



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGÍA PARA DISMINUIR LOS COSTOS ENERGÉTICOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE METALMECÁNICA DE LA EMPRESA IPSYCOM INGENIEROS S.R.L. DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2017”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniera Industrial**

**Autoras:**

Bach. Díaz Velásquez, María Del Carmen

Bach. Roncal Ulloa, Rosa

**Asesor:**

Ing. Denis Javier Arangurí Cayetano

Cajamarca – Perú

2016

## **APROBACIÓN DE LA TESIS**

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por los Bachilleres **María Del Carmen Díaz Velásquez y Rosa Ronca Ulloa**, denominada:

**“PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGÍA PARA  
DISMINUIR LOS COSTOS ENERGÉTICOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO  
DE METALMECÁNICA DE LA EMPRESA IPSYCOM INGENIEROS S.R.L. DE  
LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2017”**

---

Ing. Denis Javier Arangurí Cayetano  
**ASESOR**

---

Ing. Oscar Gilberto Zocón Alva  
**JURADO  
PRESIDENTE**

---

Ing. Luz Marina Zocón Alva  
**JURADO**

---

Ing. Mylena Karen Vílchez Torres  
**JURADO**

## DEDICATORIA

*Dedico esta tesis en primer lugar a Dios y a la Virgen del Carmen por haberme dado la fuerza y la voluntad necesaria para poder seguir en este camino y luchar cada día por un buen objetivo y cumplir con una de mis metas trazadas en la vida. A mi angelito de la guarda mi mami Lidia que desde el cielo me cuida y bendice siempre.*

*También agradezco a quienes fueron mi mayor inspiración, mis padres, María Julia Velásquez Hidalgo y Félix Ricardo Díaz Salazar, ellos con su amor, sus consejos, esfuerzo y motivación me alentaron a seguir adelante cuando parecía decaer en el transcurso de la realización del proyecto.*

*Siempre les deberé el haberme apoyado en este y muchos momentos de mi vida.*

*A Richard Edu Espinoza Girón por el apoyo incondicional y por haberme motivado a seguir adelante con el proyecto.*

*Por eso y más les dedico la tesis.*

**María Del Carmen Díaz Velásquez**

## DEDICATORIA

*Dedico esta tesis a mi padre el cual a pesar de haberlo perdido a muy temprana edad, siento que está conmigo siempre, y sé que estaría orgulloso por este logro alcanzado. A mi madre que muy a pesar de su condición me ha demostrado su amor, a mis hermanos y a mi familia en general porque me han brindado su apoyo.*

*A las dos personas especiales que Dios puso en mi camino, John y Jorge gracias por su apoyo y conocimientos.*

*A mis amigos Julio, Sergio, Richard, y en especial a Maricarmen, que sin su ayuda este proyecto no existiría.*

*A Dios por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida.*

**Rosa Roncal Ulloa**

## AGRADECIMIENTO

*Agradecemos en primer lugar a nuestras familias por habernos apoyado a cada momento y paso a paso en el transcurso de la realización de este proyecto, por habernos dado la fuerza y motivación necesaria para seguir adelante cumpliendo con nuestras metas trazadas.*

*También a nuestro asesor Ing. Denis Javier Arangurí Cayetano, quien con su esfuerzo y dedicación nos supo asesorar para poder llegar a culminar nuestra tesis con éxito.*

*A nuestra institución educativa Universidad Privada del Norte por brindarnos todas sus enseñanzas en el transcurso de nuestra vida universitaria, y lograr que cumpliéramos nuestro objetivo.*

*A la empresa Ipsycom Ingenieros S.R.L., por brindarnos el apoyo necesaria ofreciéndonos la información que requeríamos en todo momento.*

***Muchas Gracias!!***

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>APROBACIÓN DE LA TESIS.....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS .....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ÍNDICE DE GRAFICOS .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>xv</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xvii</b>
<b>CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>18</b>
1.1. <i>Realidad problemática .....</i>	18
1.2. <i>Formulación del problema.....</i>	21
1.3. <i>Justificación.....</i>	21
1.3.1. <i>Justificación teórica .....</i>	21
1.3.2. <i>Justificación aplicativa .....</i>	21
1.3.3. <i>Justificación valorativa.....</i>	21
1.3.4. <i>Justificación académica.....</i>	21
1.4. <i>Limitaciones .....</i>	22
1.5. <i>Objetivos .....</i>	22
1.5.1. <i>Objetivo General.....</i>	22
1.5.2. <i>Objetivos Específicos .....</i>	22

<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>23</b>
2.1. Antecedentes .....	23
2.2. Bases Teóricas .....	25
2.2.1. Marco Legal .....	25
2.2.1.1. Política Energética de Estado Perú 2010-2040.....	25
2.2.1.2. Ley de promoción de uso eficiente de la energía. ....	26
2.2.1.3. Decreto supremo N°053-2007 MINEM .....	27
2.2.1.4. Código Nacional de Electricidad .....	28
2.2.2. Gestión de la Eficiencia Energética.....	28
2.2.3. Alcances de la Gestión de Eficiencia Energética .....	28
2.2.4. Índice de eficiencia energética .....	30
2.2.5. Medidas para la Eficiencia Energética .....	31
2.2.6. Control del Factor de Potencia.....	33
2.2.7. Auditorías energéticas.....	36
2.2.8. Métodos de Evaluación Económica .....	37
2.2.8.1. Valor Actual Neto (VAN) .....	37
2.2.8.2. Tasa Interna de Retorno (TIR).....	38
2.2.9. Regulación y planificación de la eficiencia energética .....	39
2.2.9.1. Programas desarrollados y el contexto en el que se realizaron .....	39
2.2.10. Aspectos Básicos de un Programa de Ahorro De Energía .....	41
2.2.11. Plan de Acción.....	41
2.2.11.1. Formulación de los planes de acción.....	42
2.2.11.2. Principios que orientan la elaboración de un plan de acción.....	42

2.2.11.3.	<i>Asignación de responsabilidades</i> .....	43
2.2.11.4.	<i>Seguimiento del plan de acción</i> .....	43
2.3.	<i>Definición de términos básicos</i> .....	44
<b>CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS</b> .....		<b>47</b>
3.1.	<i>Formulación de la hipótesis</i> .....	47
3.2.	<i>Operacionalización de variables</i> .....	47
<b>CAPÍTULO 4. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....		<b>49</b>
4.1.	<i>Tipo de diseño de investigación</i> .....	49
4.2.	<i>Material</i> .....	49
4.2.1.	<i>Unidad de estudio</i> .....	49
4.2.2.	<i>Población</i> .....	49
4.2.3.	<i>Muestra</i> .....	49
4.3.	<i>Métodos</i> .....	50
4.3.1.	<i>Técnicas, procedimientos e instrumentos</i> .....	50
4.3.1.1.	<i>Técnica para recolectar datos</i> .....	50
4.3.1.2.	<i>Técnicas para analizar información</i> .....	51
4.3.1.3.	<i>Procedimiento</i> .....	52
4.3.1.4.	<i>Instrumentos</i> .....	53
<b>CAPÍTULO 5. DESARROLLO</b> .....		<b>55</b>
5.1.	<i>Presentación de la empresa</i> .....	55
5.1.1.	<i>Descripción de la empresa</i> .....	55

5.1.2.	<i>Referencia general de la empresa.</i>	55
5.1.3.	<i>Descripción de la actividad</i>	56
5.1.3.1.	<i>Mantenimiento Industrial</i>	56
5.1.3.2.	<i>Maestranza.</i>	56
5.1.3.3.	<i>Proyectos.</i>	56
5.1.4.	<i>Visión.</i>	57
5.1.5.	<i>Misión</i>	57
5.1.6.	<i>Valores</i>	57
5.1.7.	<i>Objetivos de la empresa</i>	58
5.1.8.	<i>Organigrama</i>	59
5.1.9.	<i>Mapeo de Procesos</i>	60
5.1.10.	<i>Distribución de la planta</i>	61
5.1.11.	<i>Máquinas, Equipos y Herramientas</i>	62
5.1.12.	<i>Descripción del proceso productivo</i>	63
5.2.	<i>Diagnostico actual de la situación energética.</i>	68
5.2.1.	<i>Reconocimiento preliminar</i>	68
5.2.2.	<i>Suministro eléctrico.</i>	69
5.2.3.	<i>Consumo de Energía Activa (kw/h)</i>	69
5.2.4.	<i>Potencia Demandada vs Potencia Contratada</i>	71
5.2.4.1.	<i>Potencia demandada por producto</i>	71
5.2.5.	<i>Potencia instalada por áreas</i>	75
5.2.5.1.	<i>Maestranza</i>	75
5.2.5.1.	<i>Soldadura</i>	76

5.2.5.2.	<i>Luminarias (Fluorescentes dobles)</i> .....	77
5.2.6.	<i>Diagrama de Pareto</i> .....	78
5.2.7.	<i>Diagrama causa – efecto (Ishikawa)</i> .....	80
5.2.8.	<i>Análisis energético</i> .....	81
5.2.8.1.	<i>Análisis de la iluminación</i> .....	82
5.2.8.2.	<i>Análisis de los circuitos eléctricos</i> .....	84
5.2.8.3.	<i>Análisis de la eficiencia de los motores.</i> .....	87
5.2.8.4.	<i>Análisis del plan tarifario BT5B no residencial</i> .....	88
5.2.8.5.	<i>Análisis del mantenimiento industrial</i> .....	89
5.2.9.	<i>Indicador energético eléctrico</i> .....	89
5.2.9.1.	<i>Indicador económico energético</i> .....	90
5.2.9.2.	<i>Indicador Energético por Regresión Lineal</i> .....	91
5.2.10.	<i>Costo del Proyecto</i> .....	93
5.3.	<i>Plan de Ahorro de Energía Propuesto</i> .....	94
5.3.1.	<i>Introducción</i> .....	94
5.3.2.	<i>Alcance</i> .....	94
5.3.3.	<i>Objetivo general</i> .....	94
5.3.4.	<i>Objetivo específico</i> .....	95
5.3.5.	<i>Política</i> .....	95
5.3.6.	<i>Nombramiento del responsable</i> .....	95
5.3.7.	<i>Metodología</i> .....	96
5.3.8.	<i>Optimización del proceso</i> .....	96
5.3.9.	<i>Reducción de pérdidas técnicas</i> .....	97

5.3.10.	<i>Mantenimiento basado en condición</i> .....	97
5.3.11.	<i>Programa de Ahorro Energético</i> .....	98
5.3.12.	<i>Evaluar el progreso</i> .....	103
5.4.	<i>Inversión de la implementación del proyecto</i> .....	103
 <b>CAPÍTULO 6. RESULTADOS</b> .....		<b>104</b>
6.1.	<i>Área de oportunidad de ahorro</i> .....	104
6.1.1.	<i>Optimización de la iluminación</i> .....	104
6.1.1.1.	<i>Luminarias propuestas (tubos Led )</i> .....	104
6.1.2.	<i>Optimización del circuito eléctrico</i> .....	108
6.1.3.	<i>Optimización de la eficiencia del cambio motor (torno 1)</i> .....	111
6.1.4.	<i>Optimización de la tarifa actual BT5B (No residencial) a BT5A</i> .....	114
6.1.5.	<i>Optimización en el mantenimiento industrial</i> .....	116
6.1.6.	<i>Mejoramiento del Indicador Energético</i> .....	118
6.1.6.1.	<i>Indicador Económico Energético</i> .....	118
6.1.6.2.	<i>Indicador Energético por Regresión Lineal</i> .....	119
6.1.7.	<i>Resumen de Ahorro de Energía y costos</i> .....	121
6.2.	<i>Evaluación Económica</i> .....	122
6.2.1.	<i>Calculo del Costo del Promedio Ponderado del Capital – WACC</i> .....	122
6.2.2.	<i>Flujo de Caja Neto</i> .....	124
6.2.3.	<i>Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)</i> .....	125
6.2.4.	<i>Tasa interna de retorno (TIR)</i> .....	125
6.2.5.	<i>Índice de rentabilidad (IR)</i> .....	126

6.3.	<i>Prueba de Hipótesis</i> .....	126
6.3.1.	<i>Hipótesis nula o alternativa</i> .....	126
6.3.2.	<i>Nivel de significancia</i> .....	127
6.3.3.	<i>Cálculo estadigráfico de la prueba de Hipótesis</i> .....	127
<b>CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN</b> .....		<b>129</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....		<b>131</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		<b>133</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....		<b>134</b>
<b>ANEXOS</b> .....		<b>136</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 3. 1 : Operacionalización de Variables.....	48
Tabla N° 5. 1 : Maquinas en el área de Maestranza .....	62
Tabla N° 5. 2 : Maquinas en el Área de Soldadura .....	63
Tabla N° 5. 3 :Equipos Fluorescentes en el área de Maestranza, Soldadura y Administrativa .....	63
Tabla N° 5. 4: Límite de Control.....	70
Tabla N° 5. 5 : Potencia Instalada en el Área de Maestranza Fuente: Elaboración propia.....	75
Tabla N° 5. 6: Potencia instalada en el área de Soldadura.....	76
Tabla N° 5. 7 : Potencia de Luminarias por áreas .....	77
Tabla N° 5. 8 : Diagrama de Pareto.....	78
Tabla N° 5. 9 : Calculo de la energía de la iluminación.....	83
Tabla N° 5. 10: Indicador Energético sin propuesta de mejoramiento .....	90
Tabla N° 5. 11: Indicador Energético por Regresión Lineal sin propuesta de implementación de mejora .....	91
Tabla N° 5. 12: Programa para Criterios de la Administración de la Eficiencia Energética.....	98
Tabla N° 5. 13: Plan de Ahorro de Energía – Programa N° 1 .....	99
Tabla N° 5. 14: Plan de Ahorro de Energía – Programa N° 2.....	100
Tabla N° 5. 15: Plan de Ahorro de Energía – Programa N° 3.....	101
Tabla N° 5. 16: Programa de Ahorro de Energía .....	102
Tabla N° 5. 17: Inversión de Implementación del Proyecto .....	103
Tabla N° 6. 1: Análisis y Optimización de Iluminación .....	107
Tabla N° 6. 2: Análisis y Optimización de Circuito Eléctrico .....	110
Tabla N° 6. 3: Análisis y Optimización de Motor (Torno 1) .....	113
Tabla N° 6. 4: Análisis y Optimización de Cambio Tarifario BT5B No Residencial - BT5A.....	115
Tabla N° 6. 5: Indicador Energético .....	118
Tabla N° 6. 6; Indicador Energético por Regresión Lineal con implementación de mejora.....	119
Tabla N° 6. 7 : Resúmenes de Ahorros de Energía y Costos .....	121
Tabla N° 6. 8: Estructura de Financiamiento .....	122
Tabla N° 6. 9 : Amortización con cuotas constantes mensuales .....	123
Tabla n° 6. 10: Costos que podrían mitigarse.....	124
Tabla N° 6. 11: Flujo de Caja Neto .....	124
Tabla N° 6. 12: Costo sin propuesta y Costo con propuesta .....	126

## ÍNDICE DE GRAFICOS

Grafico N° 1. 1 : Consumo de energía kwh 2015.....	19
Grafico N° 1. 2: Costos de facturación 2015.....	20
Grafico N° 5. 1:Producción de la empresa.....	68
Grafico N° 5. 2 : Porcentaje de Demanda de Productos .....	70
Grafico N° 5. 3 : Parámetros de Control .....	71
Grafico N° 5. 4 : Resumen de potencia demanda para la elaboración del producto.....	74
Grafico N° 5. 5 : Potencia Real consumida de las maquinarias del Área de Maestranza .....	76
Grafico N° 5. 6 : Potencia Real en el área de Soldadura.....	77
Grafico N° 5. 7 : Potencia Real de Luminarias por áreas .....	78
Grafico N° 5. 8 : Diagrama de Pareto .....	79
Grafico N° 5. 9: Regresión Lineal del Indicador Energético.....	92
Grafico N° 6. 1: Ahorro Anual de energía y costos de luminarias.....	108
Grafico N° 6. 2: Ahorro Anual –Energía y costos del Conductor .....	111
Grafico N° 6. 3 : Comparativo de ahorro anual energía y costo del motor Torno 1.....	114
Grafico N° 6. 4: Comparativo de ahorro anual de energía y costos .....	116
Grafico N° 6. 5: Mejoramiento del indicador económico energético .....	119
Grafico N° 6. 6: Regresión Lineal con la propuesta de mejora.....	120
Grafico N° 6. 7: Diagrama de Flujo de Caja Neto .....	125
Grafico N° 6. 8: Región critica .....	127

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 2. 1: Factores principales del Índice de Eficiencia Energética .....	30
Figura N° 4. 1: Metodología de la eficiencia energética .....	54
Figura N° 5. 1: Organigrama de la Empresa .....	59
Figura N° 5. 2 : Mapa de Procesos Ipsycom Ingenieros S.R.L.....	60
Figura N° 5. 3 : Ubicación de las maquinarias en el taller de Maestranza y Soldadura .....	61
Figura N° 5. 4 : Fabricación de Eje de Bomba Floway 28 MKN (DOP) .....	64
Figura N° 5. 5: Brida Electro bomba (DOP) .....	65
Figura N° 5. 6: Acople de Bomba (DOP) .....	66
Figura N° 5. 7: Tazón (DOP) .....	67
Figura N° 5. 8 : Potencia demandada del Eje de Bomba Floway 28 MKN .....	72
Figura N° 5. 9 : Potencia Demandada de Brida Electrobomba.....	72
Figura N° 5. 10 Potencia demandada del Acople de Bomba.....	73
Figura N° 5. 11 : Potencia Demandada del Tazón .....	74
Figura N° 5. 12 : Diagrama Causa – Efecto (Ishikawa) .....	80
Figura N° 5. 13: Metodología de la Administración de la EE .....	96

## RESUMEN

La presente investigación se basa en una propuesta de un programa de ahorro de energía en el proceso productivo de metalmecánica en la empresa Ipsycom Ingenieros S.R.L. para disminuir costos energéticos, tales acciones que se están proponiendo permitirán optimizar el mejor uso de la energía y generar ahorros económicos a la empresa. Para desarrollar el proyecto de investigación se recopiló información mediante visitas técnicas, entrevistas con el gerente, supervisores y operarios encargados, observación y mediciones de equipos de cada área.

Se demuestran varias acciones a considerar, como el ahorro y los beneficios que se pueden lograr al implementar luminarias más eficientes como los Fluorescentes LED, el cambio de opción tarifaria de BT5B No Residencial a BT5A, empleo de motores más eficientes de 86% a 95 %, implementación de conductores o líneas de distribución más eficientes y el continuo desarrollo del mantenimiento predictivo para lograr que haya menos paradas de maquinarias y pérdida en tiempo de producción. También se propone un plan y un programa de ahorro el cual se cumplirá durante los 5 años estimados para el proyecto de investigación. La implementación de las mejoras puede representar una reducción en la facturación anual de hasta un 30 %, mejorando las buenas prácticas y el uso eficiente de la energía.

Para realizar la implementación del siguiente proyecto de investigación se tendrá que invertir la cantidad de S/. 20,890.00, realizando un análisis y concluyendo con el flujo de caja propuesto obtenemos como indicadores el valor actual neto (VAN) S/. 8 121,47, una tasa interna de retorno (TIR) de 29% y un índice de rentabilidad de S/ 1,65 lo cual que para cada sol invertido por la empresa existe una rentabilidad de S/.0 65 a favor, para un periodo de 5 años, iniciando con el año 2016 como año de implementación y recuperando la inversión en el periodo de 2 años y 4 meses.

Se concluye que los indicadores nos muestran que la propuesta es viable para su realización, por lo que se logra una reducción en los costos de facturación eléctrica, reducción en la potencia eléctrica y mejor conciencia del uso eficiente de la energía por parte de todo el personal de la empresa.

## ABSTRACT

This research is based on a proposal for an energy saving program in the metalworking production process in the company Ipsycom Engineers S.R.L. to decrease energy costs, such operate that are being proposed will allow to optimize the best use of energy and generate economic savings to the company. interviews with the research project information was compiled by technical visits, interviews with the manager, supervisors and operators responsible, observation and mediation teams in each area.

several actions to consider, as the savings benefits that can be achieved by implementing more efficient lamps such as fluorescent LED, changing tariff option BT5B Nonresidential to BT5a, use of more efficient engines from 86% to 95% are shown, implementing drivers or distribution lines more efficient continuous development of productive maintenance to ensure that machines have stops and lost production time. a plan and a savings program which will be fulfilled during the 5 years estimated for the research project is also proposed. The implementation of best may represent a reduction in turnover annually up to 30%, improving good practices and efficient use of energy.

To make the implementation of this research project you will have to invest the amount of S/.20 890,00, analyzing and concluding with the proposed cash flow indicators obtain as current net value (NPV) S / . 8 121,47, an internal rate of return (IRR) of 29 % and a rate of return of S / . 1,65 which for each sun invested by the company there is a return of S / . 0,65, in favor, for a period of 5 years, starting with the year 2016 as year of implementation and recovering investment in the period of 2 year and 4 months.

It is concluded that the indications show that for the proposal is viable for implementation, so that a reduction is achieved in the cost of electricity bills, reduced power and better awareness power efficient use of energy by all company staff.

## CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En los países industriales la industria utiliza la cuarta parte y un tercio del total de energía consumido en el país. En los últimos años se ha notado un notable avance en la reducción del consumo de energía por parte de las industrias. Las empresas se han dado cuenta de que una de las maneras más eficaces de reducir costos y mejorar los beneficios es usar eficientemente la energía. En cambio en los países en desarrollo, aunque el consumo de energía por persona es mucho menor que en los desarrollados, la eficiencia en el uso de energía no mejora. Sucede esto, entre otros motivos, porque muchas veces las tecnologías que implantan son inadecuadas. Echarri Prim, L. (1998) Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente (Libro editado por la Universidad de Navarra- España 2010).

Se espera que la demanda de energía aumente considerablemente en los próximos años a causa de crecimiento demográfico y el desarrollo económico (EIA, 2007). Muchas personas en el mundo experimentan en la actualidad profundos cambios en sus estilos de vida a medida que se pasa de una economía de subsistencia a una economía basada en la industria o en los servicios. Los incrementos mayores en la demanda de energía se registrarán en los países en desarrollo, donde se pronostica que la proporción mundial del consumo de energía habrá de aumentar del 46 al 58 por ciento entre 2004 y 2030 (EIA, 2007).(FAO 2008).

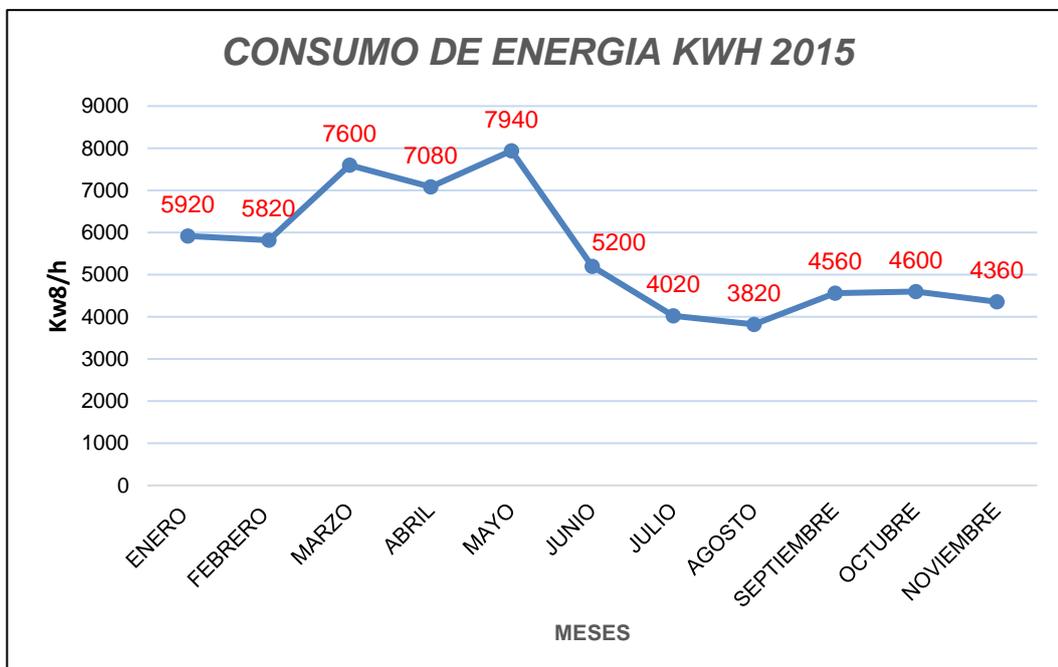
La demanda de la energía en el Perú está creciendo, en promedio, a 9% por año, casi el equivalente a poner en línea una nueva planta de generación de energía de 500 MW cada año. En consecuencia, se ha estimado que desde el 2012 hasta el 2020 la capacidad de energía total requerida aumente a 6,140 MW, requiriendo inversiones en el rango de US\$10,830 a US\$13,320 millones, donde una parte de dicho monto deberá ser financiado por el sector financiero privado. El Ministerio de Energía y Minas (MINEM) ha fijado una meta de 33% para una parte de la energía renovable en la matriz energética al 2021. Asimismo, el gobierno tiene una meta de 15% en ahorro de energía para el periodo 2009-2018, relacionada a la demanda proyectada para el 2018 en los siguientes sectores: residencial, industrial, servicios, público y transporte. (Internacional Finance Corporation 2011).

Inicialmente, la empresa necesita tener una idea de la cantidad y naturaleza del consumo de energía. El estudio debería incluir un historial del consumo de energía producido actualmente, que se comparara con el análisis determinado en esta investigación para poder estudiar la evolución del mismo.

La Empresa IPSYCOM INGENIEROS SRL, actualmente, brinda servicios de metalmecánica y elaboración de piezas a empresas mineras y demás, estas dependen del rendimiento de su maquinaria con la que se fabrican, para ello el uso de energía eléctrica es importante para el funcionamiento de todas sus máquinas. Esto ha hecho que la empresa tenga consumos de energía (kwh) que son directamente proporcional a los costos de facturación mensual, el cual se buscara soluciones de optimización de energía.

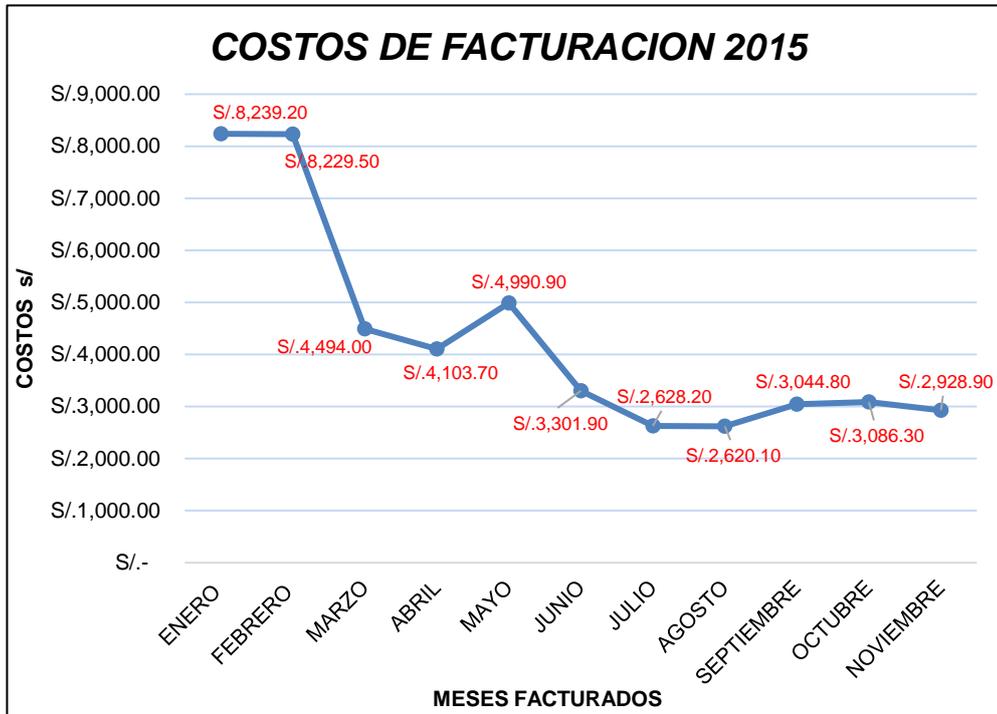
A continuación presentamos los Gráficos N°1.1 y N°1.2 donde se evidencia la tendencia que tienen estos dos indicadores en el año 2015.

*Gráfico N° 1. 1 : Consumo de energía kwh 2015*



*Fuente: Elaboración propia*

Grafico N° 1. 2: Costos de facturación 2015



Fuente: Elaboración propia

La empresa cuenta con tres áreas principales, en el área de maestranza, es donde se encuentran las maquinarias con más consumo de energía (tabla N° 5.5), los cuales cuentan con varios años de funcionamiento y tienen un mantenimiento esporádico y leve, y no cuentan con un equipo de medición interna, se evidenció que la parte administrativa es primordial para la realización del mejor aprovechamiento de la energía, pero no se cuenta con un programa de eficiencia energética.

En síntesis, la Propuesta de un Programa de ahorro de energía para la disminución de costos energéticos en el proceso productivo de metalmecánica se ha planteado en búsqueda de una mejora que permita disminuir costos en las tarifas eléctricas y ayudar a la concientización de los trabajadores para el uso de los equipos y máquinas de la empresa.

## **1.2. Formulación del problema**

¿La propuesta de un programa de ahorro de energía disminuirá los costos energéticos en el proceso productivo de metalmecánica de la empresa IPSYCOM Ingenieros S.R.L. de la ciudad de Cajamarca, 2017?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Justificación teórica**

Aporta el uso de herramientas de ingeniería , estadística aplicada , las técnicas de investigación y diagramación, como la observación directa, mediciones in-situ, Pareto, Ishikawa y gráficos estadísticos, que ayudaran a mejorar el sistema de gestión energético.

### **1.3.2. Justificación aplicativa**

Los resultados del análisis permitirán buscar soluciones concretas a problemas de pérdidas de potencia, caída de voltaje, bajo rendimiento, optimización, que inciden en los resultados de la empresa, con esto se tendrá también que proponer cambios en la instalaciones que ayudaran con nuestro propósito de mejora.

### **1.3.3. Justificación valorativa**

El programa de ahorro, ayudará y sensibilizará, al personal a la concientización de la importancia del uso racional de anergia,

### **1.3.4. Justificación académica**

Esta investigación busca mediante la administración de la eficiencia energética encontrar explicaciones sobre la optimización de la energía, aplicando conceptos de

gestión basados en la ingeniería industrial, esto nos permitirá contrastar diferentes conceptos de la administración actual en una realidad concreta. Esto permitirá que estudiantes y futuros egresados de la carrera puedan consultar la siguiente tesis y utilizarlas en proyectos de mejora.

#### **1.4. Limitaciones**

Entre las limitaciones para realizar el siguiente trabajo, tenemos la ausencia de manuales de información de las máquinas y equipos, la falta de información de las placas características de las máquinas las cuales no se encuentran visibles por la antigüedad de las mismas, pero estas pueden ser identificadas mediante instrumentos de medición a usar como el amperímetro y el voltímetro para aproximar sus características eléctricas.

#### **1.5. Objetivos**

##### **1.5.1. Objetivo General**

- ✓ Elaborar una propuesta de un programa de ahorro de energía para disminuir los costos energéticos en el proceso productivo de metalmecánica en la empresa IPSYCOM ingenieros S.R.L. de la ciudad de Cajamarca en el 2017.

##### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- ✓ Realizar un diagnóstico energético en los procesos y operaciones realizadas en la empresa.
- ✓ Determinar las áreas de oportunidad para el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica.
- ✓ Elaboración de indicadores de eficiencia energética.
- ✓ Determinar la evaluación económica del proyecto y del análisis económico para la implementación del programa y sus mejoras.

## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

**Talla Chicoma, E.D. (2015)** en su tesis *“Ahorro de energía eléctrica en una industria cervecera como estrategia de excelencia operativa”* de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima, Perú. Concluye que :Se logró la identificación de una oportunidad de mejora para reducir consumo de energía, mediante el análisis Formal de Fallas, metodología de solución de problemas, que permitió obtener las causas raíces y las acciones prioritarias para llevar acabo la propuesta, la cual fue implementada en el sistema de refrigeración para el ahorro de energía, logrando una evolución satisfactoria del indicador ,ya que cuando se inició el proyecto en Abril existía un índice calculado de 8.4H KW-h/HI y al finalizar los valores se encontraban en un promedio de 7.95 KW/HI.

La investigación desarrollada permitió el diseño y la implementación de un procedimiento para la mejora de los procesos que intervienen en el consumo de energía, lo que responde a la estrategia de la empresa de posicionar el ahorro como filosofía de gestión, operación y ambiente laboral en todos los niveles.

Al aplicar en la tesis una metodología nos permite identificar causas y fallas los cuales repercuten en el consumo de energía y sus costos, con esto podremos tomar acciones para una oportunidad de mejora y la implementación de un plan y un programa de ahorro de energía.

**Fiestas Farfán, B.E. (2011).** En su tesis *“Ahorro energético en el sistema eléctrico de la Universidad de Piura - Campus Piura”* Piura, Perú. Concluye que: La única manera que se puede ahorrar energía de manera constante a lo largo del tiempo es el mejoramiento del rendimiento eléctrico de la instalación y de las cargas, sin embargo, esto siempre traerá consigo una inversión económica.

El utilizar equipos modernos garantiza trabajar con equipos de una eficiencia elevada ya que actualmente la tendencia que se tiene en el mundo es trabajar con equipos de alta eficiencia que permitan ahorrar energía el consumo de energía eléctrica.

La conveniencia de las medidas a implementar se debe de evaluar mediante un análisis económico.

En esta tesis la implementación de motores de alta eficiencia, el cambio de luminarias, el cambio del cable conductor permite que haya una reducción en los costos energéticos y por ende reducción en los costos de facturación.

**Calderón, B, Jiménez, E. "Proyecto De Eficiencia Energética Complejo Metalúrgico Altonorte" INACAP – 2011.** Concluye que: El proyecto de eficiencia energética elaborado para el complejo metalúrgico Altonorte, logra un ahorro de energía correspondiente a un 1,98%, que en términos económicos significa un ahorro por concepto de energía de 600 mil dólares anuales. La inversión requerida para el proyecto se termina de pagar en el tercer año y el décimo año se puede obtener una ganancia de 6 millones de dólares.

El proyecto deja en claro que la utilización de motores eficientes y variadores de frecuencia mejora considerablemente el rendimiento de los equipos en el complejo metalúrgico Altonorte.

Los alcances de este proyecto pueden expandirse en gran escala dentro del complejo metalúrgico altonorte, debido al cambio de conciencia y eliminación de paradigmas en el personal, con lo cual se puede seguir mejorando continuamente y también por la diversidad de procesos y aplicaciones que pueden desarrollarse de mejor forma.

La inversión que se requiere en la tesis nos permite una recuperación total en el lapso de 2 años y 1 mes, permitiendo la implementación de las mejoras propuestas para que se produzca un ahorro anual en los costos y energía,

## 2.2. Bases Teóricas

### 2.2.1. Marco Legal

#### 2.2.1.1. Política Energética de Estado Perú 2010-2040

##### (Decreto Supremo nº 064-2010-EM)

El Ministerio de Energía y Minas, a través de su Vice Ministerio de Energía, ha decidido formular el documento: Propuesta de Política Energética de Estado - Perú 2010-2040 solicitando para ello los aportes de la sociedad peruana y los diversos actores en el mercado energético para su enriquecimiento.(MEM)

La Política Energética de Estado Perú 2010-2040 tiene como visión: "Un sistema energético que satisface la demanda nacional de energía de manera segura, oportuna, sostenible y eficiente, que se soporta en la planificación y en la investigación e innovación continua"

Cuenta con nueve objetivos de política, y siendo el más resaltante para nuestro tema el:

#### **Objetivo de Política N° 4:**

Contar con la mayor eficiencia en la cadena productiva y de uso de la energía, que incluya la aplicación productiva intensiva.

Lineamientos de política:

- ✓ Formar una cultura de uso eficiente de la energía a través de la transparencia de la información, divulgación y educación.
- ✓ Alcanzar objetivos cuantificables específicos para la eficiencia energética como parte de la matriz energética nacional.

- ✓ Alcanzar estándares de eficiencia energética y propiciar la creación de entidades certificadoras.
- ✓ Involucrar a las empresas distribuidoras de electricidad en los programas de conservación facilitando para ello mecanismos de compensación por la disminución de sus ventas de energía.
- ✓ Posibilitar mecanismos e incentivos apropiados para el cobro de equipos eficientes a través de la facturación de los servicios de energía.
- ✓ Establecimiento de incentivos fiscales para los proyectos de conservación de la energía.
- ✓ Lograr la automatización de la oferta y manejo de la demanda a través de sistemas tecnológicos inteligentes.
- ✓ Crear el centro de eficiencia energética como una entidad descentralizada dependiente del sector.
- ✓ Sustituir equipos de cocción tradicional por equipos eficientemente energéticos.
- ✓ Lograr la construcción de viviendas con arquitectura eficiente desde el punto de vista energético.(MEM)

### **2.2.1.2. Ley de promoción de uso eficiente de la energía.**

La Ley N° 27345, Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía, mediante la cual se declara de interés nacional la promoción del Uso Eficiente de la Energía (UEE) para asegurar el suministro de energía, proteger al consumidor, fomentar la competitividad de la economía nacional y reducir el impacto ambiental negativo del uso y consumo de los energéticos.

### **2.2.1.3. Decreto supremo N°053-2007 MINEM**

Reglamento de la Ley de Promoción del Uso de la Energía del 22-10-2007.

#### **Objetivo**

- a. Promueve la creación de un mercado de eficiencia energética.
- b. Fortalece la oferta de servicios a través de acciones de capacitación, calificación y certificación de personas naturales y jurídicas, como consultores en eficiencia energética, así como la formación de empresas de servicios de energía (EMSEs).
- c. Elabora indicadores de consumo de energía de los sectores industrial y de servicios para que sirvan de orientación al resto de empresas.
- d. Establece límites mínimos de eficiencia energética por actividad productiva, a fin de limitar el ingreso de tecnología obsoleta y promover la reconversión tecnológica.
- e. Promueve el acceso de las pequeñas y medianas empresas a las fuentes de cooperación internacional que obtenga el Ministerio, para el financiamiento de proyectos piloto de eficiencia energética. Para tal efecto, el Ministerio establece los criterios de calificación correspondientes.
- f. En coordinación con el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) y el Fondo Nacional del Ambiente (FONAM), promueve el acceso al Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) de los proyectos a que se refiere el literal anterior.

#### **2.2.1.4. Código Nacional de Electricidad**

El Código Nacional de Electricidad (CNE), de las pautas y exigencias que deben tomarse en cuenta durante el diseño, la instalación, operación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas de telecomunicaciones y equipos asociados, salvaguardando los derechos y la seguridad de las personas y de la propiedad pública y privada. (Quispe, M: 2009).

#### **2.2.2. Gestión de la Eficiencia Energética**

La Eficiencia Energética, es una combinación de medidas técnicas, de organización y de comportamiento, es una herramienta tecnológica orientada a lograr y mantener resultados en relación a:

- ✓ Identificar y definir áreas prioritarias de consumo
- ✓ Monitorear en forma permanente las variaciones y desviaciones de los consumos específicos con respecto al valor prefijado (target) o valor estándar.
- ✓ Implementar acciones correctivas en caso que se compruebe que las variaciones están alejadas de los valores “objetivo”
- ✓ Mejorar los consumos específicos (kWh/ unidad de producción, m<sup>3</sup> / unidad de producción)
- ✓ Mejorar la calidad de los productos y/o servicios
- ✓ Mejorar la productividad y competitividad de la empresa
- ✓ Optimizar el consumo de los recursos energéticos. (Quispe, M: 2009).

#### **2.2.3. Alcances de la Gestión de Eficiencia Energética**

Los Programas de Eficiencia Energética y todas sus herramientas tecnológicas; constituyen el camino más corto y seguro para realizar las inversiones y para que las empresas mejoren la calidad de los productos y/o servicios; así como su competitividad tanto nacional como internacional.

Con la implementación de programas de eficiencia energética no sólo se logran beneficios económicos, también se contribuye a reducir el impacto ambiental, es decir, menor consumo de energía a iguales condiciones de operación de la industria.

La disminución del consumo de electricidad y de combustibles fósiles, conlleva a la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), además existirá reducción de pérdidas de energía y la optimización de la potencia instalada del sistema eléctrico.

