



**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA**

**“OPTIMIZACION DEL INDICE DE CONSUMO ENERGETICO PARA DISMINUIR  
COSTOS OPERATIVOS DE LA EMPRESA TITO, CHICLAYO - 2018”**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

Autor:

**SANCHEZ ZEÑA; CARLOS ALEX**

Asesor:

**Mg: DECIDERIO ENRIQUE DIAZ RUBIO**

Línea de investigacion:

**GENERACION, TRANSMISION Y DISTRIBUCION**

Chiclayo - Perú

**2018**



## ACTA DE SUSTENTACION

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 15:00 horas del día 14 de diciembre de 2018, de acuerdo a los dispuesto por la resolución de dirección de investigación N°3037-2018-UCV-CH -2018-UCV-CH, de fecha 10 de diciembre de 2018, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada: **OPTIMIZACIÓN DEL INDICE DE CONSUMO ENERGÉTICO PARA DISMINUIR COSTOS OPERATIVOS DE LA EMPRESA TITO, CHICLAYO - 2018.**, presentado por el(la) (los) bachiller SANCHEZ ZEÑA CARLOS ALEX con la finalidad de obtener el título de Ingeniero mecánico electricista, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

Presidente : Ing. Dávila Hurtado Fredy  
Secretario : Ing. Celada Padilla James Skinner  
Vocal : Ing. Rojas Coronel Ángel Marcelo

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

APROBAR POR MAYORIA

Siendo las 15:45 del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 14 de diciembre de 2018

Ing. Dávila Hurtado Fredy  
Presidente

Ing. Celada Padilla James Skinner  
Secretario

Ing. Rojas Coronel Ángel Marcelo  
Vocal

## **Dedicatoria.**

A nuestro padre Jehová por darnos su fortaleza y espíritu y amor condicional; por su confianza en nosotros sin su apoyo no hubiera sido posible lograr mi tesis.

A mis queridos padres por darme ese apoyo moral y ánimo para lograr mi realidad profesional y personal.

A mis profesores, que nos brindaron su tiempo trasmitiendo sus conocimientos y habilidades técnicas, convirtiéndonos en profesionales.

A mis familiares por darme sus consejos para seguir adelante, para solucionar los problemas que se presentan en la vida diaria.

A mis compañeros de aula y a nosotros mismo, que los más interesados en conocer el proyecto de cada uno que nos va a servir para el futuro profesional

## **Agradecimiento.**

A mi Prestigiosa Universidad Privada Cesar Vallejo la cual abre sus puertas a jóvenes para estudiar como profesionales responsable con un futuro académico.

Agradecer a mis profesores que nos apoyaron sus enseñanzas como profesionales y sus conocimientos teóricos y prácticos.

Agradezco a mis Asesores de tesis por haberme brindado la oportunidad de recurrir sus conocimientos y guiarnos durante todo el desarrollo de la tesis.

A mi agradecimiento al representante de la empresa tito Chiclayo por haberme aceptado que realice mi tesis en su prestigiosa empresa.

Agradezco a mis compañeros de clase de la universidad por ese apoyo moral de seguir adelante en mi carrera profesional.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Carlos Álex Sanchez Zeña con DNI N° 16784318, a cumplir con las normas y reglamentos.

En cual me responsabilizo la información escrita de falsedad y ocultar los documentos de información aportada en las disposiciones de las normas y reglamento académico de la Universidad Cesar Vallejo filial – Chiclayo.

Chiclayo 30 de Julio del 2018

  
-----  
Carlos Alex Sanchez Zeña

## **PRESENTACION**

**Señores miembros del Jurado.**

En cumplimiento de las normas y reglamentos de bachiller y título de la Universidad Cesar Vallejo filial Chiclayo en cual presento mi tesis titulada **“OPTIMIZACION DEL INDICE DE CONSUMO ENERGETICO PARA DISMINUIR COSTOS OPERATIVOS DE LA EMPRESA TITO, CHICLAYO – 2018”**.

En cual responsabilizo a su consideración a cumplir las normas y reglamentos para optar el título profesional de ingeniería Mecánica Eléctrica.

## INDICE

Página del jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice	vii
Resumen	ix
Abstract	x I:

## **INTRODUCCION**

1.1. Realidad problemática	11
1.2. Trabajos previos	17
1.3. Teorías relacionadas al tema	19
1.4. Formulación al problema	24
1.5. Justificación del estudio	24
1.6. Hipótesis	26
1.7. Objetivos	26

## **II: METODO**

2.1. Diseño de investigación	27
2.2. Variables operacionalización	27
2.3. Población y muestra	29
2.4. Registro e instrumentos de información de datos	29
2.4.1. Instrumento de recaudación de datos	30
2.4.2. Validez y confiabilidad	30
2.5. Métodos de análisis de datos	30
2.6. Aspectos éticos	30

<b>III: RESULTADOS</b>	<b>31</b>
3.1. Realizar un diagnóstico de la situación actual; que relacione el consumo de energía de cada máquina con la capacidad de producción para Determiner el índice de consumo Energético actual.	
3.2. Determinar los parámetros de funcionamiento de cada mecanismo, factor de potencia, caída de tensión, intensidad de corriente, Potencia activa y potencia reactiva.	
3.3. Proporcionar modificaciones con tendencia a funcionamiento dentro de un rango de eficiencia admisible, estableciendo un nuevo índice de consumo energético.	
3.4. Realizar una evaluación de la rentabilidad de la propuesta, Utilizando indicadores, tales como tasa interna de retorno, Valor actual neto y la relación beneficio / costo.	60
<b>IV: DISCUSION</b>	<b>61</b>
<b>V: CONCLUSIONES</b>	<b>62</b>
<b>VI: RECOMENDACIONES</b>	<b>63</b>
<b>VII: REFERENCIAS</b>	<b>64</b>
<b>ANEXOS:</b>	
Instrumentos	65
Validación de los instrumentos	73 – 80
Acta de Originalidad de Tesis	81
Autorización de Publicación de Tesis	82
Turniting	83



## RESUMEN

En la presente investigación denominada: EVALUACION DEL INDICE DE CONSUMO ENERGETICO PARA DISMINUIR COSTOS OPERATIVOS DE LA EMPRESA TITO – 2017, tiene Como objeto de estudio evaluar el funcionamiento de los diferentes equipos electromecánicos con los cuales cuenta la empresa, y su influencia con los costos operativos para la elaboración de los elementos de máquina que se elaboran.

En principio se realiza el diagnóstico de los consumo de energía en los últimos 12 meses, así mismo se hizo un inventario de los mayores consumidores de energía, en función a la potencia y el tiempo de funcionamiento, que es consecuencia de la complejidad de la elaboración de los diferentes elementos que se fabrican con diferentes formas y dimensiones.

De los 12 motores eléctricos analizados, solo en 3 de ellos la potencia reactiva no supera el 30% de la Potencia Activa, es decir que todos ellos influyen en que exista un pago por concepto de potencia reactiva; por lo tanto la implementación de un banco de condensadores será necesario para disminuir éstos valores a menos de 30% de la relación analizada.

Se hizo la propuesta de Cambio de conductor eléctrico en los circuitos de los motores eléctricos de acuerdo a la caída de tensión e intensidad de corriente, el Reemplazo de motores con valores de eficiencia inferior al 80%, el Mantenimiento preventivo a motores eléctricos, mediante mediciones periódicas de parámetros de funcionamiento, el Mantenimiento a puestas a tierra de los tableros eléctricos y la Verificación de dispositivos de protección eléctrica en cuanto a valores de dimensionamiento.

Finalmente se hizo la evaluación económico del proyecto, el cual determino un valor actual neto del proyecto de S/. 485.92, la tasa interna de retorno de 5.8% mensual, la relación beneficio costo de 1.2 y la inversión de S/. 2429, indicadores que hace viable la ejecución del proyecto.

Palabras Claves: Índice de Consumo Eléctrico, Costos Operativos, eficiencia.

## ABSTRACT

In the present investigation called: EVALUATION OF THE ENERGY CONSUMPTION INDEX TO REDUCE OPERATING COSTS OF THE TITO COMPANY - 2017, it has as object of study to evaluate the operation of the different electromechanical equipment with which the company counts, and its influence with the operating costs for the elaboration of the machine elements that are elaborated. In principle, the diagnosis of energy consumption in the last 12 months is made, as well as an inventory of the largest consumers of energy, based on the power and time of operation, which is a consequence of the complexity of the preparation of the different elements that are manufactured with different shapes and dimensions.

Of the 12 electric motors analyzed, only 3 of them reactive power does not exceed 30% of the Active Power, meaning that all of them influence that there is a payment for reactive power concept; therefore, the implementation of a capacitor bank will be necessary to reduce these values to less than 30% of the analyzed ratio.

The proposal was made to change the electrical conductor in the circuits of electric motors according to the voltage drop and current intensity, the replacement of motors with efficiency values lower than 80%, the preventive maintenance to electric motors, by means of measurements Periodic operating parameters, Maintenance to grounding of electrical panels and Verification of electrical protection devices in terms of sizing values.

Finally, the economic evaluation of the project was made, which determined a net present value of the project of S /. 485.92, the internal rate of return of 5.8% per month, the cost benefit ratio of 1.2 and the investment of S /. 2429, indicators that make the execution of the project viable.

Key words: Electric Consumption Index, Operating Costs, efficiency.

## **1.- Introducción.**

### **1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA:**

#### **Internacional**

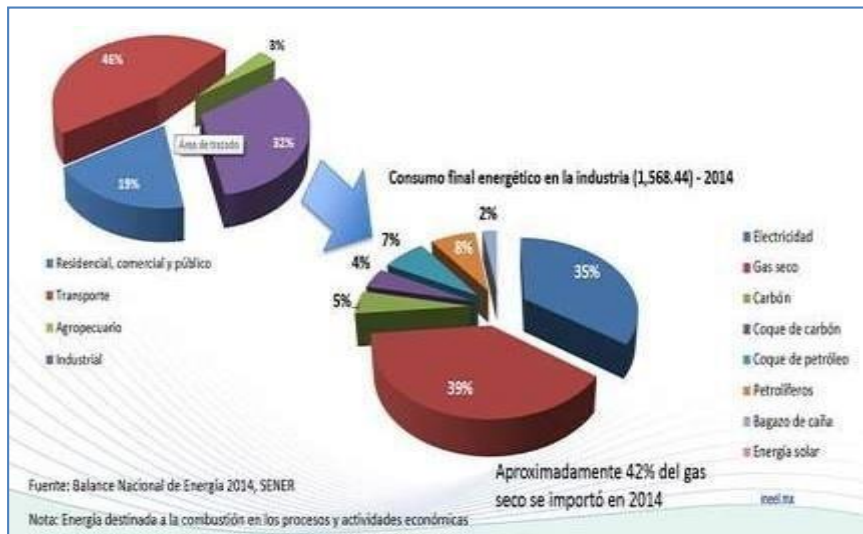
“En la China, que es el país con más producción en el mundo, los consumos de energía por cada elemento producido, cada vez son menores” (Chirinos; 2015; p.45)

En los países industriales en todo el mundo; produce y consumen energía eléctrica para la manufactura de diferentes elementos y componentes de mecanismos, el cual representa un costo operativo significativo, en algunos países que tienen políticas energéticas bien definidas, cada vez el consumo de energía debe disminuir; el índice de consumo energético. (García, 2014, p.8).

En América Latina, Brasil, México, Argentina y Chile, lideran las actividades económicas en cuanto a manufactura, todo ellos han implantado políticas energéticas a corto, mediano y largo plazo, tiene como consecuencia a disminuir los precios del consumo de las fábricas. (García, 2014, p.13).

Una de las formas de verificar que el índice de consumo energético no esté fuera de los estándares internacionales, es la que define la calidad y la eficiencia de los consumidores eléctricos de auditorías periódicas que identifiquen los consumos excesivos de energía de acuerdo a criterios técnicos y económicos; en muchos casos se ha logrado el ahorro de energía de hasta un 30%. (Energy Efficiency Watch, 2012, p.19).

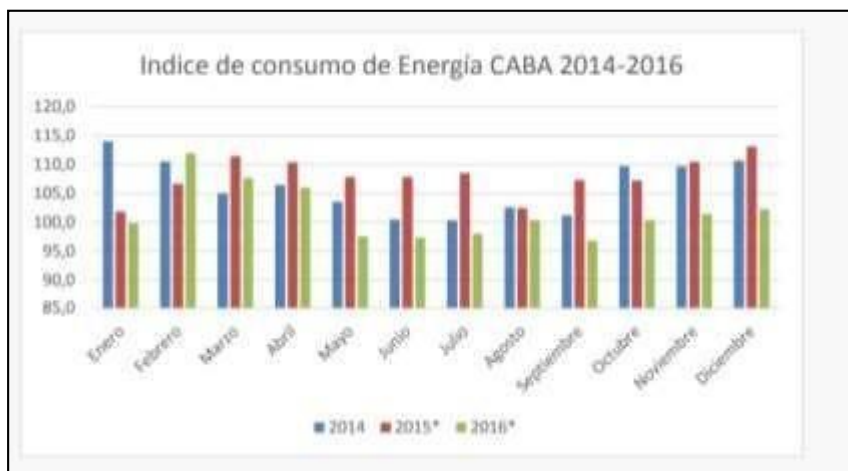
FIGURA - 1



Consumo energético en la industria - 2014

Figura – 1; se muestra los porcentajes que el sector industrial de argentina requiere, tanto en energía total como en energía eléctrica; en ella se observa que el sector industrial tiene un impacto superior a un tercio del total.

FIGURA - 2



Evolución del índice de consumo de energía eléctrica sector Industrial en Argentina

En Argentina, como se observa en la figura 2 los índices de consumo energético para el sector industrial cada vez son menores, si se comparan con el mismo mes de años anteriores, y eso se debe a que existen cada vez los mecanismos, motores, sistemas, mantenimientos, capacitación; los valores de eficiencia superan en muchos casos el 90%.

