

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



**“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA TARIFARIA PARA
REDUCIR COSTOS EN FACTURACIÓN ELÉCTRICA EN LA
EMPRESA SIPFSA SA UBICADA EN EL DISTRITO DE VILLA EL
SALVADOR, DEPARTAMENTO DE LIMA”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el título profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

ALBORNOZ CONTRERAS ANYELO YIAMPOL

ASESOR:

CARLOS HERNÁN FLORES VELÁSQUEZ

**Villa El Salvador
2021**

DEDICATORIA:

A Dios y a la virgen María por cuidarme

A mis padres y hermanos que estuvieron motivándome y apoyándome a cumplir esta importante meta

A mi esposa por la paciencia y los ánimos, a mi querida hija que me impulsa a seguir luchando

A mis abuelitas, que confiaron en mí y me brindaron sus consejos en todo el momento

AGRADECIMIENTO:

A la empresa SIPFSA SA

A mi Universidad Nacional Tecnológica de
Lima Sur

A mis amigos y familiares

Por sus aportes esenciales para realizar esta
meta

ÍNDICE

LISTADO DE TABLAS	vi
LISTADO DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	3
1.1 Contexto	3
1.2 Delimitación del Proyecto	6
1.2.1 Delimitación Temporal	6
1.2.2 Delimitación Espacial	6
1.3 Objetivos	7
CAPITULO II	8
2.1 Antecedentes	8
2.1.1 Nacionales	8
2.1.2 Internacionales	10
2.2 Bases Teóricas	11
2.2.1 Sector Eléctrico del Perú	11
2.2.2 Actividades Principales del Sector Eléctrico	11
2.2.3 Estructura del Sector Eléctrico	12
2.2.4 Factor de Potencia	13
2.2.5 Corrección de Factor de Potencia Mediante Condensadores	15
2.2.6 Componentes de Tarifas Eléctricas	17
2.2.7 Tarifas Eléctricas	18
2.2.8 Elección de Opción Tarifaria	18
2.2.9 Vigencia de la Opción Tarifaria	18
2.2.10 Cambio de la Opción Tarifaria	19
2.2.11 Opciones Tarifarias	20
2.2.12 Cálculo de Facturación	32
2.2.13 Identificación de Oportunidades Para Reducción de Costos Relacionados a la opción Tarifarias	33
2.2.14 Analizador de Redes	39
2.3 Definición de Términos Básicos	42

CAPITULO III	45
3.1 Determinación y Análisis del Problema.....	45
3.2 Propuesta de Trabajo de Suficiencia Profesional	47
3.3 Resultados.....	49
3.3.1 Análisis del Factor de Calificación.....	50
3.3.2 Análisis en Opciones Tarifas de Baja Tensión	51
3.3.3 Análisis en Opciones Tarifarias de Media Tensión	61
3.3.4 Análisis de Parámetros Eléctricos.....	70
3.3.5 Corrección del Factor de Potencia	81
3.3.6 Análisis Económico	85
CONCLUSIONES	89
RECOMENDACIONES	90
BIBLIOGRAFÍA	91
ANEXOS	93

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1.1 consumo de potencia y energía de la empresa SIPFSA S.A	4
Tabla 2.1 Estadística de Potencia para opción tarifaria BT2-MT2.....	23
Tabla 2.2 Estadística para cálculo de exceso de potencia para opción tarifaria BT2-MT2	24
Tabla 2.3 Estadística de potencia para opción tarifaria BT3-MT3	27
Tabla 2.4 Estadística de potencia para opción tarifaria BT4-MT4	31
Tabla 3.1 Facturación anual	46
Tabla 3.2 Consumos de potencia y energía de la empresa SIPFSA SA	49
Tabla 3.3 Factor de calificación de cada mes en SIPFSA SA	51
Tabla 3.4 Evaluación de costo en opción tarifaria BT2 – abril 2021	52
Tabla 3.5 Evaluación anual de costo de opción tarifaria BT2	54
Tabla 3.6 Evaluación de costo en opción tarifaria BT3 – abril 2021	55
Tabla 3.7 Evaluación anual de costo de opción tarifaria BT3	57
Tabla 3.8 Evaluación de costo en opción tarifaria BT4 – abril 2021	58
Tabla 3.9 Evaluación anual de costo de opción tarifaria BT4	60
Tabla 3.10 Monto total anual de opciones tarifarias en baja tensión	60
Tabla 3.11 Evaluación de costo en opción tarifaria MT2 – abril 2021.....	61
Tabla 3.12 Evaluación anual en costo de opción tarifaria MT2	62
Tabla 3.13 Evaluación de costo en opción tarifaria MT3 – abril 2021	63
Tabla 3.14 Evaluación anual en costo de opción tarifaria MT3	64
Tabla 3.15 Evaluación de costo en opción tarifaria MT4 – abril 2021	65
Tabla 3.16 Evaluación anual en costo de opción tarifaria MT4	66
Tabla 3.17 Monto total anual de opciones tarifarias en media tensión	66
Tabla 3.18 Resumen total de los costos de opciones tarifarias en BT y MT	67
Tabla 3.19 Diferencia anual de los costos de las opciones tarifarias.....	68
Tabla 3.20 Mediciones de tensión (V) durante un día laborable.....	71
Tabla 3.21 Tensión (V) durante todo el periodo de medición	71
Tabla 3.22 Mediciones de corriente (A) durante un día laborable	73
Tabla 3.23 Corriente (A) durante todo el periodo de medición	73
Tabla 3.24 Mediciones de potencia aparente (KVA) durante un día laborable	74
Tabla 3.25 Potencia aparente (KVA) durante todo el periodo de medición	75
Tabla 3.26 Mediciones de potencia activa (KW) durante un día laborable	76

Tabla 3.27 Potencia activa (KW) durante todo el periodo de medición	77
Tabla 3.28 Mediciones de potencia reactiva (KVAR) durante un día laborable	78
Tabla 3.29 Potencia reactiva (KVAR) durante todo el periodo de medición	79
Tabla 3.30 Mediciones del factor de potencia (F.P) durante un día laborable	80
Tabla 3.31 Factor de potencia (F.P) durante todo el periodo de medición	80
Tabla 3.32 Resumen de los valores calculados de los KVAR del condensador	81
Tabla 3.33 Valores, máximos, promedios y mínimos de potencia reactiva calculada	83
Tabla 3.34 Facturación de pago de penalidades en SIPFSA SA	85
Tabla 3.35 Costo total del banco de condensadores.....	86
Tabla 3.36 Costo de ahorro anual al migrar a tarifa de media tensión	87
Tabla 3.37 Costo total del proyecto en media tensión.....	88

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1.1 Índice de precios en Kwh en la opción tarifaria BT4 -OSINERMING	5
Figura 2.1 Triangulo de potencia.....	14
Figura 2.2 Triangulo de potencia en la mejora del factor de potencia	15
Figura 2.3 formación de precios de energía y potencia.....	17
Figura 2.4 Cargos tarifarios en baja tensión - OSINERMING.....	20
Figura 2.5 Cargos tarifarios en Media Tensión – OSINERMING.....	21
Figura 2.6 Diagrama de control de máxima demanda de los meses del año	34
Figura 2.7 Diagrama de la máxima demanda en las horas del día.....	35
Figura 2.8 Analizador de redes Metrel Mi 2883 Energy Master.....	40
Figura 2.9 Diagrama de las horas punta y horas fuera de punta.....	43
Figura 3.1 Tablero general de la empresa SIPFSA SA	47
Figura 3.2 Instalación del Analizador de redes.....	48
Figura 3.3 Grafica de costos de las opciones tarifarias en BT y MT	69
Figura 3.4 Niveles de tensión	70
Figura 3.5 Niveles de corriente.....	72
Figura 3.6 Potencia Aparente (KVA)	74
Figura 3.7 Potencia Activa (KW)	76
Figura 3.8 Potencia reactiva (KVAR).....	78
Figura 3.9 Factor de potencia (F.P).....	79

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue analizar y proponer mejor opción tarifaria para reducir costos en facturación eléctrica en la empresa SIFSA SA, con la finalidad de obtener una disminución en los pagos mensuales de facturación eléctrica a la concesionaria. Donde se obtuvo que pagan penalidades por consumo de energía reactiva, además actualmente se encuentran en la tarifa de baja tensión BT4 donde su cargo tarifario no se adecua a los hábitos de consumo de energía de la empresa.

Se aplicó métodos para determinar la mejora tarifaria, mediante las mediciones de parámetros eléctricos de potencia y energía con el equipo analizador de redes y el análisis de consumo eléctrico de las facturaciones eléctricas de los ultimo doce meses, donde adjuntando ambos datos se pudo determinar e identificar la mejor opción tarifaria, además se propuso la solución para evitar pagar pago de penalidad por consumo de energía reactiva.

Como resultado de este trabajo dentro de las diferentes opciones tarifarias se le propuso pasar a ser usuario en media tensión con opción tarifaria MT3 el cual resulta ser el más adecuado para sus actividades de producción, además la instalación de un banco de condensadores de 30 Kvar evitará el pago de penalidad por el bajo factor de potencia a la concesionaria, con ambas propuestas se llegará a un total del 30% de ahorro en facturación eléctrica.

INTRODUCCIÓN

En julio del presente año, la producción total de energía eléctrica a nivel nacional, fue de 4 763 GWh, valor que se incrementó en 7,8 % respecto al mismo mes del año 2020. Del total generado, el 97% corresponde a las centrales eléctricas que generan para el mercado eléctrico, y el 3% a las centrales eléctricas que generan para uso propio. Respecto a las centrales que forman parte del SEIN, en el mes de julio 2021, estas centrales generaron 4 615 GWh, valor que superó en 8,3% a la generación de julio 2020 (MINEM, 2021), este crecimiento abarca todas las áreas de consumo en el país, empezando desde el hogar, comercios y finalmente las industrias. Siendo este último el mayor consumidor eléctrico, que está formada por empresas mineras, agroindustriales, madereras, textiles, etc.

Actualmente en el Perú existe un incremento de precio en el costo de la electricidad. Esta subida de los precios de la electricidad es de unos 3,45% para los consumidores residenciales, y de 3,92% para los usuarios industriales y comerciales. (OSINERMINING, 2021). Estos costos y consumos de energía eléctrica están detallados en las facturaciones eléctricas, siendo el sector industrial encargado de pagar más en sus facturas eléctricas debido al inadecuado uso del consumo de energía y potencia, sin embargo, con una consultoría eléctrica se optimiza sus costos de facturación eléctrica brindando oportunidad de ahorro a las empresas industriales.

En el Perú OSINERMINING es el ente regulador del sistema eléctrico que establece las diferentes opciones tarifarias para usuarios de baja tensión y media tensión, además supervisa condiciones de aplicación de las tarifas para el usuario final. (OSINERMINING, 2013)

Las empresas industriales cuentan con una variabilidad de tecnologías en maquinarias, que son esenciales para el empuje de su producción, por consiguiente, el consumo de energía eléctrica suele ser alto, de manera que si no hay una correcta elección tarifaria estos pagos mensuales de facturación eléctrica se elevarían.

Actualmente la empresa industrial peruana SIFSA SA se encuentra en opción tarifaria de baja tensión donde los costos de facturación son altos a diferencia de las opciones tarifarias en media tensión.

Esta problemática afecta a la empresa pagando mensual un promedio de s/ 9000 soles mensuales incluyendo pago de penalidad que esta detallado en su factura eléctrica por la concesionaria suministradora de servicios eléctricos. (LUZ DEL SUR, 2021)

El objetivo del trabajo es solucionar el alto costo de facturación eléctrica con el análisis y propuesta tarifaria, para encontrar la mejor opción tarifaria y anular cargos de penalidad en la empresa SIFSA S.A.

El trabajo desarrollado comprende tres capítulos, en el primer capítulo veremos a que se dedica la empresa SIFSA S.A y los problemas que presentan en la actualidad con respecto al elevado costo de facturación eléctrica para así poder plantear los objetivos que justifiquen la realización de este trabajo.

En el segundo capítulo, representa al marco teórico, donde se desarrolla los antecedentes de la investigación, describiremos el funcionamiento del mercado eléctrico peruano, además detallaremos conceptos de cargos tarifarios para tarifas en baja tensión, media tensión y culminar con las definiciones de términos básicos, que permitirán mejor el entendimiento del trabajo de suficiencia profesional.

En el tercer capítulo, se realizará el análisis tarifario de doce meses con las facturas eléctricas emitidas a la empresa SIFSA S.A. Además, analizaremos los datos brindados por el equipo analizador de redes para ver el comportamiento eléctrico en energía y potencia, con una evaluación conjunta se propone la mejor opción tarifaria para la empresa.

Por último, se presentará las conclusiones sobre propuestas que ayudaran a reducir costos de facturación eléctrica para la empresa SIFSA S.A.

CAPITULO I

1.1 Contexto

SIPFSA SA es una empresa de capital peruano con más de 20 años de experiencia dedicada a la importación y distribución en la comercialización de la industria maderera y sus derivados, brindando productos de gran calidad a todos sus clientes como (melamina, maderas, tableros, triplay, MDF, aglomerado, etc.), así como accesorios, cantos, tornillos y correderas pesadas para la industria del mueble.

Logrando la satisfacción de sus clientes gracias a los mejores y competitivos precios en el mercado de Lima y Provincias, cuenta con tecnología de última generación y un staff de profesionales altamente calificados. Comprometidos siempre con el cuidado del medio ambiente.

Es una empresa industrial que se caracteriza por el uso constante de sus máquinas eléctricas durante los periodos de la mañana y tarde, con el objetivo de lograr cumplir las demandas de sus clientes, esto conlleva que sus facturaciones eléctricas tengan alto costo y adicionalmente paguen `penalidades por cargo eléctrico.

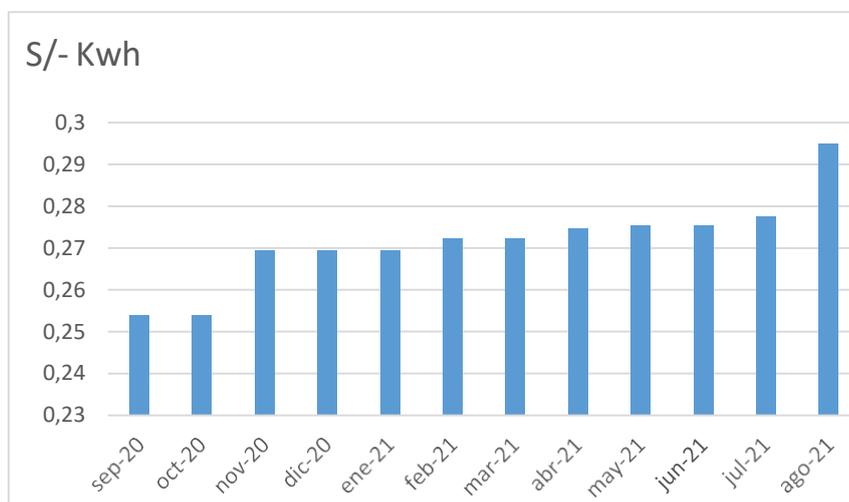
Actualmente cuenta con opción tarifaria BT4 y una potencia contratada de 99 KW. Así mismo a partir del año 2017 la empresa adquirió nuevas tecnologías en maquinarias y el consumo de energía y potencia eléctrica empezó a crecer en estos últimos años (ver tabla 1.1), paralelamente los precios de energía eléctrica también fueron creciendo logrando afectar económicamente a la empresa. (ver Figura 1.1)

Tabla 1.1 consumo de potencia y energía de la empresa SIPFSA S.A

MES	Kw-h	Max - Kw
sep-20	11013	47,2
oct-20	11628	43,1
nov-20	11402	44,4
dic-20	10108	48,9
ene-21	9069	46,4
feb-21	10887	54,7
mar-21	10887	54,5
abr-21	10838	56,1
may-21	8984	53,6
jun-21	10440	53,6
jul-21	9995	54,8
ago-21	10005	53

Elaboración propia - Fuente: Recibo de luz SIPFSA S.A

Figura 1.1 Índice de precios en Kwh en la opción tarifaria BT4 - OSINERMINING



Fuente: OSINERMINING,2021

En beneficio de la empresa SIPFSA SA se va analizar la facturación eléctrica para evitar pagar pagos de penalidades y proponer mejor opción tarifaria eléctrica que encajen con sus actividades productivas.

1.2 Delimitación del Proyecto

El alcance del proyecto es el de análisis y propuesta tarifaria para reducir costos de facturación eléctrica en la empresa SIPFSA S.A.

1.2.1 Delimitación Temporal

El trabajo se llevó a cabo este año 2021, iniciando en el mes de septiembre y culminando en el mes de diciembre.

1.2.2 Delimitación Espacial

El lugar de trabajo se realizó en la empresa SIPFSA SA, ubicada en el distrito de Villa el salvador, departamento de Lima.

1.3 Objetivos

- Analizar y proponer mejor opción tarifaria para reducir costos en facturación eléctrica en la empresa SIPFSA S.A.
- Proponer la solución para evitar pagos de penalidades por consumo de energía reactiva en la empresa SIPFSA S.A.
- Determinar los costos de inversión para las propuestas de optimización tarifaria para reducir costos de facturación en la empresa SIPFSA S.A.

CAPITULO II

2.1 Antecedentes

2.1.1 Nacionales

(según CENTENO, 2016) En su tesis “Propuesta de optimización de costo para migración de plan tarifario eléctrico en la empresa T&K INSUMOS E.I.R.L LIMA -2016” Tuvo como objetivo optimizar el costo para cambiar a un mejor plan tarifario eléctrico. A través de un análisis y cálculo de consumo eléctrico para así formular un historial del consumo eléctrico de los últimos seis meses. Llegando a la conclusión de encontrar la propuesta de optimización de costo para migración de plan tarifario.

(Según ALIAGA, 2008) En su estudio de investigación “Optimización de costos en la facturación eléctrica aplicados a la pequeña 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”. Determina alternativas de reducción en los costos de facturación eléctrica a través de su consumo eléctrico para las pequeñas y micro empresas a nivel nacional, centrado en la normatividad de la ley de concesiones eléctricas. La muestra comprende un resumen de las características de los parámetros eléctricos de determinadas empresas de los distintos rubros. Donde se concluye la aplicación de soluciones prácticas para una correcta elección tarifaria con la utilización de pliegos tarifarios y características de consumo eléctrico para las empresas comerciales e industriales a nivel nacional.

(Según TRUJILLANO, 2017). En su tesis “Evaluación de la calidad de la energía eléctrica y cálculo de la opción tarifaria adecuada para el hospital privado Juan Pablo II ubicado en el distrito la victoria provincia de Chiclayo departamento de Lambayeque”. Tuvo como objetivo evaluar la calidad de la energía eléctrica y realizar un cálculo tarifario para elegir la mejor opción tarifaria. Apoyándose de los datos obtenidos de la medición del analizador de redes y las facturaciones eléctricas emitas al hospital. En conclusión, se quiere resolver la causa raíz que origina las perturbaciones eléctricas y además obtener una reducción de los costosde facturación eléctrica por la concesionaria.

(Según CAPITÁN, 2018). En su estudio de investigación “Auditoria energética para reducir la facturación por consumo de energía eléctrica en la industria arrocera molinera de centro S.C.R.L ubicado en el distrito de Lambayeque”. Se basa en reducir la facturación eléctrica por consumo de energía eléctrica con la realización de la auditoria energética. A partir de la evaluación de calidad de energía eléctrica, análisis tarifario y estudio de potencia reactiva en la industria molinera. Se encuentra la forma de cómo se está empleando la energía, logrando identificar la ineficacia y despilfarro, para así poder determinar y organizar las posibles estrategias de ahorro energético.

(Según TORRES, 2018). En su estudio de investigación “Propuesta para el mejoramiento de gestión energética optimizando el consumo de energía eléctrica en una planta de poliestireno expandido - villa el salvador”. Su objetivo es encontrar la forma de mejorar la gestión energética perfeccionando el consumo de energía eléctrica. Analizando el diagnostico energético en la empresa es donde se demostrará las áreas críticas con respecto al consumo interno. Concluyendo así con un diseño de modelo de gestión energético basadas en auditorías energéticas , logrando el ahorro económico a la empresa.

2.1.2 Internacionales

(CASTALIA, SANTAMARIA, & DIMAS, 2019) Su estudio de investigación “Implementación de auditoría energética en el "mini hotel y cafetín central" de la ciudad de Bluefields en el año 2017 -2018”. Su objetivo es reducir costo de facturación eléctrica con la implementación de una auditoría eléctrica, realizando mediciones y recolectando datos de los instrumentos estandarizados, permitiendo obtener de manera general el ahorro económico y energético en la empresa hotelera.

