



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE COSTO PARA MIGRACIÓN DE PLAN TARIFARIO ELÉCTRICO EN LA EMPRESA T&K INSUMOS E.I.R.L LIMA-2016.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Bach. Victor Adrian Centeno Cruz

Asesor:

Mg. Ing. Luis Romero Echevarría

Lima-Perú

2016

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** el trabajo de suficiencia profesional desarrollado por el Bachiller **Victor Adrian Centeno Cruz**, denominada:

**“PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE COSTO PARA MIGRACIÓN
DE PLAN TARIFARIO ELÉCTRICO EN LA EMPRESA T&k
INSUMOS E.I.R.L. LIMA-2016”**

Ing. Nombres y Apellidos

ASESOR

Ing. Nombres y Apellidos

JURADO

PRESIDENTE

Ing. Nombres y Apellidos

JURADO

Ing. Nombres y Apellidos

JURADO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Jesús Centeno Llanos y Concepción Cruz Huycho, a mis hermanos, por su apoyo incondicional e inculcarme el amor y la importancia del estudio.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios, por haberme dado la vida. Mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que me brindaron apoyo, de una u otra manera para llegar a la culminación de mis estudios, a mi asesor Mg. Ing. Luis Romero Echevarría quién con su acertada dirección, ha hecho posible la realización de este trabajo, a todo el grupo humano de la Empresa T&K Insumos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ANEXOS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Antecedentes	14
1.2. Realidad Problemática	16
1.3. Formulación del Problema	19
1.3.1. Problema General.....	19
1.3.2. Problema Específico.....	19
1.3.2.1. ¿Cuál es la propuesta de optimización de costo, mediante una análisis de consumo eléctrico para migración de plan tarifario eléctrico en la Empresa T&K Insumos EIRL?.....	19
1.3.2.2. ¿Cuál es la propuesta de optimización de costo, a través de la factibilidad técnica para cuantificar el ahorro, para migración de plan tarifario eléctrico en la Empresa T&K Insumos E.I.R.L?	19
1.3.2.3. ¿Cuál es la propuesta de optimización de costo, para migrar de plan tarifario anterior a uno más conveniente en la Empresa T&K Insumos EIRL?	19
1.4. Justificación.....	20
1.4.1. Justificación Teórica	20
1.4.2. Justificación Práctica	20
1.4.3. Justificación Cuantitativa.....	20
1.4.4. Justificación Académica.....	20
1.5. Objetivo	21
1.5.1. Objetivo General.....	21

1.5.2.	<i>Objetivos Específicos</i>	21
1.5.2.1.	<i>Determinar la Propuesta de optimización de costo, mediante un análisis de consumo eléctrico para migración de plan tarifario eléctrico en la Empresa T&K Insumos EIRL</i>	21
1.5.2.2.	<i>Identificar la propuesta de optimización de costo, a través de la factibilidad técnica para cuantificar el ahorro, para migración de plan tarifario eléctrico en la Empresa T&K Insumos E.I.R.L</i>	21
1.5.2.3.	<i>Señalar la propuesta de optimización de costo, para migrar de plan tarifario anterior a uno más conveniente en la Empresa T&K Insumos E.I.R.L</i>	21
 CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO		22
2.1.	Antecedentes de la investigación.....	22
2.2.	Sector eléctrico en el Perú.....	26
2.5.	Actividades principales del sector eléctrico.....	26
2.6.	Formación de precios de energía y potencia.....	28
2.7.	Demanda máxima de Potencia.....	29
2.8.	Condiciones generales de la aplicación.....	30
2.10.	Opciones tarifarias.....	31
2.11.	Tarifas eléctricas.....	32
2.12.	Tarifas BT2 - (2E-2P).....	32
2.13.	Tarifas BT3 - (2E-1P).....	35
2.14.	Tarifas BT4 - (1E-1P).....	39
2.15.	Cálculo de la facturación.....	42
2.16.	Definición de términos básicos.....	44
 CAPÍTULO 3. DESARROLLO		48
3.1.	Determinar la propuesta optimización de costos mediante un análisis de consumo eléctrico para migración de plan tarifario eléctrico en la Empresa T&K Insumos E.I.R.L....	48
3.2.	Identificar la propuesta de optimización de costo, a través de la factibilidad técnica para cuantificar el ahorro, para migración de plan tarifario eléctrico en la Empresa T&K Insumos E.I.R.L.....	49
3.3.	Señalar la propuesta de optimización de costo, para migrar de plan tarifario anterior a uno más conveniente en la Empresa T&K Insumos E.I.R.L.....	51

CAPÍTULO 4.	RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	52
4.1.	RESULTADOS.....	52
4.2.	CONCLUSIONES.....	57
4.3.	RECOMENDACIONES.....	59
	REFERENCIAS.....	60
	ANEXOS.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n.º 1-1. Empresas nuevas según región, 2015.....	14
Figura n.º 1-2. Crecimiento de energía Eléctrica	15
Figura n.º 1-3 Índice de precios en kW.h en la opción tarifaria BT5B.....	17
Figura n.º 1-4 Precios del kw.h según tipo de tarifa.....	17
Figura n.º 1-5 Estadística de costos tarifa BT5B y promedio en pérdida por Inoperatividad de la máquina MT-10.....	18
Figura n.º 2-1. Generación - Transmisión - Distribución.....	27
Figura n.º 2-2 Usuarios finales de baja tensión (mercado regulado)	28
Figura n.º 2-3. Formación de precios de energía y potencia	28
Figura n.º 2-4 Mejora del factor de potencia antes y después	30
Figura n.º 2-5. Usuario presente en hora punta y fuera de punta	45
Figura n.º 4-1 Condición antes y después de la inversión	55
Figura n.º 4-2 Potencias activa y reactiva de los equipos.....	56
Figura n.º 4-3 Elección de la opción BT2.....	58
Figura n.º 4-4 Gráfica beneficio costo de la inversión.....	59

ANEXOS

Anexo n.º 1. Autorización para el incremento de carga y otros del servicio eléctrico	65
Anexo n.º 2. Documentos y requisitos para gestionar el cambio de tarifa o razón social ...	66
Anexo n.º 3 Formulas y cálculo de motor y calefactor	67
Anexo n.º 4. Placa de motores y equipo de medición.....	70
Anexo n.º 5 Máquinas de la Empresa al 71%.....	71
Anexo n.º 6 Potencia contratada empresa T&K	72
Anexo n.º 7 Voltaje de trabajo de máquinas Empresa T&K.....	73
Anexo n.º 8 Solicitud de incremento de carga	74
Anexo n.º 9 Consumo de máquinas y horarios de trabajo	75
Anexo n.º 10 Consumo de los calefactores	76
Anexo n.º 11 Cargas de consumo con pocas máquinas	77
Anexo n.º 12 Estadística de consumo en pocas máquinas	78
Anexo n.º 13 Consumo de máquinas en trabajo de 24 horas diarias	79
Anexo n.º 14 Estadística de consumo en 24 horas diarias.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n.º 2-1 Sector eléctrico, mercado libre y regulado	27
Tabla n.º 2-2. Procedimiento para la Demanda máxima	29
Tabla n.º 2-3 Opciones tarifarias en Baja Tensión	31
Tabla n.º 2-4 Cuadro de estadística de potencia	33
Tabla n.º 2-5 Cuadro de estadística de potencia	34
Tabla n.º 2-6. Costo de Potencia por Tipo de Calificación Tarifaria	36
Tabla n.º 2-7. Estadística de potencia	38
Tabla n.º 2-8. Costo de Potencia por Tipo de Calificación Tarifaria	40
Tabla n.º 2-9. Estadística de potencia	41
Tabla n.º 2-10. Pliego Tarifario en baja tensión	42
Tabla n.º 3-1 Cuadro de potencias y energía activas y reactivas	48
Tabla n.º 3-2. Estadística de consumo de energía eléctrica Empresa T&K.....	49
Tabla n.º 3-3. Evaluación del costo en opción tarifaria BT2	50
Tabla n.º 3-4. Evaluación en consumo de pocas máquinas en BT2.....	51
Tabla n.º 3-5 Evaluación del costo en opción tarifaria BT3	52
Tabla n.º 3-6. Evaluación del costo en opción tarifaria BT4	53
Tabla n.º 3-7 Evaluación de costo trabajando las 24 horas del día en BT2.....	54
Tabla n.º 3-8 Evaluación de costo trabajando las 24 horas del día en BT3.....	54
Tabla n.º 3-9 Evaluación de costo trabajando las 24 horas del día en BT4.....	54
Tabla n.º 3-10 Cuadro comparativo entre las opciones tarifarias en baja tensión.....	54
Tabla n.º 3-11 Costo beneficio de la inversión.....	54
Tabla n.º 4-1 Resultados antes y después de la inversión	55
Tabla n.º 4-2 potencias de equipos eléctricos de la empresa.....	56
Tabla n.º 4-3 Resumen opción BT2.....	57
Tabla n.º 4-4 beneficio costo de la inversión	58

RESUMEN

El presente trabajo propone como objetivo principal determinar la optimización del costo para migración de plan tarifario en la empresa T&K Insumos E.I.R.L, dedicada a la fabricación de productos plásticos, donde se realizó acciones que permitió elegir la mejor opción tarifaria eléctrica y generar beneficios económicos a la empresa.

El estudio busca migrar a un mejor plan tarifario eléctrico, para lograr este objetivo se aplicó métodos, como determinar la optimización de costo mediante un análisis de consumo eléctrico, el cual fue necesario determinar el consumo eléctrico, se simuló un historial de consumo eléctrico de los últimos seis meses, a partir de estos datos se pudo determinar e Identificar la propuesta de optimización de costo, a través de la factibilidad técnica para cuantificar el ahorro, para migración de plan tarifario eléctrico en la Empresa.

Para ello fue necesario realizar una evaluación mediante el pliego tarifario según el resultados se propuso una inversión de S/. 6 555,00 nuevos soles, en un nuevo suministro y un banco de condensadores, para la migración al plan tarifario BT2, el cual resulta ser el más adecuado, producto de ello se obtuvo beneficios como operatividad de las máquinas en un 100% así mismo ingresos netos en valor de S/. 5 460,00 nuevos soles a partir del tercer mes.

ABSTRACT

The main objective of this paper is to determine the optimization of the cost of tariff plan migration in T & K INSUMOS EIRL, a company dedicated to the manufacture of plastic products, where actions were taken to choose the best electric tariff option and generate economic benefits to the company business.

The study seeks to migrate to a better electric tariff plan, to achieve this objective was applied methods, such as determining cost optimization through an analysis of electricity consumption, which was necessary to determine the electric consumption, simulated a history of electricity consumption of In the last six months, from this data, it was possible to determine and identify the cost optimization proposal, through the technical feasibility to quantify the savings, for the migration of the electric tariff plan in the Company.

For this it was necessary to carry out an evaluation through the tariff sheet according to the results an investment of S /. 6 555.00 new suns, in a new supply and a bank of capacitors, for the migration to the tariff plan BT2, which turns out to be the most suitable, product of which was obtained benefits like operation of the machines in a 100% Net income in the amount of S /. 5 460.00 new suns from the third month.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo titulado propuesta de optimización de costo para migración de plan tarifario en la empresa T&k Insumos EIRL.

El motivo para el desarrollo de este trabajo es porque me brinda la oportunidad poder aplicar lo aprendido en todos los años de estudio, así mismo los cursos para el desarrollo me facilitaron de manera teórica y práctica resolver la problemática de la empresa.

El objetivo del presente trabajo es la importancia de determinar la propuesta de optimización de costo para migración de plan tarifario eléctrico en la empresa T&k insumos. Es decir como una migración de plan tarifario puede aumentar la productividad en la empresa.

El trabajo desarrollado comprende cuatro capítulos, en el Primer Capítulo hemos considerado la realidad problemática, la cual nos permitirá conocer la situación en la que se encuentra la opción tarifaria de la empresa, así mismo se plantean el problema general y los problemas específicos, para luego exponer los motivos que justifican la realización de este trabajo y su importancia, así mismo el objetivo general y objetivos específicos.

En el Segundo Capitulo, hemos abordado el Marco Teórico, en la cual se han desarrollado los antecedentes de la investigación, los conceptos claves que son de gran importancia para el desarrollo de este trabajo.

En el Tercer Capítulo, se aprecia el desarrollo, es decir la aplicación de lo aprendido por la teoría, el cual considera los siguientes puntos, recolección de datos por medio de equipos, procesamiento de los datos con herramientas de evaluación, análisis y selección de la mejor alternativa.

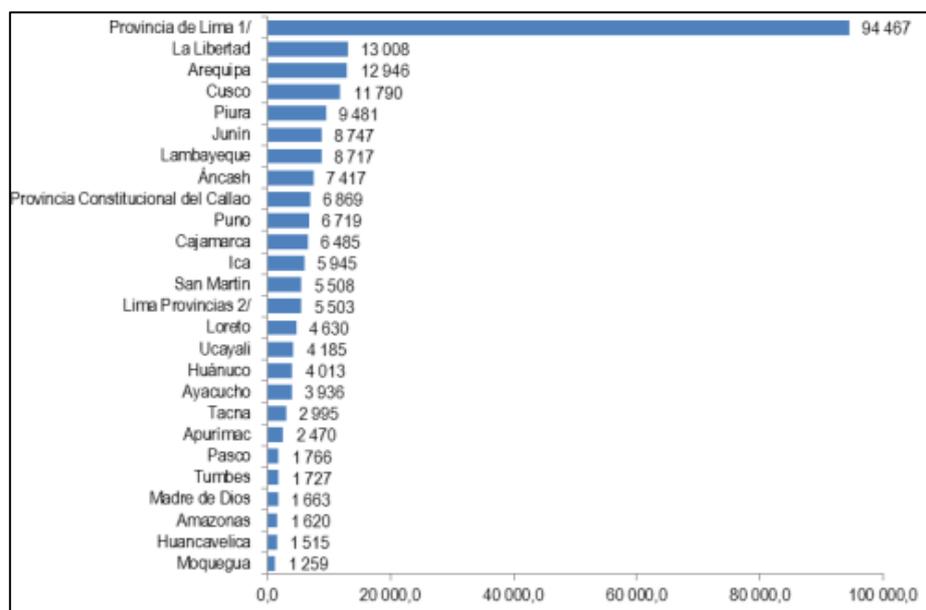
En el Cuarto Capítulo, se presentan los resultados, así como las conclusiones y recomendaciones. Finalmente las referencias bibliográficas y los anexos.