Con los *PROGRAMAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS SECTORES INDUSTRIAL Y COMERCIAL*, se logran además:

- ✓ Fomentar la adopción de prácticas de producción más limpia en el sector productivo.
- ✓ Fomentar un mercado de gestión sostenible de energía.
- ✓ Fomentar inversiones en gestión de energía.
- ✓ Fomentar la transferencia de tecnología.

Principales estudios desarrollados como aplicación de la Eficiencia Energética:

- ✓ Estudios e implementación de Programas de Eficiencia Energética y Medio Ambiente
- ✓ Estudios de calidad de energía, Armónicas, problemas y soluciones P&Q
- ✓ Estudios y proyectos de administración y control de la máxima demanda DSM.
- ✓ Tarifas Eléctricas
- ✓ Asesoría en Contratos eléctricos y opciones tarifarias para clientes Libres y Regulados.
- ✓ Estudios y Evaluación y control de pérdidas de energía en sistemas eléctricos
- ✓ Estudios y proyectos de compensación de energía reactiva
- ✓ Evaluación energética de calderas, secadores y otros equipos consumidores de energía térmica.

Principales objetivos del Uso Eficiente y Racional de los Recursos Energéticos:

- ✓ Contribución al desarrollo sostenible de los países, “las generaciones futuras deberían disponer de los recursos energéticos necesarios para su desarrollo”. (Sandoval, A. 2011)

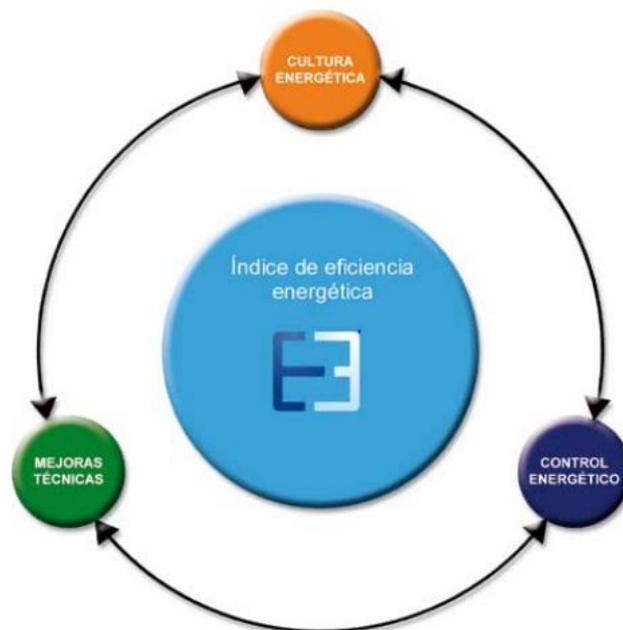
## 2.2.4. Índice de eficiencia energética

Se establece un perfil de eficiencia energética a las empresas del metal a través de un análisis de diferentes factores que lo determinan.

El índice de Eficiencia Energética viene definido por una evaluación ponderada de tres factores principales, que determinan la eficiencia del uso de la energía.

- ✓ **Cultura energética:** se evalúa la información energética en la empresa; auditoría interna/ externa, conocimiento de los distintos contratos energéticos, conocimientos sobre programas y ayudas en materia de eficiencia energética..., la formación del personal y la política en energía de la empresa.
- ✓ **Control energético:** se analizan los medios y acciones para la gestión del consumo energético y las medidas adoptadas para minimizar éstos.
- ✓ **Mejoras técnicas:** se valora la actualización a las MTD'S mejoras técnicas disponibles (reducción de paradas técnicas, disminución de consumos,...), el uso de energías alternativas más eficientes y menos contaminantes.

Figura N° 2. 1: Factores principales del Índice de Eficiencia Energética



Fuente: *La Eficiencia Energética en el Sector Metalmeccánico (Femeval 2007-2013)*

## 2.2.5. Medidas para la Eficiencia Energética

### A. Gestión de la Demanda.

En este punto se refiere a la Negociación con las Empresas Distribuidoras, a fin de obtener la Opción Tarifaria Óptima, de acuerdo al régimen de operación de la Planta y a la potencia instalada de la misma.

#### ✓ Elección de Una Opción Tarifaria:

De acuerdo a la política Tarifaria del País, en el Perú se tiene diez opciones tarifarias; cada tipo de tarifa tiene diversos indicadores de facturación, dependiendo además de las Horas Punta y Horas Fuera de Punta; las Horas Punta son consideradas al período de 18:00 a 23:00 horas y el período de Integración de la Máxima Demanda y Energía es de 15 minutos.

Los usuarios podrán elegir libremente cualquiera de las opciones tarifarias, teniendo en cuenta el sistema de medición que exige la respectiva opción tarifaria y dentro del nivel de tensión que le corresponde. (Ver Anexo N°1.1)

Los usuarios se clasifican en cliente regulado y cliente libre:

- a. **Cliente Regulado.**- Usuarios cuya demanda máxima es menor o igual a 1000 kW (20% de la demanda máxima de la zona de concesión); los precios son regulados por OSINERG.
  
- b. **Cliente Libre.**- Pueden acceder al rubro de “Cliente Libre”, todos los usuarios cuyo consumo de potencia sea mayor a los 1 000 kW. Este tipo de usuarios pueden negociar directamente con las distintas empresas distribuidoras y generadoras de energía, llegando a establecer contratos de suministro eléctrico con precios unitarios ventajosos.

Para el caso de facturación de la máxima demanda, se tiene dos formas:

1. Potencia variable y calificación automática (Cliente en Punta o Fuera de Punta)
2. Potencia contratada.

En el primer caso la Demanda Facturada viene a ser el promedio de los dos valores más altos leídos (registrados por el medidor en 15 minutos) durante un período de seis (06) meses incluyendo el último mes de consumo.

La Gestión de Demanda de acuerdo a la Potencia Instalada y Máxima Demanda Calculada, hace referencia a la máxima demanda calculada.

Los factores que contribuyen al tipo de curva de demanda en nuestro país son:

Los diferentes usos y costumbres del Sector Residencial el cual tiene una fuerte influencia básicamente en las horas denominadas punta 18:00 a 23:00 horas, por lo que los costos de la Energía y Demanda durante Horas de Punta son mayores respecto a los correspondientes durante Horas Fuera de Punta.

Los precios son diferenciados para la facturación de potencia en horas punta y horas fuera de punta, de acuerdo a si el cliente se encuentra calificado como presente en punta o presente fuera de punta; la calificación se efectúa de acuerdo al grado de utilización de la potencia en horas punta o en horas fuera de punta.

El cliente será calificado como presente en punta cuando el cociente entre la demanda media del cliente en horas de punta y su demanda máxima es mayor o igual a 0,5.

La Calificación Tarifaria se calcula mediante la siguiente expresión:

$$CT = \frac{Ea HP}{130 X MDL (mes)}$$

Dónde: Ea HP: Energía en horas de Punta

MDL: Máxima demanda Leída

De acuerdo al resultado se determina:

$CT \geq 0,5$  Cliente Presente en Punta

$CT < 0,5$  Cliente Fuera de Punta

A pesar de la diversidad de equipamiento y exigencias del sector industrial; muchas industrias reducen carga administrando mejor este valioso recurso en horas punta; por lo que es importante seguir promoviendo con frecuencia los programas de administración de la demanda en este sector. (Quispe, M: 2009).

## **B. Control Automático de la Máxima Demanda**

La demanda máxima puede ser controlada manualmente o con la ayuda de dispositivos automáticos; con ambos métodos de control existen ventajas y desventajas, además de diferentes grados de complejidad y costos.

El control de demanda manual más efectivo, es hacer una buena programación de la operación de las diferentes cargas; cuando las variaciones posibles son demasiadas para un control manual, el control automático es una solución más sofisticada, versátil y confiable para asegurar un límite a la demanda máxima.

Un controlador de demanda es un dispositivo que actúa sobre una señal, que temporalmente apaga cargas eléctricas predeterminadas (programación de desconexión en horas punta), para mantener la demanda máxima bajo control. El controlador, apaga o establece ciclos de trabajo a las cargas cuando la demanda alcanza un valor preestablecido. . (Quispe, M: 2009).

### **2.2.6. Control del Factor de Potencia**

Según El control del factor de potencia se realiza a través de la compensación reactiva. La demanda de potencia reactiva se puede reducir sencillamente colocando

condensadores en paralelo a los consumidores de potencia inductiva QL. Dependiendo de la potencia reactiva capacitiva  $Q_c$  de los condensadores se anula total o parcialmente la potencia reactiva inductiva tomada de la red.

Los efectos de un bajo factor de potencia incluyen: alto costo de suministro de la energía eléctrica, sobrecarga en los generadores, transformadores, líneas de distribución, así como mayores caídas de voltaje y pérdidas de potencia; representa pérdidas y desgaste en el equipo industrial.

El control del factor de potencia a través de la instalación de capacitores:

- ✓ Elimina los cargos por concepto de energía reactiva, es decir menor costo de energía eléctrica, al mejorar el factor de potencia no se tiene que pagar penalizaciones por mantener un bajo factor de potencia;
- ✓ Aumenta la capacidad del sistema y disminuye las pérdidas por efecto Joule, al mejorar el factor de potencia se reduce la cantidad de corriente reactiva que inicialmente pasaba a través de transformadores, alimentadores, tableros y cables.
- ✓ Mejora en la calidad del voltaje, al mejorar el factor de potencia, la corriente total de la línea disminuye, causando una menor caída de voltaje.

### **A. Eficiencia en la Iluminación**

La sustitución de la iluminación fluorescente por lámparas de bajo consumo, además del correspondiente ahorro en iluminación, disminuye la cantidad de calor emitido, tanto en la propia lámpara como en los transformadores auxiliares en el caso de las halógenas, ahorrando por tanto también en costo del aire acondicionado.

## B. Empleo de Motores de Alta Eficiencia

Según Los motores eléctricos usan aproximadamente 46% de la energía eléctrica producida en los países desarrollados.

En los países de Latino América, se estima que aproximadamente, un 70% de la energía corresponde a los sistemas de fuerza (motores eléctricos en general) debido en gran parte a la antigüedad y las barreras que han limitado una modernización de estos importantes equipos.

Los principales beneficios de invertir en motores de alta eficiencia son:

- ✓ Ahorros por el consumo de la energía eléctrica, lo que implica menores costos de operación, menores cargos por demanda máxima,
- ✓ Menores pérdidas en vacío,
- ✓ Mayor vida útil de aislamiento,
- ✓ Mayor capacidad de sobrecarga,
- ✓ Mayor confiabilidad,
- ✓ Reducción de costos de mantenimiento,
- ✓ Utilización de nuevas tecnologías,

Mejoras en los procesos de producción y/o producto. Los puntos clave para lograr alta eficiencia en motores eléctricos son:

- ✓ Mejor diseño electromagnético para reducir las pérdidas en el cobre.
- ✓ Mejor acero eléctrico (acero obtenido en horno eléctrico) para reducir las pérdidas en el hierro.
- ✓ Mejor diseño térmico para transferir el calor de manera más eficiente y a un costo más bajo.
- ✓ Mejora de la aerodinámica para reducir las pérdidas de fricción de aire y el ruido.
- ✓ Mejora de la fabricación y control de calidad para reducir las pérdidas relacionadas con el proceso. (Sandoval, A. 2001).

### **2.2.7. Auditorías energéticas.**

El objetivo principal es la identificación y evaluación de los potenciales ahorros energéticos.

Para detectarlos es necesario establecer primero los puntos de consumo, es decir, obtener el “Mapa Energético” de la fábrica. El Mapa Energético describe y evalúa la situación actual de los consumos y producciones energéticas, identificando los puntos de mayor consumo y su participación en el gasto energético. Una vez obtenido, es posible establecer balances de masa y de energía que nos permitan identificar los puntos en los cuáles se pueden obtener ahorros energéticos. A partir de la identificación de estos puntos, se calcula la inversión necesaria y los beneficios energéticos, económicos y de ahorro de emisiones que se pueden obtener con su implantación. Por tanto las fases fundamentales para realizar estas auditorías energéticas son las siguientes:

- ✓ Recopilación de datos (Energía consumida. Inventario y revisión de las prestaciones de los equipos)
- ✓ Medición y monitorización de los procesos industriales.
- ✓ Medidas Potenciales de Ahorro Energético (Análisis del ahorro energético y de emisiones. Inversiones previstas. Análisis económico y financiero)
- ✓ Informe final

#### **A. Valoración económica de las propuestas realizadas.**

Estas medidas de ahorro energético que no siempre derivan en un costo para el titular, pueden ser:

- ✓ Mejoras sin inversión para una adecuada explotación. Algunos ejemplos son:
  - Variación de consignas de temperatura en espacios ocupados, empleo correcto de enfriamiento gratuito.

- Variación de tiempos de uso de las instalaciones en función de la potencia energética demandada en cada proceso.
- Optimización de los contratos energéticos.
- ✓ Mejoras con inversión que afectan al diseño de la empresa y que requieren inversión en equipos que supongan un ahorro energético. Algunos ejemplos son:
  - Sustitución de generadores térmicos
  - Sustitución de lámparas
  - Instalar un variador de frecuencia
  - Empleo de balastos electrónicos
- ✓ Mejora del aislamiento térmico
- ✓ Implantación de energía solar para agua caliente sanitaria, fotovoltaica, cogeneración, etc. (Preoca. 2015).

## 2.2.8. Métodos de Evaluación Económica

Existen muchos métodos para la evaluación de proyectos, aunque los más difundidos en la actualidad, y los más confiables, son aquellos que toman en consideración el valor del dinero en el tiempo al analizar los beneficios y costos esperados durante la vida útil del proyecto

### 2.2.8.1. Valor Actual Neto (VAN)

Es una metodología que permite actualizar a un tiempo determinado unos valores futuros de flujos de caja, para lo cual se realiza un descuento al momento actual mediante una tasa de interés determinada. Estas actualizaciones se obtienen de un flujo de caja realizado del proyecto.

Esto permite evaluar las diferentes etapas de un proyecto a un único valor en un único momento y poder tomar una decisión. El Valor Actual Neto se puede aplicar

tanto a los ingresos como a los egresos que presenta un proyecto. A su vez también se puede actualizar a un tiempo determinado los valores de ganancias (o pérdidas) del proyecto a lo largo del tiempo y adicionándole la inversión inicial se puede ver cuál sería la ganancia que tendría el proyecto, a lo largo de su tiempo de vida y proyectada al momento inicial del proyecto. Con el VAN se puede obtener otros indicadores tales como la rentabilidad y el beneficio/costo. Este indicador corresponde a la siguiente expresión matemática:

$$VAN = -K_0 + \sum_{i=1}^n \frac{F_{C_i}}{(1+D)^i}$$

Donde:

$K_0$ : Inversión o capital inicial.

$F_{C_i}$ : Flujo de caja en el año  $i$ .

$D$ : Tasa de Descuento.

$n$ : número de periodos.

Si el resultado de la evaluación:

$VAN > 0$ ; el proyecto es aceptado

$VAN < 0$ ; el proyecto es rechazado

### 2.2.8.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es la tasa de interés con la cual el valor actual neto es igual a cero. Mejor dicho, el TIR corresponde a la tasa de interés que se debía aplicar en el cálculo del VAN de un proyecto para que este no presente ganancias evaluadas en el momento inicial. En cuanto mayor sea el TIR respecto a la tasa de interés utilizada en el VAN quiere decir que el proyecto es más rentable que ahorrar este dinero en el banco.

$$0 = -K_0 + \sum_{i=1}^n \frac{F_{C_i}}{(1+TIR)^i}$$

Como se puede observar, esta ecuación no se puede resolver directamente, sino que se requiere de un análisis iterativo para obtener el valor de la TIR. En nuestro caso se utilizará el paquete informático Excel.

El criterio general para saber si es conveniente realizar un proyecto es el siguiente: (Figuroa, C. 2012).

$TIR > i$ , realizar el proyecto

$TIR < i$ , no realizar el proyecto

$TIR = i$ , el inversionista es indiferente entre realizar el proyecto o no.

## **2.2.9. Regulación y planificación de la eficiencia energética**

En general, se producen cada día nuevos equipos eficientes como los dispositivos de iluminación basados en diodos emisores de luz (LED), los coches eléctricos para el transporte, o la construcción de viviendas con menores consumos de energía, todo con el objetivo de reducir las emisiones. Por estas razones, debemos realizar una investigación permanente sobre las nuevas tecnologías que estén por ingresar al mercado y que nos podrían ayudar a mejorar nuestra eficiencia y competitividad.

### **2.2.9.1. Programas desarrollados y el contexto en el que se realizaron**

Sobre estas bases se decidió que la campaña de ahorro debía sustentarse en 2 pilares: la modificación de los hábitos y usos de consumo en todos los segmentos de la población y la promoción e introducción de equipos eficientes al mercado nacional. En resumen, se ejecutaron las siguientes actividades:

### **a. Sector residencial.**

#### ✓ **Mejora de los hábitos de consumo:**

En este sector se realizaron de manera sostenida tres actividades paralelas y complementarias entre sí: una campaña educativa, una campaña publicitaria y una campaña informativa demostrativa. La campaña publicitaria, muy intensa, se difundió anualmente por televisión, radio y prensa y estuvo destinada a sensibilizar a la población para mantener permanentemente en su comportamiento los buenos hábitos de uso eficiente de la energía.

#### ✓ **Introducción de equipos eficientes:**

En este mismo período se desarrolló un intenso trabajo de promoción de los focos ahorradores, tarea que logró introducir sólo en el primer año de campaña, la cantidad de 500 mil unidades y de 2,6 millones en el período 1995 - 2000. El Perú fue uno de los pioneros en promover la utilización e introducir masivamente esta tecnología en Latinoamérica.

### **b. Sector productivo y de servicios.**

Dada la importancia de los indicadores de eficiencia, estos se determinaron para el sector minero, textil, plásticos y pequeña y micro empresa. Los resultados se publicaron y divulgaron ampliamente con la finalidad de que otras empresas tuvieran valores de consumo de energía por unidad de producto o servicio con que compararse.

### **c. Sector público.**

Conscientes de que los edificios del Estado eran grandes consumidores y debían dar el ejemplo al resto de la sociedad, se realizaron auditorías en las sedes ministeriales y se formaron comités de ahorro de energía en cada uno ellos. Se modernizó la iluminación de Palacio de Gobierno y el Ministerio de Energía y

Minas (MINEM), para que sirvieran como modelos demostrativos para el resto de sectores. (Romaní, C & Arroyo, V 2012)

### **2.2.10. Aspectos Básicos de un Programa de Ahorro De Energía**

Un programa de ahorro se presenta como los pasos sistemáticos para la obtención de resultados, así como estrategias que deben seguirse y acciones principales que deben ejecutarse a fin de lograr o rebasar los objetivos establecidos; en este sentido se presenta a través de la conservación y administración de la energía, que es el uso racional y efectivo de la misma para maximizar beneficios (minimizar costos) y destacar las situaciones competitivas. De hecho cualquier actividad que conlleve al uso racional y juicioso de la energía, nivelación de demanda para minimizar las facturas de electricidad se consideran administración de energía.

El objetivo principal de la administración de la energía es el mejoramiento continuo del beneficio y la intensificación de la posición competitiva, pero junto con esta meta se tienen algunos objetivos subsidiarios:

- ✓ Conservación de la energía.
- ✓ Excelentes comunicaciones en asuntos de energía.
- ✓ Supervisión eficaz de la energía.
- ✓ Mantenimiento de los recursos.
- ✓ Incorporación de nuevos equipos y servicios durante las restricciones total o parcial del servicio eléctrico. (Veltri Rosal, R. 2 002).

### **2.2.11. Plan de Acción**

Un plan de acción es un tipo de plan que prioriza iniciativas más importantes para cumplir con ciertos objetivos y metas. De esta manera, un plan de acción se constituye como una especie de guía que brinda un marco o una estructura a la hora de llevar a cabo un proyecto.

Dentro de una empresa, un plan de acción puede involucrar a distintos departamentos o áreas. El plan establece quienes serán los responsables que se encargaran de su

cumplimiento en tiempo y forma. Por lo general, también se incluye algún mecanismo o método de seguimiento y control, para que estos responsables puedan analizar si las acciones siguen el camino correcto.

El plan de acción propone una forma de alcanzar los objetivos que ya fueron establecidos con anterioridad. Supone el paso previo a la ejecución efectiva de una idea o propuesta.

### **2.2.11.1. Formulación de los planes de acción**

La formulación de los planes de acción se realizará, atendiendo los principales problemas detectados en el programa de situación, para contribuir en forma directa o indirecta al cumplimiento de los objetivos y metas establecidas en el proyecto.

### **2.2.11.2. Principios que orientan la elaboración de un plan de acción**

Para la efectividad del plan, las acciones de mejora propuestas en el plan deben ser:

- ✓ **Consensuadas:** las propuestas de acción deben realizarse bajo el consenso y participación de los involucrados.
- ✓ **Coherentes:** las acciones propuestas deben guardar coherencia con lo realizado en el programa de la situación actual.
- ✓ **Operatividad:** las acciones de propuestas deben ser estructuradas: es decir, tienen que identificarse los objetivos clave que las unidades consideren prioritarios y tiene que instrumentalizarse por medio de un conjunto de acciones concretas, con determinados recursos, y responsables para llevar a cabo su ejecución. Además se debe establecer indicadores que sirvan para valorar el cumplimiento de las acciones programadas y su seguimiento
- ✓ **Realistas y viables:** las acciones que se formulan tiene que ser viables en el contexto en el que se plantean para poder cumplir con los objetivos establecidos,

### **2.2.11.3. Asignación de responsabilidades**

Los planes de acción han de ser ejecutados. Para ello, se precisa asignar responsabilidades y formar un equipo de trabajo encargado de impulsar y facilitar la consecución de los planes de acción. Por lo tanto la selección y constitución del mismo es de vital importancia.

Se recomienda que el equipo esté liderado por una persona con responsabilidad dentro de la empresa, ya que esta será la persona encargada de liderar y coordinar todo el proceso.

Es imprescindible que exista un compromiso de todos los empleados de la empresa. El compromiso debe empezar por la Alta Dirección, que debe de asegurarse que los planes de acción se implementen, asignando los recursos necesarios (humanos, tecnológicos y económicos).

### **2.2.11.4. Seguimiento del plan de acción**

El seguimiento debe realizarse en forma permanente por parte de los responsables de los procesos, permite determinar el estado de avance de las acciones programadas. A través del seguimiento se puede determinar si las acciones deben ajustarse, o si se requiere reprogramar los plazos.

Un indicador o punto de control es una expresión cuantitativa o cualitativa para comprobar el grado de consecución de los objetivos establecidos previamente.

El proceso de seguimiento debe tener en cuenta un mínimo de elementos comunes para garantizar que sirve al objeto de retroalimentación del plan:

- ✓ Todas las acciones propuestas en el plan, tendrán un responsable de implementación, que será también el encargado de proponer la información para el seguimiento.

- ✓ Para cada una de las acciones deberá comprobarse el cumplimiento de los plazos, la correcta utilización de los recursos asignados y el estado de los indicadores de seguimiento fijados. (Sinche Lujan , J . 2 011)

### 2.3. Definición de términos básicos

**Ahorro de energía.-** ahorro equivale a disminuir el consumo de combustibles en la generación de electricidad evitando también la emisión de gases contaminantes hacia la atmósfera.

**Carga o potencia instalada.-** Corresponde a la suma de las potencias de todos los equipos existentes en una instalación. Toda esta carga podría ser utilizada por la instalación en algún instante.

**Carga o potencia contratada.-** Es aquella que suscribe el cliente con la Empresa por la máxima carga admisible de la conexión asignada al suministro. El cliente deberá abstenerse de tomar una carga mayor a la contratada pues de lo contrario estaría sujeto a la suspensión del suministro por poner en peligro las instalaciones de la Empresa.

**Costos Energéticos.-** Recopilación de datos de las facturas de energía las cuales se ven reflejadas mes a mes.

**Demanda.-** Para efectos tarifarios, se entiende como la potencia media integrada sobre un intervalo de tiempo de 15 minutos.

La demanda contratada corresponde a la potencia que la distribuidora de energía coloca a disposición del cliente, de acuerdo a los términos del contrato establecido.

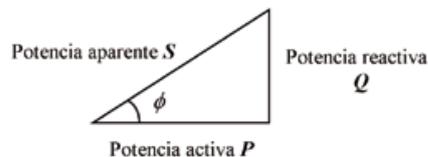
**Energía activa.-** Energía capaz de producir trabajo, se mide normalmente en kilowatt-hora (kW/h).

**Energía reactiva.-** Energía requerida por algunos equipos eléctricos, para mantener flujos magnéticos. Esta energía no produce trabajo útil y se mide normalmente en kilo Volt-Ampere reactivos (kVAr).

**Energía aparente.-** Energía que debe entregar la distribuidora a sus clientes y está constituida por la energía activa y reactiva.

**Factor de carga.-** Relación entre la demanda media y la demanda máxima ocurrida en un periodo de tiempo definido.

**Factor de potencia.-** el factor de potencia es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente, que es coincidente con el coseno del ángulo entre la tensión y la corriente cuando la forma de onda es sinusoidal pura.  $f.d.p. = \cos \phi = P / S$



**Horas Punta.-** Periodo definido entre las 18 y 23 horas que se aplica durante los meses de abril a septiembre. Estos corresponden a los periodos de mayor consumo energético a nivel país y donde los precios por concepto de demanda son muy altas.

**Horas Fuera de Punta.-** Resto del tiempo que no corresponde a horarios punta. Los precios por concepto de demanda fuera de punta son inferiores a aquellos correspondientes a hora punta.

**Luz (LED).-** es una lámpara de estado sólido que usa ledes<sup>2</sup> (*Light-Emitting Diode*, diodos emisores de luz) como fuente lumínica. Debido a que la luz capaz de emitir un led no es muy intensa, para alcanzar la intensidad luminosa similar a las otras lámparas existentes como las incandescentes o las fluorescentes compactas las lámparas LED están compuestas por agrupaciones de ledes, en mayor o menor número, según la intensidad luminosa deseada.

**Mejora de procesos.-** significa optimizar la efectividad y la eficiencia, mejorando también los controles, reforzando los mecanismos internos para responder a las contingencias y las demandas de nuevos y futuros clientes.

**Mantenimiento predictivo.-** serie de acciones que se toman y las técnicas que se aplican con el objetivo de detectar posibles fallos y defectos de una maquinaria para evitar que estos fallos se manifiesten en uno más grande durante su funcionamiento.

**Mantenimiento Correctivo o reactivo.-** es el tipo de mantenimiento en el que las acciones se toman tras una falla en el o los equipos, para corregir esa falla o avería, volviendo a dejar el equipo productivo.

**Precio demanda.-** Precio cobrado por demanda facturada en kW para un periodo dado. Dependiendo de la tarifa contratada, la empresa distribuidora puede cobrar por demanda máximas en horas presentes en punta y fuera de punta.

**Programa de ahorro energético.-** Secuencia de actividades con una frecuencia de tiempo determinada, que tiene como objetivo la medición y la mejora de un trabajo específico.

**Potencia.-** Es la cantidad de energía requerida en una unidad de tiempo. La unidad comúnmente utilizada es el kilowatt (kW).

**Precio consumo de energía.-** Precio cobrado por cada kWh consumido por el cliente. Estos precios varían dependiendo de la tarifa contratada por el cliente y de la ubicación geográfica.

**Rendimiento Eléctrico.-** El rendimiento es un concepto asociado al trabajo realizado por las máquinas.

**Tarifas eléctricas.-** Existen dos tipos de tarifas reguladas Alta Tensión (AT) y Baja Tensión (BT). Los clientes conectados a empalmes con tensión superior a 400V poseen tarifas AT y aquellos con tensiones inferiores a 400V poseen tarifas BT. Hay variadas opciones tarifarias para clientes BT y AT, las cuales se detallan más adelante.

## CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS

### 3.1. Formulación de la hipótesis

La propuesta de un programa de ahorro de energía reduce los costos energéticos en el proceso productivo de metalmecánica de la empresa Ipsycom ingenieros S.R.L de la ciudad de Cajamarca.

### 3.2. Operacionalización de variables

Se indica dos variables para la presente investigación:

- ✓ **Variable independiente:** Programa de Ahorro de Energía.
  
- ✓ **Variable dependiente:** Costos Energéticos.

Tabla N° 3. 1 : Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>Independiente:</b> Programa de Ahorro de Energía	El ahorro energético, también denominado ahorro de energía o eficiencia energética, consiste en la optimización del consumo energético con el objetivo final de disminuir el uso de energía, aunque sin que por ello se vea resentido el resultado final.	Potencia Eléctrica	= Tensión x Corriente x 1.73 x FP
		Energía eléctrica	= Kw x Tiempo
		Rendimiento	= $\frac{\text{Potencia de Salida (Ps)}}{\text{Potencia de Entrada (Pe)}} \times 100$
		Ahorro de Energía	= Energía Actual – Energía Propuesta
<b>Dependiente:</b> Costos Energéticos	Introduce a los participantes con los conceptos, las técnicas y las herramientas fundamentales de la gestión financiera. Las inversiones y los costes necesarios para atender el suministro de energía. Financiación de las actividades energéticas. Estrategia empresarial en el sector energético.	Ahorro de Costo Energía	= Costo de Energía Actual – Costo de Energía Propuesta
		Costo de la Energía Activa	= Kwh x Precio Unitario Kwh

Fuente: Elaboración propia.

## **CAPÍTULO 4. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **4.1. Tipo de diseño de investigación.**

#### **✓ Pre Experimental**

A un grupo se le aplica una prueba previa al estímulo o tratamiento experimental, después se le administra el tratamiento y finalmente se le aplica una prueba posterior al tratamiento. (Pre test - pos test)



### **4.2. Material.**

#### **4.2.1. Unidad de estudio**

La unidad de estudio del presente trabajo es la propuesta de un programa de ahorro de energía para disminuir los costos energéticos en el proceso productivo de metalmecánica de la empresa IPSYCOM INGENIEROS S.R.L. de la ciudad de Cajamarca ,2 017.

#### **4.2.2. Población.**

La población está conformada por la empresa Ipsycom Ingenieros S.R.L. de la ciudad de Cajamarca.

#### **4.2.3. Muestra**

Se encuentra conformada por el consumo de energía de los equipos y maquinarias del área de maestranza de la empresa.

### **4.3. Métodos.**

El estudio que se realiza para optimizar el consumo de energía eléctrica se basa en la aplicación de técnicas y metodologías integradas para analizar procesos de servicios eléctricos, buscando aumentar la eficiencia y reducir las pérdidas. Se detalla la siguiente metodología

#### **4.3.1. Técnicas, procedimientos e instrumentos**

Para el desarrollo de la investigación se realizaron visitas en campo para realizar las mediciones con instrumentos que son indicadores energéticos, obtención de facturas, verificación y apuntes de las placas características , como fuentes externas se tienen estudios relacionados al tema, también contamos con libros de eficiencia energética.

:

##### **4.3.1.1. Técnica para recolectar datos**

###### **A. Fuentes primarias**

###### **✓ Observación directa**

Esta se llevará a cabo en cada una de las máquinas para poder identificar el consumo de energía, factor de potencia, voltaje. Corriente frecuencia eléctrica, también se podrá observar el estado en la que se encuentran y la operación de funcionamiento de las máquinas, luminarias y cables conductores.

###### **✓ Entrevista**

Esta técnica está relacionada a establecer contacto directo con la gerencia y el supervisor de área que son fuente de información necesaria para la aplicación de nuestro proyecto.

Los datos obtenidos serán parte fundamental para analizar e implementar el programa de eficiencia de evaluación energética.

## **B. Fuentes secundarias**

Estos datos son procedentes del historial del recibo de luz (Ver anexo N° 4.1) tanto como el costo y el consumo de energía, en el anexo N° 4.2 se observa las especificaciones técnicas y consumo real de cada máquina y también libros de consulta.

### **4.3.1.2. Técnicas para analizar información**

#### **A. Pareto**

Esta herramienta se utiliza para priorizar los problemas o las causas que los generan.

Esta técnica nos ayudará a analizar los datos para poder jerarquizarlos y tener una definición más clara de cuáles son los equipos o el área que más consumen energía eléctrica y que pueden ser análisis de estudio. (Ver Gráfico N° 5.8)

#### **B. Ishikawa**

Este gráfico que será aplicado en nuestro estudio refleja la relación entre una característica de calidad y los factores que posiblemente contribuyen a que exista, en otras palabras es una gráfica que relaciona el efecto que ocasiona las causas en sus diferentes aspectos.

Por esta técnica podemos identificar áreas, circuitos eléctrico, máquinas, medio ambiente, mano de obra para poder encontrar posibles ahorros de energía

También se analizará la información mediante otros programas y métodos para su validación (Ver Figura N° 5.12)

## C. Otros Programas

- ✓ Office 2010 (Microsoft Word, Excel)
- ✓ Minitab 16
- ✓ Microsoft Visio

### 4.3.1.3. Procedimiento

Se realizara el siguiente procedimiento:

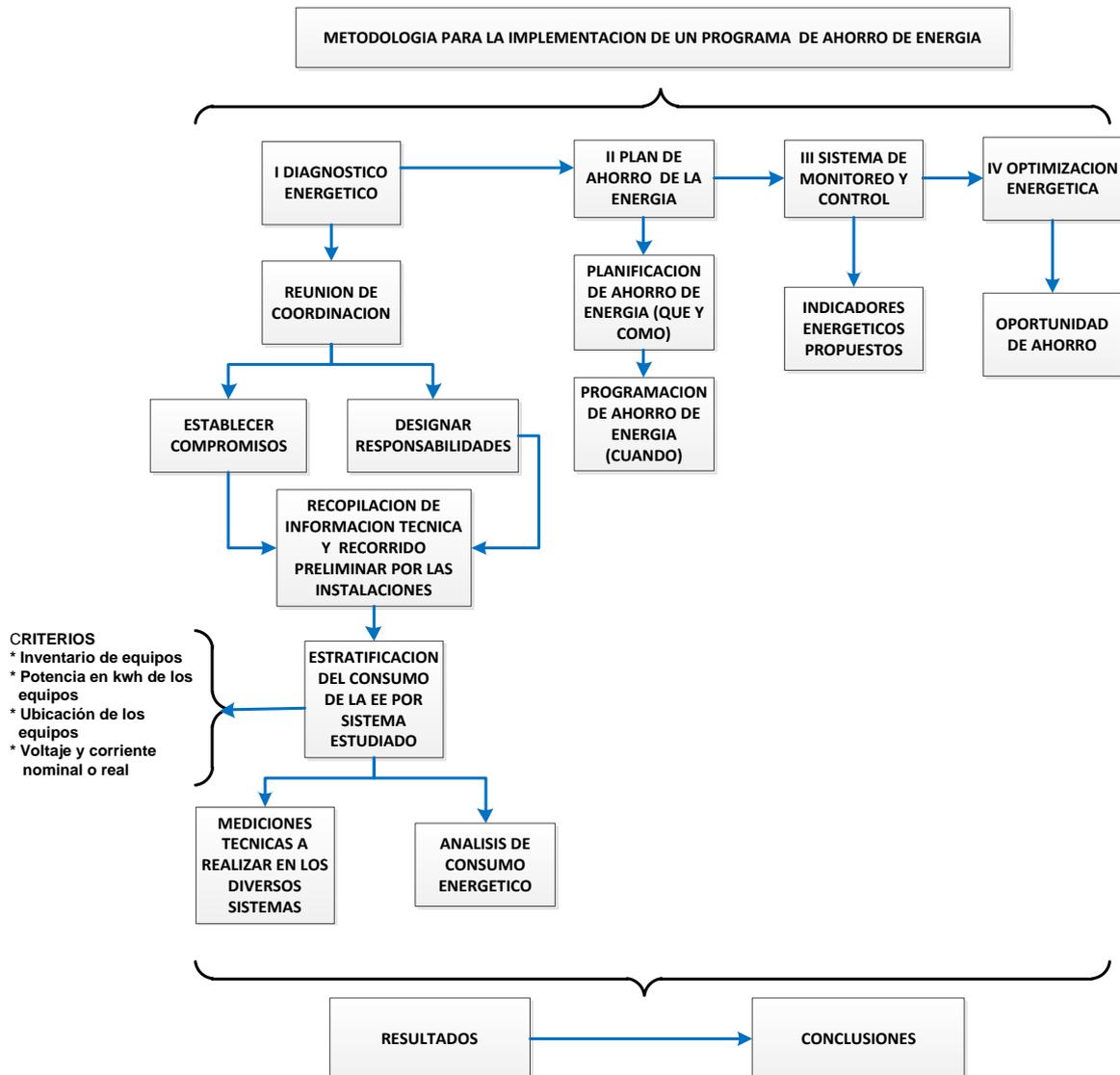
1. Se plantea el propósito de la investigación mediante los objetivos generales y específicos después de haber definido claramente el problema a estudiar
2. Se realiza la recolección de datos mediante la observación directa utilizando instrumentos eléctricos que nos brinden datos cuantitativos
3. Se realiza el diagnostico energético del sistema eléctrico donde se encuentran las máquinas de arranque de viruta para establecer las condiciones técnicas en la que se encuentran
4. Se procesan los datos obtenidos para analizar la información mediante los software y métodos
5. Identificaremos las oportunidades de ahorro energético y el tiempo de recuperación de inversión
6. Se elabora el programa de ahorro para obtener un mejoramiento en la eficiencia de energía.

#### 4.3.1.4. Instrumentos

Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato que se utiliza para obtener información.

- ✓ Cámara fotográficas
- ✓ Recibo de luz
- ✓ Guías energéticas
- ✓ Manuales de equipo
- ✓ Pinza Amperimétrica
- ✓ Megómetro
- ✓ Voltímetro Digital
- ✓ Laptops

Figura N° 4. 1: Metodología de la eficiencia energética



Fuente: Elaboración Basado en el sistema de gestión de energía eléctrica (Siulmar P)

## CAPÍTULO 5. DESARROLLO

### 5.1. Presentación de la empresa

#### 5.1.1. Descripción de la empresa

Empresa Cajamarquina, dedicados a las construcciones electromecánicas y mantenimiento de gran escala para la Minería, Petróleo, Gas y Energía, con el fin de ser la mejor alternativa para nuestros clientes. Hemos desarrollado proyectos en diversas modalidades con o sin financiamiento, IPSYCOM Ingenieros S.R.L, inicia sus operaciones a mediados del 2002, ocupando un vacío en el sector de la región en construcción, mantenimiento industrial, fabricación metalmeccánica de componentes de bombas centrífugas horizontales y verticales para agua, reparación de tazones e impulsores de bombas centrífugas verticales para agua y recuperación por metalizado de ejes de rotores de motores eléctricos y alojamiento de rodamientos de tapas de motores eléctricos. Cambio de revestimientos de desgaste (liners) en equipos de proceso de chancado, transporte y molienda de minerales.

Cuenta con una alta cultura organizacional, responsabilidad social, calidad empresarial y productiva; reafirmando así su compromiso para una mejora continua en los procesos de gestión, producción y servicios. Así mismo, cuida y promueve la capacidad y habilidad del personal, lo que contribuye a la satisfacción completa de los requerimientos de sus clientes.

#### 5.1.2. Referencia general de la empresa.

- ✓ Nombre de la Empresa: IPSYCOM INGENIEROS S.R.L.
- ✓ Nombre comercial: IPSYCOM
- ✓ Ruc: 20445284107
- ✓ Fecha de fundación: 01/09/2002
- ✓ Sector económico de desempeño: Obras de Ingeniería Mecánica
- ✓ Dirección Principal: Av. Vía de Evitamiento Norte #306-Cajamarca

### **5.1.3. Descripción de la actividad**

La Empresa IPSYCOM INGENIEROS SRL es una entidad netamente Cajamarquina y se dirige a un mercado que se dedica a la fabricación de sus productos utilizando otros como los pertenecientes a los proyectos electromecánicos donde hay explotación minera.

#### **5.1.3.1. Mantenimiento Industrial**

Los principales objetivos de IPSYCOM INGENIEROS SRL. En el rubro de mantenimiento Industrial, es mantener permanentemente los equipos e instalaciones en su mejor estado para evitar los tiempos de parada que aumentan los costos, prolongar la vida útil de los equipos e instalaciones al máximo; llevando a cabo una inspección sistemática de instalaciones, con intervalos de control para detectar oportunamente cualquier desgaste o rotura, manteniendo los registros necesarios

#### **5.1.3.2. Maestranza.**

##### **✓ Fabricación de componentes en Aceros Especiales.**

En el área de mecanizado, cuentan con maquinarias y herramientas de precisión, y cumple con la responsabilidad que exigen los estándares de fabricación y reparación de los componentes a fabricar como repuestos de bombas.