(VINTIMILLA & PALADINES, 2012). Esta tesis de “Auditoría eléctrica a la fábrica de cartones cartoprel”. Tuvo como objetivo encontrar alternativas que permitan disminuir y usar eficientemente la energía eléctrica, iniciando con la realización del censo de todas las cargas importantes y representativas. Logrando así establecer el porcentaje aproximado de reducción del consumo eléctrico y la cantidad ahorro económico.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Sector Eléctrico del Perú

La ley de concesiones eléctricas divide las actividades del sector eléctrico en generación, transmisión, distribución, asimismo el ministerio de energía y minas y el OSINERMIN son encargados de hacer cumplir la presente ley. (ley de concesiones eléctricas y reglamento ,2019)

2.2.2 Actividades Principales del Sector Eléctrico

La clasificación de las actividades del sector eléctrico aprobadas por la ley de concesiones eléctricas, se divide en tres áreas principales del mercado eléctrico.

2.2.2.1 Generación

La generación es la encargada de producir energía eléctrica a partir de las diversas fuentes de energía primaria (hidráulica, petróleo, gas natural, carbón, etc.), en ese sentido se puede afirmar que, tradicionalmente existen dos tipos de generación eléctrica en el mundo: la generación hidráulica y la generación térmica. (OSINERMIN, 2016)

2.2.2.2 Transmisión

Mediante esta actividad se transporta la energía eléctrica desde los centros de producción hacia los centros de consumo, por medio de redes eléctricas, cuyos niveles de tensión a transportar son de muy alta tensión, alta tensión y media tensión. (OSINERMIN, 2016)

2.2.2.3 Distribución

La actividad de distribución tiene la función de llevar el suministro de energía eléctrica desde el sistema de transmisión hacia cada uno de los usuarios finales del servicio eléctrico. Además, las redes de distribución transportan energía eléctrica en media y baja tensión. (OSINERMIN, 2016)

2.2.3 Estructura del Sector Eléctrico

Los actores principales que intervienen en el sector eléctrico está formado por los siguientes:

2.2.3.1 Los Clientes o Usuarios

Están divididos en dos categorías:
clientes regulados con potencia contratada menor o igual a 200 Kw y clientes libres con potencia contratada mayor a 2500kw. Sin embargo, aquellos usuarios que se encuentran en el rango mayor a 200kw y menor 2500kw tiene la opción de elegir, ser usuario libre o usuario regulado. A esto último se le denomina rango optativo. (MINEM, 2021)

2.2.3.2 Empresas Eléctricas

Constituidas por las entidades autorizadas por el sector eléctrico que pueden ser generadoras, transmisoras y distribuidoras. (MINEM, 2021)

2.2.3.3 Coes

Es el Comité de Operaciones Económica del Sistema interconectado, tiene como objetivo coordinar la operación del sistema eléctrico al mínimo costo. (MINEM, 2021)

2.2.3.4 Estado

Representado 'por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) a través de la dirección general de la electricidad(DGE) órgano técnico encargado de proponer y evaluar la política del subsector electricidad. (MINEM, 2021)

2.2.3.5 Osinerming

Es el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. Su misión es fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones legales y técnicas del subsector eléctrico y así como de establecer las opciones tarifarias eléctricas reguladas. (MINEM, 2021)

2.2.3.6 Indecopi

Instituto de Defensa de la Competencia y de la Propiedad Intelectual. En el campo eléctrico, vela por el cumplimiento de las leyes del mercado y defiende los intereses de los consumidores y empresas que pudieran verse afectados. (MINEM, 2021)

2.2.3.7 Proinversión

Agencia de Promoción de la Inversión Privada Del Perú. Promueve la incorporación de inversión privada en servicios públicos y obras públicas de infraestructura a través de Asociaciones Público – Privadas, con el fin de impulsar la competitividad del Perú y su desarrollo sostenible para mejorar el bienestar de la población. Además, busca identificarse como una agencia reconocida por los inversionistas y por la población como un eficaz aliado estratégico para el desarrollo de inversiones en el Perú. (MINEM, 2021)

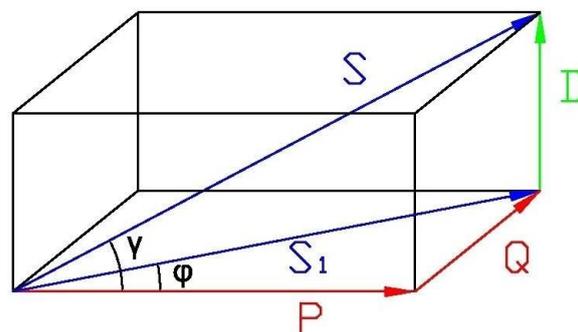
2.2.4 Factor de Potencia

Es la relación de la potencia activa(Kw) y la potencia aparente (Kvar), en las plantas industriales se suelen trabajar con gran cantidad de máquinas eléctricas, debido a ello se genera un bajo factor de potencia, esto significa que las distribuidoras eléctricas suministran más energía que la requerida, en consecuencia, los transformadores y los cables están sobrecargados, generando pérdidas eléctricas al sistema. A si mismo este bajo factor de potencia representada por el exceso de energía reactiva se penaliza en la facturación eléctrica, para evitar esta penalidad, se instalan banco de condensadores, además esta tecnología mejora el factor de potencia y la caída tensión de la red eléctrica haciendo más eficiente la instalación eléctrica. (PABLO, 2016)

Formula 2.1 Ecuación del factor de potencia

$$\text{FACTOR DE POTENCIA} = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2 + D^2}}$$

Figura 2.1 Triangulo de potencia



Fuente: Artículos del sector electricidad

El factor de potencia (F.P) es la relación entre las potencias Activa (p) y Aparente (S) cuando la onda de corriente alterna es perfectamente senoidal, o sea sin presencia de armónicos, entonces se cumple que el FP y $\cos\phi$ coinciden, según se ha visto en el apartado anterior. Si la onda de corriente no fuese senoidal por la presencia de armónicos, aparecería una tercera componente llamada potencia de distorsión. (Valles, 2016)

Se observa que en la (figura 2.1) el triángulo de potencia es tridimensional, debido a que en las instalaciones eléctricas en general encontramos uso de cargas no lineales, como son los componentes electrónicos, UPS, variadores de velocidad, computadoras, etc. Cuando se trabaja con estas cargas no lineales, aparecen corrientes armónicas, generando así la existencia de la potencia de distorsión.

$S=V.I$ - Potencia aparente

$P=V.I.\cos\phi$ - Potencia activa

$Q=V.I.\sin\phi$ - Potencia reactiva

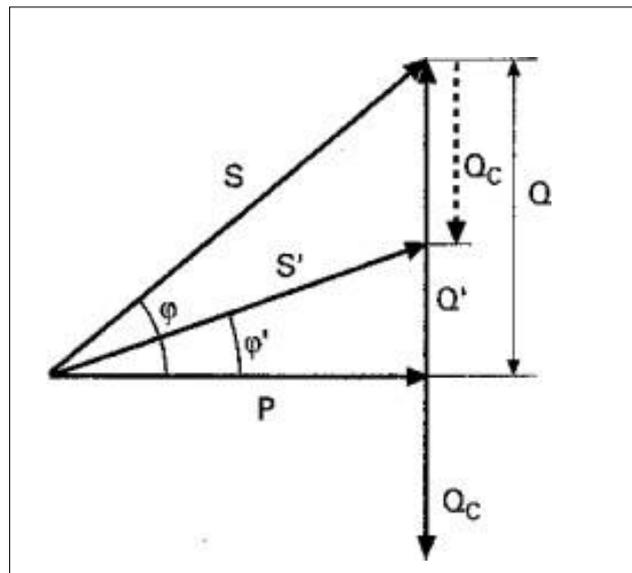
$D= V.I_h$ - Potencia de distorsión

2.2.5 Corrección de Factor de Potencia Mediante Condensadores

Para compensar la energía reactiva inductiva en las instalaciones industriales, producidas por las máquinas eléctricas como motores, transformadores, etc. Se necesita de energía reactiva capacitiva que es brindada por los bancos de condensadores, esta tecnología ira conectada en paralelo a la red eléctrica.

La solución de este problema de la compensación de la energía reactiva inductiva comienza con la búsqueda de la potencia reactiva Q_c , que deberá poseer el condensador, para corregir el factor de potencia a un valor aproximado a 0,98. (PABLO, 2016)

Figura 2.2 Triangulo de potencia en la mejora del factor de potencia



Fuente: Pablo Alcalde San Miguel, Electrotecnia 2016

Una vez determinado el FP de la instalación, es necesario saber el factor de potencia deseado para eliminar la Energía Reactiva (FP deseado). Una vez mejorado el factor de potencia obtenemos una potencia reactiva reducida:

Q = Potencia reactiva inductiva inicial

Q'' = Potencia reactiva inductiva deseada

Q_c = Potencia reactiva del condensador

$$Q'' = Q - Q_c \quad \text{de donde} \quad Q_c = Q - Q'' \quad (\text{I})$$

En los dos triángulos de potencia que se obtiene se cumple que:

$$\tan \varnothing = Q/P \quad \text{donde} \quad Q = P \cdot \tan \varnothing \quad (\text{II})$$

$$\tan \varnothing'' = Q''/P \quad \text{donde} \quad Q'' = P \cdot \tan \varnothing'' \quad (\text{III})$$

Sustituyendo las ecuaciones II y III en la ecuación I obtenemos la expresión final

$$Q_c = P \cdot \tan \varnothing - P \cdot \tan \varnothing''$$

$$Q_c = P \cdot (\tan \varnothing - \tan \varnothing'')$$

Fórmula 2.2 Cálculo de potencia reactiva (kvar) del condensador

$$Q_c(\text{kvar}) = P (\tan \varnothing - \tan \varnothing'')$$

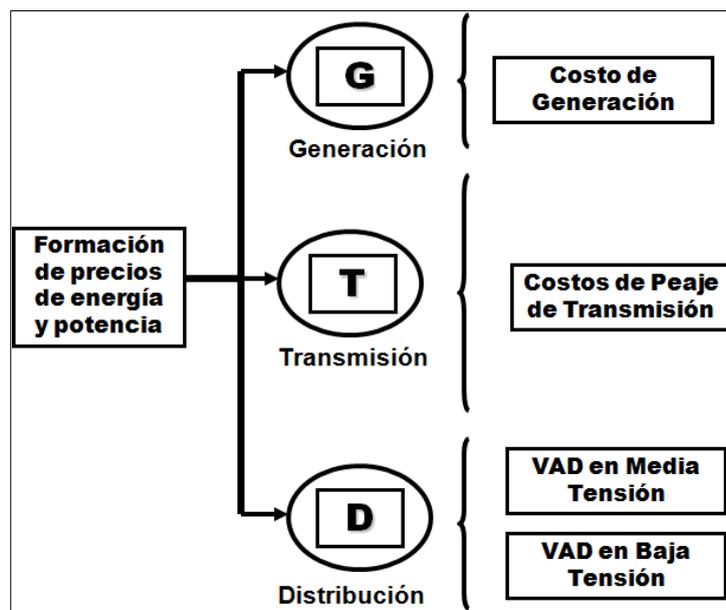
Finalmente, Q_c es la potencia del condensador necesario para corregir el factor de potencia

2.2.6 Componentes de Tarifas Eléctricas

En la composición de la tarifa eléctrica se encuentran los elementos de generación, transmisión y distribución eléctrica, los cuales permiten la prestación del servicio público de electricidad.

La elaboración de precios de energía y potencia para el usuario final, está formado por los costos de generación (CG), costos por peaje de transmisión (CPT), valor agregado de distribución para media tensión (VADMT) y el valor agregado para baja tensión (VADBT). ver figura 2.3, (MINEM,2021)

Figura 2.3 formación de precios de energía y potencia



Fuente: OSINERMINING,2021

2.2.7 Tarifas Eléctricas

El Reglamento General del OSINERGMIN, mediante Resolución OSINERGMIN N° 188-2013-OS/CD, publicada el 17 de setiembre de 2013, se dispuso la publicación del proyecto de resolución que aprueba la nueva norma “Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final”. (OSINERMING, 2013)

2.2.8 Elección de Opción Tarifaria

Los usuarios en baja tensión y media tensión tienen derecho de elegir voluntariamente las diversas opciones tarifarias, asimismo deben conocer los sistemas de mediciones respectivos que exige cada opción tarifaria brindadas por las concesionarias de servicios eléctricos y ellas deben cumplir obligatoriamente con la opción tarifaria elegida por el usuario. (OSINERMING, 2013)

2.2.9 Vigencia de la Opción Tarifaria

La vigencia de la opción tarifaria seleccionada por el usuario tendrá una duración de un año calendario, si el usuario no realiza los tramites respectivos para su cambio de opción tarifaria con la empresa concesionaria, automáticamente se quedaría con la tarifa actual.

Para el caso de aquellos suministros eléctricos por contratos temporales, el periodo de vigencia de la opción tarifaria será acordado entre la empresa concesionaria y el usuario temporal. Donde el plazo mínimo de estos contratos es hasta 90 días calendarios y en caso donde el plazo sea mayor, el periodo será en meses. (OSINERMING, 2013)

2.2.10 Cambio de la Opción Tarifaria

El usuario está en su derecho de cambiar la opción tarifaria vigente, este cambio solo se puede dar una vez al año dentro del periodo de vigencia de dicha opción tarifaria, además de cumplir los requisitos técnicos y económicos del nuevo suministro solicitado a la concesionaria eléctrica. Por consiguiente, en un periodo de un año, el usuario obtendrá como máximo dos opciones tarifarias diferentes.

En el caso de los contratos de suministros temporales, el usuario no tiene la facultad de realizar el cambio de opción tarifaria durante la vigencia de su contrato con la empresa suministradora. (OSINERMIN, 2013)

2.2.11 Opciones Tarifarias

Opciones tarifarias para usuarios industriales en baja tensión y en media tensión son las siguientes (ver figura 2.4) y (ver figura 2.5).

Figura 2.4 Cargos tarifarios en baja tensión - OSINERMINING

OPCION TARIFARIA	SISTEMA Y PARÁMETROS DE MEDICIÓN	CARGAS 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 modalidad de facturación de potencia activa variable	a) Cargo fijo mensual b) Cargo por energía activa en horas de punta c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta d) Cargo por potencia activa de generación en horas de punta e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta f) Cargo por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta g) Cargo por energía reactiva
BT3	Medición de dos energías activas y una potencia activa (2E,1P) Energía :punta y fuera de punta potencia : máxima del mes Modalidad de facturación de potencia activa variable Calificación de potencia : usuario presente en punta y usuario presente en fuera de punta	a) Cargo fijo mensual b) Cargo por energía activa en horas de punta c) Cargo por energía 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 energías activas y una potencia activa (1E,1P) Energía :total del mes potencia : máxima del mes Modalidad de facturación de potencia activa variable Calificación de potencia : usuario presente en punta y usuario presente en fuera de punta	a) Cargo fijo mensual b) Cargo por energía activa total c) Cargo por potencia activa de generación d) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución e) Cargo por energía reactiva

Fuente: OSINERMINING,2021

Figura 2.5 Cargos tarifarios en Media Tensión – OSINERMIN

OPCION TARIFARIA	SISTEMA Y PARÁMETROS DE MEDICIÓN	CARGAS DE FACTURACIÓN
MT2	Medición de dos energías activas y dos potencias activas (2E2P) Energía :punta y fuera de punta potencia :Punta y fuera de punta modalidad de facturación de potencia activa variable	a) Cargo fijo mensual b) Cargo por energía activa en horas de punta c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta d) Cargo por potencia activa de generación en horas de punta e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta f) Cargo por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta g) Cargo por energía reactiva
MT3	Medición de dos energías activas y una potencia activa (2E,1P) Energía :punta y fuera de punta potencia : máxima del mes Modalidad de facturación de potencia activa variable Calificación de potencia : usuario presente en punta y usuario presente en fuera de punta	a) Cargo fijo mensual b) Cargo por energía activa en horas de punta c) Cargo por energía 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
MT4	Medición de una energías activas y una potencia activa (1E,1P) Energía :total del mes potencia : máxima del mes Modalidad de facturación de potencia activa variable Calificación de potencia : usuario presente en punta y usuario presente en fuera de punta	a) Cargo fijo mensual b) Cargo por energía activa total c) Cargo por potencia activa de generación d) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución e) Cargo por energía reactiva

Fuente: OSINERMIN,2021

2.2.11.1 Tarifa MT2-BT2

Estas opciones tarifarias varían sus precios en la facturación de energía, según si esta se realiza en horas punta o bien horas fuera de punta, y con respecto a la facturación en potencia se realiza con los precios en horas punta. Además, facturan por dos energías y dos potencias (2E2P). (MINEM, 2011)

2.2.11.1.1 Facturación de la Energía Activa

Está conformada por energía en horas punta y fuera de punta, sobre su facturación se determinará en base al consumo registrado en dichos periodos multiplicado con sus respectivos precios unitario.

Los consumos a facturar de energía activa en horas punta, se exceptúan los días domingos, los días feriados nacionales del calendario regular anual y los feriados nacionales extraordinarios declarados en días hábiles (MINEM, 2011)

2.2.11.1.2 Facturación del Cargo por Potencia Activa de Generación Horas Puntas

Se obtiene de la multiplicación de la máxima demanda mensual registrada en horas punta, por el precio unitario de potencia activa de generación en horas punta. (MINEM, 2011)

2.2.11.1.3 Facturación de Cargo Por Potencia Por Uso De Redes De Distribución En Horas Punta

Se obtiene de la multiplicación del promedio de las dos demandas máximas más altas registrada de los últimos seis meses en el periodo de horas punta, por el precio unitario de potencia activa de distribución, a continuación, ver tabla 2.1. (MINEM, 2011)

Tabla 2.1 Estadística de Potencia para opción tarifaria BT2-MT2

MES	MAXIMA DEMANDA LEÍDA (KW)	
	HP	HFP
julio	85	230
agosto	80	210
septiembre	60,8	180
octubre	50,4	170
noviembre	67,2	190,3
diciembre	63,3	182

Elaboración propia - Fuente: MINEM,2011

HP: Horas punta

HFP: Horas fuera de punta

Potencia por uso de redes de distribución en horas punta (PURDHP) a facturar para el mes de diciembre

$$PURDHP = \frac{80KW + 85KW}{2} = 82,5KW$$

Al valor final 82,5KW se le multiplica por el precio unitario de potencia por uso de las redes de distribución en horas punta

2.2.11.1.4 Facturación Por Exceso De Potencia Activa Por Uso de Las Redes de Distribución en Horas Punta

El exceso de potencia a facturar es igual a la diferencia entre el valor de la potencia por uso de las redes distribución en 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, como se observa en la tabla 2.2. (MINEM, 2011)

Tabla 2.2 Estadística para cálculo de exceso de potencia para opción tarifaria BT2-MT2

MES	MÁXIMA DEMANDA LEÍDA (KW)	
	HP	HFP
julio	85	230
agosto	80,2	210
septiembre	60,8	180
octubre	50,4	170
noviembre	67,2	190,3
diciembre	63,3	182

Fuente: MINEM, 2021

HP: Horas punta

HFP: Horas fuera de punta

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

$$PURDHFP = \frac{230KW + 210KW}{2} = 220KW$$

Potencia por uso de redes de distribución en horas punta (PURDHP)

$$PURDHP = \frac{80KW + 85KW}{2} = 82,5KW$$

Exceso de potencia por uso de redes de distribución en horas fuera de punta (EPURDHFP) para el mes de diciembre.

$$(EPURDHFP) = (PURDHFP) - (PURDHP) = 220KW - 82,5KW = 137,5KW$$

2.2.11.1.5 Facturación por Energía Reactiva

Si el consumo de energía reactiva registrado supera el 30% del consumo de energía activa total mensual, la facturación se efectuará sobre el exceso de energía reactiva. (MINEM, 2011)

Ejemplo:

Consumo de Energía Activa en el mes (EA mes) : 2000 Kw-h

Consumo de Energía Reactiva en el mes (ER mes) : 1200 Kvar-h

Facturación de Energía Reactiva = ER mes - 0,30 x EA mes

Facturación de Energía Reactiva : 1200 - 0.3 x 2000

Facturación de Energía Reactiva : 1200 - 600

Facturación de Energía Reactiva : 600 Kvar-h

Al valor final (600 Kvar-h), se le multiplica por el precio unitario de la energía reactiva (expresado en S/ KVARh)

2.2.11.2 Tarifa MT3-BT3

Estas opciones tarifarias varían sus precios en facturación de acuerdo al factor de calificación encontrado, como presentes en punta o presentes en fuera de punta, además facturan por dos energías y una potencia (2E1P). (MINEM, 2011)

2.2.11.2.1 Facturación de la Energía Activa

Está conformada por energía en horas punta y fuera de punta, sobre su facturación se determinará en base al consumo registrado en dichos periodos multiplicado con sus respectivos precios unitarios.

Para la facturación de los consumos de energía reactiva en horas punta de la opción tarifaria BT3 y MT3, se excluirá los días domingos, los días feriados nacionales extraordinarios declarados en días hábiles. (MINEM, 2011)

2.2.11.2.2 Calificación Tarifaria

La encargada de efectuar la calificación tarifaria del usuario es la concesionaria basándose en su grado de utilización de la potencia en horas punta o fuera de punta. (MINEM, 2011)

Para obtener la calificación tarifaria se utiliza la siguiente relación

$$\text{CALIFICACION TARIFARIA} = \frac{\text{EA HP mes}}{\text{MD leída del mes} \times \text{\#HP mes}}$$

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

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

#HP mes: Número de horas punta del mes

Si el valor del factor de calificación obtenido es $\geq 0,5$, el usuario es calificado como cliente presente en punta. Sin embargo, si el resultado es $< 0,5$, el usuario es calificado como cliente fuera de punta

2.2.11.2.3 Facturación del Cargo Por Potencia Activa de Generación

Primero tener presente la evaluación del factor de calificación, si es usuario presente en punta, o usuario presente en fuera de punta.

