADO POR 6767	
	V	Anulado									ANULADO POR 6767	
Y-21-may-16	T	Preventivo	Punzonadora # 1	0,50	30,00	No	No	Si	Diego Ushiña	Mecánico	LA TUERCA DEL PORTA MATRIZ A	
Y-21-may-16	V	Preventivo	Galpón	0,50	30,00	No	No	Si	Diego Ushiña		SE TAPA GOTERAS EN TODA LA PL	
Y-22-may-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 1	0,27	16,00	No	No	Si	Diego Ushiña	Mecánico	ROTO RODAMIENTO DE LA RULIN INFERIOR	

Fecha		Estado		Acción		Logística		Operación		Personal		Equipos		Mantenimiento		Seguridad		Compliance	
Y	M	D	H	Activo	Alerta	Planificado	Urgente	Revisión	Reparación	Reemplazo	Revisión	Reparación	Reemplazo	Revisión	Reparación	Reemplazo	Revisión	Reparación	Reemplazo
Y	22-may-16	IF	Preventivo	Prueba De Fugas 1	1,00	60,00	No	No	No	Si	Diego Ushiña	Jonathan Samaniego	Mecánico	SE CAMBIA DE DISPOSITIVO DE SECCION DE BRIDAS					
Y	25-may-16	SI	Preventivo	Cilindradora	0,42	25,00	No	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Jonathan Samaniego	Mecánico	CADENA DE TRANSMISION ROTO					
Y	25-may-16	SI	Correctivo	Engrafadora # 2	3,00	180,00	Si	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Jonathan Samaniego	Eléctrico	EL MOTOR DE LA MAQUINA SE ROTA					
Y	25-may-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 10	0,17	10,00	No	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Jonathan Samaniego	Neumático	ROTA LA MANGUERA DE AIRE QUE ALIMENTA LA MAQUINA					
Y	25-may-16	V	Preventivo	Galpón	0,08	5,00	No	N/A	No	Si	Jonathan Samaniego	Jonathan Samaniego	Mecánico	BREKER DE LOS ANDON BAJADOS					
Y	26-may-16	T	Preventivo	Punzonadora # 1	0,37	22,00	No	No	No	Si	Diego Ushiña	Diego Ushiña	Mecánico	ROTO EL PERNO DEL FRENO DE LA MAQUINA					
Y	26-may-16	V	Preventivo	Herramientas Manuales	0,28	17,00	No	No	No	Si	Diego Ushiña	Diego Ushiña	Mecánico	CABLE DE ALIMENTACION ROTO					
Y	26-may-16	T	Preventivo	Pulidora ML100	0,50	30,00	No	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Jonathan Samaniego	Mecánico	ROTO EL PERNO DE UNO DE LAS ARRASTRE					
Y	26-may-16	T	Preventivo	Tronzadora Scotchman # 1	1,00	60,00	No	No	No	Si	José Charanchi	José Charanchi	Eléctrico	FIN DE CARRERA ROTO					
Y	20-may-16	C	Preventivo	Plasma #2	2,00	120,00	No	No	No	Si	Diego Ushiña	Diego Ushiña	Mecánico	MITO PREVENTIVO					
Y	27-may-16	t	Preventivo	Dobladora Zeziola CNC	0,33	20,00	No	No	No	Si	José Charanchi	José Charanchi	Hidráulico	FUGA DE ACEITE POR LA TAPA DEL CILINDRO					
Y	27-may-16	V	Preventivo	Varios	1,00	60,00	No	N/A	No	Si	José Charanchi	José Charanchi	Mecánico	COLOCAR SEÑALETICA EN EL GALPÓN					
Y	28-may-16	C	Preventivo	Sierra Cinta Thomas	1,00	60,00	No	No	No	Si	José Charanchi	José Charanchi	Mecánico	MITO PREVENTIVO					
Y	28-may-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 13	1,00	60,00	No	No	No	Si	José Charanchi	José Charanchi	Mecánico	MITO PREVENTIVO					
