



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y ELÉCTRICA**

**“REDUCCIÓN DEL ÍNDICE DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN
UNA FÁBRICA DE HIELO EN LA CIUDAD DE CHICLAYO”**

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

AUTOR:

LEONID IVANOV TAPIA GONZÁLES
JHOEL FRANKLIN GONZÁLES SÁNCHEZ

ASESOR:

M.SC. ING. JAMES SKINNER CELADA PADILLA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

ENERGÍA

TRUJILLO – PERÚ

2017

PAGINA DEL JURADO

ING. ANIBAL JESÚS SALAZAR MENDOZA
PRESIDENTE

ING. JAMES SKINNER CELADA PADILLA
SECRETARIO

ING. ELBER RICHARD BRAVO LOPEZ
VOCAL

DEDICATORIA

Esta Tesis está dedicada a mis progenitores, quienes además de darme la vida, con sus sabios consejos supieron orientarme para lograr este gran triunfo en mi vida.

Así mismo a mis compañeros, con quienes compartí los triunfos y derrotas en lo que duró mi formación profesional.

LEONID IVANOV

Este trabajo de investigación está dedicado a mi familia, conformada por mis padres, hermanos, mi esposa y mi hermoso bebe.

JHOEL FRANKLIN

AGRADECIMIENTO

Agradecemos, a nuestra Alma Mater la Universidad Cesar Vallejo, al personal docente y administrativo, por su apoyo incondicional, en el logro de nuestras metas, como es el lograr el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

Los Autores

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presentamos ante ustedes la Tesis titulada “**Reducción del índice del consumo energético en una fábrica de hielo en la ciudad de Chiclayo**” la misma que sometemos a vuestra consideración y esperamos que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICISTA

Leonid Ivanov Tapia Gonzáles
Jhoel Franklin Gonzáles Sánchez

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Nosotros, **LEONID IVANOV TAPIA GONZALES** con DNI N° 44887995 Y **JHOEL FRANKLIN GONZÁLES SÁNCHEZ** con DNI N°44745774, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el **Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica**, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en el presente informe de tesis, son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión, tanto de los documentos, como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la **Universidad César Vallejo**.

Chiclayo, Junio de 2017

Jhoel Franklin Gonzáles Sánchez

Leonid Ivanov Tapia Gonzáles

INDICE

PAGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
PRESENTACIÓN	v
DECLARACION DE AUTENTICIDAD.....	vi
INDICE	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	10
1.2. TRABAJOS PREVIOS	13
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA	15
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	20
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	20
1.6. HIPÓTESIS.....	21
1.7 OBJETIVOS	21
II. MÉTODO	22
2.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	22
2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN	22
2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	24
2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD	24
2.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	24
2.6 ASPECTOS ÉTICOS	25
III. RESULTADOS.....	26
3.1 ÍNDICE DE CONSUMO ENERGÉTICO ACTUAL DE LA FÁBRICA.....	26
3.2. ACCIONES QUE CONTRIBUYAN A DISMINUIR EL INDICE DE CONSUMO ENERGÉTICO	35
3.3. REALIZAR LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS PROPUESTAS A IMPLEMENTAR.	40
IV. DISCUSIÓN.....	45
V. CONCLUSIONES.....	46
VI. RECOMENDACIONES.....	47
VII. BIBLIOGRAFIA.....	48
Tarifa MT3.....	69
Tarifa MT4.....	71

RESUMEN

El Índice de Consumo Energético dentro de un Proceso Productivo, es un indicador que nos refleja cuan eficientemente estamos realizando el uso de la energía eléctrica, es por ello que en este Trabajo de Investigación evaluaremos dicho indicador para determinar el verdadero estado situacional energético de la Fábrica de Hielo Sarita Colonia SAC.

Para determinar este Índice de Consumo, es necesario aplicar una Auditoría Energética, en donde podamos determinar los consumos de Energía Eléctrica y dentro de ello la Máxima Demanda, para luego plantear estrategias que permitan lograr la excelencia energética, a través de inversiones a corto, mediano y largo plazo.

Las estrategias planteadas tendrán un sustento técnico y también un sustento económico de tal manera que en el proceso productivo de “Hielo Sarita Colonia SAC”, se obtenga un ahorro significativo, tanto desde el punto de vista energético y económico.

Palabras Claves: Índice de Consumo Energético, Auditoría Energética, Energía eléctrica, Energía Activa, Máxima Demanda.

ABSTRACT

The Energy Consumption Index within a Productive Process is an indicator that reflects how efficiently we are making the use of electric energy, which is why in this research we will evaluate this indicator to determine the true energy situation of the factory Of Hielo Sarita Colonia SAC.

In order to determine this Consumption Index, it is necessary to apply an Energy Audit, where we can determine the consumption of Electrical Energy and within it the Maximum Demand, to then propose strategies that allow to achieve the energy excellence, through investments in short, medium long term.

The strategies proposed will have a technical support and also an economic support so that in the productive process of “Hielo Sarita Colonia SAC”, a significant saving is obtained, both from the energy and economic point of view.

Key Words: Energy Consumption Index, Energy Audit, Electric Energy, Active Energy, Maximum Demand.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

1.1.1 A Nivel Internacional

A nivel Asiático

En el Japón, la eficiencia energética se ha convertido en una cultura de ese país, por los pocos recursos energéticos propios que dispone, de ahí que la mayoría de japoneses han sido capacitados para minimizar el consumo energético de diferentes formas. En virtud a ello el Japón sigue a la vanguardia de la eficiencia energética y en el desarrollo de tecnologías y programas orientados a mejorar la calidad de la energía y la eficiencia energética.

Es así que las empresas en el Japón la eficiencia energética se ha convertido en un estilo de vida, un estilo que las empresas y cada uno de sus trabajadores ponen en práctica, pues esto contribuye no solo a cada una de las empresas, sino también al país, pues su intensidad energética se ve disminuida. . (Hernández, 2008, p. 25)

A Nivel Europeo

En el año 2006 se creó la agencia Energy Efficiency Watch, encargada de promover la calidad y la eficiencia energética, esto mediante la aplicación de las auditorías energéticas. Este proyecto sostenía que por intermedio de una Auditoría Energética se lograría ahorrar energía, hasta en un 30%, y en lo relacionado a emisiones en un 20%.

Las empresas especialmente las fábricas para poder ser competitivas en el Mercado, tienen que ser eficiente energéticamente, para ello es necesario que realicen las Auditorías Energéticas, en sus respectivas instalaciones, esto con el fin de examinar y determinar cuál su realidad energética y poder plantear medidas que les permita lograr la eficiencia energética. (Energy Efficiency Watch, 2012, p.10).

A nivel Sudamericano

“En Ecuador, existe la empresa “Cereales La Pradera”, fue instalada en el año de 1985, para lo cual se estimó una demanda proyectada de 15 años como lo exigen la legislación vigente”. (Pérez, 2012, p.12)

La empresa Cereales La Pradera, fue fundada en el año 2000, con la finalidad de producir cereales para el mercado interno, pero poco a poco fue creciendo y ahora se ha convertido en una empresa que exporta cereales para el mercado latinoamericano.

Este crecimiento, en realidad no fue planificado por la empresa por lo que la Máxima Demanda inicial creció exponencialmente, haciendo que el consumo de energía eléctrica lo haga de igual manera.

Pero es el caso que la empresa ha ido creciendo exorbitantemente en estos últimos años, tanto en el ámbito laboras como en lo que se refiere a su infraestructura y equipamiento, por lo que el abastecimiento de energía eléctrica ha quedado reducido, por lo que urge realizar un rediseño, para abastecer con energía eléctrica a toda la fábrica de manera eficiente. (Pérez, 2012, p.12)

1.1.2 A Nivel Nacional

“El Ministerio de Energía y Minas de Perú, es el órgano rector en lo que se refiere a eficiencia energética, a través de la Dirección General de Eficiencia Energética (DGEE)”. (Ministerio de Energía y Minas, 2011, p. 23).

Es por ello que el Ministerio de Energía y Minas viene impulsando campañas de Ahorro de Energía en las diferentes Regiones de nuestro país, haciendo que participen los Gobiernos Regionales con sus respectivas Direcciones de Energía y Minas. Es así que periódicamente

se realizan charlas, foros así como pasacalles tratando de sensibilizar a la población sobre el Ahorro de Energía. (Ministerio de Energía y Minas, 2011, p. 23)

“En el Perú la eficiencia energética todavía recién ha empezado a tomar un rol importante, con la norma del etiquetado de eficiencia energética”, (Chirinos, y otros, 2013, p. 20).

El etiquetado energético en varios países ya está normado, y esto como una gran medida para evitar que artefactos que consuman mucha electricidad no sean catalogados al mismo nivel que aquellos artefactos que son eficientes energéticamente. Es por ello que en nuestro país, debido a la gran importación de artefactos, es necesario contar con una norma que permita discriminar aquellos artefactos que consumen mucha electricidad, y de esta manera ser selectivos al momento que el usuario decida adquirirlos en las tiendas. (Chirinos, y otros, 2013, p 25).

1.1.3 A Nivel Local:

En el Departamento de Lambayeque, existe la producción de fabricación de hielo industrial, la misma que está compuesta por 10 empresas que se dedican a este rubro, siendo una de ella la fábrica de Hielo Sarita Colonia SAC. Dicha empresa se encuentra ubicada en el Km. 777 de la Carretera Panamericana Norte, entre Chiclayo y Lambayeque.

La producción de esta fábrica de hielo, básicamente es para suministrarlo como insumo a la industria pesquera utilizada en la conservación del pescado, en altamar, hasta que la embarcación llegue a puerto.

Para producir el hielo, la fábrica emplea maquinaria que es accionada por la energía eléctrica, proporcionada por la empresa concesionaria Electronorte SA, con una Máxima Demanda de 757,30 kVA y una Potencia Instalada de 661,63 kW.

Actualmente la fábrica tiene un Índice de Consumo Energético de 2,2764 kW-h/unidad, valor que se encuentra por encima de lo que recomienda la Organización Latinoamericana de la Energía (OLADE) que es 2,000 kW-h/unidad, por lo que urge tomar acciones inmediatas que permita disminuir dicho valor, para ser competitivo energéticamente.

1.2. TRABAJOS PREVIOS

1.2.1 A Nivel Internacional:

En Venezuela

En la Universidad “Simón Bolívar” (Sartenejas), el estudiante Luis L. Arias Sánchez realizó un estudio del potencial de ahorro energético en el sistema de iluminación del edificio principal de la entidad bancaria BANESCO C.A. con el objetivo de evaluar y definir posibles medidas y proyectos orientados al ahorro de energía y reducción del costo de facturación.

Por lo que recomiendan aspectos que promuevan el ahorro energético como aprovechar la luz natural, incorporación de fotocélulas que permitan regular el nivel de iluminación de la(s) lámpara(s); logrando así que se genere una concientización de ahorro energético en los usuarios. (Arias Sánchez, 2012, p.25)

A Nivel Europeo

En el año 2006 se creó la agencia Energy Efficiency Watch, encargada de promover la calidad y la eficiencia energética, esto mediante la aplicación de las auditorías energéticas. Este proyecto sostenía que por intermedio de una Auditoría Energética

se lograría ahorrar energía, hasta en un 30%, y en lo relacionado a emisiones en un 20%.(Energy Efficiency Watch, 2012, p.10).

A Nivel Sudamericano

En Ecuador, el Hospital “Divina Providencia” fue instalado en 1985 con una Máxima Demanda proyectada a 15 años, esto se ha favorecido con la realización de una Auditoría Energética, que permitió levantar información de campo para luego priorizar las áreas de mayor consumo, en los cuales se optó por realizar las modificaciones con el propósito de lograr la excelencia energética. (Chuquitarco, 2012, p.32)

1.2.2 A Nivel Nacional:

En la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo” (Lambayeque), Bach. Lizana Quispe Elmer Arsenio (2015), realizó un estudio en el proceso de “Molienda de Cemento” de la Planta Cementos Pacasmayo S.A.A. (Pacasmayo, La Libertad) con la finalidad de disminuir el consumo de energía eléctrica y a su vez los costos que este acarrea.

Por lo que plantea una serie de propuestas de mejora energéticas tanto a largo como a corto plazo, tales como la formación de un comité de mejoras de los Consumos Específicos en el Proceso de Molienda de Cemento (CMPEPMC); la sustitución de lámparas y luminarias convencionales mediante el uso de la tecnología LED; cambios graduales de motores de eficiencia estándar a motores de eficiencia Premium en baja tensión; mediante la instalación de un molino vertical como reemplazo del molino de bolas.

Lo que les permitió un ahorro de 2 030 223,8 kWh/año en todo el proceso. (Lizana Quispe, 2015, p. 12)

1.2.3 A Nivel Local

En la Universidad “Señor de Sipán” (Lambayeque), Bazán J. y Delgado P. (2014), realizaron un estudio con el objetivo de

mejorar el aprovechamiento energético y reducir pérdidas eléctricas en las instalaciones de la Escuela de Postgrado de la Universidad Señor de Sipán, considerando la normatividad técnica, higiénica, ambiental y de seguridad vigente. (Bazán y Delgado, 2014, p.13).