La potencia activa de generación a facturar es la máxima demanda leída del mes, multiplicado por el precio unitario de potencia activa de generación respectivo al factor de calificación obtenido. (MINEM, 2021)

2.2.11.2.4 Facturación del Cargo Por Potencia Por Uso de las Redes de Distribución

Se determina promediando las dos más altas demandas de los últimos seis meses, estas pueden ser en horas punta o fuera de punta, incluyendo el mes que se factura, además el valor se obtendrá multiplicando la potencia activa por uso de redes distribución a facturar y el precio unitario de potencia activa por uso de redes de distribución, tener en cuenta si el cliente es calificado como cliente presente en punta o fuera de punta, como se muestra en la tabla 2.3. (MINEM, 2011)

Tabla 2.3 Estadística de potencia para opción tarifaria BT3-MT3

MES	MÁXIMA DEMANDA LEÍDA (KW)	
	HP	HFP
julio	246	281
agosto	217,5	285
septiembre	225	262
octubre	304	290
noviembre	244	257
diciembre	220	249

Fuente: MINEM,2011

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

$$PURD = \frac{304KW + 285KW}{2} = 294,5KW$$

PURD, se calcula, 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.

El valor obtenido (294,5KW) se le multiplica 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.

2.2.11.2.5 Facturación por Energía Reactiva

Si el consumo de energía reactiva supera el 30% del consumo de energía activa total mensual, la facturación se efectuará sobre el exceso de energía reactiva. (MINEM, 2011)

Ejemplo:

Consumo de Energía Activa en el mes (EA mes) : 2500 Kw-h

Consumo de Energía Reactiva en el mes (ER mes) : 1400 Kvar-h

Facturación de Energía Reactiva = ER mes – 0,30 x EA mes

Facturación de Energía Reactiva : 1400 – 0.3 x 2500

Facturación de Energía Reactiva : 1400 - 750

Facturación de Energía Reactiva : 650 Kvar-h

Al valor final (650 Kvar-h), se le multiplica por el precio unitario de la energía reactiva (expresado en S/ KVARh)

2.2.11.3 TARIFA MT4-BT4

Estas opciones tarifarias varían sus precios en facturación de acuerdo al factor de calificación encontrado, como presentes en punta o presentes en fuera de punta, además facturan por una energía y una potencia (1E1P). (MINEM, 2011)

2.2.11.3.1 Facturación de la Energía Activa

Está formada por una sola energía activa total, sobre su facturación se determinará en base a la suma de ambos consumos de hora punta y hora fuera de punta registrado en dichos periodos multiplicado por el precio por energía activa. (MINEM, 2011)

2.2.11.3.2 Calificación Tarifaria

La encargada de efectuar la calificación tarifaria del usuario es la concesionaria basándose en su grado de utilización de la potencia en horas punta o fuera de punta. (MINEM, 2011)

Para determinar la calificación tarifaria se utiliza la siguiente relación

$$\text{CALIFICACION TARIFARIA} = \frac{\text{EA HP mes}}{\text{MD leída del mes} \times \text{\#HP mes}}$$

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

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

\#HP mes: Número de horas punta del mes

Si el valor del factor de calificación obtenido es $\geq 0,5$, el usuario es calificado como cliente presente en punta. Sin embargo, si el resultado es $< 0,5$, el usuario es calificado como cliente fuera de punta.

En la determinación del consumo en horas punta, se excluirá los días domingos, los días feriados nacionales del calendario regular anual y los feriados nacionales extraordinarios programados en días hábiles.

2.2.11.3.3 Facturación Del Cargo por Potencia Activa de Generación

Primero tener presente la evaluación del factor de calificación, si es usuario presente en punta, o usuario presente en fuera de punta.

La potencia activa de generación a facturar es la máxima demanda leída del mes, multiplicado por el precio unitario de potencia activa de generación respectivo al factor de calificación obtenido. (MINEM, 2011)

2.2.11.3.4 Facturación del Cargo Por Potencia Por Uso de las Redes de Distribución

Se determina promediando las dos más altas demandas de los últimos seis meses, estas pueden ser en horas punta o fuera de punta, incluyendo el mes que se factura, como se muestra en la tabla 2.4, además el valor se obtendrá multiplicando la potencia activa por uso de redes distribución a facturar y el precio unitario de potencia activa por uso de redes de distribución, tener en cuenta si el cliente es calificado como cliente presente en punta o fuera de punta. (MINEM, 2011)

Tabla 2.4 Estadística de potencia para opción tarifaria BT4-MT4

MES	DEMANDA LEÍDA (KW)	
	HP	HFP
julio	250	284
agosto	219,5	287
septiembre	224	262
Octubre	301	290
Noviembre	254	259
diciembre	230	249

Fuente: MINEM,2011

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

$$PURD = \frac{301KW + 287KW}{2} = 294KW$$

PURD, se calcula, 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.

El valor resultante (294KW) se le multiplica 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.

2.2.11.3.5 Facturación del Cargo por Energía Reactiva

Si el consumo de energía reactiva supera el 30% del consumo de energía activa total mensual, la facturación se efectuará sobre el exceso de energía reactiva. (MINEM, 2011)

Ejemplo:

Consumo de Energía Activa en el mes (EA mes) : 2400 Kw-h

Consumo de Energía Reactiva en el mes (ER mes) : 1200 Kvar-h

Facturación de Energía Reactiva = ER mes – 0,30 x EA mes

Facturación de Energía Reactiva : 1200 – 0.3 x 2400

Facturación de Energía Reactiva : 1400 - 720

Facturación de Energía Reactiva : 680 Kvar-h

Al valor final (680 Kvar-h), se le multiplica por el precio unitario de la energía reactiva (expresado en S/ KVARh).

2.2.12 Cálculo de Facturación

Para determinar la opción tarifaria más económica para el usuario final, es necesaria la siguiente información. (MINEM, 2011)

- Consumos históricos de potencia y energía de los últimos 12 meses
- Tener en cuenta los cargos que se facturan por cada opción tarifaria
- Contar con los precios actuales de energía y potencia que se obtienen del pliego tarifario de OSINERMIN
- Obtenido toda la información se procede a la evaluación económica

2.2.13 Identificación de Oportunidades Para Reducción de Costos Relacionados a la opción Tarifarias

2.2.13.1 Selección de opción tarifaria

Para una correcta elección tarifaria es importante tomar mediciones eléctricas de los parámetros que se facturan, con el equipo analizador de redes instalado en el tablero general, donde se le programara en intervalos de cada 15 minutos lo que es compatible con el tiempo de registro de los medidores instalados por las distribuidoras eléctricas, las mediciones pueden ser realizadas en periodos de 48 a 72 horas.

Una tarifa será optima dependiendo exclusivamente de las costumbres del consumo del suministro, ejemplo, la tarifa (BT2 – MT2), esta opción está dirigida para aquellos usuarios con consumos mínimos de demanda en el periodo de horas punta, es recomendable para aquellos suministros que trabajen hasta las 6 pm.

La tarifa (BT3-MT3), es recomendable para aquellos usuarios cuyo consumo de potencia se da durante las 24 horas al día o aquellos usuarios que su horario de trabajo empieza en las horas de la mañana y acaban pasando las 18 horas.

La tarifa (BT4-MT4) se sugiere para aquellos usuarios cuyo consumo de energía es intensivo en el periodo de horas punta, que por lo general trabajan hasta las 22 horas o los tres turnos del día.

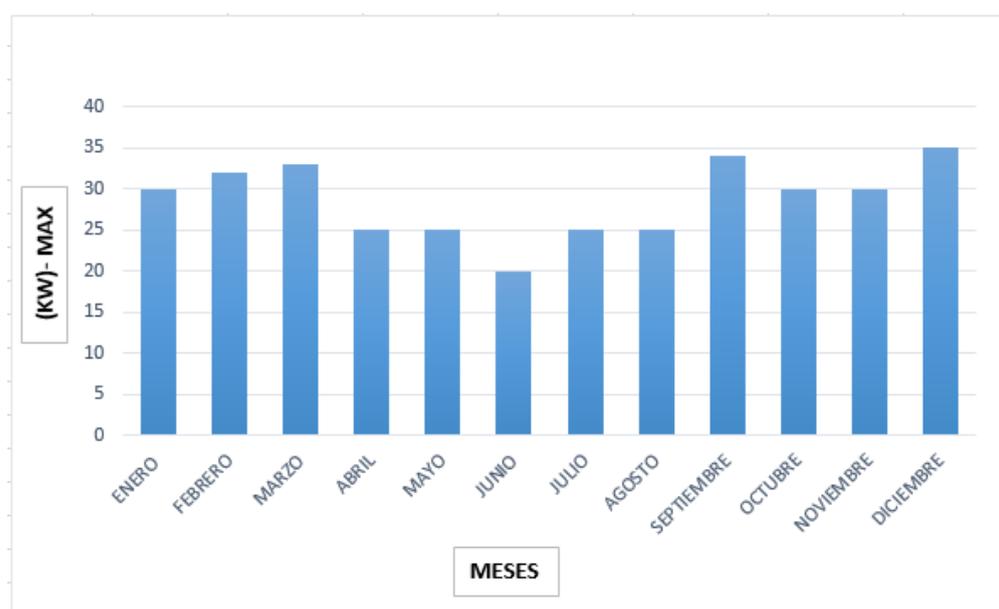
Es importante tener en cuenta, que el precio de los cargos tarifarios varía de acuerdo al departamento donde se encuentre el suministro.

2.2.13.2 Control de la Máxima Demanda

una buena gestión de la demanda, permitirá obtener un control adecuado de la máxima demanda para así reducir costos de facturación eléctrica.

En las facturas eléctricas a nivel empresas, sabemos que la máxima demanda facturada, para clientes con modalidad de facturación de potencia variable, presenta dos escenarios de facturación, el primero es el promedio de los dos valores más alto de las demandas máximas leídas de los seis últimos meses incluyendo el mes a facturar, para así obtener el valor del cargo por potencia activa por uso de redes de distribución. El segundo es el valor máximo de demanda leída del mes, para obtener el valor del cargo de potencia activa de generación. En conclusión, se debe conocer el comportamiento de la potencia en el tiempo, donde para ello se deberá realizar registros de potencia, instalando un analizador de redes en la planta, este registro como mínimo debe ser 72 horas, como se muestra en la figura 2.6.

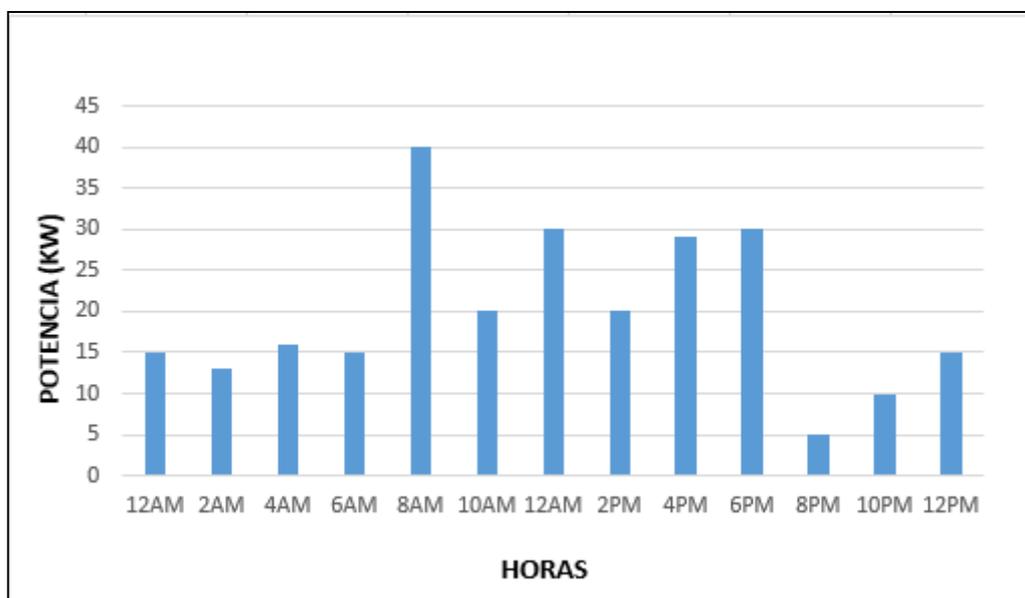
Figura 2.6 Diagrama de control de máxima demanda de los meses del año



Fuente: Elaboración propia

En este ejemplo la facturación se hace en el mes de diciembre, entonces la demanda máxima la facturar sería el promedio de la máxima demanda leída en los meses de diciembre y septiembre.

Figura 2.7 Diagrama de la máxima demanda en las horas del día



Fuente: Elaboración Propia

Nótese en el grafico 2.7 un pico elevado de demanda, este pico se origina por el arranque en simultaneo de varios motores eléctricos, comúnmente esto ocurre dentro de las empresas industriales, esta demanda registrada prevalecerá durante las próximas facturaciones de los seis meses posteriores, para evitar ello se debe tener un crecimiento ordenado y planificado de la carga.

Finalmente, para tener un control de la máxima demanda eléctrica, debemos de programar el funcionamiento de los equipos y las máquinas de modo que se permita el uso eficiente de la potencia, por ejemplo, evitar el arranque en simultaneo de los motores eléctricos de mayor potencia, no tener maquinas eléctricas encendidas sin uso, y no programar el uso de las maquinas eléctricas entre las 18:00 y 23:00 horas, de lo contrario el uso de las cargas en ese periodo debe ser mínimo, de esta manera obtendremos un ahorro por una buena administración de la demanda eléctrica.

2.2.13.3 Factor de Calificación

Optimizar la calificación tarifara nos ayudara a reducir los costos de facturación eléctrica.

Si el suministro se encuentra en la opción tarifaria BT3, MT3 o BT4, MT4 es importante analizar el factor de calificación.

$$\text{calificación tarifaria} = \frac{\text{EA HPmes}}{\text{MD leída del mes} \times \# \text{HPmes}}$$

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

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

#HP mes: Número de horas punta del mes

Si el suministro se encuentra en factor de calificación mayor a 0.5, se considera cliente en horas punta, y si el factor es menor a 0,5 calificara como cliente en fuera de punta.

Tener en cuenta que las concesionarias eléctricas facturan la máxima demanda de acuerdo al factor de calificación, donde el precio de la potencia activa de generación para cliente presente en horas punta es mayor con respecto al cliente presente en horas fueras de punta. Por ejemplo, la concesionaria de LUZ DEL SUR para clientes en baja tensión con opción tarifaria BT3, tienen un precio unitario de potencia activa de generación de S/ 38.39 para clientes fuera de punta, y de S/ 58.08 cuando el suministro califica como cliente presente en horas punta.

Se concluye que calificar como cliente presente en horas fuera de punta reduce el precio de facturación eléctrica, además se recomienda reducir los consumos de energía en horas punta, con la finalidad de generar un ahorro económico para la empresa.

2.2.13.4 Proceso Productivo

Conocer el proceso productivo de la empresa, como las potencias de las cargas, tipo de arranque de las cargas, frecuencia de funcionamiento, las horas de trabajo, todo esto es fundamental para tomar decisiones para una correcta elección de opción tarifaria.

2.2.13.5 Conexión a Media Tensión

En algunos casos es conveniente evaluar la conexión en media tensión, debido a que los precios de los cargos tarifarios en potencia, son aproximadamente el 50% de los precios en potencia para usuarios en baja tensión, se recomienda que para esta migración de media tensión a baja tensión el usuario cuente con una potencia contratada mayor o igual a 100 KW, porque para optar por un suministro en media tensión, es preciso contar con una subestación eléctrica que permitirá cambiar el nivel de tensión de 22.9KV a 0.22KV , y realizar este proyecto implica una inversión a mediano plazo , con un retorno de capital aproximado en (36 meses a 48 meses). Finalmente al realizar el cambio de opción tarifaria de BT a MT generara un ahorro en la facturación total aproximadamente del 30%.

2.2.13.6 Contrato Estacionales

Para aquellos usuarios que requieren el servicio eléctrico por un periodo específico del año, sería factible evaluar la posibilidad de realizar contratos estacionales, para que el costo por el cargo de facturación en potencia activa por uso de redes de distribución no afecte en la facturación los siguientes 6 meses de periodo.

2.2.13.7 Independización de Suministros

Si dentro de la producción de la empresa se encuentra procesos independientes con diferentes turnos de trabajo, es conveniente evaluar la posibilidad de contar con más de un suministro eléctrico, para elegir la opción tarifaria más óptima para cada actividad productiva.

2.2.13.8 Mejoramiento del factor de Potencia

El factor de potencia es el indicador del correcto aprovechamiento de la energía, teniendo un rango entre cero y uno. Indicando que para un valor superior a 0.95, la energía es aprovechada correctamente por los equipos eléctricos para producir trabajo, y por debajo de este, se desperdicia.

Si el usuario es facturado por cargo de energía reactiva, indica que el suministro eléctrico tiene un factor de potencia menor a 0,95, esto se traduce en un pago de penalización económica evidenciada en la factura del usuario.

Para calcular el factor de potencia del suministro eléctrico, se debe contar con la data de la energía activa y energía reactiva del mes, además registrar mediciones en tiempo real por un analizador de redes, que ayudara a encontrar los valores más exactos del factor de potencia, para el cálculo del banco de condensadores que es una tecnología que ayudara a compensar la energía reactiva, y finalmente dejar de pagar la penalización económica. (PABLO, 2016)

2.2.14 Analizador de Redes

Un analizador de redes trifásico es un instrumento capaz de analizar las propiedades de los parámetros eléctricos de las instalaciones industriales conectados a la red eléctrica. Funcionando como una herramienta sofisticada para encontrar ahorro en energía eléctrica y fallas por perturbaciones eléctricas.

Son útiles para un gran número de aplicaciones, las medidas que entregan estos equipos abarcan desde corrientes, tensiones, consumos de energía y potencia hasta la representación de los armónicos individuales en corriente y tensión para la valoración de la calidad de la tensión y corriente. Disponen de una memoria interna en la que se archivan los parámetros de medición. Son capaces de exportar o mostrar los parámetros eléctricos, y lo hacen de forma directa o indirecta a través de un display o navegadores web. (METREL, 2021)

2.2.14.1 Ventajas de Usar el Analizador de redes

- Ahorro de energía eléctrica
- Análisis de curvas de carga para localizar los puntos de máxima demanda
- Detección de necesidad de instalar un banco de condensadores
- Detección de fraude en contadores energéticos

2.2.14.2 Características y Aplicaciones del Analizador de Redes Metrel Mi 2883 Energy Master

Figura 2.8 Analizador de redes Metrel Mi 2883 Energy Master



Fuente: Catalogo METREL MI 2883

El nuevo MI 2883 Energy Master, como se observa en la figura 2.8 es un analizador de redes trifásico portátil totalmente en conformidad con la normativa de calidad energética IEC 61000-4-30 Clase S, que dispone de display gráfico y a color de grandes dimensiones fácil de leer y que permite al usuario en tiempo real visualizar todos los parámetros eléctricos de la red eléctrica.

El software para pc PowerView v3.0 es una parte integral del sistema de medición que ofrece el modo más fácil de descargar, visualizar y analizar los datos de medición. (METREL, 2021)

2.2.14.3 Conexión de Equipo

Para realizar la conexión de equipo el operario debe contar con las medidas de seguridad eléctrica, los equipos de protección eléctrica son las siguientes:

- Casco dieléctrico
- Protección ocular
- Calzado aislante sin elementos metálicos
- Ropa de trabajo incombustible
- Guantes dieléctricos
- Alfombras aislantes
- Comprobadores de tensión
- Herramientas aislantes
- Material de señalización

2.2.14.4 Análisis de Datos

Se procedió a instalar el analizador MI 2883 PowerMaster, en el tablero general de baja tensión de la empresa SIFSA S.A, por un periodo de 72 horas. además, es recomendable que el analizador de redes a utilizar este correctamente calibrado.