1.1. Antecedentes

Actualmente en el Perú se ha notado un incremento en la creación de nuevas empresas como: textiles, agro exportación, manufactura, calzado etc. El Instituto Nacional de Estadística informática (INEI) dio a conocer que a diciembre de 2015 se crearon 235 mil 381 empresas y solo en la provincia de lima se registró el mayor número, representando el 40.1% del total. (INEI, 2016) Todo ello representa grandes oportunidades de desarrollo económico para muchas empresas, entre ellas la Empresa T&K el cual tiene como rubro principal la producción de productos plásticos para calzado.

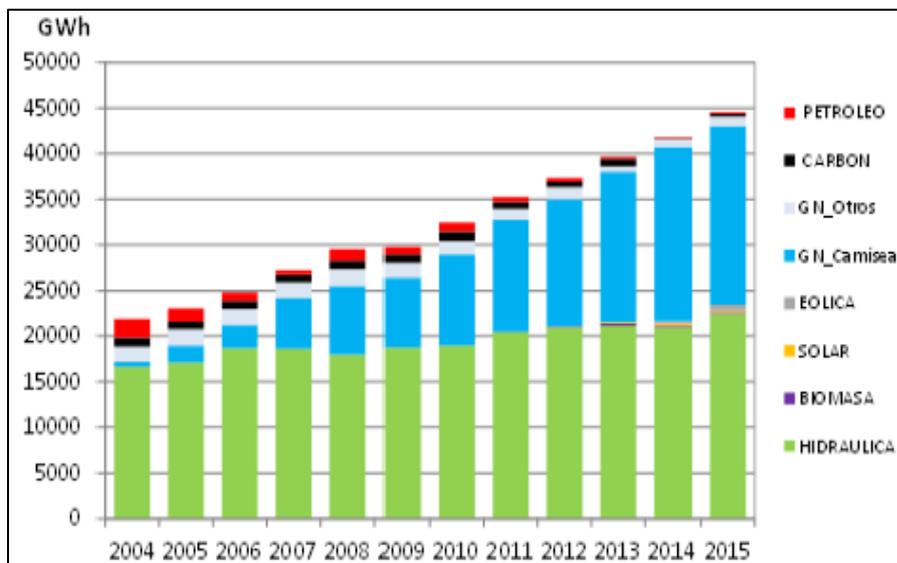
Como producto del crecimiento de la actividad económica y la oferta energética no solo acompaña el crecimiento energético sino la anticipó e hizo posible que la economía se consolide. (Osinermin, 2016). Producto de ello las empresas proveedoras de electricidad se encuentran con el reto de poder suministrar la alta demanda eléctrica y esto representa una alta probabilidad de influir en los costos de energía eléctrica.

Figura n.º 1-1. Empresas nuevas según región, 2015



Fuente: INEI, 2016

*Figura n.º 1-2. Crecimiento de energía Eléctrica
 (2004-2015)*



Fuente: INEI, 2016

1.2. Realidad Problemática

Actualmente en el Perú existe una alza de precios en el costo de la electricidad, su incremento desde el año 2011 a la actualidad ha sido en un 41.1% ver figura (1-3) (Osinergmin, 2016). Las pequeñas empresas en su gran mayoría no le toman mucha importancia a este tema, se preocupan más en temas financieros, pagos a la Sunat, recursos humanos etc.

En Lima, específicamente en la empresa T&k Insumos E.I.R.L. existen altos gastos de energía eléctrica que afectan los ingresos de la empresa.

La Empresa T& K Insumos E.I.R.L se dedica a la fabricación de productos plásticos de calzado femenino. Estos productos se fabrican a través de máquinas de inyección, sistemas de aire comprimido, calefactores eléctricos, motores eléctricos.

El consumo de energía eléctrica suele ser alto, el índice de costo en el KW.h es 0.4821 nuevo sol en la tarifa BT5B a diferencia de otras tarifas ver figura (1-4). Así mismo, la potencia contratada de 29,7 kw ver Anexo (n.º 6) de la empresa no permite el uso de toda la maquinaria, solo trabajan en un promedio de 71% ver Anexo (n.º 5), al respecto el nivel de voltaje de las máquinas es bajo ver anexo (n.º 7).

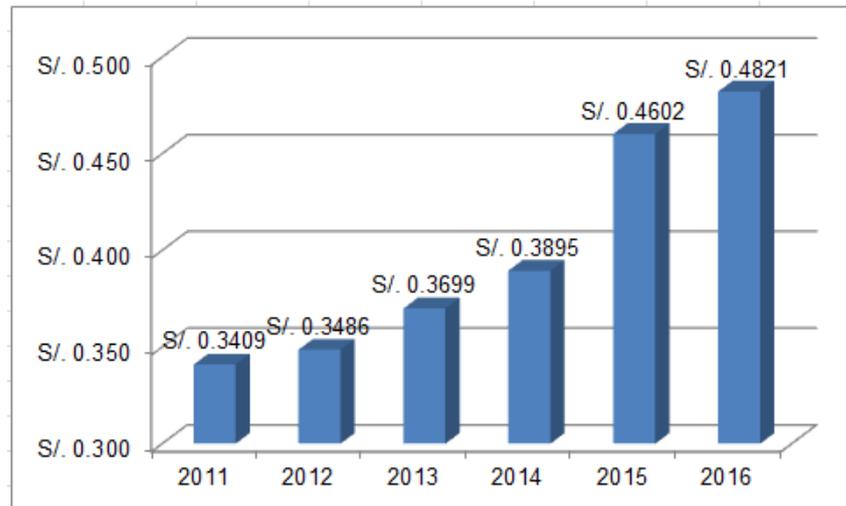
Esta situación problemática afecta a la empresa, a los trabajadores y a las mismas máquinas, ya que el hecho de no producir al 100% afecta la productividad de la empresa ver figura n.º (1-5).

Entre las principales causas de esta situación, vamos a identificar a la mala asesoría de los proveedores de Edelnor. Además en el transcurso de los años, la empresa fue adquiriendo más máquinas, lo que fue produce que el nivel de potencia eléctrica no pueda dar abasto.

Si esta situación continuara de esta manera, lo que podría llegar a suceder es que la productividad de dicha empresa no alcanzará sus niveles óptimos, lo que indiscutiblemente llevará al incumplimiento de los pedidos. Además del malestar de los trabajadores quienes no pueden ejercer sus funciones en su totalidad.

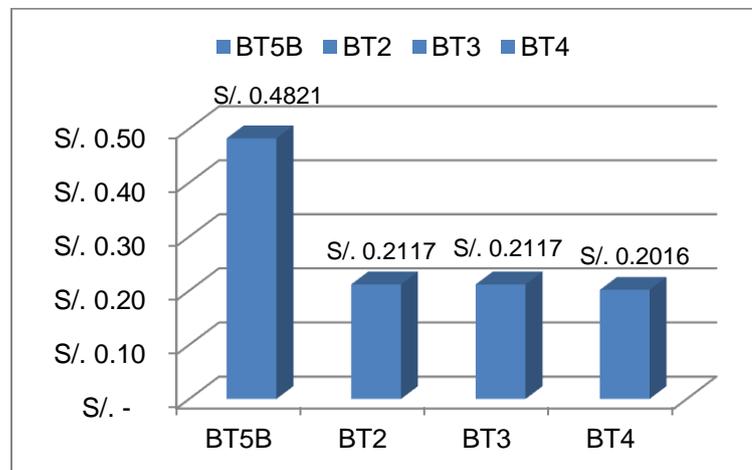
Como profesional del área de la ingeniería industrial el aporte que se da para este estudio es ayudar a migrar a otro plan tarifario que colabore con las metas de la empresa.

Figura n.º 1-3 Índice de precios en kW.h en la opción tarifaria BT5B
(2011-2016)



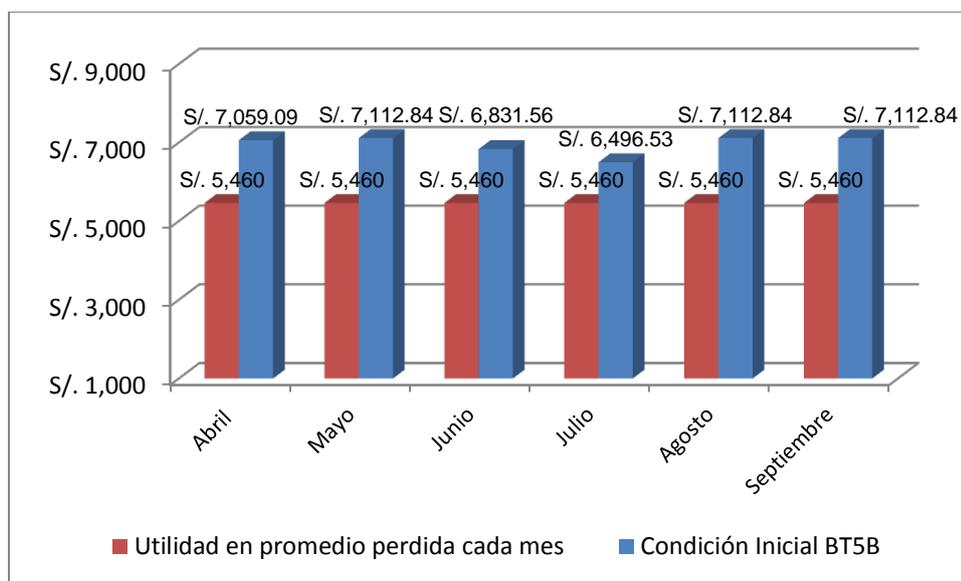
Fuente: OSINERG, 2016

Figura n.º 1-4 Precios del kW.h según tipo de tarifa



Fuente: OSINERG, 2016

Figura n.º 1-5 Estadística de costos tarifa BT5B y promedio en pérdida por Inoperatividad de la máquina MT-10



Fuente: Elaboración propia

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema General

¿Cuál es la propuesta de optimización de costo para migración de plan tarifario eléctrico en la empresa T&K INSUMOS EIRL?

1.3.2. Problema Específico

1.3.2.1. ¿Cuál es la propuesta de optimización de costo, mediante una análisis de consumo eléctrico para migración de plan tarifario eléctrico en la Empresa T&K Insumos EIRL?

1.3.2.2. ¿Cuál es la propuesta de optimización de costo, a través de la factibilidad técnica para cuantificar el ahorro, para migración de plan tarifario eléctrico en la Empresa T&K Insumos E.I.R.L?

1.3.2.3. ¿Cuál es la propuesta de optimización de costo, para migrar de plan tarifario anterior a uno más conveniente en la Empresa T&K Insumos EIRL?

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Teórica

El presente trabajo tiene como objetivo principal optimizar el costo para migración de plan tarifario eléctrico en la Empresa T&K Insumos, mediante un diagnóstico eléctrico y una evaluación del costo de la energía eléctrica a través del plan tarifario. Para ello nos centramos en simular un historial de consumo eléctrico de los últimos seis meses, terminada la evaluación podremos optar por el mejor plan tarifario.

1.4.2. Justificación Práctica

El desarrollo de este trabajo permitirá resolver de una manera práctica, optimizar el costo para migración de plan tarifario en la EMPRESA T&K INSUMOS E.I.R.L., mediante una evaluación del sistema tarifario actual, el cual nos permitirá elegir el mejor plan tarifario adecuado a la empresa, el cual es nuestro objetivo principal.

1.4.3. Justificación Cuantitativa

Las actividades a realizarse en este proyecto nos darán como resultado una optimización en el costo para migración de plan tarifario eléctrico en la Empresa T&K Insumos E.I.R.L. A través de la nueva opción tarifaria, se tendrá en un 100% la operatividad de todas las máquinas, así mismo se tendrá ingresos netos en beneficio de la empresa por S/. 5 460,00 nuevos soles a partir del tercer mes.

1.4.4. Justificación Académica

Para el desarrollo de este trabajo se tomó como punto importante los cursos de ingeniería eléctrica y gestión de la energía e investigación complementaria, que fueron la base principal el cual, al aplicarlo correctamente dio como resultado el objetivo esperado la correcta migración de plan tarifario eléctrico en la Empresa T&K Insumos E.I.R.L.

1.5. Objetivo

Determinar la propuesta de optimización de costo para migración de plan tarifario eléctrico en la empresa T&K Insumos EIRL

1.5.1. Objetivo General

Determinar la propuesta de optimización de costo para migración de plan tarifario eléctrico en la empresa T&K Insumos EIRL

1.5.2. Objetivos Específicos

1.5.2.1. Determinar la Propuesta de optimización de costo, mediante un análisis de consumo eléctrico para migración de plan tarifario eléctrico en la Empresa T&K Insumos EIRL.

1.5.2.2. Identificar la propuesta de optimización de costo, a través de la factibilidad técnica para cuantificar el ahorro, para migración de plan tarifario eléctrico en la Empresa T&K Insumos E.I.R.L.