En la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Frank Vásquez. (2016), realizó un estudio: “Auditoría Energética del Sistema Eléctrico de la Planta Procesadora Frutícola PROFRUSA, Distrito De Olmos, Lambayeque, 2016” con el objetivo de reducir el consumo presentando un ahorro considerable y mejorar el proceso productivo. Actualmente dicha empresa no cuenta con un Modelo ni un Plan de Gestión para el Ahorro Energético, debido a la demanda, el crecimiento de la planta se ha ido construyendo sin ningún plan de gestión, ni siguiendo un modelo para poder respetar el balance, el orden y el ahorro; además de estar haciendo un derroche de energía, reducen el tiempo de vida de los equipos. Concluyendo el autor que el consumo energético promedio anual estimado es de 667 191,452 kWh, un promedio mensual estimado de 55 599,2876 kWh y un promedio diario estimado de 1 853,3095 kWh. El índice de consumo energético antes de aplicar las mejoras es de 20,94 kWh/T, El índice de consumo energético en antes de la aplicación de mejoras tiene un coste promedio de 10,43011 soles por tonelada, mientras que después de la aplicación de mejoras es de 5,4895 soles por tonelada. (Vásquez, 2016, p. 25).

1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1 Auditoría Energética

“La Auditoría Energética es un proceso metódico a través del cual se compara un escenario real con un escenario óptimo, para dar propuestas viables”. (Ministerio de Minas y Energía Colombia, 2007, p.15).

Actividades de una Auditoría Energética eléctrica:

Una auditoría energética eléctrica comprende las siguientes actividades:

- a) Reconocimiento preliminar del sistema eléctrico.- Con este procedimiento se logra tener una aproximación al estudio que se va a realizar, recorriendo las instalaciones, identificando el proceso productivo, los equipos que conforman el proceso, las áreas de planta, fuentes de energía, horarios de producción y producto final.
- b) Recopilación de la información.- Luego de tener la idea del proceso, se empieza a tomar los datos principales de equipos, recopilar las facturas eléctricas, realizar las mediciones y registro de éstas, con la finalidad de conocer cómo se distribuye la energía en el proceso.
- c) Evaluación de la situación energética.- Lo que se busca determinar cuánto es el consumo de energía en comparación con los gastos que se realizan.
- d) Formulación de indicadores energéticos.- Los indicadores energéticos son los Índices de Consumo de Energía que nos dicen como se está usando un energético.
- e) Determinación de propuestas para uso eficiente de la energía.
- f) Esta evaluación determinará las medidas apropiadas de ahorro en términos de costos.

1.3.2 Índice de Consumo Energético (ICE): (Chuquitarco, 2012, p.39)

Es el indicador que se utiliza para determinar la cuanta energía que se está utilizando y el producto que se está produciendo.

Los ICE, son muy importantes porque permiten a las empresas tener un valor objetivo de cómo están realizando el consumo de electricidad, en algunos países estos están normados y son de cumplimiento obligatorio.

Es por ello, que dependiendo del sistema de producción son calculados en periodos largos de tiempo, pues en estos periodos la información con que se cuenta es más amplia, por lo tanto el valor obtenido se acerca más a la realidad estudiada.

Puede desarrollarse indicadores de consumo energético a nivel global, es decir de toda la planta, como a nivel de equipos.

CONSUMO ESPECÍFICO DE ENERGÍA= (CONSUMO DE ENERGÍA (kWh))/ (CANTIDAD DE PRODUCTO FINAL (TON.))

Dando así la relación la cantidad de energía usada para lograr obtener cierta cantidad de producto procesado.

1.3.3 **Diagnóstico Energético Eléctrico:** (Auli, 2012, p. 47)

El diagnóstico energético eléctrico nos permite conocer como se está utilizando la energía eléctrica en una empresa, y constituye una herramienta básica para establecer el grado de eficiencia en su utilización.

1.3.4 **Corrección del factor de potencia:** (Auli, 2012, p.55)

Las compañías eléctricas penalizan en consumo de energía reactiva con el objetivo de incentivar su corrección, uno de los grandes beneficios al corregir el factor de potencia, es contar con potencia extra, además las instalaciones se ven aumentadas en su capacidad.

Entonces, para el control del factor de potencia, se utiliza condensadores en paralelo con las cargas inductivas.

La capacidad del banco de condensadores lo calculamos así:

$$Q = P \cdot [\cos \phi_f - \cos \phi_i]$$

Ecuación 1: corrección del factor de potencia

Dónde:

Q = Banco de condensadores a compensar, en KVAR.

P = Máxima demanda, en kW.

$\cos \phi_i$ = Factor de potencia deseado.

$\cos \phi_f$ = Factor de potencia actual.

La energía reactiva facturada no debe sobrepasar el 30% de la energía activa.

1.3.5 Tarifas eléctricas en media tensión (Martí, y otros, 2009, p. 45)

El sector eléctrico en nuestro país está normado por la Ley de Concesiones Eléctricas (Decreto Ley 25844) y su Reglamento (Decreto Supremo N°009-93-EM), la cual norma el sector Eléctrico en nuestro país, estando dentro de ello facturación de energía eléctrica por parte de la empresa concesionarias de distribución eléctrica.

Opción tarifaria MT3

Esta Opción tarifaria se caracteriza porque mide dos energías (Energía Activa en Hora Punta y Energía Activa en Horas Fuera Punta), y es aplicada para aquellos consumidores que operan durante todo el día o para aquellos que sobrepasan las 6:00 p.m. (Hora que comienza el régimen de Horas Punta).

Para acceder a esta Opción Tarifaria, se tiene que pasar por una calificación.

Calificación tarifaria. -

Para la cobranza de Potencia, hay que evaluar un factor de calificación que se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{CALIFICACIÓN TARIFARIA (f)} = \frac{\text{EA.HPmes}}{(\text{MD.leída del mes} \times \text{\#HORAS HPmes})}$$

Si $f \geq 0,5$, la calificación será en Horas Punta (HP)

Si $f < 0,5$, la calificación será en Horas Fuera Punta (HFP)

Facturación Cargo por Potencia Activa de Generación.-

Se factura la Máxima Demanda del Més

Facturación del cargo por potencia por uso de las redes de distribución.-

Se factura, calculando el promedio de los dos valores más altos de las Máximas Demandas, de los últimos seis meses incluyendo el mes que se factura.

1.3.6 Análisis Económico Del Proyecto (Martí, y otros, 2009, p. 26)

Los métodos a considerar para el estudio económico del proyecto son los más confiables en la actualidad, tenemos:

Valor Actual Neto (VAN).-

Este indicador económico permite traer al presente valores calculados en el futuro, y de esta manera poder compararlos.

La fórmula utilizada para calcular el valor actual neto es:

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

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.

Mediante este indicador, podemos calcular cual es el beneficio que nos va producir un proyecto, y de esta manera poder tomar la decisión de ejecutarlo o no. Para tomar esta decisión se asume los siguientes criterios:

$VAN > 0$: El proyecto es rentable, por lo tanto, es aceptado.

$VAN < 0$: El proyecto generará pérdidas, por lo tanto, es rechazado.

Tasa Interna de Retorno (TIR).-

Es la Tasa de Interés, que se obtiene haciendo que el VAN sea igual a cero. Para que el proyecto sea económicamente viable es

necesario que la TIR sea mayor a la tasa de interés utilizada en el cálculo del VAN.

La fórmula usada para calcular la Tasa de Inversión de Retorno (TIR) es:

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

Relación Beneficio - Costo (B/C).-

Resulta de dividir los Ingresos obtenidos por el proyecto en el presente y los Egresos originados por el proyecto en el presente, tomando como referencia una tasa de actualización.

$$B/C = VANB/VPNC$$

Dónde:

VANB=Valor Actual Neto de los beneficios.

VANC=Valor Actual Neto de los costos.

Para los criterios de decisión, se toma en consideración lo siguiente:

B/C > 1; El proyecto es rentable.

B/C < 1; El proyecto no es rentable.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo reducir el Índice de Consumo Energético en la Fábrica de Hielo Sarita Colonia SAC?

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La justificación para realizar el presente estudio, se sustenta en:

Justificación Tecnológica

La disminución del índice del consumo energético en la Fábrica de Hielo Sarita Colonia SAC, permitirá lograr la eficiencia energética, haciendo uso de tecnología de punta relacionada con el tema.

Justificación Ambiental

El presente estudio se justifica en el sentido que la empresa va a consumir menos energía, entonces permitirá que las generadoras eléctricas operen menos, emitiendo menos emisiones al medio ambiente.

Justificación Social:

El lograr la eficiencia energética en la Fábrica de Hielo Sarita Colonia SAC, permitirá obtener ahorros a la empresa y que el proceso productivo sea eficiente, redundando en una mejor atención al cliente que viene a comprar el hielo.

Justificación Económica:

Lograr el eficiencia energética en la Fábrica de Hielo, permitirá lograr ahorros económicos significativos a la empresa, incrementando sus ganancias.

1.6. HIPÓTESIS

Mediante la realización de una Auditoría Energética en la Fábrica de Hielo Sarita Colonia SAC, se logrará evaluar y mejorar el índice de consumo energético en dicha fábrica.

1.7. OBJETIVOS

1.7.1 Objetivo general

Reducir el índice de consumo energético a través de una Auditoría Energética en la Fábrica de Hielo Sarita Colonia SAC.

1.7.2 Objetivos específicos

- Determinar el índice de consumo energético actual de la Fábrica de Hielo Sarita Colonia SAC a través de una Auditoría Energética.
- Plantear las acciones que contribuyan a disminuir el índice de consumo energético de los sistemas de mayor consumo de la Fábrica de Hielo Sarita Colonia SAC.
- Evaluar la factibilidad económica y el tiempo de recuperación de dichas acciones a realizar en la Fábrica de Hielo Sarita Colonia SAC.

II. MÉTODO

2.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se propone es del tipo no experimental, toda vez que no se manipulará la variable independiente, para ver como varía la variable dependiente.

Figura 1: Diseño de la Investigación



2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

2.2.1 Variables

VARIABLE DEPENDIENTE

Índice de Consumo Energético

VARIABLE INDEPENDIENTE

Auditoría Energética

2.2.2 Operacionalización De Variables



Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Independiente: Auditoría Energética	Conjunto de acciones (Gestión adecuada) que tienden a hacer más eficiente el consumo de energía sin menoscabo de la calidad del servicio obtenido por el uso de esta, (OPTIMAGRID, 2011, p.15)	Cantidad de energía eléctrica medida en <u>kWh</u> que se utiliza de manera eficiente u optima a costos y gastos mínimos.	Normas y reglamentos. Requerimiento Energético (Carga Instalada) Consumo diario Despilfarro	Corriente Tensión Potencias Frecuencia Factor de potencia Iluminancia	Ordinal Intervalo
Dependiente: Índice de Consumo Energético	Cantidad de energía eléctrica medida en <u>kWh</u> que se utiliza de manera en un proceso productivo, (OPTIMAGRID, 2011, p.14).	Reducción de la facturación mensual, eficiencia energética, simulación en otros pliegos tarifarios	Calidad de la energía eléctrica Factor de potencia Eficiencia de los sistemas de iluminación	Facturación mensual Simulación en pliegos tarifarios	Ordinal Intervalo



2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

2.3.1 Población:

En ésta investigación la población está conformada por las instalaciones eléctricas y los equipos instalados en la Fábrica de Hielo Sarita Colonia.

2.3.2 Muestra:

Es una Muestra Poblacional y está La muestra está constituida por todas las instalaciones eléctricas y los equipos instalados en la Fábrica de Hielo Sarita Colonia

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

2.4.1 Técnicas de recolección de datos

La técnica utilizada es:

- **Entrevista:** Está técnica permite recopilar datos mediante una serie de preguntas, las mismas que deben ser flexibles, claras y precisas.

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos

El Instrumento a utilizar será:

- **Cuestionario:** Se aplicará a los encargados de cada área de trabajo con el propósito de recopilar información y verificar los criterios adoptados. (Ver Anexo 1).

2.4.3 Validez y Confiabilidad

La Confiabilidad y Validez de la información utilizada se realizará comparando lo obtenido en campo, con la información proporcionada por la Fábrica de Hielo, además de la información obtenida de libros especializados en Eficiencia Energética.

2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

Utilizaremos la Estadística Descriptiva, utilizando estadígrafos como la Media Aritmética.