2.2.14.5 Parámetros Eléctricos

Los parámetros principales que registra el analizador de redes son los siguientes:

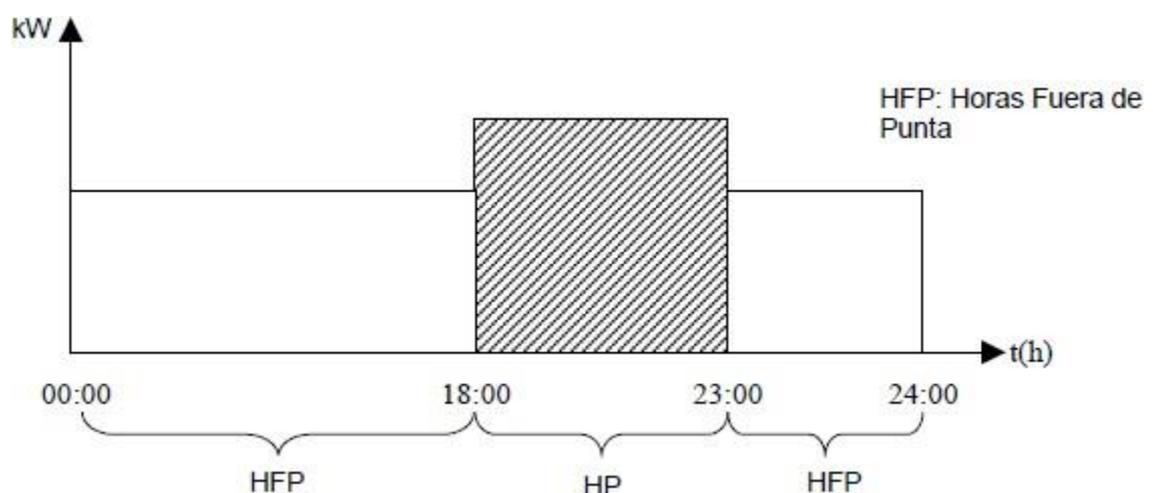
- Tensión
- Frecuencia
- Intensidad
- Factor de potencia
- Potencia aparente
- Potencia activa
- Potencia reactiva
- Flicker y armónicos

2.3 Definición de Términos Básicos

- ✓ **Cargo fijo Mensual:** Es el cobro mensual de los costos por lectura del medidor, procesamiento, emisión y distribución del recibo, además es independiente al consumo de energía eléctrica.
- ✓ **Demanda Máxima Mensual:** Es el mayor valor promediado de las potencias activas instantáneas en periodo sucesivos de 15 minutos, durante todo el periodo del mes.
- ✓ **Demanda Máxima mensual en Horas Punta:** Es el mayor valor promediado de las potencias activas instantáneas en periodos sucesivos de 15 minutos, durante las horas punta a lo largo del mes.
- ✓ **Demanda Máxima Mensual Fuera de Punta:** Es el mayor valor promediado de las potencias activas instantáneas en periodos sucesivos de 15 minutos, durante las horas fuera de punta a lo largo del mes.
- ✓ **Energía Activa:** Es la energía eléctrica que se utiliza para el funcionamiento de los equipos eléctricos conectado a la red, además su unidad de medida es en Kw-h.
- ✓ **Energía Reactiva:** Es aquella energía necesaria para el funcionamiento, de equipos que cuentan con bobinas eléctricas, como motores y transformadores.
- ✓ **Energía Aparente:** Es la energía suministrada por las concesionarias eléctricas y es la resultante de la suma vectorial de la energía activa y energía reactiva

- ✓ **Potencia:** Es la velocidad a la que se consume la energía, cuya unidad es el Kw.
- ✓ **Armónicos:** En el rubro eléctrico se define como la onda de voltaje o corriente de múltiplos enteros a la frecuencia fundamental del sistema.
- ✓ **Condensador:** Es un componente que almacena energía eléctrica.
- ✓ **Banco de condensadores:** Es la unión de varios condensadores conectados entre sí, para compensar la energía reactiva inductiva.
- ✓ **Subestación eléctrica:** Conformada por un conjunto de componentes eléctricos capaces de transformar los niveles de tensión a media tensión o alta tensión.
- ✓ **Horas Punta (HP):** Es el horario comprendido entre las 18:horas a 23:horas de cada día del año.
- ✓ **Horas Fuera de Punta (HFP):** Es el horario complementario de las horas de punta (HP).

Figura 2.9 Diagrama de las horas punta y horas fuera de punta



Fuente: MINEM,2011

- ✓ **Potencia Contratada:** Es la potencia activa máxima contratada por el usuario final con la empresa distribuidora.
- ✓ **Precio de Energía:** Es el precio que el usuario final paga por el consumo de energía, el precio es actualizado continuamente.
- ✓ **Precio de Potencia:** Es el precio que el usuario final paga por potencia consumida.
- ✓ **Usuarios:** Son aquellos consumidores finales de electricidad.
- ✓ **Usuarios Libres:** Son aquellos usuarios que no están sujetos a la regulación de los precios unitarios de energía o potencia que consumen, la compra de energía y potencia lo realiza con las empresas generadoras.
- ✓ **Usuarios Regulados:** Son aquellos usuarios donde los precios unitarios de energía y potencia son regulados por OSINERMIN.
- ✓ **Usuarios en baja tensión:** Son aquellos usuarios conectados a la red con nivel de tensión menor a 1KV.
- ✓ **Usuarios en media tensión:** Son aquellos usuarios conectados a la red con nivel de tensión mayor a 1KV y menor a 30KV.

CAPITULO III

ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA TARIFARIA PARA REDUCIR COSTOS EN FACTURACIÓN ELÉCTRICA EN LA EMPRESA SIPFSA SA UBICADA EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR, DEPARTAMENTO DE LIMA

3.1 Determinación y Análisis del Problema

Actualmente la empresa industrial peruana SIPFSA SA cuenta con varias máquinas eléctricas para la producción de diversos tableros derivado de la madera, por tal razón el consumo de energía eléctrica es elevado, asimismo las facturaciones eléctricas son altas.

Esta situación problemática afecta a la empresa pagando mensual un promedio de s/ 9.000 soles mensuales, Además el bajo factor de potencia en las instalaciones es producto del exceso consumo de energía reactiva inductiva. Esto conlleva a la empresa realizar pago de penalidad que esta detallado en su factura eléctrica por la concesionaria suministradora de servicios eléctricos. El detalle está en (tabla 3.32)

La empresa SIPFSA SA cuenta con una potencia contratada de 99Kw además se encuentra en una tarifa BT4 que está dentro de las opciones tarifarias de baja tensión donde los costos de los cargos facturación son altos a diferencia de las opciones tarifarias en media tensión, esto lo podemos verificar en el pliego tarifario de luz del sur. A continuación, se plasmará los pagos mensuales en la tarifa BT4 de la empresa SIPFSA SA hacia la distribuidora luz del sur. (ver tabla 3.1)

Tabla 3.1 Facturación anual

TARIFA BT4		
AÑO	MES	FACTURA MENSUAL- LUZ DEL SUR
2020	SEPTIEMBRE	S/ 8.541,30
	OCTUBRE	S/ 8.561,70
	NOVIEMBRE	S/ 8.733,20
	DICIEMBRE	S/ 8.528,50
2021	ENERO	S/ 7.984,00
	FEBRERO	S/ 9.168,00
	MARZO	S/ 9.325,30
	ABRIL	S/ 9.526,20
	MAYO	S/ 8.534,70
	JUNIO	S/ 9.207,20
	JULIO	S/ 9.123,26
	AGOSTO	S/ 9.314,80

Elaboración propia-fuente luz del sur

3.2 Propuesta de Trabajo de Suficiencia Profesional

Para este trabajo se realizará el análisis tarifario en las otras opciones tarifarias de baja tensión y media tensión, para ello contaremos con las 12 últimas facturaciones eléctricas de la empresa.

Se propuso utilizar un analizador de redes MI 2883 ENERGY MASTER (ver Figura 3.3), instalado en el tablero general de la empresa SIPFSA SA, (ver Figura 3.2) para evaluar los consumos de potencia y energía eléctrica en tiempo real, además estas mediciones nos permitirán conocer entre otros los siguientes parámetros:

- Máxima demanda
- Picos de consumos eléctricos
- Consumos horarios de energía y potencia
- Factor de potencia
- Tensiones y corrientes por fase

Figura 3.1 Tablero general de la empresa SIPFSA SA



Elaboración propia

Figura 3.2 Instalación del Analizador de redes



Elaboración propia

Por último, el análisis de los consumos históricos de potencia y energía de los últimos 12 meses ayudarán a proponer la mejor opción tarifaria y los parámetros eléctricos brindados por el analizador de redes, permitirán determinar el diseño de los bancos de condensadores para compensar la energía reactiva e identificar áreas de ahorro de energía eléctrica, con la finalidad de reducir costos en la facturación eléctrica en la empresa SIPFSA S.A.

3.3 Resultados

La empresa SIFPSA SA es un usuario industrial, con suministro en baja tensión y opción tarifaria en BT4, además cuenta con potencia contratada de 99Kw, en el siguiente cuadro (ver tabla 3.2), se detalla los consumos de potencia y energía de la empresa.

Tabla 3.2 Consumos de potencia y energía de la empresa SIFPSA SA

AÑO	MES	Maxima Demanda HP(Kw)	Maxima Demanda HFP(Kw)	Energia Activa HP(Kwh)	Energia Activa HFP(Kwh)	Consumo Total De Energia Activa(Kwh)	Energia Reactiva Registrada (Kvar)
2020	SEPTIEMBRE	44,9	47,2	1230	9783	11013	6345
	OCTUBRE	42,7	43,1	1446	10182	11628	6878
	NOVIEMBRE	38,9	44,4	1746	9656	11402	6818
	DICIEMBRE	43,3	48,9	1215	8893	10108	6053
2021	ENERO	43,5	46,4	659	8410	9069	5319
	FEBRERO	45,5	54,7	257	10557	10814	6205
	MARZO	53,2	54,5	485	10402	10887	6304
	ABRIL	48,6	56,1	511	10327	10838	6250
	MAYO	43	53,6	449	8535	8984	5110
	JUNIO	48,1	54,8	452	9988	10440	6033
	JULIO	42,3	54,8	381	9614	9995	5873
	AGOSTO	50,8	53	432	9573	10005	5849

Elaboración propia - fuente luz del sur

3.3.1 Análisis del Factor de Calificación

Consideramos solo análisis de facturación del mes de abril del 2021, en donde calcularemos su factor de calificación, y para los demás meses se obtendrá de la misma manera, durante el periodo de un año en la empresa SIPFSA S.A, (ver tabla 3.3).

Ejemplo:

Fecha de lectura actual	: 25/04/2021
Fecha de lectura anterior	: 25/03/2021
Días de facturación (A)	: 32 Días
Domingos y feriados del periodo de facturación (B)	: 7 Días
Número de horas punta por día (C)	: 5 Horas
Número de Horas punta por mes	: (A-B) X C = (32-7) x 5 = 125h
Energía activa en Horas Punta (EA HP mes)	: 511Kwh
Máxima demanda del mes (MD leída del mes)	: 56.1Kw

$$\text{Calificación tarifaria} = \frac{\text{EA HPmes}}{\text{MD leída del mes} \times \# \text{ HPmes}}$$

$$\text{Calificación tarifaria} = \frac{511}{56.1 \times 125} = 0.07$$

Tabla 3.3 Factor de calificación de cada mes en SIFSA SA

AÑO	MES	FACTOR DE CALIFICACIÓN	USUARIO PRESENTE
2020	SEPTIEMBRE	0,19	FUERA DE PUNTA
	OCTUBRE	0,27	FUERA DE PUNTA
	NOVIEMBRE	0,3	FUERA DE PUNTA
	DICIEMBRE	0,2	FUERA DE PUNTA
2021	ENERO	0,12	FUERA DE PUNTA
	FEBRERO	0,03	FUERA DE PUNTA
	MARZO	0,07	FUERA DE PUNTA
	ABRIL	0,07	FUERA DE PUNTA
	MAYO	0,07	FUERA DE PUNTA
	JUNIO	0,06	FUERA DE PUNTA
	JULIO	0,06	FUERA DE PUNTA
	AGOSTO	0,07	FUERA DE PUNTA

Elaboración propia - fuente luz del sur

3.3.2 Análisis en Opciones Tarifas de Baja Tensión

Se realizará la verificación de los costos de facturación eléctrica de las distintas opciones tarifarias en baja tensión, las cuales son BT2, BT3 y BT4.

3.3.2.1 Análisis en Opción Tarifaria BT2

En el cuadro siguiente, se presenta los consumos a facturar, los costos unitarios y el monto final que se pagaría en la opción tarifaria BT2, para la facturación consideramos solo el mes de abril del año 2021, (ver tabla 3.4), y para los demás meses se obtendrá de la misma manera, tener presente los consumos mostrados en la (tabla 3.2).

Tabla 3.4 Evaluación de costo en opción tarifaria BT2 – abril 2021

BT2	Consumo a Facturar	Precio Unitario	Importe
CARGOS DE FACTURACION			
Cargo Fijo Mensual		5,16 S/	S/ 5,16
Cargo por Energia activa en punta	511 kwh	0,3119 S/Kwh	S/ 159,38
Cargo por Energia Activa Fuera de punta	10327 Kwh	0,2641 S/Kwh	S/ 2.727,36
Cargo por Potencia Activa de Generacion en HP	48,6 Kw	69,24 S/Kw-mes	S/ 3.365,06
Cargo por Potencia Activa por uso de Redes de Distribucion en HP	50,9 Kw	46,38 S/Kw-mes	S/ 2.360,74
Cargo Por Exceso de Potencia Activa de Distribucion HFP	4,5 Kw	37,98 S/Kw-mes	S/ 170,91
Cargo por Energia Reactiva que exceda del 30% de la Energia Activa Total	2998,6 Kvarh	0,0517 S/Kvarh	S/ 155,03
IGV			S/ 1.609,86
TOTAL			S/ 10.553,50

Elaboración propia - fuente luz del sur

- a) Para la facturación del cargo por energía activa, se debe tener presente el consumo de energía en horas punta y fuera de punta del mes de abril, (ver tabla 3.2).
- b) Para la facturación del cargo por potencia de generación en horas punta, se debe tener presente la demanda máxima leída, en horas punta del mes de abril, multiplicado por su respectivo precio unitario de potencia de generación en hora punta.
- c) Para la facturación del cargo por potencia por uso de redes de distribución en horas punta, se debe tener presente el promedio de las dos demandas máximas más altas leídas, registradas en horas punta de los últimos seis meses (en nuestro ejemplo: noviembre 2020 hasta abril 2021), añadiendo el mes que se factura, (ver tabla 3.2).

$$PURDHP = \frac{53.2KW + 48.6KW}{2} = 50.9KW$$

- d) La facturación del cargo por exceso de potencia en horas fuera de punta, se calculó de la siguiente manera.

Se debe tomar en consideración el promedio de las dos demandas máximas más altas leídas, de los últimos seis meses del periodo horas fuera de punta, (ver tabla 3.2).

$$PURDHP = \frac{56.1KW + 54.7KW}{2} = 55.4KW$$

Se debe tomar en consideración el promedio de las dos demandas máximas más altas leídas, de los últimos seis meses del periodo de horas punta.

$$PURDHP = \frac{53.2KW + 48.6KW}{2} = 50.9KW$$

El exceso de potencia en horas fuera de punta (EPURDHFP):

$$EPURDHFP = 55.4Kw - 50.9Kw = 4.5 Kw$$

- e) El cargo de facturación por energía reactiva, se calculó de la siguiente manera:

Se toma en cuenta la energía reactiva leída y la suma de energía activa total leída del mes, (ver tabla 3.2) donde la energía reactiva que exceda el 30% de la energía activa total se facturará.

$$\text{Energía reactiva a facturar} = 6250 - 0.3 \times 10838 = 2998.6 \text{ Kvar}$$

A continuación, se presenta la factura de la opción tarifaria BT2 para cada uno de los meses considerados, (ver tabla 3.5).

Tabla 3.5 Evaluación anual de costo de opción tarifaria BT2

AÑO	MES	BT2
2020	SEPTIEMBRE	S/ 9.574,97
	OCTUBRE	S/ 9.558,34
	NOVIEMBRE	S/ 10.951,52
	DICIEMBRE	S/ 10.813,40
2021	ENERO	S/ 9.303,02
	FEBRERO	S/ 9.869,46
	MARZO	S/ 10.688,69
	ABRIL	S/ 10.553,50
	MAYO	S/ 9.174,23
	JUNIO	S/ 10.113,35
	JULIO	S/ 9.630,95
	AGOSTO	S/ 10.592,44
TOTAL		S/ 120.823,86

Elaboración propia - fuente luz del sur

3.3.2.2 Análisis en Opción Tarifaria BT3

En el cuadro siguiente, se presenta los consumos a facturar, los costos unitarios y el monto final que se pagaría en la opción tarifaria BT3, para la facturación consideramos solo el mes de abril del año 2021, (ver tabla 3.4), y para los demás meses se obtendrá de la misma manera, tener presente los consumos mostrados en la (tabla 3.2).

Tabla 3.6 Evaluación de costo en opción tarifaria BT3 – abril 2021

BT3	Consumo a Facturar	Precio Unitario	Importe
CARGOS DE FACTURACION			
Cargo Fijo Mensual		5,15 S/	S/ 5,15
Cargo por Energía activa en punta	511 kwh	0,3119 S/Kwh	S/ 159,38
Cargo por Energía Activa Fuera de punta	10327 Kwh	0,2641 S/Kwh	S/ 2.727,36
Cargo por Potencia de Generacion para Usuarios:			
presentes en Hora Punta		61,23 S/Kw-mes	
presentes en Hora Fuera de Punta	56,1Kw	40,48 S/Kw-mes	S/ 2.270,93
Cargo por Potencia por Uso de Redes de Distribucion para Usuarios:			
presentes en Hora Punta		47,97 S/Kw-mes	
presentes en Hora Fuera de Punta	55,4 Kw	44,07 S/Kw-mes	S/ 2.441,48
Cargo por Energía Reactiva que exceda del 30% de la Energía Activa Total	2998,6 Kvarh	0,0517 S/Kvarh	S/ 155,03
IGV			S/ 1.396,68
TOTAL			S/ 9.156,00

Elaboración propia - fuente luz del sur

- a) Para el cargo de facturación de la energía activa, se debe tener presente el consumo de energía en horas punta y fuera de punta del mes de abril del 2021, (ver tabla 3.2).

Tener en cuenta que, para la facturación de potencia, en esta opción tarifaria, es necesario calcular el factor de calificación tarifaria del usuario, para conocer, si califica como usuario presente en punta o usuario presente en fuera de punta.

En este ejemplo del mes de abril del 2021, su factor de calificación es 0.07 (ver tabla 3.3), donde el cliente es considerado presente en fuera de punta.

- b) Para la facturación del cargo por potencia de generación, se debe tener presente la máxima demanda leída en el mes de abril del 2021 (ver tabla 3.2), multiplicado por su respectivo precio unitario de potencia de generación en horas fuera de punta.
- c) Para la facturación del cargo por la potencia por uso de redes de distribución, se debe tener presente el promedio de las dos máximas demandas más altas leídas, de los últimos seis meses, añadiendo el mes que se factura (para nuestro ejemplo: noviembre del 2020 hasta abril 2021), (ver tabla 3.2).

Potencia por uso de redes de distribución (PURD)

$$PURD = \frac{56.1KW + 54.7KW}{2} = 55.4KW$$

Una vez determinada la potencia por uso de redes de distribución, se multiplica por el precio unitario de potencia por uso de redes de distribución perteneciente al cliente fuera de punta.

- d) El cargo de facturación por energía reactiva, se calculó de la siguiente manera:

Se toma en cuenta la energía reactiva leída y la suma de energía activa total leída del mes (ver tabla 3.2), donde la energía reactiva que exceda el 30% de la energía activa total se facturara.

$$\text{Energía reactiva a facturar} = 6250 - 0.3 \times 10838 = 2998.6 \text{ Kvarh}$$

A continuación, se presenta la factura de la opción tarifaria BT3 para cada uno de los meses considerados, (ver tabla 3.7).

Tabla 3.7 Evaluación anual de costo de opción tarifaria BT3

AÑO	MES	BT3
2020	SEPTIEMBRE	S/ 8.070,50
	OCTUBRE	S/ 8.035,68
	NOVIEMBRE	S/ 8.369,73
	DICIEMBRE	S/ 8.148,66
2021	ENERO	S/ 7.659,05
	FEBRERO	S/ 8.711,14
	MARZO	S/ 8.882,95
	ABRIL	S/ 9.156,00
	MAYO	S/ 8.163,36
	JUNIO	S/ 8.756,90
	JULIO	S/ 8.718,88
	AGOSTO	S/ 8.920,31
TOTAL		S/ 101.593,16

Elaboración propia - fuente luz del sur

3.3.2.3 Análisis en Opción Tarifario BT4

En el cuadro siguiente, se presenta los consumos a facturar, los precios unitarios y el monto final que se pagaría en la opción tarifaria BT4, para la facturación consideramos solo el mes de abril del año 2021. (ver tabla 3.8), y para los demás meses se obtendrá de la misma manera, tomando en cuenta los consumos mostrados en la (tabla 3.2).