Y	29-may-16	T	Preventivo	Dobladora Zeziola CNC	1,00	60,00	No	No	No	Si	José Charanchi	José Charanchi	Mecánico	MITO PREVENTIVO					
Y	29-may-16	T	Preventivo	Spoter Sacca Golpes	1,00	60,00	No	No	No	Si	José Charanchi	José Charanchi	Mecánico	MITO PREVENTIVO					
Y	1-jun-16	G	Preventivo	Tablero De Breakers Principal 1 2 3 4 5	1,00	60,00	No	No	No	Si	José Charanchi	José Charanchi	Mecánico	MITO PREVENTIVO					
Y	27-may-16	C	Preventivo	Sierra Cinta Scotchman	0,50	30,00	No	No	No	Si	José Charanchi	José Charanchi	Mecánico	PROTECCION PARA LA HOJA DE SIERRA					
Y	28-may-16	V	Preventivo	Varios	1,50	90,00	No	No	No	Si	Diego Ushiña	Diego Ushiña	Mecánico	MITO PREVENTIVO A TODAS LAS MAQUINAS					
Y	28-may-16	T	Preventivo	Punzonadora # 1	0,50	30,00	No	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Jonathan Samaniego	Mecánico	ROTO EL PERNO DEL FRENO DE LA MAQUINA					
Y	28-may-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 1	0,17	10,00	No	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Jonathan Samaniego	Neumático	CAMBIO DE MANGUERA DE AIRE					
Y	28-may-16	C	Preventivo	Desbarbadora 2	0,17	10,00	No	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Jonathan Samaniego	Mecánico	CUCHILLAS DE DESBARBAR FLOJAJA					
Y	28-may-16	IF	Preventivo	Racks De Producto Terminado	0,67	40,00	No	No	No	Si	José Charanchi	José Charanchi	Mecánico	SE CAMBIA DE GARRUCHAS A LOS RACKS					
Y	28-may-16	T	Preventivo	Dobladora Zeziola	1,00	60,00	No	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Jonathan Samaniego	Mecánico	PERNO QUE SUJETA EL CILINDRO DE LA MORDAZA					
Y	28-may-16	V	Preventivo	Lijadora Neumática	0,50	30,00	No	No	No	Si	José Charanchi	José Charanchi	Mecánico	LIJADORAS NO TIENE LA SUFICIENTE					
Y	28-may-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 1	0,33	20,00	No	No	No	Si	Diego Ushiña	Diego Ushiña	Mecánico	RULINA INFERIOR ROTO RODAMIENTO					
Y	28-may-16	C	Preventivo	Sierra Cinta Scotchman	0,50	30,00	No	No	No	Si	José Charanchi	José Charanchi	Mecánico	SUELTO EL PASADOR QUE UNE EL PERNO DE LA ENTENALLA					
Y	28-may-16	C	Preventivo	Lijadora Neumática	0,33	20,00	No	No	No	Si	José Charanchi	José Charanchi	Eléctrico	CONTACTO ELECTRICO QUEMADO					
Y	29-may-16	T	Preventivo	Punzonadora # 1	0,67	40,00	No	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Jonathan Samaniego	Mecánico	ROTO EL PERNO DEL FRENO DE LA MAQUINA					

Y-	29-may-16	C	Preventivo	Sierra Cinta Thomas	0,17	10,00	No	No	Si	José Charanchi	Mecánico	PERNO DEL TOPE AISLADO
Y-	29-may-16	V	Preventivo	Herramientas Manuales	0,50	30,00	No	No	Si	José Charanchi		CABLE DE ALIMENTACION ROTO

e mantenimiento de INDIMA S.A., Mayo de 2016.

mimiento de INDIMA S.A.)