2.6. ASPECTOS ÉTICOS

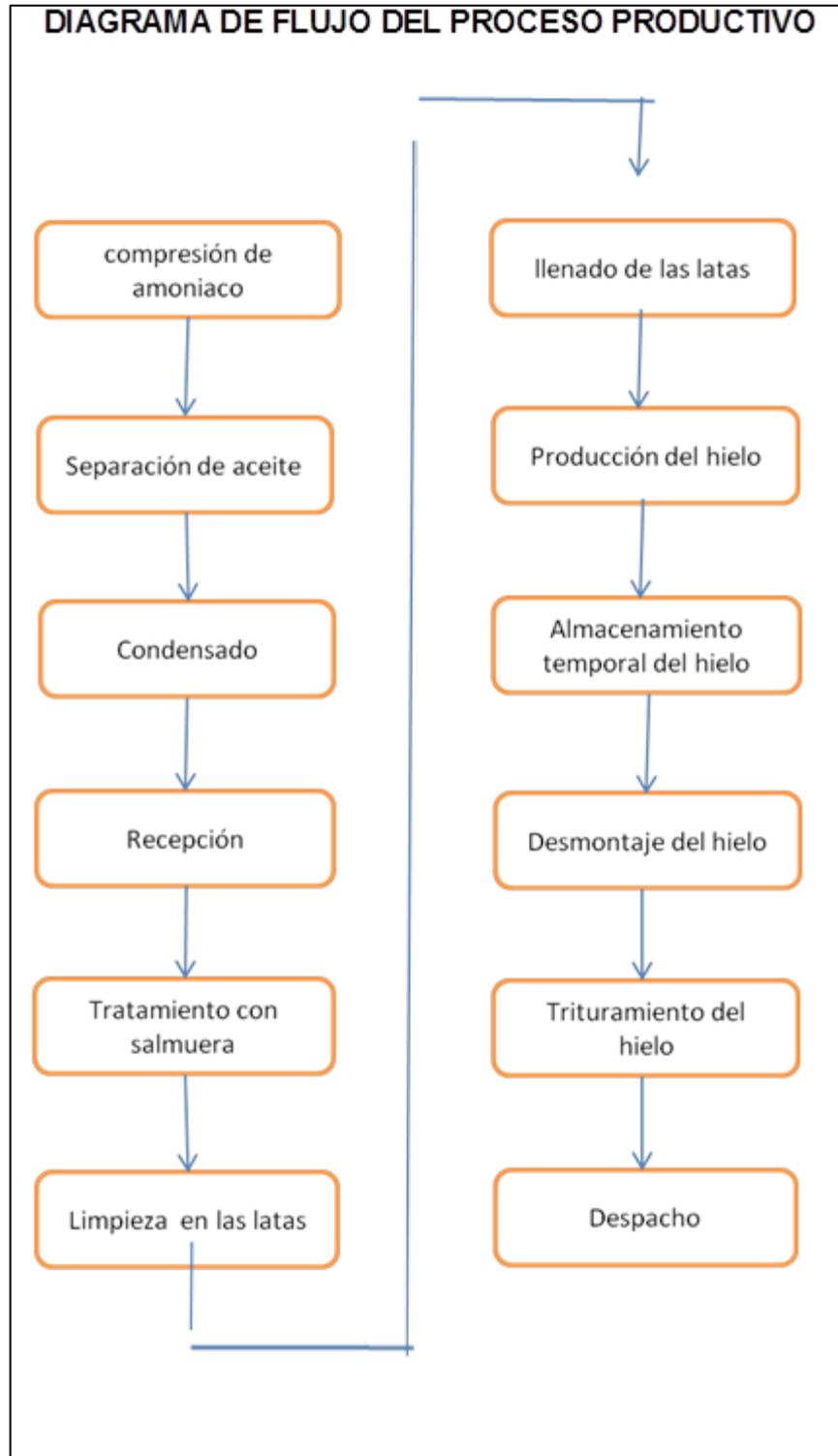
Criterios	Características éticas del criterio
Consentimiento Informado	Los Participantes deben estar de acuerdo con ser informantes y conocer sus derechos y responsabilidades
Confidencialidad	Asegurar la protección de la identidad de las personas que participan como informantes de la investigación.
Manejo de Riesgos	Este requisito tiene relación con los principios de no maleficencia y beneficencia establecidos para hacer investigación con seres humanos.
Observación Participante	La incursión del investigador en el campo exige una responsabilidad ética por los efectos y las consecuencias que pueden derivarse de la interacción establecida con los sujetos participantes del estudio.
Entrevistas	Se trata de una interacción social donde no se deben provocar actitudes que condicionen las respuestas de los participantes.
Grabaciones de Audio o Video	Deben resguardarse en archivos confidenciales y el investigador necesita ser cauteloso anteponiendo la confidencialidad, el respeto y el anonimato de los participantes.

III. RESULTADOS

3.1. ÍNDICE DE CONSUMO ENERGÉTICO ACTUAL DE LA FÁBRICA

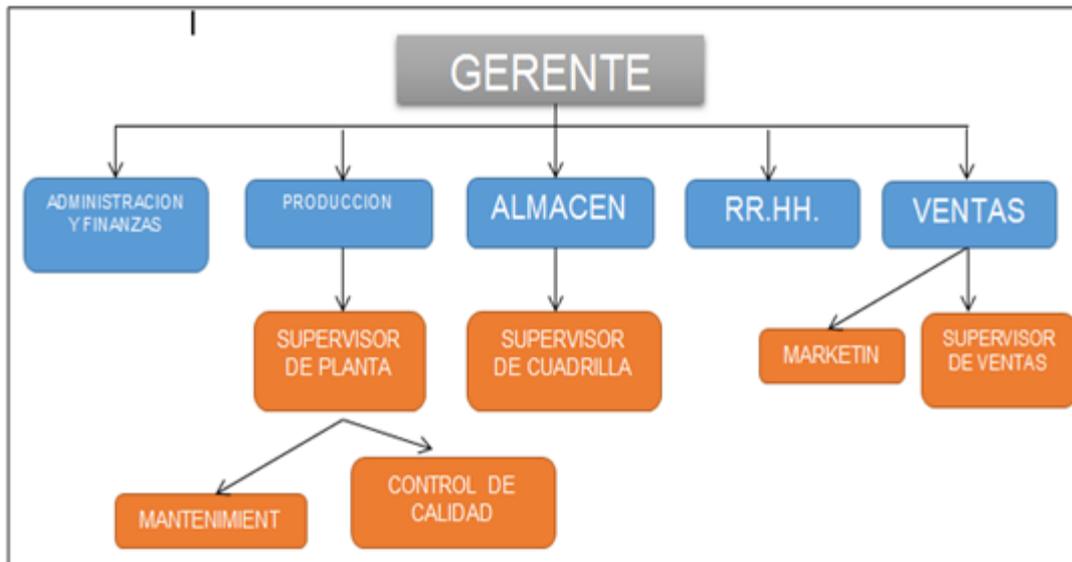
3.1.1 Flujograma del proceso de Fabricación de Hielo.

Figura 2



3.1.2

Figura 3



3.1.3 Tipo de energía más utilizada

La Fábrica de Hielo Sarita Colonia, cuenta con un Suministro Eléctrico, proporcionado por Electronorte SA, con las características que se indican en el siguiente cuadro:

Tabla 1

Datos como cliente mayor Electronorte	
Tarifa	MT3
Calificación	Fuera de horas punta
Medición	Media Tensión
Tensión	10 KV
SED	E-200875
Tipo de Suministro	Trifásico Aéreo
Serie del Medidor	3573069
Nº Hilos del Medidor	3
Modalidad	Potencia Variable

A continuación se muestra el balance energético:

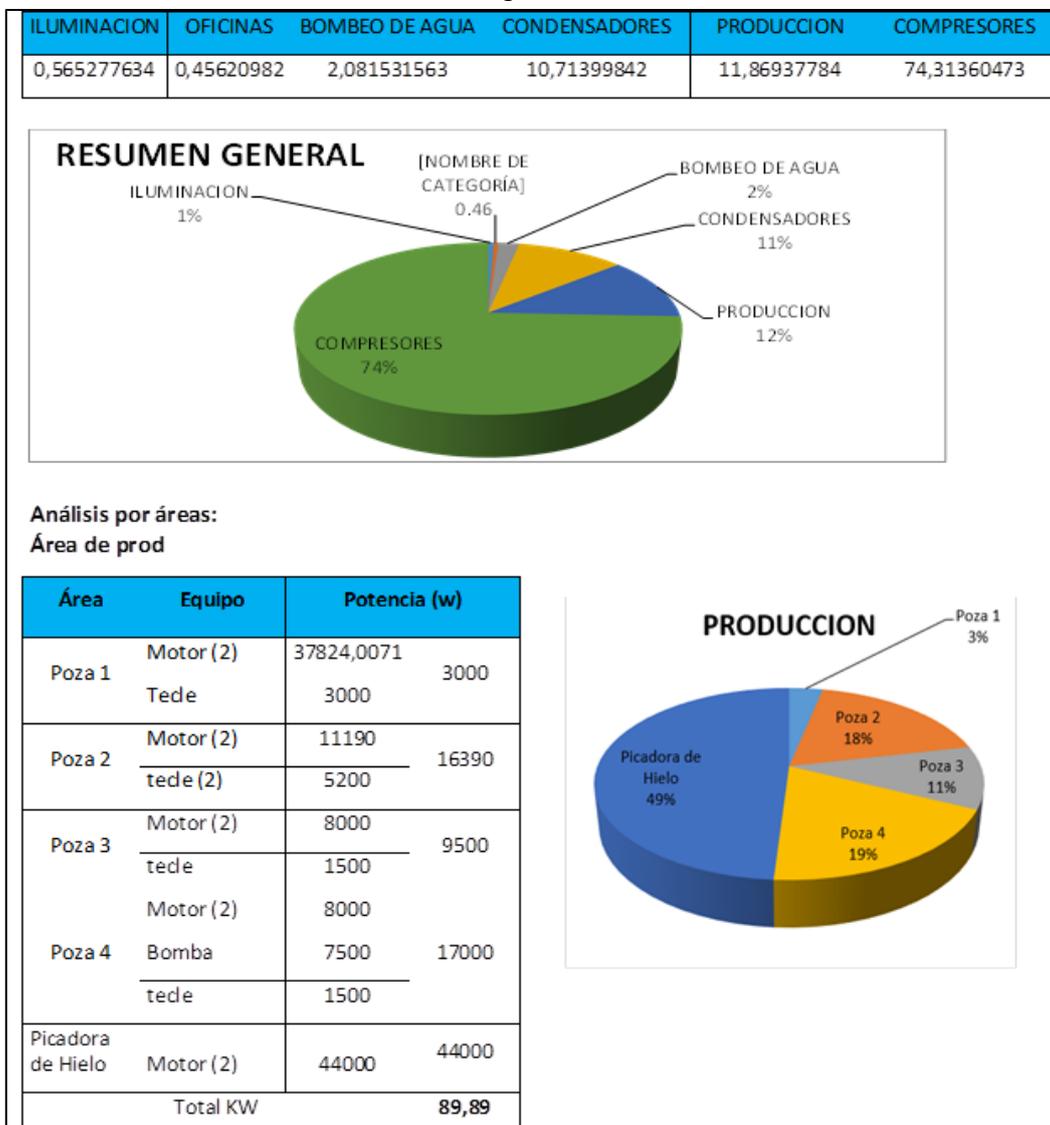
3.1.4 Inventario de los equipos y/o artefactos

Tabla 2

Análisis de la Potencia Instalada:

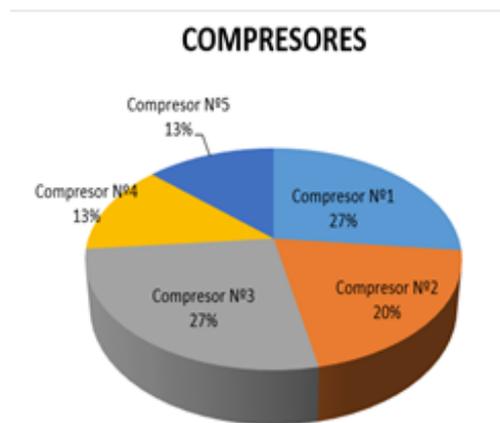
AREAS	POTENCIA
ILUMINACION	4281
OFICINAS	3455
BOMBEO DE AGUA	15764
CONDENSADORES	81140
PRODUCCION	89890
COMPRESORES	562796,974
Total KW	757,326974

Figura 4



Área de compresores:

Área	Equipo	Potencia (w)	
Compresor 1	Motor eléctrico	149200	150319
	Motor eléctrico	1119	
Compresor 2	Motor eléctrico	111900	113019
	Motor eléctrico	1119	
Compresor 3	Motor eléctrico	149200	150319
	Motor eléctrico	1119	
Compresor 4	Motor eléctrico	74569,9872	74569,9872
Compresor 5	Motor eléctrico	74569,9872	74569,9872
Potencia Total (KW)			562,796974



Área de condensadores:

Área	Equipo	Potencia (w)	
Condensador N°1	Motor	3730	22380
	Motor	3730	
	Motor	3730	
	Motor	3730	
	Bomba	3730	
Condensador N°2	Bomba	3730	10730
	Motor	7000	
	Bomba	3730	
Condensador N°3	Motor	7000	10730
	Bomba	3730	
Condensador N°4	Motor	5595	14920
	Motor	5595	
	Bomba	3730	
Condensador N°5	Motor	3730	11936
	Motor	3730	
	Bomba	4476	
Condensador N°6	Motor	3730	10444
	Bomba	2984	
TOTAL POTENCIA KW			81,14