El consumo eléctrico Industrial en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires cayó hasta un 10% durante el año 2016 con respecto a los mismos períodos del año 2015. Únicamente se registró un aumento del 5% en el mes de Febrero de 2016. En el análisis por rubros de aumentó el índice de consumo eléctrico de textiles, medicamentos de uso humano y productos químicos, caucho y plástico. En el resto de los rubros se produjeron bajas en todos los casos destacándose las disminuciones en Papel e imprenta (bajas de hasta el 49%) y maquinaria equipos y automotores. ANÁLISIS DEL CONSUMO ELÉCTRICO INDUSTRIAL. CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES, 2016

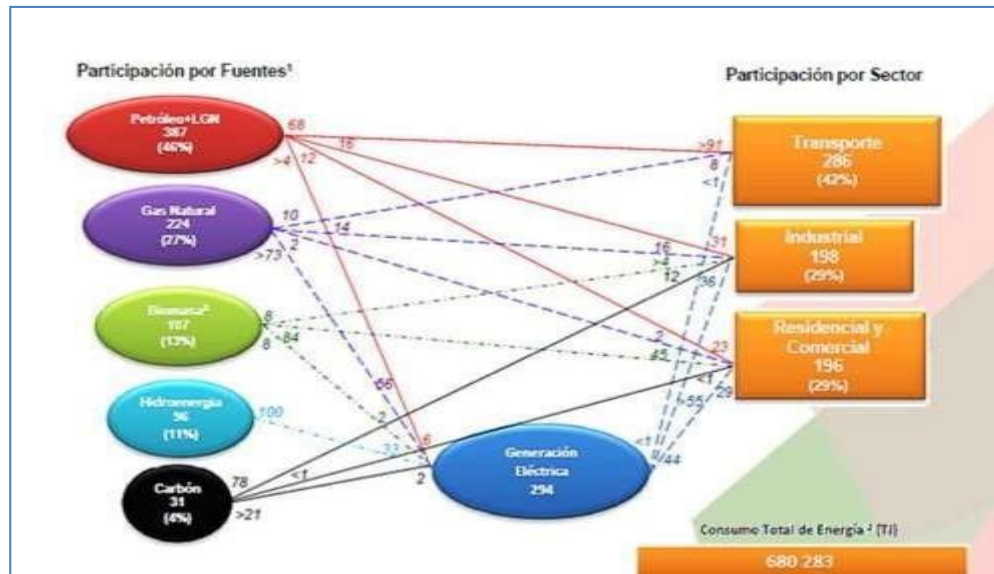
#### **Nacional.**

El Perú, un país con más crecimiento económico en Latinoamérica en los últimos años, ha adoptado por políticas energéticas, para que el crecimiento productivo, también tenga un menor impacto al medio ambiente”.

(CIES. CONSORCIO DE INVESTIGACION ECONOMICO Y SOCIAL, 2014)

FIGURA - 3

Fuente: CIES. Consorcio de Investigación económico y social

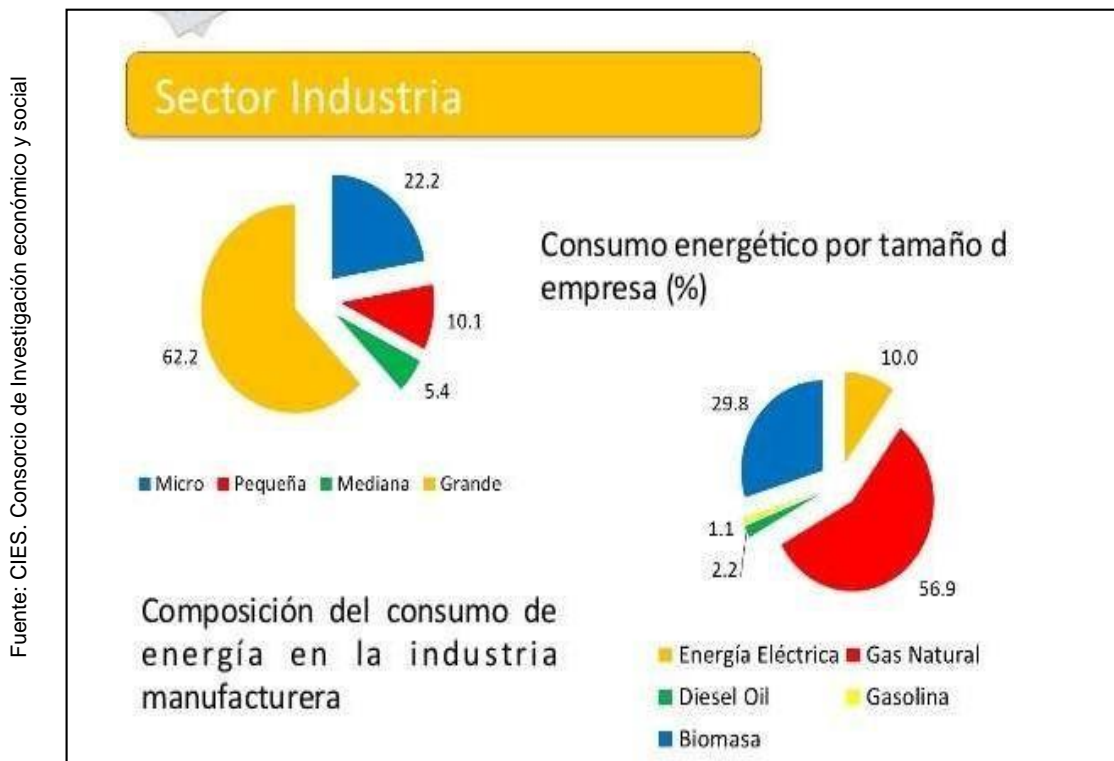


Esquema de energía en el Perú; 2014

Según la matriz energética del Perú, en el año 2014, el porcentaje de energía eléctrica que se destinó para el sector industrial fue del 36% de la generación eléctrica total, y de un 29% de la energía total; éstas cifras cada vez son mayores, como también lo es la producción, sin embargo el crecimiento productivo no lo es en la misma proporción; se estima que la energía crece a un ritmo doble que el crecimiento productivo. (CIES. Consorcio de Investigación económico y social, 2014)

Los incrementos de consumos de energía en el sector industrial, no solo se incrementan por la producción, sino que van ligados a otros factores, como son la eficiencia de los dispositivos, la eficiencia de planta, los precios internacionales, la política interna y otros factores más; por lo tanto la unión de todos éstos factores, incide de un determinado componente.

FIGURA - 4



Índice de consumo energético

**Local.**

En el Departamento de Lambayeque, el índice de consumo energético en el sector industrial, tiene valores muy por debajo a los estándares mundiales, por los altos costos de la energía de los componentes que se fabrican. El sector manufacturero en Lambayeque no está automatizado, haciendo que los trabajos tengan aún control manual, lo cual incrementa los tiempos de elaboración de los consumos de energía eléctrica.

En la figura 5 se observa el incremento del consumo de energía en los últimos meses, cada vez son mayores y se reporta los mismos niveles de producción. La empresa Tito, se dedica a la elaboración de engranajes, ejes, poleas, pines, que se utilizan para el sector automotriz, debido a los altos costos de producción.

FIGURA - 5

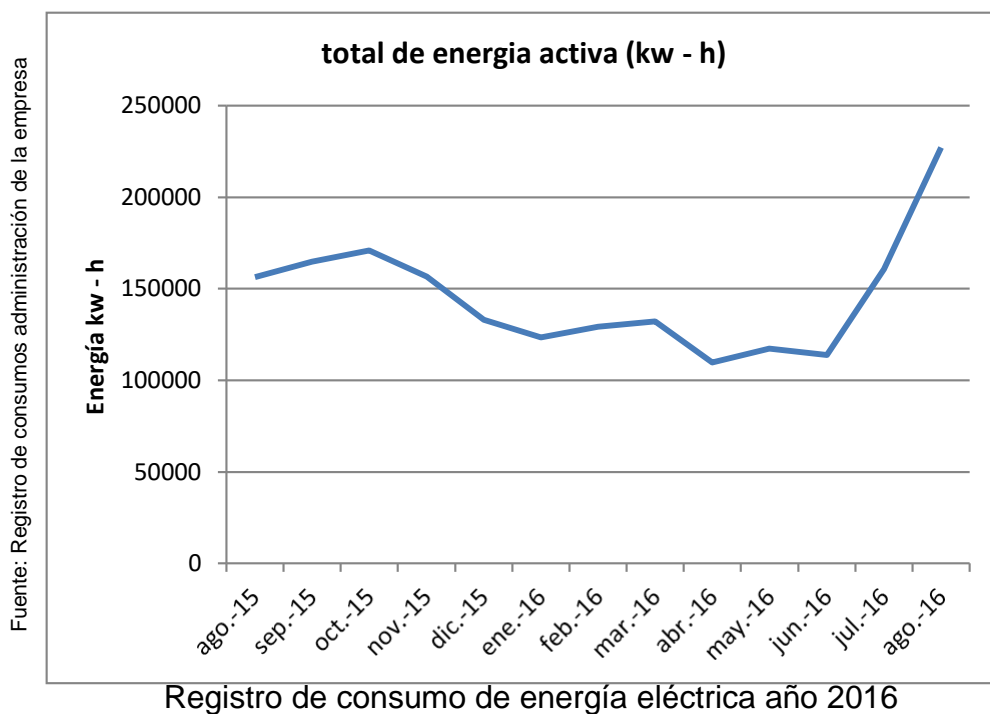


TABLA - 1

Fuente: Registro de consumos  
Administración de la empresa.

Producción Año 2016 (Número de elementos producidos)												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Engranajes Helicoidales	10	13	11	14	12	15	17	21	23	12	24	19
Engranajes de Dientes rectos	32	17	48	36	57	32	21	25	30	18	37	52
Pines	248	298	310	217	312	536	527	128	322	324	346	335
Ejes	9	3	6	4	2	8	7	3	5	3	8	11
Poleas	13	15	18	14	11	32	35	17	22	12	18	7

Registro de Producción de componentes; Empresa Tito - 2016

TABLA - 2

Fuente: Registro de consumo;  
Administración de la empresa

Producción Año 2017 (Número de elementos producidos)												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Engranajes de Dientes Rectos	35	16	50	38	60	33	45	25	31	14	35	50
Engranajes Helicoidales.	14	16	13	17	12	13	15	22	25	14	24	20
Poleas	15	16	17	15	12	34	15	18	21	10	19	4
Pines	255	305	320	215	310	534	425	125	323	325	345	320
Ejes	7	9	5	6	4	3	7	4	9	8	6	14

Número de elementos de producción en la empresa Tito - 2017



## **1.2. Trabajos previos.**

**(Talla; 2015) en su tesis de grado denominado: “AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA INDUSTRIA CERVECERA COMO ESTRATEGIA DE EXCELENCIA OPERATIVA”. UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, presenta entre sus conclusiones.**

Como estrategia se identificó una mejora para disminuir el consumo de energía, mediante una observación preventivas, y una metodología de mejorar los problemas, lo cual permitió identificar los procesos de fallas y las auditorias periódicas para realizar una excelencia operativa, fueron implementadas los sistema de refrigeración para disminuir la energía y lograr un desarrollo satisfactorios de indicador, y cuando se empezó el proyecto en Abril tenía un índice calculado de 8.4 KW/H y al finalizarlo los valores se encontraban en un promedio de 7.95 KW/H.

La investigación desarrollada permitió diseñar la implementación del procedimiento y mejorar los procesos que se evalúan en el consumo energético, como estrategia de la empresa y optimizar el ahorro de energía, en el ambiente del trabajo y en todas las áreas.

Optimizar y procesar el funcionamiento del sistema de un refrigerador, para mejorar las actividades de entradas y salidas del procesamiento, y mejorar su monitoreo, en la elaboración de la documentación para el procedimiento realizado, verificar y mejorar el indicador de los consumos y eficiencia del proceso. Su obtención de un conjunto de resultados satisfactorios que contribuyen a la formación cultural para el ahorro energético.

**(Pachamango,2015) en sus tesis denominada “EVALUACIÓN ENERGÉTICA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA REDUCIR COSTOS DE PRODUCCIÓN EN LA**

**EMPRESA CEMENTO PACASMAYO S.R.L – SEDE CAJAMARCA EN EL 2015.” UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA, resume:**

La actual tesis se trata de evaluar la energía de la Empresa Cemento Pacasmayo Cajamarca para obtener cambios operativos que disminuyen los costos de producción y mejora los procesos de producción y optimiza su productividad. Se recopila información donde se realiza mediciones en los diferentes equipos de la empresa, los principales que consumen energía eléctrica; se evalúa el estado energético de los Indicadores más relevantes en los diferentes procesos de la empresa.

Para analizar y evaluarse la situación energética se presenta algunas propuestas de mejorar elaborar los resultados, basadas en la oportunidad de ahorro de energía que se encuentran en cada sector, que conduce a la reducción de los costos energéticos. Dentro de los resultados obtenidos, se evidencia las variaciones de los indicadores energéticos, para una evaluación de 6 meses, se obtiene resultados eficientes como 0.39 kW/ Ton, así como valores ineficientes de 6.46 kW/ Ton, las evidencias de una gran oportunidad de ahorro energético y económico.

El mayor incremento en el ahorro de energía eléctrica así como en el costo de producción, se daría por el cambio en la tarifa eléctrica, en el actual se encuentra en la tarifa MT2, por lo que la propuesta sería en el cambio a MT3, sin ninguna inversión de por medio. Si es cierto el proyecto es muy específico para la Planta Cemento Pacasmayo S.R.L.; Sede Cajamarca, la metodología utilizada para encontrar la solución de los problemas, ya que involucra una serie de criterios de análisis de un proceso a cualquier proyecto que busca generar ahorros de consumo de energía.

**(Pérez, 2011) en la tesis denominada: “Indicadores de gestión enfocados al ahorro energético para la industria de beneficio de feldespato. Universidad de Ibagué, Ibagué, Colombia**

Los resultados, además de ser el primer referente para la industria de beneficio de feldespato, lo son también para los demás tipos de industria porque muestran la manera como puede establecerse un sistema de información de este tipo en la práctica.

La potencialidad del conjunto de indicadores definidos se manifestará en la medida en que se empleen para monitorear los procesos y se vayan ajustando a la realidad de los mismos. Para su implementación se deben estratificar los índices de consumo, indicadores base 100 e índices de tendencia a las áreas y equipos mayores consumidores, estableciendo el sistema de análisis, registro, monitoreo y control respectivo; e identificando los recursos humanos de dichas áreas para capacitarlos en medidas de operación, mantenimiento, coordinación, registros y evaluación para elevar la eficiencia energética de su área o equipo.

En la práctica se deben encontrar las causas que provocan comportamientos anormales de la producción y los consumos de electricidad y gas natural respecto de su comportamiento histórico, ya que pueden constituir potenciales para el incremento de la eficiencia de la planta.