ID	Fecha Fin	Area	Tipo Mantenimiento	Máquina	Tiempo (min)	Producción	Calibración	Completado del Trabajo	Responsable del mtto	Tipo Problema	Observación / Descripción
16	1-jun-16	IF	Preventivo	Prueba De Fugas 2	1,00	No	No	Si	Diego Ushiña		MTTO PREVENTIVO
16	1-jun-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 1	0,50	No	No	Si	Jonathan Samaniego		MTTO PREVENTIVO
16	2-jun-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 2	0,50	No	No	Si	José Charanchi		MTTO PREVENTIVO
16	5-jun-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 1	1,00	No	No	Si	Diego Ushiña		MTTO PREVENTIVO
16	3-jun-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 14	0,75	No	No	Si	Diego Ushiña		MTTO PREVENTIVO
16	8-jun-16	G	Preventivo	Generador	1,00	No	No	Si	José Charanchi		MTTO PREVENTIVO
16	5-jun-16	G	Preventivo	Extractor De Gases # 1	7,00	No	No	Si	José Charanchi		MTTO PREVENTIVO
16	4-jun-16	T	Preventivo	Aboquilladora #2	1,00	No	No	Si	Diego Ushiña		MTTO PREVENTIVO
16	16-jun-16	V	Preventivo	Varios	0,50	No	No	Si	Jonathan Samaniego		CAMBIO DE MANGO DE ANTORCHA PULSADOR
16	1-jun-16	V	Preventivo	Varios	0,17	No	N/A	Si	Jonathan Samaniego		FOCO DELANDON QUEMADO
16	1-jun-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 2	0,50	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Mecánico	CAMBIO DEL POSTE PRINCIPAL DE L ENGRAFADORA 2
16	2-jun-16	T	Preventivo	Dobladora Zeziola CNC	0,50	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Hidráulico	NIVEL DE ACEITE BAJO
16	8-jun-16	C	Preventivo	Sierra Cinta Thomas	0,50	No	No	Si	Diego Ushiña	Mecánico	SE CAMBIA DE POSICION LAS PLACA ENTENALLA
16	3-jun-16	T	Preventivo	Punzonadora # 1	0,37	No	No	Si	Diego Ushiña	Mecánico	FRENO DE LA MAQUINA ROTA
16	3-jun-16	C	Preventivo	Sierra Cinta Scotchman	0,50	No	No	Si	José Charanchi	Mecánico	PROBLEMAS EN EL CILINDRO HIDRA
16	3-jun-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 2	1,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Mecánico	PERNO DEL BRAZO SUPERIOR ENGR SE AFLOJA
16	8-jun-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 8	0,33	No	No	Si	Diego Ushiña	Mecánico	SE CAMBIA EL PERNO QUE SUJETA EL DEL CARRETE
16	8-jun-16	V	Preventivo	Herramientas Manuales	0,17	No	No	Si	José Charanchi		SE COMPRA LIJADORA NUEVA
16	8-jun-16	T	Preventivo	Punzonadora # 1	1,00	No	No	Si	Diego Ushiña		MTTO PREVENTIVO
16	9-jun-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 3	1,00	No	No	Si	José Charanchi		MTTO PREVENTIVO
16	17-jul-16	C	Preventivo	Puente Grúa #1	2,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego		MTTO PREVENTIVO
16	9-jun-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 4	1,00	No	No	Si	José Charanchi		MTTO PREVENTIVO