#### **5.1.3.3. Proyectos.**

##### **✓ Recuperación de barras de Perforación – Varillaje**

IPSYCOM INGENIEROS SRL, viene desarrollando proyectos para la industria, aplicando los conceptos y diseños más avanzados de la ingeniería, así como el uso de herramientas de última generación como programas de cálculo, diseños y elementos finitos.

Además de proyectos para edificaciones de plantas industriales, diseño, fabricación y montaje de todo tipo de estructuras metálicas, soportes especiales, casetas para equipos, escaleras, aplicados a la industria, la minería y la construcción.

#### **5.1.4. Visión.**

Ser una empresa reconocida en el mercado nacional e internacional por la calidad de nuestros productos y servicios, optimizando los tiempos en mantenimiento y producción de nuestros clientes.

#### **5.1.5. Misión**

En IPSYCOM S.R.L. fabricamos componentes de máquinas y equipos y brindamos servicios de mantenimiento Metalmeccánico, cumpliendo los requerimientos de nuestros clientes, basados en una cultura de calidad, seguridad, Protección del medio ambiente y Responsabilidad Social, logrando el bienestar de nuestros colaboradores y satisfacción de nuestros accionistas.

#### **5.1.6. Valores**

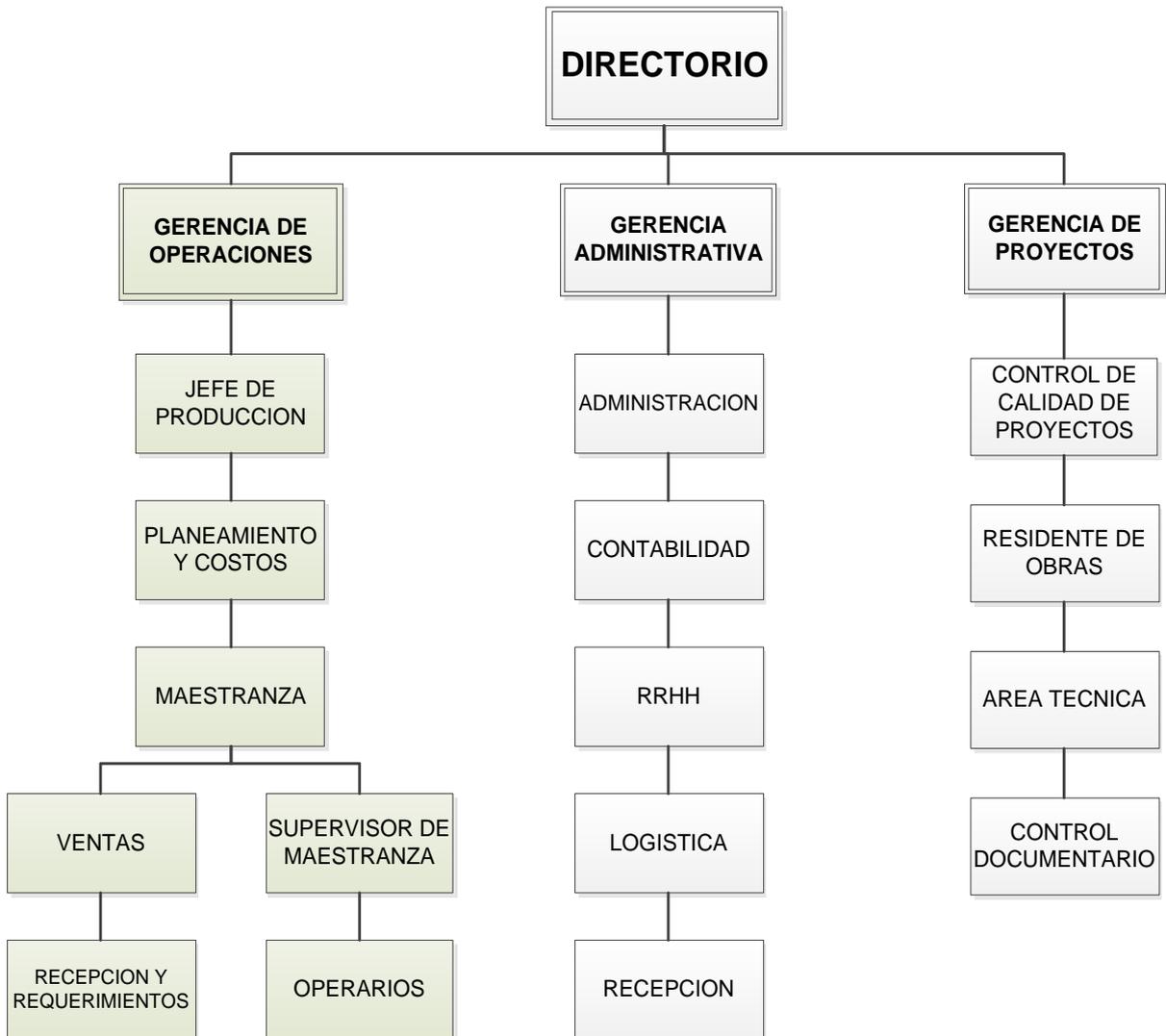
- ✓ **Calidad:** IPSYCOM trabaja con proveedores que ofrecen los mejores materiales del mercado, ofreciendo a los clientes productos de la mejor calidad.
- ✓ **Honestidad y Responsabilidad:** IPSYCOM es una empresa que cumple con sus clientes ofreciendo servicios en el plazo establecido.
- ✓ **Trabajo en equipo:** En IPSYCOM un trabajo se realiza con la participación de todos los trabajadores que aportan sus conocimientos en búsqueda de la mejora continua.

### 5.1.7. Objetivos de la empresa

- ✓ Consolidarse como uno de las mejores empresas de metalmecánica a nivel nacional para el presente año.
- ✓ Aumentar las ventas y la rentabilidad de la empresa en un 15 % en el segundo semestre del año a comparación de años anteriores.
- ✓ Mantener proveedores confiables que nos permitan cumplir con las especificaciones del producto y/o servicio.
- ✓ Garantizar el cumplimiento de las normas y procedimientos de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional establecidos por la empresa.

### 5.1.8. Organigrama

Figura N° 5. 1: Organigrama de la Empresa

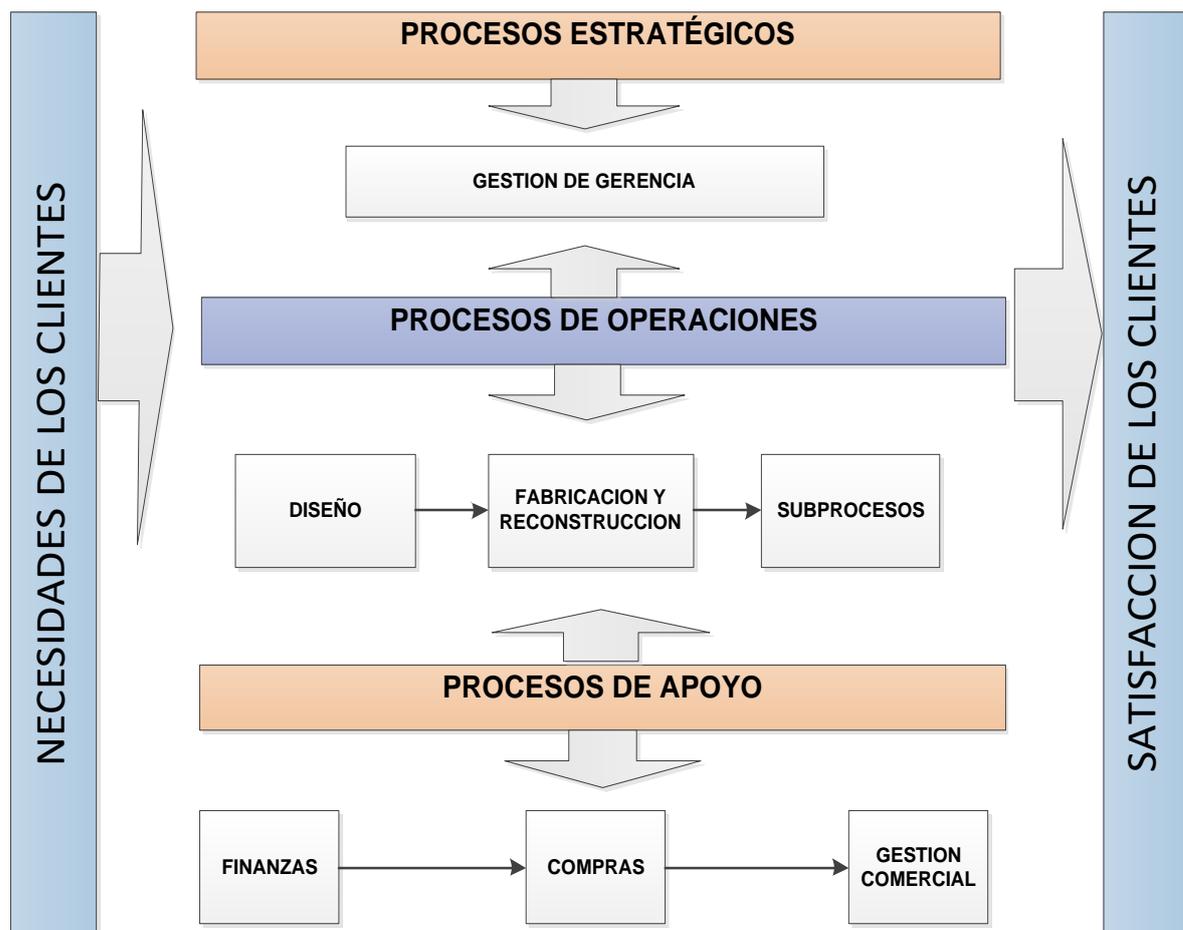


Fuente: Elaboración Propia

### 5.1.9. Mapeo de Procesos

Es una Metodología que permite elaborar una representación gráfica de un proceso mostrando las secuencias de tareas que se ejecutan.

Figura N° 5. 2 : Mapa de Procesos Ipsycom Ingenieros S.R.L.

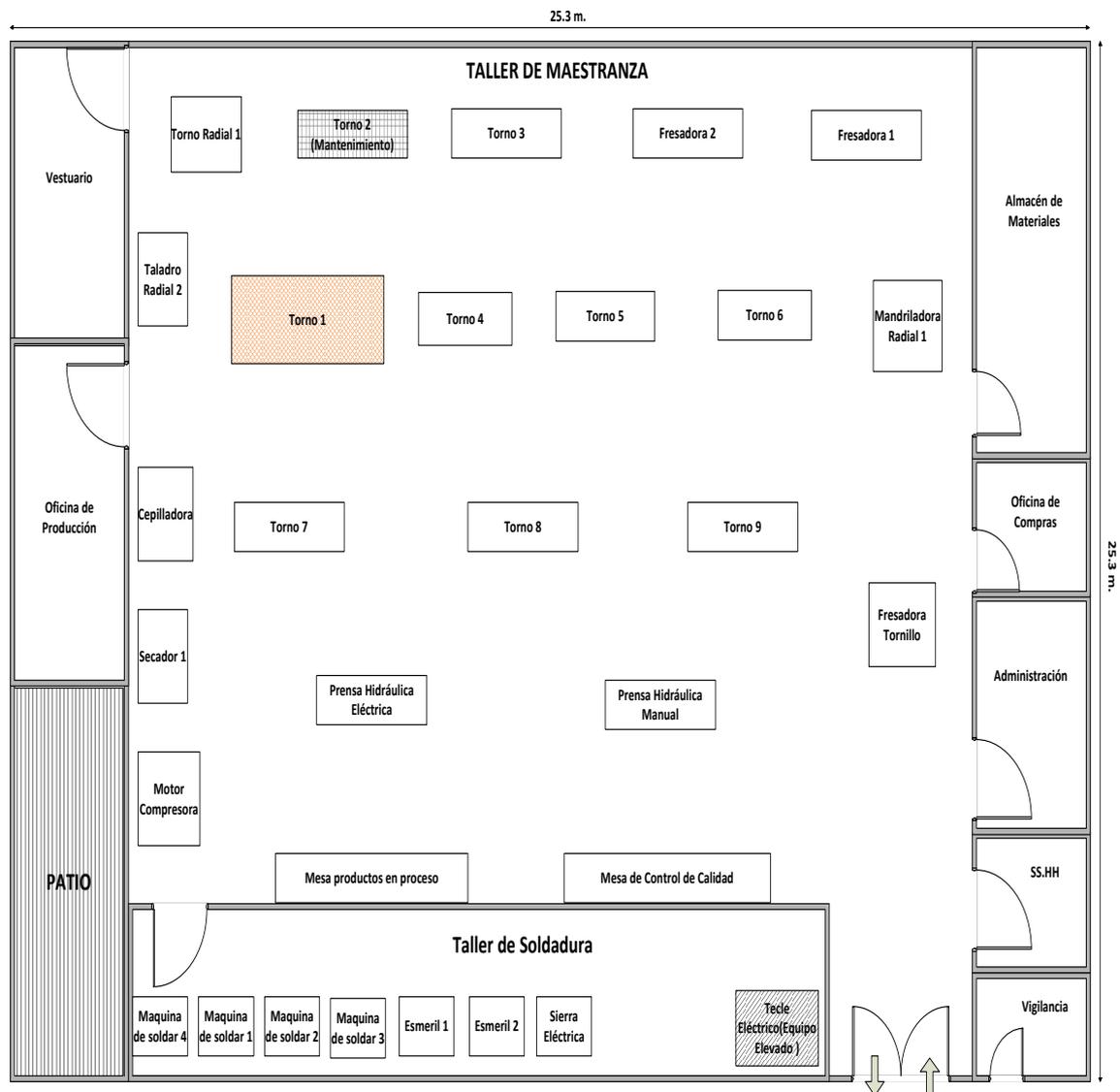


Fuente: Elaboración Propia

### 5.1.10. Distribución de la planta

Se muestra a continuación, la distribución actual de la empresa IPSYCOM Ingenieros S.R.L

Figura N° 5. 3 : Ubicación de las maquinarias en el taller de Maestranza y Soldadura



Fuente: Elaboración Propia

### 5.1.11. Máquinas, Equipos y Herramientas

Tabla N° 5. 1 : Maquinas en el área de Maestranza

MAQUINA	MARCA / MODELO	CANTIDAD	POTENCIA PLACA(KW)
FRESADORA TORNILLO	SAIND PADOVA	1	7,5
MANDRILADORA	MARCEL	1	5,0
FRESADORA 1	SAIND PADOVA	1	2,2
FRESADORA 2	MRF	1	3,97
TORNO 3	TOS TRENCIN	1	2,4
TORNO 2	S/M (MANTENIMIENTO)	1	0
TORNO 6	ZMM BULGARIA MD CV.580M	1	5,52
TORNO 5	HARRISON M 790	1	6,62
TORNO 9	HARRISON M 790	1	6,62
TORNO 4	SK36DB	1	4,88
TORNO 1	S/M	1	14
TORNO 8	HARRISON M 790	1	6,62
TALADRO RADIAL 1	CASER F 32	1	4,78
TALADRO RADIAL 2	S/M	1	2,2
TORNO 7	ZMM VRATZA	1	11
CEPILLADORA	B60506	1	5,6
SECADORA 1	S/M	1	0,92
PRENSA HIDRAULICA MANUAL	S/M	1	0,612
PRENSA HIDRAULICA ELECTRICA	S/M	1	6,12
MOTOR COMPRESOR	CAMP BELL HAUSFELD	1	3,73
<b>TOTAL</b>		<b>20</b>	<b>100,32</b>

Fuente: Elaboración Propia

*Tabla N° 5. 2 : Maquinas en el Área de Soldadura*

MAQUINA	MARCA / MODELO	CANTIDAD	POTENCIA (KW)
ESMERIL 1	S/M	1	0,373
ESMERIL 2	S/M	1	0,373
MAQUINA DE SOLDAR 1	MILLER XMT350	1	4
MAQUINA DE SOLDAR 2	LINCOL ELECTRIC DC 600	1	4
MAQUINA DE SOLDAR 3	S/M	1	4
MAQUINA DE SOLDAR 4	S/M	1	4
TECLE ELECTRICO 1	S/M	1	0,9
SIERRA ELECTRICA	S/M	1	0,368
<b>TOTAL</b>		<b>8</b>	<b>18,014</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

*Tabla N° 5. 3 :Equipos Fluorescentes en el área de Maestranza, Soldadura y Administrativa*

MAQUINA	MARCA / MODELO	CANTIDAD	POTENCIA (KW)
EQUIPOS FLOURECENTES	PHILIPS	64	3,89
<b>TOTAL</b>		<b>64</b>	<b>3,89</b>

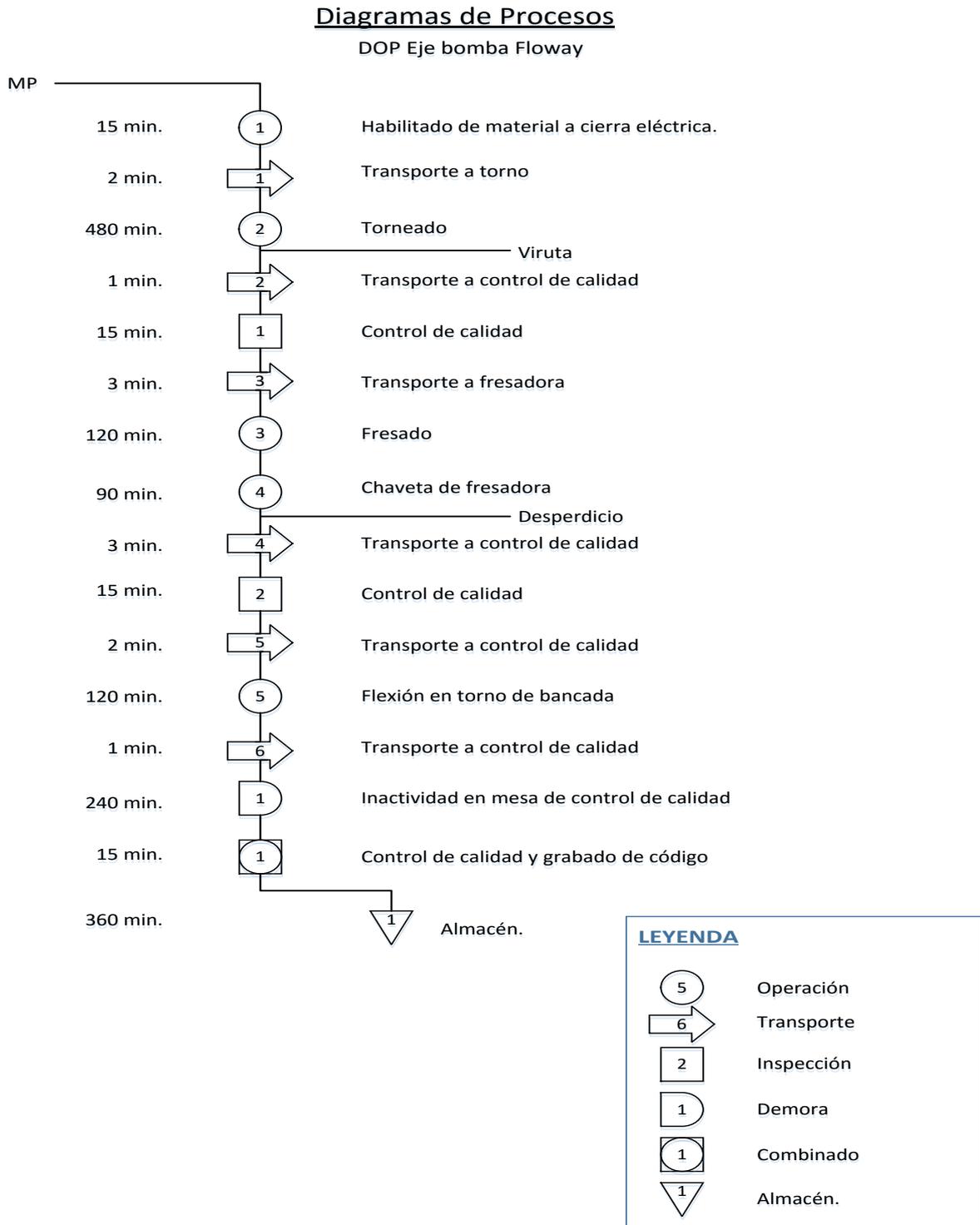
*Fuente: Elaboración Propia*

### 5.1.12. Descripción del proceso productivo

La producción de la empresa para este último año se ha basado en 4 productos principales que representan el 60 % de su producción total, siendo estos los de mayor demanda.

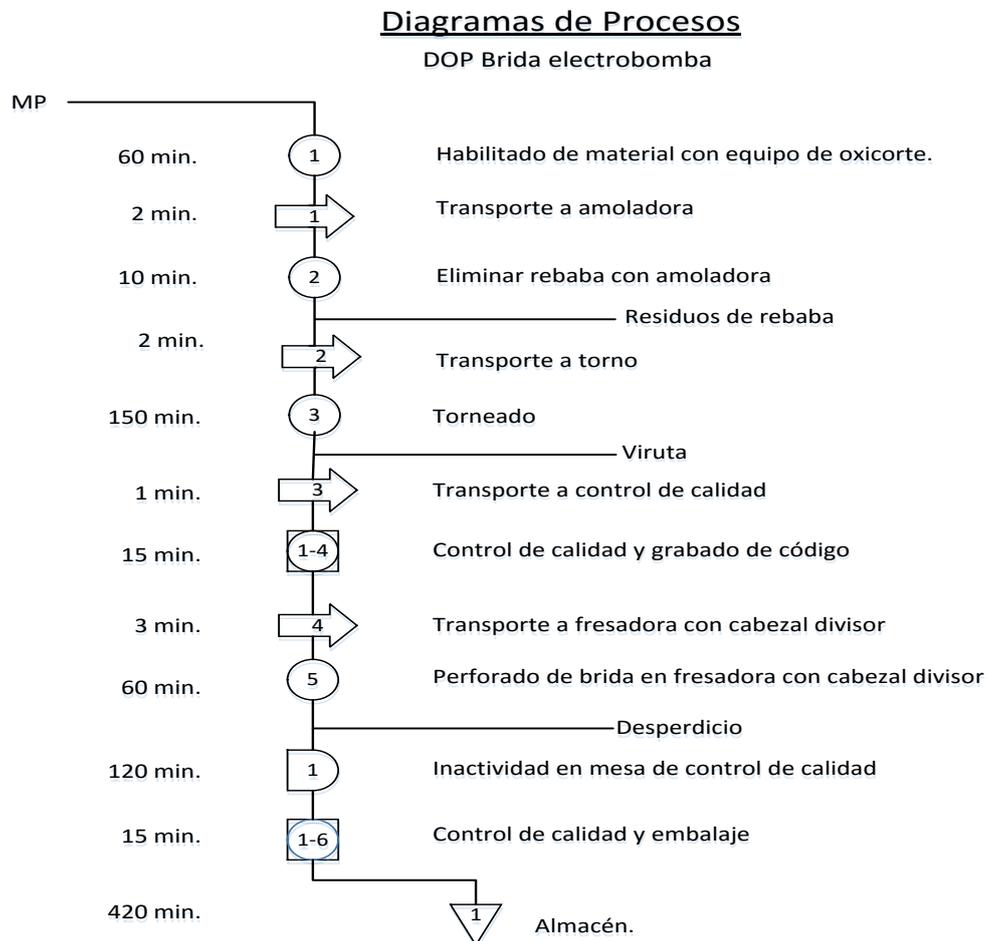
A continuación presentamos el método de tiempos (DOP) para cada producto elaborado por la empresa.

Figura N° 5. 4 : Fabricación de Eje de Bomba Floway 28 MKN (DOP)



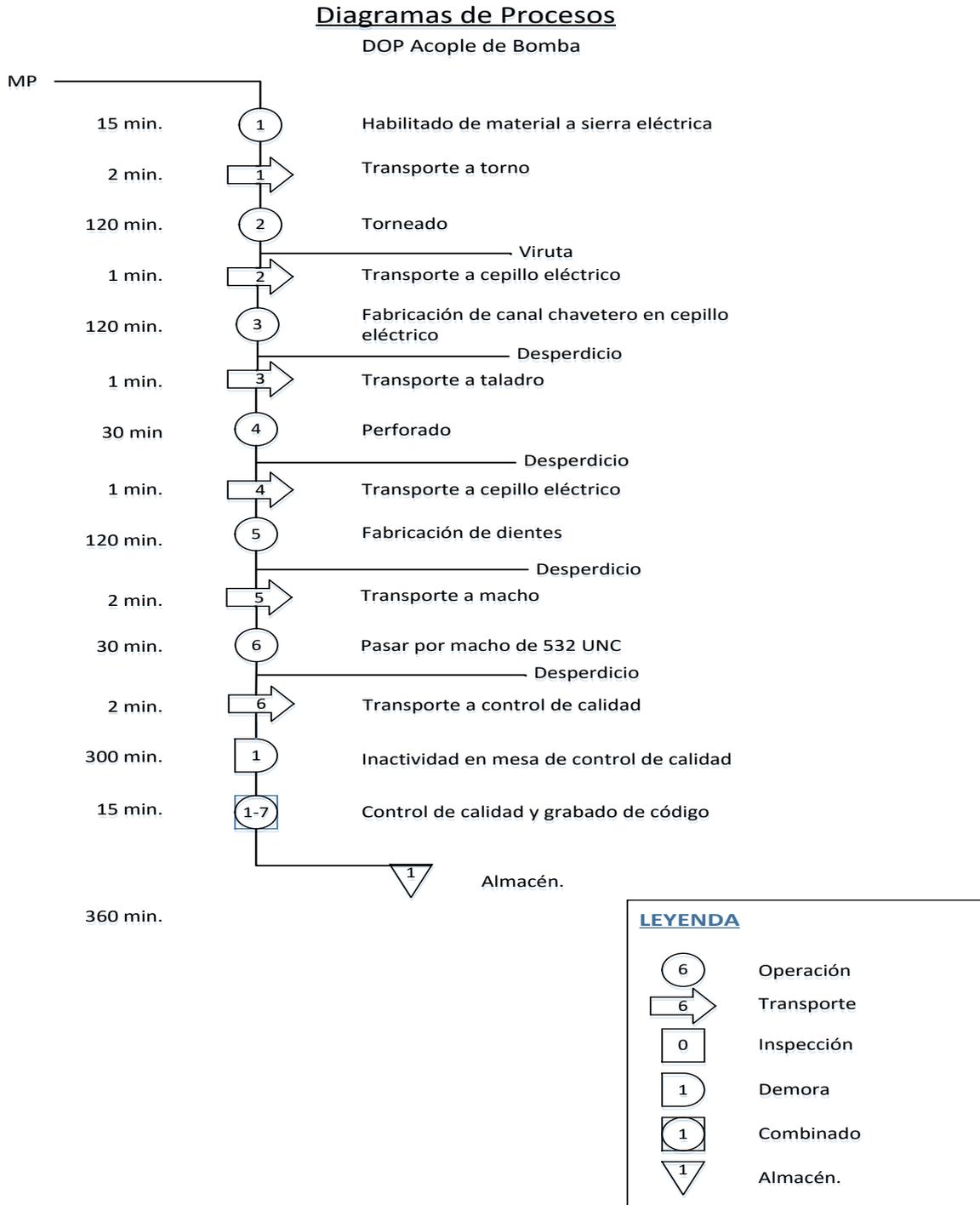
Fuente: Empresa Ipsycom Ingenieros S.R.L.

Figura N° 5. 5: Brida Electro bomba (DOP)



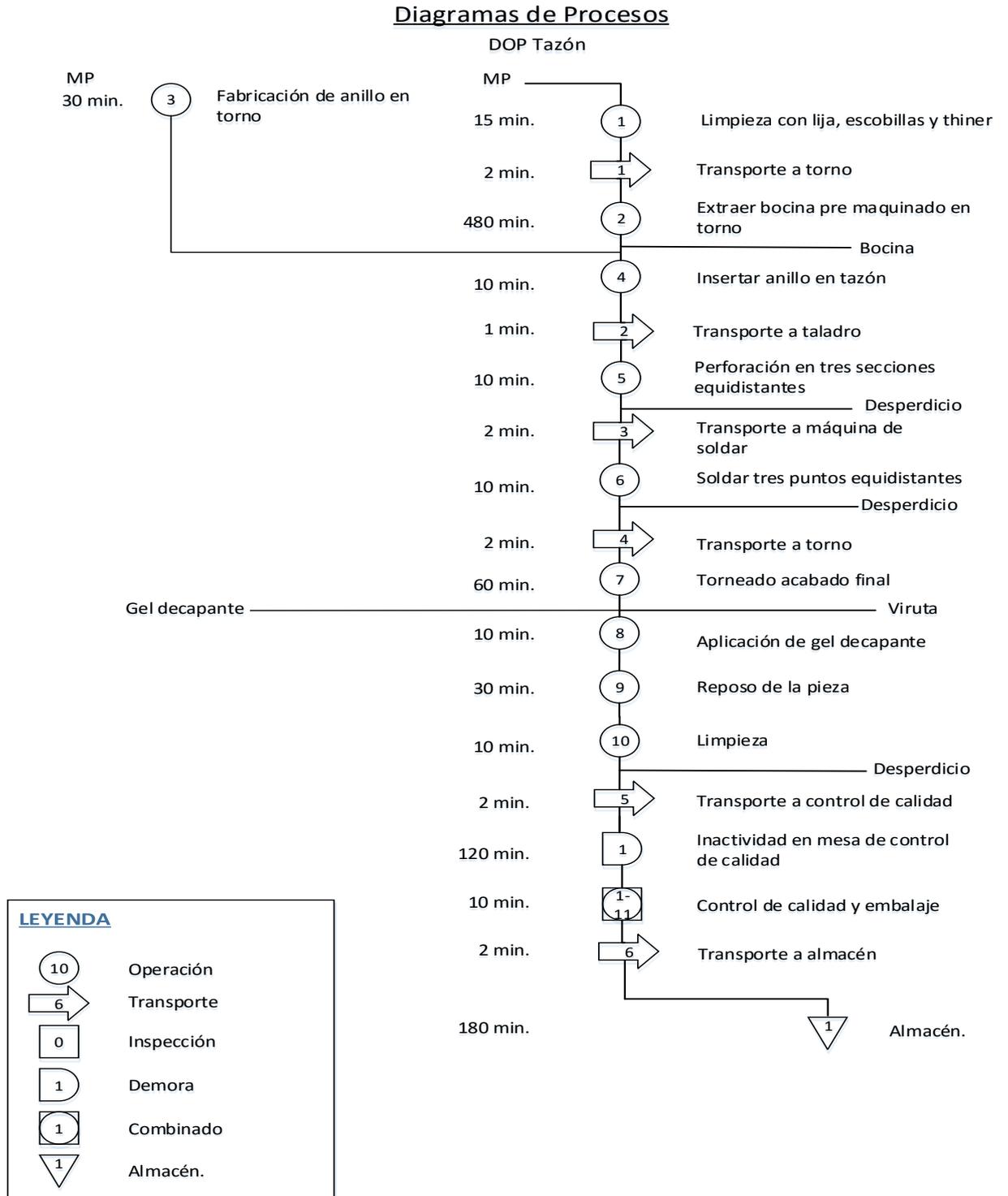
Fuente: Empresa Ipsycom Ingenieros S.R.L.

Figura N° 5. 6: Acople de Bomba (DOP)



Fuente: Empresa Ipsycom Ingenieros S.R.L.

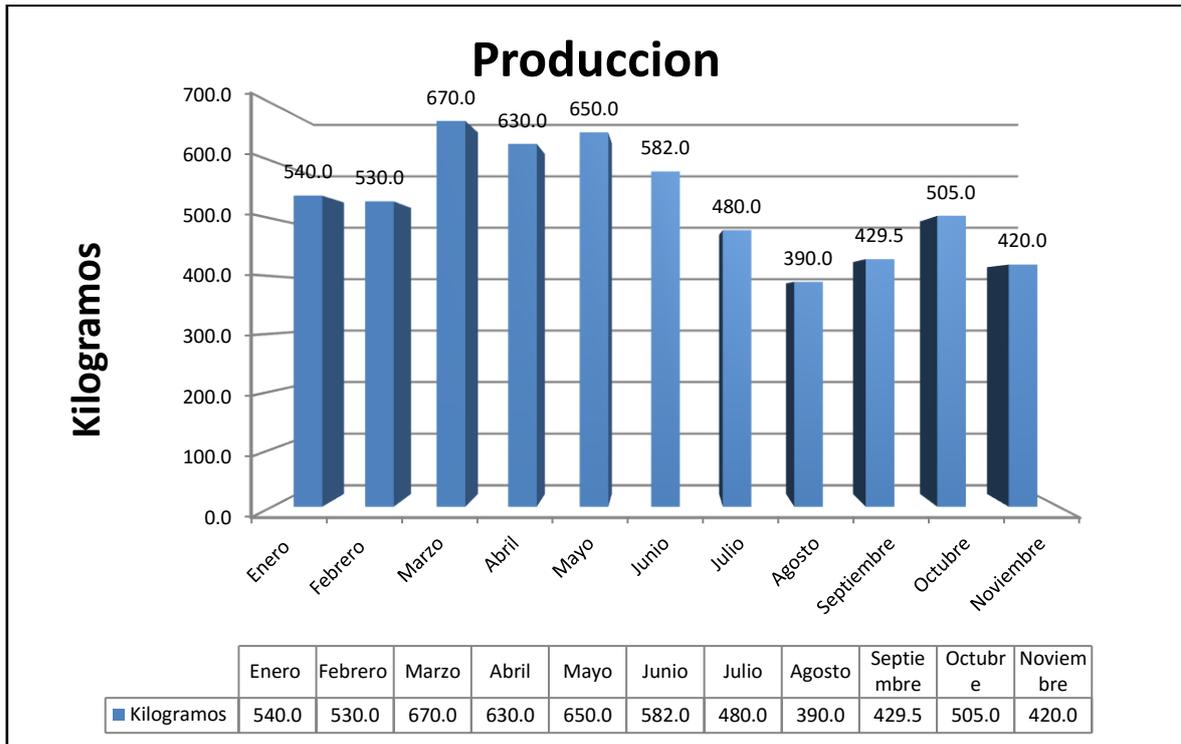
Figura N° 5. 7: Tazón (DOP)



Fuente: Empresa Ipsycom Ingenieros S.R.L.

Esta grafica representa los kilogramos Totales al 100 % de la producción utilizado cada mes en el año 2015.

Grafico N° 5. 1: Producción de la empresa



Fuente: Elaboración Propia

## 5.2. Diagnostico actual de la situación energética.

### 5.2.1. Reconocimiento preliminar

En el reconocimiento preliminar se realizó una visita técnica para hacer mediciones eléctricas y verificar el consumo actual con los que cuenta cada motor de los tornos, fresadoras y otros equipos, también se obtuvo los recibos de luz que son los únicos indicadores energéticos con los que cuenta la empresa.

Cabe mencionar que la empresa no cuenta con una sub estación propia, por lo que, el suministro del que hace uso, es de la red de baja tensión de la empresa HIDRANDINA S.A.

### 5.2.2. Suministro eléctrico.

La empresa tiene un suministro eléctrico de baja tensión para su producción, el cual fueron analizadas mediante los recibos de luz (Ver Anexo N° 2.1) que tiene la empresa.

Datos de suministro eléctrico

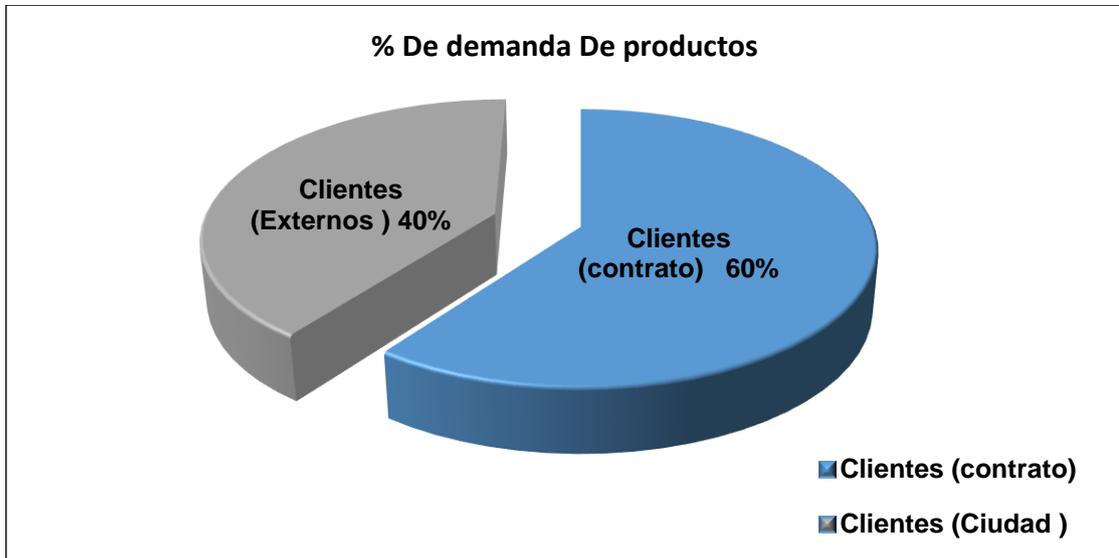
- ✓ Tensión: 380/220vac –BT
- ✓ Sub estación: D-372012(CE0118) De Hidrandina SA
- ✓ Tipo de conexión: Trifásica Aérea (C2.2)
- ✓ Opción tarifaria (BT5B – No residencial)
- ✓ Hilos: 4
- ✓ Potencia Contratada : 19 kW

### 5.2.3. Consumo de Energía Activa (kwh)

La energía activa es aquella que se transforma en su totalidad en trabajo “útil”, debido a la cantidad de equipos que hay en la empresa, es evidente que existe un gran consumo de esta energía, mucho se debe a la antigüedad de los equipos y el mal estado de estos, los cuales nunca han tenido mantenimiento predictivo en su tiempo de vida, las áreas más críticas son, el área de maestranza y el área de soldadura. Esta energía se mide en kwh.

El porcentaje de producción proviene de dos segmentos al que llamaremos uno de ellos, producto para empresas con contrato y el otro segmento llamaremos producto para clientes externos.

Grafico N° 5. 2 : Porcentaje de Demanda de Productos



Fuente: Elaboración propia

La energía activa mensual que consume la empresa está en función de la producción. El promedio de consumo mensual desde enero a noviembre del año 2015 es de: 5538.18 KW/h.

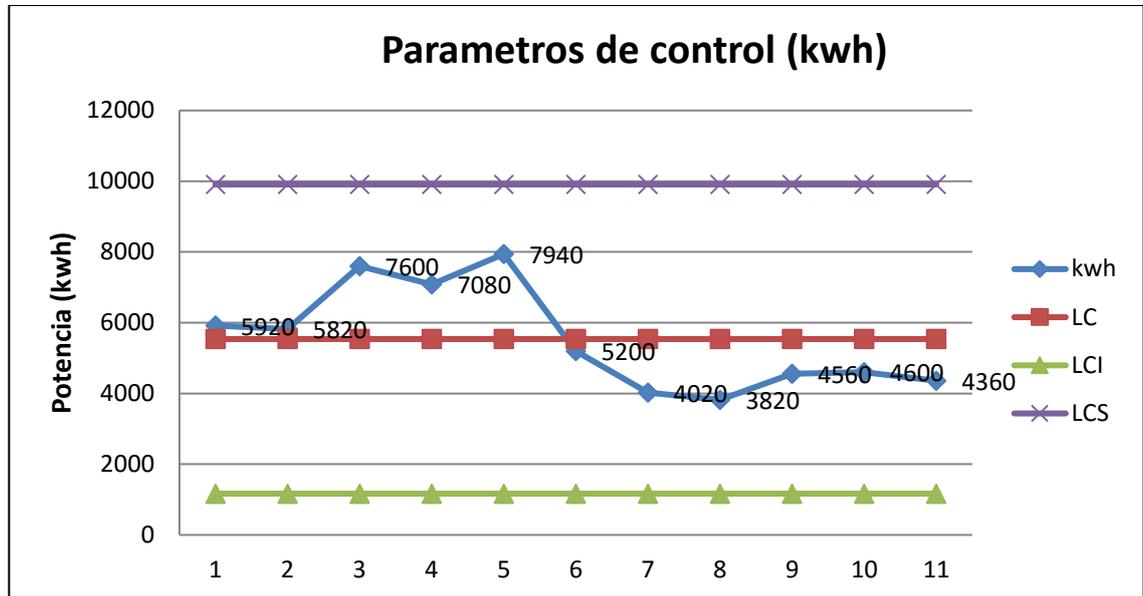
El consumo de energía se representara mediante una tabla de control (Tabla N° 5.4), obteniendo un Límite de control inferior, superior y central.