Figura 5

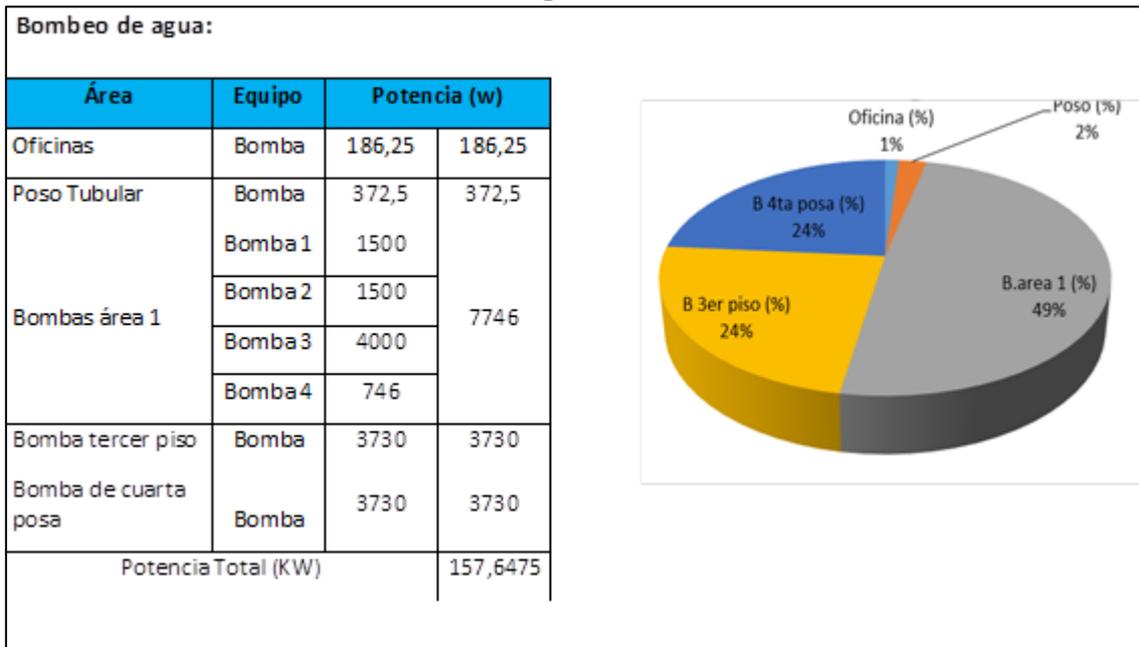


Figura 6

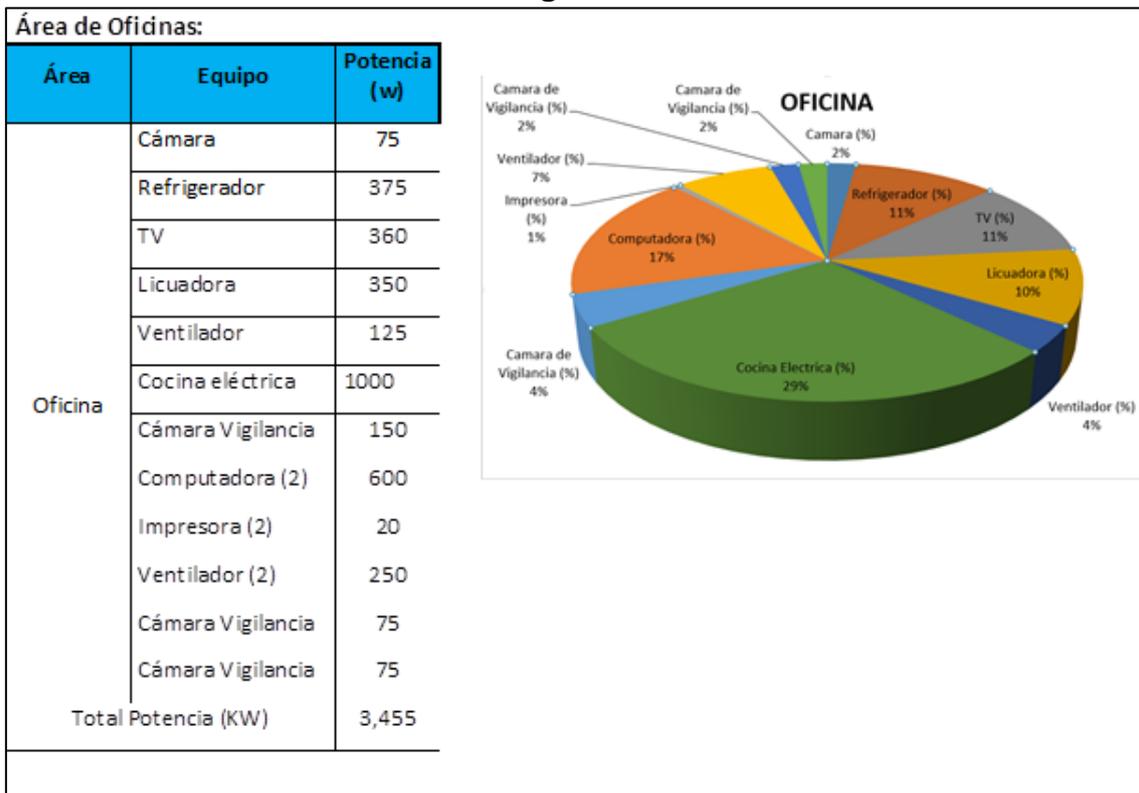
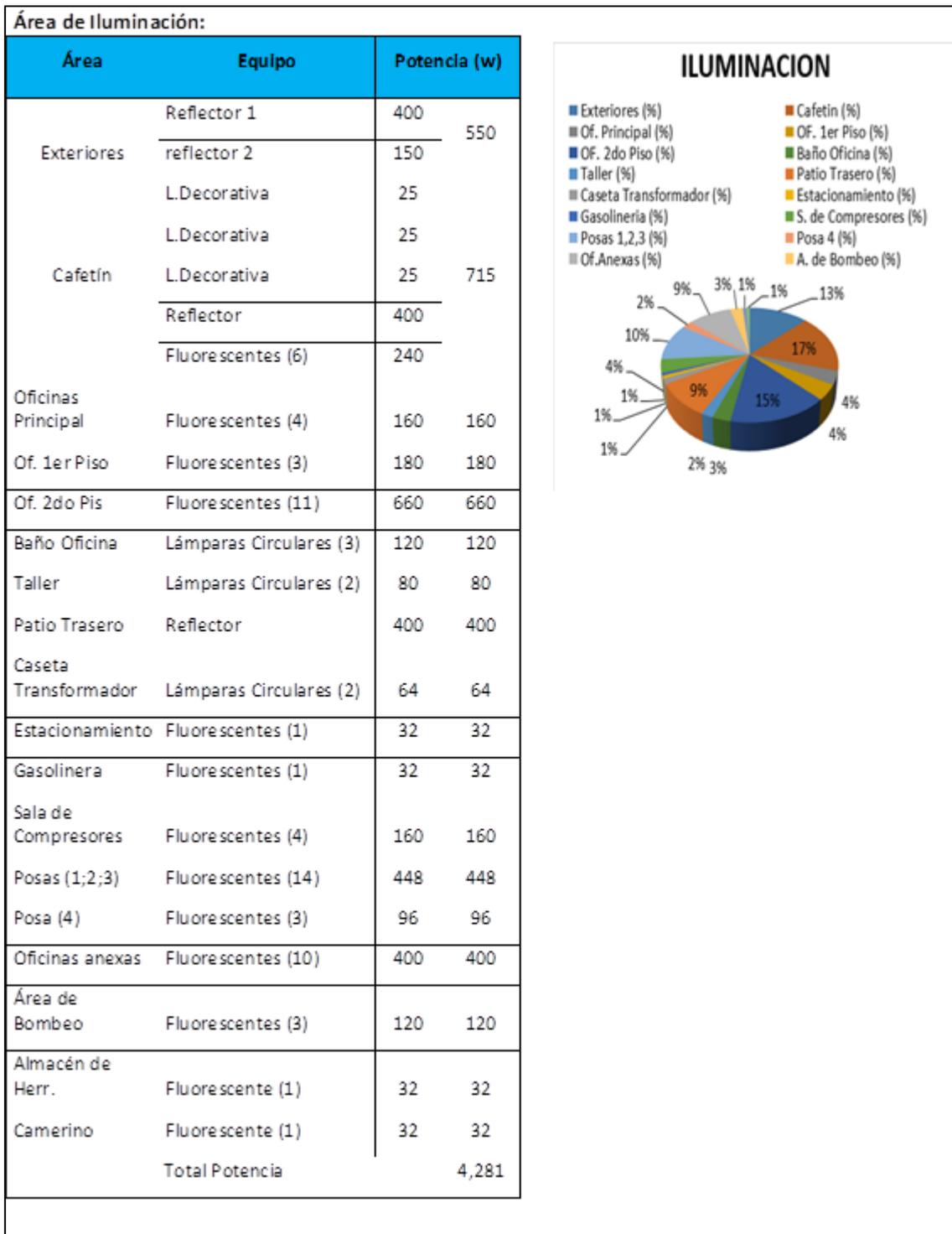


Figura 7



3.1.5 Índice de Consumo Energético

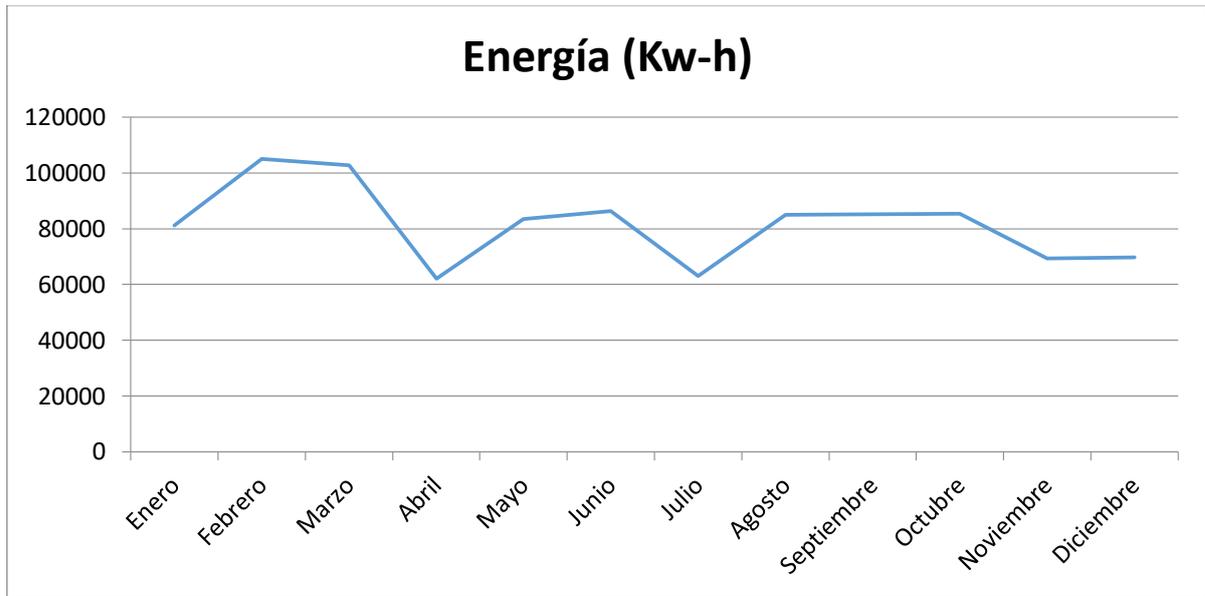
Tabla 3

Mes	Barras de Hielo (Unidades)	Energía (Kw-h)	ICE (Kw-h)/Barra
Enero	32926	81162.2	2.46
Febrero	33240	105000	3.16
Marzo	43691	102675.4	2.35
Abril	21458	62124.1	2.90
Mayo	47032	83480	1.77
Junio	51616	86299.6	1.67
Julio	30519	63068.98	2.07
Agosto	39575	85077.9	2.15
Septiembre	39300	85100	2.17
Octubre	39300	85344	2.17
Noviembre	31310	69257.99	2.21
Diciembre	32000	69806.5	2.18
Promedio			2.27

Este valor se encuentra por encima de lo que recomienda la Organización Latinoamericana de la Energía (OLADE) que es 2,0 kW-h/unidad.

Figura 8

Fuente: Electronorte S.A, 2015

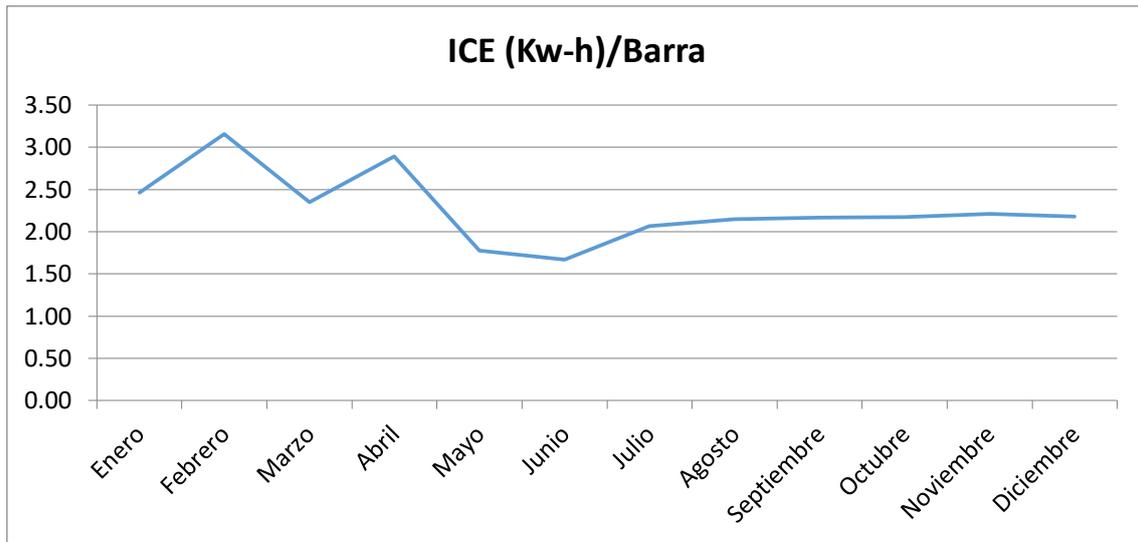


Evolución del consumo de energía por mes del 2015

Interpretación

En la figura, se muestra la tendencia de los consumos de energía en cada mes del año 2015, en el cual se puede apreciar que en los meses de Enero a Marzo, son los meses de mayor consumo, y esto se da por el tema estacional, es decir la fábrica tiene más demanda de venta de hielo debido a que las temperaturas oscilan alrededor de 30 grados centígrados, sin embargo en el mes de Julio, en donde la temperatura en promedio es 18 grados centígrados, la demanda por éste insumo disminuye ligeramente.