### **1.3. Teoría relacionados a los temas**

#### **1.3.1. Índices de Eficiencia Energético.**

El índice energético es una herramienta importante para analizar en las actividades económica y humana del consumo de energía en la interacción de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Estos indicadores muestran a quienes formulan las políticas dónde se efectúan en disminuir la energía. Además de realizar una información del consumo histórico de energía, también pueden ser utilizados en la modelización de la demanda futura de energía.

Uno de los aspectos más importantes de las políticas energéticas es mejorar la eficiencia energética han sido causantes de los cambios de potencia intensa y la terminación en los distintos territorios.

Para enterarse el impacto es obligatorio en los cambios de altitud en el trabajo, elaboración económica y distintos aspectos exógenos que intervienen en la demanda de la electricidad, de los cambios de magnitud intensa. Esto se logra empleando un método para cuantificar los impactos y los elementos propios de cambio en el volumen de esfuerzo, en el consumo final de energía, en cada sector y en cada estado.

FIGURA - 6



Pirámide de los Indicadores de Eficiencias Energético

### 1.3.2. Consumo específico de energía.

Se mide en (unidades de energía) / (unidad de producción). Por ejemplo: [GJ / BOE], [GJ / tonelada], [GJ / tonelada FOE] o [Kw/h/litro]. El consumo específico es característico de la tecnología de producción (no depende de los volúmenes de fabricación): independientemente de cuanto más o menos produzca la instalación, el específico no varía. Sólo lo haría en caso que las instalaciones perdiesen o ganasen eficiencia por modificación en las condiciones de operación o de mantenimiento, así como en caso de cambio de las tecnologías de proceso por otras de mayor o menor eficiencia. (Índices de Consumo en la Industria, 2015, p.8).

No existe ni puede existir nada capaz de hacer desaparecer la energía donde se observa el exceso de energía que varía, siempre esto es posible aportar dicha transformación a un intercambio de potencia con alguien otro cuerpo o con el medio circundante. La energía es la capacidad de los cuerpos o sistemas de cuerpos para efectuar un trabajo. Todo sistema que pasa de un estado a otro produce fenómenos físicos o químicos que no son más que manifestaciones de alguna transformación de la energía, pues esta puede presentarse en diferentes formas: cinética, potencial, eléctrica, mecánica, química. (ECURED, 2016, p.4).

### 1.3.3. Cálculos Eléctricos.

#### Análisis de potencia por prototipo de Carga

#### Potencia De Una Reactancia Inductivo

$$Q_L = X_L * I_L^2 = \frac{U^2}{X_L}$$

Dónde:

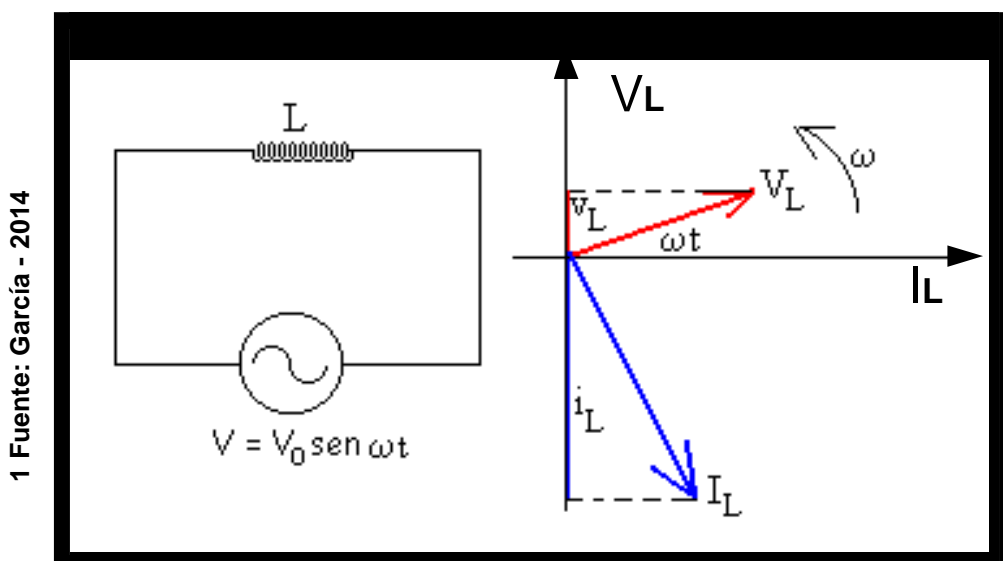
QL: Potencia Reactiva en KVAR

XL: Reactancia Inductiva

I: Intensidad de corriente eléctrica.

U: Tensión Nominal.

FIGURA - 7



Comportamiento en un circuito inductivo

## Circuito capacitivo puro.

$$C \text{ arg a almacenada en un condensador} = Q = C * U$$

Dónde:

Q: Carga eléctrica, en Coulomb.

C: Capacitancia, en Faradios.

U: Tensión eléctrica

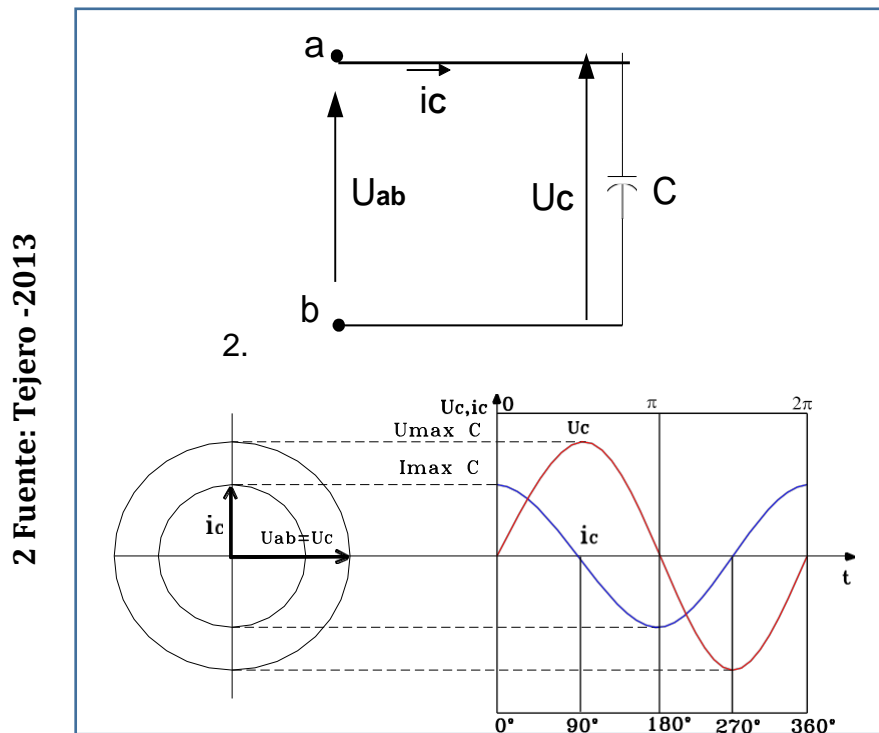
Si en vez de una tensión continua, se le aplica al condensador una tensión alterna senoidal será preciso una variación de la misma ( $du$ ) para producir una variación de la carga  $dq = i * dt$ , en un tiempo infinitesimal ( $dt$ ).

$$Dq = i * dt = c * du$$

Si despejamos la intensidad

$$i = c * \frac{du}{dt}$$

FIGURA - 8



Comportamiento en un circuito capacitivo

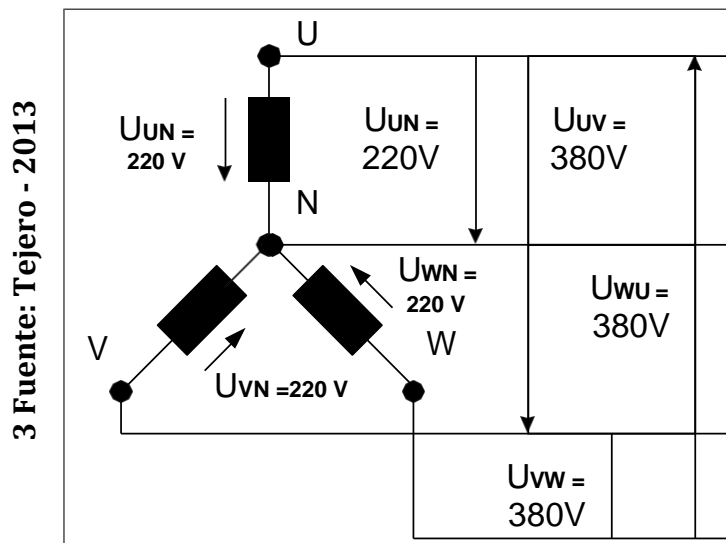
### Sistema de tensión trifásico:

“Cada una de las tensiones de línea (tensiones entre fase y fase) es la suma (geométrica) de dos tensiones de fase (tensiones en los devanados). Su valor (380 V) es mayor que la este último” (García, 2014, p.7).

Podemos obtener el factor de aumento dividiendo la tensión de línea por la tensión de fase.

$$\frac{U_{UV}}{U_{UN}} = \frac{380 \text{ V}}{220 \text{ V}} = 1.73$$

Figura 9



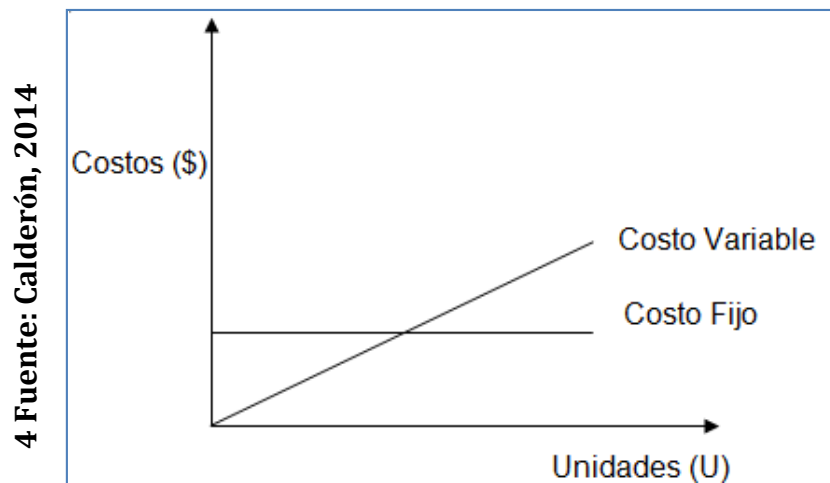
- **Costos Operativos.**

Para una empresa comercial, los costos de operación se dividen en dos grandes categorías:

- **Costos fijos:** Son los mismos si la operación está cerrada o funcionando a 100% de capacidad. Los costos fijos incluyen elementos tales como el alquiler del edificio. Estos generalmente tienen que pagar, independientemente de en qué estado se encuentra el negocio.

- **Costos variables:** Son aquellos que puede aumentar en función de si una mayor producción se hace, y cómo se hace (que producen 100 elementos de producto puede requerir 10 días de tiempo normal o tomar de 7 días si se utiliza de horas extras. Se puede ser más o menos costoso utilizar la producción de las horas extraordinarias en función de si la producción más rápido significa que el producto puede ser más rentable). Los costos variables incluyen los gastos generales indirectos tales como servicios de telefonía celular, computadoras, tarjeta de crédito procesamiento, uso eléctrico, Express Mail, Suministros Limpieza, MRO, productos de oficina, servicios de nómina, Telecom, uniformes, servicios públicos o de eliminación de desechos, etc.

**FIGURA - 10**



Gráfica Costos fijos y variables vs Producción

#### 1.4. Formulación del problema.

¿Cómo optimizar para disminuir los costos operativos?

#### 1.5. Justificación del estudio.

##### Justificación económica.

Porque existiría menor facturación y habrá mayores utilidades, se analiza cómo influyen éstos en los costos de operación para la fabricación de mecanismos. Los costos de la energía eléctrica, varían de acuerdo a un



ritmo de consumo, por lo tanto es importante definir los tiempos de consumo; optimizar el índice de consumo energético permitirá conocer el valor dentro de un rango de la cantidad de energía por cada elemento a fabricar.

### **Justificación tecnológica.**

Porque existen mecanismos cada vez más eficientes que logran el mismo objetivo con la menor cantidad de energía; es decir para la fabricación de un elemento que produce la empresa, las máquinas herramientas consumen una cantidad de energía de acuerdo a la carga que utiliza como a los tiempos de funcionamiento. La eficiencia se establece como la relación entre la energía que puede entregar el dispositivo entre la energía que consume. Para ello se debe determinar si las máquinas están dimensionadas para el trabajo que realizan, y si trabajan a un porcentaje de plena carga, verificando los niveles de eficiencia en las que operan.

### **Justificación Ambiental.**

A mayor consumo de energía eléctrica, es probable que los niveles de contaminación se incrementen; la probabilidad radica en que las fuentes de la generación eléctrica puede ser térmica o hidráulica, de ser térmica, entonces es proporcional el aumento de emisiones de gases al incrementarse el consumo de energía; por lo tanto el presente trabajo de investigación se justifica ambientalmente, porque busca reducir los índices de consumo energético.

Así mismo, los procesos de fabricación serán óptimos cuando los tiempos de producción sean los óptimos; y el parámetro tiempo es el que determina de alguna manera la cantidad de energía que se consume.

### **Justificación Social.**

Porque que al tener menor índice de consumo energético en las empresas de producción, las empresas incrementan la productividad, haciendo que las utilidades sea cada vez mayores, y también alcance hacia los trabajadores de la empresa.

También se justifica socialmente debido a que al tener menor consumo de energía eléctrica, el sistema interconectado nacional tendrá mayor cantidad de energía para ofertar hacia nuevos usuarios, incrementando el coeficiente de electrificación nacional.

### **1.6. Hipótesis.**

La optimización del índice de Consumo Energético, determinara la disminución de los Costos Operativos de la Empresa Tito.

### **1.7. Objetivos.**

#### **General.**

Optimizar el índice de consumo energético para disminuir costos operativos de la empresa Tito.