Tabla N° 5. 4: Límite de Control

KW/h	LC	LCI	LCS
5920	5538,182	1168,18	9908,18
5820	5538,182	1168,18	9908,18
7600	5538,182	1168,18	9908,18
7080	5538,182	1168,18	9908,18
7940	5538,182	1168,18	9908,18
5200	5538,182	1168,18	9908,18
4020	5538,182	1168,18	9908,18
3820	5538,182	1168,18	9908,18
4560	5538,182	1168,18	9908,18
4600	5538,182	1168,18	9908,18
4360	5538,182	1168,18	9908,18

Fuente: Elaboración propia

Grafico N° 5. 3 : Parámetros de Control



Fuente: Elaboración propia

En el grafico anterior se observa que el consumo de energía eléctrica está entre en un intervalo de 3500 a 8000 watts, en el periodo de enero hasta Noviembre del 2015

## 5.2.4. Potencia Demandada vs Potencia Contratada

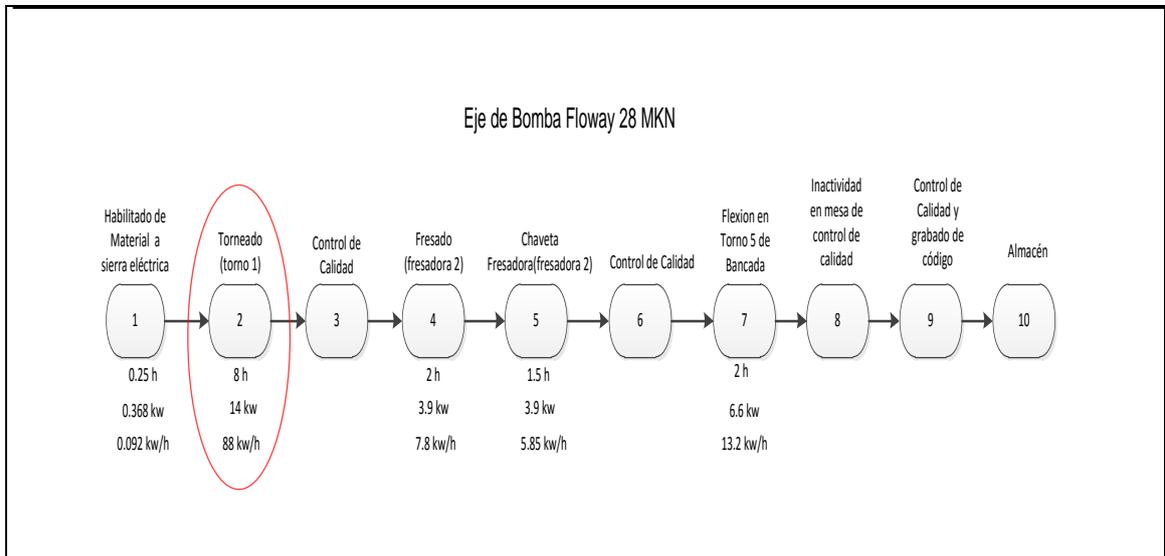
### 5.2.4.1. Potencia demandada por producto

Para la fabricación de los productos que realiza la empresa Ipsycom Ingenieros SRL y según nuestro análisis la producción de estas pieza no es continua , lo que quiere decir , que es una producción por etapas , la cual ingresa a una primera etapa , se apaga la máquina y se traslada a la siguiente etapa , y así sucesivamente. Los productos con más demanda de producción son:

#### a) Eje de Bomba Floway 28 MKN

En este producto evidenciamos que la etapa donde se consume más energía es cuando pasa por el torno 1, y comparándola con nuestra potencia contratada esta no es mayor.

Figura N° 5. 8 : Potencia demandada del Eje de Bomba Floway 28 MKN

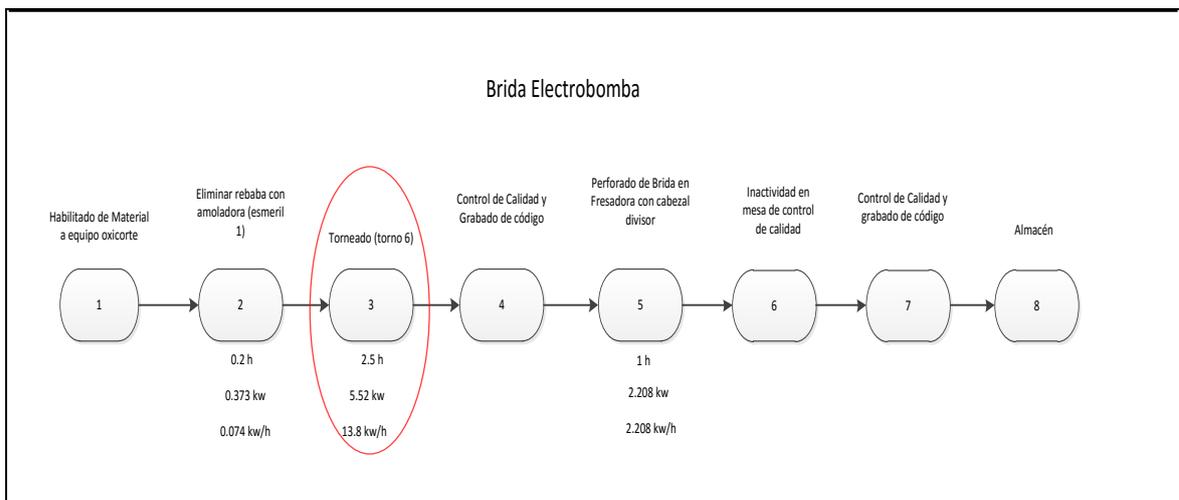


Fuente: Elaboración Propia

## b) Brida Electrobomba

Se evidencia que la etapa donde se activa la máquina de mayor potencia para fabricar este producto es cuando pasa por el torno 6, el cual tiene una potencia demandada de 5.52 kW y es menor a la potencia contratada.

Figura N° 5. 9 : Potencia Demandada de Brida Electrobomba

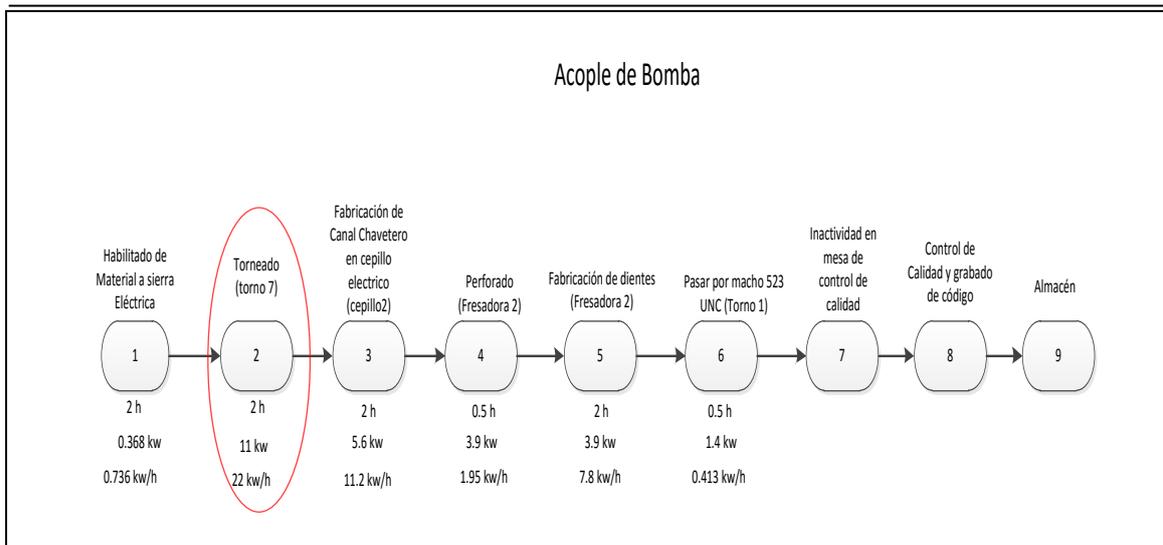


Fuente: Elaboración Propia

### c) Acople De Bomba

Se evidencia que la etapa donde se fabrica este producto es cuando pasa por el torno 7, el cual demanda una potencia de 11 kW y es menor a la potencia contratada.

Figura N° 5. 10 Potencia demandada del Acople de Bomba

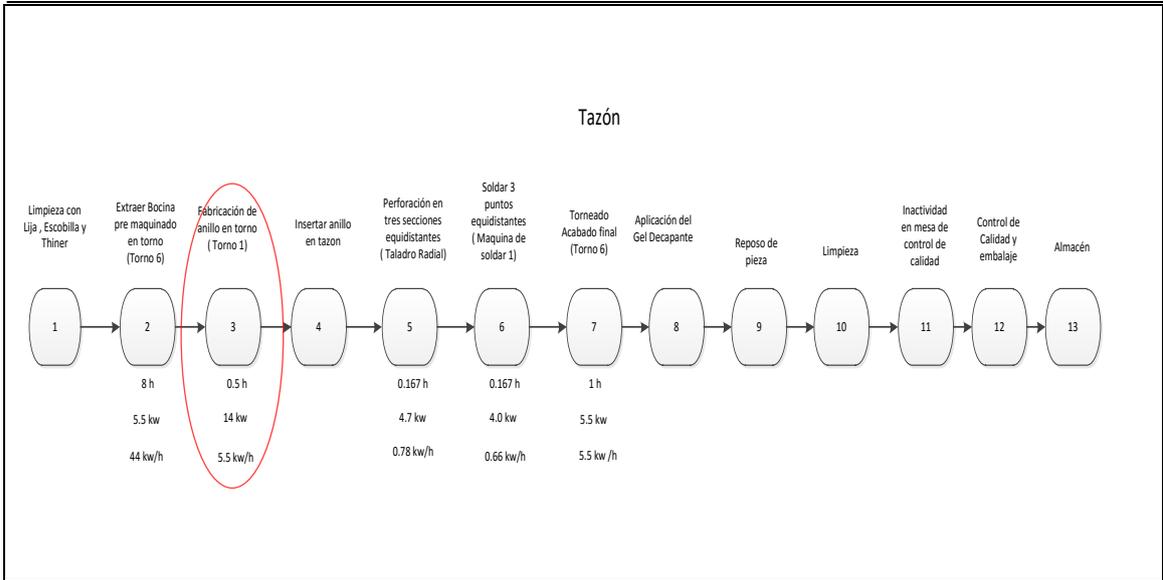


Fuente: Elaboración Propia

### d) Tazón

Se evidencia que la etapa donde hay una mayor potencia demandada es cuando pasa por el torno 1, el cual demanda una potencia de 14 kW y es menor a la potencia contratada.

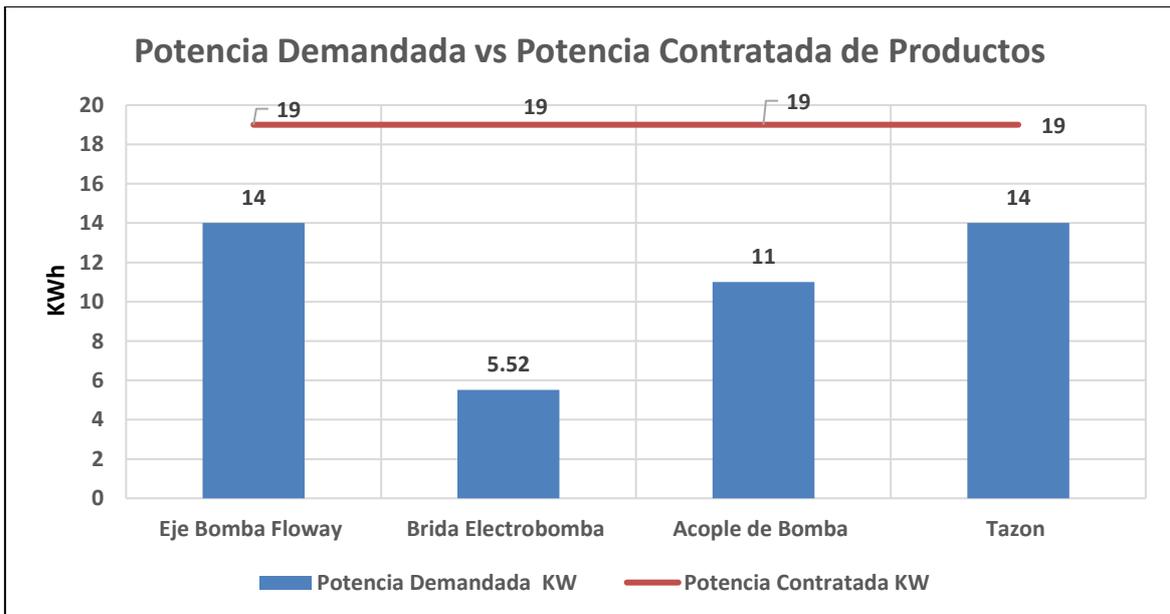
Figura N° 5. 11 : Potencia Demandada del Tazón



Fuente: Elaboración Propia

El Grafico N° 5.4 indica que en las 4 piezas principales que se fabrican en la empresa Ipsycom Ingenieros S.R.L. la potencia demandada no supera la potencia contratada.

Grafico N° 5. 4 : Resumen de potencia demanda para la elaboración del producto.



Fuente: Elaboración Propia

## 5.2.5. Potencia instalada por áreas

### 5.2.5.1. Maestranza

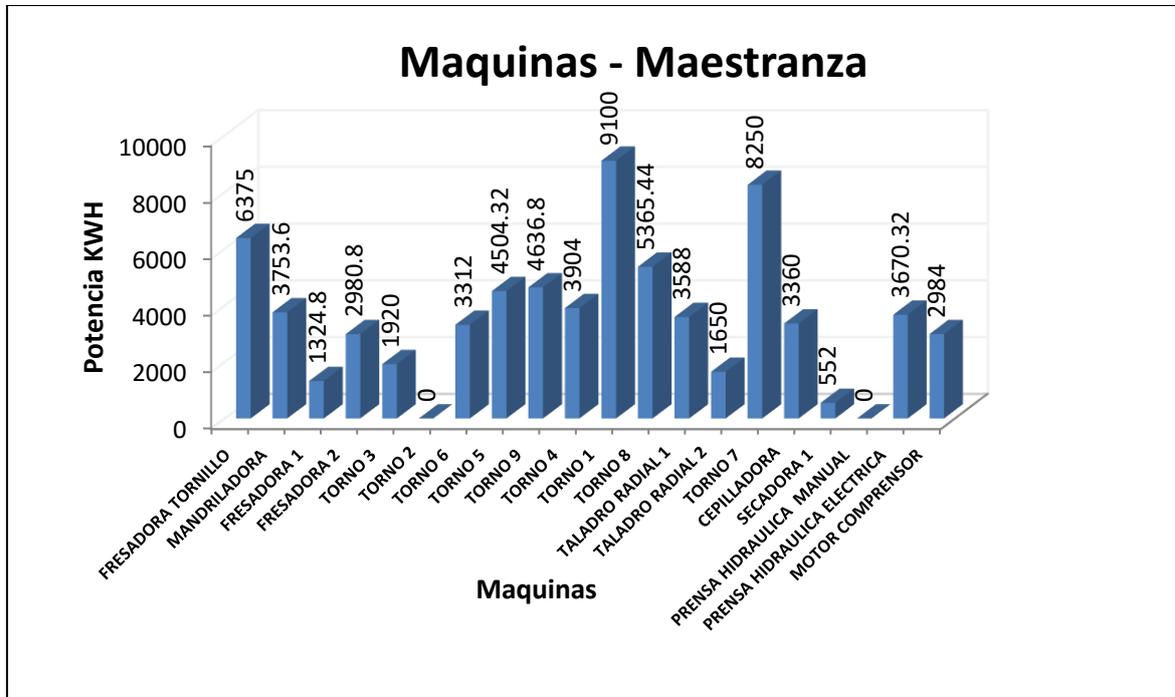
La empresa cuenta con el área de maestranza donde se fabrican las piezas solicitadas por el cliente, en el área los equipos trabajan simultáneamente.

La potencia total por las maquinas es de 99,7 kW según placa característica, pero queda claro que la empresa tiene cuatro productos que fabrica de manera intermitente durante el mes, estos equipos no son utilizados de manera paralela para la fabricación de los productos.

Tabla N° 5. 5 : Potencia Instalada en el Área de Maestranza Fuente: Elaboración propia

ITEM	EQUIPO	Potencia Nominal (w)	Rendimiento	Potencia Real	Tensión
1	FRESADORA TORNILLO	7 500	0,85	6 375	380 V
2	MANDRILADORA	5 004,8	0,75	3 753,6	380 V
3	FRESADORA 1	2 208	0,6	1 324,8	380 V
4	FRESADORA 2	3 974.4	0,75	2 980,8	380 V
5	TORNO 3	2 400	0,8	1 920	380 V
6	TORNO 2	0	0	0	0
7	TORNO 6	5 520	0,6	3 312	380V
8	TORNO 5	6 624	0,68	4 504,32	380V
9	TORNO 9	6 624	0,7	4 636,8	380V
10	TORNO 4	4 880	0,8	3 904	380V
11	TORNO 1	14 000	0,65	9 100	380V
12	TORNO 8	6 624	0,81	5 365,44	380V
13	TALADRO RADIAL 1	4 784	0,75	3 588	220 V
14	TALADRO RADIAL 2	2 200	0,75	1 650	220 V
15	TORNO 7	11 000	0,75	8 250	380 V
16	CEPILLADORA	5 600	0,6	3 360	380 V
17	SECADORA 1	920	0,6	552	380 V
18	PRENSA HIDRAULICA MANUAL	0	0	0	0
19	PRENSA HIDRAULICA ELECTRICA	6 117,2	0,6	3 670,32	380 V
20	MOTOR COMPRESOR	3 730	0,8	2 984	380V
<b>TOTAL</b>		<b>99 710,4</b>		<b>71 231,08</b>	

Grafico N° 5. 5 : Potencia Real consumida de las maquinarias del Área de Maestranza



Fuente: Elaboración propia

### 5.2.5.1. Soldadura

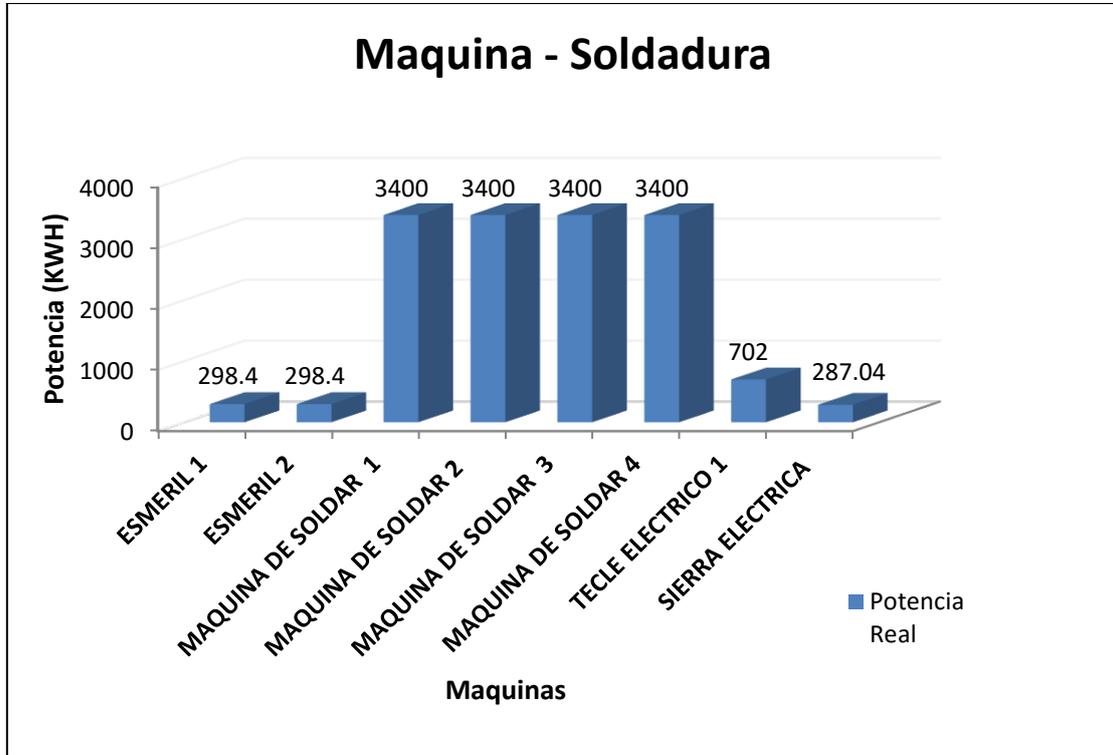
En esta área encontramos 08 máquinas de soldar para diferentes tipos de metales que también son de uso intermitente el cual tiene una potencia nominal de 18,014 kW.

Tabla N° 5. 6: Potencia instalada en el área de Soldadura

Ítem	Maquinas	Potencia Nominal (w)	Rendimiento	Potencia Real	Tensión
1	ESMERIL 1	373	0,8	298,4	220V
2	ESMERIL 2	373	0,8	298,4	220V
3	MAQUINA DE SOLDAR 1	4000	0,85	3400	380V
4	MAQUINA DE SOLDAR 2	4000	0,85	3400	380V
5	MAQUINA DE SOLDAR 3	4000	0,85	3400	380V
6	MAQUINA DE SOLDAR 4	4000	0,85	3400	380V
7	TECLE ELECTRICO 1	900	0,78	702	380V
8	SIERRA ELECTRICA	368	0,78	287,04	380V
<b>TOTAL</b>		<b>18 014</b>		<b>15 185,84</b>	

Fuente: Elaboración propia

Grafico N° 5. 6 : Potencia Real en el área de Soldadura



Fuente: Elaboración propia

### 5.2.5.2. Luminarias (Fluorescentes dobles)

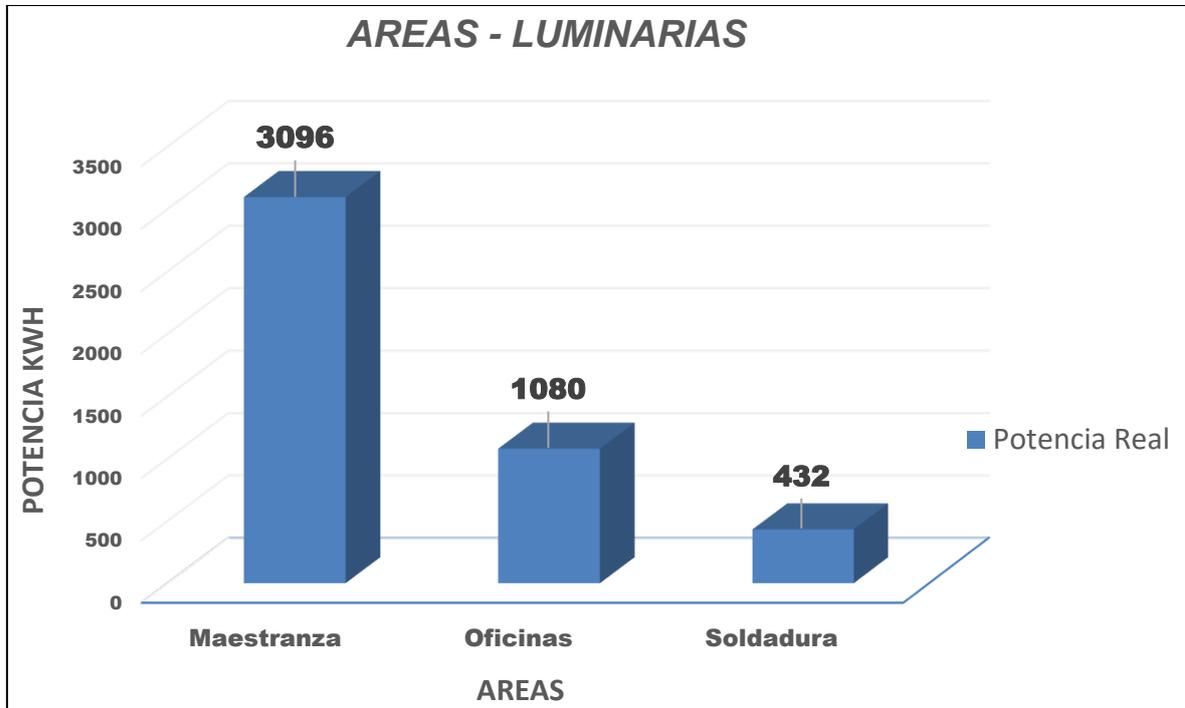
El área de maestranza cuenta con 43 unid. multiplicado por 80 watts de potencia da un total de 3 440 (w), al igual en el área administrativa (oficinas) cuenta con 15 unid. multiplicado por 80 watts de potencia da como total 1 200 (w) y en el área de soldadura con 6 unid. multiplicado por 80 watts de potencia da 480 (w), teniendo un total de 64 equipos fluorescentes (Compactados dobles).

Tabla N° 5. 7 : Potencia de Luminarias por áreas

Ítem	Áreas	Potencia Nominal (w)	Rendimiento	Potencia Real	Tensión
1	Maestranza	3 440	0,9	3 096	220 V
2	Oficinas	1 200	0,9	1 080	220 V
3	Soldadura	480	0,9	432	220 V
<b>TOTAL</b>		<b>5 120</b>		<b>4 608</b>	

Fuente: Elaboración Propia

Grafico N° 5. 7 : Potencia Real de Luminarias por áreas



Fuente: Elaboración Propia

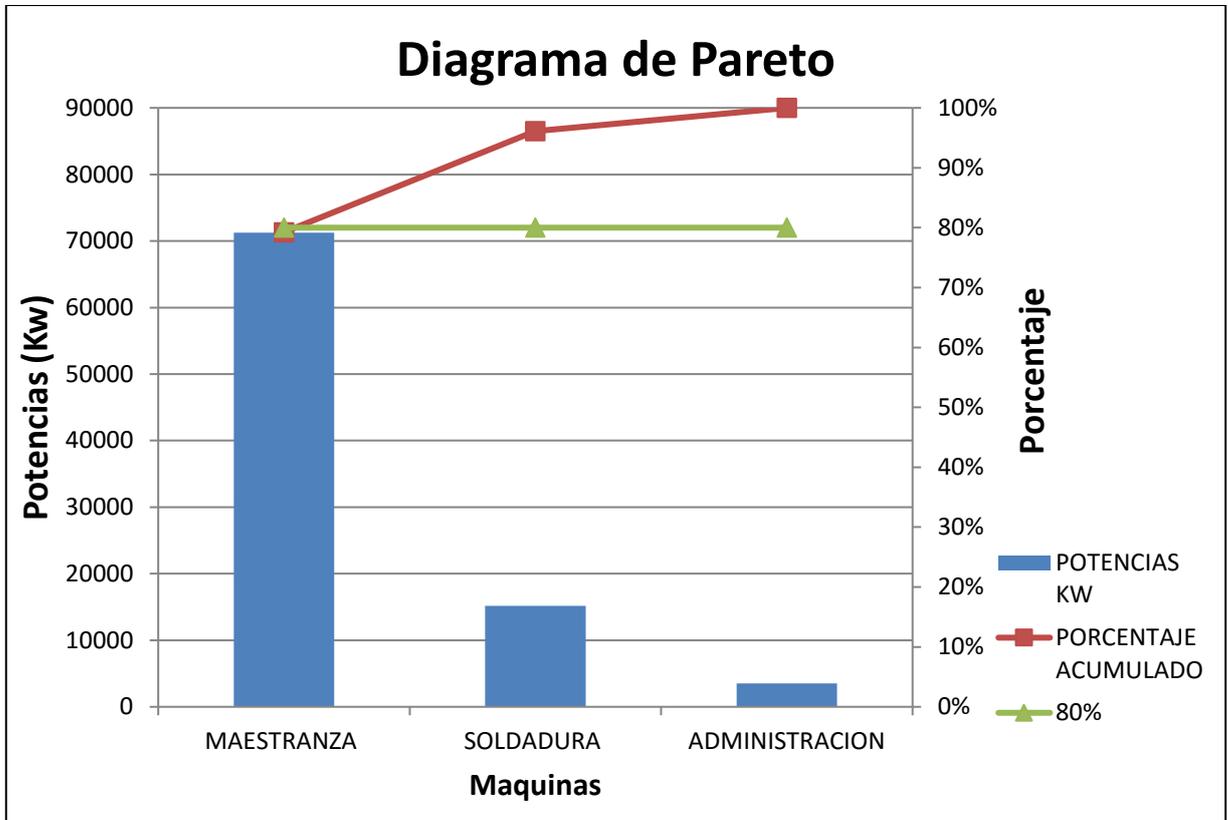
### 5.2.6. Diagrama de Pareto

Tabla N° 5. 8 : Diagrama de Pareto

Equipos Planta De Taller	Potencias (w)	Porcentaje Acumulado	Porcentaje
MAESTRANZA	71 231,08	79%	79%
SOLDADURA	15 165,84	96%	17%
ADMINISTRACION	34 99,2	100%	4%
<b>TOTAL</b>	<b>89 896,12</b>		<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

Grafico N° 5. 8 : Diagrama de Pareto



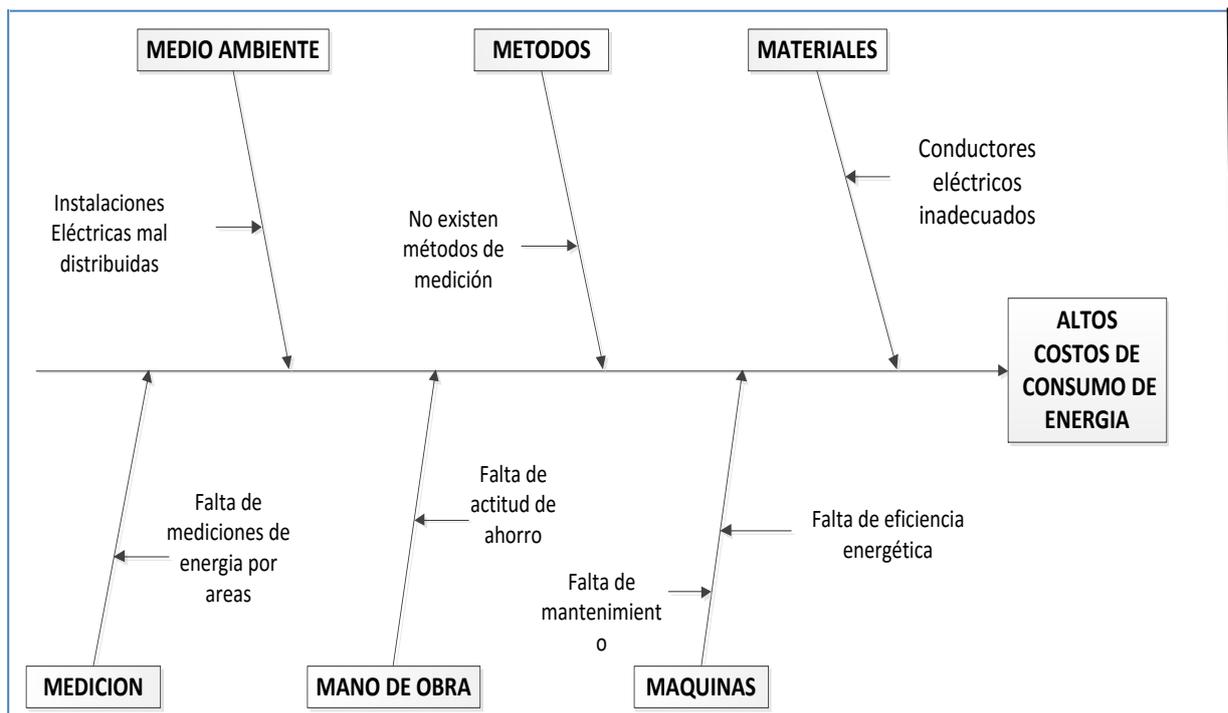
Fuente: Elaboración propia

Siguiendo el Principio de Pareto, habría que considerar que el 80% del consumo total de energía se encuentran en el área de maestranza, la cual representa el 20% del total de las áreas del taller que tienen mayor consumo energético, se procede, de ser necesario, a realizar mediciones secundarias en los dispositivos involucrados que ayuden a determinar potenciales de ahorro, ya sea por modificación del patrón de funcionamiento o por requerir un cambio de tecnología inminente debido a la data de instalación, eficiencia de los equipos o vida útil de los mismos.

### 5.2.7. Diagrama causa – efecto (Ishikawa)

Con el diagrama causa – efecto analizaremos las causas reales y potenciales del problema, las mismas que nos permiten proponer soluciones para resolver el problema.

Figura N° 5. 12 : Diagrama Causa – Efecto (Ishikawa)



Fuente: Elaboración propia

#### A. Causas debido a los materiales

Se encontró en este punto que unos de los circuitos se estaba recalentando, esto debido al tipo de material del conductor, mal cálculo del conductor o sobre carga a la hora de hacer funcionar el equipo

#### B. Causas debido a las maquinas

En la entrevista al supervisor, el mantenimiento era de tipo reactivo, que no se contaba con un programa y ninguna inspección con instrumentos técnicos, por lo que se tendrá que adquirir un megometro (Ver Anexo N° 5.1) para un análisis eléctrico

### **C. Causas debido a los métodos**

No se cuenta con ningún método, registro, o evaluación de indicadores energéticos, por lo que se tendrán que elaborar.

### **D. Causas debido a la mano de obra**

En este punto, no se cuenta con un programa de sensibilización por lo que el personal carece de información sobre corrientes de pico, costos de energía hora punta y fuera punta el cual se desarrollara un programa que describe en el plan.

### **E. Causas debido Medio ambiente**

En este punto hay que recalcar que en la placas de los motores, la altura de trabajo de las maquinas es a 1000 msnm, pero que estas si pueden trabajar, pero se evidenciara un recalentamiento aceptable, que proporciona perdidas.

### **F. Causas debido a Mediciones**

No se cuenta con registros para comparar lecturas y poder prevenir futuros fallos.

Las causas las cuales se analizaran serán solucionadas en su totalidad con la implementación y cumplimiento de los planes y programa el cual estamos proponiendo a la empresa, y que estamos especificando en el presente proyecto. (pg. n° 99-102).

#### **5.2.8. Análisis energético**

En la etapa de planificación para efectuar una administración energética uno de los primeros paso a dar es la de llevar a cabo un análisis de los consumos energéticos de la empresa. Esta etapa conduce a reconocer que la empresa se vería beneficiada al implementar una plan de ahorro que le permita abatir los costos por energía y de esta

forma elevar su beneficios. En este punto se ha considerado que el horario de jornada laboral normal es de 08:00 am a 06.00 pm

### **5.2.8.1. Análisis de la iluminación**

Actualmente la empresa utiliza fluorescentes dobles encapsulados marca Philips que son un total de 64 luminarias, de arranque rápido con una potencia de 80 watts cada una, que se utilizan a partir de las 08:00 am a 6:00 pm en un horario normal laborable.

El área total donde se realizan los trabajos de mecanizado cuenta con un metraje de 25,30 m x 25,30 m , divididos en 3 áreas, de maestranza que cuenta con 43 luminarias , de soldadura que cuenta con 6 luminarias y el área administrativa (oficina ) cuenta también con 15 luminarias dándonos un total de 64 luminarias (fluorescentes) actualmente.

#### **Características del equipo eléctrico**

Cantidad de fluorescentes : 128 unid

Luminaria con doble tubo fluorescente : 64 unid

Flujo luminico (luminaria) :  $2 \times 1\,359 \text{ lm} = 2\,718 \text{ lm}$

Potencia electrica (luminaria) :  $2 \times 40 = 80 \text{ w}$

Largo :1 200 mm

### **A. Calculo de la Potencia Activa real ( Consumo de Energía)**

Para obtener el consumo real de estas lámparas se realizó mediciones de intensidad de corriente que se presenta en el siguiente cuadro:

*Tabla N° 5. 9 : Calculo de la energía de la iluminación*

<b>Circuito eléctrico</b>	<b>Cantidad / luminarias</b>	<b>Intensidad de corriente (Amp)</b>	<b>Voltaje (volt)</b>	<b>Potencia Real (W)</b>
Maestranza	43	13,3	220	2 926
Oficinas	15	4,8	220	1 056
Soldadura	6	1,9	220	418
<b>TOTAL</b>	<b>64</b>	<b>22,1</b>		<b>4 400</b>

*Fuente : Elaboracion propia*

Por concepto de iluminación se tiene una potencia real de 4 400 w. en un total de 128 lámparas de 40 watts que durante el día tienen un promedio de 9 horas de funcionamiento.

Para hallar el consumo de energía se multiplicara el valor de la potencia real por el tiempo (horas) que se encuentran encendidas. La potencia real es 4,4 kw x 9 horas que es igual a un total de energía de 39,6 kw/h.

## **B. Calculo del Flujo Luminico actual**

Para calcular el flujo lumínico que tiene actualmente la empresa se realiza lo siguiente:

Flujo lumínico = Numero de lámparas x Flujo lumínico (unidad)

Flujo Luminico = 64 unid x 2 718 lms

Flujo Luminico = 173 952 lms

La empresa tiene un flujo luminico de 173 952 lms, con las luminarias actuales .

### C. Calculo del rendimiento

Este punto identificara el flujo luminico que genera un watts de potencia con las luminarias actuales , el cual esta se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento} = \text{Flujo lumínico} / \text{potencia Real}$$

$$\text{Rendimiento} = 173\,952 / 4\,400$$

$$\text{Rendimiento} = 39.5 \text{ lm/w}$$

#### 5.2.8.2. Análisis de los circuitos eléctricos

En cuanto a la distribución de cargas eléctricas en la red trifásica, esta cuenta con un diseño adecuado.

En nuestra visita se llegó a detectar el cable conductor con calentamiento excesivo perteneciente al torno 1 de mayor consumo, el cual será motivo para hacer los cálculos correspondientes y recomendar la nueva instalación del conductor adecuado.

##### Característica eléctrica del motor 1

Potencia	14 (kw)
Factor de potencia	0,89
Rendimiento	88,6 %
Voltaje	380 vac
Longitud del cable	45 m.

En el Anexo N° 5.2 se observa los datos que tiene la placa del motor de la maquina (torno 1).

## A. Conductor actual instalado

La diferencia de voltaje medida del tablero eléctrico y en los bornes del motor se llama caída de voltaje  $U_c = 11,4$  v esta fue medida por el instrumento voltímetro (Ver Anexo N° 5.1) la conductividad eléctrica del cobre es  $56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$

## B. Calculo de la potencia real

Se calcula dividiendo la potencia de placa con el rendimiento y se obtendrá la potencia real que consume de la red.

Rendimiento = potencia 1 de salida / potencia 2 de entrada

Potencia 2 =  $14\,000 / 0,886$

Potencia 2 =  $15,801$  (kw)

La potencia real es  $15,801$  kw que absorbe el conductor de la red eléctrica, en el Anexo N° 5.3 se ejemplifica los parámetros calculados.

## C. Calculo de la corriente

Para hallar la corriente o intensidad en una red trifásica se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Corriente absorbida} = \frac{\text{Potencia}}{\sqrt{3} \times \text{Tension} \times \text{Factor de pot}}$$

$$\text{Corriente Absorbida} = 15\,801 / (1,73 \times 380 \times 0,89)$$

$$\text{Corriente absorbida} = 27 \text{ Amp}$$

La corriente o intensidad que se genera por el funcionamiento de esta máquina y que el conductor puede soportar es de  $27$  amp.

#### D. Sección del conductor

Para hallar la sección del conductor que tiene actualmente instalado en la empresa se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{Seccion (mm}^2\text{)} = \frac{\sqrt{3x \text{ longitud } x \text{ corriente } x \text{ factor de pot}}}{\text{Conductividad.Electr } x \text{ Caída de voltaje}}$$

$$\text{Seccion (mm}^2\text{)} = (1,73 x 45 x 27 x 0,89)/(56 x 11.4)$$

$$\text{Seccion (mm}^2\text{)} = 2.93 \text{ mm}^2$$

Según la sección del conductor que resulto del cálculo. Es de 2,93 mm<sup>2</sup>, que en el Anexo N° 5.4 se aproxima al conductor de 4 mm<sup>2</sup> que solamente esta soporta 27 amp como máximo.