Figura 09



Variación del índice de consumo energético

Interpretación:

El índice de consumo energético evalúa la cantidad de energía que se requiere para la elaboración de una barra de hielo de la planta, en el cual se puede observar que en los meses de verano, éste valor supera el valor de 3, es decir que se tiene más producción de hielo, pero a la vez más consumo de energía, no en la misma proporción que en los demás meses; esto nos lleva a analizar que los equipos electromecánicos de la planta cuando operan a mayor capacidad de producción, disminuyen su eficiencia; en el mes de Junio es el mes de menor índice de consumo energético, siendo el mes de menor producción de barras de hielo, por lo que a menor cantidad de producción es mayor la eficiencia de la planta.

Lo que en realidad debería pasar es que cuando se incrementa la producción, la eficiencia debe incrementarse, razón por lo cual se puede decir que los equipos electromecánicos, no están funcionando adecuadamente.

3.2. ACCIONES QUE CONTRIBUYAN A DISMINUIR EL INDICE DE CONSUMO ENERGÉTICO

3.2.1 Mejora en el sistema de iluminación

El Sistema de Iluminación en la Fábrica de Hielo, cuenta con fluorescentes convencionales T-12 de 40 W, por lo que es necesario reemplazarlos por fluorescentes delgados T-8 de 36W. El cambio de los fluorescentes se realizará de acuerdo al cronograma durante los 04 años

Ahorro de Energía

- Ahorro = 95,92 - 86,32 kWh/día
- Ahorro = 9,6 kWh/día
- Ahorro = 9,6 kWh/día x 365 Días/año
- Ahorro = 3504 kWh/año

Ahorro Económico

$$\rightarrow \text{Ahorro} = 3504 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} \times \frac{\text{S}/.0.17}{\text{kWh}} = \text{S}/.595,68/\text{año}$$

3.2.2 Mejora por Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas

Las mejoras por Mantenimiento de las Instalaciones Eléctricas, permitirán un ahorro por este concepto de 1% al 2% de la energía total consumida.

El mantenimiento debe estar referido a:

a) Transformadores

Se deberá verificar el nivel de aceite y limpiar el polvo acumulado en los aisladores y techos de los transformadores.

b) Tableros

Chequear los falsos contactos en interruptores en general, equipos eléctricos y lámparas, así como llaves de tableros generales.

c) Aislamiento

Deberá verificarse periódicamente los niveles de tensión y aislamiento, con la finalidad de detectar fugas a tierra.

En el presente estudio se ha considerado el 1% de ahorro del consumo de energía eléctrica, considerando un consumo de energía promedio al mes de 21 552,438 kWh/mes.

Ahorro de Energía Activa

$$\rightarrow \text{Ahorro} = 1\% \times 21\,552,438 \frac{\text{kWh}}{\text{mes}} = 215,52 \text{ kWh/mes}$$

$$\rightarrow \text{Ahorro} = 2\,586,30 \text{ kWh/año}$$

Ahorro Económico

$$\rightarrow \text{Ahorro} = 2\,586,30 \frac{\text{kWh}}{\text{año}} \times \frac{\text{S}/.0.17}{\text{kWh}} = \text{S}/.439,67/\text{año}$$

3.2.3 Mejora en sistema de facturación de energía eléctrica

El ahorro que se consiga no es energético, sino económico debido a que se puede suscribir un nuevo contrato de suministro. Se recomienda el cambio de opción tarifaria de MT3 actual a MT2 (ver *Tabla 3*), para las mismas condiciones de carga y operación.

Se realiza la simulación de los consumos de acuerdo a los ítems que estipula los pliegos tarifarios, en el cuál se puede observar que en la tarifa MT2, se tendría una menor facturación.

Tabla 4

Cargo	MT2 (S/.)	MT3 (S/.)	MT4 (S/.)
Fijo Mensual	4.3	4.3	4.3
Por energía Activa	29244.06	29244.06	31053.69
Potencia Activa de Generación	1969.6	6613.13	6613.13
Potencia Activa en Distribución	7916.5	7630.88	7630.88
Energía Reactiva	1651.54	1651.54	1651.54
Total	40786	45143.91	46953.54

Ahorro Económico

→ S/. 45.143,26 - S/. 40.786,07 = S/. 4 357, 19 /mes.

→ S/. 4357.19 /mes x 12mes/año = S/. 52 286,28/año.

3.2.4 Resumen de los Ahorros de Energía Eléctrica

El resumen de los ahorros, se puede presentar en la Tabla 4.

Tabla 5

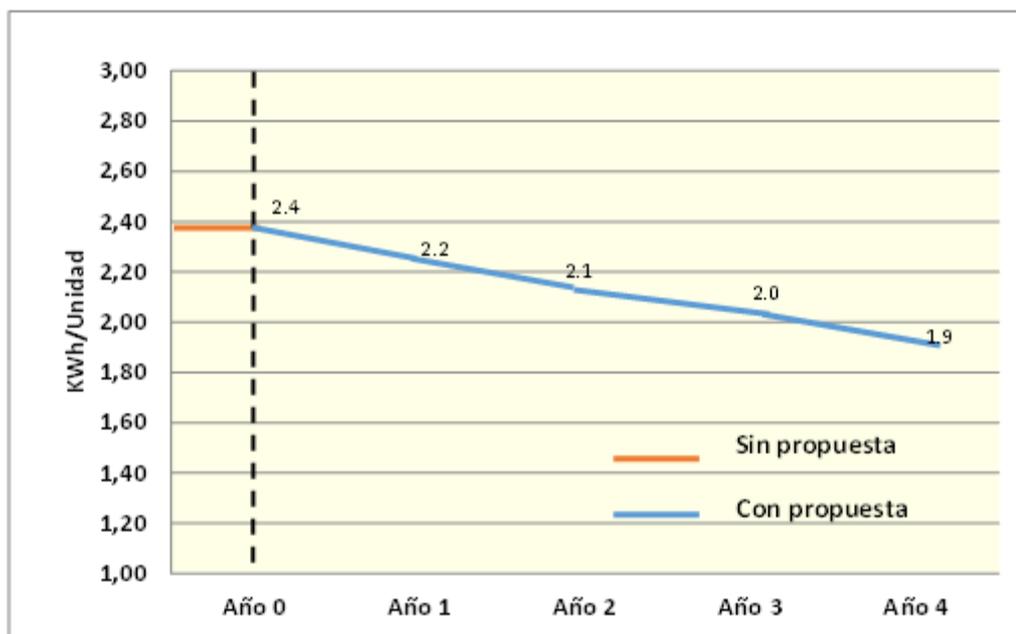
Análisis de Ahorros de Energía Eléctrica		
Oportunidades de Mejora del Sistema Eléctrico	Ahorros Anuales	
	(kW-h)	(S/.)
Sistema de Iluminación Eficiente	3 504,00	595,68
Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas	2 586,30	439,67
Sistema de Facturación Eléctrica	----	52 286,40
TOTAL	6 090,30	53 321,75

Fuente: Elaboración Propia

3.2.5 Mejora de la Eficiencia Energética Eléctrica

A continuación apreciamos como va mejorando el Índice de Consumo Energético Eléctrico.

Figura 10



Fuente: Elaboración Propia

3.2.6 Plan de Gestión de la Energía Eléctrica.

Para el logro de las metas se plantea los siguientes programas:

Tabla 6

Tabla 1: Programas de Gestión Energética Empresarial

Gestión Energética Empresarial	Programas
Comportamiento Humano	Uso racional y eficiente de la energía eléctrica
Medidas Técnicas	Reducción del consumo de energía eléctrica
Medidas Administrativas	Administración del sistema eléctrico

Fuente: Elaboración Propia

La inversión a realizar la presentamos en el siguiente Tabla:

Tabla 2: Resumen de Inversión (2010 – 2014)

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Inversión					
Asesoría en ingeniería y capacitación	12 000	12 000	12 000	12 000	12 000
Inversión Tecnología	6 600				
Total	18 600	12 000	12 000	12 000	12 000
Total Inversión (S/.)	66 600				

FUENTE: Elaboración Propia

3.3. REALIZAR LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS PROPUESTAS A IMPLEMENTAR.

Flujo de Caja de la inversión.

Tabla 7

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Inversión (S/.)	66600				
Ahorro (S/.)		68401	68401	68401	68401

Los valores de los ingresos anuales, llevándolas al año cero, donde se inicial el proyecto, con una tasa de interés del 12% anual, que es la tasa que se evalúa en créditos vehiculares en las diferentes instituciones financieras de la ciudad de Chiclayo

Utilidad actualizada al tiempo 0:

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

Dónde:

Ia: Utilidad actualizada al año 0.

Ia: Ingresos Anuales (Ahorro de energía)

i:Tasa de Interés: 12% anual

n: Número de Años: 4

Reemplazando valores obtenemos: a = S/. 207 757.73 Nuevos Soles.

Por lo tanto el valor actual neto es la diferencia entre la utilidad actualizada del proyecto (Ia) y el valor de la inversión:

$$207757.73 - 66600 = 141157.73 \text{ Nuevos Soles.}$$

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 66600 Nuevos Soles.

Ia: 68401 Nuevos Soles de Utilidades Anuales

TIR: 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 96% anual, que representa un valor superior al interés bancario actual que oscila en 15%anual.

Relación Beneficio Costo

La relación beneficio / costo es de 207257 / 66600, es de 3.11

La amortización mensual por el pago del préstamo bancario de 66600 Nuevos Soles, se realiza el análisis financiero para el periodo de 48 meses, en el cual la cuota fija mensual de pago del préstamo es de 2171 Nuevos Soles.

Tabla 8

TIPO DE PERIODO	Meses
TASA BASE DE INFORMACIÓN	Periódica
TASA DE INTERES MENSUAL	2.00%
CAPITAL	66,600
NUMERO DE PERIODOS	48

Tabla 9

PERIODOS AL AÑO	12
Tasa Mensual	2.00%
Tasa efectiva anual	26.82%
CUOTA FIJA	\$2,171.28

Tabla 10

TABLA DE AMORTIZACION					
MES	SALDO INICIAL	CUOTA	INTERES	ABONO A CAPITAL	SALDO FINAL
1	66,600	2,171	1,332	839	65,761
2	65,761	2,171	1,315	856	64,905
3	64,905	2,171	1,298	873	64,031
4	64,031	2,171	1,281	891	63,141
5	63,141	2,171	1,263	908	62,232
6	62,232	2,171	1,245	927	61,306
7	61,306	2,171	1,226	945	60,361
8	60,361	2,171	1,207	964	59,396
9	59,396	2,171	1,188	983	58,413
10	58,413	2,171	1,168	1,003	57,410
11	57,410	2,171	1,148	1,023	56,387
12	56,387	2,171	1,128	1,044	55,343
13	55,343	2,171	1,107	1,064	54,279
14	54,279	2,171	1,086	1,086	53,193
15	53,193	2,171	1,064	1,107	52,086
16	52,086	2,171	1,042	1,130	50,956
17	50,956	2,171	1,019	1,152	49,804
18	49,804	2,171	996	1,175	48,629
19	48,629	2,171	973	1,199	47,430
20	47,430	2,171	949	1,223	46,208
21	46,208	2,171	924	1,247	44,961
22	44,961	2,171	899	1,272	43,688
23	43,688	2,171	874	1,298	42,391
24	42,391	2,171	848	1,323	41,067

25	41,067	2,171	821	1,350	39,718
26	39,718	2,171	794	1,377	38,341
27	38,341	2,171	767	1,404	36,936
28	36,936	2,171	739	1,433	35,504
29	35,504	2,171	710	1,461	34,042
30	34,042	2,171	681	1,490	32,552
31	32,552	2,171	651	1,520	31,032
32	31,032	2,171	621	1,551	29,481
33	29,481	2,171	590	1,582	27,899
34	27,899	2,171	558	1,613	26,286
35	26,286	2,171	526	1,646	24,641
36	24,641	2,171	493	1,678	22,962
37	22,962	2,171	459	1,712	21,250
38	21,250	2,171	425	1,746	19,504
39	19,504	2,171	390	1,781	17,723
40	17,723	2,171	354	1,817	15,906
41	15,906	2,171	318	1,853	14,053
42	14,053	2,171	281	1,890	12,162
43	12,162	2,171	243	1,928	10,234
44	10,234	2,171	205	1,967	8,268
45	8,268	2,171	165	2,006	6,262
46	6,262	2,171	125	2,046	4,216
47	4,216	2,171	84	2,087	2,129
48	2,129	2,171	43	2,129	0

IV. DISCUSIÓN.

En el presente trabajo, se ha propuesto la realización de una Auditoría Energética con el propósito de disminuir el Índice de Consumo Energético de la Fábrica de Hielo Sarita Colonia. Para lograr esto, primero ejecutamos la Auditoría, luego se verificó los consumos de los equipos y/o artefactos para determinar qué sistema es el que consume más energía eléctrica, y luego calcular el Índice de Consumo Energético, después se Plantea medidas para reducir éste Índice, para finalmente realizar la evaluación económica respectiva.

Como resultado de este Trabajo de Investigación, se ha obtenido que la inversión a realizar es S/. 66000, un ahorro anual de S/. 68401, un Valor Actual Neto de S/. 141157.73, una Tasa Interna de Retorno de 96%.

Si comparamos el Índice de Consumo Energético de 2,2764 kW-h/unidad antes y después de las medidas a adoptar se reducirá a 1,9 kW-h/unidad, esto se ratifica lo consignado en la tesis titulada “Proyecto de Eficiencia Energética en el Sistema de Alumbrado en el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET)”, investigación realizada por Ramírez, Rico y Sánchez. En esta investigación se propuso el cambio de luminarias, por luminarias de última tecnología, logrando que un ahorro de carga instalada de 93,5 kW equivalente al 60,5% y un beneficio económico anual es de \$ 655,188 lo que representa una disminución de 39,7%.

De igual manera los resultados obtenidos con lo investigado por Figueroa en la tesis Titulada “Auditoría Energética de los Edificios Administrativo y Docente de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, para disminuir el Consumo de Energía Eléctrica”, al concluir que el elevado consumo de energía se debe al uso de luminarias ineficientes en el consumo de energía, por lo que se ha optado por el cambio de luminarias, logrando un ahorro diario del 20% aproximadamente (291,2 kWh/día). Las luminarias que emplea para reemplazar las existentes, son los tubos LED.

Así mismo, la investigación presentada concuerda con la investigación realizada por Bustamante, en la Tesis titulada “Eficiencia Energética en fábrica de Hielo ICE”, en donde logra disminuir el Índice de Consumo Energético, aplicando mejoras tecnológicas, obteniendo valores de 2,499 kW-h.

Otro trabajo de investigación que avala, los resultados obtenidos es el desarrollado por Barrantes en la Tesis: Mejoramiento de la Eficiencia Energética en la planta industrial “Santa Fe”, en donde se logró disminuir el Índice de Consumo Energético, aplicando para ello medidas a Corto, Mediano y Largo plazo, lográndose un ahorro de 45% en los consumos de energía mensuales..

Finalmente en cuanto al tiempo de recuperación, que en nuestro proyecto es de 4 años, en la investigación realizada por Salazar en la Tesis: “Optimización del Consumo de Energía en la Planta Avicola Carapango SAC”, después de haber planteado las propuestas de mejora, con una inversión de S/. 95000, similar a la inversión a realizar, el tiempo de recuperación es de 5 años 4 meses, con lo cual valida el resultado obtenido.

V. CONCLUSIONES.

- En la Fábrica de Hielo Sarita Colonia SA, el Índice de Consumo Energético es de 2,2764 kW-h / Unidad de hielo producido, considerando que la energía que se utiliza en dicha fábrica es Energía Eléctrica la misma que es proporcionada por la empresa Electronorte SA, con una Potencia Instalada de 145,511 kW.

- Para lograr disminuir el Índice de Consumo Energético se ha propuesto mejorar el Sistema de Iluminación, mejorar el Mantenimiento de las instalaciones eléctricas y mejorar el sistema de facturación de energía eléctrica, con una inversión de S/.66 600, en un periodo de cuatro años, con lo cual se busca disminuir el Índice de Consumo Energético a 1,9 kW-h / Unidad, de hielo producido, valor por debajo del que recomienda la Organización Latinoamericana de la Energía (OLADE).
- Como resultado de la evaluación económica, realizada a la inversión a realizar, se obtiene un ahorro económico de S/. 68401,00, un VAN de S/. 141157.73, TIR de 96% y una Relación Beneficio Costo de 3.11.

VI. RECOMENDACIONES.

- Realizar un estudio, que permita evaluar la posibilidad de modificar la secuencia del Proceso de Fabricación de Hielo.
- Elaborar un estudio orientado a determinar la calidad de energía en las instalaciones de la Fábrica de Hielo Sarita Colonia, esto con la finalidad de corroborar si está cumpliendo con lo expresado en la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.

- Motivar a todos los trabajadores de la Fábrica de Hielo Sarita Colonia, para que sean los agentes y propulsores del uso eficiente de la energía.

VII. BIBLIOGRAFIA.

Arias Sánchez, Luis. 2012. *Ahorro de la Energía en el Sistema de Iluminación del Edificio Principal BANESCO* . Caracas, Venezuela : s.n., 2012.

Auli, Jorge. 2012. *Sostenibilidad Energética en Edificios*. Barcelona. España : Ediciones CEAC, 2012.

Bazas, José y Delgado, Pedro. 2014. *Aprovechamiento Energético y Reducción de Pérdidas en la Escuela de Postgrado Señor de Sipán*. Lambayeque, Perú : Universidad Señor de Sipán, 2014.

Chirinos, Luis y Barrantes, Enrique. 2013. *Situación Energética en el Perú*. Lima : s.n., 2013.

Chuquitarco, Nestor Lonidas. 2012, p.32. *Optimizar la Calidad de Energía Eléctrica.* 2012, p.32.

— **2012, p.39.** *Optimizar la Calidad de Energía Eléctrica.* Ecuador : s.n., 2012, p.39.

Cieza, Ramón y Flores, Claudia. 2014, p.14. *Sustentabilidad económica y eficiencia energética de las estrategias de diversificación de sistemas productivos de la cuenca del Salado- Argentina.* Buenos Aires : s.n., 2014, p.14.

Concejo Nacional de Energía, Gobierno del Salvador. 2010, p.23. *Eficiencia Energética.* El Salvador : s.n., 2010, p.23.

Corretger, M. 2008, p.44. *Incidencia del Mantenimiento en la Gestión Energética en los Edificios.* Madrid. España : Ingeniería Hospitalaria, 2008, p.44.

Escobar, Leonardo. 2009. *La Eficiencia Energética en las Industrias.* Barcelona, España : s.n., 2009.

Esteban, L, Feijoó, M y Hernández, J. 2012. *Eficiencia Energética y Regulación de la Industria Española ante el cambio climático.* Zaragoza. España : s.n., 2012.

Fiestas, Farfan Brian. 2011. *Ahorro Energetico en el Sistema Electrico de la Universidad de Piura - Campus Piura.* Piura : Universidad de Piura, 2011.

Figuroa, Edgar. 2015. *Auditoría energética de los edificios administrativo y docente de la facultad de ingeniería civil y mecánica de la universidad técnica de ambato, para disminuir el consumo de energía eléctrica.* Chile : s.n., 2015.

García, Casals Xavier. 2015. *Valoración Energética de Edificios: Necesidad de Mejora en las propuestas de Regulación y Certificación para España.* Madrid. España : s.n., 2015.

Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collazos, Carlos y Batista Lucio, Pilar. 2006, p.23. *Metodología de la Investigación.* México Distrito Federal. México : Mc. Graw Hill, 2006, p.23.

Hernández, B. 2008. *Algunos modelos de certificación energética en Europa.* Madrid. España : Técnica Industrial, 2008.

Lizana Quispe, Elmer. 2015. *Auditoría Energética en el proceso de "Molienda de Cemento" Pacasmayo.* Lambayeque, Perú : Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2015.

Martí, J y Tiers, T. 2009. *Eficiencia Energética en Hospitales.* Madrid, España : Editorial Reverte, 2009.

MEM, Ministerio de Energía y Minas. 2014. *Plan Estratégico Nacional 2014-2015.* Lima. Perú : s.n., 2014.

Ministerio de Energía y Minas. 2011. *Auditoría Energética.* Lima. Perú : s.n., 2011.

—. 2008. *Guía de Orientación del Uso Eficiente de Energía y de Diagnóstico Energético*. Lima. Perú : Ministerio de Energía y Minas, 2008.

OLADE. 2010. *Ahorro y Eficiencia Energética*. Quito. Ecuador : s.n., 2010.

Pérez, Eduardo. 2012. *Ahorro y Eficiencia Energética*. Lima. Perú : s.n., 2012.

Pérez, P y Pastor, P. 2012. *Consumos Energéticos y Calidad del Aire en Quirófanos*. Madrid. España : Ingeniería Hospitalaria, 2012.

Ramírez, Jhonatan, Ricoy, Jair y Sánchez. 2011. *Proyecto de eficiencia energética en el sistema de alumbrado en el centro de ciencias aplicadas y desarrollo tecnológico*. Ecuador : s.n., 2011.

Ramírez, Secundino Marrero y Paluau, Liliana Gonzáles. 2006, p.28. *La Gestión Energética una Herramienta Indispensable en la Gestión Empresarial*. Sevilla. España : Academic Search, 2006, p.28.

Rojas, Montero Marduz Gersson. 2014. *Eficiencia Energética del Sistema Eléctrico 22,9/4,16/0,46 kV de la Mina Animón*. Huancayo - Perú : Universidad Nacional del Centro, 2014.

Silva Larrotta, Jorge René. 2012. *Situación Energética General del Sector de los Plásticos en Bogotá*. Bogotá - Colombia : s.n., 2012.

Sinche, Lujan Juan y Urbina, Pola José. 2011. *Diseño y Propuesta de un Plan de Gestión para mejora de la eficiencia energética eléctrica en la empresa avícola Yugoslavia SAC*. Trujillo. Perú : s.n., 2011.

Vásquez, Frank. 2016. *Auditoría Energética del Sistema Eléctrico de la Planta Procesadora Frutícola PROFRUSA, Distrito De Olmos, Lambayeque, 2016*. Lambayeque, Perú : Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2016.

Villacorta, Alberto Rios. 2012. *Estrategia Energética Sostenible: Iquitos 2030*. Lima : Universidad ESAN, 2012.

Watch, Energy Efficiency. 2012. *Auditorías Energéticas y Eficiencia Energética*. España : s.n., 2012.

ANEXOS

ANEXO 1

ANEXO N° 1: HOJA DE ENCUESTA

Nombres y Apellidos:

Fecha:

Facultad:

Escuela:

1. ¿Cree que la Fábrica de Hielo Sarita Colonia hace buen uso de la energía eléctrica?
a).- Si b).- No
¿Por qué?
2. ¿Cree que ahorrar energía nos ayuda a mejorar el medio ambiente y nuestra economía?
a).- Si b).- No
¿Por qué?
3. ¿Conoces la importancia que tiene ahorrar energía eléctrica para la Fábrica de Hielo Sarita Colonia?
a).- Si b).- No
4. ¿Piensas que es importante ahorrar energía eléctrica para nuestro planeta?
a).- Si b).- No
¿Por qué?
5. De las siguientes acciones, ¿Cuáles realiza en sus actividades dentro la Fábrica de Hielo Sarita Colonia?

	Lo hago siempre	Lo hago a veces	Nunca lo hago
Apaga el computador cuando sale, o por tiempos prolongados.			
Apaga el estabilizador o cortapicos de los equipos al terminar de usarlos.			
Apaga las lámparas al salir del aula u oficina.			
Utiliza iluminación natural para evitar encender luces durante el día.			
No enciende aparatos o luces que no necesita.			

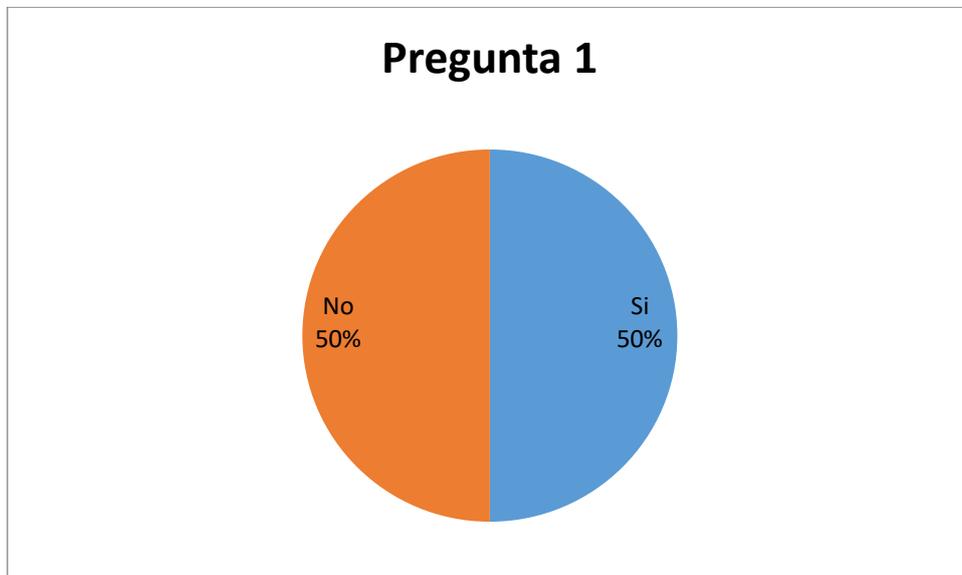
Resultados de Encuesta N° 1

Tabla 11

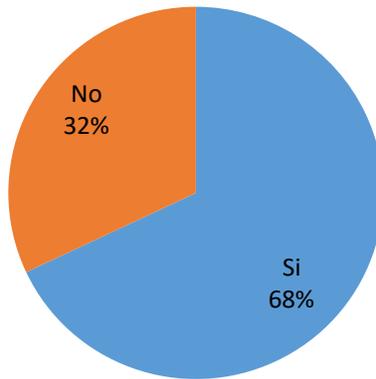
	Respuestas		Total
	Si	No	
Pregunta 1	31	19	50
Pregunta 2	34	16	50
Pregunta 3	13	37	50
Pregunta 4	41	9	50

Resultados en Gráficos de cada Pregunta de La Encuesta 1

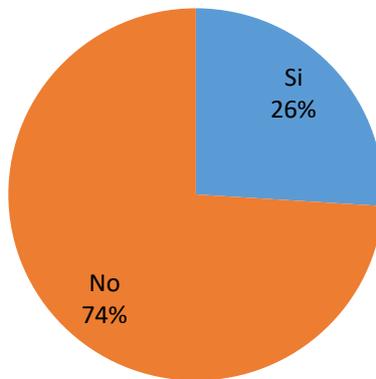
Figura 12



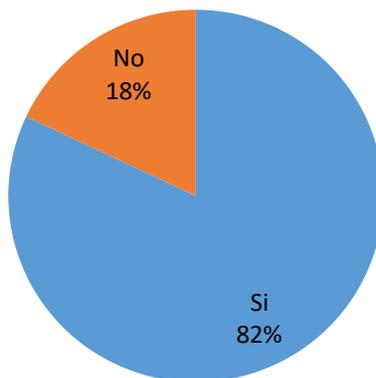
Pregunta 2



Pregunta 3



Pregunta 4



Encuesta N° 2

1. ¿Considera que además del punto o puntos eléctricos que tiene a su disposición, requiere de alguno adicional?
a).- Si b).- No
¿Cuántos?
¿Para qué equipos?
2. ¿Conoces las lámparas ahorradores de energía?
a).- Si b).- No
3. Obviar si no responde la 7. ¿En la Fábrica de Hielo Sarita Colonia se cuenta con lámparas ahorradoras de energía?
a).- Si b).- No
4. ¿Sabes por qué debemos utilizar las lámparas ahorradores de energía?
a).- Si b).- No
¿Por qué?
5. ¿Sabías que desconectando los equipos eléctricos ahorras energía eléctrica?
a).- Si b).- No
6. ¿Conecta cargadores eléctricos de celular u otros equipos que utiliza a la red eléctrica de la Fábrica de Hielo Sarita Colonia?
a).- Si b).- No
7. ¿Qué problemas relacionados con el uso inadecuado de energía identifica en la Fábrica de Hielo Sarita Colonia Mencione.
8. ¿Sabes cómo ahorrar energía eléctrica?
a).- Si b).- No

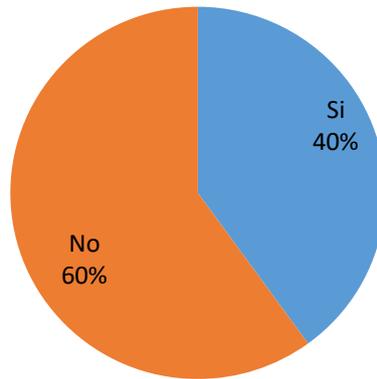
Tabla 12

	Respuestas		Total
	Si	No	
Pregunta 1	20	30	50
Pregunta 2	27	23	50
Pregunta 3	15	35	50
Pregunta 4	40	10	50
Pregunta 5	15	35	50
Pregunta 6	27	23	50
Pregunta 7	15	35	50
Pregunta 8	30	20	50

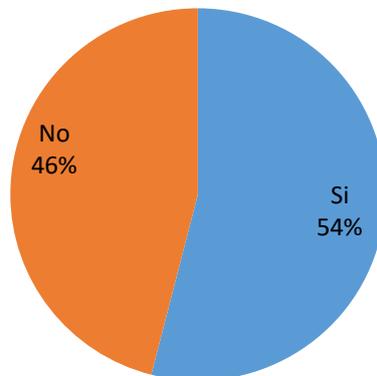
Resultados en Gráficos de cada Pregunta de La Encuesta 1

Figura 13

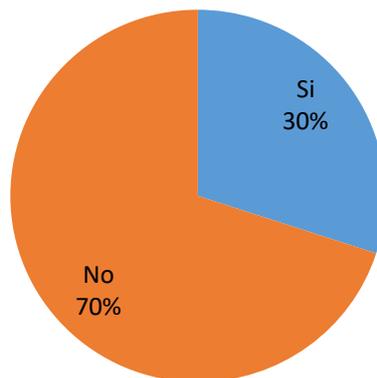
Pregunta 1



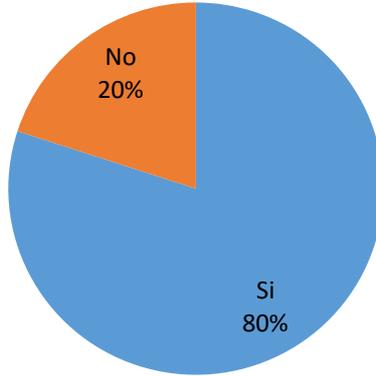
Pregunta 2



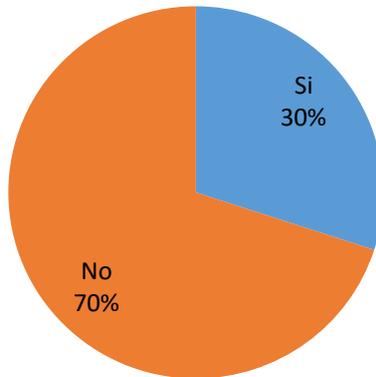
Pregunta 3



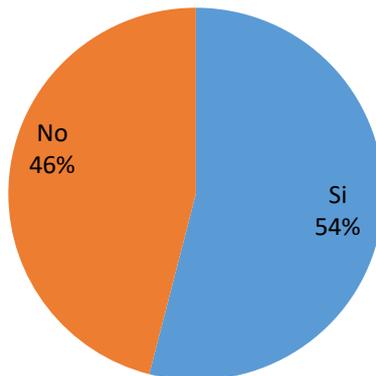
Pregunta 4



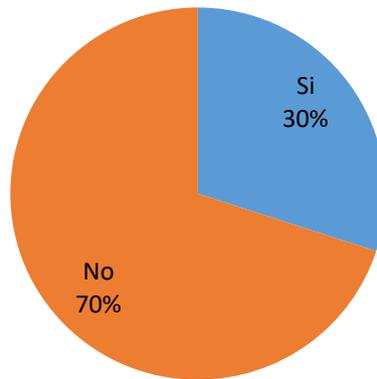
Pregunta 5



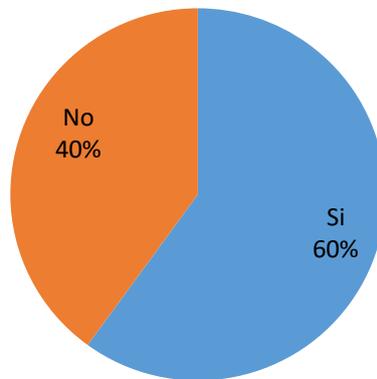
Pregunta 6



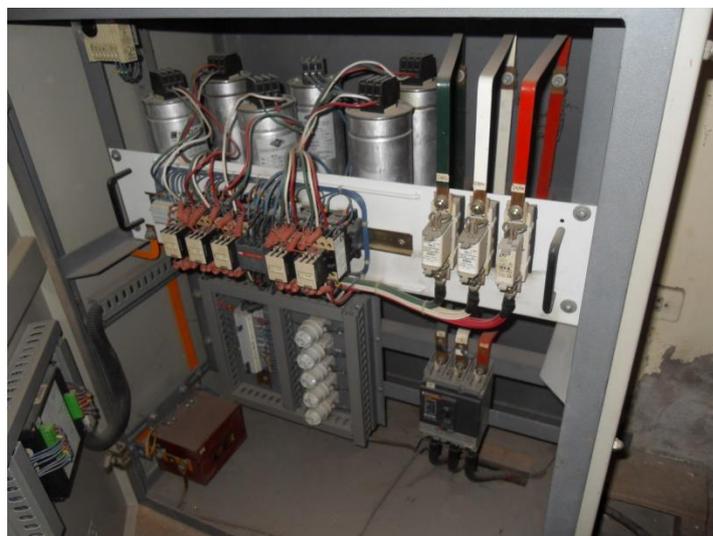
Pregunta 7



Pregunta 8



ANEXO 02
FOTOS DE LA FABRICA DE HIELO SARITA COLONIA



ANEXO 03

COMPARACIÓN DE COSTOS DE FACTURACIÓN ELÉCTRICA

MEDIA TENSIÓN – MT2	UNIDAD	TARIFA	CONSUMOS	COSTO (\$/.)
Cargo Fijo Mensual	S./mes	4,3000		4,30
Cargo por Energía Activa en Punta	S./kWh	0,1299	12.000	1.558,80
Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	S./kWh	0,1032	268.268	27.685,26
Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S./kW-mes	24,6200	80	1.969,60
Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S./kW-mes	6,7400	80	539,20
Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S./kW-mes	10,0100	737	7.377,37
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	S./kVARh	0,0382	43.234	1.651,54
TOTAL				40.786,07
MEDIA TENSIÓN – MT3	UNIDAD	TARIFA	CONSUMOS	COSTO (\$/.)
Cargo Fijo Mensual	S./mes	4,30		4,30
Cargo por Energía Activa en Punta	S./kWh	0,1299	12.000	1.558,80
Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	S./kWh	0,1032	268.268	27.685,26
Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:				
Presentes en Punta	S./kW-mes	19,1900	80	1.535,20
Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	6,8900	737	5.077,93
Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:				
Presentes en Punta	S./kW-mes	8,4200	80	673,60
Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	9,4400	737	6.957,28
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	S./kVARh	0,0382	43.234	1.651,54
TOTAL				45.143,26
MEDIA TENSIÓN – MT4	UNIDAD	TARIFA	CONSUMOS	COSTO (\$/.)
Cargo Fijo Mensual	S./mes	4,30		4,30
Cargo por Energía Activa	S./kWh	0,1108	280.268	31.053,69
Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:				
Presentes en Punta	S./kW-mes	19,1900	80	1.535,20
Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	6,8900	737	5.077,93
Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:				
Presentes en Punta	S./kW-mes	8,4200	80	673,60
Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	9,4400	737	6.957,28
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	S./kVARh	0,0382	43.234	1.651,54
TOTAL				46.952,89

Fuente: Hidrandina

ANEXO 04

ESTUDIO DE CONSUMO DE ENERGÍA REACTIVA E INSTALACION DE BANCO DE CONDENSADORES

1. Análisis de Consumos de energía eléctrica.

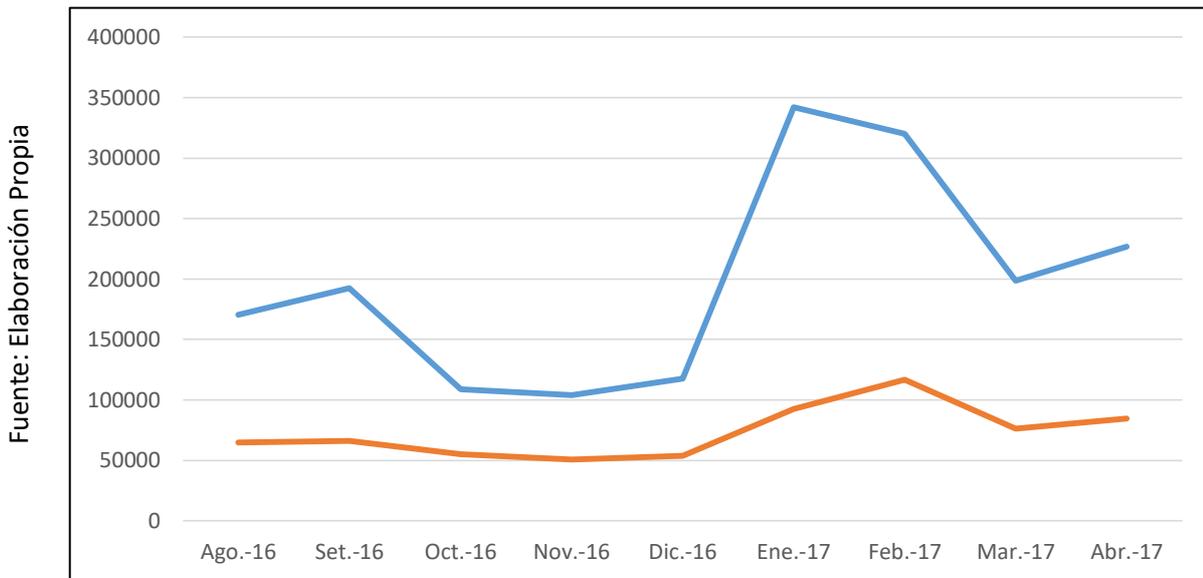
En la tabla A-1, se muestran los consumos de Energía Activa Total, Energía en Horas Punta. Energía en Horas fuera de punta, Energía Reactiva, potencia en hora punta, potencia en hora fuera de punta, entre los meses de Agosto del 2016 y Abril del 2017, en el cual se puede observar la tendencia de dichas mediciones, que son consumidas por los equipos de generación de frío, que utilizan el ciclo de compresión de vapor, destacando la presencia de los motores eléctricos que accionan los compresores, la bomba de refrigerante, ventiladores, iluminación y sistemas de control.

Tabla A-1

	2016					2017			
	ago-16	sep-16	oct-16	nov-16	dic-16	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17
Energía Activa Total KWH	170427.3	192627.3	109018.2	103868.2	117450	342245.5	320040.9	198613.7	226631.8
Energía Activa Hora Punta KWH	20763.64	24145.46	4640.91	1431.818	4822.728	56954.55	51440.91	24886.37	26781.82
Energía Activa Fuera Punta KWH	149663.7	168481.8	104377.3	102436.4	112627.3	285290.9	268600	173727.3	199850
Energía Reactiva KVAR-H	64813.64	65995.46	55068.19	50936.37	53927.28	92590.92	116781.8	76354.55	84809.1
Potencia Hora Punta KW	572.7273	672.7273	222.7273	45.4546	313.6364	690.9092	636.3637	554.5455	577.2728
Potencia Fuera Punta KW	590.9092	695.4546	650.0001	581.8182	504.5455	731.8183	700.0001	609.091	631.8182
Energía Activa HP (S/)	4,499.48	5,254.05	1,020.07	326.31	1,103.44	13,031.20	11,404.45	5,497.40	5,916.10
Energía Activa FP (S/)	26,969.39	30,512.06	19,090.61	19,493.64	21,523.07	54,519.10	49,422.41	31,826.84	36,612.52
Energía Reactiva (S/.)	584.37	350.45	972.78	860.25	813.11	0	878.55	706.04	708.1

Registro de Mediciones de Energía y Potencia, Fábrica de Hielo Sarita Colonia

Figura A-1



Tendencia de consumo de energía activa total KW-H y Energía Reactiva KVAR-H

Se observa de la figura A-1, que en los meses de verano, los consumos de energía son tres veces que los consumos de energía en los meses de invierno, y eso se explica por el incremento en la misma proporción de la producción de bloques de hielo; sin embargo se puede establecer que los consumos de energía reactiva, no son elevados en los meses de enero, febrero y marzo, básicamente porque el sistema a operar en plena carga, los factores de carga están dentro del valor de 0.85 a 0.92. Así mismo se puede observar que en el mes de enero el valor de la energía reactiva no supera el 30% de la energía activa total, por lo tanto no se reporta en ese mes una facturación por éste concepto.

2. Facturación por energía reactiva.

En la tabla A-2, se muestra la tendencia de la facturación por el concepto de energía activa en horas punta, energía activa en horas fuera de puntal, y energía reactiva.

Si el consumo de energía reactiva exceda el 30% de la energía activa total mensual, la facturación se efectuará sobre el exceso de la energía reactiva.

$$\text{Energía reactiva a facturar} = ER \text{ mes} - (0,3 \times EA \text{ mes})$$

A este resultado, se le multiplica por el precio unitario de la energía reactiva (expresado en S/. / kVAR.h).

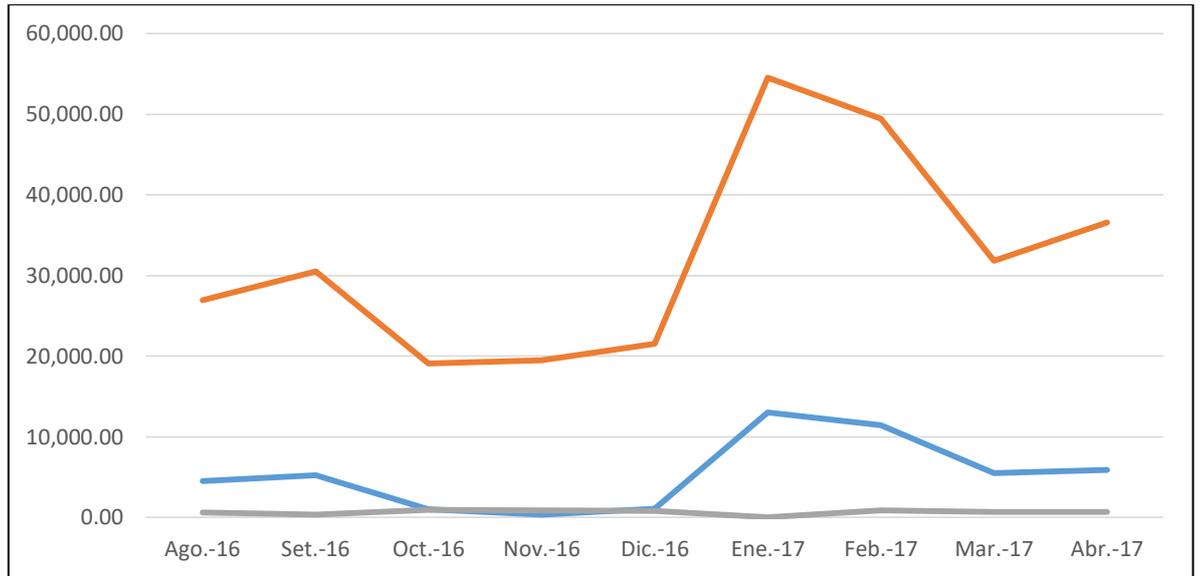
Tabla A-2

	2016					2017			
	ago-16	sep-16	oct-16	nov-16	dic-16	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17
Energía Activa HP (S/)	4,499.48	5,254.05	1,020.07	326.31	1,103.44	13,031.20	11,404.45	5,497.40	5,916.10
Energía Activa FP (S/)	26,969.39	30,512.06	19,090.61	19,493.64	21,523.07	54,519.10	49,422.41	31,826.84	36,612.52
Energía Reactiva (S/.)	584.37	350.45	972.78	860.25	813.11	0	878.55	706.04	708.1

Fuente: Electronorte S.A

Facturación de energía activa en horas punta, fuera de punta, y energía reactiva

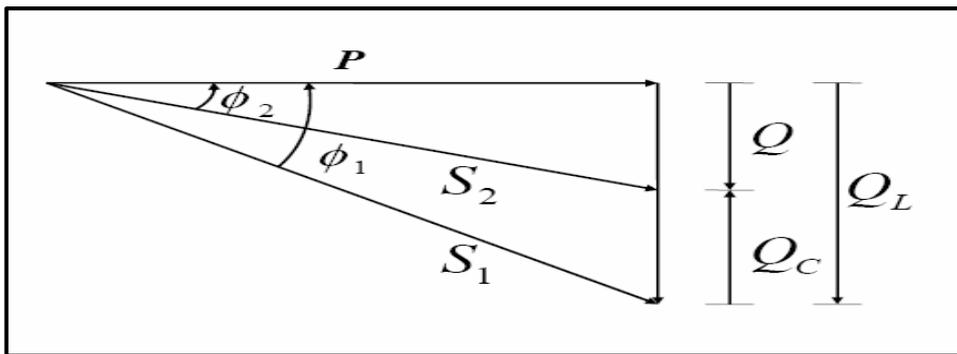
Figura A-2



Tendencia de la facturación de energía activa en horas punta, fuera de punta, y energía reactiva, en Nuevos Soles

3. Compensación del factor de potencia

figura A-3



Dónde:

- ✓ **QL:** Es la demanda de reactivos de un motor y la potencia aparente correspondiente.
- ✓ **QC:** Es el suministro de reactivos del capacitor la compensación de reactivos no afecta el consumo de potencia activa, por lo que **P** es constante.

CALCULO PARA MEJORAR EL F.P. A PARTIR DE LOS DATOS DE CONSUMO

$$\cos \phi_o = \frac{E_a}{\sqrt{E_a^2 + E_r^2}}$$

$P_{media} < P_{max.} < P_{contr.}$

Con los datos de consumos, realizamos el cálculo de los KVA, que se han requerido para incrementar el factor de potencia hasta un valor de 0.9, en la tabla A-3.

Tabla A-3

E. Activa kwh	E. Reactiva kVArh	Potencia activa kw	F.P. DESEADO	CONDENSADOR kVAr
170427.2898	64813.6428	590.9092	0.9	- 61
192627.292	65995.4611	695.4546	0.9	- 99
109018.1927	55068.1873	650.0001	0.9	14
103868.1922	50936.3687	581.8182	0.9	4
117450.0117	53927.2781	504.5455	0.9	- 13
342245.4888	92590.9184	731.8183	0.9	- 156
320040.9411	116781.8299	700.0001	0.9	- 84
198613.6562	76354.5531	609.091	0.9	- 61
226631.8408	84809.0994	631.8182	0.9	- 66

Fuente: Elaboración Propia

Determinación de la capacidad del condensador en función a los consumos de energía y potencia.

Seleccionamos un banco de condensadores de 200 KVAR.

Tarifa MT3

a) Facturación de la Energía Activa

“Para la facturación de los consumos de energía activa en horas punta de la opción Tarifaria MT3, se exceptuará los días domingos, los días feriados nacionales del calendario regular anual y los feriados nacionales extraordinarios declarados en días hábiles” (OSINERGMIN, Ministerio de Energía y Minas, 2011, p.15).

“La facturación de energía en horas punta y fuera de punta, se determinará en base al consumo registrado en dichos periodos por su respectivo precio unitario (expresado en S/./KW.h)” (OSINERGMIN, Ministerio de Energía y Minas, 2011, p.15).

b) Calificación tarifaria

“La calificación tarifaria del usuario será efectuada por la concesionaria según el grado de utilización de la potencia en horas punta o fuera de punta del usuario. Para determinar la calificación tarifaria se utiliza la siguiente relación” (OSINERGMIN, Ministerio de Energía y Minas, 2011, p.15):

$$\text{Calificación tarifaria} = \frac{EA \text{ HPmes}}{M.D. \text{ leída mes} \times \#HPmes}$$

EA HP mes: Energía activa consumida en horas punta del mes

M.D. leída mes: Máxima demanda leída del mes

HP mes: Número de horas punta del mes

- Si el resultado es $\geq 0,5$, el usuario es considerado como cliente presente en punta.
- Si el resultado es $< 0,5$, el usuario es considerado como cliente fuera de punta.

La diferencia de ser un usuario presente en punta o fuera de punta, está en el costo de la potencia de generación.

c) Facturación del cargo por potencia activa de generación

La potencia activa de generación a facturar, está dada por la demanda máxima mensual

“Una vez calificado el usuario (cliente punta o cliente fuera de punta), la facturación de potencia activa de generación, se obtendrá multiplicando por la máxima demanda leída del mes expresada en kW, por el precio unitario de potencia activa de generación” (OSINERGMIN, Ministerio de Energía y Minas, 2011, p.16).

d) Facturación del cargo por potencia por uso de las redes de distribución

“Se determina tomando el promedio de las dos más altas demandas máximas de los últimos seis meses en horas punta o fuera de punta, incluyendo el mes que se factura” (OSINERGMIN, Ministerio de Energía y Minas, 2011, p.16).

e) Facturación por energía reactiva

Si el consumo de energía reactiva exceda el 30% de la energía activa total mensual, la facturación se efectuará sobre el exceso de la energía reactiva.

Tarifa MT4

a) Facturación de la Energía Activa

La facturación de energía, se determinará en base al consumo registrado del por su respectivo precio unitario (expresado en S./KW.h).

b) Calificación tarifaria

“La calificación tarifaria del usuario, será efectuada por la concesionaria según el grado de utilización de la potencia en horas de punta o fuera de punta del usuario” (OSINERGMIN, Ministerio de Energía y Minas, 2011, p.16).

$$\text{Calificación tarifaria} = \frac{EA \text{ HPmes}}{M.D. \text{ leída mes} \times \#HPmes}$$

EA HP mes: Energía activa consumida en horas punta del mes

M.D. leída mes: Máxima demanda leída del mes

HP mes: Número de horas punta del mes

- Si el resultado es $\geq 0,5$, el usuario es considerado como cliente presente en punta.
- Si el resultado es $< 0,5$, el usuario es considerado como cliente fuera de punta.

La diferencia de ser un usuario presente en punta o fuera de punta, está en el costo de la potencia de generación.

c) Facturación del cargo por potencia activa de generación

La potencia activa de generación a facturar, está dada por la máxima demanda leída mensual.

“Una vez calificado el usuario (cliente punta o cliente fuera de punta), la facturación de potencia activa de generación, se obtendrá multiplicando por la máxima demanda leída del mes expresada en kW, por el precio unitario de potencia activa de generación” (OSINERGMIN, Ministerio de Energía y Minas, 2011, p.19).

d) Facturación del cargo por potencia por uso de las redes de distribución

“Se determina tomando el promedio de las dos más altas demandas máximas de los últimos seis meses en horas punta o fuera de punta, incluyendo el mes que se factura”

$$PURD = \frac{\sum 2 \text{ más altas demandas máx. de los últimos 6 meses en HP o HFP}}{2}$$

e) Facturación por energía reactiva

“Si el consumo de energía reactiva excede el 30% de la energía activa total mensual, la facturación se efectuará sobre el exceso de la energía reactiva”