16	8-jun-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 2	4,00	No	No	Si	Diego Ushiña		MTTO PREVENTIVO
16	11-jun-16	SU	Preventivo	Mig Fronius # 5	0,67	No	No	Si	Jonathan Samaniego		MTTO PREVENTIVO
16	12-jun-16	G	Preventivo	Compresor Tornillo	4,00	No	No	Si	José Charanchi		MTTO PREVENTIVO
16	21-jun-16	T	Preventivo	Aboquilladora #1	4,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego		MTTO PREVENTIVO
16	8-jun-16	SI	Preventivo	Prensa Hidráulica # 2	2,00	No	No	Si	José Charanchi		MTTO PREVENTIVO
16	9-jun-16	SI	Preventivo	Esquinadora	1,00	No	No	Si	José Charanchi		MTTO PREVENTIVO
16	8-jun-16	T	Preventivo	Punzonadora # 1	0,50	No	No	Si	José Charanchi	Mecánico	MAL PUNZONADO
16	8-jun-16	T	Preventivo	Punzonadora # 2	0,50	No	No	Si	Diego Ushiña	Mecánico	FRENO DE LA MAQUINA ROTA
16	9-jun-16	V	Preventivo	Varios	1,00	No	No	Si	Diego Ushiña		COMPUERTA DE LA FOSA ROTA
16	9-jun-16	C	Preventivo	Sierra Cinta Thomas	0,58	No	No	Si	Diego Ushiña	Eléctrico	MICROSWITCH REMORDIDO
16	9-jun-16	T	Preventivo	Tronzadora Scotchman # 1	0,33	No	No	Si	José Charanchi	Eléctrico	NO ACCIONAN LOS FINES DE CARRE
16	30-jun-16	T	Preventivo	Taladro De Pedestal Fresador	0,75	No	No	Si	Jonathan Samaniego		SE FIJA EL TALADRO CON TOPES SOBRE LA BASE

Reporte de Mantenimiento Preventivo y Correctivo - Junio 2024									
ID	Fecha	Categoría	Descripción	Urgencia	Costo Est.	Estado	Responsable	Problema	Acción
16	10-jun-16	T	Correctivo	Alta	150,00	Completado	Diego Ushiña	SE CAMBIA LOS RELES DE LA MAQUINA	Eléctrico
16	11-jun-16	T	Preventivo	Baja	21,00	Pendiente	Diego Ushiña	ROTO PERNO DE SUJECION DE LA ZAPATA	Mecánico
16	16-jun-16	V	Preventivo	Baja	30,00	Pendiente	Jonathan Samaniego	CABLE DE ALIMENTACION ROTO	Eléctrico
16	16-jun-16	T	Preventivo	Baja	60,00	Pendiente	José Charanchi	MTTO PREVENTIVO	
16	16-jun-16	SU	Preventivo	Baja	60,00	Pendiente	José Charanchi	MTTO PREVENTIVO	
16	19-jun-16	T	Preventivo	Baja	150,00	Pendiente	Jonathan Samaniego	MTTO PREVENTIVO	
16	2-jul-16	T	Preventivo	Baja	60,00	Pendiente	Jonathan Samaniego	MTTO PREVENTIVO	
16	16-jun-16	SU	Preventivo	Baja	60,00	Pendiente	José Charanchi	MTTO PREVENTIVO	
16	16-jun-16	SU	Preventivo	Baja	40,00	Pendiente	Jonathan Samaniego	MTTO PREVENTIVO	
16	16-jun-16	C	Preventivo	Baja	60,00	Pendiente	José Charanchi	MTTO PREVENTIVO	
16	16-jun-16	T	Preventivo	Baja	40,00	Pendiente	Jonathan Samaniego	MTTO PREVENTIVO	
16	16-jun-16	C	Correctivo	Alta	10,00	Pendiente	José Charanchi	ROTO LOS CABLES DEL CILINDRO NEUMÁTICO	Eléctrico
16	16-jun-16	C	Preventivo	Baja	5,00	Pendiente	José Charanchi	GUARDAMOTOR DESACTIVADO	Eléctrico