#### E. Pérdida de potencia

Con esta fórmula hallaremos la potencia perdida que se obtiene por no utilizar un conductor adecuado para alimentar esta carga.

$$\text{Potencia perdida} = \frac{\sqrt{3x \text{ longitud } x (\text{Corriente})^2}}{\text{Conduc Electr } x \text{ Seccion (mm}^2\text{)}}$$

$$\text{Potencia Perdida} = \frac{\sqrt{3x 45 x (27)^2}}{56 x 2,93}$$

$$\text{Potencia Perdida} = 589,7 \text{ (w)}$$

La pérdida de potencia que emana el conductor por calentamiento es de 589,7 w que esta puede ser reducida mediante un nuevo conductor.

### 5.2.8.3. Análisis de la eficiencia de los motores.

El promedio de rendimiento de los motores eléctricos se encuentra entre 60% a 75%, el cual nos indica, que este parámetro es bajo, pero que se puede mejorar mediante un programa de mantenimiento preventivo periódico. Los equipos con los que cuenta el taller de maestranza son del año de fabricación de 1980-2000, por lo que en la actualidad existen motores de mayor eficiencia.

Solo se tomará en cuenta la maquina (torno 1) que es el que más energía consume, el promedio en horas que trabaja diariamente este maquina es de 9 horas.

#### Característica del motor torno 1

Voltaje	380 V
Corriente	25 A
Potencia	14 kw
Factor de Potencia	0,89
Rendimiento	88,9 %

#### A. Calculo de la Potencia Real Consumida del motor actual

Hallaremos la potencia activa de entrada mediante la siguiente formula.

$$\text{Rendimiento} = \text{Potencia salida 1} / \text{potencia entrada 2}$$

$$P2 = 14\ 000 / 0,88$$

$$P2 = 15,801\ kw$$

## B. Calculo del consumo de energía (8 Horas)

La potencia real hallada se multiplicara con las horas de funcionamiento para poder hallar la energía que consume durante 1 día.

$$\begin{aligned}\text{Energía} &= \text{Potencia 2 (kw)} * \text{horas/día} \\ &= 15,801 * 8 \\ &= 126,408 \text{ kw/h (día)}\end{aligned}$$

El consumo de energia del torno 1 es de 126,408 kw/h(día), que tiene un promedio de trabajo de 8 horas diarias.

### 5.2.8.4. Análisis del plan tarifario BT5B no residencial

La empresa distribuidora está obligada a aceptar la elección tarifaria seleccionada por el usuario, la cual tiene vigencia de un año, vencido el plazo el cliente puede solicitar el cambio de opción tarifaria y puede variar la potencia contratada.

Los cargos que se cobran por tener esta tarifa son los siguientes:

Cargo fijo mensual y cargo por energía consumida total, también cuenta con otros cargos pero estos son dependientes de la empresa distribuidora, también cabe recalcar que los precios del KWh son variables.

El cambio de opción tarifaria solo se podrá comparar con la BT5A, pero esta tiene otros cobros por cargos de energía en HP y HFP que no se tiene en la opción tarifaria BT5B, por lo que si se quisiera determinar el consumo de energía en HP y HFP se tendría que instalar un analizador de red.

Para determinar el ahorro en dicho recibo solo se podrá evidenciar en un consumo de energía menor o un precio unitario menor del Kwh. (Ver Anexo N° 5.5)

#### **5.2.8.5. Análisis del mantenimiento industrial**

El mantenimiento con el que cuenta la empresa es el mantenimiento por reacción, cuando el operario percibe que el equipo emite sonidos raros, se procede a verificar el equipo.

Este tipo de mantenimiento reactivo en muchos casos genera ahorro cuando el equipo es nuevo, pero cuando el equipo tiene años de trabajo y no se toma ninguna medida con instrumentos esta puede generar sobre consumo de la energía. Es por ello que se recomienda un mantenimiento predictivo que puede detectar las fallas, arrastres, rozamiento, sobreconsumos que pueden ocasionar la elevación de costos de energía y sobrecostos de producción en la empresa.

Cuando una maquina produce rozamientos y tiene una resistencia de aislamiento esta puede llegar a consumir un 2 a 5 % de su potencia total, es por ello que existen técnicas de mantenimiento que pueden prevenir este tipo de anomalías que como resultados afectan en el costo de la energía eléctrica.

#### **5.2.9. Indicador energético eléctrico**

Al no contar con ningún indicador energético se elaboraran dos indicadores (económico y energético) que tendrán como base el uso de parámetros (producción, costos energéticos, energía consumida) estudiados en este proyecto. Estos indicadores nos servirán para poder medir el impacto cuantitativo que tienen estos cambios propuestos en esta investigación y poder realizar un pre y post análisis de la situación energética.

### 5.2.9.1. Indicador económico energético

$$IE = \frac{\text{Costo de Energía Eléctrica (S/.)}}{\text{Producción (kg)}}$$

Para la elaboración de este indicador se seleccionaron dos parámetros .el costo de energía eléctrica (S/.) y la producción de la empresa (kg). Los datos se obtienen de la siguiente tabla.

Tabla N° 5. 10: Indicador Energético sin propuesta de mejoramiento

Meses	Producción ( Kg)	Costos de energía Eléctrica (S/.)
Enero	540,0	2 735,63
Febrero	530,0	2 757,52
Marzo	670,0	3 619,12
Abril	630,0	3 372,91
Mayo	650,0	4 048,61
Junio	582,0	2 660,84
Julio	480,0	2 131,40
Agosto	390,0	2 060,13
Septiembre	429,5	2,482.46
Octubre	505,0	2 507,00
Noviembre	420,0	2 376,64

Fuente: Elaboración Propia

$$IEE = \frac{\text{Costo de Energía Eléctrica (S/.) anual}}{\text{Produccion annual (kg)}}$$

$$IEE = \frac{S/. 30 752, 26}{5 826,5 Kg} = 5, 28 s/. / Kg$$

El indicador anual del costo de energía eléctrica (S/) entre la producción (kg), nos indica que para cada kilogramo de producción anual el costo por energía eléctrica es de 5,28 s/. /kg. Con los elementos que tiene actualmente.

### 5.2.9.2. Indicador Energético por Regresión Lineal

Para hallar el siguiente indicador también se tomaron dos parámetros, la producción (kg) y el consumo de Energía eléctrica (kwh) de los meses de enero a noviembre del 2015. Mediante la regresión lineal determinaremos si los índices escogidos son válidos y tiene relación directa entre sí.

El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) debe ser mayor o igual a 0.75 para que sea viable el indicador, esto se observará en el Gráfico N° 5.9. En la siguiente tabla veremos los datos actuales de consumo de energía y producción sin implementación de mejoras, los cuales se estarán correlacionando.

La fórmula de la regresión lineal es la siguiente:

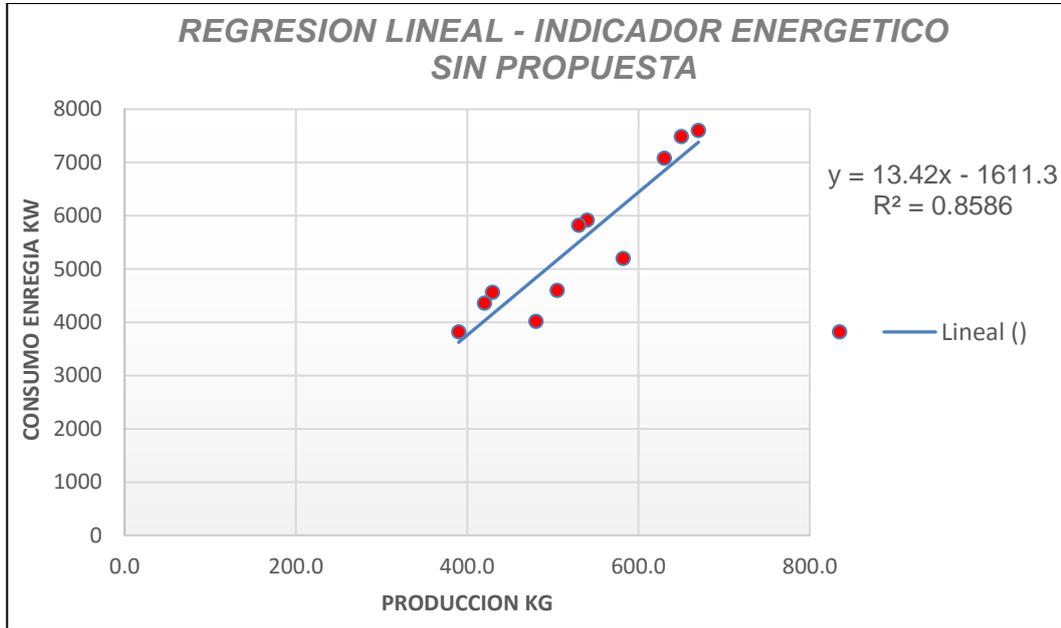
$$Y = a + bx$$

*Tabla N° 5. 11: Indicador Energético por Regresión Lineal sin propuesta de implementación de mejora*

Meses	Producción ( Kg)	Consumo de Energía (kwh ) sin propuesta
Enero	540,0	5920
Febrero	530,0	5820
Marzo	670,0	7600
Abril	630,0	7080
Mayo	650,0	7490
Junio	582,0	5200
Julio	480,0	4020
Agosto	390,0	3820
Septiembre	429,5	4560
Octubre	505,0	4600
Noviembre	420,0	4360

*Fuente: Elaboración propia*

Grafico N° 5. 9: Regresión Lineal del Indicador Energético



Fuente: Elaboración Propia

Con respecto a los indicadores propuestos su coeficiente de determinación es mayor a 0,75 dando un resultado de 0,85.

La aplicación de indicadores energéticos es necesaria para que una vez que se implementen las medidas de ahorro recomendadas luego del estudio realizado, el usuario puede realizar ajustes necesarios y retroalimentar el procedimiento para garantizar la sostenibilidad en el tiempo de las medidas para el uso racional y eficiente de la energía.

### 5.2.10. Costo del Proyecto

El costo del proyecto que se muestra a continuación tiene en cuenta todos los recursos necesarios para realizar la propuesta de un programa de ahorro de energía para disminuir costos energéticos. Para una información más detallada ver el Anexo N° 5.6

#### DATOS GENERALES DEL PRESUPUESTO

Tesis	<b>PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGIA PARA DISMINUIR COSTOS ENERGETICOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE METALMECANICA</b>
Propietario	<b>IPSYCOM INGENIEROS S.R.L.</b>
Lugar	<b>CAJAMARCA - CAJAMARCA – CAJAMARCA</b>
Moneda principal	<b>NUEVOS SOLES</b>

	<b>Presupuesto (S/.)</b>
Costo directo	<b>2 682,50</b>
Costo indirecto (10%)	<b>268,28</b>
Total	<b>2 950.75</b>

Son: Dos mil novecientos cincuenta con 75/100 nuevos soles.

## **5.3. Plan de Ahorro de Energía Propuesto**

### **5.3.1. Introducción**

La energía es imprescindible para el desarrollo de nuestro entorno, gracias a ella podemos realizar gran parte de la actividad humana en el mundo desarrollado. Es la principal fuente de bienestar, y al mismo tiempo, la principal causa de problemas medioambientales para el planeta y el desencadenante de problemas económicos.

Las fuentes de energía más utilizadas en el mundo desarrollado están basadas en el uso de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas), estos combustibles fósiles se encuentran en zonas muy determinadas del planeta, son reservas agotables y generan mucha dependencia de aquellos países que las tienen, por lo tanto además de haber poco, es inestable.

Se desarrollará un programa de ahorro energético aplicando la metodología de la administración de la energía eléctrica el cual describe tres puntos importantes como, optimización en el proceso, mantenimiento basado en condición y reducción de pérdidas técnicas que serán estudiadas.

### **5.3.2. Alcance**

Aplica para todos los equipos que son objeto de estudio en esta investigación, los cuales pertenecen a la empresa IPSYCOM INGENIEROS SRL.

### **5.3.3. Objetivo general**

Establecer un Plan de acciones, el mismo que constará del Programa de Ahorro de Energía, teniendo como función la optimización y tecnología de la actualidad

#### **5.3.4. Objetivo específico**

- ✓ Capacitar al personal sobre el uso racional de la energía eléctrica
- ✓ Disminuir el consumo de energía eléctrica mediante tecnología de mayor eficiencia.
- ✓ Reducir los costos de facturación del suministro eléctrico
- ✓ Establecer un sistema de monitoreo y control automático de consumos eléctricos.
- ✓ Elaborar planes de mantenimiento e inspecciones

#### **5.3.5. Política**

Evaluar todas las posibilidades de reducir el consumo de la energía en la empresa. Con este fin serán examinados periódicamente los procesos energéticos del suministro eléctrico en la planta y, dado el caso, adaptados a tecnología actuales.

Que todos los trabajadores contribuyan al uso racional de la energía eléctrica en la empresa, tengan en mente este principio en todo momento y comuniquen sus propuestas de mejora al encargado respectivo.

Nuestra filosofía en el manejo de la energía es a largo plazo, así que se emplearán parámetros adecuados para evaluar la factibilidad económica de proyectos de uso racional de energía eléctrica en la empresa.

Identificar acciones operacionales que ocasionan variabilidad en los índices de consumo energético eléctrico

Mantener un programa de mejoramiento continuo de la eficiencia energética eléctrica

#### **5.3.6. Nombramiento del responsable**

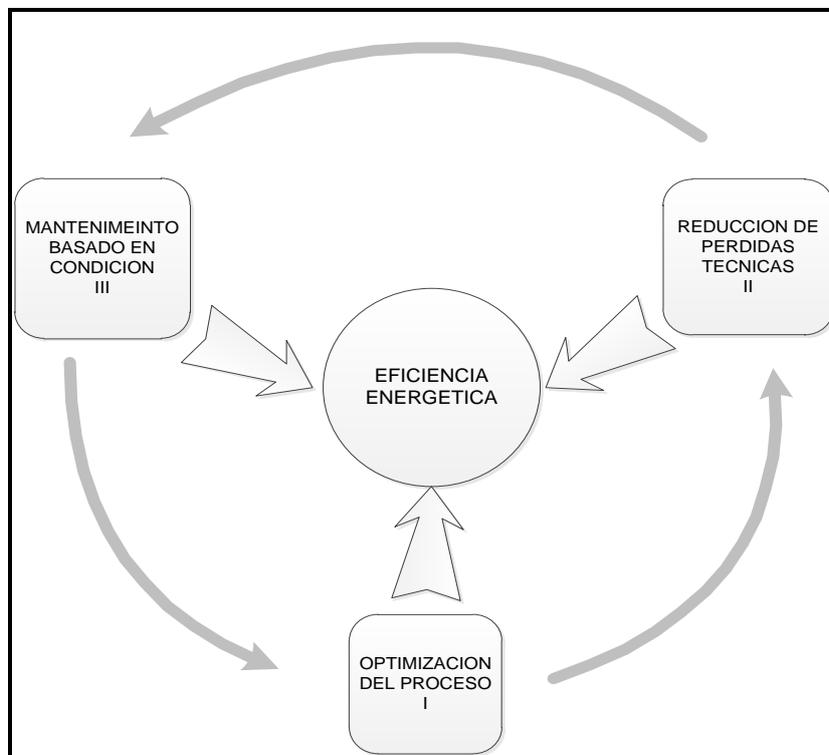
Es conveniente nombrar a un responsable que se encargue de la coordinación y seguimiento del Plan de Mejora de la Gestión Energética de la oficina, y que cuente con el respaldo de la Dirección de la organización.

En este punto se nombró al supervisor, ya que, él tiene todo el conocimiento sobre el proceso de producción

### 5.3.7. Metodología

La administración energética empresarial consiste en una metodología de marco global a los procesos que sirven para hacer un mayor control al insumo energético, en este se plantea un desarrollo de tres etapas. El primer escalón consiste en la optimización de procesos, el segundo en la disminución de pérdidas técnicas y el tercero en una buena gerencia del mantenimiento.

Figura N° 5. 13: Metodología de la Administración de la EE



Fuente: Elaboración propia

### 5.3.8. Optimización del proceso

Este escalón consiste en buscar las pérdidas energéticas asociadas al proceso productivo, lo que corresponde netamente a la forma de realizar o la forma de producir, se considera además tener en cuenta las entradas y salidas del ingreso de la materia prima, de insumos, los desperdicios y las salidas por unidad de insumo vs la unidad del producto, en nuestro caso kwh por producto.

Se debe instalar un centro de medida (analizador de red Ver Anexo N° 5.1) que indique el consumo energético en HP y HFP en la entrada de cada proceso o máquina que se desea controlar.

### **5.3.9. Reducción de pérdidas técnicas**

Las pérdidas técnicas se presentan principalmente por el calentamiento que se produce al pasar la energía eléctrica a través de las líneas de transporte y las líneas de transformación. Estas pérdidas se calculan con fórmulas matemáticas, dado que es inherente a la prestación de los servicios, se reconocen en su totalidad como un componente del costo del servicio.

Se realizara una revisión con una frecuencia de inspección apropiada para identificar posibles pérdidas, a continuación presentamos algunos criterios.

- Revisión de conductores y balanceo de circuitos
- Eliminación de puntos calientes en el sistema de distribución
- Mejoramiento del factor de potencia
- Sellar bornes en motores
- Desconexión de motores no utilizados

En nuestro estudio se encontró el conductor que trasmite la energía al torno 1 con exceso de recalentamiento, este fue motivo de análisis para utilizar la metodología del cálculo.

### **5.3.10. Mantenimiento basado en condición**

El mantenimiento basado en condición consiste en realizar mediciones sistemáticas de las variables operacionales de una maquinaria o equipo industrial. Al monitorear y registrar, mediante inspecciones periódicas, parámetros claves en el desempeño de una máquina, niveles de vibraciones, ruidos ultrasónicos, estado de lubricantes, tiempo entre fallas, es posible obtener patrones o señales que, al analizarlas, permiten determinar la condición del equipo, y de esta manera poder planificar actividades de mantenimiento específicas y programar el momento oportuno para la intervención del

activo, antes de que las fallas representen un riesgo para la seguridad personal, el ambiente, la integridad de los equipos y así garantizar la continuidad del proceso productivo.

Al llevar a cabo cualquier programa de administración energética se debe prestar mucha atención a los aspectos operacionales y de mantenimiento, un buen mantenimiento mantendrá el consumo de energía dentro de un límite razonable, hasta que termine la vida útil del taller de maestranza.

Para este punto se desarrollaran programas de inspecciones, con instrumentos digitales, los cuales la empresa tendrá que adquirir, estos a su vez mostraran indicadores cuantificables que ayudaran a analizar y obtener una base de datos

### 5.3.11. Programa de Ahorro Energético

En función de los tres criterios de la administración de la eficiencia energética aplicaremos en nuestra unidad de estudio, un programa para cada uno de los mismos.

*Tabla N° 5. 12: Programa para Criterios de la Administración de la Eficiencia Energética*

<b>Programa para Criterios de la Administración de la Eficiencia Energética</b>	
<b>Optimización del proceso</b>	Gestión para el uso eficiente y ahorro de Energía
<b>Reducción de pérdidas técnicas</b>	Reducción del consumo de energía eléctrica
<b>Mantenimiento basado en condición</b>	Planes de mantenimiento basado en condición

*Fuente: Elaboración Propia*

## PLAN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL AHORRO DE ENERGÍA

PROGRAMA	OBJETIVO	INDICADOR ESTRATÉGICO (objetivo)	META	Acción	INDICADOR DE META	RESPONSABLES	TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN	COSTO S/
Programa 1: Gestión para el uso eficiente y ahorro de Energía	Capacitar al personal sobre uso racional de la energía eléctrica	N° de personal formados y asesorados	Concientizar al personal sobre el uso y ahorro que genera una buena administración de energía	Diseñar contenidos de un programa en ahorro y uso eficiente de energía.	Nivel de conocimientos adquiridos	Capacitador	1 SEMANA	500
				Diseño, y publicación de campaña para el ahorro y uso eficiente de energía.	Nivel de conocimientos adquiridos	Capacitador	2 SEMANAS	500
				Programación y desarrollo de talleres para la sensibilización sobre ahorro y uso eficiente del energía	Nivel de conocimientos adquiridos	Capacitador	1 MES	1200
				Asesoría en ingeniería de sistemas eléctricos	Nivel de conocimientos adquiridos	Capacitador	2 SEMANAS	1100

Tabla N° 5. 13: Plan de Ahorro de Energía – Programa N° 1

Fuente: Elaboración Propia

## PLAN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL AHORRO DE ENERGÍA

PROGRAMA	OBJETIVO	INDICADOR ESTRATÉGICO (objetivo)	META	Acción	INDICADOR DE META	RESPONSABLES	TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN	COSTO S/.	
Programa 2: Reducción de la energía eléctrica	Disminuir el consumo de energía eléctrica mediante tecnología de mayor eficiencia	% de la Disminución de la energía eléctrica	Sustituir en un 100% las lámparas fluorescentes por tubos led	Solicitar cotización de tubos de fluorescentes led para el cambio	% de flujo luminoso	Logística	1 SEMANA	S/C	
			Implementar el cambio de tubo led	Implementar el cambio de tubo led		Instalador Externo	2 SEMANAS	1280	
			Disminuir pérdidas de calentamiento en lo conductor	Solicitar cotización del cable conductor	% Disminución de la potencia de perdida	Logística	1 SEMANA	S/C	
			Cambio de conductor calculado al 100 %	Cambio de conductor calculado al 100 %		Instalador Externo	1 SEMANA	400	
	Reducir los costos de facturación del suministro eléctrico	% Reducción de Costos de Facturación	Disminuir el costo de facturación	Sustituir motor de 0.86 a 0.95 de torno 1	Solicitar la cotización de motor con mayor eficiencia	% de Rendimiento	Logística	1 SEMANA	S/C
				Montaje de motor de alta eficiencia	Montaje de motor de alta eficiencia		Instalador Externo	1 SEMANA	700
	Establecer un sistema de monitoreo y control automático de consumos eléctricos.	Consumo de indicadores energéticos	Registrar el consumo en hora punta y fuera punta	Solicitar el cambio de BT5B a BT5A	Solicitar el cambio de BT5B a BT5A	% Costo de Kwh	Logística	1 MES	S/C
				Implementar el cambio opción tarifaria ( medidor electrónico )	Implementar el cambio opción tarifaria ( medidor electrónico )		Instalador Externo	1 MES	500
	Establecer un sistema de monitoreo y control automático de consumos eléctricos.	Consumo de indicadores energéticos	Registrar el consumo en hora punta y fuera punta	Solicitar Cotización del analizador de red	Solicitar Cotización del analizador de red		Logística	1 SEMANA	S/C
				Instalar el sistema ECS (Energy Control System).	Instalar el sistema ECS (Energy Control System).	Consumo de energía kwh	Instalador Externo	1 SEMANA	1100

Tabla N° 5. 14: Plan de Ahorro de Energía – Programa N° 2

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 5. 15: Plan de Ahorro de Energía – Programa N° 3  
Fuente: Elaboración Propia

PLAN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL AHORRO DE ENERGÍA								
PROGRAMA	OBJETIVO	INDICADOR ESTRATÉGICO (objetivo)	META	Acción	INDICADOR DE META	RESPONSABLES	TIEMPO DE IMPLEMENTACION	COSTO S/.
Programa 3: Mejoramiento del sistema de mantenimiento	Elaborar una Gestión de mantenimiento Predictivo	Grado de cumplimiento de la gestión	implementar planes de mantenimiento para anticipar posibles fallas	Diseñar los planes de mantenimiento y programación para todo el sistema , a nivel de mantenimiento preventivo y correctivo	Horas de disponibilidad del funcionamiento de los equipos	Capacitador	2 SEMANAS	1200
				Aplicar metodología para priorizar los equipos	Horas de disponibilidad del funcionamiento de los equipos	Capacitador	1 SEMANA	800
				Establecer las prioridades para la ejecución de las actividades de mantenimiento	Horas de disponibilidad del funcionamiento de los equipos	Capacitador	1 SEMANA	500
				Elaborar formatos de historial de fallas e inspecciones y manuales de procedimiento	Horas de disponibilidad del funcionamiento de los equipos	Capacitador	1 SEMANA	500
				Establecer indicadores de mantenimiento	Horas de disponibilidad del funcionamiento de los equipos	Capacitador	1 SEMANA	800

PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGÍA	OBJETIVO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	Año																			
				Año 1				Año 2				Año 3 TRIMESTRE				Año 4				Año 5			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Programa N° 1: Gestión para el uso Eficiente y ahorro de energía	1. Capacitar al personal sobre uso racional de la energía eléctrica	Programación y desarrollo de talleres para la sensibilización sobre ahorro y uso eficiente del energía	SEMESTRAL																				
	2. Disminuir el consumo de energía eléctrica mediante tecnología de mayor eficiencia	Revisión de conductores y balanceo de circuitos Identificación de puntos calientes en el sistema de distribución	SEMESTRAL ANUAL																				
Programa N° 2 : Reducción de la energía eléctrica	3. Reducir los costos de facturación del suministro eléctrico	Desconexión de motores utilizados	DIARIO																				
	4. Establecer un sistema de monitoreo y control automático de consumos eléctricos.	Verificación de los costos variables de la energía que determina Osinermig Registro de indicadores de energía HP Y HFP ( si es que se instalara el analizador de red)	SEMESTRAL DIARIO																				
Programa N° 3: Mejoramiento del sistema de mantenimiento	5. Elaborar una Gestión de mantenimiento Predictivo	Realización de mantenimiento preventivo con el Megometro	ANUAL																				

Tabla N° 5. 16: Programa de Ahorro de Energía  
Fuente: Elaboración propia

### 5.3.12. Evaluar el progreso

Para evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos y detectar las posibles desviaciones, se debe realizar un seguimiento periódico de los indicadores y las medidas implantadas, éstas se realizarán con una frecuencia mediante los indicadores propuestos en la Tabla N °5.15 anterior.

### 5.4. Inversión de la implementación del proyecto

Para poder realizar nuestro estudio económico empezaremos con la inversión de la implementación total de proyecto.

Tabla N° 5. 17: Inversión de Implementación del Proyecto

COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN						
DESCRIPCIÓN	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Capacitación al personal	S/. 2 600,00		S/. 2 600,00		S/. 2 600,00	
Equipos y Materiales	S/. 14 310,00					
Mano de obra (por instalación)	S/. 3 980,00					
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 20 890,00</b>	<b>S/. -</b>	<b>S/. 2 600,00</b>	<b>S/. -</b>	<b>S/. 2 600,00</b>	<b>S/. -</b>

Fuente: Elaboración propia

Para llevar a cabo el proyecto de implementación en la Empresa Ipsycom Ingenieros S.R.L. se requiere un capital de S/ 20 890,00 que va provenir de dos fuentes, financiamiento propio y financiamiento por préstamo bancario, En el Anexo N°5.7 veremos en detalle de la descripción de la implementación.

## CAPÍTULO 6. RESULTADOS

### 6.1. Área de oportunidad de ahorro

#### 6.1.1. Optimización de la iluminación

En la actualidad existes luminarias con mayor eficiencia . que consumen menos potencia y tienen mayor flujo luminico.

##### 6.1.1.1. Luminarias propuestas (tubos Led )

###### Características de las Luminarias ( Ver Anexo N°6.4)

Flujo luminico (luminaria) :  $2 \times 2\,800 = 5\,600$  lm

Potencia electrica .  $2 \times 18\text{ w} = 36$  watts

Largo : 1 200 mm

Se aumentara el flujo luminico actual en un 50 % de rendimiento con el uso de la nueva tecnologia. (Tubos LED), esta se calculará mediante la formula siguiente:

###### Flujo luminico mejorado (50%)

*Flujo luminico* =  $1,5 \times$  Flujo luminico actual

*Flujo luminico* =  $1,5 \times 173\,952,00$  lms

*Flujo luminico* = 260 928 lms

## A. Cantidad de tubo led Propuestos (Segun calculo)

La cantidad de tubo led que se va a usar en el taller con un area de 25 m x 25m .se demuestra con la siguiente formula:

$N^{\circ} \text{ Luminarias led} = \text{Flujo luminico Total (50\%)} / \text{Flujo Luminico individual led}$

$$N^{\circ} \text{ Luminarias Led} = \frac{26\ 0928,00}{5\ 600,00}$$

$N^{\circ} \text{ Luminaria Led} = 46,59 \text{ luminarias}$

Por lo que la cantidad de Luminarias propuestas da un total de **46** luminarias LED encapsulados.

## B. Potencia consumida por los tubos led

Observamos en esta formula la potencia consumida por la implementacion de Tubos LED.

Potencia lumanias led =  $N^{\circ} \text{ luminarias} * \text{Potencia}$

Potencia luminarias led = 46 unid. x 36 w

Potencia luminarias led = 1 656 w

Por los 46 tubos LED dobles que se estan sugieron en instalar en el taller la potencia cunsumida seria de 1 656 w.

## C. Rendimiento con los tubo led

Al implementar los nuevos tubos LED el taller tendra una mayor intensidad luminica , mayor a los flourecentes actuales, el cual hará que los operarios tengan mejor visibilidad al realizar sus labores.

Rendimiento de los led = Flujo Luminico / Potencia led

Rendimiento de un luminaria led = 5 600 / 36

Rendimiento led = 155,5 lm/w

#### **D. Energía consumida x día laboral**

Con la siguiente formula veremos cuanto de energia consumida por dia es utilizada con los fluorescentes LED al ser implementados.

Energia Led = Potencia total x Horas

Energia Led = 1 656 w x 9 h

Energia Led = 14,9 kw/h/dia

#### **E. Ahorro de Energia con Luminarias LED**

Compararemos el consumo de energia con los fluorescentes actuales y con los fluorescentes LED.

✓ Consumo de energia /dia x mes x año

= 39,6 kw/h (dia) x 24 dias x 12 meses = 11 404,8 Kwh/ año

= 14,9 kw/h (dia) \* 24 dias\* 12 meses = 4 291,2 Kwh/ año

= 11 404,8 Kwh/ año – 4 291,2 Kwh/ año = 7 113,6 **Kwh/ año**

El ahorro de energia anual que se produciría con las mejoras y cambios de luminarias seria de 7 113,6 kwh/año.

## F. Costo ahorro

Según recibo de luz el costo por kw/h es = S/ 0,54

$$= 11\,404,8 \text{ Kwh/ año} \times 0,54 = \text{S/ } 6\,158,59$$

$$= 4\,291,2 \text{ Kwh/ año} \times 0,54 = \text{S/ } 2\,317,25$$

$$= \text{S/ } 6\,158,59 - \text{S/ } 2\,317,25 = \text{S/ } 3\,841,34 \text{ Año}$$

El costo economico ahorrado despues de la mejora seria de S/. 3 841,34 al año.

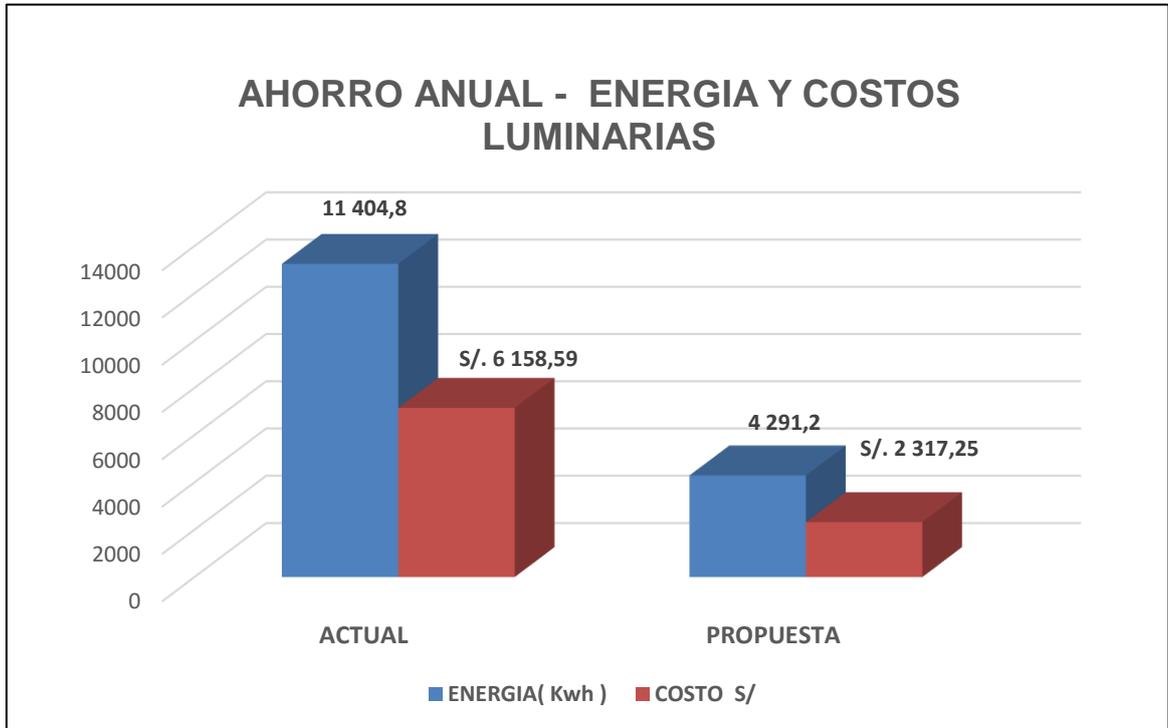
En la tabla N° 6.1 podremos observar los resultados de la comparacion de la implementacion con los elementos actuales sin propuestas y con propuesta de mejora.

*Tabla N° 6. 1: Análisis y Optimización de Iluminación*

<b>Análisis y Optimización de Iluminación</b>		
<b>CONCEPTO</b>	<b>Sin Propuesta</b>	<b>Con Propuesta</b>
N° Luminarias	64	46
Cálculo de Flujo Lumínico (lms)	173 952	260 928
Cálculo de Rendimiento (lm/w)	39,5	155,5
Energía consumida (kwh/día)	39,6	14,9
Consumo de Energía (kwh/año)	11 404,8	4 291,2
Costo de Energía (S/.) año	6 158,59	2 317,2

*Fuente : Elaboracion Propia*

Grafico N° 6. 1: Ahorro Anual de energía y costos de luminarias



Fuente : Elaboración propia

### 6.1.2. Optimización del circuito eléctrico

El nuevo conductor de 45 m propuesto se calcula de la siguiente manera.

Para realizar el cálculo primero se procederá a calcular la potencia real del equipo, 15.801 kW y también calcular la corriente (Intensidad) 27 Amp, estos dos valores se han calculado en el análisis. Pág. 83

#### A. Sección (mm<sup>2</sup>) del nuevo conductor NYY

Aquí es donde disminuirémos la caída de voltaje (380 v) en un 1% de la carga eléctrica que es 3.8 v.

$$\text{Sección (mm}^2\text{)} = \frac{\sqrt{3} \times \text{Longitud} \times \text{Corriente} \times \text{Factor de potencia (Cos } \phi\text{)}}{\text{Conductividad del cobre} \times \text{Caída de voltaje}}$$

$$\text{Sección (mm}^2\text{)} = \frac{1,73 \times 45 \times 27 \times 0,89}{56 \times 3,8}$$

$$\text{Sección (mm}^2\text{)} = 8,79 \text{ mm}^2$$

La sección (mm<sup>2</sup>) recomendada para el nuevo conductor es de 8,79 mm<sup>2</sup>

## B. Pérdida de potencia

Se evidencia que hay pérdida de potencia que se consume en calor, el largo del conductor es de 45 m.

$$\text{Potencia Perdida} = \frac{3 \times \text{longitud} \times \text{Corriente al cuadrado (I}^2\text{)}}{\text{conductividad de cobre} \times \text{Seccion segun tabla}}$$

$$\text{Potencia Perdida} = \frac{3 \times 45 \times 27^2}{56 \times 10}$$

$$\text{Potencia Perdida} = 1\,75,74 \text{ (w)}$$

La pérdida de potencia disminuiría en un 29 % al proponer mejoras.

## C. Ahorro de energía del Conductor NYY (10 mm<sup>2</sup>)

Para poder obtener el ahorro de energía que podría resultar al realizar los cambios propuestos se compara la potencia de pérdida actual con la potencia de pérdida propuesta.

$$\begin{aligned} & \checkmark \text{ Potencia Pérdida (kwh) } \times \text{ día } \times \text{ meses } \times \text{ año} \\ & = 0,589 \text{ (kw/h) } \times 9 \text{ (horas) } \times 24 \text{ (días) } \times 12 \text{ meses} = 1\,526,64 \text{ kwh/ año} \\ & = 0,175 \text{ (kw/h) } \times 9 \text{ (horas) } \times 24 \text{ (días) } \times 12 \text{ meses} = 453,60 \text{ kwh/ año} \\ & = 1\,526,64 \text{ kwh/ año} - 453,60 \text{ Kwh/ año} = \mathbf{1\,073,04 \text{ kwh/ año}} \end{aligned}$$

El ahorro al implementar las mejoras sería de 1 073,04 kwh/ año.

## D. Costos ahorrados

Según recibo de luz el costo por kw/h es = S/ 0,54, este sería un precio promedio para el cálculo del ahorro.

$$= 1\,526,64 \text{ kwh/año} \times \text{S/ } 0,54 = \text{S/ } 824,38 \text{ año}$$

$$= 453,60 \text{ kwh/año} \times \text{S/ } 0,54 = \text{S/ } 244,94 \text{ año}$$

$$= \text{S/ } 824,38 - \text{S/ } 244,94 = \text{S/ } 579,44 \text{ año}$$

El ahorro económico con la propuesta de un cambio de conductor sería de S/.579,44 al año.

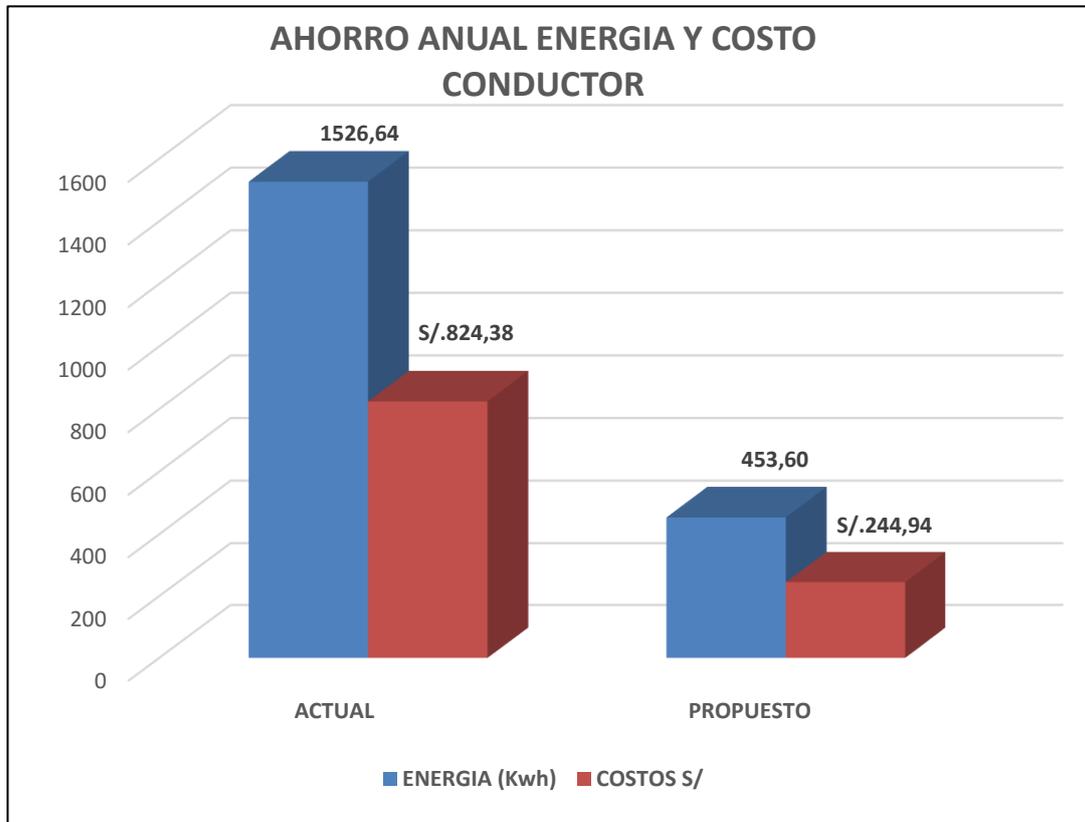
En la tabla N° 6.2 observamos el análisis y optimización del Circuito eléctrico (Cambio de conductor NYY)

*Tabla N° 6. 2: Análisis y Optimización de Circuito Eléctrico*

<b>Análisis y Optimización de Circuito Eléctrico</b>		
<b>CONCEPTO</b>	<b>Sin Propuesta</b>	<b>Con Propuesta</b>
Cálculo de Potencia Real (kw)	15,801	15,801
Cálculo de la corriente (Amp)	27	27
Sección del conductor (mm <sup>2</sup> )	2,93	8,79
Pérdida de Potencia de energía (w)	589,7	175,74
Consumo de Energía (kwh/año)	1 526,64	453,60
Costo de Energía (S/.) año	824,38	244,94

*Fuente : Elaboracion propia*

*Grafico N° 6. 2: Ahorro Anual –Energía y costos del Conductor*



*Fuente : Elaboración propia*

### 6.1.3. Optimización de la eficiencia del cambio motor (torno 1)

El motor estudiado en nuestro análisis pertenece a la maquina torno1 por ser el de mayor potencia que tiene un rendimiento de 0.86 (86 %) y sus horas de utilización es de 8 horas aproximado, lo que estamos proponiendo es el cambio de motor de mayor eficiencia a un 0.95 (95 %).