#### **Específicos.**

- Realizar un diagnóstico de la situación actual; que relacione el consumo de energía de cada máquina con la capacidad de producción para determinar el índice de consumo energético actual.
- Determinar los parámetros de funcionamiento de cada mecanismo, factor de potencia, caída de tensión, intensidad de corriente, potencia activa y potencia reactiva.
- Proponer modificaciones a los equipos y maquina con tendencia a funcionamiento dentro de un rango de eficiencia admisible, estableciendo un nuevo índice de consumo energético.
- Realizar una evaluación de la rentabilidad de la propuesta, utilizando indicadores, tales como tasa interna de retorno, valor actual neto y la relación beneficio / Costo.

## 2. - Método.

### 2.1 Diseño de investigación

**Tipo descriptivo:** Es un método científico que implica observar y describir de variables y antecedentes en el comportamiento de un Sujeto sin influir sobre el de ninguna manera .Ejemplo de una fórmula:

Donde:

$$M1 = \frac{T1 * T2}{O. P. ER}$$

M1: Es las muestra que se está observando....

O: Es la observación a desarrollar en la muestra.

P: Es la propuesta realizar.

T1: Es el tiempo de Medición de la observación.

T2: Es el tiempo de proyección Del hipotético.

ER: Son los resultados estimados.

### 2.2 Variables, Operacionalizacion

- **Variable Independiente:**  
Optimización del Índice de consumo Energético.
- **Variable Dependiente :**  
Costos Operativos De La Empresa Tito.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	INSTRUMENTOS	Escala de Medición
<b>Variable Independiente</b> <b>Optimización del índice de consumo Energético</b>	El proyecto es un proceso que consiste en cuantificar y cualificar técnica y económicamente todos los parámetros involucrados en los consumos de energía eléctrica.	Los consumos se mide por cada elemento producido, y la optimización de los consumos se realiza si se automatiza los mecanismos	Consumo de energía.	Máxima demanda.  Energía Consumida  Eficiencia  Producción	.Guía de Observación	Kilowatt.  Kilowatt hora Porcentaje.  Nuevos Soles.
<b>Variable Dependiente :</b> <b>Costos Operativos De La Empresa Tito.</b>	Son aquellos <b>costos</b> en que incurre una empresa para su operación cotidiana y se refiere a sueldos y salarios, licitaciones, proveedores, concesiones y licencias para la prestación, aprovechamiento y explotación de los bienes y servicios públicos, gastos de representación e inventarios de los bienes muebles e inmuebles.	La variación de los costos operativos influyen significativamente en el producto final, haciendo que la rentabilidad sea mayor o menos; ésta variable es medida hasta que el producto es vendido por la empresa.	Costos Fijos  Costos Variables	Salarios  Alquiler  Energía Eléctrica.  Mantenimiento	Guía de Observación	Hora hombre Nuevos Soles Kilowatt – Hora

### 2.3 Población y muestra:

#### Población:

N°	LISTA DE MAQUINAS Y EQUIPOS	POTENCIA PLACA(KW)	TENSION ( VOLTIOS)
1	Cepillo	5	380
2	Máquina de soldar	4.5	380
3	Fresadora	4.5	380
4	Torno Famesa	4.2	380
5	Taladro Domotec de columna	3.5	380
6	Amoladora	3.3	380
7	Bomba de agua	3	380
8	Aserradora	2.5	380
9	Torno Horrinson	2.5	380
10	Esmeril de mano marca makita	1.2	220
11	Esmeril ( Baidos)	0.746	220
12	Taladro a mano ( Bosch)	0.746	220
	Total	35.692	

#### Muestra:

Igual a la población.

### 2.4 Registros e instrumentos de información de datos

Se emplearán los guías de análisis de documento.

TÉCNICA	USO	INSTRUMENTO
Revisión documentaria	Se revisarán los registros de consumo de energía, así como también la información de la producción.	Guía de análisis de documento

### **2.4.1. Instrumento de recaudación de datos**

- Guías de observación:
- Guía de análisis de documento:

### **2.4.2. Validez y confiabilidad**

- **Validez:** es confiable mis fichas de validación de instrumento de Recolección de datos por Ingenieros
- **Confiabilidad:** mi información se detalla de mis instrumentos de Recolección de datos.

## **2.5 Métodos de análisis de datos**

## **2.6 Aspectos éticos.**

El investigador tiene la obligación de poner fuentes confiables de información y ser responsable con la toma de decisiones para que éstas sean consistentes con la seguridad, salud, medio ambiente y favorable para la población, ser leal y positivo al crear resultados o estimaciones resultantes de la investigación.

### **3.- Resultados.**

**3.1 Realizar un diagnóstico de la situación actual; que relacione el consumo de energía de cada máquina con la capacidad de producción para determinar el índice de consumo energético actual.**

#### **3.1.1. Cálculo del índice de consumo energético.**

El índice de consumo energético es la relación entre la energía consumida entre la producción. Este indicador muestra la eficiencia de la producción por parte de la maquinaria existente en la empresa, la cual registra un incremento constante del consumo de energía activa.

$$\text{ICE} = \text{Energía Consumida} / \text{N}^\circ \text{ Piezas producidas}$$

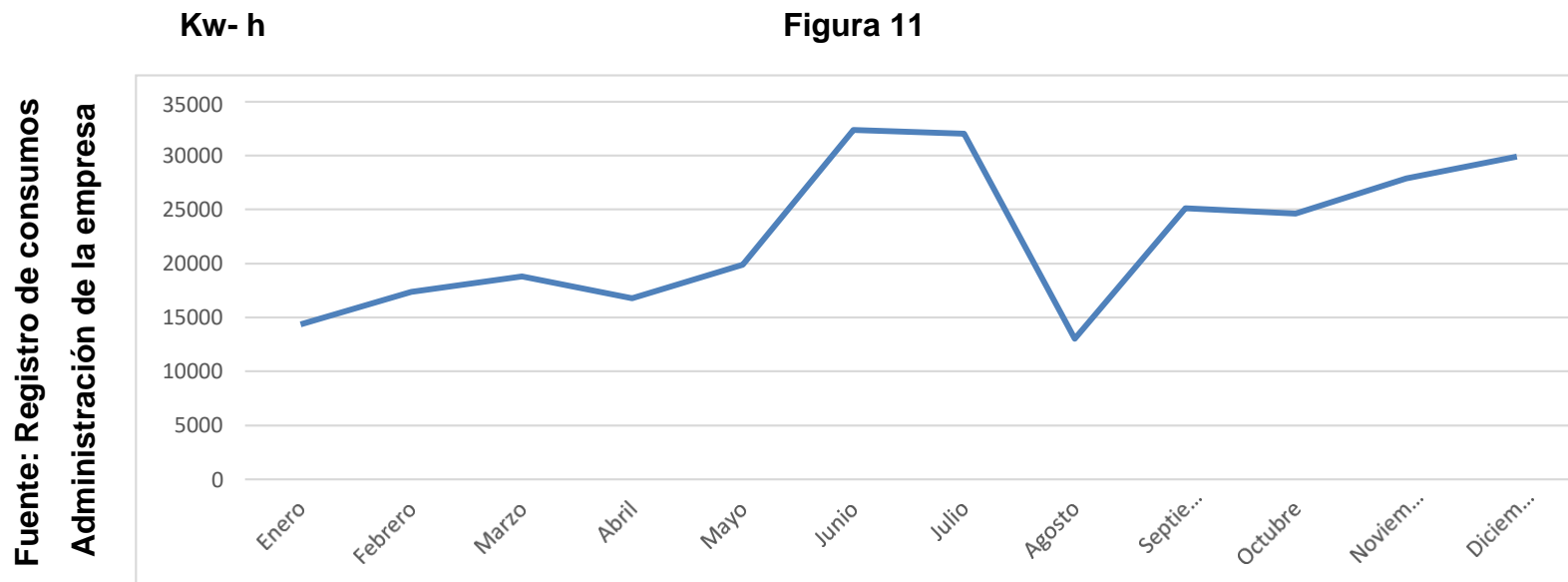
El índice de consumo energético de la planta se realiza por cada mes de producción, notando que existe variabilidad en éste índice, siendo entre las razones:

- a) Falta de Mantenimiento a los equipos.
- b) Incremento del tiempo de la producción.
- c) Dificultad de fabricación de piezas nuevas.
- d) Automatización del proceso productivo.
- e) Planificación inadecuada de la producción.

**TABLA - 3**

MES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Energía activa kw-h	14323	17345	18763	16767	19878	32343	31989	12987	25098	24598	27876	29878

**Consumo de energía eléctrica (kW-h)**



**Evolución del consumo de energía activa en el año 2016 (KW-h)**



TABLA - 4

	Producción Año 2016 (Número de elementos producidos)											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Enganajes de Dientes Rectos	31	13	44	35	57	34	45	22	33	11	32	46
Enganajes Helicoidales.	13	16	14	16	17	12	14	22	25	14	25	19
Poleas	15	14	13	16	11	34	15	18	19	12	17	2
Pines	252	301	323	211	303	533	431	129	324	322	344	325
Ejes	4	7		6	8	5	4	9	5	9	6	14

En la tabla 4 se muestra el registro de la producción de piezas por cada mes, en la cual se puede apreciar que en los meses de Julio y Agosto se ha incrementado la producción, sin embargo para la evaluación del presente proyecto de investigación, el análisis se realiza en función al tiempo que se emplea cada mes en la fabricación de cada uno de las piezas. En la tabla 5 se muestra los tiempos promedios de elaboración de una pieza, dicha información se obtuvo haciendo una inspección en el lugar, en donde los operarios son especialistas en dicha materia, y los tiempos son los correctos, debido a que ellos cobran por el número de piezas fabricadas, con lo cual mientras más piezas fabriquen tendrán mayores ingresos económicos.

**TABLA - 5**

Fuente: Observación directa

N°	Item	Tiempo (Horas)
1	Enganajes de Dientes Rectos	0.8
2	Enganajes Helicoidales.	0.6
3	Poleas	1.2
4	Pines	0.6
5	Ejes	1.4

**Tiempo promedios para elaboración de cada pieza**

Para determinar el tiempo que se emplea cada mes para la elaboración de las piezas, se multiplica el tiempo que se emplea por cada pieza por el número de piezas fabricadas en dicho mes

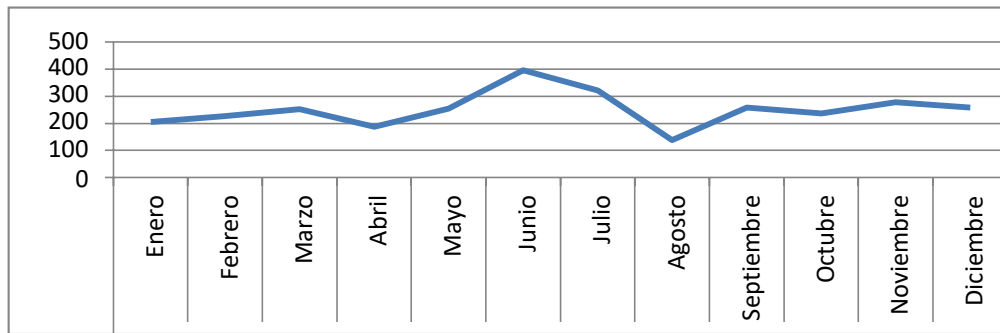
**TABLA - 6**

Fuente: Autoría

Items	Tiempo empleado en la producción de elementos (Horas)											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Enganajes de Dientes Rectos	24	11.2	36	27.2	44.8	25.6	34.4	16.8	25.6	9.6	27.2	36
Enganajes Helicoidales.	7.2	9	7.2	9	9	7.8	7.8	12.6	14.4	7.8	13.8	10.8
Poleas	16.8	18	16.8	18	12	38.4	16.8	20.4	21.6	13.2	21.6	1.2
Pines	150	180	192	126	180	319.2	258	76.8	192.6	193.8	205.8	193.8
Ejes	7	8.4	0	7	8.4	5.6	4.2	11.2	4.2	11.2	9.8	16.8
<b>Total (Horas al mes)</b>	<b>205</b>	<b>227</b>	<b>252</b>	<b>187</b>	<b>254</b>	<b>397</b>	<b>321</b>	<b>138</b>	<b>258</b>	<b>236</b>	<b>278</b>	<b>259</b>

**FIGURA - 12**

Fuente: Elaboración propia



En la Empresa se tiene la siguiente distribución de cargas eléctricas:

**TABLA - 7**

Fuente: Autoría propia

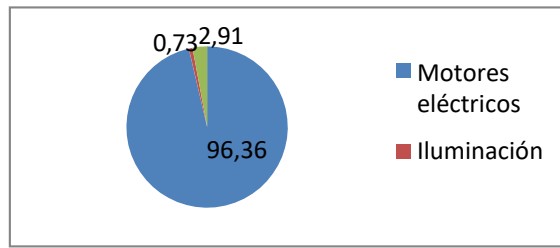
1	N°	Cargas Eléctricas	Potencia (KW)	%
	1	Motores eléctricos	39.692	96.36
	2	Iluminación	0.3	0.73
	3	Equipos de Cómputo	1.2	2.91
		<b>Total</b>	<b>41.192</b>	<b>100.00</b>

Potencia Instalada en empresa de producción

De la tabla 7 se puede determinar que los motores eléctricos representan al 96,36% de la potencia instalada en la empresa de producción, ello quiere decir que una evaluación en estos mecanismos sería significativo para el ahorro de energía.

Fuente: Autoría propia

**FIGURA - 13**



Porcentaje de las cargas instaladas

Para el análisis solo se realiza la evaluación en los motores eléctricos.

Cálculo del índice de consumo energético actual.

El índice de consumo energético se determina entre el consumo de energía en cada vez entre los tiempos empleado cada mes, dicho valor se calcula en la tabla 8.