Tabla 3.8 Evaluación de costo en opción tarifaria BT4 – abril 2021

BT4	Consumo a Facturar	Precio Unitario	Importe
CARGOS DE FACTURACION			
Cargo Fijo Mensual		5,15 S/	S/ 5,15
Cargo por Energia activa TOTAL	10838 kwh	0,2747 S/Kwh	S/ 2.977,20
Cargo por Potencia de Generacion para Usuarios:			
presentes en Hora Punta		61,23 S/Kw-mes	
presentes en Hora Fuera de Punta	56,1Kw	40,48 S/Kw-mes	S/ 2.270,93
Cargo por Potencia por Uso de Redes de Distribucion para Usuarios:			
presentes en Hora Punta		47,97 S/Kw-mes	
presentes en Hora Fuera de Punta	55,4 Kw	44,07 S/Kw-mes	S/ 2.441,48
Cargo por Energia Reactiva que exceda del 30% de la Energia Activa Total	2998,6 Kvarh	0,0517 S/Kvarh	S/ 155,03
IGV			S/ 1.412,96
TOTAL			S/ 9.262,74

Elaboración propia - fuente luz del sur

- a) Para el cargo de facturación de la energía activa, se debe tener presente el consumo de energía total, que es la sumatoria de la energía activa en horas punta más la energía activa en horas fuera de punta, del mes de abril del 2021, (ver tabla 3.2).

Tener en cuenta que, para la facturación de potencia, en esta opción tarifaria, es necesario calcular el factor de calificación tarifaria del usuario, para conocer, si califica como usuario presente en punta o usuario presente en fuera de punta.

En este ejemplo del mes de abril del 2021, su factor de calificación es 0.07 (ver tabla 3.3), donde el cliente es considerado presente en fuera de punta.

- b) Para la facturación del cargo por potencia de generación, se debe tener presente la máxima demanda leída en el mes de abril del 2021 (ver tabla 3.2), multiplicado por su respectivo precio unitario de potencia de generación en horas fuera de punta.
- c) Para la facturación del cargo por la potencia por uso de redes de distribución, se debe tener presente el promedio de las dos máximas demandas más altas leídas, de los últimos seis meses, añadiendo el mes que se factura (para nuestro ejemplo: noviembre del 2020 hasta abril 2021), (ver tabla 3.2).

Potencia por uso de redes de distribución (PURD)

$$PURD = \frac{56.1KW + 54.7KW}{2} = 55.4KW$$

Una vez determinada la potencia por uso de redes de distribución, se multiplica por el precio unitario de potencia por uso de redes de distribución perteneciente al cliente fuera de punta.

- d) El cargo de facturación por energía reactiva, se calculó de la siguiente manera:

Se toma en cuenta la energía reactiva leída y la suma de energía activa total leída del mes (ver tabla 3.2), donde la energía reactiva que exceda el 30% de la energía activa total se facturara.

$$\text{Energía reactiva a facturar} = 6250 - 0.3 \times 10838 = 2998.6 \text{ Kvarh}$$

A continuación, se presenta la factura de la opción tarifaria BT4 para cada uno de los meses considerados, (ver tabla 3.9).

Tabla 3.9 Evaluación anual de costo de opción tarifaria BT4

AÑO	MES	BT4
2020	SEPTIEMBRE	S/ 8.139,17
	OCTUBRE	S/ 8.169,88
	NOVIEMBRE	S/ 8.415,10
	DICIEMBRE	S/ 8.207,42
2021	ENERO	S/ 7.735,78
	FEBRERO	S/ 8.831,87
	MARZO	S/ 8.991,71
	ABRIL	S/ 9.262,74
	MAYO	S/ 8.255,87
	JUNIO	S/ 8.864,93
	JULIO	S/ 8.827,58
	AGOSTO	S/ 9.029,21
TOTAL		S/ 102.731,27

Elaboración propia - fuente luz del sur

Tabla 3.10 Monto total anual de opciones tarifarias en baja tensión

OPCIÓN TARIFARIA	MONTO TOTAL
BT2	S/ 120.823,86
BT3	S/ 101.593,16
BT4	S/ 102.731,27

Elaboración propia

Se puede observar (ver tabla 3.10), que la mejor opción a elegir, es la opción tarifaria BT3.

3.3.3 Análisis en Opciones Tarifarias de Media Tensión

Los precios unitarios de los cargos de facturación en media tensión son menores, a diferencia de los precios unitarios en baja tensión esto se verifica en el pliego tarifario de luz del sur. Donde los precios de potencia de generación y potencia de uso de redes de distribución son los más relevantes para su comparación.

3.3.3.1 Análisis en Opción Tarifaria MT2

Tener en cuenta que el cálculo de facturación en tarifa BT2 y MT2 son los mismos, la diferencia que hay entre ellos son los precios de los cargos de facturación.

En el cuadro siguiente, se presenta los consumos a facturar, los precios unitarios y el monto final que se pagaría en la opción tarifaria MT2, para la facturación consideramos solo el mes de abril del año 2021. (ver tabla 3.11), y para los demás meses se obtendrá de la misma manera, tomando en cuenta los consumos mostrados en la (tabla 3.2).

Tabla 3.11 Evaluación de costo en opción tarifaria MT2 – abril 2021

MT2	Consumo a Facturar	Precio Unitario	Importe
CARGOS DE FACTURACION			
Cargo Fijo Mensual		5,16 S/	S/ 5,16
Cargo por Energia activa en punta	511 kwh	0,2858 S/Kwh	S/ 146,04
Cargo por Energia Activa Fuera de punta	10327 Kwh	0,242 S/Kwh	S/ 2.499,13
Cargo por Potencia Activa de Generacion en HP	48,6 Kw	65,03 S/Kw-mes	S/ 3.160,46
Cargo por Potencia Activa por uso de Redes de Distribucion en HP	50,9 Kw	9,63 S/Kw-mes	S/ 490,17
Cargo Por Exceso de Potencia Activa de Distribucion HFP	4,5 Kw	10,42 S/Kw-mes	S/ 46,89
Cargo por Energia Reactiva que exceda del 30% de la Energia Activa Total	2998,6 Kvarh	0,0517 S/Kvarh	S/ 155,03
IGV			S/ 1.170,52
TOTAL			S/ 7.673,40

Elaboración propia - fuente luz del sur

A continuación, se presenta la factura de la opción tarifaria MT2 para cada uno de los meses considerados, (ver tabla 3.12).

Tabla 3.12 Evaluación anual en costo de opción tarifaria MT2

AÑO	MES	MT2
2020	SEPTIEMBRE	S/ 7.123,95
	OCTUBRE	S/ 7.184,62
	NOVIEMBRE	S/ 7.055,92
	DICIEMBRE	S/ 6.989,55
2021	ENERO	S/ 6.669,16
	FEBRERO	S/ 7.257,45
	MARZO	S/ 7.904,19
	ABRIL	S/ 7.673,40
	MAYO	S/ 6.497,15
	JUNIO	S/ 7.331,45
	JULIO	S/ 6.838,14
	AGOSTO	S/ 7.665,67
TOTAL		S/ 86.190,66

Elaboración propia - fuente luz del sur

3.3.3.2 Análisis en Opción Tarifaria MT3

Tener en cuenta que el cálculo de facturación en tarifa BT3 y MT3 son los mismos, la diferencia que hay entre ellos son los precios de los cargos de facturación.

En este ejemplo del mes de abril del 2021, su factor de calificación es 0.07 (ver tabla 3.3), donde el cliente es considerado presente en fuera de punta.

En el cuadro siguiente (ver tabla 3.13), se presenta los consumos a facturar, los precios unitarios y el monto final que se pagaría en la opción tarifaria MT3, para la facturación consideramos solo el mes de abril del año 2021, y para los demás meses se obtendrá de la misma manera. Tomando en cuenta los consumos mostrados en la (tabla 3.2).

Tabla 3.13 Evaluación de costo en opción tarifaria MT3 – abril 2021

MT3	Consumo a Facturar	Precio Unitario	Importe
CARGOS DE FACTURACION			
Cargo Fijo Mensual		5,15 S/	S/ 5,15
Cargo por Energía activa en punta	511 kwh	0,2858 S/Kwh	S/ 146,04
Cargo por Energía Activa Fuera de punta	10327 Kwh	0,242 S/Kwh	S/ 2.499,13
Cargo por Potencia de Generacion para Usuarios:			
presentes en Hora Punta		56,79 S/Kw-mes	
presentes en Hora Fuera de Punta	56,1Kw	37,27 S/Kw-mes	S/ 2.090,85
Cargo por Potencia por Uso de Redes de Distribucion para Usuarios:			
presentes en Hora Punta		10,46 S/Kw-mes	
presentes en Hora Fuera de Punta	55,4 Kw	10,45 S/Kw-mes	S/ 578,93
Cargo por Energía Reactiva que exceda del 30% de la Energía Activa Total	2998,6 Kvarh	0,0517 S/Kvarh	S/ 155,03
IGV			S/ 985,52
TOTAL			S/ 6.460,66

Elaboración propia - fuente luz del sur

A continuación, se presenta la factura de la opción tarifaria MT3 para cada uno de los meses considerados, (ver tabla 3.14).

Tabla 3.14 Evaluación anual en costo de opción tarifaria MT3

AÑO	MES	MT3
2020	SEPTIEMBRE	S/ 5.790,71
	OCTUBRE	S/ 5.824,00
	NOVIEMBRE	S/ 5.657,38
	DICIEMBRE	S/ 5.838,23
2021	ENERO	S/ 5.387,27
	FEBRERO	S/ 6.233,89
	MARZO	S/ 6.295,75
	ABRIL	S/ 6.460,66
	MAYO	S/ 5.642,77
	JUNIO	S/ 6.155,46
	JULIO	S/ 6.081,25
	AGOSTO	S/ 6.210,77
TOTAL		S/ 71.578,13

Elaboración propia - fuente luz del sur

3.3.3.3 Análisis en Opción Tarifaria MT4

Tener en cuenta que el cálculo de facturación en tarifa BT4 y MT4 son los mismos, la diferencia que hay entre ellos son los precios de los cargos de facturación.

En este ejemplo del mes de abril del 2021, su factor de calificación es 0.07 (ver tabla 3.3), donde el cliente es considerado presente en fuera de punta.

En el cuadro siguiente (ver tabla 3.15), se presenta los consumos a facturar, los precios unitarios y el monto final que se pagaría en la opción tarifaria MT4, para la facturación consideramos solo el mes de abril del año 2021, y para los demás meses se obtendrá de la misma manera, tomando en cuenta los consumos mostrados en la (tabla 3.2).

Tabla 3.15 Evaluación de costo en opción tarifaria MT4 – abril 2021

MT4	Consumo a Facturar	Precio Unitario	Importe
CARGOS DE FACTURACION			
Cargo Fijo Mensual		5,15 S/	S/ 5,15
Cargo por Energía activa TOTAL	10838 kwh	0,2517 S/Kwh	S/ 2.727,92
Cargo por Potencia de Generacion para Usuarios:			
presentes en Hora Punta		56,79 S/Kw-mes	
presentes en Hora Fuera de Punta	56,1Kw	37,27 S/Kw-mes	S/ 2.090,85
Cargo por Potencia por Uso de Redes de Distribucion para Usuarios:			
presentes en Hora Punta		10,46 S/Kw-mes	
presentes en Hora Fuera de Punta	55,4 Kw	10,45 S/Kw-mes	S/ 578,93
Cargo por Energía Reactiva que exceda del 30% de la Energía Activa Total	2998,6 Kvarh	0,0517 S/Kvarh	S/ 155,03
IGV			S/ 1.000,42
TOTAL			S/ 6.558,30

Elaboración propia - fuente luz del sur

A continuación, se presenta la factura de la opción tarifaria MT4 para cada uno de los meses considerados, (ver tabla 3.16).

Tabla 3.16 Evaluación anual en costo de opción tarifaria MT4

AÑO	MES	MT4
2020	SEPTIEMBRE	S/ 5.852,17
	OCTUBRE	S/ 5.881,50
	NOVIEMBRE	S/ 6.088,14
	DICIEMBRE	S/ 5.891,85
2021	ENERO	S/ 5.457,41
	FEBRERO	S/ 6.345,63
	MARZO	S/ 6.396,52
	ABRIL	S/ 6.558,30
	MAYO	S/ 5.727,91
	JUNIO	S/ 6.258,13
	JULIO	S/ 6.181,18
	AGOSTO	S/ 6.311,13
TOTAL		S/ 72.949,86

Elaboración propia - fuente luz del sur

Tabla 3.17 Monto total anual de opciones tarifarias en media tensión

OPCION TARIFARIA	MONTO TOTAL
MT2	S/ 86.190,66
MT3	S/ 71.578,13
MT4	S/ 72.949,86

Elaboración propia

Se puede observar (ver tabla 3.17), que la mejor opción a elegir, es la opción tarifaria MT3, para ello se necesita la inversión de una subestación en media tensión, donde posteriormente evaluaremos el costo – beneficio de la conexión a media tensión.

Tabla 3.18 Resumen total de los costos de opciones tarifarias en BT y MT

INCLUIDO IGV							
AÑO	MES	BT2	BT3	BT4	MT2	MT3	MT4
2020	SEPTIEMBRE	S/ 9.574,97	S/ 8.070,50	S/ 8.139,17	S/ 7.123,95	S/ 5.790,71	S/ 5.852,17
	OCTUBRE	S/ 9.558,34	S/ 8.035,68	S/ 8.169,88	S/ 7.184,62	S/ 5.824,00	S/ 5.881,50
	NOVIEMBRE	S/ 10.951,52	S/ 8.369,73	S/ 8.415,10	S/ 7.055,92	S/ 5.657,38	S/ 6.088,14
	DICIEMBRE	S/ 10.813,40	S/ 8.148,66	S/ 8.207,42	S/ 6.989,55	S/ 5.838,23	S/ 5.891,85
2021	ENERO	S/ 9.303,02	S/ 7.659,05	S/ 7.735,78	S/ 6.669,16	S/ 5.387,27	S/ 5.457,41
	FEBRERO	S/ 9.869,46	S/ 8.711,14	S/ 8.831,87	S/ 7.257,45	S/ 6.233,89	S/ 6.345,63
	MARZO	S/ 10.688,69	S/ 8.882,95	S/ 8.991,71	S/ 7.904,19	S/ 6.295,75	S/ 6.396,52
	ABRIL	S/ 10.553,50	S/ 9.156,00	S/ 9.262,74	S/ 7.673,40	S/ 6.460,66	S/ 6.558,30
	MAYO	S/ 9.174,23	S/ 8.163,36	S/ 8.255,87	S/ 6.497,15	S/ 5.642,77	S/ 5.727,91
	JUNIO	S/ 10.113,35	S/ 8.756,90	S/ 8.864,93	S/ 7.331,45	S/ 6.155,46	S/ 6.258,13
	JULIO	S/ 9.630,95	S/ 8.718,88	S/ 8.827,58	S/ 6.838,14	S/ 6.081,25	S/ 6.181,18
	AGOSTO	S/ 10.592,44	S/ 8.920,31	S/ 9.029,21	S/ 7.665,67	S/ 6.210,77	S/ 6.311,13
TOTAL		S/ 120.823,86	S/ 101.593,16	S/ 102.731,27	S/ 86.190,66	S/ 71.578,13	S/ 72.949,86

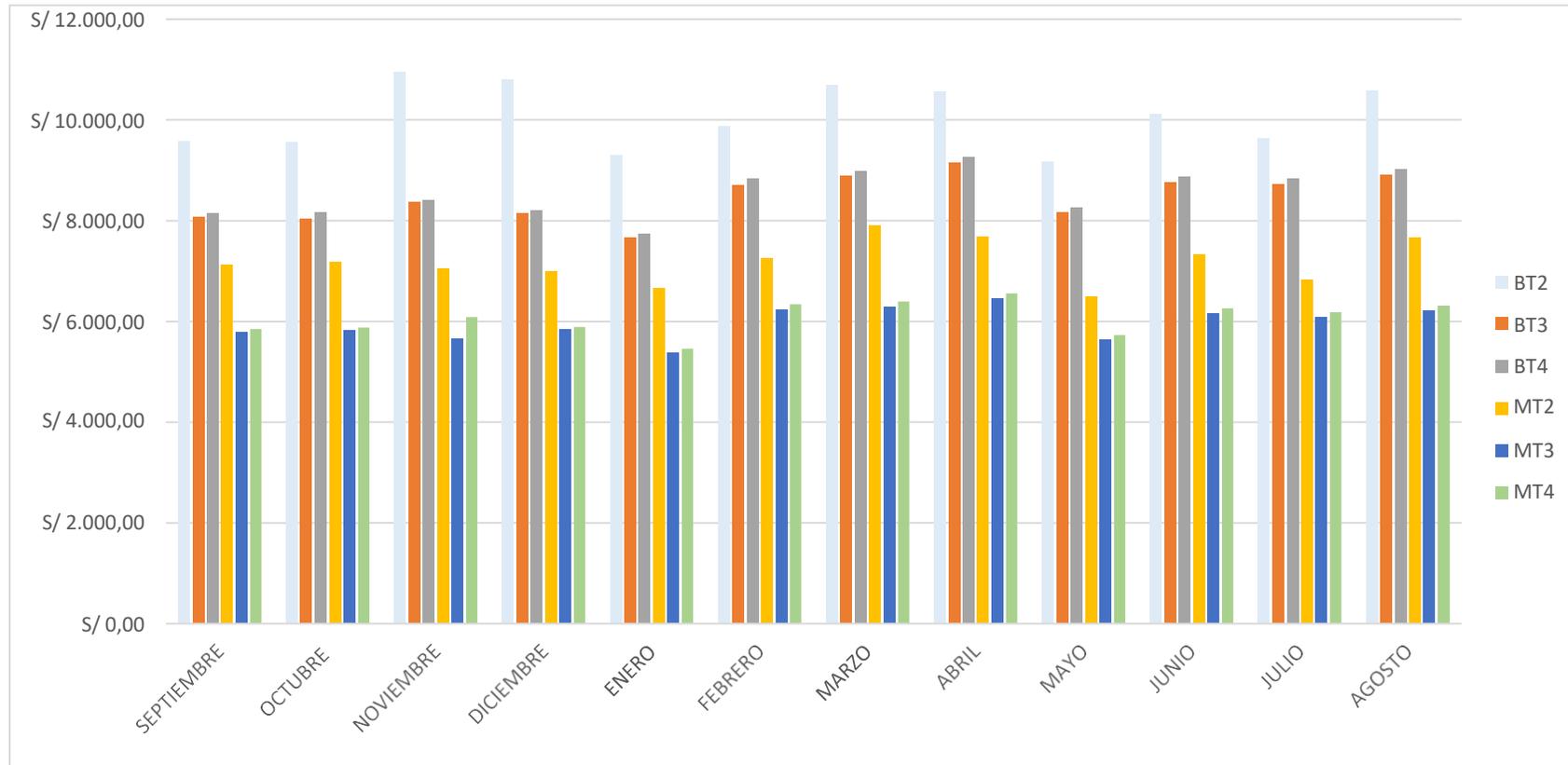
Elaboración propia - fuente luz del sur

Tabla 3.19 Diferencia anual de los costos de las opciones tarifarias

AÑO	MES	BT4-BT2	BT4-BT3	BT4-MT2	BT4-MT3	BT4-MT4
2020	SEPTIEMBRE	-S/ 1.435,80	S/ 68,67	S/ 1.015,22	S/ 2.348,46	S/ 2.287,01
	OCTUBRE	-S/ 1.388,45	S/ 134,20	S/ 985,26	S/ 2.345,88	S/ 2.288,39
	NOVIEMBRE	-S/ 2.536,42	S/ 45,37	S/ 1.359,18	S/ 2.757,72	S/ 2.326,96
	DICIEMBRE	-S/ 2.605,97	S/ 58,76	S/ 1.217,88	S/ 2.369,19	S/ 2.315,57
2021	ENERO	-S/ 1.567,24	S/ 76,73	S/ 1.066,61	S/ 2.348,51	S/ 2.278,37
	FEBRERO	-S/ 1.037,59	S/ 120,74	S/ 1.574,42	S/ 2.597,98	S/ 2.486,24
	MARZO	-S/ 1.696,97	S/ 108,76	S/ 1.087,52	S/ 2.695,97	S/ 2.595,19
	ABRIL	-S/ 1.290,76	S/ 106,74	S/ 1.589,34	S/ 2.802,09	S/ 2.704,45
	MAYO	-S/ 918,36	S/ 92,51	S/ 1.758,72	S/ 2.613,10	S/ 2.527,96
	JUNIO	-S/ 1.248,42	S/ 108,03	S/ 1.533,48	S/ 2.709,47	S/ 2.606,80
	JULIO	-S/ 803,37	S/ 108,71	S/ 1.989,44	S/ 2.746,33	S/ 2.646,40
	AGOSTO	-S/ 1.563,23	S/ 108,90	S/ 1.363,54	S/ 2.818,44	S/ 2.718,08
TOTAL		-S/ 18.092,59	S/ 1.138,11	S/ 16.540,61	S/ 31.153,13	S/ 29.781,41
DIFERENCIA		PERDIDA	GANANCIA	GANANCIA	GANANCIA	GANANCIA

Elaboración propia - fuente luz del sur

Figura 3.3 Grafica de costos de las opciones tarifarias en BT y MT



Elaboración propia

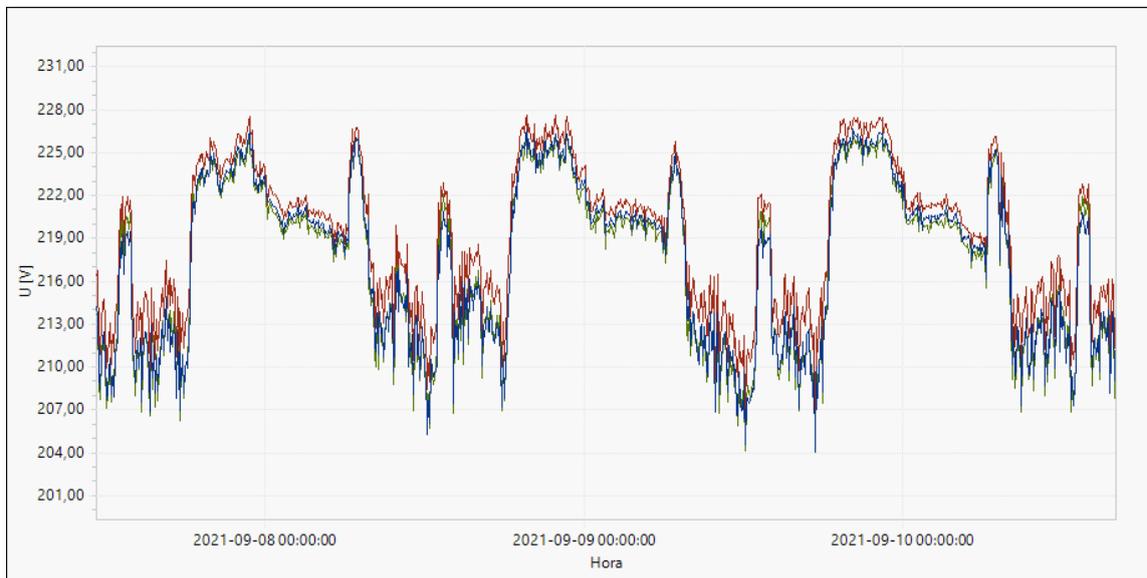
3.3.4 Análisis de Parámetros Eléctricos

En las siguientes tablas se muestran los valores mínimos, máximos y promedios de los principales parámetros eléctricos obtenidos durante los tres días de medición, por el analizador de redes instalado en el tablero general.

3.3.4.1 Análisis de Tensión(V)

De los resultados del analizador se tiene lo siguiente:

Figura 3.4 Niveles de tensión



Elaboración propia - fuente software Metrel power view

De los datos del analizador de redes elaboramos la siguiente tabla 3.20 y tabla 3.21 con los valores máximos, promedios, mínimos de los niveles de tensión por día y por los tres días, los cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3.20 Mediciones de tensión (V) durante un día laborable

MEDIDAS TOTALES DE TENSION EN (V)			
DESDE			07/09/2021 11:20am
HASTA			08/09/2021 11:20am
# : MEDICIONES			288
	V12	V23	V31
MÁXIMO	227,2	228,2	226,8
PROMEDIO	219,7	221,3	219,7
MÍNIMO	206,8	209,31	206,3

Elaboración propia

Observamos en la (tabla 3.18), que los valores de tensión no están dentro de la normativa eléctrica que es el 5% y -5% de 220V.

Tabla 3.21 Tensión (V) durante todo el periodo de medición

MEDIDAS TOTALES DE TENSION EN (V)			
DESDE			07/09/2021 11:20am
HASTA			10/09/2021 3:55pm
# : MEDICIONES			919
	V12	V23	V31
MÁXIMO	227,4	228,4	227
PROMEDIO	219,5	221,1	219,6
MÍNIMO	204,3	206,7	204,1

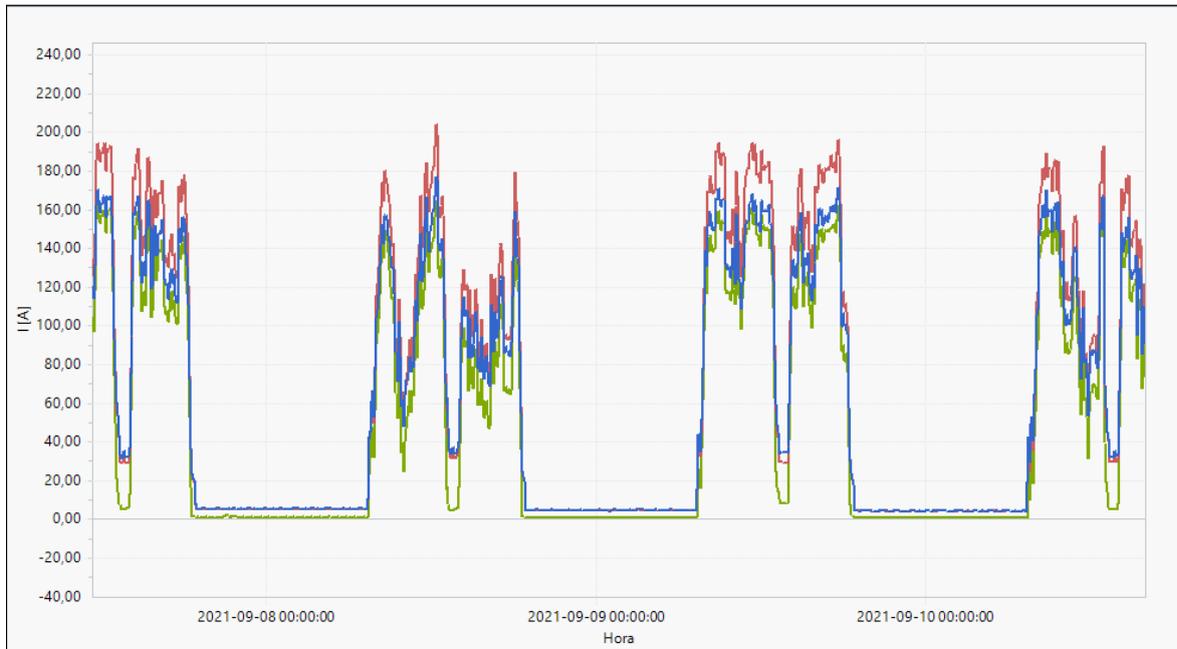
Elaboración propia

Los valores de tensión (ver tabla 3.21), no están dentro de la normativa eléctrica que es el +5% y -5% de 220V.

3.3.4.2 Análisis de Corriente (A)

Del resultado del analizador se tiene lo siguiente:

Figura 3.5 Niveles de corriente



Elaboración propia - fuente software Metrel power view

De los datos del analizador de redes elaboramos la siguiente tabla 3.22 y tabla 3.23 con los valores máximos, promedios, mínimos de corriente eléctrica por día y por los tres días, los cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3.22 Mediciones de corriente (A) durante un día laborable

MEDIDAS TOTALES DE CORRIENTE EN (A)			
DESDE			07/09/2021 11:20am
HASTA			08/09/2021 11:20am
# : MEDICIONES			288
	I1	I2	I3
MÁXIMO	170,97	194,82	162,16
PROMEDIO	57,27	63,37	47,82
MÍNIMO	5,02	4,88	1,02

Elaboración propia

Se observa en la (tabla 3.22) que la corriente máxima 194,82 A durante el periodo de un día laboral.

Tabla 3.23 Corriente (A) durante todo el periodo de medición

MEDIDAS TOTALES DE CORRIENTE EN (A)			
DESDE			07/09/2021 11:20am
HASTA			10/09/2021 3:55pm
# : MEDICIONES			919
	I1	I2	I3
MÁXIMO	177,77	204,76	165,1
PROMEDIO	59,82	66,46	50,07
MÍNIMO	3,95	3,98	0,59

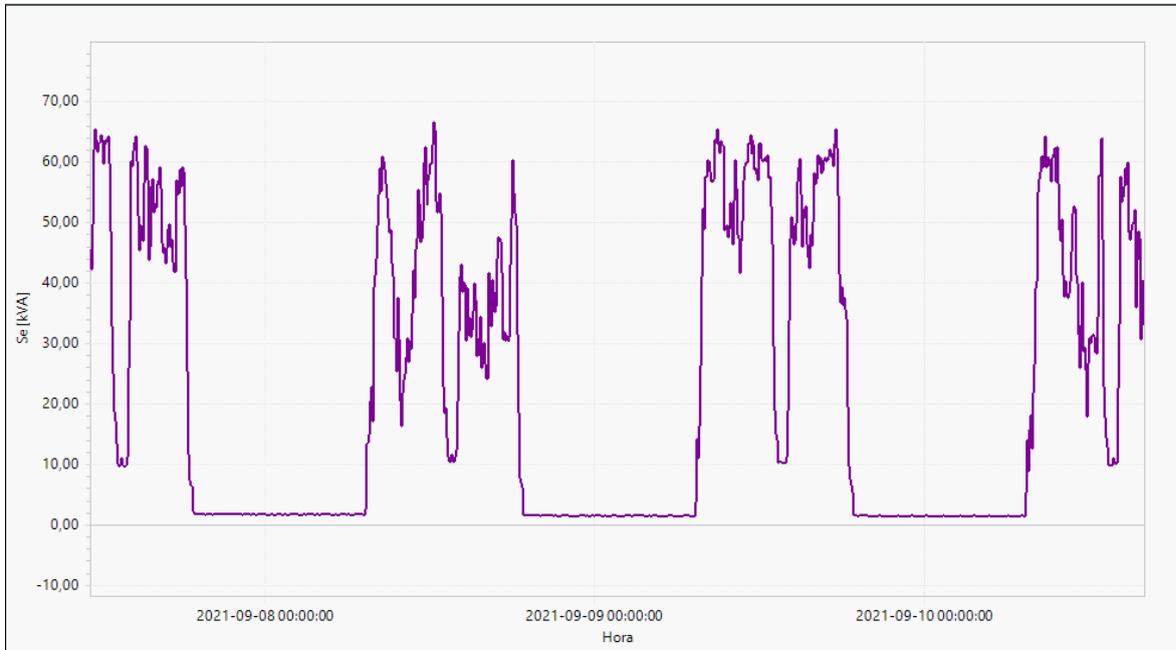
Elaboración propia

De la (tabla 3.23), se observa que la corriente máxima fue 204,76 A durante todo el periodo de medición.

3.3.4.3 Análisis de Potencia Aparente en (KVA)

Del resultado del analizador se tiene lo siguiente:

Figura 3.6 Potencia Aparente (KVA)



Elaboración propia - fuente software Metrel power view

De los datos del analizador de redes elaboramos la siguiente tabla 3.24 y tabla 3.25 con los valores máximos, promedios, mínimos de la potencia aparente por día y por los tres días, los cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3.24 Mediciones de potencia aparente (KVA) durante un día laborable

MEDIDAS TOTALES DE POTENCIA APARENTE EN (KVA)		
DESDE		07/09/2021 11:20 am
HASTA		08/09/2021 11:20 am
# : MEDICIONES		288
	VA	KVA
MÁXIMO	65410	65,41
PROMEDIO	21120	21,12
MÍNIMO	1600	1,60

Elaboración propia

De la (tabla 3.24) se observa que la potencia aparente máxima es 65,41 Kva, durante el periodo de un día laboral, cuando la empresa está trabajando a un 80% de carga conectada.

Tabla 3.25 Potencia aparente (KVA) durante todo el periodo de medición

MEDIDAS TOTALES DE POTENCIA APARENTE EN (KVA)		
DESDE		07/09/2021 11:20am
HASTA		10/09/2021 3:55pm
# : MEDICIONES		919
	VA	KVA
MÁXIMO	66640	66,64
PROMEDIO	22080	22,08
MÍNIMO	1270	1,27

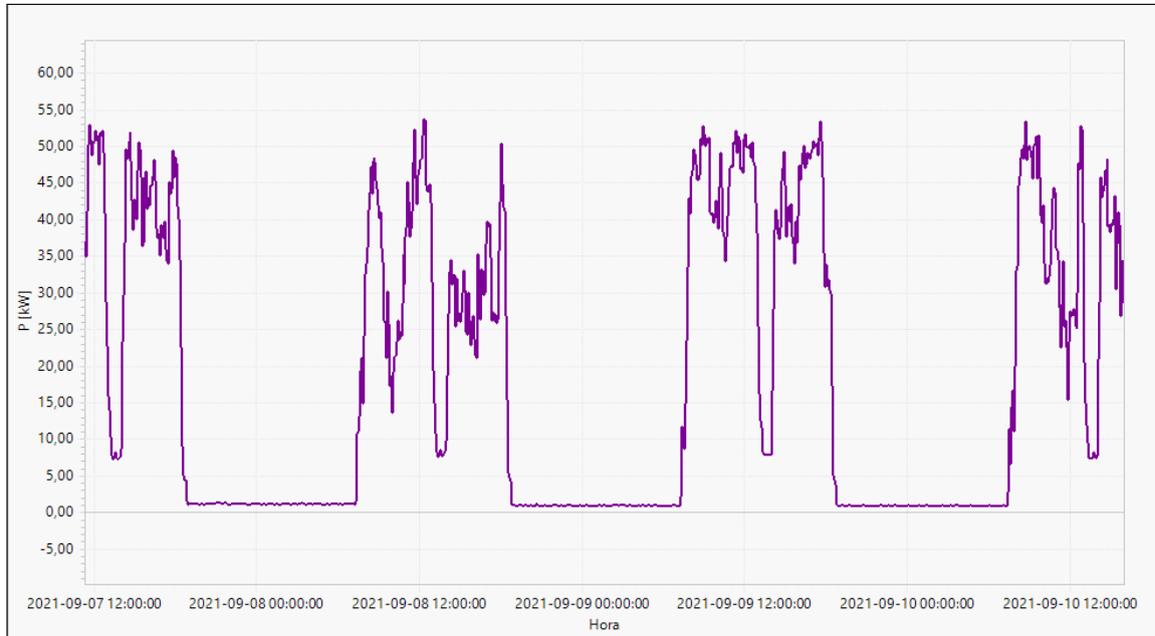
Elaboración propia

De la (tabla 3.25) se observa que la potencia aparente máxima es 66.64 Kva, durante todo el periodo de medición, cuando la empresa está trabajando a un 80% de carga conectada.

3.3.4.4 Análisis de Potencia Activa (KW)

Del resultado del analizador se tiene lo siguiente:

Figura 3.7 Potencia Activa (KW)



Elaboración propia - fuente software Metrel power view

De los datos del analizador de redes elaboramos la siguiente tabla 3.26 y tabla 3.27 con los valores máximos, promedios, mínimos de la potencia activa por día y por los tres días, los cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3.26 Mediciones de potencia activa (KW) durante un día laborable

MEDIDAS TOTALES DE POTENCIA ACTIVA EN (KW)		
DESDE		07/09/2021 11:20am
HASTA		08/09/2021 11:20am
# : MEDICIONES		288
	W	KW
MÁXIMO	52880	52,88
PROMEDIO	171400	17,14
MÍNIMO	1030	1,03

Elaboración propia

Tabla 3.27 Potencia activa (KW) durante todo el periodo de medición

MEDIDAS TOTALES DE POTENCIA ACTIVA EN (KW)		
DESDE		07/09/2021 11:20am
HASTA		10/09/2021 3:55pm
# : MEDICIONES		919
	W	KW
MÁXIMO	53730	53,73
PROMEDIO	17980	17,98
MÍNIMO	770	0,77

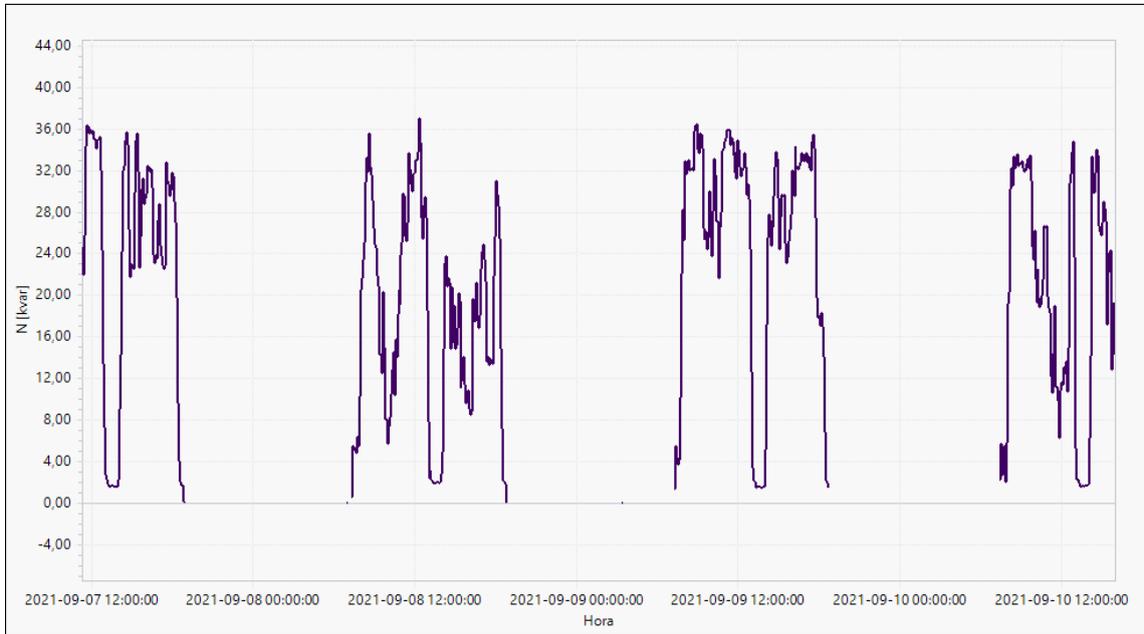
Elaboración propia

De la tabla 3.27 se observa que la potencia activa máxima es 53,73 KW, durante todo el periodo de medición, cuando la empresa está trabajando a un 80% de carga conectada.

3.3.4.5 Análisis de Potencia Reactiva en (KVAR)

Del resultado del analizador se tiene lo siguiente:

Figura 3.8 Potencia reactiva (KVAR)



Elaboración propia - fuente software Metrel power view

De los datos del analizador de redes elaboramos la siguiente tabla 3.28 y tabla 3.29 con los valores máximos, promedios, mínimos de la potencia reactiva por día y por los tres días, los cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3.28 Mediciones de potencia reactiva (KVAR) durante un día laborable

MEDIDAS TOTALES DE POTENCIA REACTIVA EN (KVAR)		
DESDE		07/09/2021 11:20am
HASTA		08/09/2021 11:20am
# : MEDICIONES		288
	VAR	KVAR
MÁXIMO	36310	36,31
PROMEDIO	18630	18,63
MÍNIMO	0	0

Elaboración propia

Tabla 3.29 Potencia reactiva (KVAR) durante todo el periodo de medición

MEDIDAS TOTALES DE POTENCIA REACTIVA EN (KVAR)		
DESDE		07/09/2021 11:20am
HASTA		10/09/2021 3:55pm
# : MEDICIONES		919
	VAR	KVAR
MÁXIMO	36990	36,99
PROMEDIO	18150	18,15
MÍNIMO	0	0

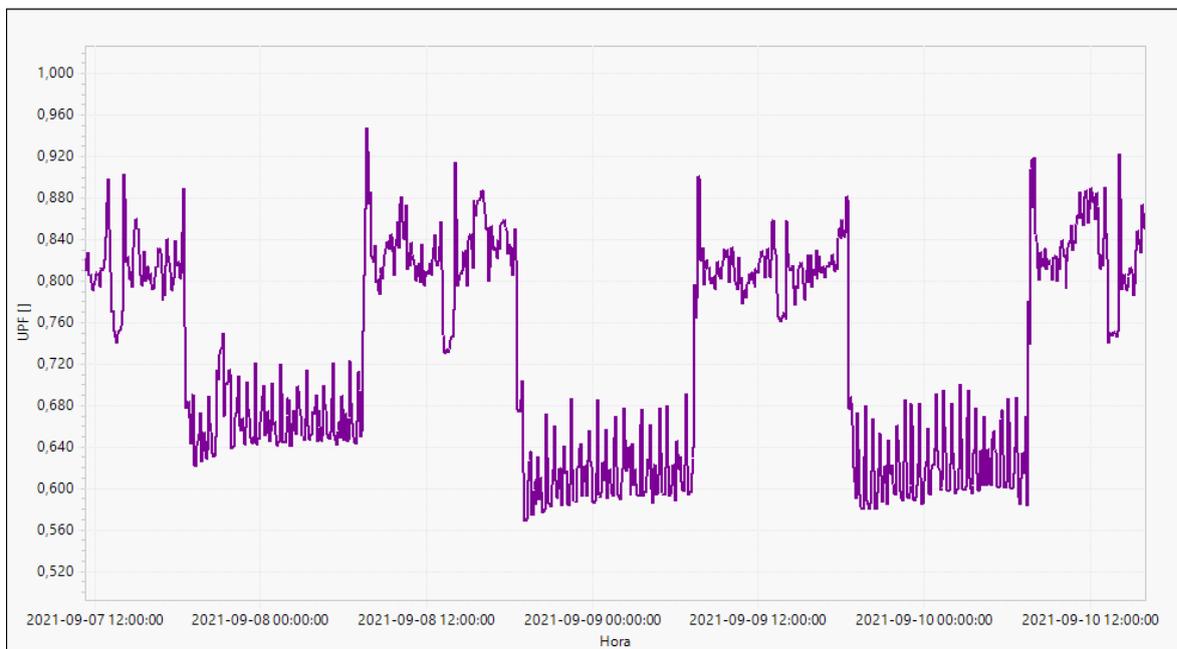
Elaboración propia

De la tabla 3.29 se observa que la potencia reactiva máxima es 36,99 Kvar, durante todo el periodo de medición, cuando la empresa está trabajando a un 80% de carga conectada.

3.3.4.6 Análisis de los Valores del Factor de Potencia (F.P)

Del resultado del analizador se tiene lo siguiente:

Figura 3.9 Factor de potencia (F.P)



Elaboración propia - fuente software Metrel power view

De los datos del analizador de redes elaboramos la siguiente (tabla 3.30) y (tabla 3.31) con los valores máximos, promedios, mínimos del factor de potencia por día y por los tres días, los cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3.30 Mediciones del factor de potencia (F.P) durante un día laborable

MEDIDAS TOTALES DEL FACTOR DE POTENCIA	
DESDE	07/09/2021 11:20am
HASTA	08/09/2021 11:20am
# : MEDICIONES	288
	F.P
MÁXIMO	0.94
PROMEDIO	0.74
MÍNIMO	0.62

Elaboración propia

Tabla 3.31 Factor de potencia (F.P) durante todo el periodo de medición

MEDIDAS TOTALES DEL FACTOR DE POTENCIA	
DESDE	07/09/2021 11:20am
HASTA	10/09/2021 3:55pm
# : MEDICIONES	919
	F.P
MÁXIMO	0.95
PROMEDIO	0.72
MÍNIMO	0.56

Elaboración propia

De la (tabla 3.31) se observa que el factor de potencia promedio es de 0.72 durante todo el periodo medición.

3.3.5 Corrección del Factor de Potencia

Previo al cálculo de los Kvar del banco de condensadores se hizo la medición con el analizador de redes los niveles de armónicos que se encuentran en la red eléctrica, y se verifico que los niveles de armónicos encontrados en la empresa SIPFSA SA, están dentro de la normativa, (ver anexo 12) con lo cual no afectarían a los cálculos de los bancos de condensadores que se muestra en la (tabla 3.32)

De acuerdo a lo establecido por la norma técnica de calidad de servicios eléctricos la tolerancia para la tasa de distorsión armónica es de THD < 8%, ver anexo 13. (Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos _DS020-97-EM, 1997).

Este cálculo permitirá obtener el valor de los Kvar necesarios para no tener penalizaciones por un bajo factor de potencia y obtener beneficios técnicos – económicos. A continuación de muestra el proceso para obtener el valor de la potencia reactiva necesaria que corregirá el factor de potencia.

Con los datos obtenidos por el analizador de redes programado cada 5 minutos para tomar lectura, se procederá a calcular los Kvar necesarios para asegurar un factor de potencia que se acerque a 0.98 en el horario laboral comprendido desde las 7:20 am hasta las 6:30 pm. (ver tabla 3.32), con la ayuda de la ecuación siguiente (ver formula 2.1).

Tabla 3.32 Resumen de los valores calculados de los KVAR del condensador

HORA	P.TOTAL (Kw)	COS(ϕ)	(ϕ)INICIAL	(ϕ)FINAL	Qc (Kvar)=P.(tan(ϕ)INICIAL-tan(ϕ)FINAL)
08/09/2021 7:20	1,53	0,649	49,53	11,47	1,48
08/09/2021 7:25	10,67	0,752	41,24	11,47	7,19
08/09/2021 7:30	11,09	0,805	36,39	11,47	5,92
08/09/2021 7:35	13,13	0,87	29,54	11,47	4,78
08/09/2021 7:55	24,02	0,887	27,50	11,47	7,63
08/09/2021 8:00	32,44	0,824	34,51	11,47	15,72
08/09/2021 8:05	33,9	0,822	34,71	11,47	16,61
08/09/2021 8:10	36,12	0,819	35,02	11,47	17,98
08/09/2021 8:15	41,29	0,835	33,38	11,47	18,83
08/09/2021 8:20	43,6	0,799	36,97	11,47	23,97
08/09/2021 8:25	47,17	0,802	36,68	11,47	25,56

08/09/2021 8:35	47,94	0,787	38,09	11,47	27,85
08/09/2021 8:40	48,47	0,807	36,20	11,47	25,63
08/09/2021 8:45	47,76	0,812	35,71	11,47	24,64
08/09/2021 9:00	41,95	0,826	34,31	11,47	20,12
08/09/2021 9:15	36,05	0,833	33,59	11,47	16,63
08/09/2021 9:30	25,82	0,843	32,54	11,47	11,24
08/09/2021 9:45	25,62	0,835	33,38	11,47	11,68
08/09/2021 10:00	13,61	0,832	33,70	11,47	6,31
08/09/2021 10:15	21,38	0,857	31,02	11,47	8,52
08/09/2021 10:30	23,52	0,874	29,07	11,47	8,30
08/09/2021 10:45	28,46	0,815	35,41	11,47	14,46
08/09/2021 11:00	37,6	0,825	34,41	11,47	18,13
08/09/2021 11:15	42,4	0,8	36,87	11,47	23,20
08/09/2021 11:30	41,11	0,817	35,21	11,47	20,67
08/09/2021 11:45	45,59	0,811	35,81	11,47	23,64
08/09/2021 12:00	46,87	0,81	35,90	11,47	24,42
08/09/2021 12:15	51,37	0,818	35,11	11,47	25,70
08/09/2021 12:30	44,56	0,834	33,49	11,47	20,44
08/09/2021 12:45	44,75	0,815	35,41	11,47	22,74
08/09/2021 13:00	19,32	0,858	30,91	11,47	7,65
08/09/2021 13:15	10,76	0,748	41,58	11,47	7,36
08/09/2021 13:30	7,63	0,733	42,86	11,47	5,53
08/09/2021 13:45	7,72	0,744	41,93	11,47	5,37
08/09/2021 14:00	9,77	0,772	39,47	11,47	6,06
08/09/2021 14:15	32,74	0,795	37,34	11,47	18,34
08/09/2021 14:30	32,41	0,807	36,20	11,47	17,14
08/09/2021 14:45	31,86	0,814	35,51	11,47	16,27
08/09/2021 15:00	26,02	0,84	32,86	11,47	11,53
08/09/2021 15:15	33,05	0,83	33,90	11,47	15,50
08/09/2021 15:30	26,74	0,87	29,54	11,47	9,73
08/09/2021 15:45	26,1	0,879	28,48	11,47	8,86
08/09/2021 16:00	26,69	0,888	27,38	11,47	8,41
08/09/2021 16:15	21,03	0,864	30,23	11,47	7,99
08/09/2021 16:30	26,33	0,8	36,87	11,47	14,40
08/09/2021 16:45	29,68	0,844	32,44	11,47	12,84
08/09/2021 17:00	39,59	0,833	33,59	11,47	18,26
08/09/2021 17:15	34,74	0,831	33,80	11,47	16,21
08/09/2021 17:30	26,1	0,856	31,13	11,47	10,47
08/09/2021 17:45	25,74	0,852	31,57	11,47	10,59
08/09/2021 18:00	42,34	0,835	33,38	11,47	19,31
08/09/2021 18:15	41,49	0,805	36,39	11,47	22,16
08/09/2021 18:30	15,38	0,821	34,81	11,47	7,57

Elaboración propia – fuente software Metrel power view

Dentro del resumen de la (tabla 3.32), la potencia reactiva máxima del condensador es 28,56 Kvar. El cual ocurrió a las 12:20 am del día 08 de septiembre del 2021.

Tabla 3.33 Valores, máximos, promedios y mínimos de potencia reactiva calculada

	$Q_c(\text{kvar}) = P \cdot (\tan(\phi)_{\text{inicial}} - \tan(\phi)_{\text{final}})$
Máximo	28,56
Promedio	14,59
Mínimo	1,48

Elaboración propia

En la (tabla 3.33) Se muestra los valores máximos, promedios, mínimos de las mediciones en el periodo del tiempo comprendido desde las 7:20am del 08 de septiembre – hasta 6:30pm del 08 de septiembre del 2021. Este horario de trabajo es un día de trabajo típico de la empresa SIPFSA SA.

La potencia reactiva a compensar es totalmente variable de acuerdo a los cálculos brindados por la (Tabla 3.30), además son los KVAR necesarios por un día de trabajo típico en la empresa SIPFSA SA, estos datos están expresados de la siguiente manera:

- Demanda Mínima de potencia reactiva 1,48 KVAR/día
- Demanda promedio de potencia reactiva de 14.59 KVAR/día
- Demanda máxima de potencia reactiva 28.56 KVAR/día

Estos son los valores necesarios de potencia reactiva que necesitará la empresa para no incurrir en penalizaciones mediante un banco de condensadores.

Para este caso el diseño del banco de condensadores será automático, se encargará de entregar a cada momento del día la potencia reactiva necesaria que requiere el sistema eléctrico de la empresa, evitando de este modo una sobrecompensación o una subcompensación.

De esta forma se necesitará una potencia reactiva de 28,56 KVAR o un valor superior en este caso es de 30 KVAR, 220V a 60hz, el mismo que permitirá asegurar un factor de potencia de 0.98 cuando se tenga una carga máxima.

Se utilizará para el diseño un banco de condensadores de 4 pasos: es decir, se tendrá un banco de condensadores automático con 2 paso de 5KVAR, 2 pasos de 10KVAR, ya que al conectar cada paso se completará los 30 KVAR.

3.3.6 Análisis Económico

Se analizará los beneficios económicos que se obtendrán, al analizar y proponer la mejor opción tarifaria con la finalidad de reducir los costos de facturación de la empresa SIPFSA SA.

3.3.6.1 Análisis Económico del Banco de Condensadores

La empresa SIPFSA SA por motivo de presentar un bajo factor de potencia ha tenido que pagar penalizaciones las cuales se ven reflejadas en sus facturaciones eléctricas, como se muestra en la (tabla 3.34).

Tabla 3.34 Facturación de pago de penalidades en SIPFSA SA

AÑO	MES	PENALIZACIÓN
2020	SEPTIEMBRE	S/ 147,49
	OCTUBRE	S/ 164,40
	NOVIEMBRE	S/ 167,49
	DICIEMBRE	S/ 150,12
2021	ENERO	S/ 129,14
	FEBRERO	S/ 148,04
	MARZO	S/ 152,20
	ABRIL	S/ 153,53
	MAYO	S/ 124,85
	JUNIO	S/ 152,01
	JULIO	S/ 152,64
	AGOSTO	S/ 156,04
TOTAL		S/ 1.797,95

Elaboración propia – fuente luz del sur

Tabla 3.35 Costo total del banco de condensadores

ITEM	DESCRIPCIÓN	TOTAL
1	SUMINISTRO DEL BANCO DE CONDENSADORES AUTOMÁTICO DE 30 KVAR	S/ 8.000,00
	INSTALACIÓN DEL BANCO DE CONDENSADORES AUTOMÁTICO DE 30 KVAR	
	SUPERVICIÓN DEL MONTAJE DEL BANCO DE CONDENSADORES AUTOMATICO	
	CONEXIÓN DEL BANCO DE CONDENSADORES AUTOMÁTICO	
TOTAL		S/ 8.000,00

Elaboración propia

Ahorro anual : S/ 1.797,95

Retorno de inversión : inversión / ahorro anual = 8.000,00/ 1.797,95

Retorno de inversión : 4.45 años

La estimación de duración de un banco de condensadores es aproximada 15 años

3.3.6.2 Análisis Económico para Conexión En Media Tensión

Para los usuarios cuyas demandas leídas superen los 90kw; deben evaluar la alternativa de pasar de clientes de baja tensión a ser clientes en media tensión. El cambio de nivel de tensión permitirá al usuario reducir los costos de facturación eléctrica en más del 25%.

El siguiente análisis es el costo - beneficio de la implementación de una subestación en MT de 22.9kv con una potencia de 100 KVA.

Tabla 3.36 Costo de ahorro anual al migrar a tarifa de media tensión

	BT4-BT2	BT4-BT3	BT4-MT2	BT4-MT3	BT4-MT4
TOTAL	-S/ 18.092,59	S/ 1.138,11	S/ 16.540,61	S/ 31.153,13	S/ 29.781,41
DIFERENCIA	PERDIDA	GANANCIA	GANANCIA	GANANCIA	GANANCIA

Elaboración propia

Observando la Tabla 3.33 verificamos que la empresa SIPFSA SA al migrar en opción tarifaria de media tensión MT3 generaría un ahorro anual de S/ 31.153,13.

Tabla 3.37 Costo total del proyecto en media tensión

Nº	DESCRIPCIÓN	TOTAL
1	PROYECTO DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN	S/ 150.000,00
	SUMINISTRO DE INSTALACIÓN DE ACOMETIDA SUBTERRANEA NA2SXS	
	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA COMPACTA DE 100kVA,22.9KV	
	POZOS A TIERRA, 03 POZOS $R \leq 15 \Omega$	
	MONTAJE ELECTROMECÁNICO	
	BASE ESTRUCTURAL PARA MONTAJE DE SUBESTACIÓN COMPACTA	
	EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA	
TOTAL		S/ 150.000,00

Elaboración propia

Ahorro anual : S/ 31.153,13

Retorno de inversión : inversión / ahorro anual = 150.000,00 /31.153,13

Retorno de inversión : 4.81 años

CONCLUSIONES

- Se analizó las diferentes opciones tarifarias en baja tensión y media tensión, para finalmente proponer que la tarifa MT3 se adapta mejor al ritmo de trabajo y es la propuesta tarifaria más óptima para reducir costos de facturación en la empresa SIPFSA SA.
- Se determinó las potencias reactivas en tiempo real con la ayuda del analizador de redes, para poder seleccionar el banco de condensadores automático de 30 KVAR, que son necesarios para evitar pagos de penalidades por un bajo factor de potencia para la empresa SIPFSA SA.
- Se determinó que el costo de inversión para la conexión a media tensión es de S/ 150.000,00, para pasar a la opción tarifaria MT3, con un retorno de inversión de cinco años.

RECOMENDACIONES

- Es recomendable realizar anualmente las evaluaciones tarifarias para verificar las costumbres del consumo de potencia y energía, con la finalidad de encontrar la mejor opción tarifaria para la empresa.
- Es recomendable la instalación del banco de condensadores para corregir el bajo factor de potencia para que la instalación eléctrica sea más eficiente.
- Es recomendable evaluar e informar al empresario que invierta en el suministro de media tensión, generaría ahorro significativo para la empresa.
- Es recomendable instalar equipos de control y monitoreo automático de máxima demanda, para evitar los picos simultáneos de potencia eléctrica, con la finalidad de reducir costos de facturación eléctrica.

BIBLIOGRAFÍA

- ALIAGA, R. (2008). *Optimización de Costos en la Facturación Eléctrica Aplicados a la Pequeña 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. LIMA.*
- CAPITÁN, A. (2018). *Auditoría Energética para Reducir la Facturación por Consumo de Energía Eléctrica en la Industria Arrocerá Molinera de Centro S.C.R.L Ubicado en el Distrito de Lambayeque.*
- CASTALIA, Y., SANTAMARIA, O., & DIMAS, W. (2019). *Implementación de Auditoría Energética en el "Mini Hotel Y Cafetín Central" de la Ciudad de Bluefields en el año 2017 -2018. ESTELI, NICARAGUA.*
- CENTENO, V. (2016). *Propuesta de Optimización de Costo Para Migración de Plan Tarifario Eléctrico en la Empresa T&K Insumos E.I.R.L Lima 2016. LIMA.*
- Luz del Sur. (2021). *Consulta de Recibos.* Obtenido de Luz del Sur: <https://zsp1.luzdelsur.com.pe/ofvirtual/Account/ConsultaRecibos>
- METREL. (2021). *Catálogo Metrel.*
- MINEM. (2011). *Guía de Orientación de la Tarifa Eléctrica Para Usuarios En Media Tensión.*
- MINEM. (2021). *Estructura del Sector Eléctrico.*
- MINEM. (AGOSTO de 2021). *Principales Indicadores del Sector Eléctrico al Nivel Nacional.* Obtenido de MINEM: [http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/2%20Cifras%20preliminares%20del%20Sector%20Electrico%20-%20Julio%202021a\(1\).pdf](http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/2%20Cifras%20preliminares%20del%20Sector%20Electrico%20-%20Julio%202021a(1).pdf)
- Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos _DS020-97-EM. (1997). LIMA.
- OSINERMIN. (2013). *Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final.* Obtenido de OSINERMIN: <https://www.osinergmin.gob.pe/Resoluciones/pdf/2013/Informe-No.0056-2013-GART.pdf>
- OSINERMIN. (2016). *La Industria de la Electricidad en el Perú.*
- PABLO, A. S. (2016). *Electrotecnia.*
- TORRES, J. (2018). *Propuesta Para el Mejoramiento de Gestión Energética Optimizando el Consumo de Energía Eléctrica en una Planta de Poliestireno Expandido - Villa El Salvador. LIMA.*

- TRUJILLANO, E. (2017). *Evaluación de la Calidad de la Energía Eléctrica y Cálculo de la Opción Tarifaria Adecuada para el Hospital Privado Juan Pablo II Ubicado en el Distrito la Victoria Provincia de Chiclayo Departamento de Lambayeque*. Lambayeque.
- Valles, I. (8 de mayo de 2016). *¿Cuál es la diferencia entre $\cos\phi$ y Factor de Potencia?* Obtenido de Sector Electricidad: <https://www.sectorelectricidad.com/15089/cual-es-la-diferencia-entre-cos-y-factor-de-potencia/>
- VINTIMILLA, V., & PALADINES, P. (2012). *"Auditoría Eléctrica a la Fábrica de Cartones Nacionales Cartoprel"*. Cuenca.

ANEXOS

Anexo 1

Empresa peruana SIPFSA SA



Anexo 2

Maquina industrial CNC



Anexo 3

Maquina aspiradora - seccionadora BIESSE



Anexo 4

Maquina enchapadora CEHISA



Anexo 5

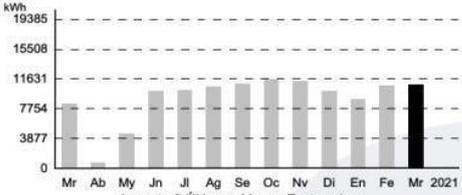
Maquina cortadora vertical STRIEBIG



Anexo 6

Facturación eléctrica del mes de marzo del 2021

SIPFSA S.A MZ K LT 9 PARCEL II PRQIND V.E.S VILLA EL SALVADOR - LIMA RUC 20434448086 TELEFONO: 987757576 Recibo Nro. S002-8637214 M - ENL-14285 013764				 LUZ DEL SUR AV. CANAVAL Y MOREYRA 380 SAN ISIDRO - LIMA RUC 20331998098 www.luzdelsur.com.pe			
N° SUMINISTRO		45207					
DATOS DEL SUMINISTRO				DETALLE DE LOS IMPORTES FACTURADOS			
Sucursal	PEDRO MIOTTA	Conexión	Subterránea C4.2	Descripción	Precio Unitario	Consumo	Importe
Ruta	30-579-0397	Potencia	Contratada 99.00 KW	Cargo Fijo			5.02
Tarifa	BT4	Facturación	Variable	Mant. y Reposición de Conexión			5.29
Nivel Tensión	220 V	Medidor	Trifásico	Consumo de Energía	0.2722	10887.00	2,963.44
Sector Típico	1 (SE0133)		Electrónico 3 hilos	Consumo de Energía Reactiva Inductiva	0.0501	3037.90	152.20
				Potencia Generación Fuera de Punta	39.7400	54.50	2,165.83
				Potencia Distribución Fuera de Punta	42.7400	54.60	2,333.60
				Alumbrado Público			196.40
				I.G.V.			1,407.92
				Electrificación Rural (Ley N° 28749)	0.0088	10887.00	95.81
				Compensación Calidad Suministro			(0.16)
				SUBTOTAL DEL MES			9,325.35
				TOTAL LUZ DEL SUR			9,325.35

REGISTRO DE DEMANDA / CONSUMO												
Historia de Consumo												
												
Importe 2 Últimos Meses Facturados Ene-21 S/ 7,983.68 Feb-21 S/ 9,168.00												
Energía Activa (kWh)												
		Horas Punta		Fuera Punta								
Lectura Actual	(25/03/2021)	614.510		6569.140								
Lectura Anterior	(25/02/2021)	609.660		6465.120								
Diferencia entre lecturas		4.850		104.020								
Factor de Medición		100		100								
Consumo a facturar		485.00		10402.00								
Demanda (kW)												
		Horas Punta		Fuera Punta								
Lectura Actual	(25/03/2021)	0.5320		0.5450								
Lectura Anterior	(25/02/2021)	0.0000		0.0000								
Diferencia entre lecturas		0.5320		0.5450								
Factor de Medición		100		100								
Potencia Registrada		53.2000		54.5000								
Calificación		Fuera de Punta										
Factor de Calificación		0.07										
N° Hora de punta		120 horas										
Energía Reactiva (KVAR.h)												
		Capacitiva		Inductiva								
Lectura Actual	(25/03/2021)	217.580		4233.720								
Lectura Anterior	(25/02/2021)	214.620		4170.680								
Diferencia entre lecturas		2.960		63.040								
Factor de Medición		100		100								
Consumo Registrado		296.00		6304.00								
Consumo a facturar		0.00		3037.90								
Historia de Consumos y Demandas												
	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Se	Oc	Nv	Di	En	Fe	Mr
kWh	738	4491	10095	10204	10685	11013	11628	11402	10108	9069	10814	10887
Max - kW	6.00	40.30	47.60	48.60	49.60	47.20	43.10	44.40	48.90	46.40	54.70	54.50

TOTAL A PAGAR S/		****9,325.30
FECHA EMISIÓN		FECHA VENCIMIENTO
31-MAR-2021		15-ABR-2021
MENSAJES AL CLIENTE		
CARGO EN EL BANCO DE CREDITO		
El total a pagar incluye: Recargo por FOSE (Ley 27510) S/ 314.15		

Secuencia	00081	
Suministro	0045207 6	
Vencimiento	15-ABR-2021	
Cuenta	30-579-0397	
Tarifa	BT4	
(25/03/2021)	****9,325.30	
PEDRO MIOTTA		S/ ****9,325.30
Total a Pagar	****9,325.30	


00452076 03000000932530

LUZ DEL SUR

Impreso por Enotia S.A. R.U.C. 20100117526.

Anexo 7

Facturación eléctrica del mes de abril del 2021

SIPFSA S.A
 MZ K LT 9 PARCEL II PRQIND V.E.S
 VILLA EL SALVADOR - LIMA
 RUC 20434448086 TELEFONO: 987757576
 Recibo Nro. S002-9843862 M - ENL-14310
 013787



N° SUMINISTRO **45207**

DATOS DEL SUMINISTRO				DETALLE DE LOS IMPORTES FACTURADOS								
Sucursal	PEDRO MIOTTA	Conexión	Subterránea C4.2	Descripción	Precio Unitario	Consumo	Importe					
Ruta	30-579-0397	Potencia	Contratada 99.00 KW	Cargo Fijo			5.11					
Tarifa	BT4	Facturación	Variable	Mant. y Reposición de Conexión			5.40					
Nivel Tensión	220 V	Medidor	Trifásico	Consumo de Energía	0.2739	10838.00	2,968.53					
Sector Típico	1 (SE0133)		Electrónico 3 hilos	Consumo de Energía Reactiva Inductiva	0.0512	2998.60	153.53					
				Potencia Generación Fuera de Punta	40.2413	56.10	2,257.54					
				Polencia Distribución Fuera de Punta	43.6410	55.40	2,417.71					
				Alumbrado Público			184.40					
				I.G.V.			1,438.61					
				Electrificación Rural (Ley N° 28749)	0.0088	10838.00	95.37					
				SUBTOTAL DEL MES			9,526.20					
				TOTAL LUZ DEL SUR			9,526.20					
REGISTRO DE DEMANDA / CONSUMO												
Historia de Consumo												
Importe 2 Últimos Meses Facturados Feb-21 S/ 9,168.00 Mar-21 S/ 9,325.35												
Energía Activa (kW.h)												
		Horas Punta	Fuera Punta									
Lectura Actual	(25/04/2021)	619.620	6672.410									
Lectura Anterior	(25/03/2021)	614.510	6569.140									
Diferencia entre lecturas		5.110	103.270									
Factor de Medición		100	100									
Consumo a facturar		511.00	10327.00									
Demanda (kW)												
		Horas Punta	Fuera Punta									
Lectura Actual	(25/04/2021)	0.4860	0.5610									
Lectura Anterior	(25/03/2021)	0.0000	0.0000									
Diferencia entre lecturas		0.4860	0.5610									
Factor de Medición		100	100									
Potencia Registrada		48.6000	56.1000									
Calificación			Fuera de Punta									
Factor de Calificación			0.07									
N° Hora de punta			125 horas									
Energía Reactiva (kVAR.h)												
		Capacitiva	Inductiva									
Lectura Actual	(25/04/2021)	220.810	4296.220									
Lectura Anterior	(25/03/2021)	217.580	4233.720									
Diferencia entre lecturas		3.030	62.500									
Factor de Medición		100	100									
Consumo Registrado		303.00	6250.00									
Consumo a facturar		0.00	2998.60									
Historia de Consumos y Demandas												
	My	Jn	Jl	Ag	Se	Oc	Nv	Di	En	Fe	Mr	Ab
kWh	4491	10095	10204	10685	11013	11628	11402	10108	9069	10814	10987	10838
Max - kW	40.30	47.60	48.60	49.60	47.20	43.10	44.40	48.90	46.40	54.70	54.50	56.10
				TOTAL A PAGAR S/ *****9,526.20								
				FECHA EMISIÓN				FECHA VENCIMIENTO				
				30-ABR-2021				17-MAY-2021				
				MENSAJES AL CLIENTE								
				CARGO EN EL BANCO DE CREDITO								
				El total a pagar incluye: Recargo por FOSE (Ley 27510) S/ 321.67								



Secuencia 00081
 Suministro 0045207 6
 Vencimiento 17-MAY-2021
 Cuenta 30-579-0397
 Tarifa BT4
 (25/04/2021) ****9,526.20
 PEDRO MIOTTA S/ ****9,526.20
 Total a Pagar ****9,526.20



LUZ DEL SUR

Anexo 8

Facturación eléctrica del mes de mayo del 2021

SIPFSA S.A
 MZ K LT 9 PARCEL II PRQIND V.E.S
 VILLA EL SALVADOR - LIMA
 RUC 20434448086 TELEFONO: 987757576
 Recibo Nro. S002-11053931 M - ENL-14381
 013851



N° SUMINISTRO **45207**

DATOS DEL SUMINISTRO				DETALLE DE LOS IMPORTES FACTURADOS								
Sucursal	PEDRO MIOTTA	Conexión	Subterránea C4.2	Descripción	Precio Unitario	Consumo	Importe					
Ruta	30-579-0397	Potencia	Contratada 99.00 KW	Cargo Fijo			5.15					
Tarifa	BT4	Facturación	Variable	Mant. y Reposición de Conexión			5.46					
Nivel Tensión	220 V	Medidor	Trifásico	Consumo de Energía	0.2747	8984.00	2,467.90					
Sector Típico	1 (SE0133)		Electrónico 3 hilos	Consumo de Energía Reactiva Inductiva	0.0517	2414.80	124.85					
				Potencia Generación Fuera de Punta	38.8080	53.60	2,080.11					
				Potencia Distribución Fuera de Punta	42.3100	55.40	2,343.97					
				Alumbrado Público			138.30					
				I.G.V.			1,289.82					
				Electrificación Rural (Ley N° 28749)	0.0088	8984.00	79.06					
				SUBTOTAL DEL MES			8,534.62					
				TOTAL LUZ DEL SUR			8,534.62					
REGISTRO DE DEMANDA / CONSUMO												
Historia de Consumo												
Importe 2 Últimos Meses Facturados Mar-21 S/ 9,325.35 Abr-21 S/ 9,526.20												
Energía Activa (kW.h)												
		Horas Punta	Fuera Punta									
Lectura Actual	(25/05/2021)	624.110	6757.760									
Lectura Anterior	(25/04/2021)	619.620	6672.410									
Diferencia entre lecturas		4.490	85.350									
Factor de Medición		100	100									
Consumo a facturar		449.00	8535.00									
Demanda (kW)												
		Horas Punta	Fuera Punta									
Lectura Actual	(25/05/2021)	0.4300	0.5360									
Lectura Anterior	(25/04/2021)	0.0000	0.0000									
Diferencia entre lecturas		0.4300	0.5360									
Factor de Medición		100	100									
Potencia Registrada		43.0000	53.6000									
Calificación			Fuera de Punta									
Factor de Calificación			0.07									
N° Hora de punta			120 horas									
Energía Reactiva (kVAR.h)												
		Capacitiva	Inductiva									
Lectura Actual	(25/05/2021)	223.990	4347.320									
Lectura Anterior	(25/04/2021)	220.610	4296.220									
Diferencia entre lecturas		3.380	51.100									
Factor de Medición		100	100									
Consumo Registrado		338.00	5110.00									
Consumo a facturar		0.00	2414.80									
Historia de Consumos y Demandas												
	Jn	Jl	Ag	Se	Oc	Nv	Di	En	Fe	Mr	Ab	My
kWh	10095	10204	10685	11013	11628	11402	10108	9069	10814	10887	10838	8984
Max - kW	47.80	48.80	49.80	47.20	43.10	44.40	48.90	46.40	54.70	54.50	56.10	53.60
				PAGO AUTOMÁTICO EN CUENTA								
				TOTAL A PAGAR S/ *****8,534.70								
				FECHA EMISIÓN				FECHA VENCIMIENTO				
				31-MAY-2021				15-JUN-2021				
				MENSAJES AL CLIENTE								
				CARGO EN EL BANCO DE CREDITO								
				El total a pagar incluye: Recargo por FOSE (Ley 27510) S/ 289.50								

Secuencia 00081
 Suministro 0045207 6
 Vencimiento 15-JUN-2021
 Cuenta 30-579-0397
 Tarifa BT4
 (25/05/2021) ****8,534.70
 PEDRO MIOTTA **S/ ****8,534.70**
 Total a Pagar ****8,534.70



LUZ DEL SUR

Anexo 10

Facturación eléctrica del mes de julio del 2021

SIPFSA S.A
 MZ K LT 9 PARCEL II PRQIND V.E.S
 VILLA EL SALVADOR - LIMA
 RUC 20434448086 TELEFONO: 987757576
 Recibo Nro. S002-13488978 M - ENL-14456
 013926



N° SUMINISTRO **45207**

DATOS DEL SUMINISTRO				DETALLE DE LOS IMPORTES FACTURADOS								
Sucursal	PEDRO MIOTTA	Conexión	Subterránea C4.2	Descripción	Precio Unitario	Consumo	Importe					
Ruta	30-579-0397	Potencia	Contratada 99.00 KW	Cargo Fijo			5.27					
Tarifa	BT4	Facturación	Variable	Mant. y Reposición de Conexión			5.66					
Nivel Tensión	220 V	Medidor	Trifásico	Consumo de Energía	0.2769	9995.00	2,767.62					
Sector Típico	1 (SE0133)		Electrónico 3 hilos	Consumo de Energía Reactiva Inductiva	0.0531	2874.50	152.64					
				Potencia Generación Fuera de Punta	38.9010	54.80	2,131.77					
				Potencia Distribución Fuera de Punta	43.2220	55.45	2,396.66					
				Alumbrado Público			180.00					
				Nota Débito Res. N° 143-144-145-2021-OS/CD			17.41					
				I.G.V.			1,378.27					
				Electrificación Rural (Ley N° 28749)	0.0088	9995.00	87.96					
				SUBTOTAL DEL MES			9,123.26					
				TOTAL LUZ DEL SUR			9,123.26					
REGISTRO DE DEMANDA / CONSUMO												
Historia de Consumo												
Importe 2 Últimos Meses Facturados May-21 S/ 8,534.62 Jun-21 S/ 9,207.25												
Energía Activa (kW.h)												
		Horas Punta	Fuera Punta									
Lectura Actual	(25/07/2021)	632.440	6953.780									
Lectura Anterior	(25/06/2021)	628.630	6857.640									
Diferencia entre lecturas		3.810	96.140									
Factor de Medición		100	100									
Consumo a facturar		381.00	9614.00									
Demanda (kW)												
		Horas Punta	Fuera Punta									
Lectura Actual	(25/07/2021)	0.4230	0.5480									
Lectura Anterior	(25/06/2021)	0.0000	0.0000									
Diferencia entre lecturas		0.4230	0.5480									
Factor de Medición		100	100									
Potencia Registrada		42.3000	54.8000									
Calificación			Fuera de Punta									
Factor de Calificación			0.06									
N° Hora de punta			125 horas									
Energía Reactiva (kVAR.h)												
		Capacitiva	Inductiva									
Lectura Actual	(25/07/2021)	230.050	4466.380									
Lectura Anterior	(25/06/2021)	227.040	4407.650									
Diferencia entre lecturas		3.010	58.730									
Factor de Medición		100	100									
Consumo Registrado		301.00	5873.00									
Consumo a facturar		0.00	2874.50									
Historia de Consumos y Demandas												
	Ag	Se	Oc	Nv	Di	En	Fe	Mr	Ab	My	Jn	Jl
kWh	10685	11013	11628	11402	10108	9059	10814	10887	10838	8984	10440	9995
Max -kW	49.80	47.20	43.10	44.40	48.90	46.40	54.70	54.50	56.10	53.60	54.80	54.80
				PAGO AUTOMÁTICO EN CUENTA								
				TOTAL A PAGAR S/ *****9,123.30								
				FECHA EMISIÓN				FECHA VENCIMIENTO				
				31-JUL-2021				17-AGO-2021				
MENSAJES AL CLIENTE												
CARGO EN EL BANCO DE CREDITO												
El total a pagar incluye: Recargo por FOSE (Ley 27510) S/ 307.31												

Secuencia 00081
 Suministro 0045207 6
 Vencimiento 17-AGO-2021
 Cuenta 30-579-0397
 Tarifa BT4
 (25/07/2021) ****9,123.30
 PEDRO MIOTTA
 Total a Pagar ****9,123.30

S/ ****9,123.30



LUZ DEL SUR

Anexo 11

Facturación eléctrica del mes de agosto del 2021

SIPFSA S.A.
 MZ K LT 9 PARCEL II PRQIND V.E.S
 VILLA EL SALVADOR - LIMA
 RUC 20434448086 TELEFONO: 987757576
 Recibo Nro. S002-14712676 M - ENL-14483
 013952



N° SUMINISTRO **45207**

DATOS DEL SUMINISTRO				DETALLE DE LOS IMPORTES FACTURADOS								
Sucursal	PEDRO MIOTTA	Conexión	Subterránea C4.2	Descripción	Precio Unitario	Consumo	Importe					
Ruta	30-579-0397	Potencia	Contratada 99.00 KW	Cargo Fijo			5.35					
Tarifa	BT4	Facturación	Variable	Mant. y Reposición de Conexión			5.80					
Nivel Tensión	220 V	Medidor	Trifásico	Consumo de Energía	0.2893	10005.00	2,894.45					
Sector Típico	1 (SE0133)		Electrónico 3 hilos	Consumo de Energía Reactiva Inductiva	0.0548	2847.50	156.04					
				Potencia Generación Fuera de Punta	38.8984	53.00	2,061.62					
				Potencia Distribución Fuera de Punta	44.2929	55.45	2,456.04					
				Alumbrado Público			240.00					
				I.G.V.			1,407.47					
				Electrificación Rural (Ley N° 28749)	0.0088	10005.00	88.04					
				SUBTOTAL DEL MES			9,314.81					
				TOTAL LUZ DEL SUR			9,314.81					
REGISTRO DE DEMANDA / CONSUMO												
Historia de Consumo												
kWh 19385 15508 11631 7754 3877 0												
Ag Se Oc Nv Di En Fe Mr Ab My Jn Jl Ag 2021 Importe 2 Últimos Meses Facturados Jun-21 S/ 9,207.25 Jul-21 S/ 9,102.72												
Energía Activa (kW.h)												
		Horas Punta	Fuera Punta									
Lectura Actual	(25/08/2021)	636.760	7049.510									
Lectura Anterior	(25/07/2021)	632.440	6953.780									
Diferencia entre lecturas		4.320	95.730									
Factor de Medición		100	100									
Consumo a facturar		432.00	9573.00									
Demanda (kW)												
		Horas Punta	Fuera Punta									
Lectura Actual	(25/08/2021)	0.5080	0.5300									
Lectura Anterior	(25/07/2021)	0.0000	0.0000									
Diferencia entre lecturas		0.5080	0.5300									
Factor de Medición		100	100									
Potencia Registrada		50.8000	53.0000									
Calificación			Fuera de Punta									
Factor de Calificación			0.07									
N° Hora de punta			120 horas									
Energía Reactiva (kVAR.h)												
		Capacitiva	Inductiva									
Lectura Actual	(25/08/2021)	233.360	4524.870									
Lectura Anterior	(25/07/2021)	230.050	4466.380									
Diferencia entre lecturas		3.310	58.490									
Factor de Medición		100	100									
Consumo Registrado		331.00	5849.00									
Consumo a facturar		0.00	2847.50									
Historia de Consumos y Demandas												
	Se	Oc	Nv	Di	En	Fe	Mr	Ab	My	Jn	Jl	Ag
kWh	11013	11628	11402	10108	9069	10814	10887	10838	8984	10440	9995	10005
Max - kW	47.20	43.10	44.40	48.90	46.40	54.70	54.50	56.10	53.80	54.80	54.80	53.00
				PAGO AUTOMÁTICO EN CUENTA								
				Ajuste redondeo mes anterior				0.01				
				Ajuste redondeo mes actual				-0.02				
				TOTAL A PAGAR S/				****9,314.80				
				FECHA EMISIÓN				FECHA VENCIMIENTO				
				31-AGO-2021				15-SET-2021				
				MENSAJES AL CLIENTE								
				CARGO EN EL BANCO DE CREDITO								
				El total a pagar incluye: Recargo por FOSE (Ley 27510) S/ 312.23								

Secuencia 00081
 Suministro 0045207 6
 Vencimiento 15-SET-2021
 Cuenta 30-579-0397
 Tarifa BT4
 (25/08/2021) ****9,314.80
 PEDRO MIOTTA
 Total a Pagar ****9,314.80

S/ ****9,314.80

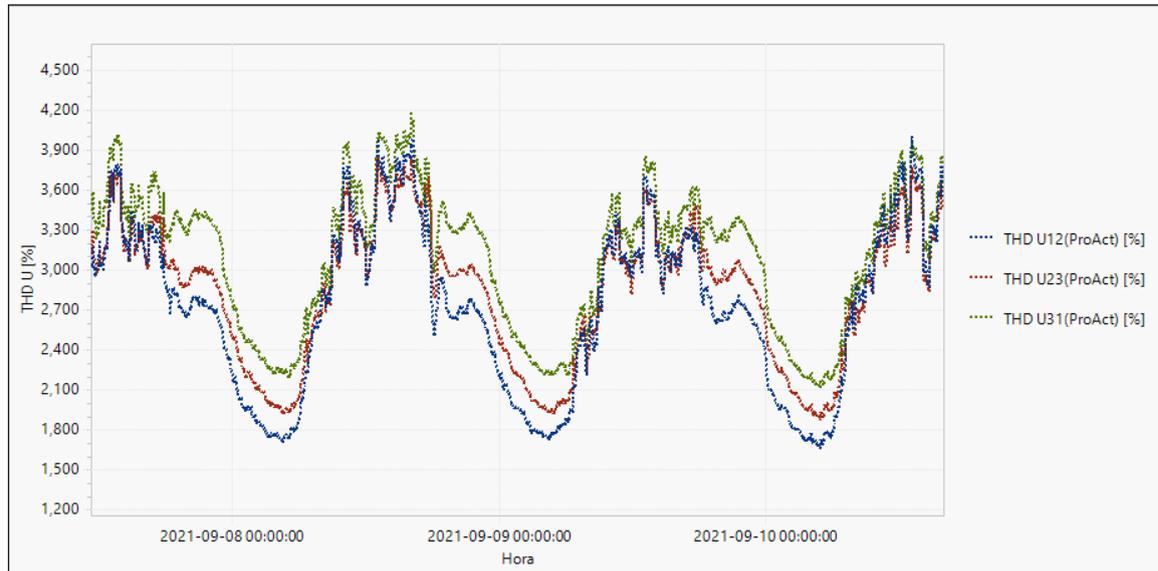


00452076 08000000931480

LUZ DEL SUR

Anexo 12

Tasa de Distorsión Armónica de tensión (THDV)



Anexo 13

Tabla según D.S. N° 009-1999-EM, Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos

ORDEN (n) DE LA ARMÓNICA ó THD	TOLERANCIA Vi' ó THD' (% con respecto a la Tensión Nominal del punto de medición)	
	Alta y Muy Alta Tensión	Media y Baja Tensión
(Armónicas Impares no múltiplos de 3)		
5	2.0	6.0
7	2.0	5.0
11	1.5	3.5
13	1.5	3.0
17	1.0	2.0
19	1.0	1.5
23	0.7	1.5
25	0.7	1.5
Mayores de 25	0.1 + 2.5/n	0.2 + 12.5/n
(Armónicas impares múltiplos de 3)		
3	1.5	5.0
9	1.0	1.5
15	0.3	0.3
21	0.2	0.2
Mayores de 21	0.2	0.2
(Pares)		
2	1.5	2.0
4	1.0	1.0
6	0.5	0.5
8	0.2	0.5
10	0.2	0.5
12	0.2	0.2
Mayores de 12	0.2	0.2
THD	3	8