La característica de esta máquina se encuentra en el análisis energético, el cual utilizaremos para desarrollar los cálculos .pág. 85

### **A. Cálculo de la potencia real consumida.**

Se determinara con el nuevo valor del rendimiento (0.95)

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Potencia se salida}}{\text{Potencia de entrada}}$$

$$\text{Potencia de entrada} = 14,0 \text{ kw} / 0,95$$

$$\text{Potencia de entrada} = 14,73 \text{ kw}$$

La potencia real consumida con el cambio de motor de mejor eficiencia seria de 14,73 kw, menor al motor actual que es de 15,81 kw.

### **B. Cálculo del consumo de energía por día (08 horas )**

$$\text{Energia} = P(\text{kw}) \times \text{horas}$$

$$\text{Energia} = 14,73 \text{ kw/h} \times 8 \text{ horas}$$

$$\text{Energia} = 117,84 \text{ kw/h /dia}$$

El consumo diario de energía con la implementación del nuevo motor de mayor eficiencia sería 117,84 kwh/día , y el actual consume 126,408 kwh/día, esto representaria un ahorro de energía de un 9 a 10 % promedio.

### **C. Ahorro de Energía por cambio de motor de mayor eficiencia al 95 %**

Haremos la comparacón de energía con el motor actual y el propuesto para poder observar el ahorro cuantificado.

$$= 126,408 \text{ kw/h (dia) X 24 dias x 12 meses} = 36\,405,48 \text{ Kwh/año}$$

$$= 117,84 \text{ kw/h (dia) X 24 dias x 12 meses} = 33\,937,92 \text{ Kwh/año}$$

$$= 36\,405,48 \text{ Kwh/ año} - 33\,937,92 \text{ Kwh/ año} = 2\,467,56 \text{ Kwh/ año}$$

El ahorro de energía anual al implementar el motor de mayor eficiencia sería de 2 467,56 kwh/año.

#### D. Costos Ahorro

Según recibo de luz estamos considerando el costo promedio por kw/h a

S/. 0,54

$$= 36\,405,48 \text{ kwh/año} \times 0,54 = \text{S/ } 19\,658,00 \text{ año}$$

$$= 33\,937,92 \text{ kwh/ mes} \times 12 \text{ meses} = \text{S/ } 18\,326,47 \text{ año}$$

$$= \text{S/ } 19\,658,00 - \text{S/ } 18\,326,47 = \text{S/ } 1\,331,53 \text{ año}$$

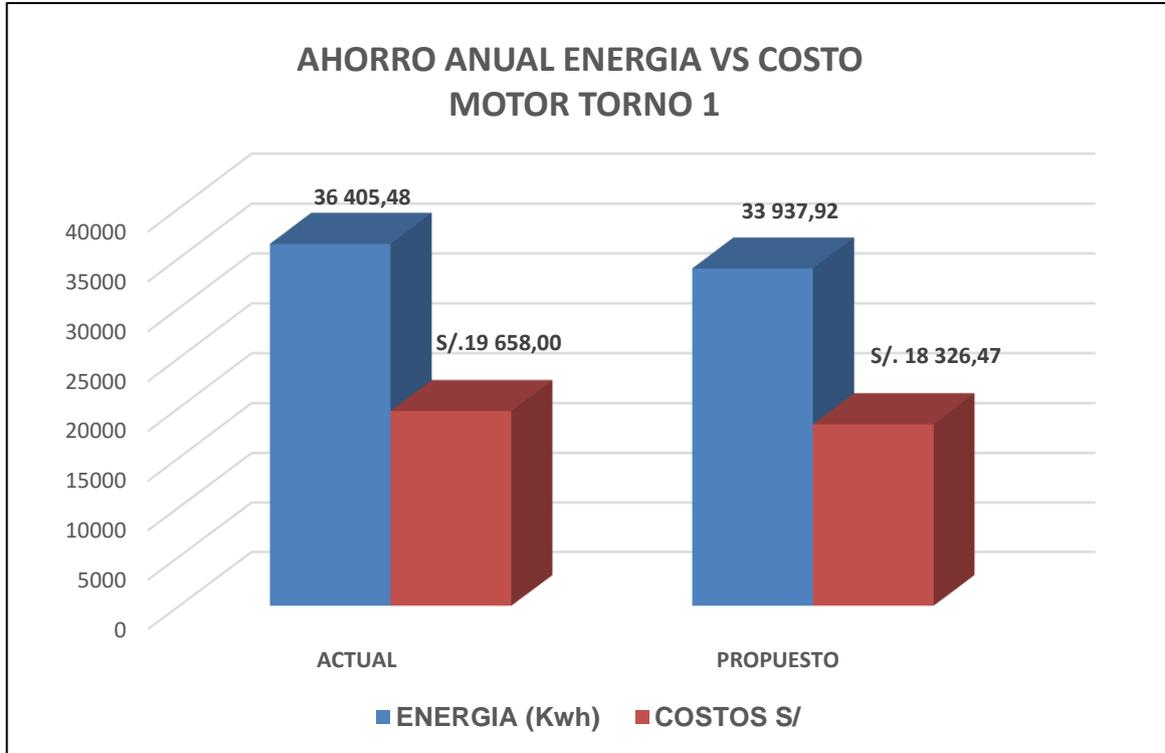
El ahorro económico anual al implementar la propuesta de un motor de mayor eficiencia sería de S/. 1 331,53 año, observamos en la Tabla N° 6.3 el mejoramiento de la propuesta con la propuesta ofrecida.

*Tabla N° 6. 3: Análisis y Optimización de Motor (Torno 1)*

<b>Análisis y Optimización de Motor (Torno 1)</b>		
<b>CONCEPTO</b>	<b>Sin Propuesta</b>	<b>Con Propuesta</b>
Eficiencia del motor (Torno 1)	86%	95%
Cálculo de Potencia Real (kw)	15,801	14,73
Consumo de Energía (kwh/año)	36 405,48	453,60
Costo de Energía (S/.) año	19 658	18 326,47

*Fuente : Elaboracion Propia*

*Grafico N° 6. 3 : Comparativo de ahorro anual energía y costo del motor Torno 1*



*Fuente: Elaboración Propia*

#### **6.1.4. Optimización de la tarifa actual BT5B (No residencial) a BT5A**

Para obtener beneficios mediante el cambio del plan tarifario, se analizó que el consumo de energía en horas fuera punta es el 80 % y el 20 % corresponde a la energía consumida en hora punta

Por otro lado para tener datos exactos se tendría que instalar un analizador de energía para determinar el consumo de energía hora y fuera punta.

Cabe mencionar que la empresa tiene un horario de trabajo de 8 a 6 pm un turno normal, pero también cuenta con trabajos que realiza de 6 am a 11 pm que es la hora punta donde la energía asume un costo mayor.

En el Anexo N° 5.5 observamos como ejemplo la opción tarifaria actual y la propuesta, donde las dos opciones tienen las misma potencia contratada por restricciones

similares con respecto a la energía activa, la opción tarifaria BT5B No residencial es mayor en costo en energía activa y la opción propuesta la BT5A, que cuenta con el cobro de la Energía Activa HP y HFP que al comparar con la opción actual es más económica.

### A. Costos ahorrados

Los costos a ahorrar con la propuesta de cambio de opción tarifaria con el mismo consumo de energía activa anual de 91 200 kw/h se visualizan a continuación:

$$= S/. 3\,644,55 \times 12 \text{ meses} = S/. 43\,734,6 \text{ año}$$

$$= S/. 3\,436,23 \times 12 \text{ meses} = S/. 41\,234,76 \text{ año}$$

$$= S/. 43\,734,6 - S/. 41\,234,76 = S/. 2\,499,84 \text{ al año}$$

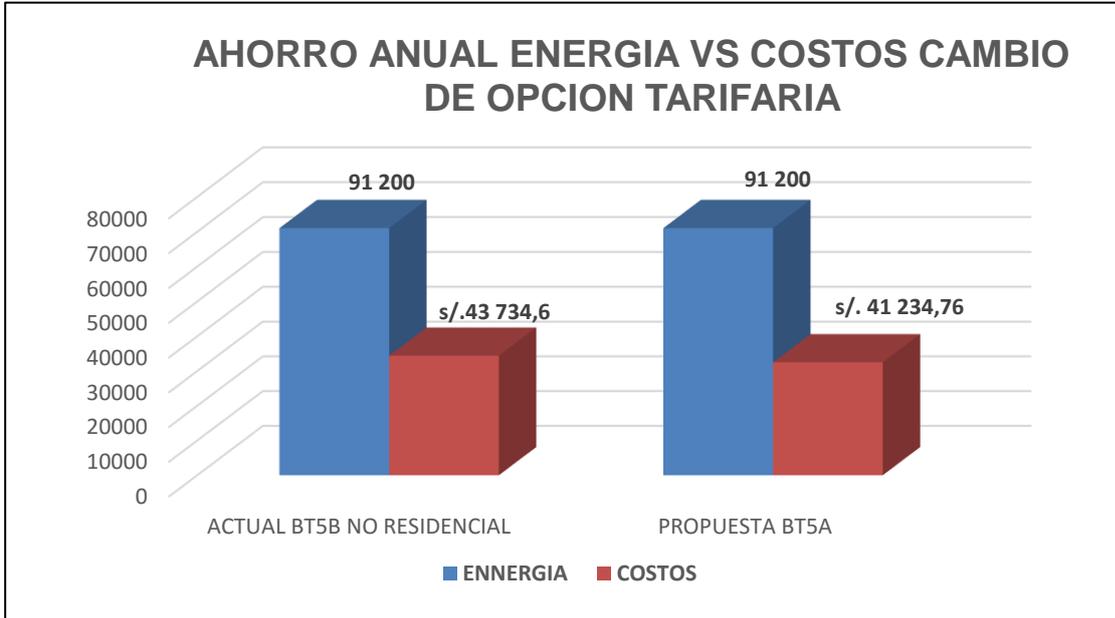
Al proponer el cambio de opción tarifaria de BT5B No residencial a BT5A se lograría un ahorro de S/. 2 499,84 al año

*Tabla N° 6. 4: Análisis y Optimización de Cambio Tarifario BT5B No Residencial - BT5A*

<b>Análisis y Optimización de Cambio Tarifario BT5B No Residencial - BT5A</b>		
<b>CONCEPTO</b>	<b>Sin Propuesta</b>	<b>Con Propuesta</b>
Consumo de energía activa Actual (kw)	91 200	91 200
Costo de Energía (S/.) año	43 734,6	41 234,76

Fuente: Elaboración propia

Grafico N° 6. 4: Comparativo de ahorro anual de energía y costos



Fuente: Elaboración Propia

### 6.1.5. Optimización en el mantenimiento industrial

Se aplicara un mantenimiento predictivo mediante un instrumento llamado Megometro, el cual nos dará un indicador en MHZ que tiene que ser analizado por un experto en esta materia para proceder con la reparación o planificar el mantenimiento y evitar sobrecargas o cortocircuitos.

Según investigaciones la aplicación de este mantenimiento repercute en ahorros de 1 a 2 % del consumo de la energía total, en este punto consideraremos el 2 % de la energía total anual que en este caso es **65 400,00 kwh.**, el cual podemos analizar en el Anexo N° 6.1

#### A. Ahorro de energía con la propuesta de mantenimiento

Con la propuesta de mantenimiento predictivo y la reducción del 2% del consumo total de energía tendremos un ahorro anual de 1 308,00 kwh/año.

- ✓ 2% de reducción de energía x Consumo de energía anual actual

$$= 2 \% \times 65\,400,00 \text{ kwh} = 1\,308,00 \text{ kwh/año}$$

## **B. Costo ahorrado**

El ahorro económico por la propuesta de mantenimiento predictivo y la reducción del 2% del consumo total de energía es de S/. 706,32 al año.

- ✓ Energía ahorrada al año por propuesta x Costo promedio kwh

$$= 1\,308,00 \text{ kwh/año} \times 0,54 \text{ S/} = \text{S/ } 706,32 \text{ al año}$$

## 6.1.6. Mejoramiento de los Indicadores Energéticos

### 6.1.6.1. Indicador Económico Energético

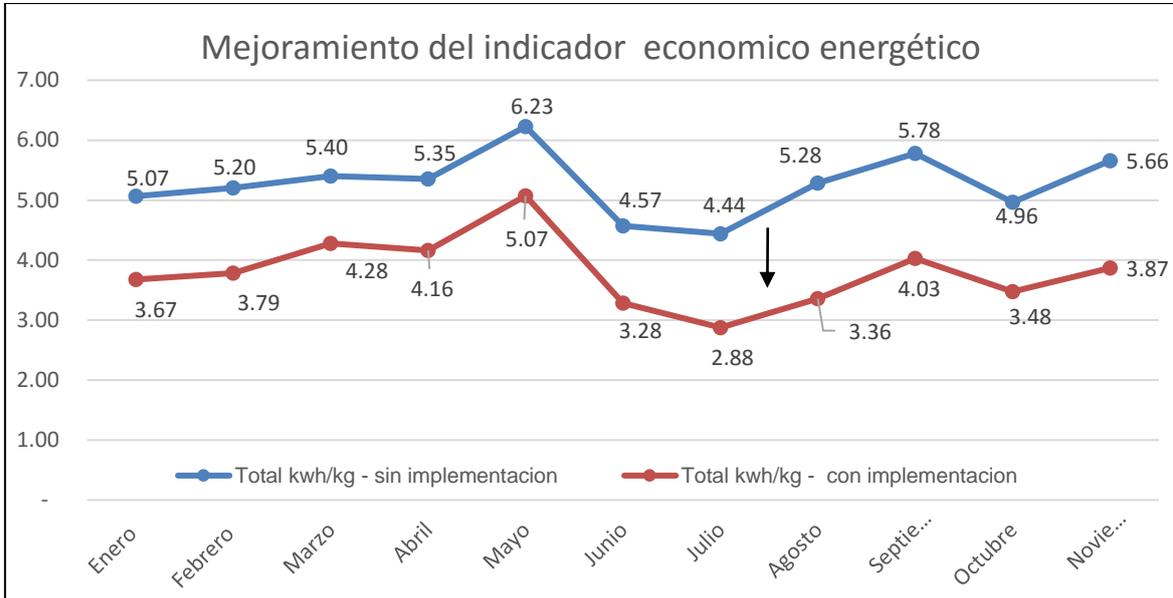
En la tabla N° 6.5 observamos que el indicador económico energético para esta propuesta de programa de ahorro de energía sin implementación propuesta y con implementación propuesta nos indica una reducción de un 30 % aproximado dándonos a conocer que las mejoras de implementación serán aceptables.

Tabla N° 6. 5: Indicador Energético

Meses	Propuesta Sin Implementación			Propuesta Con Implementación		
	Costo Energético Kw/h	Kg. Producción	Total S./kg	Costo Energético Kw/h	Kg. Producción	Total S./kg
Enero	2,735.63	540.0	5.07	1,984.43	540.0	3.67
Febrero	2,757.52	530.0	5.20	2,006.32	530.0	3.79
Marzo	3,619.12	670.0	5.40	2,867.92	670.0	4.28
Abril	3,372.91	630.0	5.35	2,621.71	630.0	4.16
Mayo	4,048.61	650.0	6.23	3,297.41	650.0	5.07
Junio	2,660.84	582.0	4.57	1,909.64	582.0	3.28
Julio	2,131.40	480.0	4.44	1,380.21	480.0	2.88
Agosto	2,060.13	390.0	5.28	1,308.93	390.0	3.36
Septiembre	2,482.46	429.5	5.78	1,731.27	429.5	4.03
Octubre	2,507.00	505.0	4.96	1,755.80	505.0	3.48
Noviembre	2,376.64	420.0	5.66	1,625.44	420.0	3.87
	<b>Total</b>		<b>57,95</b>	<b>Total</b>		<b>41,87</b>
	<b>Promedio</b>		<b>5,28</b>	<b>Promedio</b>		<b>3,80</b>

Fuente: Elaboración propia

Grafico N° 6. 5: Mejoramiento del indicador económico energético



Fuente: Elaboración propia

En el Grafico N° 6.5 podemos observar que el indicador sin implementación (línea color azul) es un 30 % más alto que el indicador con implementación de mejora (línea color Rojo), por lo que se recomienda la implementación del programa de ahorro de energía.

### 6.1.6.2. Indicador Energético por Regresión Lineal

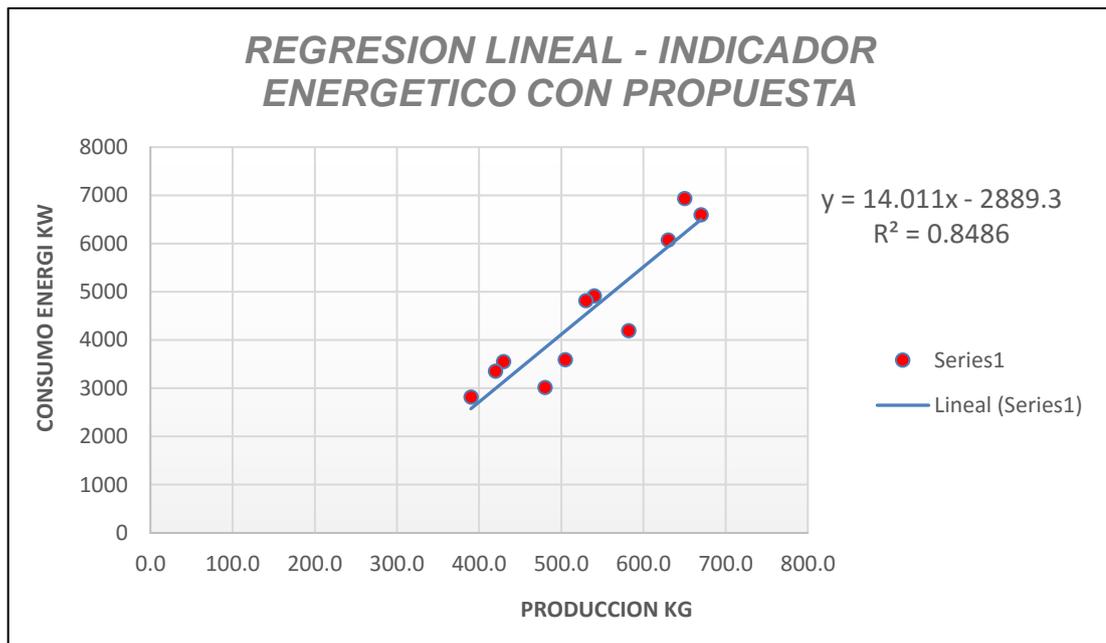
Tabla N° 6. 6; Indicador Energético por Regresión Lineal con implementación de mejora

Meses	Producción ( Kg)	Consumo de Energía (kwh ) con propuesta
Enero	540,0	4914
Febrero	530,0	4814
Marzo	670,0	6594
Abril	630,0	6074
Mayo	650,0	6934
Junio	582,0	4194
Julio	480,0	3014
Agosto	390,0	2814
Septiembre	429,5	3554
Octubre	505,0	3594
Noviembre	420,0	3354

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla N° 6.6 están los indicadores los cuales se evaluaron en la pág.n° 93 con el consumo actual, pero estamos hallando el nuevo indicador con la implementación de mejora la cual nos va a tener que dar un coeficiente de determinación también mayor a 0.75 o igual.

*Grafico N° 6. 6: Regresión Lineal con la propuesta de mejora*



*Fuente: Elaboración propia*

En el Grafico N° 6.6 observamos que el coeficiente de determinación ( $R^2=0.8486$ ), aún sigue saliendo mayor a 0.75 por lo que confirma que los indicadores tienen correlación y pueden ser mejoradas con la implementación propuesta.

### 6.1.7. Resumen de Ahorro de Energía y costos

La siguiente Tabla N° 6.7 se muestra el resumen del ahorro por energía consumida y por ahorro económico sin implementación y con implementación de los diversos cambios propuestos.

Tabla N° 6. 7 : Resúmenes de Ahorros de Energía y Costos

<b>Resumen de Ahorro de Energía y Costos</b>			
	<b>Sin Propuesta</b>	<b>Con propuesta</b>	
	<b>Luminarias convencionales</b>	<b>Luminarias LED</b>	<b>Total Ahorro Anual</b>
Ahorro de Energía kwh	1 1404,8	4 291,2	7 113,6
Costo Ahorrado s/.	6 158,59	2 317,25	3 841,34
	<b>Sin Propuesta</b>	<b>Con propuesta</b>	
	<b>Cable Conductor de 4 mm2</b>	<b>Cable Conductor de 10 mm2</b>	<b>Total Ahorro Anual</b>
Ahorro de Energía kwh	1 526,64	453,6	1 073,04
Costo Ahorrado s/.	824,38	2 44,94	579,44
	<b>Sin Propuesta</b>	<b>Con propuesta</b>	
	<b>Motor 86%</b>	<b>Motor 95%</b>	<b>Total Ahorro Anual</b>
Ahorro de Energía kwh	36 405,48	33 937,32	2 468,16
Costo Ahorrado s/.	19 658	18 326,47	1 331,53
	<b>Sin Propuesta</b>	<b>Con propuesta</b>	
	<b>BT5B No Residencial</b>	<b>BT5A</b>	<b>Total Ahorro Anual</b>
Costo Ahorrado s/.	34 412,64	32 507,4	1 905,24
<b>Mantenimiento Predictivo Reducción del 2%</b>			
	<b>Sin Propuesta</b>	<b>Con propuesta</b>	<b>Total Ahorro Anual</b>
Ahorro de Energía kwh	65 400	64 092	1 308
Costo Ahorrado	33 195,65	32 531,73	663,91

Fuente: Elaboración Propia

## 6.2. Evaluación Económica.

Para la implementación de un programa de ahorro de energía y los cambios que se proponen en este proyecto, la empresa necesita un capital de s/. 20 890,00 nuevos soles, el cual será financiada por dos fuentes, financiamiento propio y financiamiento por préstamo del banco.

*Tabla N° 6. 8: Estructura de Financiamiento*

Fuente de Financiamiento	Valor de Inversión (S/.)	% de Financiamiento
Inversión de la empresa	12 534,00	60%
Préstamo Bancario	8 356,00	40%
<b>Total</b>	<b>20 890,00</b>	<b>100%</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

### 6.2.1. Calculo del Costo del Promedio Ponderado del Capital – WACC

Se halla con la siguiente formula:

$$K = WACC = \frac{D}{D + C} * Kd(1 - t) + \frac{C}{D + C} * Ke$$

El costo promedio ponderado de capital (WACC) es de 11,56 % que es la tasa de rentabilidad de promedio del costo de endeudamiento y del costo capital propio, esta tasa es la rentabilidad mínima que debe generar el proyecto y está en función del aporte propio y el costo de la deuda. El costo ponderado de capital (WACC) se calcula de acuerdo a la participación de los aportes en la inversión utilizando un COK de 13,44 %, el cual podemos observar el cálculo en el Anexo N° 6.2

Datos:

Monto de Deuda (D) = S/. 8 356,00

Monto de Capital (C) = S/. 12 534,00

Costo de Deuda (Kd) = 12,50%

Tasa de Impuesto (T) = 30% - Sunat

Costo de Capital COK (Ke) = 13,44 %

**WACC = 11,56%**

En la Tabla N° 6.8 podemos observar la amortización del financiamiento de S/.8 356,00 nuevos soles en cuotas constantes de pagos anuales, por un periodo de pago de 1 año a una tasa de interés anual (TEA) de 12,50%

Valor de la Deuda	S/. 8 356,00 nuevos soles
Tasa de Interés Anual (TEA)	12,50 %
Periodos (Años)	1 año
Valor de la cuota	S/. 9 400,50 nuevos soles anual

*Tabla N° 6. 9 : Amortización con cuotas constantes mensuales*

N°	SALDO INICIAL	CUOTAS	INTERESES	CAPITAL	SALDO FINAL
0	S/. 8,356.00				
1	S/. 8,356.00	S/. 783.38	S/. 155.44	S/. 627.93	S/. 7,728.07
2	S/. 7,728.07	S/. 783.38	S/. 143.76	S/. 639.61	S/. 7,088.46
3	S/. 7,088.46	S/. 783.38	S/. 131.86	S/. 651.51	S/. 6,436.95
4	S/. 6,436.95	S/. 783.38	S/. 119.74	S/. 663.63	S/. 5,773.32
5	S/. 5,773.32	S/. 783.38	S/. 107.40	S/. 675.98	S/. 5,097.34
6	S/. 5,097.34	S/. 783.38	S/. 94.82	S/. 688.55	S/. 4,408.79
7	S/. 4,408.79	S/. 783.38	S/. 82.02	S/. 701.36	S/. 3,707.43
8	S/. 3,707.43	S/. 783.38	S/. 68.97	S/. 714.41	S/. 2,993.02
9	S/. 2,993.02	S/. 783.38	S/. 55.68	S/. 727.70	S/. 2,265.33
10	S/. 2,265.33	S/. 783.38	S/. 42.14	S/. 741.23	S/. 1,524.09
11	S/. 1,524.09	S/. 783.38	S/. 28.35	S/. 755.02	S/. 769.07
12	S/. 769.07	S/. 783.38	S/. 14.31	S/. 769.07	S/. -

*Fuente: Elaboración propia*

### 6.2.2. Flujo de Caja Neto

Para la elaboración del flujo de caja se tiene que la implementación es de S/. 20 890.00 nuevos soles (ver Tabla N° 5.7) y también se tiene un ahorro de S/.9 014.37 nuevos soles anuales (Ver Anexo N° 6.3).

A continuación se presenta los costos que podrían ahorrarse, por realizar la implementación y cambios sugeridos.

Tabla n° 6. 10: Costos que podrían mitigarse

COSTOS QUE PODRIAN MITIGARSE						
DESCRIPCION	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costo de ahorro de energía (S/.)		9 014,37	9 014,37	9 014,37	9 014,37	9 014,37
Costo de implementación (S/.)	20 890,00		2 600,00		2 600,00	
<b>TOTAL</b>	<b>- 20 890,00</b>	<b>9 014,37</b>	<b>6 414,37</b>	<b>9 014,37</b>	<b>6 414,37</b>	<b>9 014,37</b>

Fuente: Elaboración propia

El flujo de caja de los costos que podrían mitigarse se afecta con el préstamo realizado a una entidad bancaria el cual se muestra en la Tabla N° 6.10

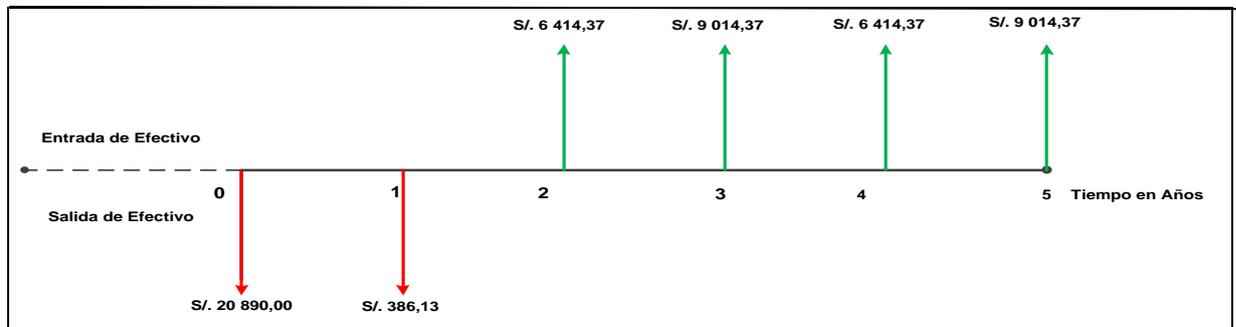
Tabla N° 6. 11: Flujo de Caja Neto

FLUJO DE CAJA NETO						
DESCRIPCION	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo de caja económico	- 20 890,00	9 014,37	6 414,37	9 014,37	6 414,37	9 014,37
Préstamo	8 356,00					
Amortización		8 356,00				
Interés		1 044,50				
<b>TOTAL NETO</b>	<b>- 12 534,00</b>	<b>- 386,13</b>	<b>6 414,37</b>	<b>9 014,37</b>	<b>6 414,37</b>	<b>9 014,37</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior podemos observar que el préstamo más los intereses obtenidos por la entidad bancaria se llega a pagar en el año 1 y a partir del año 2 se empieza a recuperar la inversión de la implementación del proyecto, teniendo como tiempo de recuperación total de la misma un periodo de 2 año y 4 meses aproximadamente.

Grafico N° 6. 7: Diagrama de Flujo de Caja Neto



Fuente: Elaboración Propia

En el Grafico N° 6.6 observamos el Diagrama de Flujo de Caja Neto de la evaluación de la empresa, en ella se indican las entradas y salidas en efectivo en un periodo de 5 años propuestos en el proyecto.

### 6.2.3. Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)

El valor actual neto del proyecto es de S/. 8 121,47 y para la empresa Ipsycom Ingenieros SRL es rentable porque genera dicha utilidad y cubre costos de inversión durante el periodo de 5 años (2017 al 2021).que esta propuesto el proyecto.

Valor Actual (VA) = S/. 20 655,47

Valor Actual Neto (VAN)= S/. 8 121,47

### 6.2.4. Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno para la empresa Ipsycom Ingenieros SRL es de 29 %, por lo que la implementación de mejoras en la eficiencia energética en la empresa es aceptable ya que es mayor a la tasa de rentabilidad WACC que es de 11,56 %.

### 6.2.5. Índice de rentabilidad (IR)

Las mejoras de implementación de la eficiencia energética eléctrica de la empresa genera una rentabilidad de S/ 0,65 soles por cada sol invertido en el proyecto.

### 6.3. Prueba de Hipótesis

El proceso que permite realizar el contraste de hipótesis requiere ciertos procedimientos. Se ha podido comparar la disminución de los costos por tal motivo se tomara una decisión por uno de ellos. Estos datos se calcularan mediante el software Minitab 16.

*Tabla N° 6. 12: Costo sin propuesta y Costo con propuesta*

ITEM	MEJORAS PROPUESTAS	COSTO SIN PROPUESTA	COSTO CON PROPUESTA
1	Cambio de Luminarias	6 158,59	2 317,25
2	Cambio de cable conductor torno N° 1	824,38	244,94
3	Cambio de motor torno N° 1	19 658,00	18 326,47
4	Cambio de opción tarifaria	34 412,64	32 507,40

*Fuente: Elaboración propia.*

#### 6.3.1. Hipótesis nula o alternativa

Hipótesis nula ( $H_0$ ): La elaboración de un programa de ahorro de energía disminuirá los costos energéticos de facturación de la empresa Ipsycom Ingenieros S.R.L.

Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ): La elaboración de un programa de ahorro de energía no disminuirá los costos energéticos de facturación de la empresa Ipsycom Ingenieros S.R.L.

### 6.3.2. Nivel de significancia

$$\gamma = 0.95 \quad \alpha = 0.05$$

### 6.3.3. Cálculo estadigráfico de la prueba de Hipótesis

El estadígrafo de Prueba más apropiado para este caso es la Prueba T Student Pareada, ya que el tamaño de la muestra es menor que 30 ( $n < 30$ ). El cual aplicaremos la prueba bilateral, o sea a dos colas.

$$T = \frac{D - \mu_\delta}{s/\sqrt{n}} = 2.75$$

#### IC y T pareada: Costos sin propuestas y Costos con propuestas

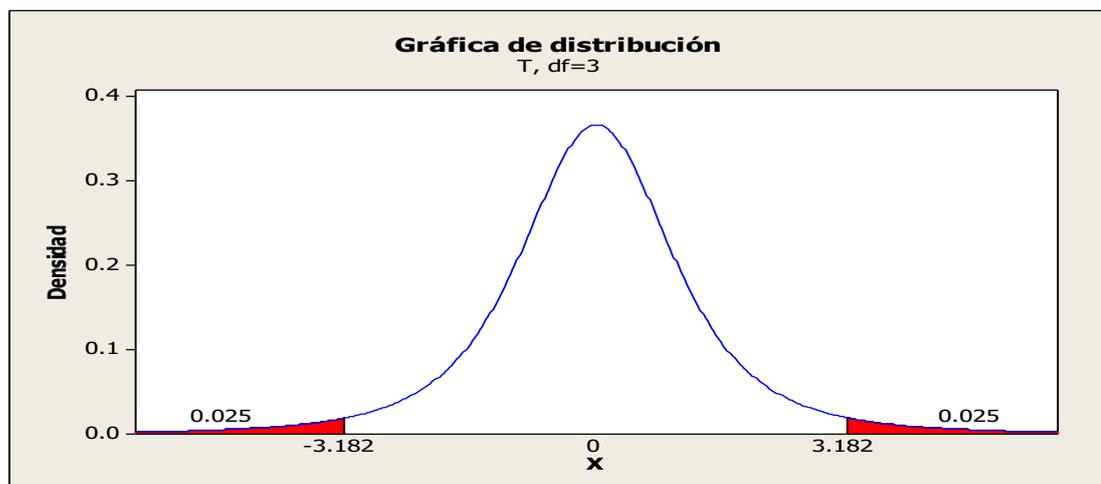
	N	Media	Desv.Est.	Media del Error estándar
Costo sin propuesta	4	15263	15027	7513
Costo con propuesta	4	13349	15113	7557
Diferencia	4	1914	1395	697

IC de 95% para la diferencia media:: (-305; 4134)

Prueba t de diferencia media = 0 (vs. no = 0): Valor T = 2.75

Valor P = 0.071

Grafico N° 6. 8: Región crítica



Fuente: Elaboración propia

El valor de prueba de la T Student Pareada = 2,75 se ubica en la zona de aceptación por lo tanto se acepta la hipótesis nula.

**Conclusión:**

Como el valor de  $P = 0.071$  es mayor al valor de significancia de  $\alpha = 0.05$ , la hipótesis nula se acepta y la hipótesis alterna se rechaza, entonces se puede decir que la propuesta de un programa de ahorro de energía disminuirá los costos energéticos de facturación de la empresa.

## CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN

Para realizar la siguiente propuesta de un programa de ahorro de energía para la disminución de costos energéticos en la empresa Ipsycom Ingenieros SRL, se realizaron diversas visitas técnicas, entrevistas con el gerente y supervisor, esto permitió analizar los diversos puntos críticos que se encontró en el taller los cuales hacen que el consumo mensual de energía eléctrica sea muy elevado mensualmente.

Para obtener datos, lo primero que se registró fueron, el nombre de cada equipo, las marcas, modelos, voltaje, potencia, y ubicación, por falta de manuales de las maquinas se recurrió a las placas características de cada una de ellas.

El método escogido para este proyecto es el pre- experimental (diseño de un grupo con mediciones antes y después), nuestro grupo experimental es la variable dependiente, la cual nos muestra que puede existir una disminución de ahorros energéticos y costos de facturación con la propuesta de un programa de ahorro de energía ofrecida a la empresa y como indican los resultados obtenidos.

Encontramos que las luminarias que actualmente se encuentran instaladas son las convencionales y no han tenido mantenimiento continuo, por lo que existen algunas cuantas que no se encuentran en funcionamiento y hacen que las áreas tengan poca visibilidad y los operarios tiene que recurrir a otra forma de iluminación por falta de claridad o la cantidad necesaria de lumen adecuado en cada sección.

Entre los motores que usan las diversas maquinarias que se encuentran en el taller de maestranza y soldadura pudimos observar que la mayoría de ellas son antiguas, pero nos centraremos en la maquina con mayor tamaño y mayor consumo de energía que es el torno 1 para un posible cambio por una de mejor eficiencia, que como resultado tendrá una disminución del consumo de energía.

El cable conductor del motor de mayor tamaño (torno 1) recalentaba y al realizar las mediciones correspondientes se dio como resultado pérdida de potencia, con los cambios propuestos y la implementación de la misma lograremos que no haya perdida y haya una reducción hasta 1 % a comparación de la perdida de potencia actual.

Con respecto al cambio de opción tarifaria (BT5B No residencial), se analizaron diversas opciones las cuales no encajaban con las condiciones de la tarifa actual, pudimos encontrar y compararla solo con la BT5A, por lo que aquí podremos lograr una reducción considerable de los costos de energía mensual, esta se adecua por lo que allí podremos tener más en consideración y mejor control las HP y HFP.

Con respecto al mantenimiento predictivo industrial que se realizará en el área de maestranza especialmente de las maquinarias allí situadas, esto permitirá el análisis, reparación o planificación de mantenimiento y evitar cortos circuitos o sobrecargas en los equipos.

Este tipo de mantenimiento evita que haya demoras o paradas de máquina por las fallas detectadas por no haber tenido un mantenimiento apropiado y a tiempo.

La implementación de la propuesta de un programa de ahorro de energía para disminuir costos energéticos puede ser aplicada en otras empresas e industrias las cuales pueden obtener mejoras en sus instalaciones ,y reducir sus costos de facturaciones mensuales y anuales , para la implementación de la propuesta se necesita de la colaboración del personal técnico y supervisión para poder realizar los mantenimientos continuos a las máquinas y equipos , y también se necesita de un analizador de red que permita la lectura diaria o semanal del consumo de energía para prevenir alzas en la facturación.

Para la prueba de hipótesis se usó el programa Minitab 16 y la prueba estadística T-Student pareada, que demuestra que la hipótesis nula tiene que ser aceptada para poder confirmar su veracidad.

## CONCLUSIONES

- ✓ Se logró elaborar un programa de ahorro de energía para la reducción de costo energéticos de la empresa Ipsycom Ingenieros S.R.L., el cual consta de tres Programas de implementación con respecto a los criterios de la metodología administrativa de la eficiencia energética propuesta, los cuales son: Gestión para el uso eficiente y ahorro de Energía, Reducción del consumo de la energía eléctrica y Planes de mantenimiento basado en condición. Esto permitió la identificación de puntos críticos, áreas de mayor consumo y pérdidas de energía, esto permite una reducción en los costos económicos de un 30 % anual, por otro lado se pudo identificar y proponer las mejoras de implementación.
  
- ✓ El diagnóstico producto del análisis de la información realizada en los procesos y operaciones en la empresa concluye que en el estado actual tiene pérdidas de energía y económicas por deficiencias en sus instalaciones, en particular por el uso de sistemas de alumbrado convencionales e ineficientes , motores con falta de mantenimiento y de baja eficiencia , mal cálculo de los conductores de su red eléctrica produciendo pérdidas por calentamiento., un sobre costo por kwh debido a la actual tarifa BT5B no residencial inadecuada por no permitir aprovechar el beneficio de menor costo por kwh en horas fuera de punta. Y todo esto reforzado por una inexistente cultura del uso eficiente de ahorro y optimización de la energía en la empresa.
  
- ✓ La identificación de las área de oportunidad se analizaron mediante el comportamiento del consumo de la energía de las máquinas en las tres áreas identificadas (maestranza, soldadura y administración), el cual se pudo determinar que el mayor consumo de energía eléctrica se encuentra en el área de maestranza, para ello se realizaron cálculos matemáticos para determinar indicadores energéticos que ayuden a identificar el consumo y el cual se representa mediante la herramienta del diagrama de Pareto. También para determinar el consumo real de la energía eléctrica sería adquirir un analizador de red.
  