1.5.2.3. Señalar la propuesta de optimización de costo, para migrar de plan tarifario anterior a uno más conveniente en la Empresa T&K Insumos E.I.R.L.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

A continuación se presenta antecedentes de investigación de diferentes bibliotecas y universidades del país como del extranjero que tiene una estrecha vinculación al tema central.

➤ **Ámbito nacional**

DISEÑO Y PROPUESTA DE UN PLAN DE GESTIÓN PARA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA ELÉCTRICA EN LA EMPRESA AVÍCOLA YUGOSLAVA S.AC.

Datos Bibliográficos

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE 2011 - Br(s).MANUEL SINCHE LUJÁN Y JOSÉ CHARLY URBINA POLO - TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL TRUJILLO-PERÚ.

Resumen

El plan de gestión llevado en una planta de alimentos balanceados, propone optimizar el recurso energético eléctrico.

El estudio busca la competitividad basada en la gestión de la energía eléctrica a través de un diagnóstico eléctrico ejecutándose las siguientes acciones con y sin inversión. Dentro de las acciones principales se logra ahorros y beneficios a través de: Gestión tarifaria de la energía eléctrica, corrección del factor de potencia, empleo de motores de alta eficiencia. De implementarse este estudio se estima un ahorro de s/.388,623.44 nuevos soles en el mediano plazo (2011-2014)

Objetivo General

Diseñar y proponer un plan de gestión para la mejora de la eficiencia energética eléctrica en la Empresa Avícola yugoslava S.A.C.

Principales conclusiones:

- El estudio brinda mayor conocimiento, en las oportunidades de ahorro de energía y su aplicación en cualquier sector industrial.

- El diagnóstico eléctrico brinda la oportunidad de ahorro de S/.388,623.44 nuevos soles en base a las mejoras del sistema eléctrico.
- Las mejoras señaladas dio como resultado mejora en la eficiencia energética eléctrica disminuyendo en índice energético eléctrico (kW.h/ton) de 32.91 a 26.05 que representa el 21% en el mediano plazo.

PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA EN UNA EMPRESA DEL SECTOR ALIMENTOS.

Datos Bibliográficos

UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS 2014 - BR. SALGADO MUÑOZ NÁJAR MATÍAS – PROYECTO PARA OBTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL LIMA – PERU.

Resumen

El presente proyecto examina todas las consideraciones para mejorar el sistema energético eléctrico en una planta de la industria de alimentos el cual se resume en el informe teórico que determina la norma 50001 y sus principios establecidos así como también la metodología a seguir.

Objetivo General

Plantear propuestas que permitan mejorar el sistema de gestión energética en una empresa del sector de alimentos con la finalidad de disminuir los costos del consumo eléctrico.

Principales Conclusiones

- Existe un potencial ahorro del 30% anual al invertir en la primera solución que consiste en implementar un sistema de control de picos de demanda máxima. Se estiman ahorros de S/.10,688.00 nuevos soles sobre la facturación actual con un retorno de inversión de hasta 28 meses.
- Existe un potencial ahorro económico que consiste en el control del factor de calificación en MT3 que garantiza un ahorro anual de 53%(S/51,627.00 nuevos soles) con un retorno de la inversión en los 6 primeros meses llegando a la conclusión que es la mejor alternativa de solución. Básicamente la empresa es considerada como cliente presente en hora

punta este factor de calificación depende directamente del consumo en kw-h que se da entre las 6 pm a 11pm, en todo caso con el nuevo control de demanda máxima se podrá conocer cómo se comporta el factor de calificación a lo largo del mes y tener la posibilidad de controlarlo.

OPTIMIZACIÓN DE COSTOS EN LA FACTURACIÓN ELÉCTRICA APLICADOS A LA PEQUEÑA EMPRESA Y MICRO EMPRESA BASADOS EN UNA CORRECTA APLICACIÓN DEL MARCO REGULATORIO Y LA LEY DE CONCECIONES ELÉCTRICAS Y SU REGLAMENTO DL-25844 – DS 093 – 2003

Datos Bibliográficos

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA 2008 BR. RUBY ALIAGA BAUTISTA – TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRICISTA – LIMA – PERÚ.

Resumen

Esta entendido que uno de los componentes principales para el desarrollo de la industria es la optimizar los costos en el proceso productivo la cual abarca tres grandes áreas: aguas, combustibles y electricidad. El poseer un control adecuado de las mismas, asegurará menores costos en el proceso productivo. Se ha hablado mucho de las posibilidades del ahorro en el tema eléctrico sin embargo estas no han sido anunciadas evidentemente. En este momento las empresas pequeñas y medianas apuntan esfuerzos a la exportación con lo cual el requerimiento de equipos se ira elevando, vale destacar que al complementar estas actividades con una correcta asesoría en el tema eléctrico, sus costos operativos serán los más óptimos y ayudará mucho en el proceso productivo.

Principales Conclusiones:

- Con el presente trabajo, se aplicará de manera práctica soluciones basadas en la correcta aplicación de pliegos tarifarios y características de consumo eléctrico de determinada empresa o sector empresarial a nivel nacional.
- La actual ley tarifaria permite optimizar costos de facturación eléctrica a las empresas pero una gran parte de ellas desconoce de la normativa en el tema de ahorro eléctrico.

- El presente trabajo dará una visión clara al estudiante universitario de la realidad nacional en el tema de la facturación eléctrica, como uno de los puntos coyunturales del empresario peruano.
- Un cambio simple de tarifa eléctrica puede lograr ahorros significativos.

➤ **Ámbito internacional**

DETERMINACION Y ANÁLISIS DE AHORRO DE ENERGÍA EN LA INDUSTRIA DEL CALI S.A DE CV.

Datos Bibliográficos

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE LEÓN 1999 - ING. ADOLFO OMAÑA GARZA – TESIS EN OPCIÓN LA GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA ELÉCTRICA CON ESPECIALIDAD EN POTENCIA - MONTERREY, NL - MEXICO.

Resumen

El ahorro de energía difícilmente puede llevarse si no se conoce dónde y cómo se está utilizando, para obtener una mejor eficiencia en el consumo. En la mayoría de los casos el punto de partida necesita de una inspección y de un diagnóstico energético específico de los consumos y fugas de energía en la empresa, vale destacar la importancia de conocer herramientas técnicas de los equipos que se manejan. Así mismo aprovechar al máximo la eficiencia de estos.

Las herramientas tratadas en esta tesis son:

- Tarifas eléctricas.
- Motores eléctricos.
- Bombas rotatorias.
- Variadores de velocidad.

Objetivo General

El propósito de este trabajo es identificar las diferentes áreas, así como el análisis con el fin de optimizar el consumo de energía en la industria de Cali S.A de CV.

Principales conclusiones

- La implementación de variadores de velocidad de estado sólido genera ahorro de energía además de otros beneficios que vienen incluidos (arranque suave, incremento de la vida útil del motor)
- La integración de cargas a una sola tarifa H-SL (alta tensión nivel S de 35 a 220Kv) generará beneficios alrededor de \$13,900.00 dólares americanos.

2.2. Sector eléctrico en el Perú

Con la vigencia de la ley de concesiones eléctricas en el año 1992 se dividió el sector eléctrico en tres soportes fundamentales. La generación, transmisión y distribución asimismo se dio la iniciativa de fomentar la inversión privada a estas actividades originándose adicionalmente un organismo regulador OSINERG (hoy OSINERGMIN) cuya función principal es regular la estructura del sistema tarifario. (Equilibrium, 2013)

2.3. Actividades principales del sector eléctrico

La Ley de Concesiones Eléctricas aprobó establecer la clasificación de las actividades del sector eléctrico en tres grandes grupos. (Equilibrium, 2013)

- **Generación:** Las Empresas generadoras son las encargadas de la producción y aprovisionamiento de energía consumiendo para ello diversas fuentes, siendo las de mayor beneficio en el Perú la hídrica y la térmica.
- **Transmisión:** Esta labor se realiza a través de un conjunto de redes que trasladan la energía eléctrica a niveles de muy alta, alta y media tensión. La transmisión tiene por objetivo lograr el abastecimiento de energía desde las generadoras hacia los usuarios finales, tomando uso para tales fines líneas de transmisión, subestaciones y equipos de compensación reactiva.
- **Distribución:** Son Empresas cuya responsabilidad es de recibir la energía eléctrica de los generadores o trasmisores en el punto de entrega y en bloque, entregarla al usuario final (industriales, comerciales o residenciales). El suministro de energía se realiza por medio de las redes de baja y media tensión de las empresas distribuidoras.

Figura n.º 2-1. Generación - Transmisión - Distribución



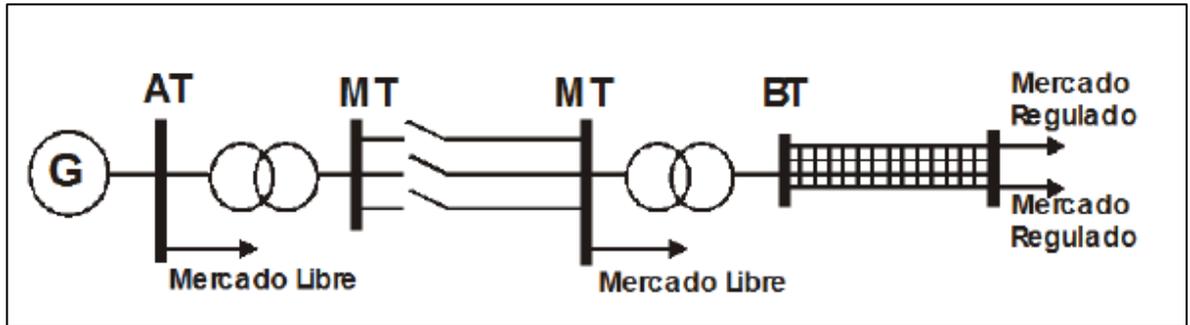
Fuente: OSINERGMIN, 2013

Tabla n.º 2-1 Sector eléctrico, mercado libre y regulado

Usuario del mercado libre	Usuario del mercado regulado	Usuario Libre/Regulado
Aquellos Usuarios con demanda mensual mayor a 2 500kw.	Aquellos Usuarios con demanda mensual menores a 200kw.	El usuario con demanda entre 200kw a 2 500kw puede escoger a ser usuario libre o regulado (Decreto supremo N°022-2009-EM).
Generalmente grandes industrias mineras y servicios.	Conectados en Alta tensión, Media tensión y baja Tensión.	
Conectados en Alta Tensión, Media Tensión, Muy Alta Tensión.	Solo pueden comprar energía y potencia a un solo proveedor, Empresas eléctricas de distribución regional.	
Pueden escoger a su proveedor: Generador, distribuidor.	En este caso se compran potencias y energía a precios regulados por el OSINERGMIN-GART.(Gerencia adjunta de regulación tarifaria)	
En este caso, los precios de potencia y energía son negociados entre el cliente y la empresa suministradora.		

Fuente: OSINERGMIN, 2016

Figura n.º 2-2 Usuarios finales de baja tensión (mercado regulado)



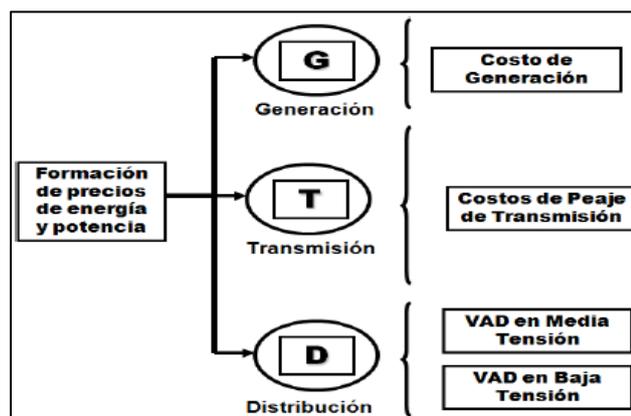
Fuente: OSINERGMIN, 2016

2.4. Formación de precios de energía y potencia

La tarifa está compuesta por los componentes de generación, transmisión y distribución eléctrica.

La formación de precios de energía para el usuario final, está en función de los costos de generación (CG), costos por peaje de transmisión (CPT), valor agregado de distribución para media tensión (VADMT) y el valor agregado de distribución para baja tensión (VADBT).

Figura n.º 2-3. Formación de precios de energía y potencia



Fuente: OSINERGMIN, 2016

Formación de precios para los usuarios finales regulados en media tensión y baja tensión:

Precios de energía para usuarios en media tensión (PEUMT):

$$PEUMT = CG + CPT + VADMT$$

Precios de energía para usuarios en baja tensión (PEUBT):

$$PEUBT = CG + CPT + VADMT + VADBT.$$

2.5. Demanda máxima de Potencia

Según (Osinerghmin) la medición de la demanda máxima de potencia activa será medida a través de instrumentos adecuados o en función del siguiente procedimiento:

Tabla n.º 2-2. Procedimiento para la demanda máxima

Número de motores, artefactos conectados etc.	Potencia Activa Máxima estimada como % de la carga conectada
1	100%
2	90%
3	80%
4	70%
5 a más	60%

Fuente: OSINERGMIN, 2016

2.6. Costo de oportunidad

Según (Expansión, 2016) El coste de oportunidad es el valor de la mayor alternativa posible a la que se renuncia para llevar a cabo una decisión o acción económica.