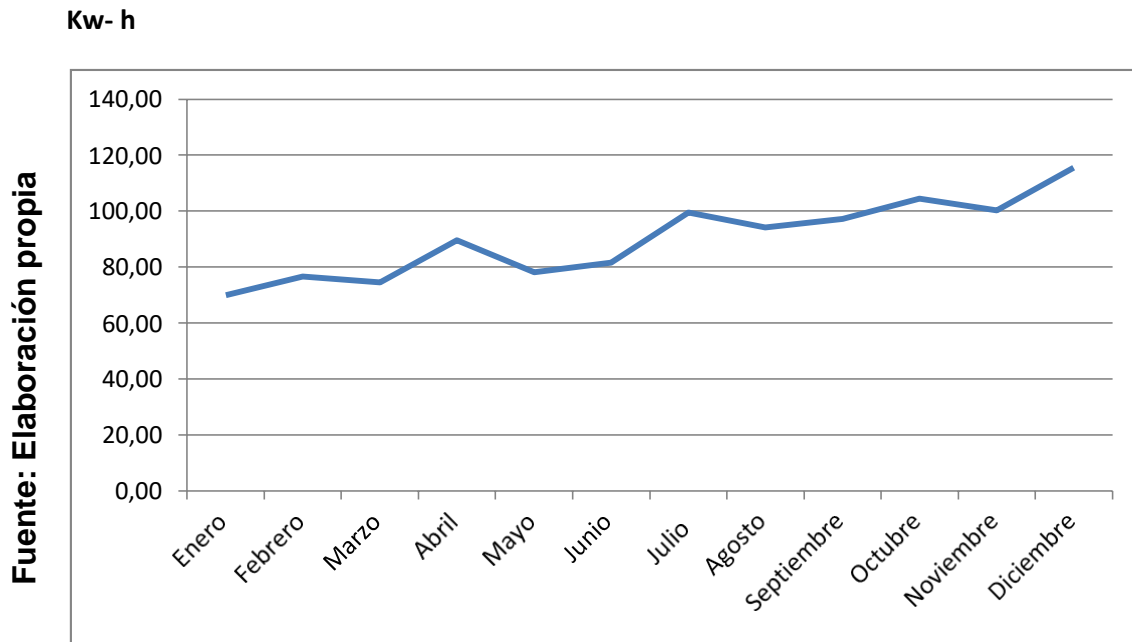
**TABLA - 8**

índice de Consumo energético (I.C.E)												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Consumo de energía (KW-H)	14,323	17,345	18,763	16,767	19,878	32,343	31,989	12,987	25,098	24,598	27,876	29,878
Tiempo empleado en el mes (Horas)	205	226.6	252	187.2	254.2	396.6	321.2	137.8	258.4	235.6	278.2	258.6
I.C.E.	69.87	76.54	74.46	89.57	78.20	81.55	99.59	94.25	97.13	104.41	100.20	115.54

Fuente: Registro de consumos  
Administración de la empresa

**Índice de consumo energético por mes del 2016**

**FIGURA - 14**



Evolución del índice de consumo energético por mes del 2016 (KW-h/hora producción)

En la figura 14, se aprecia la Evolución del índice de consumo energético, el cual tiene tendencia a incrementarse cada mes, ésta es la realidad observada en la producción y que se refleja en los Costos operativos; el incremento de éste indicador tiene causas técnicas, siendo entre las causas técnicas la baja eficiencia de cada equipo y ausencia de un plan de Mantenimiento, solo se limita al cambio de lubricante. Por lo tanto el análisis se realizará en cada equipo de la planta para identificar y plantear modificaciones en los mecanismos de los sistemas, a fin de incrementar la eficiencia.

3.2 Determinar los parámetros de funcionamiento de cada mecanismo, factor de potencia, caída de tensión, intensidad de corriente, potencia activa y potencia reactiva.

3.2.1. Inventario de Mayores Consumidores Eléctricos.

**TABLA - 9**

N°	Motor Eléctrico de	Potencia (KW)
1	Cepillo	5
2	Máquina de Soldar	4.5
3	Fresadora	4.5
4	Torno Famesa	4.2
5	Taladro Domotec de Columna	3.5
6	Amoladora	3.3
7	Bomba de agua	3
8	Aserradora	2.5
9	Torno Horrison	2.5
10	Esmeril de mano marca Makita	1.2
11	Esmeril (Baidos)	0.746
12	Taladro a mano (Bosch)	0.746
	Total	35.692

Inventario de Motores eléctricos de mayor potencia

Se realizaron las mediciones los parámetros de los motores eléctricos que accionan las máquinas herramientas que se tiene en la empresa, en la cual se observa que existe una diferencia entre la potencia activa medida y la potencia activa impresa en la placa de los motores para los diferentes procesos.

Para la toma de las mediciones, se utilizó una pinza amperimétrica, y se sometió cada motor a su máxima carga, y se registró el promedio de las 3 lecturas; así mismo se ha verificado los niveles de tensión en cada fase de los motores, para ver su valor y el desequilibrio de las cargas.

**IGURA - 15**

Fuente: Laboratorio del taller PROCOMISAC



Instrumentos para la toma de medidas

### **Protocolo de toma de mediciones.**

#### **Para tomar el protocolo de mediciones son:**

- a) Limpieza exterior del motor eléctrico, para eliminar las incrustaciones de polvo y otros.
- b) Medir la continuidad de los bobinados del inducido y del inductor del motor eléctrico, para verificar si existen circuitos abiertos.
- c) Dar arranque al motor eléctrico trifásico, e incrementar la carga paulatinamente.
- d) Medir la tensión eléctrica entre las fases y la tensión eléctrica en las líneas del motor eléctrico, utilizando un voltímetro digital.
- e) Utilizar la pinza amperimétrica, para registrar el valor de la corriente en amperios en cada línea que ingresa al motor eléctrico.
- f) Conectar el cosfímetro para la determinación del factor de potencia de cada motor.
- g) Tomar la medida cuando el motor alcance
- h) su máxima carga.

**TABLA - 10**

N°	Motor Eléctrico de	Potencia de Placa(KW)	Trifásico /Monofásico	Mediciones realizadas		
				Tension Medida ( Voltios)	Factor de Potencia	Intensidad máxima de corriente medida a plena carga (Amperios)
1	Cepillo	5	Trifásico	380	0.87	6.87
2	Máquina de Soldar	4.5	Trifásico	378	0.88	6.34
3	Fresadora	4.5	Trifásico	380	0.84	6.36
4	Torno Famesa	4.2	Trifásico	376	0.87	5.98
5	Taladro Domotec de Columna	3.5	Trifásico	380	0.83	4.76
6	Amoladora	3.3	Trifásico	375	0.85	4.65
7	Bomba de agua	3	Trifásico	380	0.91	4.21
8	Aserradora	2.5	Trifásico	378	0.89	3.98
9	Torno Horrison	2.5	Trifásico	380	0.86	3.21
10	Esmeril de mano marca Makita	1.2	Monofásico	215	0.91	5.21
11	Esmeril (Baidos)	0.746	Monofásico	214	0.91	3.21
12	Taladro a mano (Bosch)	0.746	Monofásico	217	0.92	3.04
	Total	35.692				

Mediciones realizadas en Motores Eléctricos

Fuente: Autoría Propia



Los valores de intensidad de corriente eléctrica (Amperios) medidos, son valores a plena carga del motor eléctrico; por lo cual éste valor será comparado con el valor de máxima intensidad nominal que se determina mediante la ecuación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\phi}$$

Dónde:

I: Intensidad Nominal (Amperios).

P: Potencia Instalada (Watt).

U: Tensión Nominal, en voltios.

$\cos\phi$ : Factor de potencia de placa.

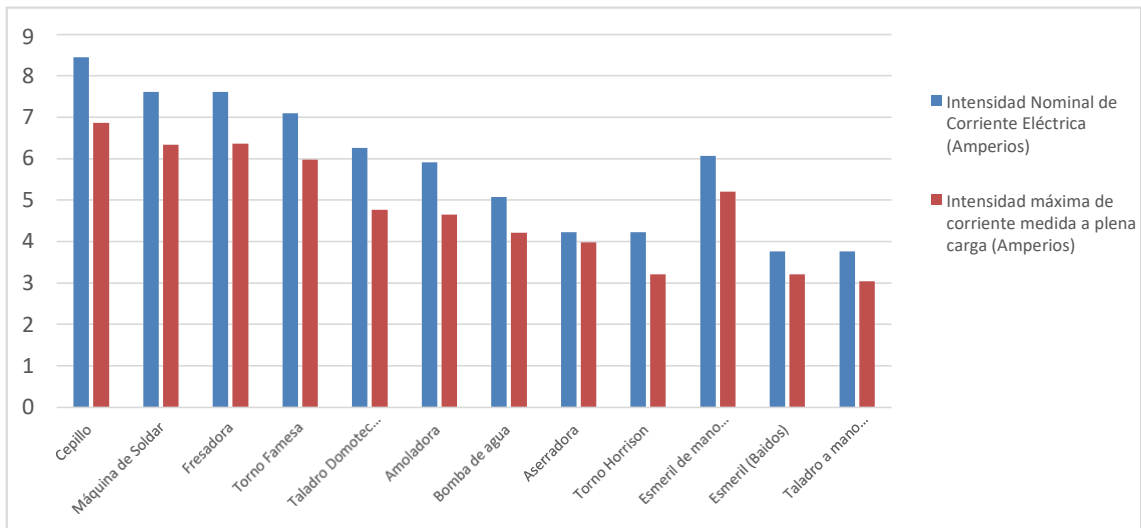
En la tabla 6 se realiza el cálculo de la corriente nominal y su comparación con la corriente medida en cada uno de los consumidores eléctricos de la planta.

**TABLA - 11**

N°	Motor Eléctrico de	Valores Nominales				Valores Medidos		
		Potencia de Placa(KW)	Tensión (Voltios)	Factor de potencia	Intensidad Nominal de Corriente Eléctrica (Amperios)	Tensión Medida	Factor de Potencia	Intensidad máxima de corriente medida a plena carga (Amperios)
1	Cepillo	5	380	0.9	8.45	380	0.87	6.87
2	Máquina de Soldar	4.5	380	0.9	7.60	378	0.88	6.34
3	Fresadora	4.5	380	0.9	7.60	380	0.84	6.36
4	Torno Famesa	4.2	380	0.9	7.09	376	0.87	5.98
5	Taladro Domotec de Columna	3.5	380	0.85	6.26	380	0.83	4.76
6	Amoladora	3.3	380	0.85	5.90	375	0.85	4.65
7	Bomba de agua	3	380	0.9	5.07	380	0.91	4.21
8	Aserradora	2.5	380	0.9	4.22	378	0.89	3.98
9	Torno Horrison	2.5	380	0.9	4.22	380	0.86	3.21
10	Esmeril de mano marca Makita	1.2	220	0.9	6.06	215	0.91	5.21
11	Esmeril (Baidos)	0.746	220	0.9	3.76	214	0.91	3.21
12	Taladro a mano (Bosch)	0.746	220	0.9	3.76	217	0.92	3.04
	Total	35.692						

Comparaciones de Parámetros eléctricos nominales y medidos

**FIGURA - 16**



**Comparación entre Intensidad de corriente nominal y corriente medida**

En la figura 16, se puede apreciar la diferencia entre la corriente nominal y la corriente medida a plena carga, en la cual siempre existe una variación entre ellas, dicha variación, se debe a: la disminución de la tensión de alimentación por mal dimensionamiento de conductores eléctricos, factor de potencia, deslizamiento en las rpm del motor, desgaste de componentes, variación de la resistencia del bobinado de los motores eléctricos entre otros.

Se realiza una comparación porcentual entre las mediciones de intensidad de corriente eléctrica, y se establece que motores eléctricos están por debajo de un valor aceptable de funcionalidad.

**TABLA - 12**

		Valores Nominales	Valores Medidos	Relación: Intensidad a plena carga Medida / Intensidad Nominal (en%)
N°	Motor Eléctrico de	Intensidad Nominal de Corriente Eléctrica (Amperios)	Intensidad máxima de corriente medida a plena carga (Amperios)	
1	Cepillo	8.45	6.87	81.2
2	Máquina de Soldar	7.60	6.34	83.3
3	Fresadora	7.60	6.36	83.6
4	Torno Famesa	7.09	5.98	84.2
5	Taladro Domotec de Columna	6.26	4.76	75.9
6	Amoladora	5.90	4.65	78.7
7	Bomba de agua	5.07	4.21	83.0
8	Aserradora	4.22	3.98	94.1
9	Torno Horrison	4.22	3.21	75.9
10	Esmeril de mano marca Makita	6.06	5.21	85.9
11	Esmeril (Baidos)	3.76	3.21	85.1
12	Taladro a mano (Bosch)	3.76	3.04	80.6

Relación Intensidad a plena carga medida / Intensidad Nominal en %

En la tabla 12 se puede apreciar que el valor máximo de la relación es de 94.192% y el valor mínimo de 75.969 %; sólo siendo el motor eléctrico de la máquina aserradora la que tiene mayor la relación, superior al 90%, los demás motores tienen relaciones que están por debajo de valores aceptables, si son comparados en términos de eficiencia.

Para motores eléctricos, se considera de eficiencia aceptable, valores superiores al 85%, que en éste análisis solo dos motores superan éste valor y son los esmeriles, el resto de motores tienen valores inferiores al 85%.

**TABLA -13**

	Motor Eléctrico de	Valores Medidos			
		Tensión Medida	Factor de Potencia	Intensidad máxima de Corrientes Medida a plena carga (Amperios)	Potencia Reactiva (VAR)
1	Cepillo	380	0.87	6.87	2226.79
2	Máquina de Soldar	378	0.88	6.34	1969.23
3	Fresadora	380	0.84	6.36	2268.59
4	Torno Famesa	376	0.87	5.98	1917.91
5	Taladro Domotec de Columna	380	0.83	4.76	1745.37
6	Amoladora	375	0.85	4.65	1589.14
7	Bomba de agua	380	0.91	4.21	1147.49
8	Aserradora	378	0.89	3.98	1186.72
9	Torno Horrison	380	0.86	3.21	1076.85
10	Esmeril de mano marca Makita	215	0.91	5.21	464.42
11	Esmeril (Baidos)	214	0.91	3.21	284.81
12	Taladro a mano (Bosch)	217	0.92	3.04	258.54
	<b>TOTAL</b>				

Potencia reactiva de cada motor Eléctrico

La potencia reactiva para un motor Trifásico se determina:

$$Q = \sqrt{3} * V * I * Sen\emptyset$$

Donde:

Q: Potencia Reactiva en VAR.