- ✓ Se han elaborado dos formas de hallar indicadores energéticos, por medio de la regresión lineal el cual nos muestra el consumo de energía vs la producción por kg de hierro que son directamente proporcionales, por lo que si el consumo de hierro por kg sube el consumo de

energía también aumentaría. Y el otro indicador es energético el cual nos muestra que por la mejora de implementación realizada este disminuye en un 30 % con respecto a lo actual.

- ✓ Se han identificado cinco oportunidades para la mejora en la eficiencia del consumo de energía eléctrica las cuales son:
  - La renovación de luminarias con equipos de alta eficiencia y bajo consumo como son los tubos LED que brindan una mayor intensidad luminosa y el ahorro anual al implementar el cambio será de S/. 3 841,39.
  - Cambio del motor del torno 1 de mayor consumo de baja eficiencia a una de mayor eficiencia al 95 %, el ahorro que se produciría al año sería de S/. 1 331,53.
  - Cambio del cable conductor del torno 1 de sección 2,93 mm<sup>2</sup> el cual al recalentarse provoca una pérdida de potencia, se realizaría el cambio por un cable conductor NYY de 10 mm<sup>2</sup> el ahorro producido anualmente sería de S/. 579,44.
  - El cambio de opción tarifaria BT5B no residencial a la BT5A que permite el aprovechamiento del consumo en HFP y HP, el ahorro por este cambio de tarifa es de S/. 1 905,24.
  - Se propondrá el plan de mantenimiento predictivo en forma continua el cual proporciona una reducción de 5 % al 2% en el consumo de energía y por ende proporciona un ahorro anual de s/ 706,32.
  - Por la falta de cultura de ahorro de energía del personal de la empresa se realizaran charlas de concientización semestralmente cada dos años.
  
- ✓ Para poder determinar si la viabilidad económica de la propuesta del programa de ahorro de energía se ha determinado que el Valor Actual Neto (VAN) lanza un valor de S/. 8 121.17 nuevos soles , este monto por ser mayor a cero acepta la propuesta del programa de ahorro de energía con sus respectivas mejoras, la Tasa Interna de Retorno (TIR) es de 29 % en un periodo de 5 años , la inversión realizada para la implementación será de un 40% financiada por una entidad bancaria y el 60 % será de inversión propia siendo un total de S/ 20 890,00 nuevo soles los cuales se recuperaría en un máximo de 2 años 4 mes aproximadamente..

## RECOMENDACIONES

- ✓ Se le recomienda al Gerente de la empresa Ipsycom Ingenieros S.R.L. de la ciudad de Cajamarca, que evalúe la ejecución de la posible Propuesta del Programa de Ahorro de energía para reducir costos en su facturación eléctrica mensual y anual, comenzando por el cambio de opción tarifaria ya que este no genera inversión alguna.
- ✓ Debido a la cantidad de luminarias convencionales las cuales producen un mayor consumo de energía y por ende alto costo se recomienda el cambio de las mismas por fluorescentes LED encapsuladas.
- ✓ Se recomienda el cambio del motor del Torno 1 el cual por su antigüedad es el equipo que consume más energía por uno de mayor eficiencia del 95 %, y también el cambio del cable conductor del mismo torno para evitar pérdidas de potencia.
- ✓ Con la propuesta ofrecida es necesario que la empresa incluya a todo el personal a capacitaciones con respecto a la eficiencia energética, para el adecuado funcionamiento de las maquinarias, para el uso racional de la energía, la optimización de los recursos.
- ✓ Para la implementación de la propuesta de un programa de ahorro se recomienda que se realice paulatinamente un plan de mantenimiento predictivo para el cual podría identificar fallas en los equipos, pérdida de potencia energética, corto circuito y sobre costos en la facturación mensual.
- ✓ Recomendamos la instalación de un analizador de red el cual podría registrar el consumo diario, semanal o mensual de la corriente en HP y HFP, para poder prever alza de la facturación o pérdidas de potencia

## REFERENCIAS

- Asociación Española para la Calidad. (2015). *Gestión Energética*.
- Barco D, Iberico,J y Vera, R (2008). *Abastecimiento Eléctrico 2008-2018*, Recuperado de  
<http://www.bcrp.gob.pe/docs/Proyeccion-Institucional/Encuentro-de-Economistas/XXVI-EE-2008/XXVI-EE-2008-S10-Barco-Iberico-VeraTudela-Vargas.pdf>
- Calderon,B ,Jimenez, E.(2011). *Proyecto De Eficiencia Energética Complejo Metalúrgico Altonorte*.( Tesis para obtener el Título de Ingeniero Civil Eléctrico, Universidad Tecnológica INACAP, Antofagasta - Chile)
- Claudio Carpio, C.: (2011). *Implementación de gestión energética eficiente en la Industria*. Recuperado de  
[https://www.google.com.pe/?gfe\\_rd=cr&ei=okXJVdjAYjLgATeuaoBw#q=Claudio+Carpio++CEPAL+Lima%2C+16+de+Junio%2C+2011](https://www.google.com.pe/?gfe_rd=cr&ei=okXJVdjAYjLgATeuaoBw#q=Claudio+Carpio++CEPAL+Lima%2C+16+de+Junio%2C+2011)
- Consejo de ministros (2011). *Plan de ahorro y eficiencia energética*. Recuperado de  
[http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos\\_11905\\_P AEE\\_2011\\_2020.\\_A2011\\_A\\_a1e6383b.pdf](http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_11905_P AEE_2011_2020._A2011_A_a1e6383b.pdf)
- El Comercio. (setiembre de 2014). *El comercio - Portafolio*. Recuperado de  
<http://elcomercio.pe/economia/mundo/peru-aun-no-buen-ejemplo-buen-uso-energia-noticia-1758310>
- FAO: (2008) Bosques y Energía. Cuestiones Claves  
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0139s/i0139s00.pdf>
- Fiestas, B. (2011). *Ahorro energético en el sistema eléctrico de la Universidad de Piura - Campus Piura*. (Tesis de Master en Ingeniería Mecánico-Eléctrica con Mención en Sistemas Energéticos y Mantenimiento. Universidad de Piura, Piura – Perú)
- Garceta, O: (2014) “*ONU Análisis Económico de la Eficiencia Energética*”
- Rolf, Mayer (1985) *Matemática Aplicada para Electrotécnica*, Alemania , Lima - Perú
- International Finance Corporation: (2011) “*Evaluación del mercado Peruano para el financiamiento de la energía sostenible*” Resumen Ejecutivo, Lima – Perú
- MINEM. (2010). *Política Energética de estado - Perú 2010-2040*. Lima.
- Ministerio de Energía y Minas: (2010) “*Perú, Sector Eléctrico 2010*” Dirección General de Electricidad. Lima – Perú.

- Ministerio de Energía y Minas: (1999) "Proyecto para el Ahorro de Energía - Electricidad". 1° Edición:  
PAE. Lima – Per
- Ministerio de Energía y Minas : (2015) Proyecto " Normas y Etiquetados en la eEficiencia energetica  
en el Peru" Lima – Peru
- Ministeria de Energía y Minas : (2008) Guia de Estandares minimos de eficiencia energetica  
Lima - Peru
- Ministerio de Energía y Minas : ( 2008) "Guia N° 12 Elaboracion de Proyectos de Guias de orientacion  
del Uso Eficiente de la energia y de diagnostico energetico" Lima – Peu
- Obando K.: (2013). *Análisis y evaluación para la determinación de la eficiencia energética en una  
piscicultura*. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en acuicultura). Universidad  
Austral de Chile. Puerto montt, chile.
- Osinermin: Plan tarifario máximo del servicio público de electricidad  
<http://www2.osinerg.gob.pe/tarifas/electricidad/PliegosTarifariosUsuarioFinal.aspx?Id=60000>
- Palomino, J: (2010) Proyecto " Evolución de Gestión Energética Industrial en la Región Callao" Lima  
- Perú
- Preocca : (2015) *Auditoria Energetica*  
<http://www.preoca.com/novedades-legislativas/158-auditorias-energeticas.html>
- Romaní, C & Arroyo, V: (2012) *Matriz energética en el Perú y energías renovables*  
<http://www.fes.org.pe/descargasFES/energia5.pdf>
- Sinche Lujan , J . & Urbina Polo , J ( 2 011) "Diseño y propuesta de un plan de gestión para mejora  
de la eficiencia energética eléctrica en la empresa avícola Yugoslavia s.a.c", Universidad  
Privada del Norte , Trujillo – Perú
- Talla Chicoma, E.D. (2015) en su tesis "Ahorro de energía eléctrica en una industria cervecera como  
estrategia de excelencia operativa" de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima,  
Perú.
- Veltri Rosal, R.(2002), *Programa de ahorro de energía eléctrica en los sistemas de iluminación del  
instituto universitario de tecnología "José Antonio Anzoátegui"*, Ministerio de educación  
superior -Anaco. Venezuela

## ANEXOS

### Anexo N° 1. 1: Opciones Tarifarias de Baja Tensión

Opción Tarifaria	Sistema de Parámetros y Medición	Cargos de Facturación
<b>Baja Tensión</b>		
<b>BT2</b>	<p>Medición de dos energías activas y dos potencias activas (2E2P)</p> <p>Energía: Punta y Fuera de Punta. Potencia: punta y Fuera de Punta.</p> <p>Medición de energía reactiva.</p> <p>Modalidad de facturación de Potencia activa variable.</p>	<p>a) Cargo fijo mensual.</p> <p>b) Cargo por energía activa en horas de punta.</p> <p>c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta.</p> <p>d) Cargo por potencia activa de generación en hora de punta.</p> <p>e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución en horas de punta.</p> <p>f) Cargo por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta.</p> <p>g) Cargo por energía reactiva.</p>
<b>BT3</b>	<p>Medición de dos energías activas y una potencia activa (2E1P)</p> <p>Energía: punta y fuera de punta Potencia: máxima del mes</p> <p>Medición de energía reactiva.</p> <p>Modalidad de facturación de potencia activa variable.</p> <p>Clasificación de potencia: P: Usuario presente en punta. FP: Usuario presente fuera de punta</p>	<p>a) Cargo fijo mensual.</p> <p>b) Cargo por energía activa en horas de punta.</p> <p>c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta.</p> <p>d) Cargo por potencia activa de generación.</p> <p>e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución.</p> <p>f) Cargo por energía reactiva.</p>
<b>BT4</b>	<p>Medición de una energía activa y una potencia activa (1E1P)</p> <p>Energía: total de mes. Potencia: máxima del mes</p> <p>Medición de energía reactiva.</p> <p>Modalidad de facturación de potencia activa variable.</p> <p>Clasificación de potencia:</p>	<p>a) Cargo fijo mensual.</p> <p>b) Cargo por energía activa.</p> <p>c) Cargo por potencia activa de generación.</p> <p>d) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución.</p> <p>e) Cargo por energía reactiva.</p>

	P: Usuario presente en punta. FP: Usuario presente fuera de punta	
<b>BT5A</b>	Medición de dos energías activas (2E)  Energía: punta y fuera de punta	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Cargo fijo mensual.</li> <li>b) Cargo por energía activa en hora de punta</li> <li>c) Cargo por energía activa en hora fuera de punta.</li> <li>d) Cargo por exceso de potencia en hora fuera de punta.</li> <li>e) Cargo por exceso de potencia en hora de punta.</li> </ul>
<b>BT5B</b>	Medición de una energía activa (1E)  Energía: total del mes	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Cargo fijo mensual.</li> <li>b) Cargo por energía activa.</li> </ul>

Anexo N° 4. 1

Recibo de Luz Enero 2015

RECIBO N° 651-10855665 **Enero-2015**  
 Cajamarca, Cajamarca - Cajamarca/

Para Consultas, su código es: **45678059**  
**IPSYCOM INGENIEROS S.R.L**  
 Av. Vía Evitamiento -306 Lt La Perлита  
 20445284107

**Hidrandina**  
 EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE ELECTRICIDAD ELECTRONORTE MEDIO S.A.  
 Of. Principal Av. España 1100 - Trujillo  
 R.U.C. 20132023540

DATOS DEL SUMINISTRO Y CONSUMO		IMPORTES FACTURADOS	
Tensión:	380/220 V - BT	Recibo por Consumo del 29/12/2014 al 28/01/2015	
Sub. Estación N°	D-372012 ( SE0118 )	Cargo Fijo	3.01
Tipo de Conexión	Trifásica-Aérea(C2.2)	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión	0.98
Opción Tarifaria	BT5B - No Residencial	Ene. Activa(S/: 0.4621 x 5920.0 kWh)	2735.63
Medidor N°	000000002789662 - Electrón.	Alumbrado Público (Alicuota: S/: 0.3909)	97.73
Hilos	4	Interés Compensatorio	16.41
Leerura Anterior	18,345.00 (28/12/2014)	Ajuste Tarifario	13.96
Leerura Actual	18,641.00 (28/01/2015)	SUB TOTAL	2867.72
Diferencia de Leerura	296.00	Imp. Gral. a las Ventas	516.19
Factor	20.0000	Saldo por redondeo	-0.05
Consumo	5,920.00 kWh	Diferencia de redondeo	0.04
Cons. Prom. (6)	6,870.00 kWh	Recubero de energía (65100042118 ) (9/10)	4809.72
Potencia Contratada	19.00 kW	Aporta Ley Nro. 28749 0.0077	45.58
Inicio Contrato	04/02/2005	<b>TOTAL RECIBO DE ENERO-2015</b>	<b>8239.20</b>
Termino Contrato	03/02/2016	Aporta FOSE (Ley N°27610) S/: 69.34	
Fecha Emisión	29/01/2015		

Año 2015

Mes	Consumo Facturado (kWh)	Importe Total (S/.)
Nov-2014	8549.70	
Dic-2014	8434.90	

**IPSYCOM INGENIEROS S.R.L**

Banco: BCP

Cta. Cte: .....

N° de Cheque: .....

N° Operación: 1926

Fecha: 19/02/15

FECHA DE VENCIMIENTO **19/02/2015** **TOTAL A PAGAR \*\*\*\*\*8,239.20**

RECIBO N° 651-10855665 **Enero-2015**  
 Suministro: 45678059 IPSYCOM INGENIEROS S.R.L  
 Cajamarca, Cajamarca - Cajamarca/  
 295 - 2523 - 10 / 29/01/2015 / 19/02/2015  
**TOTAL A PAGAR \*\*\*\*\*8,239.20**

**Hidrandina**  
 R.U.C. 20132023540

Recibo de Luz Febrero 2015

www.distribuz.com.pe

RECIBO N° 651-10967227 **Febrero-2015**

Cajamarca, Cajamarca - Cajamarca/

Para Consultas, su código es: **45678059**

**IPSYCOM INGENIEROS S.R.L.**  
Av. Vía Evitamiento -306 Lt La Perлита  
20445284107

**Hidrandina**  
EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE ELECTRICIDAD ELECTRONORTE MEDIO S.A.  
R.U.C. 20132023540

✓ Entendido de estado pe Cuto Comanche

DATOS DEL SUMINISTRO Y CONSUMO		IMPORTE FACTURADOS	
Tensión	380/220 V - BT	Recibo por Consumo del 29/01/2015 al 25/02/2015	
Sub. Estación N°	D-372012 ( SE0118 )	Cargo Fijo	3.01
Tipo de Conexión	Trifásica-Aérea(C2 2)	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión	0.98
Opción Tarifaria	BT5B - No Residencial	Ene.Activa(S/ 0.4738 x 5820.0 kWh)	2757.52
Medidor N°	000000002789662 - Electrón.	AlumbradoPublico (Alcuota - S/ 0.3865)	96.63
Hilos	4	Interés Compensatorio	2.00
Lectura Anterior	18,641.00 (28/01/2015)	SUB TOTAL	2860.14
Lectura Actual	18,932.00 (25/02/2015)	Imp. Grat. a las Ventas	514.83
Diferencia de Lectura	291.00	Saldo por redondeo	-0.04
Factor	20.0000	Diferencia de redondeo	0.04
Consumo	5,820.00 kWh	Recupero de energía (65100042118 ) (10/10)	4809.72
Cons. Prom (5)	6,660.00 kWh	Aporte Ley Nro. 28749	0.0077
Potencia Contratada	19.00 kW.		
Inicio Contrato	04/02/2005	TOTAL RECIBO DE FEBRERO-2015	8229.50
Término Contrato	03/02/2016	Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 74.58	
Fecha Emisión	26/02/2015		

Consumo Facturado (kWh)    Importe Total (S/)

Año 2015

Importe 2 Últimos Meses Facturados

Dic - 2014 S/ 8434.90	Ene - 2015 S/ 8239.20
-----------------------	-----------------------

IPSYCOM INGENIEROS S.R.L.

Banco: BCP

Cta. Cte.:

N° de Cheque: 2103

Operación: 26/03/15

08 DE MARZO -DIA INTERNACIONAL DE LA MUJER  
LA MUJER NO ES UN OBJETO TRATALA CON RESPETO LLAMA GRATIS. LIMA 100 PARA AYUDA

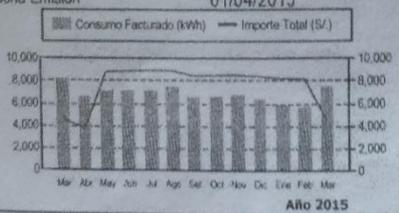
FECHA DE VENCIMIENTO **19/03/2015**  
27/04

**TOTAL A PAGAR \*\*\*\*\*8,229.50**

RECIBO N° 651-10967227 **Febrero-2015**  
Suministro: 45678059 IPSYCOM INGENIEROS S.R.L.  
Cajamarca, Cajamarca - Cajamarca/  
295 - 2523 - 10    26/02/2015    / 19/03/2015  
**TOTAL A PAGAR \*\*\*\*\*8,229.50**

**Hidrandina**

Recibo de Luz Marzo 2015

RECIBO N° 651-11100999 Cajamarca, Cajamarca - Cajamarca/		<b>Marzo-2015</b>		 <b>Hidrandina</b> EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE ELECTRICIDAD ELECTRONORTE MEDIO S.A. Of. Principal Av. España 1030 - Trujillo R.U.C. 20132023540	
Para Consultas, su código es: <b>45678059</b> <b>IPSYCOM INGENIEROS S.R.L</b> Av. Vía Evitamiento -306 Lt La Perlita 20445284107					
DATOS DEL SUMINISTRO Y CONSUMO			IMPORTES FACTURADOS		
Tensión	380/220 V - BT		Recibo por Consumo del 26/02/2015 al 30/03/2015		
Sub. Estación N°	D-372012 ( SE0118 )		Cargo Fijo	3.01	
Tipo de Conexión	Trifásica-Aérea(C2.2)		Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión	0.98	
Opción Tarifaria	BT5B - No Residencial		Energía Activa(S/. 0.4762 x 7600.0 Kwh)	3619.12	
Medidor N°	000000002789662 - Electrón.		Alumbrado Publico ( Alicuota : S/. 0.3626)	108.78	
Hilos	4		Interés Compensatorio	26.02	
Lectura Anterior	18,932.00 (25/02/2015)		SUB TOTAL	3757.91	
Lectura Actual	19,312.00 (30/03/2015)		Imo. Gral. a las Ventas	676.42	
Diferencia de Lectura	380.00		Interés Moratorio	1.19	
Factor	20.0000		Saldo por redondeo	-0.04	
Consumo	7,600.00 kWh		Aporte Lev Nro. 28749 0.0077	58.52	
Cons. Prom.(6)	6,386.67 kWh		TOTAL RECIBO DE MARZO-2015	4494.00	
Potencia Contratada	19.00 kW.		Aporte FOSE(Lev N°27510) S/. 98.88		
Inicio Contrato	04/02/2005				
Término Contrato	03/02/2016				
Fecha Emisión	01/04/2015				
					
Año 2015 Importe 2 Últimos Meses Facturados Ene - 2015 S/. 8239.20      Feb - 2015 S/. 8229.50					
<b>Fecha Corte: 23/04/2015</b> Si paga hasta la fecha de vencimiento evitará el corte, gastos y molestias innecesarias.					
FECHA DE VENCIMIENTO <b>22/04/2015</b>			Cta Corriente - No Válido Crédito Fiscal <b>TOTAL A PAGAR *****4,494.00</b>		

Recibo de luz Abril 2015

RECIBO Nº 651-11210694      **Abril-2015**  
Cajamarca, Cajamarca - Cajamarca/  
Para Consultas, su código es: **45678059**  
**IPSYCOM INGENIEROS S.R.L.**  
Av. Vía Evitamiento -306 Lt La Perllta  
20445284107

  
**Hidrandina**  
EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE  
ELECTRICIDAD ELECTROVORTE MEDIO S.A.  
Of. Principal Av. España 1030 - Trujillo  
R.U.C. 20132023540

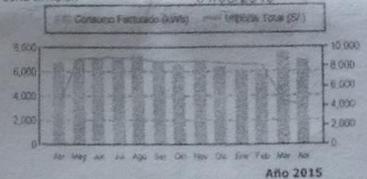
**DATOS DEL SUMINISTRO Y CONSUMO**

Tensión: 380/220 V -BT  
Sub. Estación Nº: D-372012 ( SE0118 )  
Tipo de Conexión: Trifásica-Aérea(C2.2)  
Opción Tarifaria: BT5B - No Residencial  
Medidor Nº: 00000002789662 - Electrón.  
Hijos: 4  
Lectura Anterior: 19,312.00 (30/03/2015)  
Lectura Actual: 19,666.00 (29/04/2015)  
Diferencia de Lectura: 354.00  
Factor: 20.0000  
Consumo: 7,080.00 kWh  
Cons. Prom. (6): 6,540.00 kWh  
  
Potencia Contratada: 19.00 kW.  
Inicio Contrato: 04/02/2005  
Termino Contrato: 03/02/2016  
Fecha Emisión: 01/05/2015

**IMPORTES FACTURADOS**

Recibo por Consumo del 31/03/2015 al 29/04/2015

Cargo Fijo	3.01
Cargo por Reparación y Mantenimiento de la Conexión	0.98
Ene. Activa (Sr. 0.4764 x 7080.0 kWh)	3372.91
Alumbrado Público (Alícuota : Sr. 0.3818)	95.45
Interés Compensatorio	47.77
Corte de servicio	4.88
Reconexión	6.35
Ajuste Tarifario	2.10
<b>SUB TOTAL</b>	<b>3533.45</b>
Imp. Gral. a las Ventas	636.02
Interés Moratorio	6.84
Diferencia de redondeo	-0.01
Aporte Ley Nro. 28749 - 0.0077	54.52
Compensación interrupción distribución	127.12
<b>TOTAL RECIBO DE ABRIL 2015</b>	<b>4103.70</b>
Aporte FOSE(Ley Nº27510) Sr. 92.12	



Año 2015

Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Feb - 2015 Sr. 5229.50	Mar - 2015 Sr. 4494.00

FECHA DE VENCIMIENTO    **25/05/2015**

**TOTAL A PAGAR    \*\*\*\*\*4,103.70**

RECIBO Nº 651-11210694      **Abril-2015**  
Suministro: 45678059      IPSYCOM INGENIEROS S.R.L.  
Cajamarca, Cajamarca - Cajamarca/  
295 - 2523 - 10      / 01/05/2015      / 25/05/2015  
**TOTAL A PAGAR    \*\*\*\*\*4,103.70**





**Hidrandina**  
R.U.C. 20132023540

Díaz Velásquez. M; Roncal Ulloa, R

Pág. 141

Recibo de Luz Mayo 2015

RECIBO Nº 651-11316085  
Cajamarca, Cajamarca - Cajamarca/

Para Consultas, su código es: **45678059**

**IPSYCOM INGENIEROS S.R.L**  
Av. Via Evitamiento -306 Lt La Perлита  
20445284107

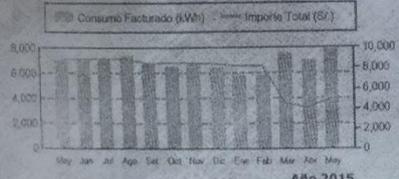
**Mayo-2015**



**Hidrandina**  
EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE ELECTRICIDAD ELECTRONORTE MEDIO S.A.  
Of. Principal: Av. España 1030 - Trujillo  
R.U.C. 20132023540

DATOS DEL SUMINISTRO Y CONSUMO	IMPORTES FACTURADOS																						
<p>Tensión: 380/220 V - BT Sub. Estación Nº: D-372012 (SE0118) Tipo de Conexión: Trifásica-Aérea(C2.2) Opção Tarifaria: BT5B - No Residencial Medidor Nº: 00000002789662 - Electrón. Hijos: 4 Lectura Anterior: 19,666.00 (29/04/2015) Lectura Actual: 20,063.00 (30/05/2015) Diferencia de Lectura: 397.00 Factor: 20.0000 Consumo: 7,940.00 kWh Cons. Prom.(6): 6,610.00 kWh</p> <p>Potencia Contratada: 19.00 kW. Inicio Contrato: 04/02/2005 Termino Contrato: 03/02/2016 Fecha Emisión: 31/05/2015</p>	<p>Recibo por Consumo del 30/04/2015 al 30/05/2015</p> <table style="width: 100%;"> <tr><td>Cargo Fijo</td><td style="text-align: right;">3.04</td></tr> <tr><td>Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión</td><td style="text-align: right;">1.00</td></tr> <tr><td>Ene Activa(Sr. 0.5099 x 7940.0 kWh)</td><td style="text-align: right;">4048.61</td></tr> <tr><td>Alumbrado Publico (Alicuota : Sr. 0.4171)</td><td style="text-align: right;">125.13</td></tr> <tr><td><b>SUB TOTAL</b></td><td style="text-align: right;"><b>4177.78</b></td></tr> <tr><td>Imp. Gral. a las Ventas</td><td style="text-align: right;">752.00</td></tr> <tr><td>Saldo por redondeo</td><td style="text-align: right;">0.01</td></tr> <tr><td>Diferencia de redondeo</td><td style="text-align: right;">-0.03</td></tr> <tr><td>Aporte Ley Nro. 28749 0.0077</td><td style="text-align: right;">61.14</td></tr> <tr><td><b>TOTAL RECIBO DE MAYO-2015</b></td><td style="text-align: right;"><b>4990.90</b></td></tr> <tr><td>Aporte FOSE(Ley Nº27510) Sr. 113.63</td><td></td></tr> </table>	Cargo Fijo	3.04	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión	1.00	Ene Activa(Sr. 0.5099 x 7940.0 kWh)	4048.61	Alumbrado Publico (Alicuota : Sr. 0.4171)	125.13	<b>SUB TOTAL</b>	<b>4177.78</b>	Imp. Gral. a las Ventas	752.00	Saldo por redondeo	0.01	Diferencia de redondeo	-0.03	Aporte Ley Nro. 28749 0.0077	61.14	<b>TOTAL RECIBO DE MAYO-2015</b>	<b>4990.90</b>	Aporte FOSE(Ley Nº27510) Sr. 113.63	
Cargo Fijo	3.04																						
Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión	1.00																						
Ene Activa(Sr. 0.5099 x 7940.0 kWh)	4048.61																						
Alumbrado Publico (Alicuota : Sr. 0.4171)	125.13																						
<b>SUB TOTAL</b>	<b>4177.78</b>																						
Imp. Gral. a las Ventas	752.00																						
Saldo por redondeo	0.01																						
Diferencia de redondeo	-0.03																						
Aporte Ley Nro. 28749 0.0077	61.14																						
<b>TOTAL RECIBO DE MAYO-2015</b>	<b>4990.90</b>																						
Aporte FOSE(Ley Nº27510) Sr. 113.63																							

Consumo Facturado (kWh) - Importe Total (S/.)



Año 2015

Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Mar - 2015 S/ 4494.00	Abr - 2015 S/ 4103.70

**IPSYCOM INGENIEROS SRI**

Banco: BSP

Cta. Cte: \_\_\_\_\_

Nº de Cheque: 2403

Nº Operación: 19/06/15

Fecha: \_\_\_\_\_

FECHA DE VENCIMIENTO

**24/06/2015**

**TOTAL A PAGAR \*\*\*\*\*4,990.90**

**Hidrandina**  
R.U.C. 20132023540

RECIBO Nº 651-11316085 **Mayo-2015**  
Suministro: 45678059 IPSYCOM INGENIEROS S.R.L.  
Cajamarca, Cajamarca - Cajamarca/  
295 - 2523 - 10 / 31/05/2015 / 24/06/2015  
**TOTAL A PAGAR \*\*\*\*\*4,990.90**



Recibo de Luz Junio 2015

RECIBO Nº 651-11420429  
Cajamarca, Cajamarca - Cajamarca/

Para Consultas, su código es: **45678059**

**IPSYCOM INGENIEROS S.R.L.**  
Av. Vía Evitamiento -306 Lt La Perлита  
20445284107

**Junio-2015**



**Hidrandina**  
EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE ELECTRICIDAD ELECTRONORTE MEDIO S.A.  
Of. Principal: Av. Escaña 1030 - Trujillo  
R.U.C. 20132023540

---

**DATOS DEL SUMINISTRO Y CONSUMO**

Tensión: 380/220 V - BT  
Sub. Estación Nº: D-372012 (SE0118)  
Tipo de Conexión: Trifásica-Aérea(C2.2)  
Opción Tarifaria: BT5B - No Residencial  
Medidor Nº: 000000002789652 - Electrón.  
Hilos: 4

Lectura Anterior: 20,063.00 (30/05/2015)  
Lectura Actual: 20,323.00 (29/06/2015)  
Diferencia de Lectura: 260.00  
Factor: 20.0000  
Consumo: 5,200.00 kWh  
Cons. Prom.(6): 6,806.67 kWh

Potencia Contratada: 19,00 kW.  
Inicio Contrato: 04/02/2005  
Termino Contrato: 03/02/2016  
Fecha Emisión: 30/06/2015

**IMPORTES FACTURADOS**

Recibo por Consumo del 31/05/2015 al 29/06/2015: 3.04  
Cargo Fijo: 1.00  
Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión: 2660.84  
Ene. Activa(SI. 0.5117 x 5200.0 kWh): 99.40  
Alumbrado Público (Alicuota: SI. 0.3976): 2764.26  
SUB TOTAL: 497.57  
Imp. Gra. a las Ventas: 0.03  
Saldo por redondeo: -0.02  
Diferencia de redondeo: 40.04  
Aporte Ley Nro. 28749: 0.0077

**TOTAL RECIBO DE JUNIO-2015: 3301.90**  
Aporte FOSE(Ley Nº27510) SI. 74.97

Consumo Facturado (kWh) - Importe Total (S/)

Importe 2 Últimos Meses Facturados:  
Abr - 2015 S/ 4103.70      May - 2015 S/ 4990.00

FECHA DE VENCIMIENTO: 23/07/2015

**TOTAL A PAGAR \*\*\*\*\*3,301.90**

RECIBO Nº 651-11420429 **Junio-2015**  
Suministro: 45678059 IPSYCOM INGENIEROS S.R.L.  
Cajamarca, Cajamarca - Cajamarca/  
295 - 2523 - 10 / 30/06/2015 / 23/07/2015  
**TOTAL A PAGAR \*\*\*\*\*3,301.90**



Recibo de Luz Julio 2015

RECIBO Nº 651-11527364 Julio-2015  
Cajamarca, Cajamarca - Cajamarca/

Para Consultas, su código es: **45678059**

**IPSYCOM INGENIEROS S.R.L**  
Av. Vía Evitamiento -306 Lt La Perлита  
20445284107

**Hidrandina**  
EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE ELECTRICIDAD ELECTRONORTE MEDIO S.A.  
Of. Principal Av. España 1030 - Trujillo  
R.U.C. 20132023540

DATOS DEL SUMINISTRO Y CONSUMO		IMPORTES FACTURADOS	
Tensión	380/220 V - BT	Recibo por Consumo del 30/06/2015 al 30/07/2015	
Sub. Estación N°	D-372012 ( SE0118 )	Cargo Fijo	3.06
Tipo de Conexión	Trifásica-Aérea(C2.2)	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión	1.01
Opción Tarifaria	BT5B - No Residencial	Ene Activa(SI: 0.5302 x 4020.0 kWh)	2131.40
Medidor N°	00000002789662 - Electrón.	Alumbrado Público (Alicuota - SI: 0.4372)	65.58
Hilos	4	SUB TOTAL	2201.05
Lectura Anterior	20,323.00 (29/06/2015)	Imp. Graf. a las Visitas	396.19
Lectura Actual	20,524.00 (30/07/2015)	Saldo por redondeo	0.02
Diferencia de Lectura	201.00	Diferencia de redondeo	-0.01
Factor	20.0000	Aporte Ley N° 28749 0.0077	30.95
Consumo	4,020.00 kWh	TOTAL RECIBO DE JULIO-2015	2628.20
Cons. Prom.(6)	6,593.33 kWh	Aporte FOSE(Ley N°27510) SI: 59.98	
Potencia Contratada	19.00 kW.		
Inicio Contrato	04/02/2005		
Término Contrato	03/02/2016		
Fecha Emisión	31/07/2015		

SERVICIOAF G&P CORPORACIÓN GRÁFICA S.A.C. R.U.C. 20543406871 Tel: (01)337 5812

Año 2015

Importe 2 Últimos Meses Facturados	
May - 2015 S/	4990.90
Jun - 2015 S/	3301.90

IPSYCOM INGENIEROS S.R.L.  
Banco BCP  
Cta. Cte.  
N° de Cheque  
N° Operación 2649  
18-08-15

FECHA DE VENCIMIENTO 24/08/2015 TOTAL A PAGAR \*\*\*\*\*2,628.20

RECIBO Nº 651-11527364 Julio-2015  
Suministro: 45678059 IPSYCOM INGENIEROS S.R.L.  
Cajamarca, Cajamarca - Cajamarca/  
295 - 2520 - 6224 / 31/07/2015 / 24/08/2015  
TOTAL A PAGAR \*\*\*\*\*2,628.20

**Hidrandina**  
R.U.C. 20132023540

Recibo de Luz Agosto 2015

RECIBO Nº 651-11617163  
Cajamarca, Cajamarca - Cajamarca/

Para Consultas, su código es: **45678059**

**IPSYCOM INGENIEROS S.R.L**  
Av. Vía Evitamiento -306 Lt La Perлита  
20445284107

**Agosto-2015**



**Hidrandina**  
EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE  
ELECTRICIDAD ELECTRONORTE MEDIO S.A.  
Of. Principal: Av. España 1130 - Trujillo  
R.U.C. 20132023540

---

**DATOS DEL SUMINISTRO Y CONSUMO**

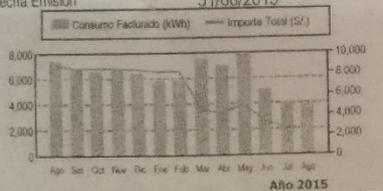
Tension: 380/220 V - BT  
Sub Estación Nº: D-372012 ( SE0118 )  
Tipo de Conexión: Trifásica-Aérea(C2.2)  
Opción Tarifaria: BT5B - No Residencial  
Medidor Nº: 00000002789662 - Electrón.  
Hilos: 4  
Lectura Anterior: 20,524.00 (30/07/2015)  
Lectura Actual: 20,715.00 (30/08/2015)  
Diferencia de Lectura: 191.00  
Factor: 20.0000  
Consumo: 3,820.00 kWh  
Cons. Prom.(6): 6,276.67 kWh

Potencia Contratada: 19.00 kW.  
Inicio Contrato: 04/02/2005  
Termino Contrato: 03/02/2016  
Fecha Emisión: 31/08/2015

**IMPORTE FACTURADOS**

Recibo por Consumo del 31/07/2015 al 30/08/2015: 3.06  
Cargo Fijo: 1.01  
Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión: 1.01  
Ene.Activa(S/. 0.5393 x 3820.0 kWh): 2060.13  
AlumbradoPúblico (Alicuota: S/. 0.4389): 65.84  
Ajuste Tarifario: 65.42  
SUB TOTAL: 2196.46  
Imp. Gral. a las Ventas: 395.18  
Saldo por redondeo: 0.01  
Diferencia de redondeo: 0.04  
Aporte Ley Nro. 28749: 0.0077  
Aporte Ley Nro. 28749: 29.41

TOTAL RECIBO DE AGOSTO-2015: 2620.10  
Aporte FOSE(Ley Nº27510) S/. 58.15



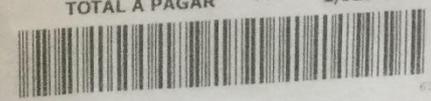
Año 2015

Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Jun - 2015 S/. 3301.90	Jul - 2015 S/. 2628.20

FECHA DE VENCIMIENTO **23/09/2015**

**TOTAL A PAGAR \*\*\*\*\*2,620.10**

RECIBO Nº 651-11617163 **Agosto-2015**  
Suministro: 45678059 IPSYCOM INGENIEROS S.R.L.  
Cajamarca, Cajamarca - Cajamarca/  
295 - 2520 - 6224 / 31/08/2015 / 23/09/2015  
**TOTAL A PAGAR \*\*\*\*\*2,620.10**





R.U.C. 20132023540

Recibo de Luz Setiembre 2015

RECIBO N° 651-11741246 Setiembre-2015  
Cajamarca, Cajamarca - Cajamarca/

Para Consultas, su código es: **45678059**  
**IPSYCOM INGENIEROS S.R.L**  
Av. Vía Evitamiento -306 Lt La Perlita  
20445284107

**Hidrandina**  
EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE ELECTRICIDAD ELECTRONORTE MEDIO S.A.  
Of. Principal Av. España 1039 - Trujillo  
R.U.C. 20132023540

DATOS DEL SUMINISTRO Y CONSUMO		IMPORTE FACTURADOS	
Tensión	380/220 V - BT	Recibo por Consumo del 31/08/2015 al 29/09/2015	
Sub. Estación N°	D-372012 ( SE0118 )	Cargo Fijo	3.07
Tipo de Conexión	Trifásica-Aérea(C2.2)	Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión	1.48
Opción Tarifaria	BT5B - No Residencial	Ene Activa(S/ 0.5444 x 4560.0 kWh)	2482.46
Medidor N°	00000002789662 - Electrón.	Alumbrado Público (Alícuota - S/ 0.4241)	63.62
Hilos	4	SUB TOTAL	2650.63
Lectura Anterior	20,715.00 (30/08/2015)	Imp. Gral. a las Ventas	459.11
Lectura Actual	20,943.00 (29/09/2015)	Saldo por redondeo	-0.04
Diferencia de Lectura	228.00	Diferencia de redondeo	-0.01
Factor	20.0000	Aporte Ley Nro. 26749 0.0077	35.11
Consumo	4,560.00 kWh	TOTAL RECIBO DE SEPTIEMBRE-2015	3044.80
Cons. Prom.(6)	5,943.33 kWh	Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 70.31	
Potencia Contratada	19.00 kW.		
Inicio Contrato	04/02/2005		
Término Contrato	03/02/2016		
Fecha Emisión	30/09/2015		

Consumo Facturado (kWh) Importe Total (S/.)

Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Jul - 2015 S/ 2626.20	Ago - 2015 S/ 2620.10

FECHA DE VENCIMIENTO 22/10/2015

TOTAL A PAGAR \*\*\*\*\*3,044.80

RECIBO N° 651-11741246 Setiembre-2015  
Suministro: 45678059 IPSYCOM INGENIEROS S.R.L  
Cajamarca, Cajamarca - Cajamarca/  
295 - 2520 - 6224 / 30/09/2015 / 22/10/2015  
TOTAL A PAGAR \*\*\*\*\*3,044.80

**Hidrandina**  
R.U.C. 20132023540

Recibo de Luz Octubre 2015

RECIBO N° 651-11848958  
Cajamarca, Cajamarca - Cajamarca/

**Para Consultas, su código es: 45678059**

**IPSYCOM INGENIEROS S.R.L**  
Av. Vía Evitamiento -306 Lt La Perlita  
20445284107

**Octubre-2015**



**Hidrandina**  
EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE ELECTRICIDAD ELECTRONORTE MEDIO S.A.  
Of. Principal: Av. España 1030 - Trujillo  
R.U.C. 20132023540

---

**DATOS DEL SUMINISTRO Y CONSUMO**

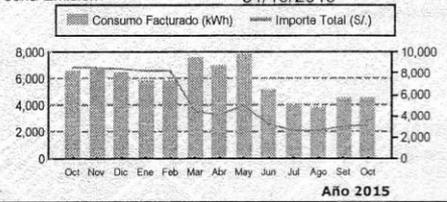
Tensión 380/220 V - BT  
Sub. Estación N° D-372012 (SE0118)  
Tipo de Conexión Trifásica-Aérea(C2.2)  
Opción Tarifaria BT5B - No Residencial  
Medidor N° 00000002789662 - Electrón.  
Hilos 4  
Lectura Anterior 20,943.00 (29/09/2015)  
Lectura Actual 21,173.00 (30/10/2015)  
Diferencia de Lectura 230.00  
Factor 20.0000  
Consumo 4,600.00 kWh  
Cons. Prom.(6) 5,436.67 kWh

Potencia Contratada 19.00 kW.  
Inicio Contrato 04/02/2005  
Término Contrato 03/02/2016  
Fecha Emisión 31/10/2015

**IMPORTE FACTURADOS**

Recibo por Consumo del 30/09/2015 al 30/10/2015

Cargo Fijo	3.07
Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión	1.50
Ene.Activa(S/. 0.5450 x 4600.0 kWh)	2507.00
AlumbradoPublico (Alicuota : S/. 0.4574)	68.61
Interés Compensatorio	5.26
<b>SUB TOTAL</b>	<b>2585.44</b>
Imp. Gral. a las Ventas	465.38
Saldo por redondeo	0.01
Diferencia de redondeo	0.05
Aporte Ley Nro. 28749 0.0077	35.42
<b>TOTAL RECIBO DE OCTUBRE-2015</b>	<b>3086.30</b>
Aporte FOSE(Ley N°27510) S/. 70.93	



**Año 2015**

Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Ago - 2015 S/. 2620.10	Set - 2015 S/. 3044.80

ANTES DE LAS LLUVIAS CAMBIE CABLES Y ENCHUFES MALOGRADOS EVITE INCENDIOS O ELECTROCUCIONES



FECHA DE VENCIMIENTO **25/11/2015**

**TOTAL A PAGAR \*\*\*\*\*3,086.30**

---

RECIBO N° 651-11848958  
Suministro: 45678059  
Cajamarca, Cajamarca - Cajamarca/  
295 - 2520 - 6224 / 31/10/2015 / 25/11/2015

**Octubre-2015**  
**IPSYCOM INGENIEROS S.R.L**  
**TOTAL A PAGAR \*\*\*\*\*3,086.30**





634

Recibo de Luz Noviembre 2015

RECIBO N° 651-11966649 Noviembre-2015

Cajamarca, Cajamarca - Cajamarca/

Para Consultas, su código es: **45678059**

**IPSYCOM INGENIEROS S.R.L**  
 Av. Vía Evitamiento -306 Lt La Perlita  
 20445284107

**Hidrandina**  
 EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE ELECTRICIDAD ELECTRONORTE MEDIO S.A.  
 Of. Principal Av. España 1050 - Trujillo  
 R.U.C. 20132023540

DATOS DEL SUMINISTRO Y CONSUMO	IMPORTE FACTURADOS
Tensión: 380/220 V - BT	Recibo por Consumo del 31/10/2015 al 29/11/2015
Sub Estación N°: D-372012 ( SE0118 )	Cargo Fijo: 3.08
Tipo de Conexión: Trifásica-Aérea(C2.2)	Cargo por Reparación y Mantenimiento de la Conexión: 1.49
Opción Tarifaria: BT5B - No Residencial	Ene Activa(SV- 0.5461 x 4360.0 kWh): 2381.00
Medidor N°: 000000002789662 - Electrón.	Alumbrado Público (Alcota - SV 0.4542): 88.13
Hilos: 4	SUB TOTAL: 2453.68
Lectura Anterior: 21,173.00 (30/10/2015)	Imp. Graf. a las Ventas: 441.66
Lectura Actual: 21,391.00 (29/11/2015)	Saldo por redondeo: -0.05
Diferencia de Lectura: 218.00	Diferencia de redondeo: 0.04
Factor: 20.0000	Aporte Ley Nro. 26749 - 0.0077: 33.57
Consumo: 4,360.00 kWh	TOTAL RECIBO DE NOVIEMBRE 2015: 2928.90
Cons. Prom (6): 5,023.33 kWh	Aporte FOSE(Ley N°27510) SV: 89.41
Potencia Contratada: 19.00 kW.	
Inicio Contrato: 04/02/2005	
Término Contrato: 03/02/2016	
Fecha Emisión: 30/11/2015	

Año 2015

Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Set - 2015 SV: 3044.80	Oct - 2015 SV: 3086.30

**IPSYCOM INGENIEROS S.R.L.**

Banco: BCP

Cta. Cte: .....

N° de Cheque: .....

N° Operación: 3150

Fecha: 19-12-15

Prevenición ante "Fenómeno de El Niño", revise sus instalaciones eléctricas: cables, cables y enchufes dañados. Todos estamos en riesgo de tener VIH/SIDA. Se responsable en tus relaciones sexuales, úsalo mejor saberi, hazte la prueba de VIH es rápida, segura y confidencial. La medicina barata mata, por tu salud, ponte OJO al medicamento que compras.

26 Noviembre: Día Internacional de la Eliminación de la Violencia contra la Mujer, ¡llama gratis a la LINEA 100, las 24 Horas

**TOTAL A PAGAR \*\*\*\*\*2,928.90**

FECHA DE VENCIMIENTO **22/12/2015**

Anexo N° 4. 2 Características de consumo actual y real de las maquinarias

CARACTERISTICA DE PLACAS					CARACTERISTICA DE MEDICION				
MAQUINA	MARCA / MODELO	CANTIDAD	FACTOR DE POTENCIA	RENDIMIENTO	POTENCIA PLACA (KW)	POTENCIA REAL CONSUMIDA	INTENSIDAD	VOLTAJE	POTENCIA REAL (KW)
FRESADORA TORNILLO	SAIND PADOVA	1	0.8	0.6	7.5	12.50	15	380	7.89
MANDRILADORA	MARCEL	1	0.8	0.8	5	6.25	11	380	5.79
FRESADORA 1	SAIND PADOVA	1	0.7	0.65	2.2	3.38	4.5	380	2.07
FRESADORA 2	MRF	1	0.65	0.7	3.97	5.67	9.5	380	4.06
TORNO 3	TOS TRENCIN	1	0.8	0.8	2.4	3.00	5.5	380	2.89
TORNO 2	S/M (MANTENIMIENTO)	1	0	0	0	0.00	0	0	0.00
TORNO 6	ZMM BULGARIA MD CV.580M	1	0.7	0.8	5.52	6.90	13	380	5.98
TORNO 5	HARRISON M 790	1	0.75	0.82	6.62	8.07	15	380	7.40
TORNO 9	HARRISON M 790	1	0.7	0.8	6.62	8.28	15	380	6.90
TORNO 4	SK36DB	1	0.75	0.75	4.88	6.51	10	380	4.93
TORNO 1	S/M	1	0.8	0.86	14	16.28	28	380	14.73
TORNO 8	HARRISON M 790	1	0.7	0.8	6.62	8.28	15	380	6.90
TALADRO RADIAL 1	CASER F 32	1	0.75	0.75	4.78	6.37	11	380	5.42
TALADRO RADIAL 2	S/M	1	0.74	0.7	2.2	3.14	5	380	2.43
TORNO 7	ZMM VRATZA	1	0.76	0.8	11	13.75	23	380	11.49
CEPILLADORA	B60506	1	0.75	0.8	5.6	7.00	12	380	5.92
SECADORA 1	S/M	1	0.8	0.76	0.92	1.21	3	380	1.58
PRENSA HIDRAULICA MANUAL	S/M	1	0.75	0.75	0.612	0.82	1.5	380	0.74
PRENSA HIDRAULICA ELECTRICA	S/M	1	0.8	0.8	6.12	7.65	13	380	6.84
MOTOR COMPRESOR	CAMP BELL HAUSFELD	1	0.75	0.76	3.73	4.91	9	380	4.44
<b>TOTAL</b>		<b>20</b>			<b>100.292</b>				<b>108.39</b>

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 5. 1

Equipos de Medición

Megometro Digital



Voltímetro



Analizador de Red



Anexo N° 5. 2

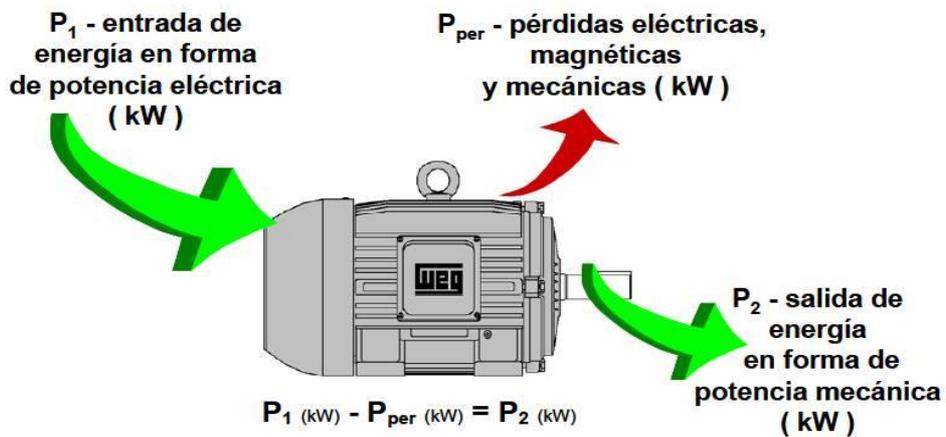
Placa del Motor Torno 1



Anexo N° 5. 3

Eficiencia de un motor eléctrico

Figura 1 Eficiencia de un motor eléctrico



$$\text{EFICIENCIA \%} = \frac{\text{POTENCIA DE SALIDA}}{\text{POTENCIA DE ENTRADA}} \times 100$$

Anexo N° 5. 4

Tabla seccional de conductores

SECCION NOMINAL mm <sup>2</sup>	INSTALACION TUBO (A)				INSTALACION AL AIRE LIBRE (A)			
	TEMPERATURA MAXIMA DE OPERACIÓN							
	60°C TW MTW	75°C THW	90°C THW- 90	105°C THHW	60°C TW- TWT MTW	75°C THW	90°C THW- 90	105°C THHW
0,5	4	...	...	...	7	...	...	...
0,75	6	...	...	...	9	...	...	...
1,0	8	...	...	...	11	...	...	...
1,5	10	12	22	10	16	18	27	16
2,5	18	20	27	17	22	25	34	22
4	25	27	34	25	32	37	46	32
6	35	38	42	33	45	52	60	45
10	46	50	60	46	67	78	83	67
16	62	75	...	...	90	105	...	...
25	80	95	...	...	120	140	...	...
35	100	120	...	...	150	175	...	...
50	125	145	...	...	185	220	...	...
70	150	180	...	...	230	270	...	...
95	180	215	...	...	275	330	...	...
120	210	245	...	...	320	380	...	...
150	240	285	...	...	375	445	...	...
185	275	320	...	...	430	515	...	...
240	320	375	...	...	500	596	...	...
300	355	420	...	...	575	690	...	...
400	430	490	...	...	695	825	...	...
500	490	580	...	...	790	950	...	...

Anexo N° 5. 5

Opciones Tarifarias.

Opción Tarifaria BT5B No Residencial – Actual

CARGOS	19000.0		BT5B – No Residencial (Enero 2015)				
	LECTURAS		DIFEREN.	FACTOR	CONSUMO A FACTURAR	PRECIO UNIT.	TOTAL
	ANTERIOR	ACTUAL					
Cargo Fijo						3.01	3.01
Cargo por Mto. Y Rep.							0.98
Energía Activa (kWh)	18345.00	18641.00	296.00	20.000 0	7600	0.4621	3511.96
Alumbrado Público (Alicuota: S/. 0.3909)							97.73
Interés Compensatorio							
Ajuste Tarifario							16.41
Sub Total							<b>13.96</b>
IGV							3644.55
Interés moratorio							516.19
Saldo por Redondeo							-0.05
Diferencia de Redondeo							0.04
Recuperación de la energía							4809.72
Aporte Ley N° 28749							45.58
Aporte Fose ( Ley N° 27510)							
<b>Total Recibo de Agosto – 2015</b>							<b>8855.28</b>

Fuente: Elaboración Propia

Opción Tarifaria Propuesta BT5A

CARGOS	LECTURAS		DIFERENCIA	FACTOR	CONSUMO A FACTURAR	PRECIO UNITARIO	TOTAL
	ANTERIOR	ACTUAL					
POTENCIA CONTRATADA	19000.0		BT5A Usuarios con demanda máxima mensual de hasta 20 kw HP Y FP Enero 2015				
Cargo Fijo						3.01	S/. 3.01
Cargo por Mtto. Y Rep.							S/. 0.98
Energía Activa HP					1184	1.4164	S/. 2 152,92
Energía Activa FP					4736	0.19	S/. 1 155.20
Energía Activa Total (kWh)	18345.00	18641.00	296.00	20.0000	76000		S/. -
Alumbrado Público (Alicuota: S/. 0.3909)							S/. 97.73
Interes Compensatorio							
Ajuste Tarifario							S/. 16.41
Sub Total							<b>S/. 13.96</b>
IGV							s/ 3 436.228
Interés moratorio							S/. 487.61
Saldo por Redondeo							-0.05
Diferencia de Redondeo							0.04
Recuperación de la energía							S/ 4605.21
Aporte Ley N° 28749							S/. 45.58
Aporte Fose ( Ley N° 27510)							
<b>Total Recibo de ENERO - 2015</b>							<b>S/. 8 574.72</b>

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 5. 6

**DATOS GENERALES DEL PRESUPUESTO**

TESIS: PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGÍA PARA DISMINUIR LOS COSTOS  
ENERGÉTICOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE METALMECÁNICA DE LA EMPRESA IPSYCOM  
INGENIEROS S.R.L. DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2017

Item	Descripción	Unidades	Cantidad	P.U (S/.)	P.Total (S/.)
<b>1</b>	<b>Mano de Obra</b>				
1.01	Técnico Electricista	hh	1	500.00	500.00
					<b>500.00</b>
<b>2</b>	<b>Materiales y Equipos</b>				
2.01	Anillado	und	3	12.00	36.00
2.02	Lápices	und	4	1.00	4.00
2.03	Engrapador	und	2	10.00	20.00
2.04	Perforador	und	2	10.00	20.00
2.05	Papel bond A-4	cto	6	10.00	60.00
2.06	Folders manila	und	5	0.50	2.50
2.07	Memorias	und	2	32.00	64.00
2.08	Materiales de oficina (varios)	glb	1	200.00	200.00
2.09	Lapiceros	und	6	1.00	6.00
2.10	Fotocopiado	glb	1	200.00	200.00
2.11	Impresiones	und	600	0.50	300.00
					<b>912.50</b>
<b>3</b>	<b>Equipos</b>				
3.01	Pinza amperimétrica digital	und	1	300.00	300.00
3.02	Luxómetro	und	1	180.00	180.00
3.03	Voltímetro	und	1	150.00	150.00
					<b>630.00</b>
<b>4</b>	<b>Subcontratos</b>				
4.01	Servicio de telefonía	mes	2	150.00	300.00
4.02	Internet	glb	2	120	240
4.03	Transporte	und	20	5.00	100.00
					<b>640.00</b>
					<b>2682.50</b>
					<b>268.25</b>
					<b>2,950.75</b>

*Anexo N° 5. 7*

*Costos de inversión de implementación*

<b>COSTOS DE EQUIPOS , MATERIALES Y MONITOREO</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UND</b>	<b>PRECIO UNITARIO S/.</b>	<b>PRECIO TOTAL S/.</b>
<b>EQUIPOS Y MATERIALES</b>				
Motor de alta eficiencia de 95 %	1	unid	3 875,00	3 875,00
Cable eléctrico NYY	45	m	19,00	855,00
<b>TOTAL</b>				<b>4 730,00</b>
<b>ILUMINACION</b>				
Luminarias Área de Maestranza	43	unid	95,00	4 085,00
Luminarias Área de Soldadura	6	unid	95,00	570,00
Luminarias Área Administrativa	15	unid	95,00	1 425,00
<b>TOTAL</b>				<b>6 080,00</b>
<b>SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL AUTOMATICO</b>				
Analizador de redes (ECS -Energy Control System )	1	unid	3 500 00	3 500,00
<b>TOTAL</b>				<b>14 310,00</b>

<b>COSTOS DE CAPACITACION</b>			
<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO S/.</b>	<b>PRECIO TOTAL S/.</b>
Capacitador para el diseño del programa de sensibilización, diagramación y publicación de campaña, programación y desarrollo de talleres sobre el ahorro y el uso eficiente de la energía.	1	1 00,00	1 100,00
Consultor para la asesoría en ingeniería de sistemas eléctricos	1	1 500,00	1 500,00
<b>TOTAL DE CAPACITACION</b>			<b>2 600,00</b>

<b>COSTO DE MANO DE OBRA</b>			
<b>MANTENIMIENTO</b>			
Consultor Externo para la Medición de resistencia de aislamiento	1	1 500,00	1 500,00
<b>TOTAL</b>			<b>1 500,00</b>
<b>IMPLEMENTACION DE EQUIPOS , MATERIALES E ILUMINACION</b>			
Electricista para implementar el cambio de tubos led	64	20,00	1 280,00
Técnico para el cambio de conductor NYY 45 m	1	400,00	400,00
Montaje de motor de alta eficiencia 95 %	1	600,00	600,00
<b>TOTAL</b>			<b>2 280,00</b>
<b>SUMINISTRO ELECTRICO</b>			
Cambio de Opción tarifaria			<b>200,00</b>
<b>TOTAL</b>			<b>200,00</b>
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>			<b>3 980,00</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Anexo N° 6. 1

Tabla de Consumo actual de Energía Activa y costos 2015

<b>Consumo Actual de Energía 2015</b>			
<b>Meses</b>	<b>Kw</b>	<b>Costo S/.</b>	<b>Potencia Contratada (w)</b>
Enero	5 920	2 735,63	19 000
Febrero	5 820	2 757,52	19 000
Marzo	7 600	3 619,12	19 000
Abril	7 080	3 372,91	19 000
Mayo	7 940	4 048,61	19 000
Junio	5 200	2 660,84	19 000
Julio	4 020	2 131,4	19 000
Agosto	3 820	2 060,13	19 000
Setiembre	4 560	2 482,46	19 000
Octubre	4 600	2 507,00	19 000
Noviembre	4 360	2 376,64	19 000
Diciembre	4 480	2 443,39	19 000
<b>Total</b>	<b>65 400</b>	<b>33 195,65</b>	

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 6. 2

Costo de Rentabilidad COK

<b>Formula del Costo de Rentabilidad</b>	
$ke = rt + \beta * (rm - rf) + riesgo\ país$	
Tasa Libre de riesgo(Rf)	4%
Beta (B)	1,5
Rentabilidad de Mercado (Rm)	8,9%
Riesgo País (Rp)	2,09%
<b>Costo de Rentabilidad (COK)</b>	<b>13,44%</b>

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 6. 3

CONSUMO ACTUALES 2015 RECIBOS DE LUZ

DESCRIPCION	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Energía (kwh)	5,920.00	5,820.00	7,600.00	7,080.00	7,940.00	5,200.00	4,020.00	3,820.00	4,560.00	4,600.00	4,360.00	4,480.00
Costo solo por energía s/. *	2,735.63	2,757.52	3,619.12	3,372.91	4,048.61	2,660.84	2,131.40	2,060.13	2,482.46	2,507.00	2,376.64	2,443.39
Costo total del recibo de luz s/. **	8,239.20	8,229.50	4,494.00	4,103.70	7,940.00	5,200.00	2,628.20	2,620.10	3,044.80	3,086.30	2,928.90	3,007.60
Otros cargos del recibo de luz s/. ***	5,503.57	5,471.98	874.88	730.79	3,891.39	2,539.16	496.80	559.97	562.34	579.30	552.26	564.21
<b>ENERGÍA TOTAL 2015 kwh/año</b>	<b>65,400.00</b>											
<b>COSTO TOTAL S/.</b>	<b>33,195.65</b>											

Fuente : Elaboración Propia

\*Este valor el valor neto solo por consumo de energía y se obtiene del recibo de luz.

\*\*Este valor es la facturación total de los recibos de luz.

\*\*\*Este valor, se cobra por otras variables que se encuentran en el recibo de luz.

DESCRIPCION	ENERGIA AHORRO (KWH) MENSUAL	COSTO AHORRO MENSUAL (S/.)
Cambio de luminarias	592.80	320.11
Cambio de conductor	89.42	48.29
Cambio de motor eficiente	205.63	111.04
Implementación de mantt Predictivo 2%	118.40	63.94
Cambio de la opción tarifaria		207.82
<b>TOTAL</b>	<b>1,006.25</b>	<b>751.20</b>

Fuente; Elaboración propia

La energía ahorro mensual se obtiene de dividir el ahorro anual entre 12 meses

**CONSUMOS DESPUES DE LA IMPLEMENTACION 2017**

DESCRIPCIÓN	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Energía (kwh)	4,913.75	4,813.75	6,593.75	6,073.75	6,933.75	4,193.75	3,013.75	2,813.75	3,553.75	3,593.75	3,353.75	3,473.75
Costo solo por energía s/.	184.43	2,006.32	2,867.92	2,621.71	3,297.41	1,909.64	1,380.21	1,308.93	1,731.27	1,755.80	1,625.44	1,692.19
Costo total del recibo de luz s/.	7,488.00	7,478.30	3,742.80	3,352.50	7,188.80	4,448.80	1,877.00	1,868.90	2,293.60	2,335.10	2,177.70	2,256.40
<b>ENERGÍA TOTAL 2017</b> <b>kwh/año</b>	<b>53,324.95</b>											
<b>COSTO TOTAL S/.</b>	<b>24,181.28</b>											
<b>COSTO DE AHORRO POR</b> <b>AÑO S/.</b>	<b>9,014.37</b>											
<b>AHORRO DE ENERGÍA POR</b> <b>AÑO KWH</b>	<b>12,075.05</b>											

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 6. 4

Tabla de Equivalencia en Lumen para tubos fluorescentes

<b>TABLA DE EQUIVALENCIAS EN LUMEN PARA TUBOS FLUORESCENTES</b>					
Los valores indicados a continuacion son equivalencias de lumen a vatios para <b>Tubos LED T5/T8</b> y tienen finalidad orientativa ya que estos parametros suelen variar en funcion del fabricante y año de fabricacion del tubo					
<b>TUBO LED</b>		<b>VALORES COMUNES</b>		<b>TUBOS FLUORESCENTES</b>	
					
<b>TUBO LED</b>	<b>EFICIENCIA TIPICA 95-140LM/W</b>	<b>RA/CRI</b>	<b>DIMENSIONES TUBO T8</b>	<b>TUBO FLUORESCENTE</b>	<b>EFICIENCIA TIPICA 60-80LM/W</b>
8W-10W	760-1400LM	>80-90RA	590XØ26	18W	1100-1200LM
14W-15W	1330-2200LM	>80-90RA	895XØ26	30W	1800-2000LM
16W-20W	1520-2800LM	>80-90RA	1200XØ26	36W	2700-2900LM
22W-30W	2090-4200LM	>80-90RA	1500XØ26	58W	4350-4600LM

Anexo N° 6. 5

NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN EN AMBIENTES DE TRABAJO

AMBIENTES DE TRABAJO	CALIDAD DE LA ILUMINACIÓN			
	Nivel en lux	CUD <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Observación
<b>1.- ÁREAS GENERALES DE EDIFICACIONES</b>				
Vestíbulos de entrada	100	22	60	
Salas de estar, de fumar	200	22	80	
Áreas de circulación y pasillos	100	28	40	
Escaleras para personal	150	25	40	
Rampas/andenes/patios de carga	150	25	40	
Cantinas, tabernas	200	22	80	
Áreas de descanso	100	22	80	
Locales para ejercicios físicos	300	22	80	
Guardarropas, cuartos de aseo, baños, tocadores	200	25	80	
Enfermerías	500	19	80	
Locales para atención médica	500	16	90	
Cuartos técnicos (industrias)	200	25	60	
Traje- centro de distribución	500	19	80	
Almacén, cuartos de mercaderías, almacén refrigerado	100	25	60	200 lux en trabajo continuo
Áreas de despacho, embalaje, manipulación	300	25	60	
Estación de control	150	22	60	
<b>2.- EDIFICACIÓN AGRÍCOLA</b>				
Carga y operación de mercancías con equipos y maquinaria	200	25	80	
Edificación para ganado	50	28	40	
Cuartones para lechería, lavado de utensilios	200	25	80	
Preparación de alimentos, lechería, lavado de utensilios	200	25	80	
<b>3.- PANADERÍAS</b>				
Preparación y horneado	300	22	80	
Terminado, escarchado, decoración	500	22	80	
<b>4.- INDUSTRIA DEL CEMENTO, HORMIGÓN Y LADRILLOS</b>				
Secado	50	28	20	
Preparación de materiales, trabajo en hornos y mezcladores	200	28	40	
Taller general de maquinaria	300	25	80	
Conformación	300	25	80	

AMBIENTES DE TRABAJO	CALIDAD DE LA ILUMINACIÓN			
	Nivel en lux	CUD <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Observación
<b>5.- INDUSTRIA DE LA CERÁMICA Y EL VIDRIO</b>				
Secado	50	28	20	
Preparación, maquinado en general	300	25	80	
Esmaltado, laminado, prensado, conformación de partes sencillas, escarchado, soplado del vidrio	300	25	80	
Trituración, estampado, pulido del vidrio, conformación de partes precisas, fabricación de instrumentos de vidrio	750	19	80	
Trabajo decorativo	500	19	80	
Trituración de vidrio óptico, trituración y estampado manual de cristales, trabajo en productos comunes	750	16	80	
Trabajo de precisión, triturado decorativo, pintura a mano	1000	16	90	
Fabricación de piedras preciosas sintéticas	1500	16	90	
<b>6.- INDUSTRIAS QUÍMICAS, PLÁSTICAS Y DE GOMA</b>				
Instalaciones de procesamiento con intervención manual limitada	150	28	40	
Puestos de trabajo atendidos constantemente en instalaciones de procesamiento	300	25	80	
Locales de mediciones precisas, laboratorios	500	19	80	
Producción farmacéutica	500	22	80	
Producción de neumáticos	500	22	80	
Inspección de colores	1000	16	90	
Corte, acabado, inspección	750	19	80	
<b>7. INDUSTRIA ELÉCTRICA</b>				
Fabricación de cables y alambres	300	25	80	
<b>Devanados:</b>				
Devanados grandes	300	25	80	
Devanados de tamaño mediano	500	22	80	
Devanados pequeños	750	19	80	
Impregnación de devanados	300	25	80	
Galvanización	300	25	80	
<b>Trabajo de montaje:</b>				
Obra de transformadores grandes	300	25	80	
Mediano centro generales de distribución	500	22	80	
De precisión, equipos de mediciones	1000	16	80	
Taller electrónico, ensayos, ajustes	1500	16	80	

AMBIENTES DE TRABAJO	CALIDAD DE LA ILUMINACIÓN			
	Nivel en lux	CUD <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Observación
<b>8. INDUSTRIA ALIMENTICIA</b>				
Cervecerías, germinación de malta, lavado, barriles, toneles, fermentación, limpieza, cernido, fábricas de conservas, chocolates, azúcar, secado y curado de tabaco en hoja.	200	25	80	
Clasificación y lavado de productos, molienda, mezclado y envasado	300	25	80	
Puestos y zonas de trabajo en mataderos, carnicerías, lecherías, refinerías de azúcar	500	25	80	
Corte y clasificación de frutas y vegetales	300	25	80	
Fabricación de alimentos finos, cocinas	500	22	80	
Fabricación de tabacos y cigarrillos	500	22	80	
Inspección de envases (vidrio) y botellas, control de productos, adorno, decoración	500	22	80	
Laboratorios	500	19	80	
Inspección de colores	1000	16	90	
<b>9. FUNDICIÓN Y PLANTA DE MOLDEO DE METALES</b>				
Túneles soterrados (para hombres), sótanos, etc.	50	28	20	seguridad reconocible
Plataformas	100	25	40	
Preparación de arena	200	25	80	
Local de desarenado	200	25	80	
Puestos de trabajo en cubilote y mezclador	200	25	80	
Patio de fundición	200	25	80	
Áreas de desmolde	200	25	80	
Máquina moldeadora	200	25	80	
Moldeo manual y de machos	300	25	80	
Fundición en coquillas	300	25	80	
Edificación de plantillas	500	22	80	
<b>10.- SALON DE BELLEZA</b>				
Estilista, secado de cabello	500	19	90	
<b>11.- FABRICACIÓN DE JOYAS</b>				
Trabajo con piedras preciosas	1500	16	90	
Manufactura de joyas	1000	16	90	
Fabricación (manual) de relojes	1500	16	80	
Fabricación (automática) de relojes	500	19	80	
<b>12.- LAVANDERÍA Y LAVADO EN SECO</b>				
Recepción de la ropa y clasificación	300	25	80	
Lavado (normal) y en seco	300	25	80	
Planchado, calandria (prensado)	300	25	80	
Inspección y arreglos	750	19	80	

AMBIENTES DE TRABAJO	CALIDAD DE LA ILUMINACIÓN			
	Nivel en lux	CUD <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Observación
<b>13. INDUSTRIA DEL CUERO</b>				
Trabajo en cubas, toneles, fosos	200	25	40	
Descarnado, raspado, frotado (pulido), tambor de limpieza de pieles	300	25	80	
Trabajo de talabartería, fabricación de calzado, cosido punteado, pulido, conformado, corte, punzonado.	500	22	80	
Clasificación	500	22	90	
Teñido del cuero (a máquina)	500	22	80	
Control de la calidad	1000	19	80	
Inspección del color	1000	16	90	
Elaboración de calzado	500	22	80	
Elaboración de guantes	500	22	80	
<b>14. LABRADO Y PROCESO DE METALES</b>				
Forjado con estampa abierta	200	25	60	
Forjado por estampación (en caliente), soldadura, extrusión en frío	300	25	60	
Maquinado grueso y medio: tolerancias > 0,1 mm	300	22	60	
Marcado (trazado); inspección				
Maquinado de planchas > 5 mm	200	25	60	
Labrado (metalisterías) de chapas < 5 mm	300	22	60	
Elaboración de herramientas: fabricación de equipos de corte	750	19	60	
<b>Montaje:</b>				
-Grueso	200	25	80	
-Medio	300	25	80	
-Fino	500	22	80	
-De precisión	750	19	80	
Galvanización	300	25	80	
Preparación y pintura de superficies	750	25	80	
Elaboración de herramientas, plantillas y taladradores; mecánica de precisión, micro mecánica	1000	19	80	
<b>15. INDUSTRIA DEL PAPEL</b>				
Molinos de pulpa, muelas verticales	200	25	80	
Fabricación y procesamiento de papel, de corrugación, fabricación de cartones y cartulinas	300	25	80	
Trabajo de encuadernación de libros, doblado, encolado clasificación, corte, estampado en relieve, cocido	500	22	60	

AMBIENTES DE TRABAJO	CALIDAD DE LA ILUMINACIÓN			
	Nivel en lux	CUD <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Observación
<b>16. PLANTAS ELÉCTRICAS</b>				
Planta de suministro de combustible	50	28	20	Seguridad
Casa de calderas	100	28	40	
Salas de maquinas				
Locales auxiliares, cuarto de bombas, condensadores, cuartos de paneles eléctricos	200	25	60	
Cuarto de control	500	16	80	
<b>17. IMPRESORAS</b>				
Corte, dorado, estampado, grabado en bloque, trabajo en sillares y platinas, imprentas, matrices	500	19	80	
Clasificación del papel e impresión a mano	500	19	80	
Linotipia, retoque, litografía	1000	19	80	
Inspección de colores en impresión multicolor	1500	16	90	
Grabado en acero y cobre	2000	16	80	
<b>18. TALLERES DE HIERRO Y ACERO</b>				
Plantas de producción sin intervención manual	50	28	20	Seguridad reconocible
Plantas de producción con operación manual ocasional	150	28	40	
Plantas de producción con operación manual continuo	200	25	80	
Almacén de palanquilla	50	28	20	
Hornos	200	25	20	
Tren de laminación, bobinado, línea de cizallamiento	300	25	40	
Plataformas de control, paneles de control	300	22	80	
Ensayo, medición e inspección	500	22	80	
Túneles soterrados (tamaño humano), cintas transportadoras, sótanos, etc.	50	28	20	seguridad reconocibles
<b>19. INDUSTRIA TEXTIL</b>				
Lugares de trabajo y zonas en baños	200	25	60	
Cardado, lavado, planchado, dibujo, peinado, tejeduría, prehilado, hilado de yute y cáñamo	300	22	80	
Hilado, plegado, devanado, urdidura, trenzado, tejido de punto	500	22	80	Prevenir estroboscopia
Costura, tejidos finos de punto, dar puntadas	750	22	90	
Diseño manual, dibujo de patrones	750	22	90	
Acabado, teñido	500	22	80	
Inspección de colores, control de tejidos	1000	16	90	
Zurcido invisible	1500	19	90	
Fabricación de sombreros	500	22	80	

AMBIENTES DE TRABAJO	CALIDAD DE LA ILUMINACIÓN			
	Nivel en lux	CUD <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Observación
<b>20. CONSTRUCCIÓN DE VEHÍCULOS</b>				
Carrocería y ensamblaje	500	22	80	
Pintura, cámara de pintar (con pistola), cámara de pulir	750	22	80	
Pintura: retoque, inspección	1000	16	90	
Tapicería (vestidura) manual	1000	19	80	
Inspección final	1000	19	80	
<b>21. CARPINTERÍA E INDUSTRIA DEL MUEBLE</b>				
Fosos de vapor	150	28	40	
Bastidor de sierra	300	25	60	Prevenir efecto estroboscópico
Trabajo en banco de ebanista, encolado, montaje	300	25	80	
Pulido, pintado, ebanistería de fantasía	750	22	80	
Trabajo en máquinas de carpintería, torneado, corte, ranurado, cepillado, aserrado.	500	19	80	Prevenir efecto estroboscópico
Selección de maderas en chapas, mosaicos de madera, trabajo de incrustación	750	22	90	
Control de calidad	1000	19	90	
<b>22. OFICINAS</b>				
Archivo, copia, circulación, etc.	300	19	80	
Escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos	500	19	80	
Dibujo técnico	750	16	80	
Estación de trabajo CAD	500	19	80	
Salas de conferencias y reuniones	500	19	80	
Buró (carpeta) de recepción	300	22	80	
Archivos	200	25	80	
<b>23. VENTA AL DETALLE (al por menor)</b>				
Área de ventas, pequeña	300	22	80	
Área de ventas, grande	500	22	80	
Área de (cajas) contadoras	500	19	80	
Mostrador (mesa) de envolver	500	19	80	
<b>24.- RESTAURANTES Y HOTELES</b>				
Carpeta de recepción/cajero, mesa de	300	22	80	
Cocina	500	22	80	
Restaurante, comedor, salón	200	22	80	
Restaurante de autoservicio	200	22	80	
Buffet (comidas frías)	300	22	80	
Salas de conferencias	500	19	80	
Corredores (pasillos)	100	25	80	Niveles aceptables

AMBIENTES DE TRABAJO	CALIDAD DE LA ILUMINACIÓN			
	Nivel en lux	CUD <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Observación
<b>25. LOCALES DE ENTRETENIMIENTO</b>				
Teatros y salas de concierto	200	22	80	
Salas multipropósito	300	22	80	
Locales de ejercicios, vestidores	300	22	80	espejos sin deslumbrar
Museos (general)	300	19	80	exposiciones
<b>26. BIBLIOTECAS</b>				
Estanterías (de libros)	200	19	80	
Áreas de lectura	500	19	80	
Mostradores	500	19	80	
<b>27. PARQUEOS PÚBLICOS (interiores)</b>				
Rampas de entrada /salida (durante el día)	300	25	40	seguridad reconocible
Rampas de entrada /salida (durante la noche)	75	25	40	Seguridad reconocible
Sendas de tránsito	75	25	40	Seguridad reconocible
Áreas de parqueo	75	28	40	
Oficina de entrada	300	19	80	
<b>28. LOCALES EDUCATIVOS</b>				
Local de juegos (escuela)	300	19	80	
Aula de clases	300	19	80	
Sala de profesores	300	19	80	
Aulas para clases nocturnas y de educación de adultos	500	19	80	
Salas de lectura	500	19	80	
Pizarras, pizarrones	500	19	80	Evitar reflexión
Mesa de demostraciones	500	19	80	
Locales de artes y oficios	500	19	80	
Locales de artes ( escuelas de arte)	750	19	90	
Salas de dibujo técnico	750	16	80	
Locales de prácticas y laboratorios	500	19	80	
Taller de enseñanza	500	19	80	
Locales de prácticas de música	300	19	80	
Locales de prácticas de computación	300	19	80	
Laboratorio de idiomas	300	19	80	
Locales y talleres de preparación	500	22	80	
Locales comunes de estudiantes y salas	200	22	80	
Salas deportivas, gimnasios y piscinas	300	22	80	

AMBIENTES DE TRABAJO	CALIDAD DE LA ILUMINACIÓN			
	Nivel en lux	CUD <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Observación
<b>29. EDIFICACIONES PARA EL CUIDADO DE LA SALUD</b>				
Salas de espera	200	22	80	Iluminación a nivel del piso
Corredores: durante el día	200	22	80	
Corredores: durante la noche	50	22	80	Iluminación a nivel del piso
Locales de día	200	22	80	Iluminación a nivel del piso
Locales del personal	300	19	80	
<b>Guardias hospitalarias:</b>				
– Iluminación general	100	19	80	Iluminación a nivel del piso
– Iluminación para la lectura	300	19	80	
– Exámenes sencillos	300	19	80	
Reconocimiento y tratamiento	1000	19	90	
Iluminación nocturna de observación	5	19	80	
Baños para pacientes	200	22	80	
Local de exámenes generales	500	19	90	
Exámenes de oídos y ojos	1000		90	
Lectura de colores con pancartas visuales	500	16	90	
Localizadores con aumentadores de imágenes y sistemas de TV	50	19	80	
Locales de diálisis	500	19	90	
Locales de dermatología	500	19	80	
Locales de endoscopías	300	19	80	
Locales de enyesar	500	19	80	
Baños de médicos	300	19	80	
Masaje y radioterapia	300	19	80	
Salas pre-operatorias y de recuperación	500	19	90	
Quirófano	1000	19	90	
Cavidad de operaciones	>10 000			
<b>Cuidado intensivo:</b>				
-Exámenes sencillos	300	19	90	Al nivel de cama
-Reconocimiento y tratamiento	1000	19	90	Al nivel de cama
-Guardia nocturna	20	19	90	
<b>Dentistas:</b>				
– Iluminación general	500	19	90	
– En el paciente	1000		90	local para examen
– Cavidad de operación	5 000		90	> 5 000 lux
– Maquinado de diente blanco	5 000		90	
Inspección de colores (laboratorios)	1000	19	90	
Cuartos de esterilización	300	22	80	
Cuartos de autopsias y morgue	500	19	90	
Mesa de autopsias y mesa de dirección	5000		90	> 5 000 lux

AMBIENTES DE TRABAJO	CALIDAD DE LA ILUMINACIÓN			
	Nivel en lux	CUD <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Observación
<b>30. AEROPUERTOS</b>				
Salones de llegadas y partidas, áreas de recogida de equipaje	200	22	80	
Áreas de conexión, escaladores (mecánicos), cintas transportadoras, chequeo de boletos	150	22	80	
Buroes de información, chequeos de boletos y pasajeros	500	19	80	
Aduana y control de pasaportes	500	19	80	
Áreas de espera	200	22	80	
Depósitos de equipajes	200	28	60	
Áreas de chequeo de seguridad	300	19	80	
Torre de control de tráfico aéreo	500	16	80	
Locales de tráfico aéreo	500	16	80	
Hangares de pruebas y reparaciones	500	22	80	
Área de prueba de máquinas	500	22	80	
Áreas de medición en hangares	500	22	80	
Plataformas y pasos de pasajeros	50	28	40	
Sala de pasajes y de concurrencia	200	28	40	
Oficinas y mostradores de pasajes	300	19	80	
<b>31. INSTALACIONES FERROVIARIAS</b>				
Sala de taquilla y vestíbulo	200	28	40	
Oficina de equipajes y de contadores	300	19	80	
Sala de espera	200	22	40	
<b>32. IGLESIAS Y TEMPLOS</b>				
Iglesia	100	25	80	
Asientos, altar y púlpito	300	22	80	

*Fuente: Proyecto de reglamento de condiciones de iluminación en ambientes de trabajo*

*Anexo N° 6. 6*

*Fotografías*

Parte frontal Empresa Ipsycom Ingenieros SRL



### Realizando Mediciones



Maquina Fresadora



Torno N ° 1



### Taladro Radial N° 1