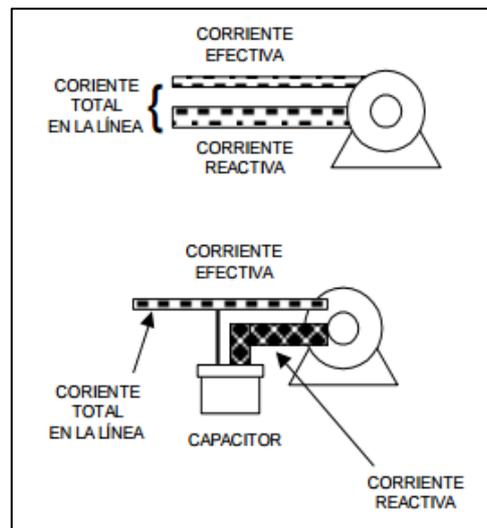
2.7. Costo beneficio

Según (Crecenegocios, 2016) El análisis costo beneficio es una herramienta financiera que mide la relación entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión, el proyecto será rentable cuando la relación es mayor que la unidad.

2.8. Factor de potencia

Según (Upme, 2016) Es la relación de la energía reactiva y activa, todos los equipos con devanados y bobinados como motores y transformadores necesitan de la denominada corriente reactiva para establecer campos magnéticos necesarios para su operación. Un bajo factor de potencia implica pérdidas eléctricas en el sistema. Así mismo la energía reactiva es cobrada por la empresa proveedora de electricidad, para evitar este cobro se instala capacitores o condensadores en paralelo entre sus principales ventajas son mejora el calidad de voltaje en la líneas de transmisión también aumenta la vida útil de los equipos.

Figura n.º 2-4 Mejora del factor de potencia antes y después



Fuente: UPME, 2016

2.9. Condiciones generales de la aplicación

Según (Osinergmin) el usuario puede optar la opción tarifaria según su condición.

La opción tarifaria elegida por el usuario deberá ser aceptada obligatoriamente por la concesionaria.

Las concesionarias deberán proporcionar de forma gratuita, a los usuarios que lo soliciten:

- El histórico de consumos de energía y potencia en HP y HFP,
- Los precios vigentes de los cargos de facturación por opción tarifaria.

- La Vigencia de la opción tarifaria: Regirá por un plazo mínimo de un año.

2.10. Opciones tarifarias

Las opciones tarifarias para usuarios de baja tensión son las siguientes:

Tabla n.º 2-2 Opciones tarifarias en Baja Tensión

Baja Tensión		
Opción Tarifaria	Sistema y Parámetros de Medición	Cargos de Facturación
BT2	Medición de dos energías activas y dos potencias activas (2E2P) Energía: Punta y Fuera de Punta. Potencia: Punta y Fuera de Punta Medición de energía reactiva. Modalidad de facturación de potencia activa variable.	a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa en horas punta. c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta. d) Cargo por energía activa de generación en horas punta. e) Cargo por potencia activa por uso de redes de distribución en horas de punta. f) Cargo por exceso potencia activa por uso de redes de distribución en horas fuera de punta. g) Cargo por energía reactiva.
BT3	Medición de dos energías activas y una potencia activa(2E1P) Energía: Punta y Fuera de punta. Potencia: Máxima del mes. Medición de energía reactiva. Modalidad de facturación de potencia activa variable. Calificación de potencia: P: Usuario presente en punta. PF: Usuario presente fuera de punta	a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa en horas de punta. c) Cargo por potencia activa en horas fuera de punta. d) Cargo por potencia activa de generación. e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución. f) Cargo por energía reactiva.
BT4	Medición de una energía activa y una de potencia(1E1P) Energía: Total del mes. Potencia: Máxima del mes. Medición de energía reactiva. Modalidad de facturación de potencia activa variable. Calificación de potencia: P: Usuario presente en punta. FP: Usuario presente fuera de punta	a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa. c) Cargo por potencia activa de generación. d) Cargo por potencia activa por uso de redes de distribución. e) Cargo por energía reactiva.
BT5B	Medición de una energía activa(1E) Energía: Total del mes.	a) Cargo fijo mensual. b) Cargo por energía activa.

Fuente: OSINERGMIN, 2016

2.11. Tarifas eléctricas

La Norma de Opciones Tarifarias vigente está dada a través de la Resolución OSINERGMIN-182-2009-OS-CD, el cual entró en vigencia el 1 de noviembre de 2009. Antes del 1 de noviembre de 2009, estaba vigente la Norma de Opciones Tarifarias dada por la Resolución OSINERGMIN-236-2005-OS-CD. Es importante señalar que la norma de opciones tarifarias se actualiza cada cuatro años.

2.12. Tarifa BT2 - (2E-2P)

Esta opción tarifaria está dirigida para aquellos usuarios con consumos mínimos de demanda en el periodo de horas punta. Se considera precios diferenciados para la facturación de potencia según si ésta se efectúa en horas punta o bien en horas fuera de punta.

a) Facturación de la Energía Activa

Para la facturación de los consumos de energía activa en horas punta, se exceptuará los días domingos, los días feriados nacionales del calendario regular anual y los feriados nacionales extraordinarios declarados en días hábiles.

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).

b) Facturación del cargo por potencia activa de generación en horas punta

Esta dada por la demanda máxima mensual en horas punta, multiplicado por el precio unitario de potencia activa de generación en horas punta.

Ejemplo ver tabla (2-4) (65,3 kw).

c) Facturación del cargo por potencia por uso de las redes de distribución en horas punta

Toma en cuenta el promedio de las dos más altas demandas máximas de los últimos seis meses en el periodo de horas punta, ejemplo:

Tabla n.º 2-3 Cuadro de estadística de potencia

Mes	Demanda leída en (kw)	
	HP	HFP
Julio	78,0	182,4
Agosto	73,4	180,0
Setiembre	44,8	144,0
Octubre	38,8	112,0
Noviembre	62,1	265,2
Diciembre	65,3	174,0

Fuente: OSINERGMIN, 2016

Potencia por Uso de Redes de Distribución en Horas Punta (PURDHP) a facturar en el mes de diciembre.

$$\text{PURDHP} = \frac{78,0 \text{ kw} + 73,4 \text{ kw}}{2} = 75,7 \text{ kw}$$

PURDHP, se determina tomando el promedio las dos más altas demandas máximas de los últimos seis meses del periodo horas punta, incluyendo el mes que se factura.

Al valor resultante (75,7 kw), se le multiplica por el precio unitario de potencia por el uso de redes de distribución en horas punta.

d) Facturación por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta

Para determinar el exceso de potencia a facturar por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta, se resta el valor de la potencia por uso de distribución de horas fuera de punta menos la potencia por uso de redes de distribución a facturar en horas de punta. El exceso resultante será aplicable cuando el resultado sea positivo.

Tabla n.º 2-4 Cuadro de estadística de potencia

Mes	Demanda leída en (kw)	
	HP	HFP
Julio	78,0	182,4
Agosto	73,4	180,0
Setiembre	44,8	144,0
Octubre	38,8	112,0
Noviembre	62,1	265,2
Diciembre	65,3	174,0

Fuente: OSINERGMIN, 2016

Potencia por Uso de Redes de Distribución en Horas Fuera de Punta (PURDHFP)

$$\text{PURDHFP} = \frac{265,2 \text{ kw} + 182,4 \text{ kw}}{2} = 223,8 \text{ kw}$$

Potencia por Uso de Redes de Distribución en Horas Punta (PURDHP)

$$\text{PURDHP} = \frac{78,0 \text{ kw} + 73,4 \text{ kw}}{2} = 75,7 \text{ kw}$$

La PURDHFP, se determina tomando el promedio de las dos más altas demandas máxima de los últimos seis meses del periodo horas fuera de punta, incluyendo el mes que se factura.

La PURDHP, se determina tomando el promedio de las dos más altas demandas máxima de los últimos seis meses del periodo horas punta, incluyendo el mes que se factura.

Exceso de Potencia por Uso de Redes de Distribución en Horas Fuera de Punta (EPURDHFP) para el mes de diciembre.

$$EPURDHFP = 223,8 \text{ kw} - 75,7 \text{kw} = 148,1 \text{ kw}$$

Al valor presente de (148,1 kw) se le multiplica por el precio unitario de potencia por uso de redes de distribución en horas fuera de punta.

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.

Ejemplo:

Energía activa consumida en el mes (EA mes) : 1 000 kW.h

Energía reactiva consumida en el mes (ER mes): 850 kVAR.h

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

$$\text{Energía reactiva a facturar} = 850 \text{ kVAR. h} - 0,3 * 1\ 000 \text{ kW. h}$$

$$\text{Energía reactiva a facturar} = 550 \text{ kVAR. h}$$

Al valor resultante (550 kVAR.h), se le multiplica por el precio unitario de la energía reactiva (expresado en S./ kVAR.h).

2.13. Tarifa BT3 - (2E-1P)

Esta opción tarifaria está dirigida para aquellos usuarios cuyos consumos de potencia se da durante las 24 horas al día o aquellos usuarios cuyo turno de trabajo empieza en horas de la mañana y acaban pasadas las 18:00 h.

Esta tarifa considera precios diferenciados para las facturaciones de potencia, según si los usuarios se encuentran calificados como presentes en punta o presentes en fuera de la punta.

a) Facturación de la Energía Activa

Para la facturación de los consumos de energía activa en horas punta de la opción Tarifaria BT3, se exceptuará los días domingos, los días feriados nacionales del

calendario regular anual y los feriados nacionales extraordinarios declarados en días hábiles.

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).

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.

Para determinar la calificación tarifaria se utiliza la siguiente relación:

$$\text{Calificación Tarifaria} = \frac{\text{EA HPmes}}{\text{MDleídas} * \#\text{HPmes}}$$

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, tal como se puede mostrar en la siguiente tabla:

Tabla n.º 2-5. Costo de Potencia por Tipo de Calificación Tarifaria

Cargos	Calificación Tarifaria	
	Usuario Presente en Punta	Usuario Presente Fuera de Punta
Potencia de Generación	24,25 S/.kW-mes	14,98 S/.kW-mes
Potencia por Uso de Redes de Distribución.	45,17 S/.kW-mes	41,93 S/.kW-mes

Fuente: OSINERGMIN, 2016

A continuación se muestra un ejemplo de cómo se determina el valor del factor de calificación tarifaria:

Mes de octubre número de días (A)	: 31
Domingos y feriados total (B)	: 6
Horas Punta Mes (C)	: $(A - B) = 31 - 6 = 25$
#Horas Punta Día	: 5h
#Horas Punta total del mes	: $25 * 5 = 125$ h
Máxima Demanda del mes (DM. Leída mes)	: 1 169kW
Energía en horas punta consumida del mes (EAHP mes)	: 74 380 kW-h

$$\text{Calificación Tarifaria} = \frac{74\,380\text{kw}\cdot\text{h}}{1\,169\text{kw} * 125\text{h}} = 0,51$$

Como el valor del factor de calificación fue superior a 0,50, para este ejemplo el usuario será calificado como cliente presente en punta, lo que implica que pagará un precio unitario mayor por la facturación de potencia

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.

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, ver tabla (2-7)

Tabla n.º 2-6. Estadística de potencia

Mes	Demanda leída en (kw)	
	HP	HFP
Julio	248,0	280,0
Agosto	219,0	287,0
Setiembre	224,0	263,0
Octubre	306,0	291,0
Noviembre	245,0	259,0
Diciembre	226,0	255,0

Fuente: OSINERGMIN, 2016

Potencia por uso de redes de distribución (PURD) a facturar en el mes de diciembre:

$$\text{PURD} = \frac{306,0 \text{ kw} + 291 \text{ kw}}{2} = 298,5$$

PURD, se determina, tomando las dos más altas demandas máximas de los últimos seis meses, no interesa, si las demandas se dan en horas punta o fuera de punta.

La facturación de potencia activa por uso de las redes de distribución se obtendrá multiplicando la potencia por uso de redes de distribución a facturar, expresada en KW, por el precio unitario de potencia activa por uso de las redes de distribución, tomando en cuenta si el cliente es calificado como cliente presente en punta o fuera de punta.

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.

Ejemplo:

Energía activa consumida en el mes (EA mes) : 1 000 kW.h

Energía reactiva consumida en el mes (ER mes): 850 kVAR.h

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

$$\text{Energía reactiva a facturar} = 850 \text{ kVAR.h} - 0,3 * 1\,000 \text{ kW.h}$$

$$\text{Energía reactiva a facturar} = 550 \text{ kVar.h}$$

Al valor resultante (550 kVAR.h), se le multiplica por el precio unitario de la energía reactiva (expresado en S./ kVAR.h).

2.14. Tarifa BT4 - (1E-1P)

Esta opción tarifaria está dirigida para aquellos usuarios cuyos consumos de energía es intensivo en el periodo de horas punta.

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. Para determinar la calificación tarifaria se utiliza la siguiente relación:

$$\text{Calificación Tarifaria} = \frac{EA \text{ HPmes}}{MDleídames * \#HPmes}$$

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, tal como se puede mostrar en la siguiente tabla:

Tabla n.º 2-7. Costo de Potencia por Tipo de Calificación Tarifaria

Cargos	Calificación Tarifaria	
	Usuario Presente en Punta	Usuario Presente Fuera de Punta
Potencia de Generación	24,25 S/.kW-mes	14,98 S/.kW-mes
Potencia por Uso de Redes de Distribución.	45,17 S/.kW-mes	41,93 S/.kW-mes

Fuente: OSINERGMIN, 2016

A continuación se muestra un ejemplo de cómo se determina el valor del factor de calificación tarifaria:

Domingos y feriados total (B)	: 6
Horas Punta Mes (C)	: $(A - B) = 31 - 6 = 25$
#Horas Punta Día	: 5h
#Horas Punta total del mes	: $25 * 5 = 125$ h
Máxima Demanda del mes (DM. Leída mes)	: 1 169kW
Energía en horas punta consumida del mes (EAHP mes)	: 74 380 kW-h

$$\text{Calificación Tarifaria} = \frac{74\,380\text{kw.h}}{1\,169\text{kw} * 125\text{h}} = 0,51$$

Como el valor del factor de calificación fue superior a 0,50, para este ejemplo el usuario será calificado como cliente presente en punta, lo que implica que pagará un precio unitario mayor por la facturación de potencia.