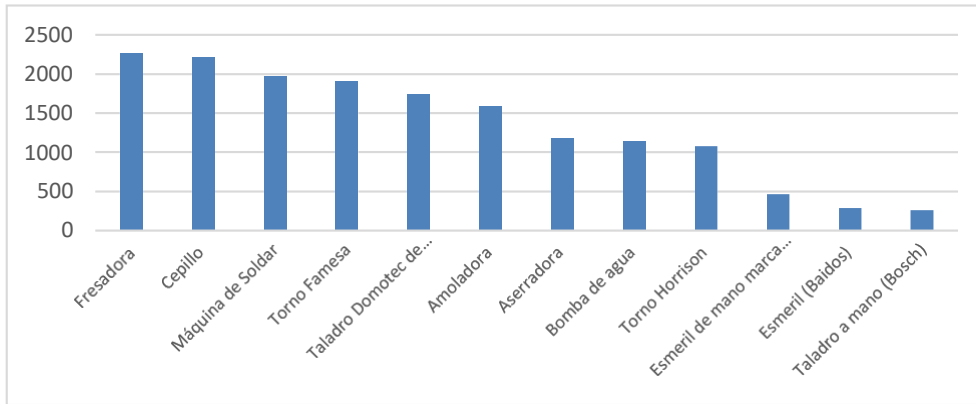
V: Tensión Medida, en Voltios.

I: Intensidad de corriente eléctrica Medida, en Amperios.

$\emptyset$ : Angulo de Potencia.

Para sistemas monofásicos la ecuación de la potencia reactiva en un motor Eléctrico es:

$$Q = V * I * Sen\emptyset$$

**FIGURA - 17****Valor de la Potencia Reactiva de los motores eléctricos**

Se observa que el valor de la potencia reactiva en los motores es significativo, y si es comparada con la potencia activa por cada mecanismo se tiene:

**TABLA -14**

N°	Motor Eléctrico de	Valores Calculados		
		Potencia Reactiva (VAR)	Potencia Activa (Watt)	Potencia Reactiva/Potencia Activa
1	Cepillo	2226.79	3929.21406	0.56672657
2	Máquina de Soldar	1969.23	3648.46205	0.53974249
3	Fresadora	2268.59	3512.09376	0.64593663
4	Torno Famesa	1917.91	3384.18725	0.56672692
5	Taladro Domotec de Columna	1745.37	2597.25592	0.6720054
6	Amoladora	1589.14	2564.18438	0.61974483
7	Bomba de agua	1147.49	2518.56514	0.4556126
8	Aserradora	1186.72	2316.38627	0.51231525
9	Torno Horrison	1076.85	1814.81844	0.59336514
10	Esmeril de mano marca Makita	464.42	1763.45215	0.26335844
11	Esmeril (Baidos)	284.81	1081.44964	0.26335947
12	Taladro a mano (Bosch)	258.54	1049.94669	0.24624107

**Cálculo de la relación Potencia Reactiva / Potencia Activa.**

De los 12 motores eléctricos analizados, solo en 3 de ellos la potencia reactiva no supera el 30% de la Potencia Activa, es decir que todos ellos influyen en que Existe un Pago por concepto de potencia reactiva; por lo tanto la implementación de un banco de condensadores será necesario para disminuir éstos Valores a menos de 30% de la relación analizada.

**33 Proponer modificaciones con tendencia a funcionamiento dentro de un rango de eficiencia admisible, estableciendo un nuevo índice de consumo energético.**

Las modificaciones a realizar son:

- a) Cambio de conductor Eléctrico en los circuitos de los motores eléctricos.
- b) Reemplazo de motores con Valores de eficiencia inferior al 80%.
- c) Mantenimiento preventivo a motores eléctricos, mediante mediciones periódicas de parámetros de funcionamiento.
- d) Mantenimiento a puestas a Tierra de los tableros eléctricos.

**a) Cambio de conductor Eléctrico en los circuitos de los motores eléctricos.**

Para determinar el dimensionamiento de los conductores eléctricos se realiza por los criterios de capacidad de corriente y por caída de tensión.

$$\Delta U = \frac{1000 * c * \rho * P * L}{S * U}$$

Donde:

S: Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

C: Incremento de la Resistencia alterna (normalmente c= 1.02).

$\rho$ : Resistividad del conductor a la temperatura de servicio. (0.01786 Ohmios-mm<sup>2</sup>/m)

P: Potencia activa (Kilowatt).

L: Longitud en Metros.

$\Delta U$ : Caída de tensión máxima admisible en Voltios en la línea.

U: Tensión Nominal, en Voltios.

**TABLA - 15**

Motor Eléctrico de	P: Potencia de Placa(KW)	U: Tensión (Voltios)	Longitud (m)	p: Resistividad (Ohmios . mm2/m)	A: Área Sección conductor (mm2)	Caída de tensión: $(1000*c*\rho*P*L)/(S*U)$
Cepillo	5	380	14	0.01786	2.08	1.61337
Máquina de Soldar	4.5	380	20	0.01786	2.08	2.07433
Fresadora	4.5	380	12	0.01786	2.08	1.24460
Torno Famesa	4.2	380	22	0.01786	2.08	2.12964
Taladro Domotec de Columna	3.5	380	20	0.01786	1.65	2.03382
Amoladora	3.3	380	12	0.01786	1.65	1.15056
Bomba de agua	3	380	25	0.01786	1.65	2.17909
Aserradora	2.5	380	26	0.01786	1.65	1.88855
Torno Horrison	2.5	380	28	0.01786	1.65	2.03382
Esmeril de mano marca Makita	1.2	220	10	0.01786	1.65	0.60222
Esmeril (Baidos)	0.746	220	12	0.01786	1.65	0.44926
Taladro a mano (Bosch)	0.746	220	5	0.01786	1.65	0.18719

#### Cálculo de caída de tensión en conductores eléctricos

Cambios se realizará con motores eléctricos de Valores de eficiencia en la tabla 15, se puede apreciar la caída de Tensión en cada uno de los circuitos que alimentan a los motores eléctricos, en ellos, se tiene que existen motores eléctricos que reciben energía eléctrica con diferencia mayor a 2 Voltios, y son los que se realice el cambio de conductor.

A Valores mayores de caída de Tensión de 2 Voltios, se incrementa el consumo de corriente, en la proporción de la potencia activa de la carga, que ocasiona calentamiento en el conductor y en los terminales de éstos.

En la tabla 16, se tiene la simulación de Como se disminuir la caída de Tensión, reemplazando el conductor por un diámetro mayor.



**TABLA - 16**

Fuente: Autoría Propia

Motor Eléctrico de	P: Potencia de Placa(KW)	A: Área sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Caída de tensión: $(1000*c*\rho*p*L)/(S*U)$	A: Área sección conductor de reemplazo (mm <sup>2</sup> )	Caída de tensión de conductor de reemplazo $(1000*c*\rho*p*L)/(S*U)$
Máquina de Soldar	4.5	2.08	2.07433	3.31	1.30
Torno Famesa	4.2	2.08	2.12964	3.31	1.34
Taladro Domotec de Columna	3.5	1.65	2.03382	3.31	1.01
Bomba de agua	3	1.65	2.17909	3.31	1.09
Torno Horrison	2.5	1.65	2.03382	3.31	1.01

Disminución de la caída de Tensión en conductores de motores eléctricos.

**b) Reemplazo de motores con Valores de eficiencia inferior al 80%.**

Se plantea el cambio de los motores eléctricos que presentan eficiencia menor al 80%, siendo éstos 4 motores eléctricos, que representan una potencia activa total de 14.3 KW, tal Como se muestra en la tabla 17. Los 90%.

**TABLA - 17**

Fuente: Autoría Propia

Motor Eléctrico de	Potencia Activa (KW)	Valores Nominales	Valores Medidos	Relación: Intensidad a plena carga Medida / Intensidad Nominal (en%)
		Intensidad Nominal de Corriente Eléctrica (Amperios)	Intensidad máxima de corriente Medida a plena carga (Amperios)	
Cepillo	5	8.450799446	6.55	77.51
Taladro Domotec de Columna	3.5	6.263533707	4.76	75.995
Amoladora	3.3	5.905617495	4.65	78.739
Torno Horrison	2.5	4.225399723	3.21	75.969

Reemplazo de motores eléctricos con eficiencia mayor a 90%

**c) Mantenimiento preventivo a motores eléctricos, mediante mediciones periódicas de parámetros de funcionamiento.**

Se plantea realizar mediciones periódicas de los Valores de caída de Tensión, Intensidad de corriente eléctrica, frecuencia, factor de potencia, labor que será realizada por los mismos operarios de las máquinas, a lo que se denomina Mantenimiento autónomo.

Para la implementación de esta labores, se prevee la capacitación en labores de Medición de parámetros de los motores eléctricos, y establecer un registro de Valores cada 30 días.

Se establece que si existiera variación en los parámetros a medir en Valores superiores a 1% con respecto a los valores de la Medición nominal, se realice una inspección por parte del personal de Mantenimiento de la empresa. Estas actividades se realizarán dentro del periodo de parada programada de la planta.

**d) Mantenimiento a puestas a Tierra de los tableros eléctricos.**

Con la implementación de una Pinza teluométrica se realiza la Medición de las puestas a tierras, mediante un protocolo de pruebas preestablecidas, labor que será realizada por los operarios de las máquinas de los procesos.

La realización de los valores de puesta a Tierra, serán cada 30 días.

**Protocolo de Pruebas.**

1. Se desconectó el cable de cobre desnudo del electrodo de cobre; puesto que las mediciones debe realizarse sin carga eléctrica.
2. No hubo la necesidad de hacer perforación en el concreto ya que en el local existen partes donde se pudieron hacer contacto directo de las varillas auxiliares del Telurómetro con la Tierra.
3. Instrumento de medición (Pinza Teluométrica)

4. La medición se efectuó con las siguientes distancias entre electrodos:  
 Electrodo de Tierra (E1) – Varilla auxiliar de potencia (E2) = 5 m  
 Electrodo de Tierra (E1) – Varilla auxiliar de corriente (E3) = 10 m
5. Los valores de medición deben oscilar entre 3 y 4 Ohmios.

Formato de Medición de Puesta a Tierra de los tableros eléctricos

DATOS DE LA MEDICIÓN						
(1) MARCA, MODELO Y NUMERO DE SERIE DEL INSTRUMENTO UTILIZADO:						
(2) FECHA DE CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTAL UTILIZADO:						
(3) FECHA DE LA MEDICIÓN:		(4) HORA DE INICIO:		(5) HORA DE FINALIZACIÓN:		
(6) RESULTADOS OBTENIDOS:						
(7) OBSERVACIONES:						
DOCUMENTACIÓN QUE SE ADJUNTARÁ A LA MEDICIÓN						
(8) CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN.						
(9) PLANO O CROQUIS.						
FIRMA, ACLARACION Y REGISTRO DEL PROFESIONAL INTERVINENTE						

En la tabla 18, se establece el incremento de la eficiencia en cada motor, y su valor en términos de disminución de energía.

**TABLA - 18**

Fuente: Autoría Propia

Motor Eléctrico de	Potencia (KW)	Eficiencia (%)	Nuevo valor de eficiencia de motor de Reemplazo (%)	Incremento de eficiencia (%)	Disminución de consumo de energía eléctrica por mes (KW-H)
Cepillo	5	77.51	90	12.49	124.90
Taladro Domotec de Columna	3.5	75.995	90	14.005	98.04
Amoladora	3.3	78.739	90	11.261	74.32
Torno Horrison	2.5	75.969	90	14.031	70.16
Energía total (KW-H)					553.84

Disminución de consumo de energía activa con el Reemplazo de motores eléctricos de 90% de eficiencia.

De la tabla 18, se observa que en un mes se disminuye 553.84 kw-h por el Reemplazo de los motores eléctricos de 90% de eficiencia; dicho valor se obtiene multiplicando el valor del incremento de la eficiencia de cada motor por la potencia del motor, por el tiempo de funcionamiento al mes (12 Horas por día y 25 días al mes).

La determinación del nuevo índice de consumo Eléctrico, se realiza haciendo una simulación de los consumo de energía en el mismo periodo en el cual se determina el actual índice de consumo Eléctrico, es decir la incorporación de los motores eléctricos de 90% de eficiencia, disminuye en 553.84 KW-H de energía a cada consumo de energía mensual.

**TABLA - 19**

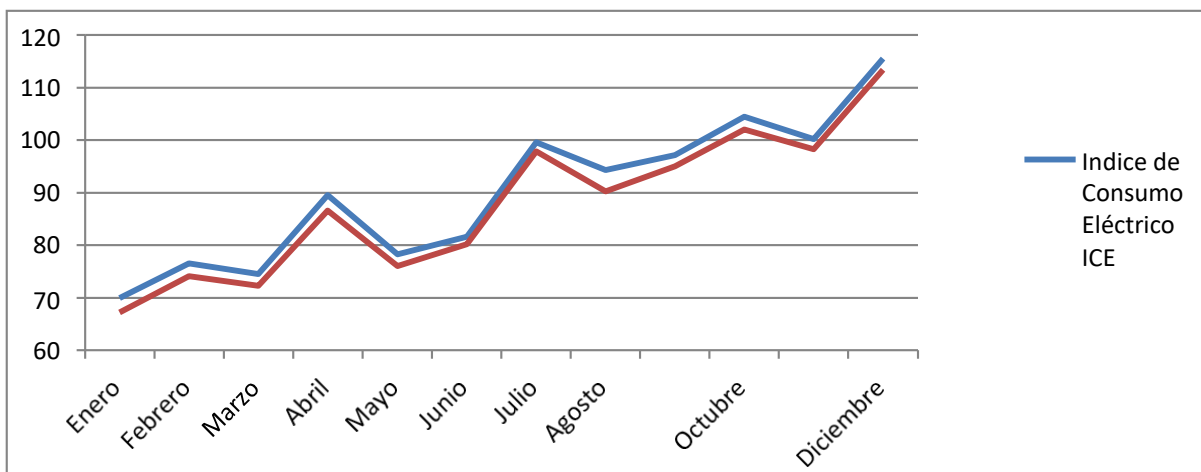
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Energía Activa Total (kw-h)	14323	17345	18763	16767	19878	32343	31989	12987	25098	24598	27876	29878
Energía Activa Total con Reemplazo de motores de 90% de eficiencia (kw-h)	13769.16	16791.16	18209.16	16213.16	19324.16	31789.16	31435.16	12433.16	24544.16	24044.16	27322.16	29324.16
Tiempo empleado en el mes (Horas)	205	226.6	252	187.2	254.2	396.6	321.2	137.8	258.4	235.6	278.2	258.6
<b>Índice de Consumo Eléctrico ICE</b>	<b>69.868</b>	<b>76.544</b>	<b>74.456</b>	<b>89.567</b>	<b>78.198</b>	<b>81.550</b>	<b>99.592</b>	<b>94.245</b>	<b>97.128</b>	<b>104.405</b>	<b>100.201</b>	<b>115.537</b>
<b>Nuevo Índice de Consumo Eléctrico ICE</b>	67.166	74.100	72.258	86.608	76.019	80.154	97.867	90.226	94.985	102.055	98.210	113.395

Determinación de un nuevo índice de consumo Eléctrico (I.C.E.)