16	16-jun-16	SU	Preventivo	Baja	30,00	Pendiente	José Charanchi	TARJETA ELECTRONICA EN MAL ESTADO	Electrónico
16	16-jun-16	C	Preventivo	Baja	50,00	Pendiente	Diego Ushiña	ANTORCHA Y PORTA ANTORCHAS EN MAL ESTADO	Hidráulico
16	16-jun-16	SI	Preventivo	Baja	10,00	Pendiente	Jonathan Samaniego	PERNO QUE SUJETA EL BRAZO SUPERIOR	Mecánico
16	16-jun-16	C	Preventivo	Baja	10,00	Pendiente	Jonathan Samaniego	CABLE DE CONTROL ROTO	Eléctrico
16	17-jun-16	SI	Preventivo	Baja	15,00	Pendiente	Jonathan Samaniego	FUGA DE ACEITE POR EL MANOMETRO	Hidráulico
16	17-jun-16	C	Preventivo	Baja	5,00	Pendiente	Jonathan Samaniego	MICROSWITCH REMORDIDO	Eléctrico
16	18-jun-16	SI	Preventivo	Baja	10,00	Pendiente	Jonathan Samaniego	RESORTE DEL PEDAL ROTO	Mecánico
16	18-jun-16	C	Preventivo	Baja	30,00	Pendiente	José Charanchi	PEDAL DE ACCIONAMIENTO ROTO	Eléctrico
16	18-jun-16	T	Preventivo	Baja	10,00	Pendiente	Jonathan Samaniego	SENSOR DEL CONFORMADOR LLENADO	Eléctrico
16	18-jun-16	T	Preventivo	Baja	20,00	Pendiente	Jonathan Samaniego	ROTO LA ZAPATA DEL FRENO	Mecánico
16	19-jun-16	V	Preventivo	Baja	15,00	Pendiente	José Charanchi	TACOS FISHER AISLADOS	
16	19-jun-16	T	Preventivo	Baja	30,00	Pendiente	Jonathan Samaniego	ROTA LA ZAPATA DEL FRENO	Mecánico
16	19-jun-16	T	Preventivo	Baja	20,00	Pendiente	Jonathan Samaniego	PERNO DEL FRENO ROTO	Mecánico
16	19-jun-16	IF	Preventivo	Baja	30,00	Pendiente	José Charanchi	SE CAMBIA DE GARRUCHAS	
16	19-jun-16	SU	Preventivo	Baja	60,00	Pendiente	Jonathan Samaniego	CABLES DE LA MAQUINA SUELTOS	
16	23-jun-16	T	Correctivo	Alta	33,00	Pendiente	Diego Ushiña	LA MAQUINA SE BLOQUEA EN LA TERCERA CURVA	Electrónico
16	22-jun-16	C	Preventivo	Baja	20,00	Pendiente	José Charanchi	SEGURO DE LA MAQUINA ACCIONADO	Mecánico
16	23-jun-16	T	Correctivo	Alta	180,00	Pendiente	Jonathan Samaniego	VALVULA DE PRESION EN MAL ESTADO	Hidráulico
16	23-jun-16	SI	Preventivo	Baja	30,00	Pendiente	José Charanchi	SE CAMBIA EL RELE DE ACCIONAMIENTO	Eléctrico
16	23-jun-16	T	Preventivo	Baja	60,00	Pendiente	José Charanchi	FUGA DE ACEITE	Hidráulico
16	23-jun-16	T	Preventivo	Baja	120,00	Pendiente	José Charanchi	MTTO PREVENTIVO	
16	24-jun-16	T	Preventivo	Baja	120,00	Pendiente	José Charanchi	MTTO PREVENTIVO	
16	24-jun-16	SU	Preventivo	Baja	50,00	Pendiente	José Charanchi	MTTO PREVENTIVO	

2016	24-jun-16	T	Preventivo	Dobladora Zeziola CNC	0,55	33,00	No	No	Si	Diego Ushiña	Hidráulico	FUGA DE ACEITE POR EL CILINDRO EMPUJADOR
		V	Anulado			0,00						ANULADO
2016	25-jun-16	C	Preventivo	Puente Grúa #4	0,38	23,00	No	No	Si	Diego Ushiña	Mecánico	FLOJO EL FRENO ELECTROMAGNETI
2016	25-jun-16	C	Preventivo	Baroladora	0,47	28,00	No	No	Si	Diego Ushiña	Eléctrico	CABLE DE ALIMENTACION ROTO
2016	26-jun-16	T	Correctivo	Dobladora Zeziola CNC	1,00	60,00	Si	No	Si	Diego Ushiña	Hidráulico	MANGUERAS HIDRAULICAS DE LA G ROTAS
2016	26-jun-16	V	Preventivo	Herramientas Manuales	1,00	60,00	No	No	Si	José Charanchi		ESTATOR DE LA MAQUINA QUEMADA
2016	26-jun-16	T	Preventivo	Aboquilladora #1	0,17	10,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Eléctrico	SE RECETEA EL RELE TERMICO
2016	26-jun-16	T	Preventivo	Punzonadora # 1	0,52	31,00	No	No	Si	Diego Ushiña	Mecánico	SE REEMPLAZA ZAPATA NUEVA
2016	26-jun-16	IF	Preventivo	Racks De Producto En Proceso	1,00	60,00	No	No	Si	José Charanchi		MALLA DEL RACK DOBLADA
2016	26-jun-16	T	Preventivo	Dobladora Zeziola	0,17	10,00	No	No	Si	José Charanchi	Mecánico	RESORTE DEL CILINDRO ROTO
2016	26-jun-16	C	Preventivo	Sierra Cinta Scotchman	0,50	30,00	No	No	Si	José Charanchi		SE CORTA EL PROTECTOR DE LA HO SIERRA
2016	29-jun-16	V	Preventivo	Herramientas Manuales	0,50	30,00	No	No	Si	José Charanchi		ROTO RESORTE DONDE INGRESA LA SIERRA
2016	1-jul-16	IF	Preventivo	Prueba De Fugas 1	1,00	60,00	No	No	Si	José Charanchi		MITTO PREVENTIVO
2016	2-jul-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 1	5,00	300,00	No	No	Si	Diego Ushiña		MITTO PREVENTIVO
2016	3-jul-16	V	Preventivo	Herramientas Manuales	1,00	60,00	No	No	Si	Diego Ushiña		MITTO PREVENTIVO
2016	3-jul-16	G	Preventivo	Bomba De Agua	1,00	60,00	No	No	Si	José Charanchi		MITTO PREVENTIVO
2016	29-jun-16	T	Preventivo	Dobladora Zeziola CNC	0,50	30,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Hidráulico	CAMBIO DE MANGUERAS HIDRAULI
2016	29-jun-16	V	Preventivo	Herramientas Manuales	0,50	30,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego		CABLE DE ALIMENTACION ROTO
2016	29-jun-16	T	Preventivo	Spoter Saca Golpes	0,33	20,00	No	No	Si	José Charanchi		CONECTOR FLOJO
2016	29-jun-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 2	0,42	25,00	No	No	Si	Diego Ushiña	Eléctrico	MICROSWITCH ROTO
2016	30-jun-16	T	Correctivo	Dobladora Zeziola CNC	1,00	60,00	Si	No	Si	Diego Ushiña	Hidráulico	PROBLEMAS CON EL CILINDRO HIDR DEL EMPUJADOR BASTAGO DOBLAD
2016	16-jul-16	C	Preventivo	Guillotina Hidraulica	8,00	480,00	No	No	Si	Jonathan Samaniego	Hidráulico	FUGA DE ACEITE POR EL CILINDRO HIDRAULICO DEL BRAZO
2016	30-jun-16	T	Preventivo	Punzonadora # 1	0,50	30,00	No	No	Si	Diego Ushiña	Mecánico	BASE DE SUJECION DE LA ZAPATA R
2016	30-jun-16	SI	Preventivo	Engrafadora # 2	0,50	30,00	No	No	Si	José Charanchi	Mecánico	DESGASTE EN EL PERNO BOCIN

El mantenimiento de INDIMA S.A., Junio de 2016.

(Mantenimiento de INDIMA S.A.)