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.

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, Ejemplo:

Tabla n.º 2-8. Estadística de potencia

Mes	Demanda leída en (kw)	
	HP	HFP
Julio	248,0	280,0
Agosto	219,0	287,0
Setiembre	224,0	263,0
Octubre	306,0	291,0
Noviembre	245,0	259,0
Diciembre	226,0	255,0

Fuente: OSINERGMIN, 2016

Potencia por uso de redes de distribución (PURD) a facturar en el mes de diciembre:

$$\text{PURD} = \frac{306,0 \text{ kw} + 291 \text{ kw}}{2} = 298,5$$

PURD, se determina, tomando las dos más altas demandas máximas de los últimos seis meses, no interesa, si las demandas se dan en horas punta o fuera de punta.

La facturación de potencia activa por uso de las redes de distribución se obtendrá multiplicando la potencia por uso de redes de distribución a facturar, expresada en kW, por el precio unitario de potencia activa por uso de las redes de distribución, tomando en cuenta si el cliente es calificado como cliente presente en punta o fuera de punta.

Como podrá notar, la facturación de la potencia de generación y por usos de redes de distribución es igual a la opción tarifaria BT3, tomando en cuenta si el cliente es calificado como cliente presente en punta o cliente fuera de punta. A diferencia de las opciones tarifarias BT3, en la opción tarifaria BT4, se factura el consumo mensual de la energía activa expresada en kW.h, y multiplicada por su respectivo precio unitario, es decir no se desagrega la energía en horas punta y fuera de punta tal como se aplica en las opciones tarifarias BT2 y BT3.

La facturación de la energía reactiva, es similar a la explicada en la opción tarifaria BT2 y BT3.

2.15. Cálculo de la facturación

Para determinar la opción tarifaria más óptima, es necesaria la siguiente información:

- Consumos históricos de potencia y energía como mínimo de los últimos seis meses.
- Tener en cuenta los cargos que se facturan por cada opción tarifaria.
- Los precios unitarios actuales de potencia y energía que se obtienen del pliego tarifario del sistema eléctrico correspondiente, publicado en la página web de la Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria de OSINERGMIN.
- Una vez que se tiene toda la información, se procede a realizar la evaluación tarifaria.

Tabla n.º 2-9. Pliego Tarifario en baja tensión

	BAJA TENSIÓN	UNIDAD	TARIFA
			Sin IGV
TARIFA BT2:	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y		
	CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3,95
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	23,09
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	19,25

	Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S./kW-mes	54,81
	Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S./kW-mes	48,54
	Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S./kW-mes	38,06
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4,36
TARIFA BT3:	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y		
	CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 2E1P		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3,14
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S./kW.h	23,09
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S./kW.h	19,25
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	50,70
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	34,73
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	50,6
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	46,05
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4,36
TARIFA BT4:	TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA		
	Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3,14
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	20,16
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		

	Presentes en Punta	S./kW-mes	50,7
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	34,73
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S./kW-mes	50,6
	Presentes Fuera de Punta	S./kW-mes	46,05
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S./kVar.h	4,36
TARIFA BT5B	TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E		
Residencial	Para usuarios con consumos mayores a 100 kW.h por mes		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	2,51
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	48,21

Fuente: OSINERGMIN, 2016

2.16. Definición de términos básicos

Según (OSINERGMIN, 2016) se define los siguientes terminos.

Demanda máxima mensual en horas punta: es el más alto valor de las demandas de potencia activa promediadas en periodos sucesivos de 15 minutos, durante las horas punta a lo largo del mes.

Demanda máxima mensual fuera de punta: es el más al to valor de las demandas de potencia activa promediadas en periodos sucesivos de 15 minutos, durante las horas fuera de punta a lo largo del mes.

Distribución: Es aquel conjunto de instalaciones (subestaciones de distribución, postes, aisladores, conductores, etc.) para la entrega de energía eléctrica a los diferentes usuarios del mercado eléctrico.

Energía activa: Es la energía eléctrica utilizada, medida en kW-h por el medidor, se utiliza para hacer funcionar los equipos eléctricos.

Energía eléctrica: Es la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos, y que se utiliza para hacer funcionar los equipos eléctricos.

Energía reactiva: Es la energía adicional a la energía activa, que algunos equipos que tienen arrollamiento eléctrico como motores, transformadores, balastos, necesitan para su funcionamiento.

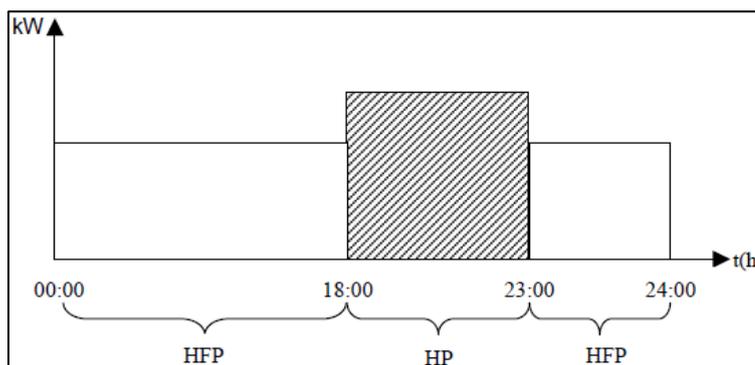
Exceso de potencia: cuando la potencia utilizada por el usuario supera la potencia contratada.

Generación: Es el conjunto de instalaciones destinadas a producir la energía eléctrica, cualquiera que sea la fuente y el procedimiento empleados para ello, tales como centrales hidráulicas, centrales térmicas, centrales eólicas, etc.

Horas Fuera de Punta (HFP): al resto de horas del día no comprendidas en las horas de punta (HP).

Horas Punta (HP): periodo comprendido entre las 18:00 horas a 23:00 horas de cada día del año.

Figura n.º 2-5. Usuario presente en hora punta y fuera de punta



Fuente: OSINERGMIN, 2016

Máxima demanda Mensual: es el más alto valor de las demandas de potencia activa promediadas en periodos sucesivos de 15 minutos, en el periodo de facturación de un mes.

Peaje de transmisión: Es el precio regulado que se paga por el uso de la línea de transmisión para transportar energía entre dos puntos distantes entre sí.

Potencia contratada: aquella potencia activa máxima que puede utilizar un suministro y que ha sido convenida mediante contrato entre usuario y concesionaria.

Potencia instalada: se entenderá por potencia instalada, a la sumatoria de las potencias activas nominales de todos los artefactos y equipos que se alimentan de un suministro de electricidad.

PURDHP: Potencia por uso de redes de distribución en horas punta.

PURDHFP: Potencia por uso de redes de distribución en horas fuera de punta.

EXPURDHFP: Exceso de Potencia por uso de redes de distribución en horas punta.

Potencia: Es la rapidez con que se efectúa un trabajo, cuya unidad es kilowatt (kW).

Precio de potencia: Es el precio final que el usuario paga por el consumo de potencia, este precio es actualizado continuamente.

Precios de energía: Es el precio final que el usuario paga por el consumo de energía, el precio es actualizado continuamente.

Transmisión: Es el conjunto de Instalaciones (torres, aisladores, conductores de aluminio, etc.) para el transporte de energía eléctrica producida por el Sistema de Generación.

Usuarios en Baja Tensión (BT): aquellos que están conectados a redes cuya tensión de suministro es igual o inferior a 1 kV (1 kV = 1 000 V).

Usuarios en Media Tensión (MT): aquellos que están conectados a redes cuya tensión de suministro es superior a 1 kV y menor a 30 kV (1 kV = 1 000 V).

Usuarios Libres: usuarios no sujetos a regulación de precios unitarios de energía o potencia, la compra de energía y potencia se da a través de la empresa concesionaria o empresa generadora.

Usuarios Regulados: usuarios sujetos a regulación de precios unitarios de energía o potencia, las cuales son establecidos (regulados) por la Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria del OSINERGMIN.

Usuarios: Consumidores finales de electricidad localizados en el Perú.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

3.1. Determinar la propuesta optimización de costos mediante un análisis de consumo eléctrico para migración de plan tarifario eléctrico en la Empresa T&K Insumos E.I.R.L.

Se realizó mediante instrumentos como el amperímetro, datos de placa de los motores. Así mismo se determinó los parámetros esenciales como potencias activas, reactivas, energías activas que son vitales para la evaluación y elección de la mejor opción tarifaria. En la tabla la energía activa en horas punta representa un 9.6% lo que significa que el usuario tiene poco consumo, es importante este dato porque nos indica la regularidad del uso del servicio. La relación entre la energía reactiva y energía activa (factor de potencia) es de 0.89 lo que indica que es necesario instalar un banco de condensadores de otro modo esta energía reactiva será cobrada en la factura mensual, en este caso hemos seleccionado un banco de condensadores de 25kvAR que se instaló en paralelo.

Tabla n.º 3-1 Cuadro de potencias, energía activas y reactivas

Equipo	P(kw)	Q(Kvar)	EA.HFP(kwh)	EA.HP(kwh)	E.ReactivaTotal
Motor de Inyectoras	43,42	31,32	9 604,54	1 009,83	7 728,08
Motor de Molino	12,41	9,95	2 580,40	0,00	2 070,21
Motor de Chillers	3,32	1,51	775,84	109,41	403,33
Motor de Compresores	6,30	4,73	148,58	0,00	111,43
Motor de Secadores	0,79	0,38	81,67	34,55	56,29
Motor de Revilador	0,39	0,19	25,91	0,00	12,55
Motor de Bombas	4,06	2,12	266,73	0,00	124,29
Luminarias	1,12	0,00	0,00	73,92	0,00
Calefactores	27,00	0	6 155,81	655,02	0
Total	98,79	50,20	19 639,48	1 882,74	10 506,18

Fuente: *Elaboración propia*

3.2. Identificar la propuesta de optimización de costo, a través de la factibilidad técnica para cuantificar el ahorro, para migración de plan tarifario eléctrico en la Empresa T&K Insumos E.I.R.L

Con los datos obtenidos de la tabla anterior llegamos a la tabla de estadística de potencia se procedió a evaluar con el pliego tarifario en baja tensión, la demanda leída en hora punta y hora fuera de punta se obtuvo del procedimiento ver tabla (2-2).

Tabla n.º 3-2. Estadística de consumo de energía eléctrica Empresa T&K

Meses	Demanda leída (KW)		Energía Activa leída KWH			E. Reactiva
	Hp	HFP	HP	HFP	Total	Kvarh
Abril	17,27	59,27	1 797,16	19 774,84	21 572,00	10 456,60
Mayo	17,27	59,27	1 882,74	19 639,48	21 522,22	10 506,18
Junio	17,27	59,27	1 797,16	19 029,95	20 827,11	10 174,63
Julio	17,27	59,27	1 626,00	18 394,52	20 020,52	9 793,50
Agosto	17,27	59,27	1 882,74	19 639,48	21 522,22	10 506,18
Septiembre	17,27	59,27	1 882,74	19 639,48	21 522,22	10 506,18

Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestra todas las evaluaciones tarifarias en baja tensión.

Tabla n.º 3-3. Evaluación del costo en opción tarifaria BT2

Cargo a facturar BT2	Consumo a	S/.Precio	S/.Importe
	Facturar	unitario	
Cargo fijo		3,9500	3,95
E activa HP	1 882,74kW.h	0,2309	434,72
E activa HFP	19 639,48kW.h	0,1925	3 780,60
Potencia Activa Generación HP	17,27kW	54,8100	946,57
Potencia por Uso De Redes de Distribución HP	17,27kW	48,5400	838,29
Exceso de Facturación por Potencia HP	42kW	38,0600	1 598,52
Energía Reactiva	0kVar.h	0,0436	0,00
Total			7 602,65

Fuente: Elaboración propia

En este cuadro podemos apreciar el consumo de pocas máquinas en la opción BT2, el cálculo de cargas lo obtuvimos ver (anexo 10)

Tabla n.º 3-4. Evaluación en consumo de pocas máquinas en BT2

Cargos a facturar en BT2	Consumo a facturar	S/. Precio unitario	S/.Importe
Cargo fijo		3,9300	3,93
Energía activa en HP	1 882,74 kW.h	0,2385	449,03
Energía activa en HFP	12 865,93 kW.h	0,1989	2 559,03
Potencia de generación en hora punta	17,27 kW	58,8600	1 016,51
Potencia uso de redes distribución en hora punta	17,27 kW	43,9800	759,53
Exceso de potencia	23,40 kW	35,4200	828,83
Energía reactiva	0 kVar.h	0,0435	0,00
Total			5 616,87

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.° 3-5. Evaluación del costo en opción tarifaria BT3

Carga a facturar BT3	Consumo a	S/.Precio	S/.Importe
	facturar	unitario	
Cargo fijo		3,1400	3,14
Energía activa HP	1 882,74kW.h	0,2309	434,72
Energía activa HFP	19 639,48kW.h	0,1925	3 780,60
Potencia de generación			
Cliente: HP			
Cliente: HFP	59,27kW	34,7300	2 058,45
Potencia por Uso Redes Distribución			
Cliente: HP			
Cliente: HFP	59,27kW	46,0500	2 729,38
Energía Reactiva	0kVar.h	0,0436	0,00
Total			9 006,30

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.° 3-6 Evaluación del costo en opción tarifaria BT4

Carga a facturar BT4	Consumo a	S/.Precio	S/.Importe
	facturar	unitario	
Cargo fijo		3,1400	3,14
Energía activa	21 522,22kW.h	0,2016	4 338,88
Potencia de generación			
Cliente: HP			
Cliente: HFP	59,27kW	34,7300	2 058,45
Potencia por Uso Redes de Distribución			
Cliente: HP			
Cliente: HFP	59,27kW	46,0500	2 729,38
Energía Reactiva	0kVar.h	0,0400	0,00
Total			9 129,85

Fuente: Elaboración propia

A continuación mostramos escenarios de trabajo de veinticuatro horas diarias en la opción tarifaria BT2 la cual podemos apreciar el incremento en costo en un 96,7% respecto a la anterior evaluación, con un funcionamiento de máquinas al 100%. El cálculo de cargas lo obtuvimos ver anexo (n.º 11)

Tabla n.º 3-7 Evaluación de costo trabajando las 24 horas del día en BT2

Cargos BT2	Consumo a facturar	S/. precio unitario	S/.Importe
Cargo fijo		3,93	3,93
Energía activa en HP	9 394,90 kW.h	0.2385	2 240,68
Energía activa en HFP	38 457,65 kW.h	0,1989	7 649,23
Potencia de generación en HP	43,64 kW	58,86	2 568,65
Potencia uso de redes distribución en hora punta	43,64 kW	43,98	1 919,29
Exceso de potencia	16,10 kW	35,42	570,26
Energía reactiva	0kVar.h	0,0435	0,00
Total			14 952,04

Fuente: Elaboración propia

La evaluación en BT3 y BT4 muestra un factor de calificación mayor a 0.5 lo que implica un incremento en el precio de potencia este factor de calificación se obtuvo ver tabla (n.º 2.2)

Tabla n.º 3-8. Evaluación de costo trabajando las 24 horas del día en BT3

Cargos BT3	consumo a facturar	S/. precio unitario	S/. Importe
Cargo fijo		3,12	3,12
Energía activa en HP	9394,90 kW.h	0,2385	2 240,68
Energía activa en HFP	38 457,6590 kW.h	0,1989	7 649,23
Potencia de generación cliente: hora punta			
cliente: fuera de punta	59,74 kW	50,7000	3 028,82
Potencia Uso Redes distribución cliente: hora punta			
cliente: fuera de punta	59,74 kW	50,06	2990,58
Energía reactiva	0kVar.h	0,0435	0,00
Total			15 912,43

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º 3-9. Evaluación de costo trabajando las 24 horas del día en BT4

Cargos BT4	Consumo a facturar	S/. Precio unitario	S/. Importe
Cargo fijo		3,12	3,12
Energía activa total	47 852,55 kW.h	0,21	9 948,5451
Potencia de generación			
cliente: hora punta			
cliente: fuera de punta	59,74kW	50,70	3 028,818
Potencia Uso Redes distribución			
cliente: hora punta			
cliente: fuera de punta	59,74kW	50,0600	2 990,5844
Energía reactiva	0kVar.h	0,0435	0
Total			15 971,068

Fuente: Elaboración propia

Tabla n.º 3-10. Cuadro comparativo entre las opciones tarifarias en baja tensión

Tope de suministro	Resumen	Nivel de producción pares	Mejor Opción Tarifaria	Costo de kW.h Céntimos de sol
75 kW	BT2	72 800	S/.7 602,65	0.352
75 kW	BT3	72 800	S/.9 006,30	0.418
75 kW	BT4	72 800	S/.9 129,85	0.424

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la evaluación, determinamos que la opción tarifaria en BT2 es la más óptima y la que más se adapta al ritmo de trabajo de la empresa por bajos consumos en hora punta.

3.3. Señalar la propuesta de optimización de costo, para migrar de plan tarifario anterior a uno más conveniente en la Empresa T&K Insumos E.I.R.L.

La opción tarifaria en BT2 es la más óptima para ello se solicitó a la Empresa EDELNOR un suministro con una potencia contratada de 75 kw y los documentos necesarios se muestran en los anexos (1,2 y 8). Así mismo se invirtió en un banco de condensadores de 25KVAR y el nuevo suministro de consumo eléctrico, todo ello a una inversión total de S/6 555,00 nuevos soles. El costo beneficio para esta migración es 1,67 lo que significa que, la inversión se recupera en los dos primeros meses a sí mismo en el tercer mes habrá ingresos netos por S/.5 460,00 nuevos soles.

Tabla n.º 3-11 Costo beneficio de la inversión

Tiempo en meses	0	1	2	S/.valor
beneficios		5 460,00	5 460,00	10 920,00
nuevo suministro BT2	4 555,00	0	0	4 555,00
Banco de condensadores 25KVar	2 000,00	0	0	2 000,00
Total				6 555,00
	Beneficio/Costo			1,67

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1. RESULTADOS

En respuesta a los objetivos hemos obtenido los siguientes resultados.

- Objetivo general: Determinar la propuesta de optimización de costo para migración de plan tarifario eléctrico en la empresa T&K INSUMOS EIRL.

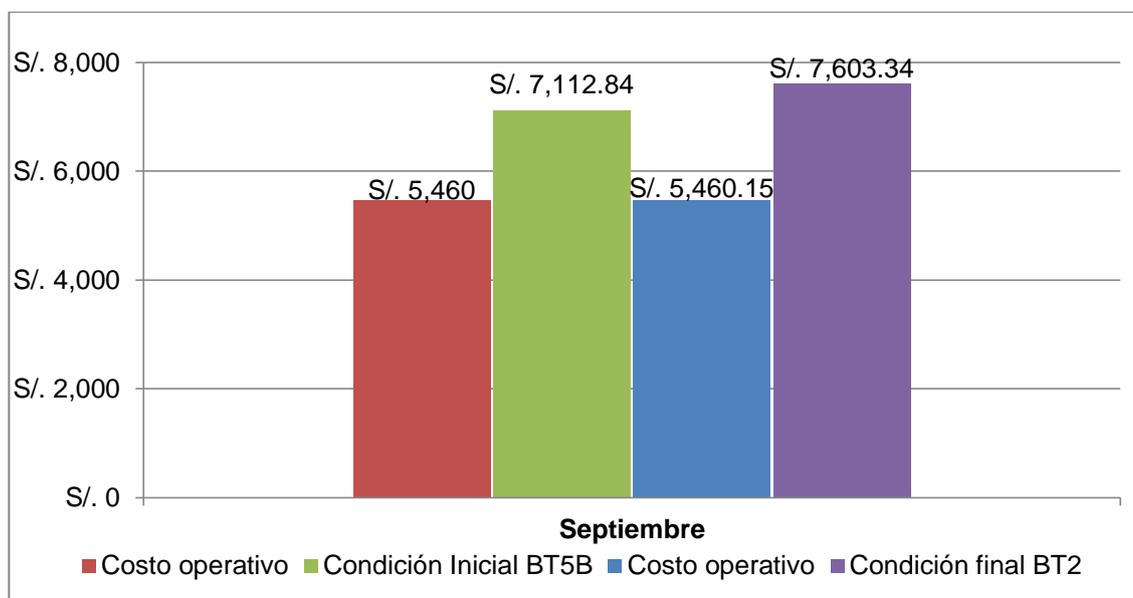
En respuesta al objetivo general.-

Tabla n.º 4-1 Resultados antes y después de la inversión

Mes	Costo S/.operativo	Condición S/.Inicial BT5B	Costo S/.operativo	Condición final S/.BT2
Abril	5 460	7 059,09	5 460	7 609,64
Mayo	5 460	7 112,84	5 460	7 602,65
Junio	5 460	6 831,56	5 460	7 466,24
Julio	5 460	6 496,53	5 460	7 304,52
Agosto	5 460	7 112,84	5 460	7 602,65
Septiembre	5 460	7 112,84	5 460	7 602,65

Fuente: Elaboración propia

Figura n.º 4-1 Condición antes y después de la inversión



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico se muestra el costo de oportunidad de migrar a opción tarifaria BT2 con un ingreso promedio mensual de S/.5 460.00, con una potencia de 75 kw, operatividad de las maquinas en un 100%, de lo contrario si la empresa mantiene la antigua opción BT5B, mantendría costos operativos, dando pérdidas de ingresos por producción por un valor promedio mensual de S/. 5 460.00 nuevos soles

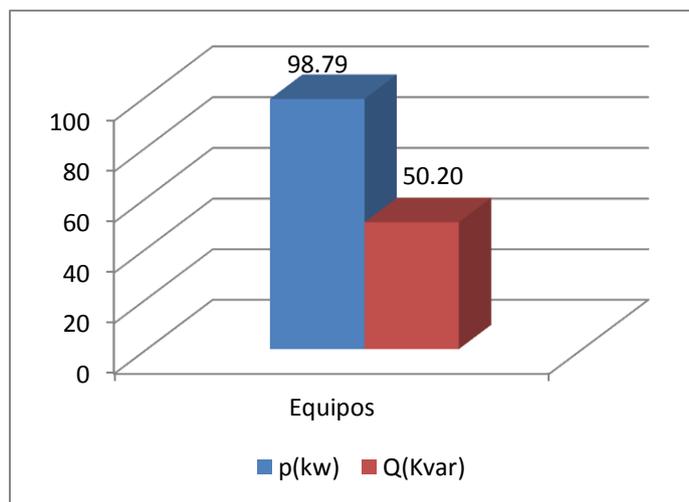
- 2) Objetivo específico 1: Determinar la propuesta de optimización de costo, mediante un análisis de consumo eléctrico para migración de plan tarifario eléctrico en la empresa T&K INSUMOS EIRL

Tabla n.º 4-2 potencias de equipos eléctricos de la empresa

Equipos	P(kw)	Q(Kvar)
Motores	70,68	50,20
luminarias	1,12	0
Calefactores	27,00	0
Total	98,79	50,20

Fuente: Elaboración propia

Figura n.º 4-2 Potencias activa y reactiva de los equipos



Fuente: Elaboración propia

En respuesta al objetivo 1

El gráfico muestra 98,79 kw es la potencia instalada en la empresa este dato es base para solicitar el incremento de carga y el nuevo suministro en BT2.

50,20 KVA_r es la energía reactiva en los motores, con ambos datos se calculó el banco de condensadores de 25KVA_r y así evitar el cargo en la factura por energía reactiva.

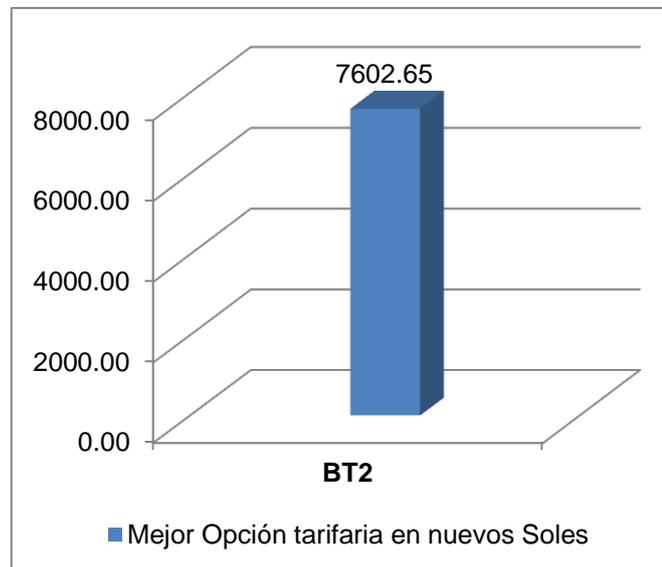
- 3) Objetivo específico 2: Identificar la propuesta de optimización de costo, a través de la factibilidad técnica para cuantificar el ahorro, para migración de plan tarifario eléctrico en la Empresa T&K Insumos E.I.R.L

Tabla n.º 4-3 Resumen opción BT2

Resumen	Mejor Opción tarifaria en nuevos Soles
BT2	7 602,65

Fuente: Elaboración propia

Figura n.º 4-3 Elección de la opción BT2



Fuente: *Elaboración propia*

En respuesta al objetivo específico 2

La opción tarifaria BT2 es la más óptima con un monto a pagar en S/.7 602,65 nuevos soles así mismo esta opción es la que más se adapta de acuerdo a las horas de trabajo de la empresa.

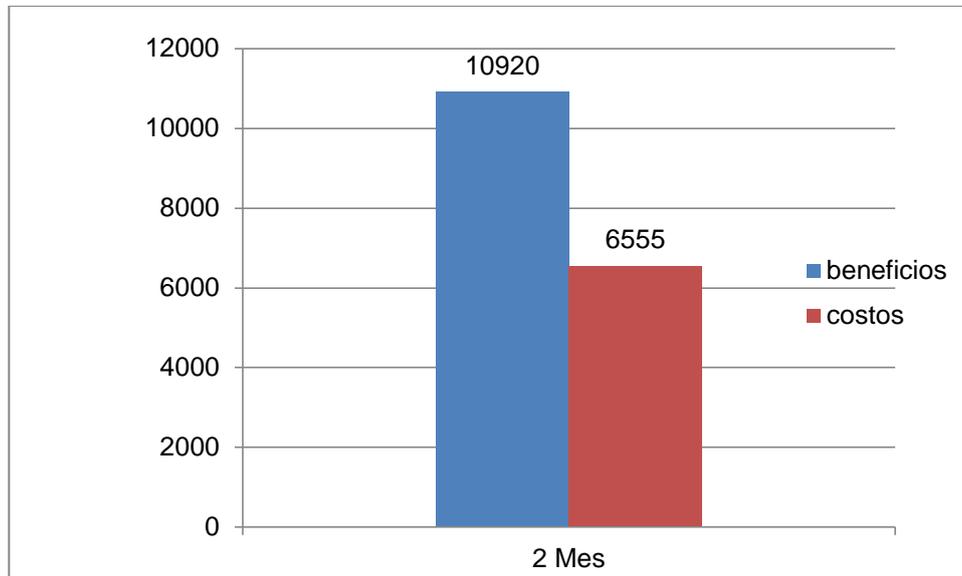
- 4) Objetivo específico 3: Señalar la propuesta de optimización de costo, para migrar de plan tarifario anterior a uno más conveniente en la Empresa T&K Insumos E.I.R.L.

Tabla n.º 4-4 beneficio costo de la inversión

B/C en meses	0	Mes 1	Mes 2	valor
beneficios		5 460,00	5 460,00	10 920
costos	6 555,00	0	0	6 555
Relación Beneficio/coste				1,67

Fuente: *Elaboración propia*

Figura n.º 4-4 Gráfica beneficio costo de la inversión



Fuente: Elaboración propia

En respuesta al objetivo específico 3

La opción tarifaria BT2 señala la propuesta de invertir en un nuevo suministro y el banco de condensadores. El costo beneficio es 1,67 con un retorno de la inversión en el segundo mes.

4.2. CONCLUSIONES

- En base al objetivo general se concluye lo siguiente:

La propuesta de optimización de costo para migración de plan tarifario eléctrico en la EMPRESA T&K INSUMOS EIRL son:

- Se migró al plan tarifario BT2 porque se adapta mejor al ritmo de trabajo de la empresa.
- El retorno de la inversión se da en el corto plazo de 2 meses.

- El ingreso para el mes de setiembre es S/.5 460,00 nuevos soles.
 - Se tiene al personal trabajando al ritmo esperado, en general se mejoró la productividad en la empresa.
- En base al objetivo específico 1 se concluye lo siguiente:
La propuesta de optimización de costo, mediante un análisis de consumo eléctrico para migración de plan tarifario eléctrico en la EMPRESA T&K INSUMOS EIRL son:
- Se realizó el análisis de consumo eléctrico en todos los equipos.
 - Se determinó las potencias activas y reactivas.
 - Se seleccionó un banco de condensadores de 25KVar.
 - Se determinó los parámetros esenciales para la evaluación tarifaria.
- En base al objetivo específico 2 se concluye lo siguiente :
Identificar la propuesta de optimización de costo, a través de la factibilidad técnica para cuantificar el ahorro, para migración de plan tarifario eléctrico en la Empresa T&K Insumos E.I.R.L. son:
- Se evaluó las diferentes opciones tarifarias en baja tensión.
 - Se determinó las demandas máximas en hora punta y hora fuera de punta.
 - Se determinó los máximos consumos en hora punta y hora fuera de punta.
 - Se determinó que la mejor opción tarifaria es BT2, así mismo se adapta mejor al ritmo de trabajo de la empresa.
- En base al objetivo específico 3 se concluye lo siguiente:
Señalar la propuesta de optimización de costo, para migrar de plan tarifario anterior a uno más conveniente en la Empresa T&K Insumos E.I.R.L. son:
- Se migró a la opción tarifaria BT2 con un potencia contratada de 75 kw. Producto de ello, mejoró el nivel de tensión en los equipos de 179.9 v. a 220 v, la capacidad de trabajo de todas las máquinas llegan al 100%.

- Se invirtió en el nuevo suministro y el banco de condensadores el monto total de S/.6 555,00 nuevos soles.
- El costo beneficio es 1,67 con un retorno de la inversión en los dos primeros meses.
- La empresa percibe ingresos netos por S/.5 460,00 nuevos soles a partir del tercer mes en adelante.

4.3. RECOMENDACIONES

- En base al objetivo general se recomienda lo siguiente:

La propuesta de optimización de costo para migración de plan tarifario eléctrico en la EMPRESA T&K INSUMOS EIRL, es recomendable instalar equipos de control o monitoreo de demanda eléctrica, pues no tendría sentido si no se administra los consumos eléctricos. Así mismo el trabajo se puede aplicar a cualquier rubro sea productos o servicios y a nivel nacional.

- En base al objetivo específico 1 se recomienda lo siguiente:

Determinar la propuesta de optimización de costo, mediante un análisis de consumo eléctrico para migración de plan tarifario eléctrico en la EMPRESA T&K INSUMOS EIRL es recomendable Informar al encargado o jefe de área si habrá instalación nuevos equipos de alta demanda eléctrica a fin realizar nuevos diagnósticos eléctricos.

- En base al objetivo específico 2 se recomienda lo siguiente:

Identificar la propuesta de optimización de costo, a través de la factibilidad técnica para cuantificar el ahorro, para migración de plan tarifario eléctrico en la Empresa T&K Insumos E.I.R.L. es recomendable realizar cada 6 meses nuevas evaluaciones tarifarias a fin de verificar el comportamiento en el consumo eléctrico, a fin de cambiar a otra opción tarifaria (BT3 o BT4).

- En base al objetivo específico 3 se recomienda lo siguiente:

Señalar la propuesta de optimización de costo, para migrar de plan tarifario anterior a uno más conveniente en la Empresa T&K Insumos E.I.R.L. es recomendable evaluar e informar al empresario en el mediano plazo de dos años la opción de migrar e invertir un suministro de media tensión (ahorro significativo).

REFERENCIAS

Tesis

- Sinche, M. & Polo, J. (2011). *“Diseño y propuesta de un plan de gestión para mejora de la eficiencia energética eléctrica en la empresa avícola yugoslava s.a.c.”*. Tesis (Ing.) Universidad Privada del Norte.
- Salgado Muñoz, N. (2014). *“Proyecto propuesta de mejora en la gestión energética en una empresa del sector alimentos”* Tesis (Ing.) Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Aliaga, R. (2008). *“Optimización de costos en la facturación eléctrica aplicados a la pequeña empresa y micro empresa basados en una correcta aplicación del marco regulatorio y la ley de concesiones eléctricas y su reglamento dl-25844 – ds 093 – 2003”* Tesis (Ing.) Universidad Nacional de Ingeniería.
- Omaña, A. (1999) *“Tesis determinación y análisis de ahorro de energía en la industria del Cali s.a de cv.”* Tesis (Mg). Universidad Autónoma de León.

Referencias electrónicas

- *Crecenegocios*. (2016). Recuperado el 16 de 11 de 2016, de <http://www.crecenegocios.com/el-analisis-costo-beneficio/>
- *Equilibrium*. (2013). Recuperado el 10 de 2016, de <http://www.equilibrium.com.pe/sectorialelectrjun13.pdf>
- *Expansion*. (2016). Recuperado el 16 de 11 de 2016, de www.expansion.com/diccionario-economico/coste-de-oportunidad.html
- *INEI*. (10 de 2016). Recuperado el 23 de 10 de 2016, de <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-n010-2016-inei.pdf>
- *Osinerghmin*. (14 de 10 de 2016). Recuperado el 3 de 10 de 2016, de Osinerghmin: http://www.osinerghmin.gob.pe/seccion/centro_documental/PlantillaMarcoLegalBusqueda/O_SINERGHMIN-N206-2013-OS-CD.pdf
- *Upme*. (2016). Recuperado el 16 de 11 de 2016, de www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Tecnologias/factor.pdf

ANEXOS

Anexo n.º 1. Autorización para el incremento de carga y otros del servicio eléctrico

<p style="text-align: center;">AUTORIZACION</p> <p style="text-align: center;">DE INSTALACION, TRASLADO, INCREMENTO DE CARGA Y OTROS DEL SERVICIO ELECTRICO (CARTA NOTARIAL)</p> <p>Señores EDELNOR S.A.A. Presente.-</p> <p>De mi consideración:</p> <p>Yo _____ identificado(a) con DNI/LE/CIP N° _____, propietario(a) del inmueble ubicado, en _____, por medio del presente documento otorgo(amos) <u>AUTORIZACIÓN EXPRESA</u> a la empresa _____, con RUC _____ para solicitar la instalación del servicio eléctrico con potencia _____ kW. en la opción tarifaria _____.</p> <p>Asimismo, declaro conocer que las obligaciones derivadas del servicio eléctrico se encuentran circunscritas permanentemente al inmueble de mi propiedad, conforme se indica en el artículo 82° de la Ley de Concesiones Eléctricas (Decreto Ley 25844); por lo que desde ya asumo frente a ustedes la obligación de honrar todo y cualquier compromiso de pago por la conexión u otros que el antes mencionado contraiga o pudiese incurrir frente a EDELNOR S.A.A. en el futuro y sin límite alguno en cuanto al monto, ni en cuanto al plazo.</p> <p style="text-align: right;">Atentamente,</p> <p style="text-align: right;">_____ Firma del Propietario</p>
--

Fuente: OSINERGMIN 2016

Anexo n.º 2. Documentos y requisitos para gestionar el cambio de tarifa o razón social

**DOCUMENTOS Y REQUISITOS PARA GESTIONAR CAMBIO DE TARIFA
Y/O CAMBIO DE RAZON SOCIAL**

Si es propietario deberá presentar:

- Carta de Solicitud indicando el requerimiento, dirección, Número de suministro, etc.
- Copia simple de la **Ficha Registral de Propiedad del Inmueble otorgado por la Oficina Nacional de Registros Públicos (actualizado)**¹
- Copia simple de la **Ficha Registral actualizada** de otorgamiento de poder del **Apoderado o Representante Legal de la empresa propietaria.** (Sólo cuando se trata de persona jurídica)
- Copia simple del documento de identidad del Apoderado o Representante Legal de la empresa propietaria o del propietario.
- Copia simple del R.U.C. otorgada por la S.U.N.A.T., indicándonos la actividad (giro del negocio) de la empresa propietaria.

De ser inquilino, adicional a los documentos anteriores incluir:

- Carta poder con firma legalizada, mediante la cual el propietario autoriza al inquilino a efectuar cambios en el suministro asignado a su predio.
- Copia del contrato de arrendamiento.
- Copia simple de la **Ficha Registral actualizada** de otorgamiento de poder del **Apoderado o Representante Legal de la empresa inquilina.**
- Copia simple del documento de identidad del Apoderado o Representante Legal de la empresa inquilina.
- Copia simple del R.U.C. otorgada por la S.U.N.A.T., indicándonos la actividad (giro del

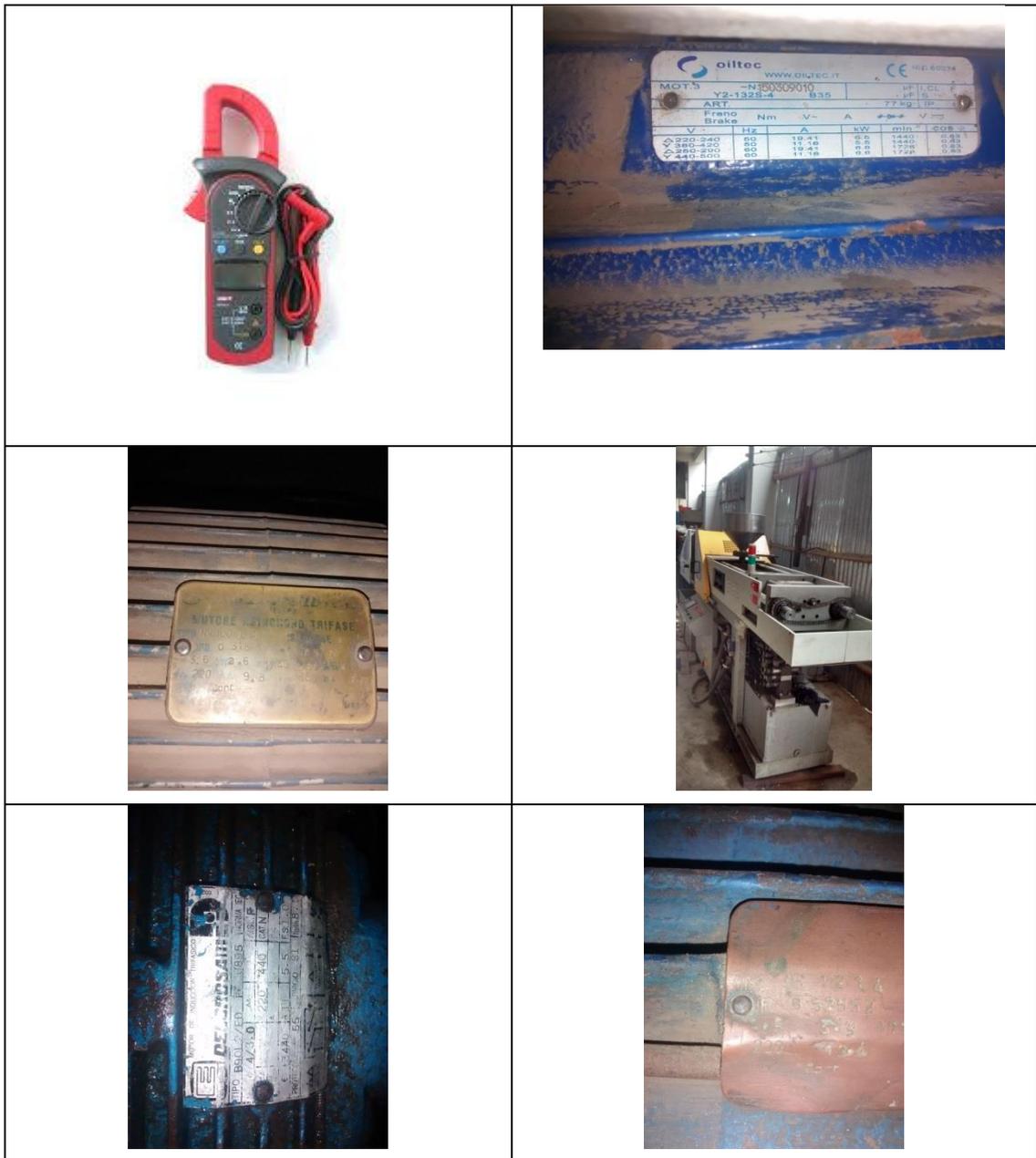
Fuente: OSINERGMIN 2016

Anexo n.º 3 Formulas y cálculo de motor y calefactor

$P = \sqrt{3} * V * I * \cos\varphi$	$n = \frac{\%PC * \#HP * 746}{\sqrt{3} * V * I * \cos\varphi}$
$Q = P * \tan(\varphi)$	$P = \frac{\%PC * \#HP * 746w}{n}$
$\varphi = \cos^{-1} * FDP$	$\text{PotenciaTotal} = I^2 * R * \text{cantidad}$
<p>Cálculo de un motor</p> $P = \frac{1 * 7,5 * 746w}{0,902 * hp} = 6,20 Kw$ <p>Cálculo de potencia reactiva</p> $Q = 6,20Kw * \tan(34,915) = 4,33KVAR$ <p>Cálculo de energía activa en Hora Punta</p> $EAHP = 6,20KW * 66 = 409,39Kwh$ <p>Cálculo de energía activa en Hora Fuera Punta</p> $EAHFP = 6,20KW * 234h = 1451,47Kwh$ <p>Cálculo de energía Reactiva</p> $ER = 4,327KVAR * 300h = 1298,89KVARh$	
<p>Cálculo de un calefactor</p> $P = 5,64^2 * 39 * 4 = 4,96KW$ <p>Cálculo de energía activa en Hora Fuera Punta</p> $EAHFP = 4,96KW * 234h = 1161,18Kwh$ <p>Cálculo de energía activa en Hora Punta</p> $EAHP = 4,96KW * 66h = 327,51Kwh$	

Fuente: UPME, 2016

Anexo n.º 4. Placa de motores y equipo de medición



Fuente: La Empresa

Anexo n.º 5 Máquinas de la Empresa al 71%

Maquinas principales	cantidad	% De trabajo
Inyectora HI1	1	14,28%
inyectora HI2	1	14,28%
Inyectora HI3	1	14,28%
InyectTap	1	14,28%
Inyectora Pu	1	14,28%
Inyectora Mt-10	1	14,28%
Molino	1	14,28%
Total	7	100%

Fuente: Elaboración propia

Anexo n.º 6 Potencia contratada empresa T&K

Nº Cliente Edelnor	Potencia Contratada
2587248	9,9kw
2587249	9,9kw
2583051	9,9kw
Total	29,7 kw

Fuente: La Empresa

Anexo n.º 7 Voltaje de trabajo de máquinas Empresa T&K



Fuente: La Empresa

Anexo n.º 8 Solicitud de incremento de carga

		Número de Atención Comercial	
		Número de Solicitud	
SOLICITUD DEL CLIENTE		Número de Cliente	
		Fecha de Ingreso	
TIPO DE SOLICITUD			
<input type="checkbox"/> Incremento de carga <input type="checkbox"/> Conexión nueva <input type="checkbox"/> Cambio de tarifa <input type="checkbox"/> Cambio de nivel de tensión <input type="checkbox"/> Actualización de Datos <input type="checkbox"/> Factibilidad de suministro <input type="checkbox"/> Fijación de punto de diseño <input type="checkbox"/> Traslado de suministro en el mismo predio (adjuntar croquis de ubicación). <input type="checkbox"/> Retiro de suministro			
DATOS COMERCIALES			
Potencia solicitada (kW)	Nivel de tensión	Tarifa	Suministro Aledaño
	<input type="checkbox"/> 220V <input type="checkbox"/> 10KV		
DATOS DEL SOLICITANTE (usuarios del suministro)			
Nombre o Razón Social (Nombres y Apellidos)			
DNI / RUC		Giro de la Empresa	
Representante Legal (Nombres y Apellidos)		DNI / RUC	
Teléfono	Celular	Correo Electrónico	Condición del Solicitante
			<input type="checkbox"/> Inquilino <input type="checkbox"/> Propietario
(Si es inquilino completar los datos del Propietario y la documentación correspondiente)			
DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre o Razón Social (Nombres y apellidos)			D.N.I./RUC
Representante Legal (Nombres y Apellidos)			D.N.I./RUC
			Teléfono
DIRECCION DEL SUMINISTRO			
Jr/Av/Calle	Nombre	N°	Mz/Lote Piso/Dpto/Int
Urb/Ind/Res/Un. Vec	Sec/Etapa/Zona	Distrito	
DIRECCION POSTAL (Dirección de envío de correspondencia y recibo)			
Jr/Av/Calle	Nombre	N°	Mz/Lote Piso/Dpto/Int
Urb/Ind/Res/Un Vec	Sec/Etapa/Zona	Distrito	
REQUISITOS PRESENTADOS			
Documentos del Propietario			
<input type="checkbox"/> Copia simple de la Partida Registral actualizada por SUNARP u otro documento que acredite la condición de propietario <input type="checkbox"/> Copia simple de DNI del (los) Representante Legal de la empresa propietaria (vigente) <input type="checkbox"/> Copia de vigencia de poder del Representante Legal emitido por SUNARP. (Antigüedad no mayor a 2 meses) <input type="checkbox"/> Copia del RUC otorgado por la SUNAT (actualizado y activo). <input type="checkbox"/> Croquis de ubicación especificando información exacta, calles aledañas, referencias para llegar al predio y señalización de la ubicación del medidor (aprobación sujeta a resultado de inspección). <input type="checkbox"/> Cuadro de cargas especificando la demanda máxima estimada, firmado por un Ing. Electricista Colegiado (R.D. N° 016-2002 EM / GDE) <input type="checkbox"/> Cronograma de entrada de cargas, a partir de potencias mayores a 50 kW <input type="checkbox"/> Copia literal de la partida electrónica expedida por SUNARP donde se encuentra la persona jurídica. <input type="checkbox"/> Otros (especificar): _____			
Documentos del Inquilino (Documentos adicionales a los anteriores)			
<input type="checkbox"/> Carta de autorización (con firma legalizada) mediante la cual el (los) propietario(s) autoriza(n) al inquilino a efectuar cambios en el suministro asignado a su predio. <input type="checkbox"/> Copia simple del contrato de arrendamiento (Vigente) con firmas legalizadas de los contratantes. <input type="checkbox"/> Copia de vigencia del poder del Representante legal emitido por SUNARP <input type="checkbox"/> Copia del RUC otorgado por la SUNAT al inquilino (actualizado y activo) <input type="checkbox"/> Copia simple de DNI del o representante legal de la empresa inquilina (vigente). <input type="checkbox"/> Copia Literal de la partida electrónica expedida por SUNARP donde se encuentra inscrita la persona jurídica. <input type="checkbox"/> Otros (especificar): _____			
Nota: Los documentos emitidos por la SUNARP no deben tener una antigüedad mayor a (2) meses.			
Nombre y teléfonos del contacto para las coordinaciones del requerimiento:		Teléfonos: _____	
Nombre: _____		E-Mail: _____	
Nombre y teléfonos del representante a enviar la "FACTURA ELECTRONICA"		Teléfonos: _____	
Nombre: _____		E-Mail: _____	

Fuente: EDELNOR

Anexo n.º 9 Consumo de máquinas y horarios de trabajo

NUM	EQUIPO	POTENCIA	%PC	EFICIENCIA	FDP	Angulo φ	hfp	hp	P Activa(kw)	Q Reactiva(Kvar)	EAHFP(kwh)	EAHP(kwh)	E.reactiva Total
1	Inyect HL1	7,5	1	90,20	0,82	34,915	234	66	6,20	4,330	1 451,47	409,39	1 298,89
2	Inyect HL2	7,5	1	90,20	0,82	34,915	234	0	6,20	4,330	1 451,47	0,00	1 013,14
3	Inyect HL3	7,5	1	90,20	0,82	34,915	234	0	6,20	4,330	1 451,47	0,00	1 013,14
4	Inyect Tap	7,5	1	90,20	0,82	34,915	234	66	6,20	4,330	1 451,47	409,39	1 298,89
5	Carga Tap	3,5	1	90,20	0,80	36,870	234	66	2,89	2,171	677,35	191,05	651,30
6	InyectMT-10	15	1	90,20	0,78	38,739	234		12,41	9,95	2 902,95		2 328,98
7	Molino	15	1	90,20	0,78	38,739	208		12,41	9,95	2 580,40		2 070,21
8	chiller 1	2	1	90,00	0,91	24,495	234	66	1,66	0,755	387,92	109,41	226,59
9	chiller 2	2	1	90,00	0,91	24,495	234	0	1,66	0,755	387,92	0,00	176,74
10	compress 1	4,5	1	88,00	0,80	36,870	22	0	3,81	2,861	83,93	0,00	62,94
11	compress 2	3	1	90,00	0,80	36,870	26	0	2,49	1,865	64,65	0,00	48,49
12	secador 1	0,5	1	95,00	0,90	25,842	104	44	0,39	0,190	40,83	17,28	28,14
13	secador 2	0,5	1	95,00	0,90	25,842	104	44	0,39	0,190	40,83	17,28	28,14
14	revilador	0,5	1	95,00	0,90	25,842	66	0	0,39	0,190	25,91	0,00	12,55
15	bomba pu 1	1	1	95,00	0,91	24,495	154	0	0,79	0,358	120,93	0,00	55,10
16	bomba pu 2	1	1	95,00	0,91	24,495	154	0	0,79	0,358	120,93	0,00	55,10
17	inyector pu	4	1	90,20	0,87	29,541	66	0	3,31	1,875	218,34	0,00	123,74
18	bomba agua	3	1	90,00	0,87	29,541	10	0	2,49	1,409	24,87	0,00	14,09
19	14 luminarias	80	0	0,00	1,00			66	1,12	0,00	0,00	73,92	0,00

Fuente: La Empresa

Anexo n.º 10 Consumo de los calefactores

Calefactores	Amperaje	Ω	cantidad	hfp	hp	P.activa	EA.HFP	EA.hp
hl1	5,64	39	4	234	66	4,96	1 161,17	327,51
hl2	6,01	36,6	4	234	0	5,29	1 237,38	0,00
hl3	6,35	34,6	4	234	0	5,58	1 305,86	0,00
inyectTap	5,64	39	4	234	66	4,96	1 161,17	327,51
InyectMT10	5,64	39	5	208	0	6,20	1 290,20	0,00

Fuente: Elaboración Propia

Anexo n.º 11 Cargas de consumo con pocas máquinas

Equipo	p(kw)	Q(Kvar)	EA.HFP(kwh)	EA.HP(kwh)	E.reactivaTotal
Motor de Inyectoras	31,01	21,36	6 701,59	1 009,83	5 399,10
Motor de Chillers	3,32	1,51	775,84	109,41	403,33
Motor de Compresores	6,30	4,73	148,58	0,00	111,43
Motor de Secadores	0,79	0,38	81,67	34,55	56,29
Motor deRevilador	0,39	0,19	25,91	0,00	12,55
Motor Bombas	4,06	2,12	266,73	0,00	124,29
luminarias	1,12		0,00	73,92	
Calefactores	20,79	0	4 865,61	655,02	0
Total	67,78	30,30	12 865,93	1 882,74	6 106,99

Fuente: Elaboración Propia

Anexo n.º 12. Estadística de consumo en pocas máquinas

Meses	Demanda Leída (KW)		Energía Activa Leída KWH			E Reactiva
	Hp	HFP	hp	hfp	Total KWh	Kvarh
Abril	17,27	40,67	1 797,16	12 840,02	14 637,18	6 057,41
Mayo	17,27	40,67	1 882,74	12 865,93	14 748,67	6 106,99
Junio	17,27	40,67	1 797,16	12 555,20	14 352,36	5 865,02
Julio	17,27	40,67	1 626,00	11 844,28	13 470,28	5 573,47
Agosto	17,27	40,67	1 882,74	12 865,93	14 748,67	6 106,99
Septiembre	17,27	40,67	1 882,74	12 865,93	14 748,67	6 016,99

Fuente: Elaboración Propia

Anexo n.º 13. Consumo de máquinas en trabajo de 24 horas diarias

Equipo	p(kw)	Q(Kvar)	EA.HFP(kwh)	EA.HP(kwh)	E.reactivaTotal
Motor de Inyectoras	43,42	31,32	20 033,66	5 214,56	18 495,85
Motor de Molino	12,41	9,95	2 580,40	0,00	2 070,21
Motor de Chillers	3,32	1,51	1 637,88	431,02	942,62
Motor de Compresores	6,30	4,73	148,58	0,00	111,43
Motor de Secadores	0,79	0,38	235,58	94,23	159,73
Motor de Revilador	0,39	0,19	25,91	0,00	12,55
Motor de Bombas	4,06	2,12	255,73	0,00	119,28
luminarias	1,12	0,00	203,84	145,60	0,00
Calefactores	27,00	0	13 336,07	3 509,49	0
Total	98,79	50,20	38 457,65	9 394,90	21 911,67

Fuente: Elaboración Propia

Anexo n.º 14 Estadística de consumo en 24 horas diarias

Meses	Demanda Leída (KW)		Energía Activa Leída KWH			E Reactiva
	Hp	HFP	hp	hfp	Total KWh	Kvarh
Abril	43,64	59,74	93 94,90	38 457,65	4 7852,55	21 911,67
Mayo	43,64	59,74	93 94,90	38 457,65	4 7852,55	21 911,67
Junio	43,64	59,74	90 42,78	37 105,46	4 6148,24	21 164,07
Julio	43,64	59,74	86 79,74	35 694,16	4 4373,90	20 385,01
Agosto	43,64	59,74	93 94,90	38 457,65	4 7852,55	21 911,67
Septiembre	43,64	59,74	93 94,90	38 457,65	4 7852,55	21 911,67

Fuente: Elaboración Propia