La determinación del nuevo índice de consumo Eléctrico es la relación entre la energía activa total de la planta con el Reemplazo de los 4 motores eléctricos de 90% de eficiencia, que tendría un valor de 553.84 KW-H menos de energía con respecto al consumo actual, relacionado con la producción de piezas metálicas en la empresa

ICE (Nuevo) = (Consumo de energía total actual – Ahorro de energía por Reemplazo de 4 motores eléctricos) / Tiempo empleado en el mes (Horas)

**FIGURA - 18**



Variación del I.C.E. al realizar las propuesta de cambio de motores eléctricos

- 34 Realizar una evaluación de la rentabilidad de la propuesta, utilizando Indicadores, tales Como tasa interna de retorno, valor actual neto y la relación beneficio / Costo

### 3.1.1. Inversion Inicial Del Proyecto.

La inversión Inicial del proyecto está dada por la adquisición de equipos, planes de Mantenimiento y capacitación al personal operativo de la planta, para la reducción del índice de consumo Eléctrico.

**TABLA - 20**

Fuente: Autoría Propia

N°	Equipamiento	Mecanismo a accionar	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
1	Motor Eléctrico de 5 KW 380 V.	Cepillo	Unidad	1	780	780
2	Motor Eléctrico de 3.5 KW 380 V.	Taladro Domotec de Columna	Unidad	1	280	360
3	Motor Eléctrico de 3.3 KW 380 V.	Amoladora	Unidad	1	340	340
4	Motor Eléctrico de 2.5 KW 380 V.	Torno Horrison	Unidad	1	320	360
5	Conductores eléctricos THW 3.31 mm2	Máquina de Soldar	Metros	20	1.6	32
6	Conductores eléctricos THW 8.37mm2	Torno Famesa	Metros	22	1.6	35.2
7	Conductores eléctricos THW 3.31 mm2	Taladro Domotec de Columna	Metros	20	1.6	32
8	Conductores eléctricos THW 3.31mm2	Bomba de agua	Metros	25	1.6	40
9	Conductores eléctricos THW 3.31 mm2	Torno Horrison	Metros	28	1.6	44.8
Total (S/.)						2024

Inversión Inicial en Equipamiento en la Planta

**TABLA - 21**

Item	Costo Total (S/.)
Equipamiento	2024
Mantenimiento (10% Equipamiento)	202.4
Capacitaciom (10% Equipamiento)	202.4
Total (S/.)	2428.8

Fuente: Autoría Propia

## Inversion Inicial del Proyecto

**3.1.2. Ingresos Del Proyecto.**

Los ingresos del proyecto está dado por la disminución del consumo de energía eléctrica con la utilización de los motores eléctricos propuestos.

Según lo determinado en la tabla 18, se tiene un ahorro mensual de 553.4 KW-H, que representan  $553.4 \times 0.4 = S/. 221.36$  de ahorro mensual, que constituye el ingreso económico del proyecto.

**3.1.3. Flujo de caja del Proyecto.**

El Flujo de caja se realiza con todos los ingresos, egresos e inversión Inicial del proyecto, se analiza en el tiempo de 18 meses, debido a que es un proyecto de mediano plazo, Tal Como se detalla en la tabla 22

**TABLA - 22**

Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Inversión Inicial (S)	2429																		
Ingresos (S)		221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221	221

Fuente: Autoría Propia

## Flujo de Caja del Proyecto



### 3.1.4. Análisis con Indicadores económicos.

#### Valor Actual Neto

Los valores de los ingresos y egresos mensuales, llevándolas al mes cero, donde se inicial el proyecto, con una tasa de interés del 3.5% mensual, que es la tasa que se evalúa en créditos para proyectos de inversión de menor escala en las diferentes instituciones financieras de la ciudad de Chiclayo Utilidad actualizada al tiempo 0:

$$Ia = \frac{In * [(1 + i)]^{n - 1}}{[i * (1 + i)^n]}$$

Dónde:

In: Ingresos mensuales: S/. 221.00

Ia: Ingreso actualizado al mes 0

I: Tasa de Interés: 3.5% Mensual.

N: Número de Meses: 18

**TABLA - 23**

Mes	Utilidad Mensual (S/.)
1	221
2	221
3	221
4	221
5	221
6	221
7	221
8	221
9	221
10	221
12	221
13	221
11	221
14	221
15	221
16	221
17	221
18	221
	VNA(0.035,D14:D31)
	S/. 2,914.92

Fuente: Comando VNA Microsoft Excel

Cálculo de los Ingresos actualizados al año cero

Reemplazando valores obtenemos:  $Ia = S/. 2914.92$

Por lo tanto el valor actual neto es la diferencia entre los ingresos actualizados del proyecto ( $Ia$ ) y el valor de la inversión:  $2914.92 - 2429 = S/. 485.92$

### **Tasa Interna de Retorno**

Para calcular la tasa interno de retorno, se determina haciendo que los ingresos actualizados con una tasa de interés a determinar es igual a la inversión inicial del proyecto.

$$Inv = \frac{Ia * [(1 + TIR) ] ^n - 1}{[TIR * (1 + TIR)^n]}$$

Dónde:

Inv. Inversión Inicial S/. 2429

$Ia$ : 2914.92, ingresos actualizados al mes 0

TIR: Tasa Interna de Retorno.

N; Número de meses 18

**TABLA - 24**

Fuente: Comando TIR Microsoft Excel

Mes	Utilidad Mensual (S/.)
Inversión Inicial	-2429
1	221
2	221
3	221
4	221
5	221
6	221
7	221
8	221
9	221
10	221
11	221
12	221
13	221
14	221
15	221
16	221
17	221
18	221
	TIR(D14:D32)
	S/. 5.80%

**Cálculo de la Tasa Interna de Retorno**

Reemplazando valores, y mediante una metodología de aproximaciones o utilizando el software Microsoft Excel, se calcula el valor del TIR, siendo éste igual a 5.80 % mensual, que representa un valor superior al interés bancario actual que oscila al 3.5 % mensual.

### **Relación Beneficio Costo**

La relación beneficio / costo está dado por:

$B/C = \text{Utilidades Actualizadas al mes 0} / \text{Inversión inicial del Proyecto}$

Reemplazando valores: 2914.92/ 2429 es de 1.20

La amortización mensual por el pago del préstamo bancario de 2429 Soles, se realiza el análisis financiero para el periodo de 18 meses, en el cual la cuota fija mensual de pago del préstamo es de 557.75 Soles Mensual.

**TABLA - 25**

Fuente: Autoría Propia

MESES	INTERESES S/.	AMORTIZACIÓN S/.	PAGO TOTAL S/.	SALDO PENDIENTE S/.
0			0	2429
1	7.08	131.63	138.71	2297.37
2	6.70	132.01	138.71	2165.36
3	6.32	132.40	138.71	2032.96
4	5.93	132.78	138.71	1900.17
5	5.54	133.17	138.71	1767.00
6	5.15	133.56	138.71	1633.44
7	4.76	133.95	138.71	1499.49
8	4.37	134.34	138.71	1365.15
9	3.98	134.73	138.71	1230.42
10	3.59	135.13	138.71	1095.29
11	3.19	135.52	138.71	959.77
12	2.80	135.92	138.71	823.86
13	2.40	136.31	138.71	687.54
14	2.01	136.71	138.71	550.84
15	1.61	137.11	138.71	413.73
16	1.21	137.51	138.71	276.22
17	0.81	137.91	138.71	138.31
18	0.40	138.31	138.71	0

Cuadro de amortización reducción cuota

#### **IV. DISCUSIÓN.**

En la Factoría Tito, el consumo de energía por las máquinas herramientas representa el 96.35% de la potencia instalada que es de 41.19 Kw, por lo cual el análisis en éstas cargas es de significancia dentro del análisis que se realiza; sin embargo la empresa tiene áreas a ampliar, por lo tanto los niveles de Iluminación se incrementa en el doble de lo existente, y representaría aproximadamente el 1.4% de la potencia instalada total.

La empresa dedicada a la fabricación de elementos de Máquina, científico sus ingresos de acuerdo al Tipo de servicio que brinda en función al tiempo que emplea para fabricar dicho elementos; por lo tanto la complejidad del mecanismos es proporcional al Costo del servicio, Como también al consumo de energía eléctrica; el análisis por tiempo que se emplea en elaborar el elemento con el consumo de energía, es el indicador que se analiza, y se observa que en la planta existe diferentes piezas con complejidad, que involucre mayor tiempo y por ende mayor consumo de energía eléctrica.

El término de eficiencia de los mecanismos, se ha optado por la comparación entre la corriente Medida a plena carga con la corriente nominal, siendo éste valor un indicador que permite establecer la operatividad del motor Eléctrico, y hasta que valor puede funcionar sin sufrir fallos dentro de un periodo dado; así mismo la determinación del valor de la potencia reactiva en cada motor, es una Medida que finalmente determina si la facturación por energía reactiva esta presente en el recibo.

La Automatización de las máquinas herramientas serán factibles dentro del análisis de funcionalidad de los motores eléctricos, si esto tiene eficiencia menores al 90%, su alto consumo de energía no facilitan la labor de automatizar, por lo cual el Reemplazo es la alternativa antes de la reparación o rebobinado del motor Eléctrico.

## **V. CONCLUSIONES.**

- 5.1. Se realizó el análisis del índice de consumo Eléctrico, para lo cual se clasificó a los elementos de Máquina que se elabora de acuerdo al tiempo del servicio empleado por las máquinas herramientas; con el registro de producción de ellos, y con la facturación mensual, se determina que el índice de consumo Eléctrico varía desde un valor mínimo de 69.87 hasta un valor Máximo de 115.54 Kw-h/ hora de operación.
- 5.2. Se hizo las mediciones eléctricas a los motores, y se determina que de 12 motores eléctricos analizados, solo en 3 de ellos la potencia reactiva no supera el 30% de la Potencia Activa, es decir que todos ellos influyen en que existe un Pago por concepto de potencia reactiva. En cuanto a la relación Intensidad de corriente a plena carga e Intensidad nominal, el valor es de 94.192% con un valor mínimo de 75.969 %; solo siendo el motor Eléctrico de la Máquina Aserradora la que tiene mayor la relación, superior al 90%, los demás motores tiene relaciones que esta por debajo de valores aceptable, si son comparada en términos de eficiencia.
- 5.3. Se determina el cambio de 4 motores eléctricos con valores inferiores al 80% de relación corriente a plena carga y corriente nominal del motor, siendo el de mayor potencia el motor Eléctrico del Cepillo de 5 kw, y el mas pequeño el motor Eléctrico del Torno Horrison de 2.5 kw. Asi mismo se hizo el análisis del dimensionamiento de los conductores eléctricos, con el cambio del diámetro del conductor al superar el nivel de caída de tension del 2%.
- 5.4. Se determino el nuevo índice de consumo Eléctrico, el cual se realizó haciendo una simulación de los consumo de energía en el mismo periodo en el cual se determina el actual índice de consumo Eléctrico, es decir la incorporación de los motores eléctricos de 90% de eficiencia, disminuye en 553.84 kw/h de energía a cada consumo de energía mensual.
- 5.5. El valor actual neto del proyecto es de S/. 485.92, la tasa interna de retorno es de 5.8% mensual, la relación beneficio costo de 1.2 y la inversión de S/. 2429, indicadores que hace viable la ejecución del proyecto.

## **VI. RECOMENDACIONES.**

- 6.1. Optimizar los tiempos de ejecución de cada elemento de Máquina antes de su ingreso a la Máquina herramienta, para que de esta manera solo se utilice la energía para la operación que se requiera.
- 6.2. Automatizar las máquinas herramientas, utilizando elementos que cumplan funciones específicas Como sensores y actuadores.
- 6.3. Realizar un Mantenimiento autónomo, en el cual los operarios de los mecanismos realice el seguimiento de los parámetros de operación de los motores eléctricos de las máquinas herramientas.

## **BIBLIOGRAFIA**

- CHIRINOS A. La Energía para el siglo XX en la Industria. Colombia, 2015, 123pp.
- GARCIA P. Planes y Acciones energéticas en los países subdesarrollados. Ecuador, 2014. 88pp.
- ENERGY EFFICIENCY WATCH. La eficiencia eléctrica en los ahorro energético, 2012, 87pp.
- GARCÍA, P. Análisis del consumo eléctrico industrial. Ciudad autónoma de Buenos Aires, 2016, 121pp.
- CONSORCIO DE INVESTIGACIÓN ECONÓMICO Y SOCIAL. Informe energético del Perú del 2013, 2014, 56pp
- TALLA. A. AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA INDUSTRIA CERVECERA COMO ESTRATEGIA DE EXCELENCIA OPERATIVA". Universidad Nacional Mayor De San Marcos, 2015, 119pp.
- PACHAMANGO, R. "EVALUACIÓN ENERGÉTICA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA REDUCIR COSTOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA CEMENTO PACASMAYO S.R.L – SEDE CAJAMARCA EN EL 2015." Universidad Privada Del Norte Cajamarca, 2015, 89pp.
- PEREZ. R. "Indicadores de gestión enfocados al ahorro energético para la industria de beneficio de feldespató. Universidad de Ibagué, Colombia, 2011, 78pp.
- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, Reporte energético Nacional Del Perú, 2016, 123pp.
- OSINERGMIN. Boletín informativo Del consume de energía por mes, 2015, 45pp.



## ANEXOS



### GUIA DE OBSERVACION DE DATOS Y MEDICIONES

**TESIS: OPTIMIZACION DEL INDICE DE CONSUMO ENERGETICO PARA DISMINUIR COSTOS OPERATIVOS DE LA EMPRESA TITO, CHICLAYO - 2017”**

**AUTOR: SÁNCHEZ ZEÑA, CARLOS ALEX**

**Instrucciones:** Realice las mediciones de las variables que se indican, para lo cual debe tener el instrumento de medida calibrado, con la mayor precisión y exactitud.

N°	Equipo	Datos de Placa					Mediciones realizadas				
		Intensidad de Corriente (Amperios)	Tensión Nominal (Voltios)	Potencia Activa (Kilowatt)	Frecuencia (Hertz)	Factor de Potencia (Cos fi)	Intensidad de Corriente (Amperios)	Tensión Nominal (Voltios)	Potencia Activa (Kilowatt)	Frecuencia (Hertz)	Factor de Potencia (Cos fi)
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											



## GUIA DE OBSERVACION DE PRODUCCION Y COSTOS

**TESIS: OPTIMIZACION DEL INDICE DE CONSUMO ENERGETICO PARA DISMINUIR COSTOS OPERATIVOS DE LA EMPRESA  
TITO, CHICLAYO - 2017”**

**AUTOR: SÁNCHEZ ZEÑA, CARLOS ALEX**

**Instrucciones:** Realice los registros de la producción y los costos operativos, de cada elemento producido.

N°	Equipo	Piezas Producidas (1 mes)				
		Ejes	Poleas	Pines	Engranajes dientes rectos y helicoidales	Elementos especiales (Especificar)
1	Cantidad					
2	Costo de Producción (Por cada pieza)					
3	Costos fijos (S/.)					
4	Costos Variables (S/.)					
5	Tiempo empleado (Horas)					
6	N° de Personas involucradas					
7	N° de Piezas con falla					



## GUIA DE OBSERVACION DE MEDICION DE LAS VARIABLES

**TESIS: OPTIMIZACION DEL INDICE DE CONSUMO ENERGETICO PARA DISMINUIR COSTOS OPERATIVOS DE LA EMPRESA TITO, CHICLAYO - 2017”**  
**AUTOR: SÁNCHEZ ZEÑA, CARLOS ALEX**

**Instrucciones:** Realice las mediciones de las variables que se indican, para lo cual debe tener el instrumento de medida calibrado, con la mayor precisión y exactitud.

N°	Equipo	Índice de consumo energético actual	Índice de consumo energético con propuestas de mejora
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**E.A.P. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA  
INDUSTRIA CERVECERA COMO ESTRATEGIA  
DE EXCELENCIA OPERATIVA”**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

**AUTOR**

Talla Chicoma, Elisa Denisse

**ASESOR**

Ing. Cesar Campos Contreras

**Lima – Perú**

**2015**



# FACULTAD DE INGENIERIA

---

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“EVALUACIÓN ENERGÉTICA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA REDUCIR COSTOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA CEMENTO PACASMAYO S.R.L – SEDE CAJAMARCA EN EL 2015.”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Julio Pachamango Pérez  
Karina Janeth Villanueva Castrejón

**Asesor:**

Ms. Ing. Denis Javier Arangurí Cayetano

Cajamarca – Perú  
2015

# Indicadores de gestión enfocados al ahorro energético para la industria de beneficio de feldespato

Management indicators focused on energetic saving for the industry of benefit of feldspar.

Carlos Andrés Pérez T<sup>1</sup>, Flaminio Vera Méndez<sup>2</sup>

Universidad de Ibagué, Ibagué, Colombia  
 ca\_lokandra\_x@yahoo.com  
 flaminio.vera@unibague.edu.co

**Resumen.** Tomando como punto de partida el informe de [1], específicamente la prueba de la necesidad de un proceso estándar para el beneficio de feldespato, con el cual se obtuvo información relevante sobre el estado energético y productivo, se ha procedido a definir algunos indicadores energéticos para el ahorro de energía en esta industria en particular, se ha demostrado su viabilidad de uso, y se han desarrollado los herramientas sistematizadas para el control y gestión de esos indicadores.

**Palabras clave.** Beneficio de feldespato, Gestión energética, Índice de consumo, Indicadores energéticos.

**Abstract.** Taking as a starting point the report of [1], specifically the test of necessity for a standard process for the benefit of feldspar, with which relevant information was obtained about the energy and productive state; it has proceeded to define some energetic indicators for the energy saving on this particular industry; it has been demonstrated its viability of use, and it have been developed the systematized tools for controlling and managing of these indicators.

**Key Word.** Benefit of feldspar, Consumption Index, Energetic characterization, Energetic indicators, Energetic management.

## I. INTRODUCCIÓN

El análisis y caracterización energética de cada proceso industrial permite a las empresas definir indicadores propios enfocados al ahorro energético. Estos sirven como base de comparación y monitoreo para controlar y reducir las pérdidas energéticas de sus procesos y evaluar los potenciales de reducción de las pérdidas energéticas debidas a la tecnología empleada.

A partir de los resultados de [1] donde se emplearon herramientas de caracterización energética y siguiendo recomendaciones de [2], [3], [4] y [5] entre otros, acerca de los requisitos que deben cumplir los indicadores de gestión para que se constituyan en un sistema de información, se propusieron algunos indicadores de gestión enfocados al ahorro energético para un proceso estándar de beneficio de feldespato; se validó su viabilidad de uso verificando el cumplimiento de requisitos y finalmente se diseñaron las herramientas sistematizadas para su control y gestión. Los resultados en particular que además de ser un referente para la industria en general, indican la manera como puede establecerse un sistema de información de este tipo.

## II. PROPUESTA DE INDICADORES

### A. Antecedentes según caracterización energética:

Energético/Línea	Índice de consumo (Kwh/T) ó (m <sup>3</sup> /T de H <sub>2</sub> O)		
	Promedio	Mínimo	Máximo
Electricidad/Trituración-Secado	4,68	4,20	5,62
Electricidad/Motienda-Oficinas	41,79	36,27	44,78
Electricidad/Cramulado	16,59	12,21	22,94
Electricidad/Transporte	0,99	0,88	1,15
Gas Natural/Secado	69,65	50,85	89,10
Electricidad/Total planta	43,44	36,84	45,86

<sup>1</sup> Ingeniero Mecánico, Titulado en el Masterato Científico Industrial.

Fecha de Recepción: 24 de Abril de 2011

Fecha de Aceptación: 02 de Diciembre de 2011

<sup>2</sup> Ingeniero Industrial, M. Sc.

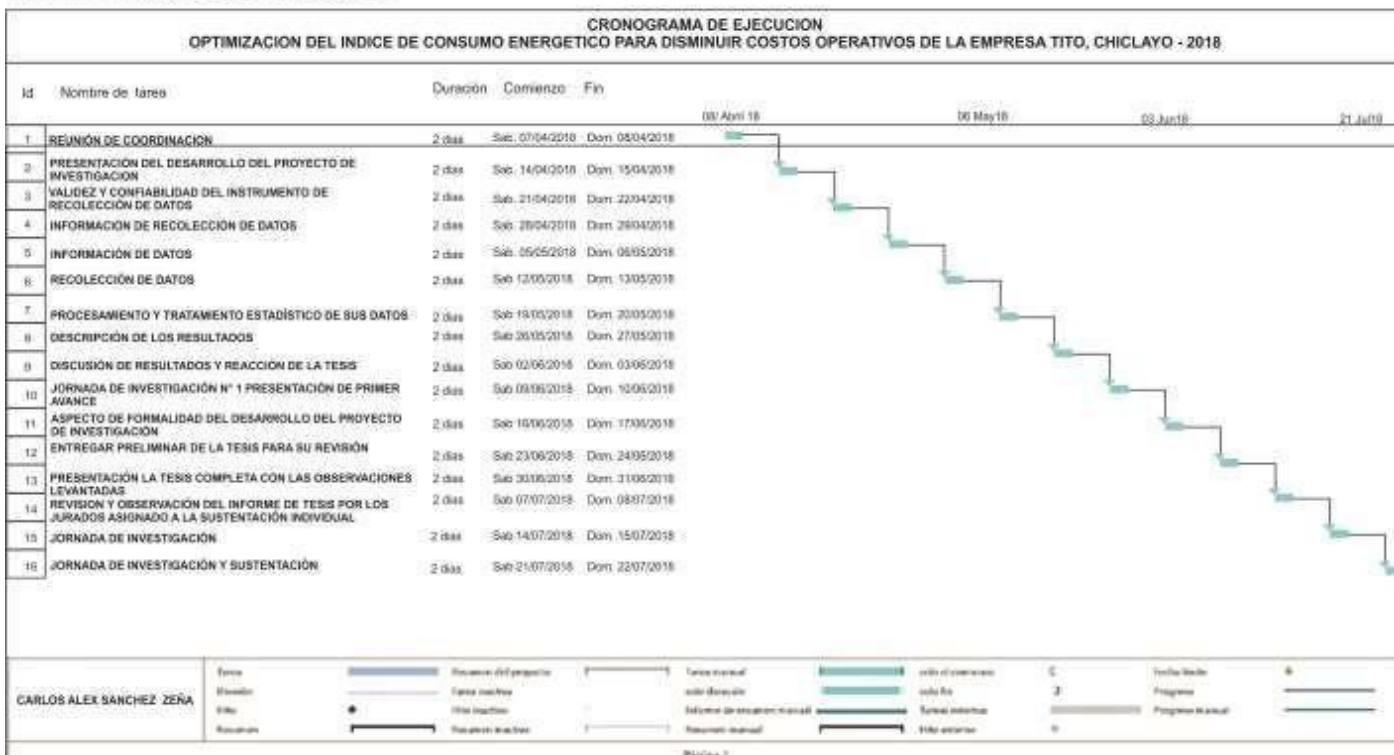


*Boletín Informativo de*  
**Gas Natural** 2015-I  
*Gerencia de Fiscalización de Gas Natural*



- **Supervisión de la industria de gas natural**
- **Indicadores**
- **Cultura del uso del gas natural**
- **Resultados de gestión**
- **Normativa**

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES





**ANEXO 04**

**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**DATOS GENERALES DEL EXPERTO.**

- Apellidos y Nombres: Díaz Alcalde Hubert Ivan
- Profesión: Ingeniero Mecánico Electricista
- Grado académico: TITULADO
- Actividad laboral actual: Instalaciones eléctricas / supervisión de Proyectos



Hubert Ivan Díaz Alcalde  
ING. MECÁNICO ELECTRICISTA  
C.P. 81445

## INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-----------	---------------

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
b) Experiencia como profesional. (EP)	X		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)	X		
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	X		
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	X		

  
**Firma del entrevistado**  
  
 Hubert Leon Díaz Alcalá  
 ING. MECÁNICO ELECTRICISTA  
 CIP. 81845

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es la entrevista, cuyo objetivo "OPTIMIZACION DEL INDICE DE CONSUMO ENERGETICO PARA DISMINUIR COSTOS OPERATIVOS DE LA EMPRESA TITO, CHICLAYO - 2017"

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de esta entrevista para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente:  Poco pertinente:  No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

es pertinente por la confiabilidad y valides de los  
Registros de recolección de datos

2. ¿Considera que la entrevista formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes:  Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

son suficientes en la investigación de observar describir  
las variables y antecedentes

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas:  Poco adecuadas:  Inadecuadas:

Por favor, indique las razones:

  
**Firma del entrevistado**  
Hubert Ivan Diaz Alcalá  
ING. MECÁNICO ELECTRICISTA  
CIP 81845

**ANEXO 04**

**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

del instrumento de

datos

**DATOS GENERALES DEL EXPERTO.**

- Apellidos y Nombres: Adanaqué Sánchez José Luis
- Profesión: Ingeniero Mecánico Electricista
- Grado académico: Bachiller/ Titulado.
- Actividad laboral actual: supervisión de proyectos / docente en las universidades.



José Luis Adanaqué Sánchez  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
REG. CIP. 125984


## INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-----------	---------------

2. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
f) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
g) Experiencia como profesional. (EP)	X		
h) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)	X		
i) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	X		
j) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	X		

  
José Luis Maanaqué Sánchez  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
REG. CIP. 125988

**Firma del entrevistado**



**Estimado(a) experto(a):**

El instrumento de recolección de datos a validar es la entrevista, cuyo objetivo "OPTIMIZACION DEL INDICE DE CONSUMO ENERGETICO PARA DISMINUIR COSTOS OPERATIVOS DE LA EMPRESA TITO, CHICLAYO - 2017"

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

6. ¿Considera pertinente la aplicación de esta entrevista para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente:  Poco pertinente:  No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

Es pertinente por guías de observación y análisis  
del documento.

7. ¿Considera que la entrevista formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes:  Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

Son suficientes en la investigación del diseño describir  
los antecedentes del instrumento de recolección  
de datos

8. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas:  Poco adecuadas:  Inadecuadas:

Por favor, indique las razones:

  
José Adanaqué Sánchez  
MIEMBRO MECÁNICO ELECTRICISTA  
REG. CIR-135011\*

son adecuados la elección y redacción de los  
Instrumentos de recolección de datos.

9. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
1	X						
2	X						

10. ¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

Para mejorar el instrumento de recolección de datos  
es proponer un analizador de elemento de variador.  
con precisión

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:

  
 José Luis Adanaqué Sánchez  
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
 REG. CIP. 12509<sup>66</sup>

Firma del Experto

**ACTA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS**

YO, Ing. MS. MARCELO ROJAS CORNEL, docente de la Facultad de Ingeniería de UCV - Filial Chiclayo, y revisor del trabajo académico (Tesis) titulado:

"Optimización del índice de consumo energético para disminuir los costos operativos de la Empresa T.T.P. Chiclayo - 2018"

del bachiller de la Escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica:

Carlos alex Sanchez Zeña

Que el citado trabajo académico tiene un índice de similitud 16...%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencias irrelevante que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio, en tanto cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Cesar Vallejo.

Chiclayo, 11... de Diciembre del 2018

  
Ing. Marcelo Rojas Cornel

Docente de la facultad de ingeniería de Ucv





**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE  
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02  
Versión : 07  
Fecha : 31-03-2017  
Página : 1 de 1

Yo Carlos alex Sanchez Zeña..... identificado con DNI  
Nº 16784318..... egresado de la Escuela de Ing. Mecánica eléctrica de la  
Universidad César Vallejo, autorizo () No autorizo (  ) la divulgación y  
comunicación pública de mi trabajo de Investigación titulado:  
"Optimización del índice de consumo energético para  
disminuir costos operativos de la Empresa Tita Chiclaya  
- 2018".....

.....  
en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo  
estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art.  
33.

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

  
FIRMA

DNI: 16784318

FECHA: 11 de Diciembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

EP DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

SANCHEZ ZEÑA CARLOS ALEX

INFORME TÍTULADO:

OPTIMIZACIÓN DEL INDICE DE CONSUMO ENEGÉTICO PARA DISMINUIR COSTOS OPERATIVOS DE LA EMPRESA TITO, CHICLAYO- 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

---

SUSTENTADO EN FECHA: 14/12/2018

NOTA O MENCIÓN: DIECISEIS (16)



  
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN