

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELÉCTRICA



OPTIMIZACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA REACTIVA DEL SISTEMA
ELÉCTRICO DE LA PLANTA DE PROCESOS DE LA MINA UCHUCCHACUA-
OYÓN-LIMA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRICISTA

AUTORES:

BACH. FLORES BARDALES JHON JOSÉ
BACH. PUMAYAULI NAUPA MIGUEL PEDRO

ASESOR: DR. EDGAR DEL ÁGUILA VELA

Callao, 2019

PERU

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a nuestros padres que, gracias a su apoyo incondicional, han hecho posible que nosotros logremos nuestro objetivo. Por creer siempre en nuestra capacidad, apoyándonos en esta bonita etapa que son los estudios superiores y por brindarnos la confianza que necesitamos para ser buenos profesionales al servicio del país.

AGRADECIMIENTO

Primero agradecer a Dios por darnos salud para cumplir nuestro objetivo, la cual es obtener nuestros títulos profesionales en ingeniería eléctrica.

A nuestros padres por el apoyo incondicional a nosotros, a los profesores de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional del Callao, por su tiempo, experiencia profesional y entrega al transmitir sus conocimientos obtenidos a lo largo de años de aprendizaje. A nuestro gran asesor el Ing. Edgar del Águila Vela por su valioso tiempo, experiencia en asesoría de tesis, por su paciencia con nosotros para orientarnos y formarnos para ser excelentes profesionales.

Finalmente, muchas gracias todos ellos, los cuales fueron partícipes de una meta lograda.

ÍNDICE

ÍNDICE	6
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE GRÁFICOS	11
ÍNDICE DE FIGURAS	13
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.1 Descripción de la realidad problemática	18
1.2 Formulación del problema	18
1.2.1 Problema general	18
1.2.2 Problemas específicos	18
1.3 Objetivos	18
1.3.1 Objetivo general	18
1.3.2 Objetivos específicos	19
1.4.-Limitantes de la investigación	19
1.4.1 Limitante Teórica	19
1.4.2 Limitante Temporal	19
1.4.3 Limitante Espacial	20
II. MARCO TEÓRICO	21
2.1 Antecedentes	21
2.2 Bases Teóricas	23
2.3 Conceptual	24
2.4 Marco Teórico	24
2.4.1 Tensión	24
2.4.2 Corriente eléctrica	25
2.4.3 Factor de potencia	25

2.4.4 Potencia activa	26
2.4.5 Potencia reactiva.....	29
2.4.6 Potencia aparente	30
2.4.7 Problemas con el bajo factor de potencia	32
2.4.8 Banco de capacitores.....	32
2.5 Definición de términos básicos.....	35
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	37
3.1 Hipótesis	37
3.1.1 Hipótesis general	37
3.1.2 Hipótesis específicas	37
3.2 Definición conceptual de variables	37
3.2.1 Variables Independientes.....	37
3.2.2 Variables Dependientes	37
3.3- Operacionalización de variables	38
IV. DISEÑO METODOLÓGICO	39
4.1.- Tipo y diseño de investigación	39
4.2.- Método de Investigación	39
4.3 Población y muestra.....	40
4.3.1 Características	40
4.4 Lugar de estudio y periodo desarrollado	41
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de la información	41
4.6 Análisis y procesamiento de datos.....	42
4.6.1 Análisis del circuito del transformador 3MVA molino 13' x 20'	51
4.6.2 Análisis del circuito del transformador 1.5MVA molino SAG	56
4.6.3 Análisis del circuito del transformador 2.5 MVA Flotación.....	67
4.6.4 Análisis del circuito del transformador 2 MVA molinos.....	71
4.6.5 Análisis del circuito del transformador 2.5 MVA Cianuración.....	78
4.6.6 Análisis del circuito 2 del transformador 2.5MVA	85
V. RESULTADOS.....	95
5.1 Resultados Descriptivos.....	95

5.1.1 Mínima demanda del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua sin banco de condensadores	95
5.1.2 Mínima demanda del sistema eléctrico de la planta de procesos mina Uchucchacua con banco de condensadores	97
5.1.3 Media demanda del sistema eléctrico de la planta de procesos mina Uchucchacua sin banco de condensadores.....	101
5.1.4 Media demanda del sistema eléctrico de la planta de procesos mina Uchucchacua con banco de condensadores	104
5.1.5 Máxima demanda del sistema eléctrico de la planta de procesos mina Uchucchacua sin banco de condensadores.....	107
5.1.6 Máxima demanda con banco de condensadores del sistema eléctrico de la planta de procesos mina Uchucchacua.....	110
5.1.7 Análisis de costos	113
5.2 Resultados inferenciales	116
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	117
6.1 Contrastación y demostración de hipótesis con los resultados.....	117
6.2 Contrastación de resultados con otros estudios similares.	123
CONCLUSIONES	125
RECOMENDACIONES	126
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	127
ANEXOS	129
Matriz de Consistencia	130
Consentimiento Informado	131
Base de Datos.....	132
Cargas eléctricas del circuito I y II.....	144

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Registro de potencia activa en el primer semestre del TP-385.....	51
Tabla 2: Registro de potencia activa del primer semestre del molino de 13' x 20'	55
Tabla 3: Registro de potencia reactiva del primer semestre del molino de 13' x 20'	55
Tabla 4: Registro del factor de potencia del primer semestre 2018 del molino 13' x 20'	55
Tabla 5: Valores de potencia activa del primer semestre del 2018	66
Tabla 6: Valores del factor de potencia en el primer semestre 2018.....	66
Tabla 7: Registro de potencia activa del primer semestre de flotación 2018...	71
Tabla 8: Registro del factor de potencia de flotación	72
Tabla 9: Registro de la potencia reactiva primer semestre 2018.....	73
Tabla 10: Registro de potencia activa de molinos	78
Tabla 11: Registro del factor de potencia de molinos.....	79
Tabla 12: Registro de la potencia reactiva.....	80
Tabla 13: Registro de potencia activa de junio a noviembre del 2018 del circuito II	92
Tabla 14: Registro de potencia reactiva de junio a noviembre del circuito II ...	93
Tabla 15: Registro de factor de potencia de junio a noviembre del circuito II..	93
Tabla 16: Parámetros eléctricos en la barra 10kV	95
Tabla 17: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 10kV	96
Tabla 18: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 4.16kV	96
Tabla 19: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 0.46kV	97
Tabla 20: Potencia del banco de condensadores por circuito	98
Tabla 21: Parámetros eléctricos en la barra 10kV	98
Tabla 22: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 10kV	99
Tabla 23: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 4.16kV	100
Tabla 24: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 0.46kV	100
Tabla 25: Parámetros eléctricos en la barra 10kV	101
Tabla 26: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 10kV	102

Tabla 27: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 4.16kV	103
Tabla 28: Parámetros eléctricos en cables de alimentación 0.46kV.....	103
Tabla 29: Potencia del banco de condensadores por circuito	104
Tabla 30: Parámetros eléctricos en la barra 10kV.....	105
Tabla 31: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 10kV	105
Tabla 32: Parámetros eléctricos en cables de alimentación 4.16kV.....	106
Tabla 33: Parámetros eléctricos en cables de alimentación 0.46kV.....	107
Tabla 34: Parámetros eléctricos en la barra 10kV.....	108
Tabla 35: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 10kV	108
Tabla 36: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 4.16kV	109
Tabla 37: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 0.46kV	109
Tabla 38: Potencia del banco de condensadores por circuito	110
Tabla 39: Parámetros eléctricos en la barra 10kV.....	111
Tabla 40: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 10kV	111
Tabla 41: Parámetros eléctricos en cables de alimentación 4.16kV.....	112
Tabla 42: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 0.46kV	112
Tabla 43: Factor de potencia en los 03 escenarios máxima, media y mínima demanda	113
Tabla 44: Costo de los bancos de condensadores por circuito	114
Tabla 45: Costo de implementación de los bancos de condensadores.....	115
Tabla 46: Factor de potencia en mínima demanda	117
Tabla 47: Factor de potencia en media demanda	118
Tabla 48: Factor de potencia en máxima demanda.....	119
Tabla 49: Caída de tensión en mínima demanda.....	120
Tabla 50: Caída de tensión en media demanda.....	120
Tabla 51: Caída de tensión en máxima demanda	121

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Diagrama de carga TP-385 enero 2018	48
Gráfico 2: Diagrama de carga TP-385 febrero 2018	48
Gráfico 3: Diagrama de carga TP-385 marzo 2018	49
Gráfico 4: Diagrama de carga TP-385 abril 2018.....	49
Gráfico 5: Diagrama de carga TP-385 mayo 2018.....	50
Gráfico 6: Diagrama de carga TP-385 junio 2018.....	50
Gráfico 7: Diagrama de carga del molino 13' x 20' enero 2018	52
Gráfico 8: Diagrama de carga del molino 13' x 20' febrero 2018	52
Gráfico 9: Diagrama de carga del molino 13' x 20' marzo 2018.....	53
Gráfico 10: Diagrama de carga del molino 13' x 20' abril 2018.....	53
Gráfico 11: Diagrama de carga del molino 13' x 20' mayo 2018.....	54
Gráfico 12: Diagrama de carga del molino 13' x 20' junio 2018.....	54
Gráfico 13: Potencia activa del molino SAG enero 2018	57
Gráfico 14 Factor de potencia del molino SAG	58
Gráfico 15: Potencia activa del molino SAG febrero 2018	59
Gráfico 16: Factor de potencia del molino SAG	60
Gráfico 17: Potencia activa del molino SAG marzo 2018	60
Gráfico 18: Factor de potencia del molino SAG	61
Gráfico 19: Potencia activa del molino SAG abril 2018.....	62
Gráfico 20: Factor de potencia del molino SAG	62
Gráfico 21: Potencia activa del molino SAG mayo 2018.....	63
Gráfico 22: Factor de potencia del molino SAG	64
Gráfico 23: Potencia activa del molino SAG junio 2018.....	64
Gráfico 24: Factor de potencia del molino SAG	65
Gráfico 25: Diagrama de potencia flotación enero 2018	68
Gráfico 26: Diagrama de potencia flotación febrero 2018.....	69
Gráfico 27: Diagrama de potencia flotación marzo 2018	69
Gráfico 28: Diagrama de potencia flotación abril 2018	70
Gráfico 29: Diagrama de potencia flotación mayo 2018	70
Gráfico 30: Diagrama de potencia flotación junio 2018.....	71

Gráfico 31: Registro de factor potencia primer semestre 2018 del circuito de flotación.....	72
Gráfico 32: Diagrama de potencias molinos enero 2018	75
Gráfico 33: Diagrama de potencias molinos febrero 2018	76
Gráfico 34: Diagrama de potencias molinos marzo 2018	76
Gráfico 35: Diagrama de potencias molinos abril 2018.....	77
Gráfico 36: Diagrama de potencias molinos mayo 2018.....	77
Gráfico 37: Diagrama de potencias molinos junio 2018	78
Gráfico 38: Registro de factor potencia de molinos primer semestre 2018.....	79
Gráfico 39: Diagrama de potencias cianuración enero 2018	81
Gráfico 40: Diagrama de potencias cianuración febrero 2018	82
Gráfico 41: Diagrama de potencias cianuración marzo 2018.....	82
Gráfico 42: Diagrama de potencias cianuración abril 2018.....	83
Gráfico 43: Diagrama de potencias cianuración mayo 2018.....	83
Gráfico 44:: Diagrama de potencias cianuración junio 2018.....	84
Gráfico 45: Diagrama de potencias del circuito II junio 2018	86
Gráfico 46: Diagrama de potencias del circuito II julio 2018	86
Gráfico 47: Diagrama de potencias del circuito II agosto 2018.....	87
Gráfico 48: Diagrama de potencias del circuito II setiembre 2018.....	87
Gráfico 49: Diagrama de potencias del circuito II octubre 2018.....	88
Gráfico 50: Registro potencia activa y reactiva circuito II noviembre 2018	88
Gráfico 51: Factor de potencia circuito II junio 2018	89
Gráfico 52: Factor de potencia circuito II julio 2018	90
Gráfico 53: Factor de potencia circuito II agosto 2018.....	90
Gráfico 54: Factor de potencia circuito II setiembre 2018.....	91
Gráfico 55: Factor de potencia circuito II octubre 2018.....	91
Gráfico 56: Factor de potencia circuito II noviembre 2018	92
Gráfico 57: Consumo de energía reactiva	122

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Método de los tres vatímetros.....	27
Figura 2: Método de los tres vatímetros sin neutro	28
Figura 3: Método de Aron en sistema trifásico desequilibrado.....	28
Figura 4: Esquema de la compensación reactiva.....	33
Figura 5: Alimentación principal S.E CONENHUA- TP 385	45
Figura 6: Diagrama Unifilar circuito I - Planta de procesos	46
Figura 7: Diagrama Unifilar circuito II - Planta de procesos	47
Figura 8: Esquema representativo de molino 13' x 20'.....	51
Figura 9: Diagrama molino SAG.....	56
Figura 10: Diagrama unifilar circuito de flotación	67
Figura 11: Esquema circuito de molinos	74
Figura 12 Esquema representativo del circuito de cianuración	81
Figura 13: Esquema representativo del circuito 2 - Planta de procesos	85

RESUMEN

Este trabajo de investigación acerca de la compensación de energía reactiva de la planta de procesos de la mina Uchucchacua ubicada en la provincia de Oyón, es importante ya que tiene grandes beneficios para el sistema eléctrico de la planta de procesos.

El bajo factor de potencia registrado en los diferentes circuitos de la planta de procesos y luego de un análisis de éstos, se tomaron las decisiones para corregir el factor de potencia aportando un alargamiento de la vida útil de los equipos, máquinas eléctricas como motores eléctricos en las distintas aplicaciones que se encuentran en la planta de procesos.

Mitigar el problema nos beneficia ya que la planta procesa gran cantidad de mineral, el cual es el negocio de la empresa. Disminuir la caída de tensión en el sistema eléctrico de la planta mejora la confiabilidad del sistema, manteniéndolos dentro del rango admisible, evitando fallas imprevistas y paradas de planta no programadas.

En ese sentido, esta investigación es un gran aporte ya que logra la optimización de la energía reactiva que consume la planta de procesos de la mina Uchucchacua a través de bancos de condensadores automáticos en los diferentes circuitos eléctricos del circuito I y circuito II.

ABSTRACT

This research work on the compensation of reactive energy from the process plant of the Uchucchacua mine located in the province of Oyón, is important since it has great benefits for the electrical system of the process plant.

The low power factor registered in the different circuits of the process plant and after an analysis of these, the decisions were made to correct the power factor providing a lengthening of the useful life of the equipment, electrical machines such as electric motors in the different applications that are in the process plant.

Mitigating the problem benefits us because the plant processes a large amount of mineral, which is the company's core. Reducing the voltage drop in the electrical system of the plant improves the reliability of the system, keeping them within the allowable range, avoiding unforeseen failures and unplanned plant shutdowns.

In this sense, this research is a great contribution since it achieves the optimization of the reactive energy consumed by the process plant of the Uchucchacua mine through banks of automatic condensers in the different electric circuits of circuit I and circuit II.

INTRODUCCIÓN

En la presente tesis de investigación abordaremos el beneficio de la optimización del consumo de energía reactiva en el sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua, dedicada a la extracción de minerales como: plata, plomo y zinc. Asimismo, las diferentes técnicas para mejorar el factor de potencia y en particular de acuerdo con la realidad del sistema eléctrico de la planta de procesos, definir cuál es el método más adecuado y flexible de acuerdo a los estudios realizados.

Para enfrentar este problema vamos a presentar que es el factor de potencia, conceptos relacionados a ello para entender de qué manera influye en las pérdidas de energía y disminuye la disponibilidad de la potencia eléctrica para atender la demanda. Por otro lado, la optimización del consumo de energía reactiva generará un ahorro económico ya que dispondremos de mayor capacidad de potencia sin necesidad de ampliar o construir nuevas subestaciones eléctricas en casos específicos. Sin embargo, un bajo factor de potencia causa caída de tensión, sobrecargas en las redes de energía y transformadores de potencia.

El factor de potencia se define como la relación entre la potencia activa y la potencia aparente. Como sabemos el factor de potencia está comprendido entre 0 a 1; mientras el factor de potencia se aproxime a 1, nos indicará un consumo de energía reactiva no significativo y lo más relevante es que optimiza el funcionamiento de la instalación. Es por esta razón que analizaremos el sistema eléctrico actual, luego de ello se planteará soluciones técnicas para optimizar el consumo de energía reactiva del sistema eléctrico de planta de procesos.

En esta investigación se describirá las diferentes técnicas de compensación reactiva en los sistemas eléctricos, de acuerdo al estudio realizado decidiremos cuál de éstos es el más óptimo para las circunstancias presentadas en la mina

Uchucchacua, con el propósito de reducir las pérdidas de energía, minimizar la caída de tensión en líneas de media tensión y cumplir con los parámetros eléctricos de acuerdo a la normativa vigente del Código Nacional de Electricidad (CNE).

Se realizará un análisis técnico-económico evaluando las inversiones a realizar para la optimización del consumo de energía reactiva del sistema eléctrico de la planta de procesos, con ello se obtendrá un mejor funcionamiento de los equipos como los transformadores de potencia, motores eléctricos que accionan bombas previniendo las inundaciones que son provocados en los meses de diciembre a marzo, donde se ha presentado gran precipitación durante los últimos años.

Conseguiremos una disminución en la sobrecarga de los cables eléctricos, transformadores de potencia y un alargamiento en su vida útil, debido a que se optimizará el consumo de energía reactiva mediante métodos comprobados para tal fin; en consecuencia, a todo lo anteriormente descrito mejoraremos la operación del sistema eléctrico y la producción no se verá afectada.

Por ende, se necesita la optimización del consumo de energía reactiva del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua, aplicando el criterio y selección adecuada, utilizando los métodos basados en datos reales tomados de campo y los cálculos que conlleven en gran medida al aprovechamiento eficiente de la energía eléctrica.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua cuenta con un bajo factor de potencia lo que conlleva a tener pérdidas de energía, caída de tensión, sobrecarga en las redes de energía y equipos principales. Es por ello la necesidad de optimizar el consumo de energía reactiva, asegurando un mayor aprovechamiento de la energía eléctrica que se consume y mantener un sistema confiable dentro de los estándares permitidos.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

PG: ¿De qué manera se va a optimizar el consumo de energía reactiva del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua?

1.2.2 Problemas específicos

PE1: ¿En qué medida la caída de tensión en las redes eléctricas del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua contribuye en la pérdida de energía eléctrica?

PE2: ¿De qué manera el bajo factor de potencia tiene un impacto en la disponibilidad de potencia del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua?

PE3: ¿En qué medida la falta de compensación reactiva afecta a la economía de la mina Uchucchacua?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

OG: Optimizar el consumo de energía reactiva del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.

1.3.2 Objetivos específicos

OE1: Minimizar las pérdidas de energía eléctrica ocasionada por la caída de tensión en el sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.

OE2: Aumentar la disponibilidad de potencia a través del aumento del factor de potencia del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.

OE3: Implementar un sistema de compensación reactiva de modo que no afecte la economía de la mina Uchucchacua.

1.4.-Limitantes de la investigación

1.4.1 Limitante Teórica

El tamaño de la muestra en la presente tesis, está basado en equipos principales como transformadores que alimentan a los circuitos I y II de la planta de procesos de la mina Uchucchacua. Por otra parte, hacer un análisis técnico - económico a toda la unidad minera Uchucchacua a profundidad conllevaría mayor tiempo para realizar la optimización en el consumo de energía reactiva, utilizar programas computacionales para un análisis milimétrico en cuanto al factor de potencia, caída de tensión y otros parámetros eléctricos que son necesarios ser medidos.

1.4.2 Limitante Temporal

La producción está ligada directamente a la planta de procesos donde los minerales pasan por varios procesos desde su extracción hacia el traslado a la misma; por ello analizamos los circuitos I y II, tableros eléctricos, cargas que son alimentadas, con el fin de optimizar el consumo de energía reactiva, no detener la producción y la empresa continúe produciendo minerales.

La principal limitante es que el tiempo para llevar a cabo nuestra investigación es durante el 2018.

La temporada de lluvias es importante ya que las bombas trabajan a su máxima capacidad, las redes eléctricas tienden a fallar debido a las condiciones climáticas de nevada y aumento de agua producto de las lluvias.

1.4.3 Limitante Espacial

La investigación se desarrolla en la provincia de Oyón, departamento de Lima, un terreno agreste y alejado de la ciudad, la cual no ha sido fácil realizar el estudio por motivo de clima (lluvias, niebla, nevada y helada).

En general las condiciones climatológicas, terreno agreste, las cuales no ha sido nada sencillo recolectar los datos para realizar la investigación, ante ello se sumaron los mayores esfuerzos para obtener la información necesaria para los fines pertinentes en esta investigación.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Los estudios respecto a la corrección del factor de potencia, son muy diversos y no es un tema nuevo, pero sí muy importante analizar ya que al tener un bajo factor de potencia en el sistema eléctrico de una planta industrial, afecta la funcionalidad de los equipos instalados.

Es un tema relevante, puesto que diversos investigadores tratan este tema muy a menudo, por lo que es fundamental la corrección del factor de potencia.

Existen diversos estudios que abordan este tema, como en la tesis que sostenía López (2011)

El operar con un bajo factor de potencia en una instalación eléctrica, además del impacto que puede tener en la factura eléctrica, tiene otras implicaciones de igual o mayor importancia, particularmente, en relación con la capacidad de los equipos de transformación, distribución de la energía eléctrica y con el uso eficiente de las máquinas y aparatos que funcionan con electricidad. No es tema nuevo y el factor de potencia es un problema permanente y de obligada importancia para todos aquellos relacionados con el diseño, operación y mantenimiento de instalaciones eléctricas.

Este trabajo de investigación nos proporcionará un importante aporte para nuestro estudio, ya que su investigación está basada en la corrección del factor de potencia con un método óptimo, mejorando así el uso eficiente de la energía en la industria o sistema de distribución que se desee mejorar.

El Centro de Formación Schneider (2000) nos presenta los métodos que existen para mejorar el factor de potencia como son: compensación global, compensación parcial y compensación individual, sus ventajas y desventajas que estos métodos proporcionan a la instalación eléctrica. Presenta ejemplos aplicativos como compensación en los bornes de un transformador, un motor asíncrono y a consecuencia de ello analiza el dimensionamiento de una batería de bancos de condensadores eléctricos. Nos brinda un enfoque distinto pues

adiciona información sobre las soluciones a los armónicos causadas por las cargas no lineales que están dentro de una red de distribución eléctrica.

Otros dos grupos presentan algunos efectos de un bajo factor de potencia:

- Grupo de Gestión Eficiente de Energía KAI (2006)

Un bajo factor de potencia aumenta el costo de suministrar la potencia activa a la compañía de energía eléctrica, porque tiene que ser transmitida más corriente, y este costo más alto se le cobra directamente al consumidor industrial por medio de cláusulas del factor de potencia incluidas en las tarifas.

- Grupo de Investigación en Energías, GEIN (2006)

Un bajo factor de potencia también causa sobrecarga en los generadores, transformadores y líneas de distribución dentro de la misma planta industrial, así como también las caídas de voltaje y pérdidas de potencia se toman mayores de las que deberían ser. Todo esto representa pérdidas y desgaste en equipo industrial.

Como vemos todos estos estudios coinciden que tener un factor de potencia bajo trae consigo diferentes problemas en los cables eléctricos de las plantas industriales, un desaprovechamiento de potencia activa importante que va directamente proporcional al valor del factor de potencia, averías en los equipos industriales, el envejecimiento anticipado de los cables y problemas que pueden causar paradas de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.

Abordar esta investigación es importante debido al avance de la tecnología que nos proporciona métodos para mitigar y solucionar los problemas que se presentan en la red eléctrica y los equipos industriales. Añade un valor agregado todos estos estudios, pues nos ayudan a diferenciar los distintos métodos de compensación reactiva en sistemas eléctricos industriales, lo cual nos favorece ya que esta investigación esta direccionada a la optimización de la energía reactiva del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.

Morales (2009) en su estudio *Compensación de Energía Reactiva*, indica lo siguiente:

La mejora del factor de potencia ayuda a disminuir las capacidades térmicas de los transformadores y conductores, reduce las pérdidas de la línea y las caídas de tensión. No obstante, las compañías suministradoras de energía eléctrica alientan este esfuerzo debido que al mejorar el factor de potencia no solo reduce la demanda de energía eléctrica, sino que también ayuda a postergar grandes inversiones en subestaciones y centrales de generación.

Es importante la mejora del factor de potencia, mediante la compensación reactiva para reducir las caídas de tensión, sobrecalentamiento en transformadores, evitar sobredimensionamientos, en líneas de baja tensión y media tensión, etc. De esta manera se evita también la construcción de nuevas subestaciones en la planta de procesos de la mina Uchucchacua; optimizar el sistema eléctrico de dicha unidad. En lo económico se tendrá mayor ahorro ya que se evitarán multas por penalización de consumo de alta energía reactiva y se optimizará costos de la empresa para nuevas inversiones.

2.2 Bases Teóricas

El marco teórico y conceptual del problema objeto de estudio se basa en los fundamentos ontológico, metodológico y epistemológico.

- **Fundamento Ontológico**

En la presente tesis se basa en la fundamentación ontológica, debido a que dicha investigación para la elaboración de esta tesis es muy diversa, porque se debe conocer y entender el problema objeto de estudio, el beneficio que genera la instalación de bancos de condensadores automáticos de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.

Por ello es urgente analizar, entender, monitorear el factor de potencia para saber que banco de condensadores automáticos se va a instalar y de esta manera reducir grandes pérdidas de energía eléctrica.

- **Fundamento metodológico**

Para que exista equilibrio o estabilidad en cuanto a la economía y energía eléctrica que se consume en la planta de procesos de la mina de Uchucchacua, es necesario implementar bancos de condensadores automáticos. Además, mediante los medidores ION 7650 instalados en los tableros con el fin de registrar los valores de factor de potencia, etc.

- **Fundamento Epistemológico**

Esta investigación fundamentalmente se aplica, a los ingenieros, técnicos, operarios en electricidad y electrónica de la mina, teniendo en cuenta que la instalación de bancos de condensadores automáticos en la planta de procesos genera un correcto funcionamiento de las redes eléctricas y evitar imprevistos en el sistema eléctrico. Por ello, la intención de desarrollar esta investigación es implementar bancos de condensadores automáticos en diferentes puntos de la red eléctrica de la planta de procesos con el apoyo multidisciplinario de profesionales en ingeniería eléctrica para los registros de consumo, análisis de factor de potencia y otros datos que ayuden para la investigación. Finalmente lograr que el consumo de energía eléctrica en la planta de procesos se optimice.

2.3 Conceptual

Los términos y definiciones empleados en esta investigación están acorde a las normas vigentes que rigen en el sector eléctrico, las cuales detallan los parámetros a tener en cuenta para un correcto resultado.

2.4 Marco Teórico

2.4.1 Tensión

Es el trabajo desarrollado por unidad de carga ejercido por el campo eléctrico para moverla en posiciones distintas y determinadas. Además, la tensión no tiene nada que ver con el camino recorrido por la carga.

2.4.2 Corriente eléctrica

Es la cantidad de electricidad que circula por un conductor, durante un intervalo de tiempo determinada. La unidad de medida es el amperio (A), su medición se realiza con el amperímetro. Existen dos tipos de corriente:

a) Corriente continua:

Es aquella corriente que la producen baterías, pilas que se caracteriza por que permanece en un solo sentido sin importar el tiempo que transcurra.

b) Corriente alterna:

Este tipo de corriente se caracteriza porque la corriente varía en forma sinusoidal con el tiempo, por lo que es la más común en viviendas, fabricas, etc.

2.4.3 Factor de potencia

Es un indicador que nos permite saber de manera cualitativa y cuantitativa el correcto aprovechamiento de la energía eléctrica. Es muy importante conocer que el factor de potencia no es necesariamente $\cos\phi$, esto debido a que existen dos tipos de cargas como son las cargas lineales y no lineales. Las cargas lineales son aquellas cargas que tienen corrientes y tensión puramente senoidales y que su impedancia no varía en el tiempo, permanece siendo la misma. Bien en este caso el factor de potencia es igual al $\cos\phi$.

Pero en las cargas no lineales que son cargas en la que, sí varía su impedancia a través del tiempo, existen saltos o picos de onda en la corriente o voltaje.

Dicho factor de potencia se encuentra en un rango de 0 a 1, cuando nos aproximamos al valor de 1 podemos decir que se tendrá un mejor y óptimo aprovechamiento de la energía eléctrica.

Y el $\cos\phi$ se calcula así:

$$\cos\phi = \frac{P}{\sqrt{P^2+Q^2}} = \frac{P}{|S_1|} \dots\dots\dots(1)$$

Dónde:

P: Potencia activa

Q: Potencia reactiva

S1: Potencia aparente

CosØ: Factor de potencia

2.4.4 Potencia activa

Es la potencia útil, es decir la energía que realmente se aprovecha cuando ponemos a funcionar un equipo eléctrico y realiza un determinado trabajo. Por ejemplo, la energía que entrega el eje de un motor cuando pone en movimiento un mecanismo o maquinaria, el calor que proporciona una lámpara, entre otros.

A continuación, se tiene la expresión matemática de la potencia activa monofásica:

$$P = V * I * \cos\phi \dots\dots\dots (2)$$

Dónde:

P: Potencia activa

V: Tensión entre líneas

I: Corriente

CosØ: Factor de potencia

Entonces se dice que un sistema trifásico es equilibrado porque las tres corrientes alternas monofásicas son de igual valor y están desfasadas 120°. Es decir, cada fase de corriente o tensión están a la misma frecuencia y amplitud, este tipo de sistemas trifásicos tiene muchas ventajas como:

- Ahorro en la economía de líneas de transmisión de energía eléctrica.
- La potencia que se genera es constante.
- La potencia activa trifásica viene a ser la sumatoria de las potencias monofásicas que la componen, matemáticamente se calcula de la siguiente manera:

$$P = \sqrt{3} * V_L * I_L * \cos(\phi) \dots\dots\dots (3)$$

Dónde:

P: Potencia activa

V_L: Tensión de línea

I_L: Corriente de línea

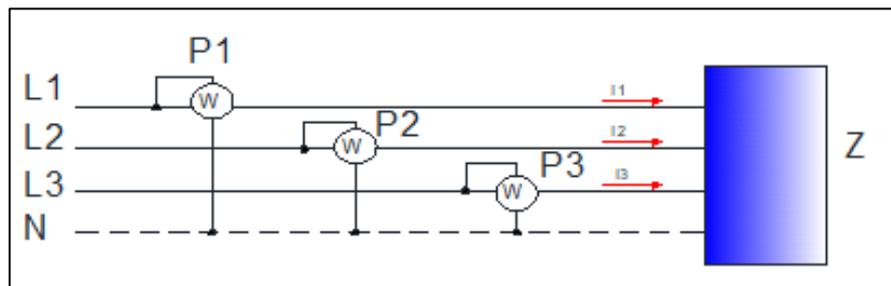
CosØ: Factor de potencia

Por otro lado, un sistema trifásico es desequilibrado cuando las corrientes y tensiones de cada línea son diferentes en magnitud y desfase una de otra, esto es debido a que se instalan cargas eléctricas residenciales que hacen que se produzca este desequilibrio.

Para calcular la potencia activa, primero se debe conocer las corrientes de cada línea y las tensiones que existen en cada par de líneas registradas por un vatímetro.

En un sistema trifásico de 4 hilos, en la que existe el conductor de neutro para poder determinar los valores de corriente y tensiones se usara el método de los 3 vatímetros.

Figura 1: Método de los tres vatímetros

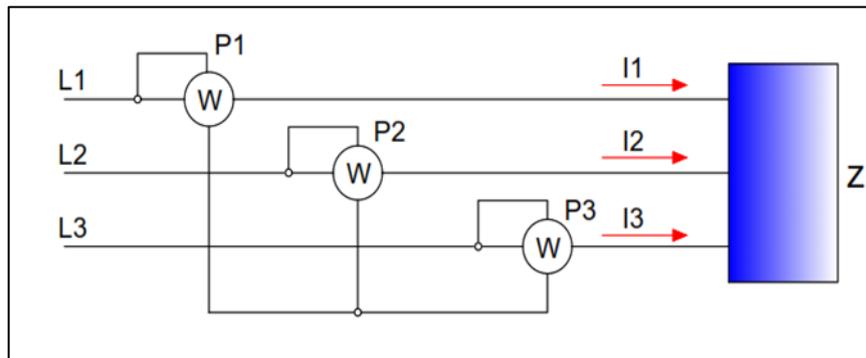


Fuente: Elaboración propia

En un sistema trifásico de 3 hilos, en donde ahora no existe neutro, para conocer los valores de corriente y tensiones de cada línea, se usará el método de los tres vatímetros, pero ahora se formará un neutro artificial que consiste en la unión de las salidas de los vatímetros instalados en cada línea.

Gráficamente tenemos:

Figura 2: Método de los tres vatímetros sin neutro

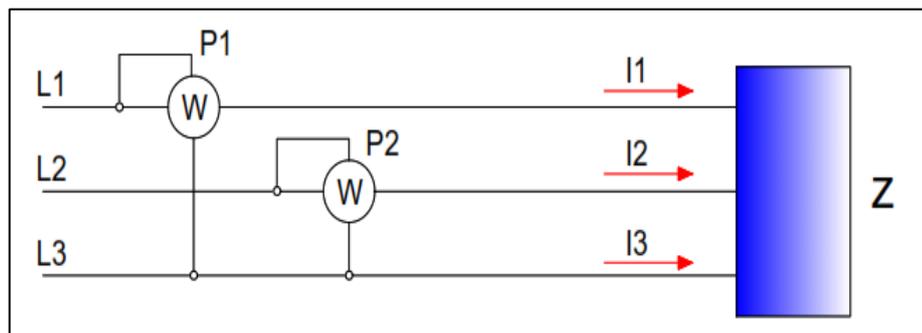


Fuente: Elaboración propia

En la práctica y experiencia en sistemas trifásicos tanto equilibrados como desequilibrados cuando no existe neutro no se usa el método de los tres vatímetros, sino que aplicamos el método de Aron, el cual consiste en usar solo dos vatímetros para calcular las corrientes y tensiones de cada línea del sistema a analizar para luego calcular la potencia activa total del sistema trifásico según sea el caso ya que este método es válido para ambos casos.

Gráficamente se tiene:

Figura 3: Método de Aron en sistema trifásico desequilibrado



Fuente: Elaboración propia

Bien, como podemos ver cada vatímetro dispuesto toma la intensidad de corriente de cada fase, la tensión de su fase y tercera fase, por lo que nos mostrará la medición de estos valores, para luego calcular la potencia total del sistema trifásico desequilibrado.

Ahora la intensidad de corriente que circula por la línea 3, no se puede calcular directamente con los vatímetros, pero si analizamos bien si se puede y sale este resultado por diferencia de las otras dos corrientes tomadas por los vatímetros.

Matemáticamente se llega a la conclusión de que el cálculo de la potencia activa del sistema depende de las corrientes y tensiones tomadas de estos dos vatímetros y no de la tercera corriente.

Tenemos la siguiente ecuación:

$$P = I_1 * V_{13} + I_2 * V_{23} \dots \dots \dots (4)$$

Dónde:

P: Potencia activa

I₁: Corriente de línea 1

I₂: Corriente de línea 2

V₁₃: Tensión entre línea 1 y línea 3

V₂₃: Tensión entre línea 2 y línea 3

Las causas del desbalance o desequilibrio son debido a una distribución no homogénea de las cargas monofásicas, ya que las cargas en consumidores de baja tensión son del tipo no lineal es decir televisores, computadoras, etc., en sí todo equipo en la que no se tiene una impedancia constante.

2.4.5 Potencia reactiva

Es la potencia capaz de crear campos magnéticos que necesitan las bobinas, es una de las componentes del triángulo de potencias y que está ligado al factor de potencia, ya que un aumento de dicha potencia implica consecuencias negativas como pérdidas de energía como otros factores.

La potencia reactiva monofásica se da entre 2 fases y fase –neutro, matemáticamente se calcula de la siguiente manera:

$$Q = V * I * \text{sen}\theta \dots\dots\dots (5)$$

Dónde:

Q: Potencia reactiva

V: Tensión

I: Corriente

Senθ: Función seno

La potencia reactiva en sistemas trifásicos equilibrados es la que resulta de la suma de las potencias reactivas monofásicas de cada carga en la cual como es equilibrado tienen iguales impedancias.

La potencia reactiva en sistemas trifásicos equilibrada se calcula de la siguiente manera:

$$Q = \sqrt{3} * V * I * \text{sen}\theta \dots\dots\dots (6)$$

Dónde:

Q: Potencia reactiva

V: Tensión

I: Corriente

Senθ: Función seno

Según la expresión matemática anterior a menor $\text{sen}\theta$, es menor el valor de la potencia reactiva, por ende, se aprovecha la energía, se reduce las caídas de tensión en líneas de energía eléctrica, entre otras bondades.

2.4.6 Potencia aparente

Es la potencia total o principal que suministra la red de energía eléctrica que alimenta a diferentes cargas como transformadores de potencia, generadores, motores eléctricos entre otras cargas.

Matemáticamente es la resultante de la potencia activa y potencia reactiva que existen en los circuitos de corriente alterna.

Se puede calcular dicha potencia de la siguiente manera:

$$S = V * I \dots\dots\dots (7)$$

Dónde:

S: Potencia aparente

V: Tensión

I: Corriente

Es la potencia global que existe en un sistema Potencia de 3 hilos o líneas, en la cual las cargas poseen igual valor de corriente e impedancias iguales; está constituido por 3 circuitos monofásicos y el valor de esta potencia total que suministra la red es la suma algebraica de las potencias aparentes monofásicas.

Matemáticamente dicho valor se calcula así:

$$S = \sqrt{3} * V * I \dots\dots\dots (8)$$

Dónde:

S: Potencia aparente

V: Tensión

I: Corriente

Cuando no se especifique el valor de tensión ni de corriente se toma en consideración como valores de tensión de línea y corriente de línea.

En este caso, cuando tengamos un sistema trifásico desequilibrado, para calcular la potencia aparente global se tendrá que analizar cada carga ya que en este tipo de sistema los valores de corriente, tensión y desfase son diferentes en cada carga monofásica.

Se debe hacer un análisis parcial calculando cada potencia aparente por separado, para luego realizar la suma vectorial y calcular la potencia aparente trifásico.

En la práctica y para efectos de estudio es muy tedioso este análisis.

Se calcula de la siguiente manera:

$$S = S1 + S2 + S3..... (9)$$

Donde:

S: Potencia aparente total

S1: Potencia aparente de línea 1

S2: Potencia aparente de línea 2

S3: Potencia aparente de línea 3

Es una suma vectorial lo que se tiene en la fórmula anterior.

2.4.7 Problemas con el bajo factor de potencia

El bajo factor de potencia trae consigo muchos efectos negativos en sistemas de baja tensión, transformadores, motores, líneas de transmisión, etc. Perjudicando así el proceso productivo de industrias, fábricas, centrales eléctricas, etc., los problemas que se originan son:

- Aumento de caída de tensión en líneas de energía eléctrica.
- Sobredimensionamiento de cables de media y baja tensión, transformadores de potencia.
- Aumento de costos de facturación de electricidad en industrias que en su contrato pagan por consumo de reactivos.
- Mala optimización de recursos económicos de una instalación.
- Sobrecarga en transformadores de distribución, cables y generadores.
- Incremento de las pérdidas por efecto joule.

Como vemos un bajo factor de potencia genera muchas pérdidas tanto en energía sino en pérdidas económicas, lo cual hace un gasto económico excesivo a la empresa que tenga este tipo de problemas. Es por ello encontrar soluciones para mitigar los problemas genera un aporte para las operaciones ya que se garantiza la disponibilidad del suministro de energía.

2.4.8 Banco de capacitores

El uso de estas unidades se hace con el fin de compensar la energía reactiva y tener valores adecuados para no tener problemas de caída de tensión.

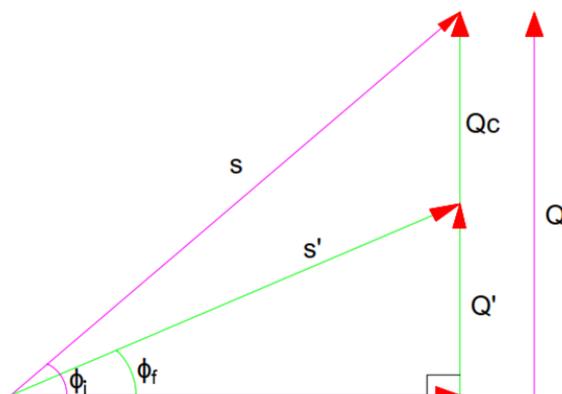
Estos bancos de capacitores se pueden instalar de diferentes maneras de acuerdo al punto de conexión que se quiera compensar puede ser global, parcial o individual.

a) Principio de operación

El hecho de instalar un capacitor para reducir la potencia reactiva resulta flexible, fácil y económico. El principio de funcionamiento es que parte de la energía que suministra la red (potencia aparente), es tomada por este capacitor o banco de capacitores según sea el caso por lo que la máquina eléctrica recibe menos potencia reactiva.

Entonces al recibir menos potencia reactiva el factor de potencia aumenta por lo que es beneficioso y con ello se logran grandes bondades en el sistema eléctrico que se instalan. Por ejemplo, la reducción de pérdidas de energía eléctrica, disminución de la sobrecarga en cables eléctricos, transformadores de potencia y un alargamiento de la vida útil de los equipos. Es importante la instalación de los bancos de capacitores en el sistema eléctrico ya que con éste se obtiene grandes beneficios para la empresa, industria, instalación o cualquier tipo de comercio que requiera optimizar sus costos en el caso que estén obligados a pagar por consumo de reactivos si sobrepasen lo estipulado en sus contratos.

Figura 4: Esquema de la compensación reactiva



Fuente: Elaboración propia

Donde:

S: Potencia aparente total inicial

S': Potencia aparente total final

Q': Potencia reactiva final

Q_c: Potencia reactiva compensada

Q: Potencia total inicial.

Ø_f: Angulo después de la compensación

Ø_i: Angulo antes de la compensación

Como podemos notar se ha reducido la potencia reactiva que se tenía en un comienzo gracias al capacitor.

b) Banco de capacitores fijos

Estos bancos de capacitores son ideales para la corrección del factor de potencia; se caracteriza porque se aplica en donde la carga no varía.

Se puede implementar este tipo de bancos en una planta o mina donde se tenga bajo factor de potencia, la cual se va a compensar motores u otros equipos permitiendo hacer compensaciones locales, además de ello también hacer compensaciones generales por ejemplo a subestaciones eléctricas y de esta manera optimizar el sistema eléctrico de la planta o lugar donde se instale dicho banco, las ventajas son:

- Larga vida útil.
- Seguridad.
- Mantenimiento sencillo.
- Durabilidad.
- Confiabilidad

c) Banco de capacitores automáticos

Estos bancos de capacitores se usan cuando el valor de capacitancia de la carga es variable, debido a muchos factores como armónicos por tensión y corriente.

Ante estas fallas se realiza la compensación reactiva mediante estos bancos de capacitores, a través de un sistema de detección en cuanto a las variaciones de potencia reactiva y regular el factor de potencia.

Se permite la conexión y desconexión automática de las diferentes unidades capacitivas, además posee sensores que detectan señales de tensión y corriente lo cual permite detectar anomalías en el sistema eléctrico o la red eléctrica donde se está analizando.

De esta manera se garantiza una corrección en el factor de potencia y por consecuencia se optimiza el consumo de energía reactiva en una planta o centro donde la demanda de energía es elevada y tenga una gran variedad de cargas como motores, transformadores de potencia, etc. Con el uso de la compensación reactiva mediante estos bancos se logra el control y monitoreo del factor de potencia, finalmente garantiza el buen funcionamiento de los equipos y representa un importante ahorro económico a la empresa donde lo requiera.

2.5 Definición de términos básicos

- **CosØ:** Es el factor de potencia de un equipo eléctrico.
- **P:** Es la potencia activa de una maquina eléctrica que desarrolla trabajo mecánico.
- **Q:** Es la potencia reactiva fundamental para producir la inducción magnética en máquinas eléctricas que están constituidas por bobinas de cobre.
- **S:** Es la potencia aparente, aquella que suministra la red de energía eléctrica.
- **Carga no lineal:** Es una carga o equipo eléctrico en la que la impedancia varía en el tiempo.

- **Carga lineal:** Es una carga en la que su impedancia no varía en cualquier punto del tiempo, el comportamiento es una onda senoidal perfecta.
- **Banco de capacitores:** son unidades capaces de almacenar la energía eléctrica por tiempo limitado.
- **Qc:** Potencia reactiva compensada por un capacitor o banco de estos.
- **Øf:** Angulo final después de la compensación reactiva realizada.
- **Caída de tensión:** Son las pérdidas que existen por efecto joule en cables eléctricos, líneas de transmisión donde se ve afectado por la longitud de estos.
- **Compensación reactiva:** Método que se utiliza para aumentar el factor de potencia de un sistema eléctrico y garantizar fiabilidad técnico-económica y reducir pérdidas de energía eléctrica.
- **CNE:** Código Nacional de Electricidad.
- **Q1:** Potencia reactiva después de la compensación reactiva.
- **Z:** Es la impedancia de la carga
- **VAN:** Es un indicador económico que nos muestra si un proyecto es viable o no.
- **Sobrecarga:** Es una condición o estado de un equipo o elemento por el cual fluye un exceso de corriente eléctrica respecto a su condición nominal.

III. HIPOTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

HG: Mediante la implementación de bancos de capacitores automáticos será posible optimizar el consumo de energía reactiva del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.

3.1.2 Hipótesis específicas

HE1: Mediante la compensación reactiva será posible minimizar las pérdidas de energía eléctrica ocasionada por la caída de tensión del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.

HE2: Mediante la compensación reactiva será posible aumentar la disponibilidad de potencia a través del aumento del factor de potencia del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.

HE3: Mediante la instalación de bancos de capacitores automáticos será posible implementar un sistema de compensación reactiva de modo que no afecte la economía de la mina Uchucchacua.

3.2 Definición conceptual de variables

La optimización del consumo de energía reactiva del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua será medido, explicado con las siguientes variables que se identifican a continuación:

3.2.1 Variables Independientes

- Variable X1: Nivel de tensión.
- Variable X2: Banco de condensadores.

3.2.2 Variables Dependientes

- Variable Y1: Caída de tensión.
- Variable Y2: Potencia eléctrica.
- Variable Y3: Compensación reactiva.

3.3- Operacionalización de variables

Bien una vez determinado las variables en el presente objeto de estudio, vamos a realizar su operacionalización entre sí para determinar los indicadores que necesitamos para nuestro estudio, así como la relación que tiene que cumplir con el objetivo de nuestra tesis, para su comprobación:

- **Variable X1: Nivel de tensión.**

Indicadores:

X11: Pérdida de potencia eléctrica.

X12: Inestabilidad en el sistema eléctrico.

- **Variable X2: Banco de condensadores.**

Indicadores:

X21: Ahorro económico a corto plazo.

X22: Óptimo aprovechamiento de la energía eléctrica.

- **Variable Y1: Caída de tensión**

Indicadores:

Y11: Pérdidas de energía motivada por el nivel de tensión.

Y12: Pérdidas por efecto joule en cables de energía y transformadores de potencia.

Y13: La caída de tensión debe estar dentro del rango según el CNE.

- **Variable Y2: Potencia eléctrica.**

Indicadores:

Y21: Inadecuado funcionamiento de equipos.

Y22: Indisponibilidad de potencia eléctrica.

- **Variable Y3: Compensación reactiva.**

Indicadores:

Y31: Factor de potencia debajo de 1, ya que, si sobrepasamos dicho valor, se produce un consumo de energía reactiva.

Y32: Aumento de la vida útil de los equipos.

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1.- Tipo y diseño de investigación

La presente investigación corresponde al tipo: investigación descriptiva-experimental, cuyo inicio corresponde al mes de enero del 2018 y termina en enero del 2019.

4.2.- Método de Investigación

El primer paso para solucionar el problema de esta investigación, es hacer una recolección de datos, es decir cuantificar los equipos eléctricos como transformadores, cables de energía y cargas, posteriormente realizar un análisis de cuál es el método más adecuado para optimizar el consumo de energía reactiva del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.

El segundo paso, se planteará los escenarios de acuerdo a la demanda de energía, para una posterior decisión evaluando tanto técnica y económicamente. Además, realizar las comprobaciones necesarias para determinar el efecto respecto al factor de potencia a través de reportes de energía. Asimismo, se analizará las cargas más importantes y comunes que se requieren para mantener la operación, haciendo un análisis de caída de tensión que es una variable importante a considerar y que está especificada en el CNE (Código Nacional de Electricidad) Utilización 2006, sección 050 en el acápite 050-102.

El tercer paso es hacer un análisis a los equipos e instalaciones del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua más relevantes verificando que se ha obtenido los valores deseados mediante la compensación reactiva, generando así una mayor confiabilidad en el sistema eléctrico, reduciendo las pérdidas de energía eléctrica, caída de tensión y por tanto un mejor aprovechamiento de la energía, en conclusión, ahorro económico a la empresa.

Los distintos variadores de frecuencia que accionan los motores, ventiladores, bombas de la planta de procesos cuenta con filtro de armónicos es por ello que el planteamiento es mediante la implementación de bancos de capacitores automáticos en la planta de procesos de la mina uchucchacua.

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

La unidad minera Uchucchacua se encuentra ubicada en el distrito de Oyón, Provincia de Oyón en el departamento de Lima, examinaremos el sistema eléctrico de la planta de procesos de la U.E.A. Uchucchacua, las celdas de alimentación, transformadores de potencia y las redes de distribución en los diferentes niveles de tensión 10kV, 4,16kV, 2,4kV y 0,46kV que alimentan las cargas principales tales como: motores eléctricos, bombas, iluminación, máquinas de soldar, compresoras, entre otros.

El sistema eléctrico de la planta de procesos es alimentado de la Subestación Eléctrica Paragsha operada por el Consorcio Energético de Huancavelica (Conenhua), con un transformador de 10/12MVA con un nivel de tensión de 10kV.

4.3.2 Muestra

El sistema eléctrico de la planta de procesos cuenta con dos circuitos bien diferenciados: circuito 1 y circuito 2. Se tienen los equipos responsables para la transformación de energía eléctrica:

- 01 Transformador de potencia de 2MVA-10/0.46kV que alimentan al tablero de distribución de molinos.
- 01 Transformador de potencia de 3MVA-10/4.16kV que alimentan al tablero de distribución del molino 13' x 20'.
- 01 Transformador de potencia de 2,5MVA-10/0.46kV que alimentan al tablero de flotación.
- 01 Banco de transformadores monofásicos de 1,5MVA- 10/4.16kVA que alimentan al tablero del molino SAG.

- 01 Transformador de potencia de 2,5MVA-10/0,46kV que alimentan al tablero de cianuración.
- 01 Transformador de potencia de 2,5MVA-10/0,46kV que alimentan al tablero del molino 9"x13".

Existen casos que los cables de alimentación son tendidos por medio de tuberías de 2" o 4" dependiendo del calibre de cable a utilizar, las tuberías se colocan en caso sea necesario tender el cable por caminos de difícil acceso y por protección del cable se tienden por tuberías hasta llegar al tablero donde se requiere alimentar.

4.4 Lugar de estudio y periodo desarrollado

La investigación desarrollada es en la planta de procesos de la Unidad Minera Uchucchacua, se encuentra ubicada en el distrito de Oyón, Provincia de Oyón en el departamento de Lima. El inicio de la investigación corresponde al mes de enero del 2018 y termina en enero del 2019.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de la información

El procedimiento que se emplea para esta investigación es revisar las fuentes primarias y secundarias, la documentación que se maneja en el área responsable de la parte eléctrica de la planta de procesos que es mantenimiento eléctrico de planta, luego dichos datos consignados en los planos mediante la observación en campo (planta de procesos), verificar, tomar los datos de las subestaciones y variables motivos de este estudio que no se encuentren plasmados en la documentación que maneja el área responsable. Posteriormente hacer un análisis de los datos registrados en las subestaciones eléctricas como: transformadores de potencia, cables eléctricos (sección del conductor y tipo de cable) y cargas.

El registro de consumo de potencia activa, potencia reactiva y toma de datos técnicos como factor de potencia, caída de tensión, ha sido registrado gracias a los medidores multifunción ION 7650 instalados en los tableros eléctricos

principales, que pertenecen al circuito I y II de la planta de procesos de la mina uchucchacua.

Es importante reconocer que por la gran población del estudio demandará tiempo en realizar el correcto registro de los datos técnicos de las subestaciones eléctricas y cargas que éstas alimentan. Para los registros de datos se utilizan hojas de datos en el cual se plasmen las características técnicas de las subestaciones mediante un esquema unifilar referencial que nos permita ordenar la información de manera correcta y entendible.

4.6 Análisis y procesamiento de datos

Luego del registro de datos de las subestaciones eléctricas en la planta de procesos, variables objeto de este estudio, se analizará si éstas cumplen con la norma vigente CNE-Utilización 2006 (Código Nacional de Electricidad), luego de realizado el análisis del sistema eléctrico actual se determinará las soluciones técnicas lo que conllevará a un ahorro económico en el corto plazo, dado que esto es importante para un adecuado manejo de los recursos de la empresa, pues aumentaremos la confiabilidad del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.

La optimización del consumo de energía reactiva del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua, se analizará a través de un análisis de flujo de potencia en el escenario de mínima, media y máxima demanda para determinar los bancos de capacitores más óptimos para el sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.

El comportamiento de la caída de tensión en los diferentes circuitos tanto del circuito I y circuito II, debe cumplir lo siguiente de acuerdo al CNE-Utilización 2006:

El valor de caída de tensión según el Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006, en la sección 050, del acápite 050-102 “Caída de Tensión” indica lo siguiente:

Los conductores de los alimentadores deben ser dimensionados para que:

- a)** La caída de tensión no sea mayor del 2.5%

- b)** La caída de tensión total máxima en el alimentador y los circuitos derivados hasta la salida o punto de utilización más alejado, no exceda del 4%.

Luego de plantear las soluciones compararemos dichas variables y su efecto en el sistema eléctrico que operan para mantener dentro de los rangos permitidos y por consiguiente un alargamiento de la vida útil de los equipos.

El consumo de energía reactiva de la planta de procesos de la mina Uchucchacua es alto y en consecuencia se tiene un bajo factor de potencia. La consecuencia en los cables eléctricos por el alto consumo de reactivos genera un deterioro en el aislamiento de éstos, pérdidas por efecto joule, en casos verdaderamente críticos cuando las fallas se producen en los alimentadores de los circuitos I y II pueden conllevar a la paralización de la planta de procesos generando pérdidas económicas elevadas.

Asimismo es importante señalar que CONENHUA a través de su subsidiaria Empresa de Generación Huanza S.A., fue la encargada de construir la planta generadora de energía la misma que le suministra energía a la mina Uchucchacua. CONENHUA es una subsidiaria al 100% de Buenaventura dedicada a proveer servicios de transmisión y generación eléctrica, es por esta razón que la mina Uchucchacua no realiza pago alguno por el consumo de energía reactiva.

Los circuitos responsables de un alto consumo son los siguientes que vamos a analizar:

- 1) Análisis del circuito del transformador 3MVA molino 13' x 20'.
- 2) Análisis del circuito del transformador 1,5MVA molino SAG.
- 3) Análisis del circuito del transformador 2,5MVA Flotación.
- 4) Análisis del circuito del transformador 2MVA molinos.
- 5) Análisis del circuito del transformador 2,5MVA Cianuración.
- 6) Análisis del circuito del transformador 2,5MVA Circuito 2.

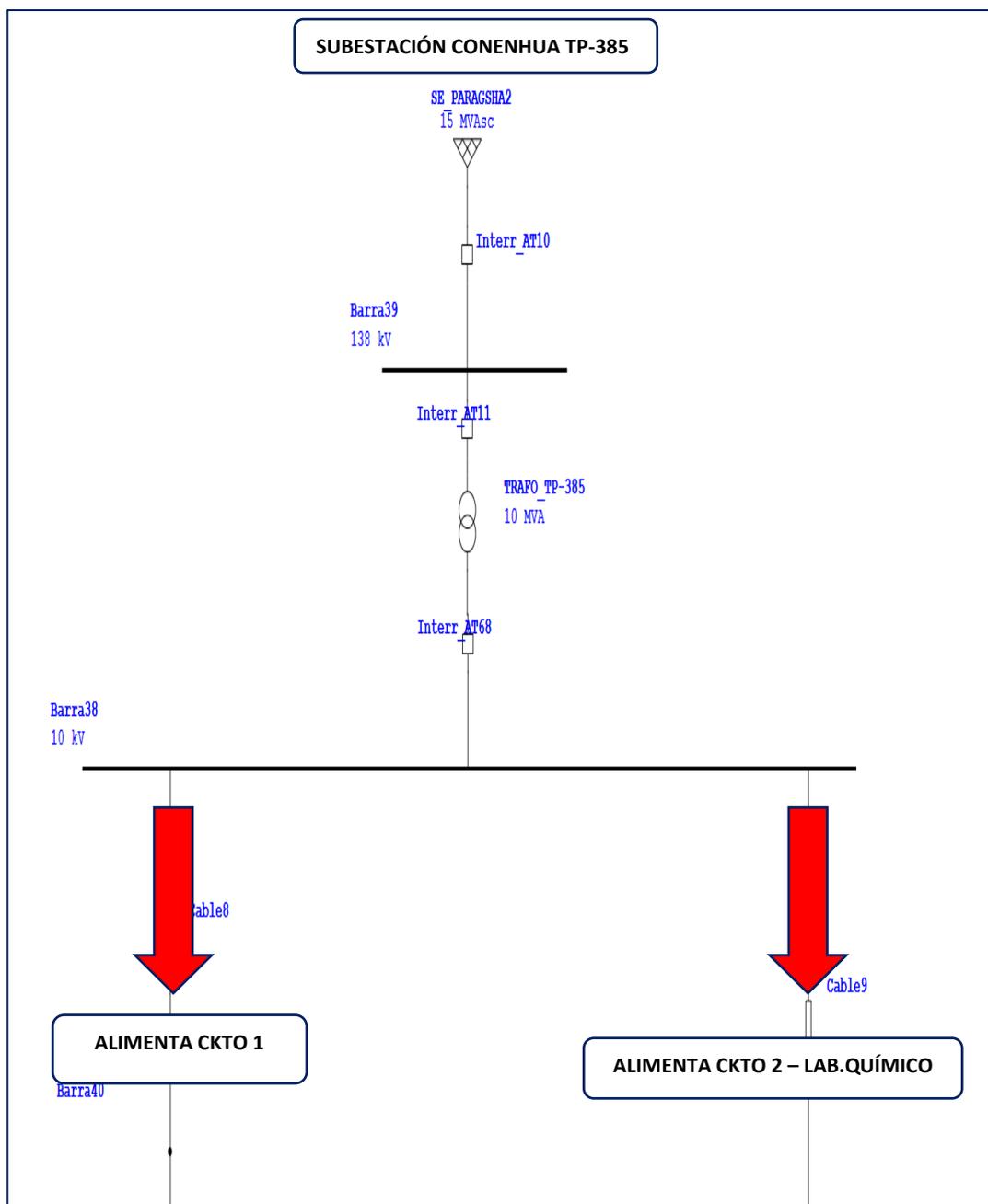
El diagrama unifilar de la planta de procesos cuenta con el circuito 1 y circuito 2 . Cabe señalar que la alimentación del circuito 2, alimenta a laboratorio químico que consume aproximadamente 200 kW en promedio.

Se va presentar dentro de los diagramas unifilares de cada uno de los circuitos 1 y 2, las máximas demandas promedio de cada circuito, posteriormente analizaremos cada transformador que alimenta a las distintas cargas.

La planta de procesos se alimenta del transformador que se encuentra ubicado en la Subestación Eléctrica Paragsha, la cual está operada por el Consorcio Energético Huancavelica (CONENHUA) con código TP-385 10/12MVA 10/0,46kV.

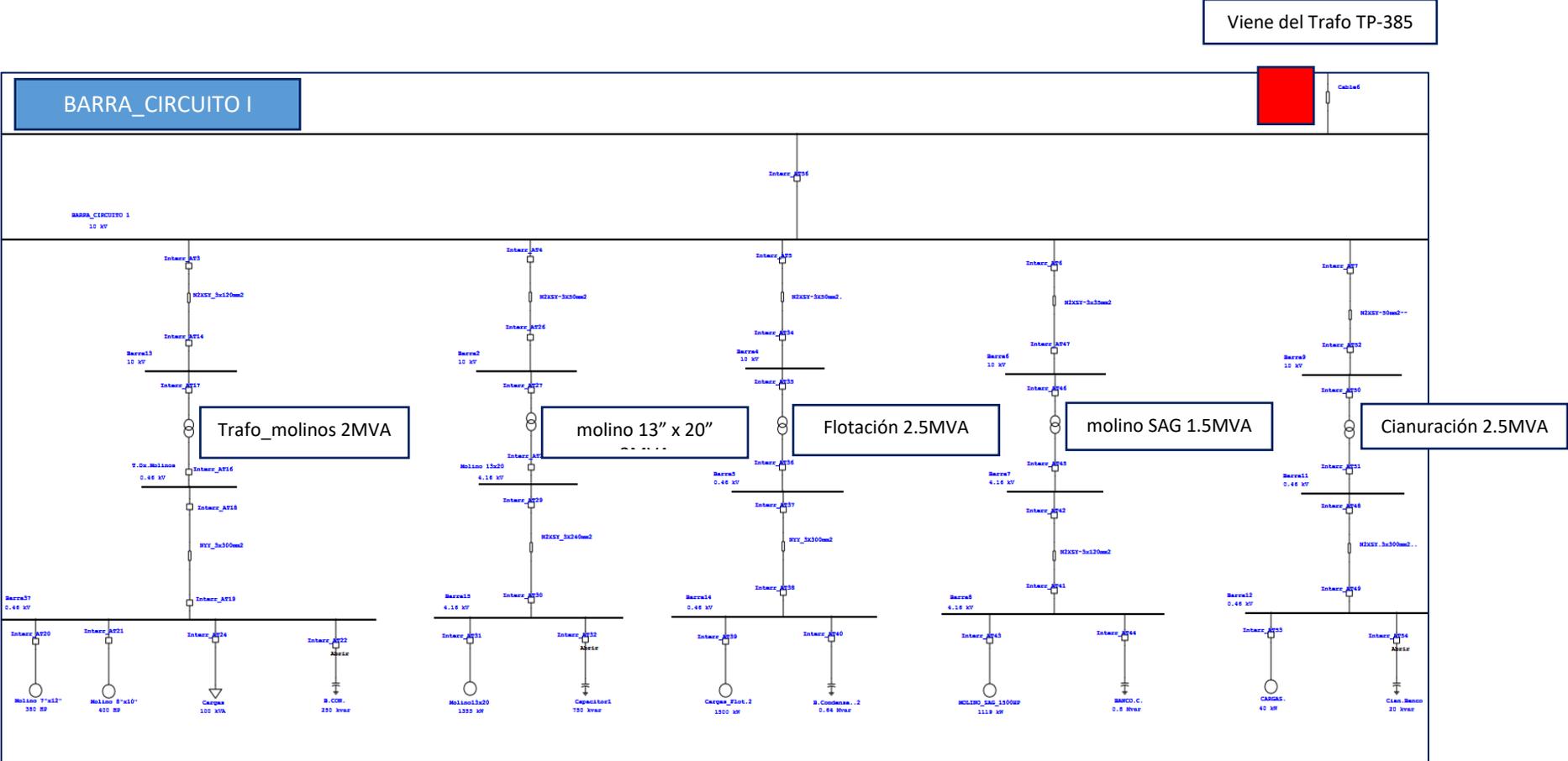
A continuación, el diagrama unifilar de la planta de procesos de la mina Uchucchacua:

Figura 5: Alimentación principal S.E CONENHUA- TP-385



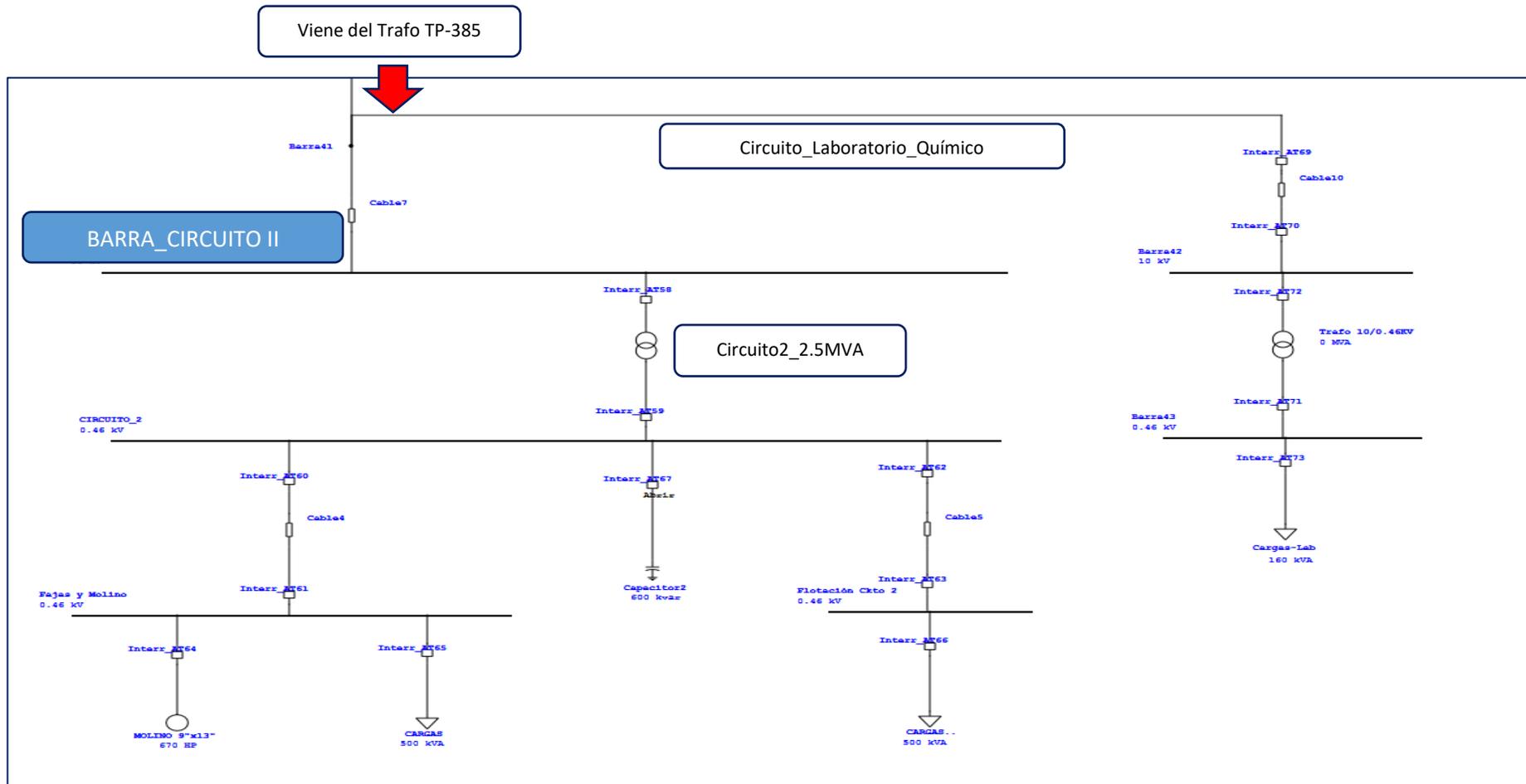
Fuente: Elaboración propia

Figura 6: Diagrama Unifilar Circuito I - Planta de Procesos



Fuente: Elaboración propia

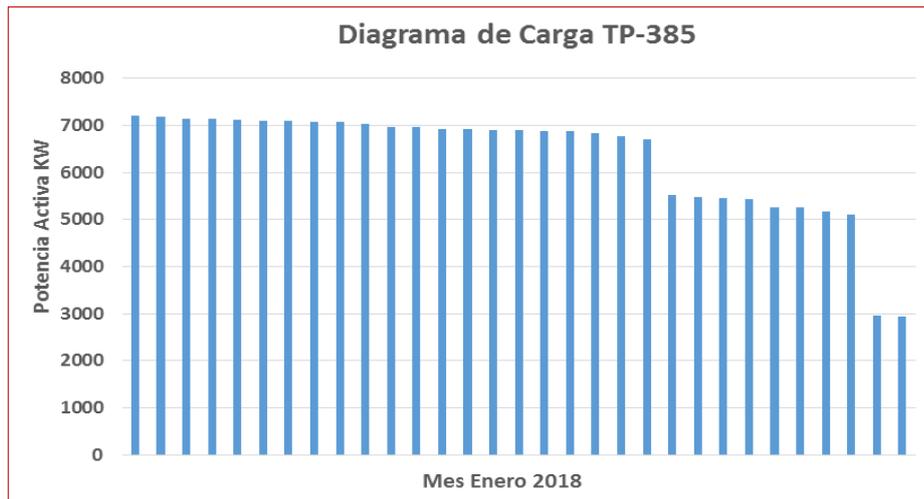
Figura 7: Diagrama Unifilar Circuito II - Planta de Procesos



Fuente: Elaboración propia

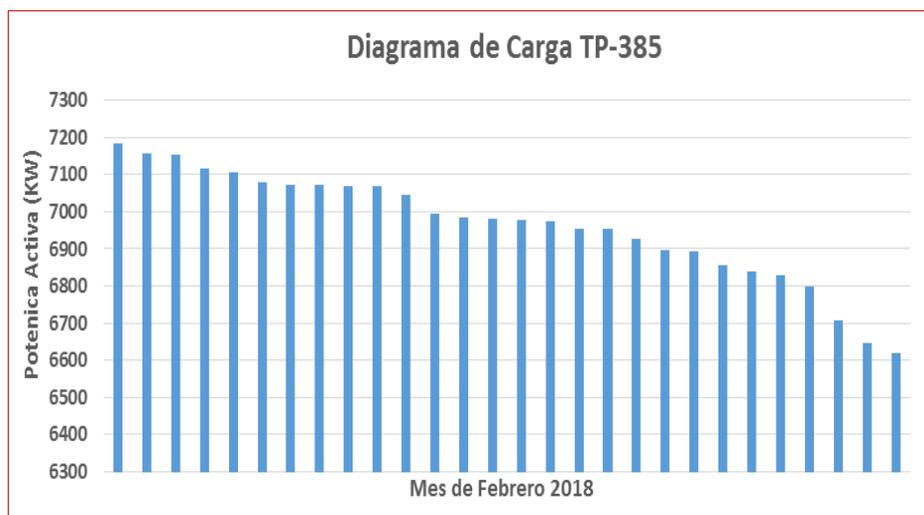
A continuación tenemos el registro de los últimos meses del comportamiento de potencia del transformador TP-385 de la planta de procesos:

Gráfico 1: Diagrama de carga TP-385 enero 2018



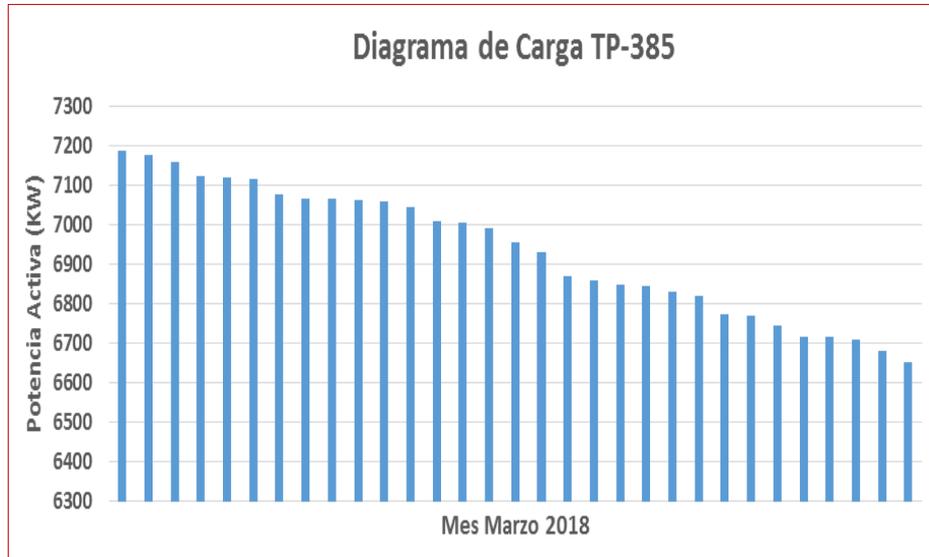
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2: Diagrama de carga TP-385 febrero 2018



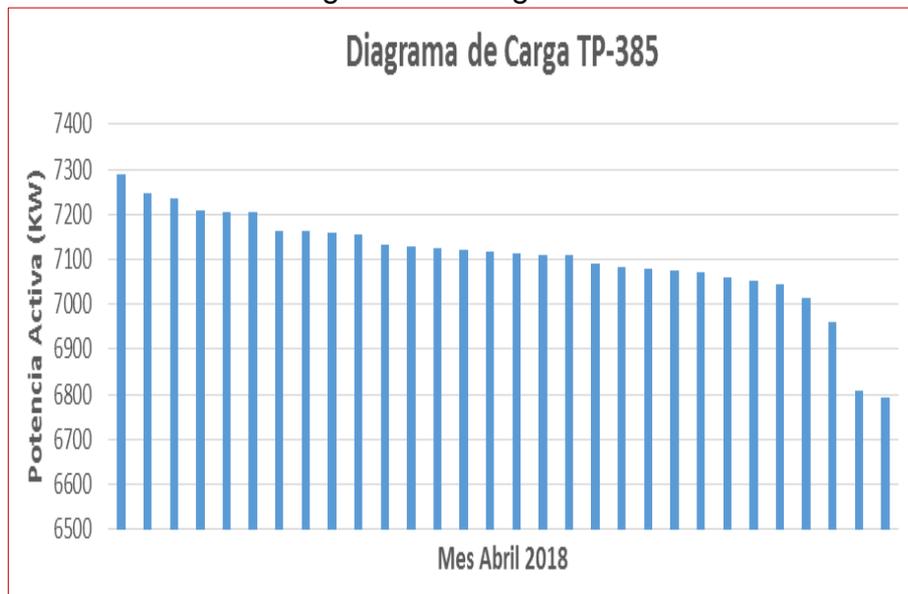
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3: Diagrama de carga TP-385 marzo 2018



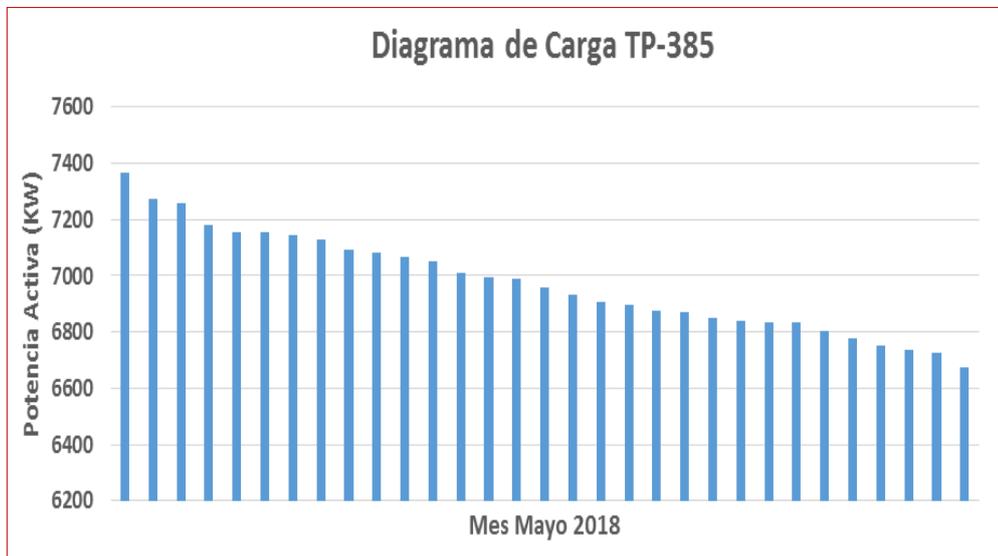
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4: Diagrama de carga TP-385 abril 2018



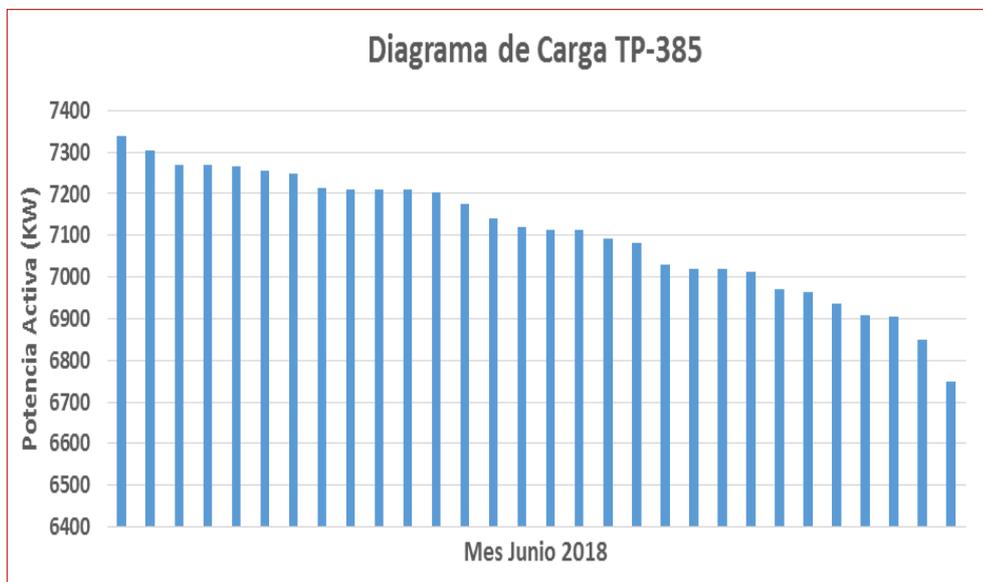
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5: Diagrama de carga TP-385 mayo 2018



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6: Diagrama de carga TP-385 junio 2018



Fuente: Elaboración propia

De los diagramas de carga se puede concluir:

Tabla 1: Registro de potencia activa en el primer semestre del TP-385

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	RESUMEN
MÁXIMO (KW)	7197	7185	7189	7288	7369	7338	7369
MÍNIMO (KW)	2936	6618	6651	6794	6672	6749	6618
MEDIA (KW)	6891	6981	6969	7116	6957	7117	6969

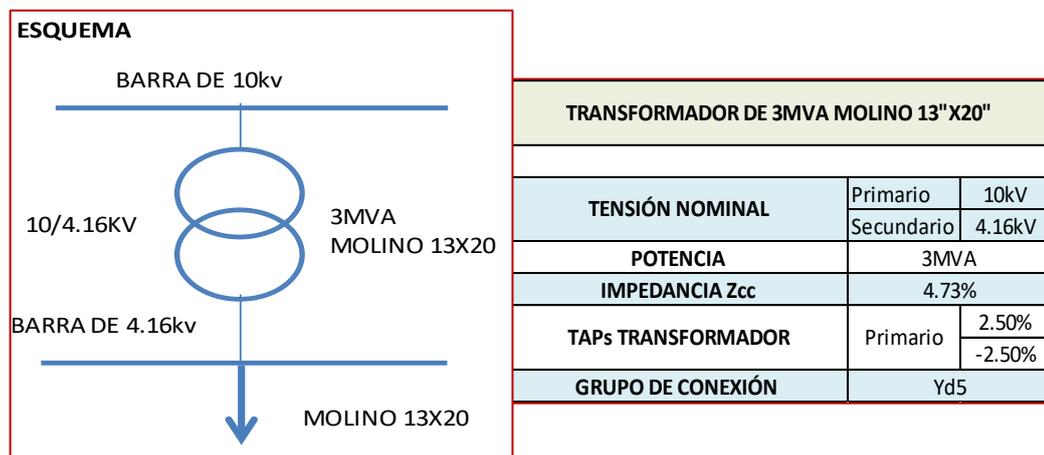
Estos valores presentados en la tabla anterior muestran los valores de la máxima, media y mínima demanda que registró el medidor del transformador TP-385 12/10MVA ONAN/ONAF.

Fuente: Elaboración propia

4.6.1 Análisis del circuito del transformador 3MVA molino 13' x 20'

El transformador de 3MVA que alimenta al molino 13' x 20' tiene las siguientes características:

Figura 8: Esquema representativo de molino 13' x 20'



Fuente: Elaboración propia

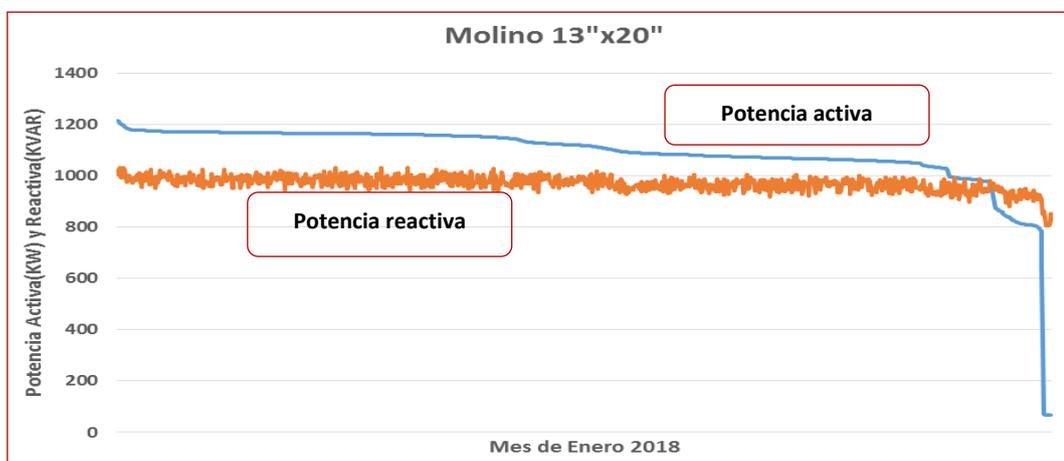
La única carga que alimenta el transformador de 3MVA es el molino 13' x 20' el cual tenemos registro del consumo de potencia activa, reactiva y factor de potencia en un periodo de tiempo de 6 meses en lado de alta

tensión 10kV. Notaremos la tendencia en los 6 primeros meses del año 2018.

El molino 13' x 20' se alimenta en 4,16kV y es uno de los equipos principales dentro del circuito I de la planta de procesos correspondiente a molienda principal.

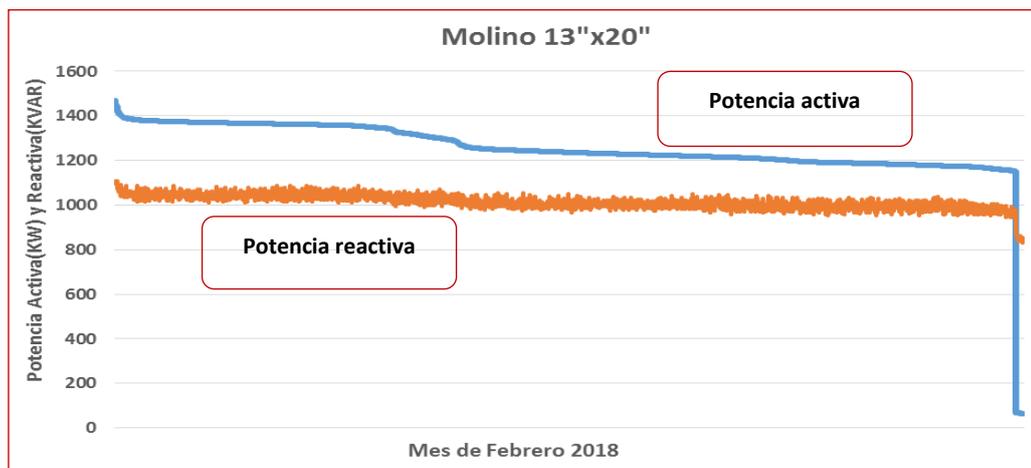
Presentaremos la tendencia del consumo de potencia activa y reactiva:

Gráfico 7: Diagrama de carga del molino 13' x 20' enero 2018



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8: Diagrama de carga del molino 13' x 20' febrero 2018



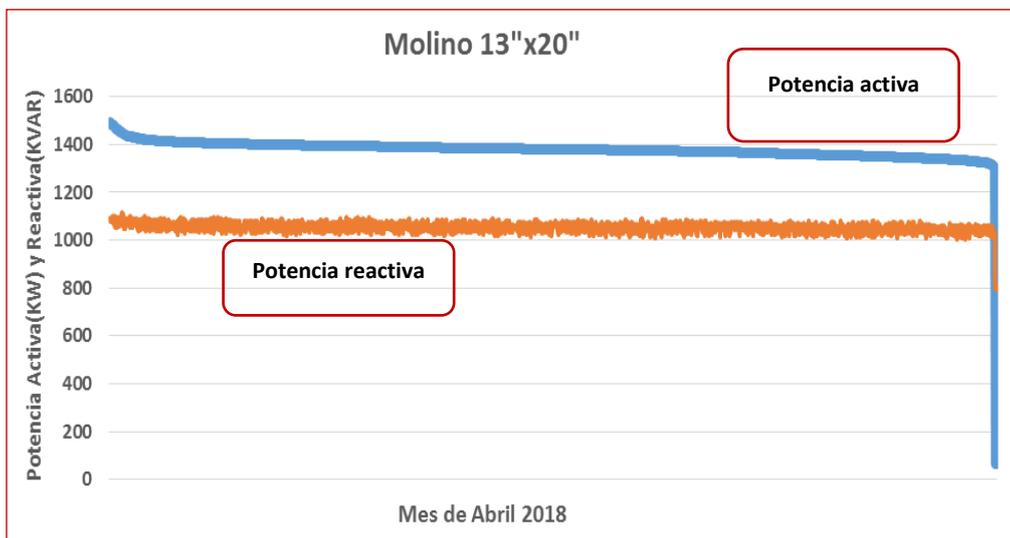
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 9: Diagrama de carga del molino 13' x 20' marzo 2018



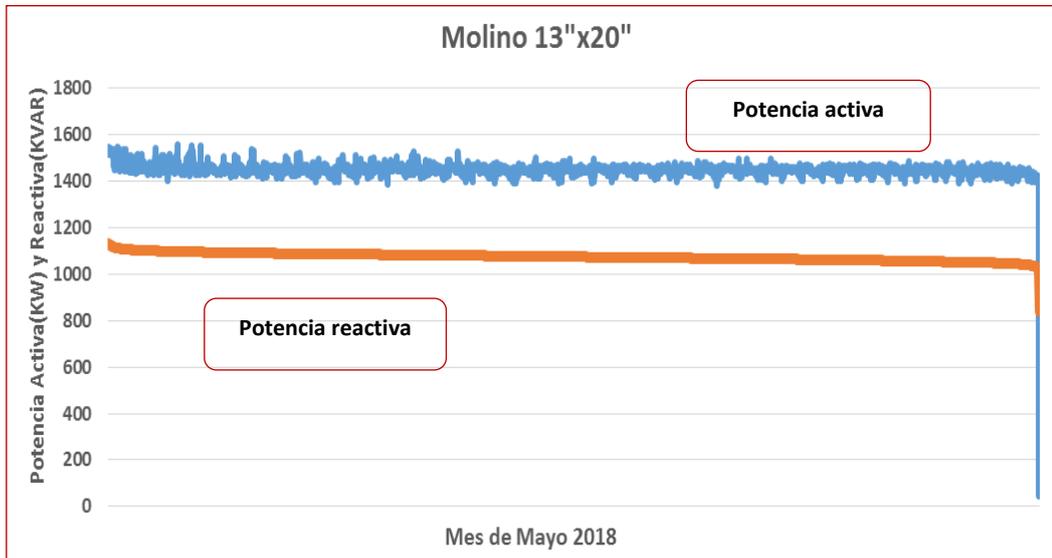
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 10: Diagrama de carga del molino 13' x 20' abril 2018



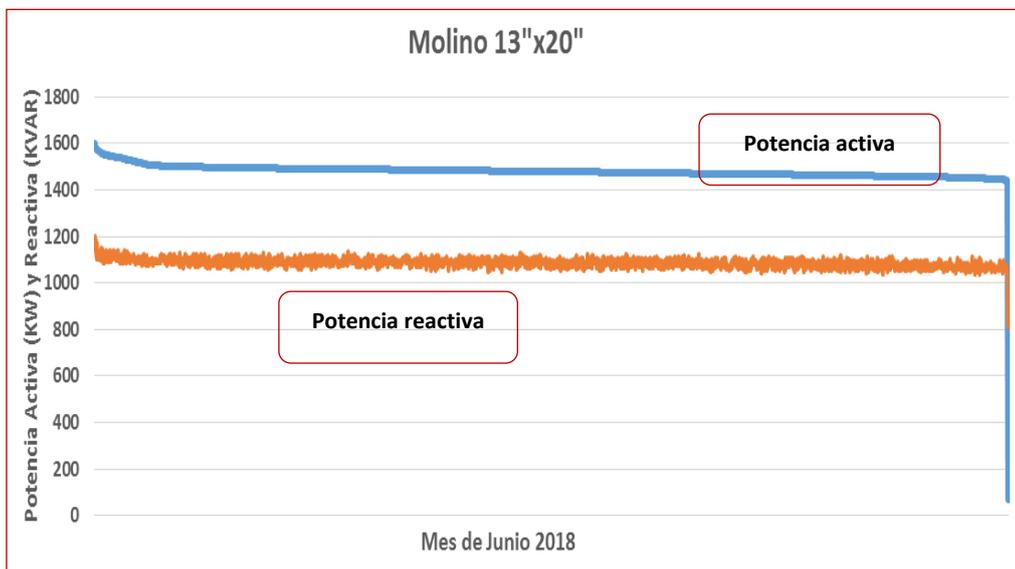
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 11: Diagrama de carga del molino 13' x 20' mayo 2018



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 12: Diagrama de carga del molino 13' x 20' junio 2018



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a las gráficas presentadas hemos notado la tendencia de la potencia activa y reactiva del molino 13' x 20'. Por lo tanto se presenta los consumos máximos, medios y mínimos en el periodo de los 6 primeros meses del año 2018:

Tabla 2: Registro de potencia activa del primer semestre del molino de 13' x 20'

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	Resumen
MÁXIMO (KW)	1214	1467	1478	1493	1557	1599	1599
MÍNIMO (KW)	1117	1237	1372	1381	1449	1478	1117

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Registro de potencia reactiva del primer semestre del molino de 13' x 20'

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	Resumen
MÁXIMO (kVAR)	1032	1110	1123	1115	1134	1201	1201
MEDIA (kVAR)	972	1014	1051	1053	1074	1086	1053
MINIMA (kVAR)	804	829	778	792	841	807	778

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N°3 se tienen los consumos de potencia reactiva del molino 13' x 20', el valor mínimo es 778kVAR.

El registro del factor de potencia durante los 6 meses del año 2018 a continuación:

Tabla 4: Registro del factor de potencia del primer semestre 2018 del molino 13' x 20'

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	RESUMEN
MÁXIMO	0,778	0,806	0,807	0,813	0,817	0,819	0,819
MEDIA	0,753	0,777	0,794	0,794	0,803	0,806	0,794

Fuente: Elaboración propia

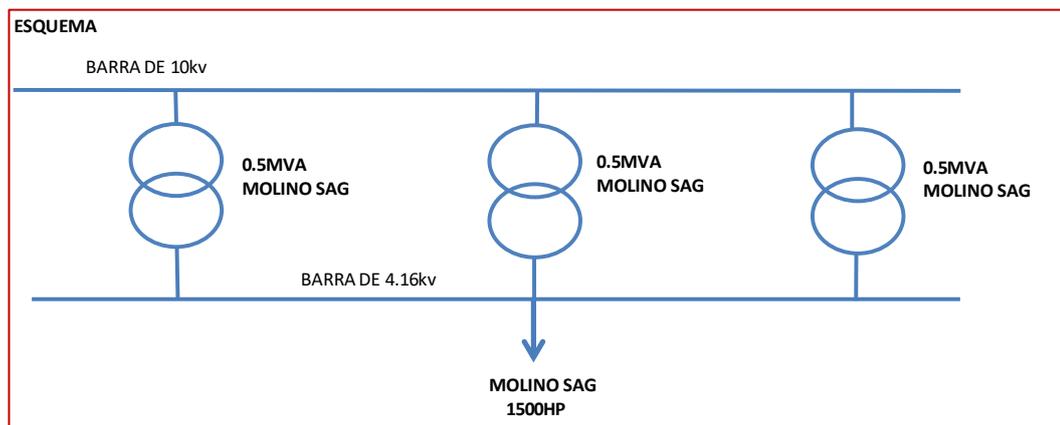
De la tabla N°4 se tiene el factor de potencia mínimo de este circuito en 0,819, es necesario contrastar con el alto consumo de potencia reactiva máxima que es 1201kVAR. En consecuencia según estos registros de potencia y factor de potencia podemos concluir que es necesario la instalación de un banco de condensadores en la barra de 4,16kV ya que es más económico que instalarlo en el lado de alta tensión 10kV.

4.6.2 Análisis del circuito del transformador 1.5MVA molino SAG

El circuito de molienda principal está dado por el molino SAG que es accionado por un motor síncrono con las siguientes características:

Potencia= 1500HP ; Valim= 4.16kV.

Figura 9: Diagrama molino SAG



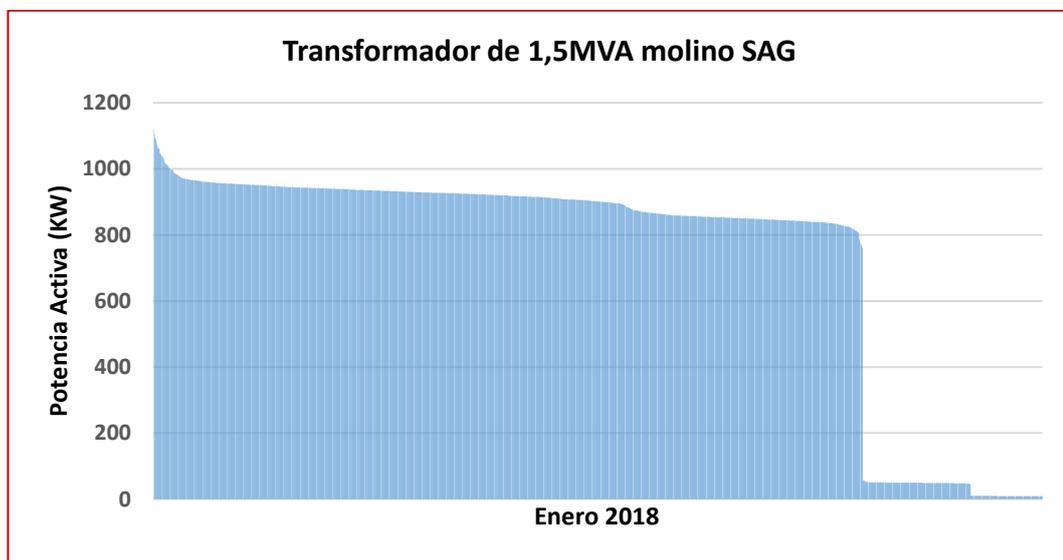
Fuente: Elaboración propia

La única carga que alimenta el banco de transformadores de 1,5MVA es el molino SAG, el cual se tiene registro del consumo de potencia activa y factor de potencia en un periodo de tiempo de 6 meses (Enero – junio 2018) en lado de alta tensión 10kV. Notaremos la tendencia en los 6 primeros meses del año 2018.

El molino SAG se alimenta en 4,16kV y es uno de los equipos principales dentro del circuito I de la planta de procesos, molienda primaria, pues es el equipo fundamental para realizar la molienda del mineral que ingresa a la planta de procesos, luego de la extracción de interior mina.

Presentaremos la tendencia del consumo de potencias y factor de potencia, cabe resaltar que el molino SAG es accionado por un motor síncrono. Asimismo analizaremos los registros de consumo de potencia activa en un periodo de 6 primeros meses del año 2018, analizando mes a mes, la tendencia del consumo de potencia y el comportamiento del factor de potencia ya que es un motor síncrono único en la planta de procesos:

Gráfico 13: Potencia activa del molino SAG enero 2018



Fuente: Elaboración propia

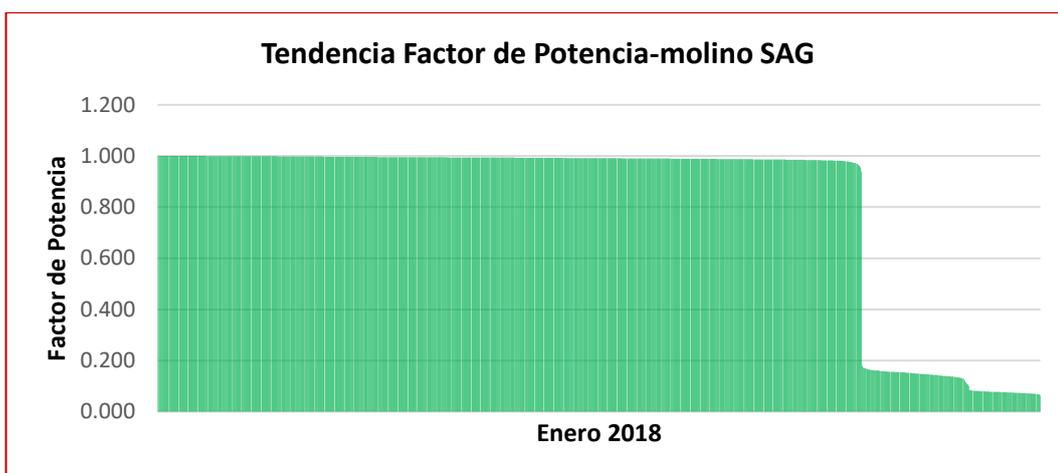
Según el gráfico N°13, el consumo continuo en el mes de enero de potencia activa está entre 900KW y 1000KW, recordar que el molino SAG es de 1500HP (1119KW). Analizando la gráfica, notamos que la tendencia de la curva está entre 900KW y 1000KW, tendiendo unos picos que sobrepasan los 1000KW pero no son mayores a 1119KW.

El molino SAG, es accionado por un motor síncrono que ayuda a reducir los costos de energía eléctrica y mejora el rendimiento del sistema eléctrico, corrigiendo el factor de potencia en la red eléctrica donde está instalado.

De acuerdo a los reportes de mediciones almacenados en el ION 7650 en el mes de Enero del 2018, hemos registrado que el molino SAG 1500HP inyecta reactivos al sistema eléctrico de planta de procesos. Se debe tener considerable atención al funcionamiento del molino SAG, monitorear sus parámetros eléctricos como potencias, factor de potencia, corriente eléctrica para determinar alguna anomalía en su funcionamiento del molino SAG, este diagnóstico será importante para programar un mantenimiento correctivo en el caso que el molino presente algún parámetro fuera del rango habitual de funcionamiento.

Analizaremos el comportamiento del factor de potencia del molino SAG de la planta de procesos en el mes de Enero:

Gráfico 14 Factor de potencia del molino SAG



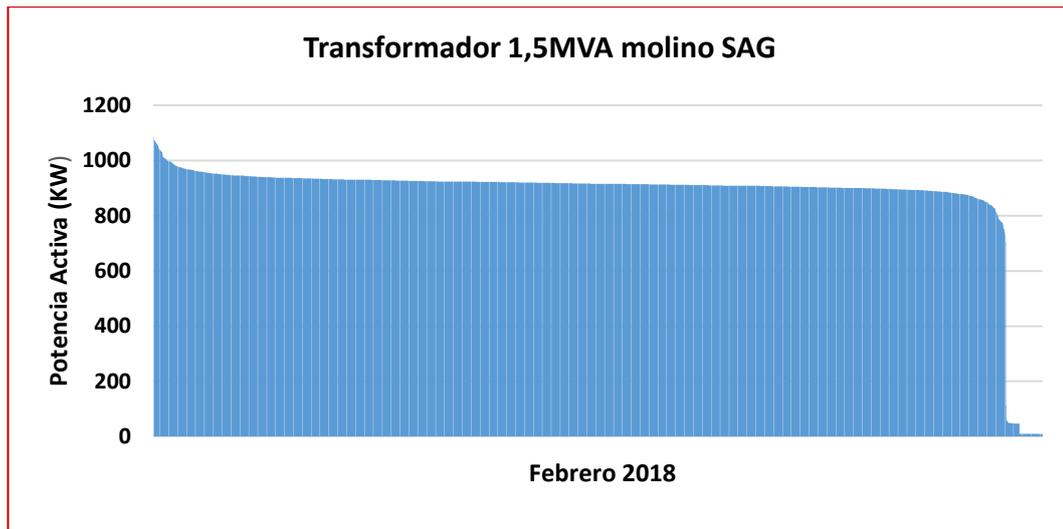
Fuente: Elaboración propia

El gráfico N°14 muestra una tendencia del factor de potencia del molino SAG por encima de 0,98, esto nos confirma que el motor síncrono mejora el rendimiento del sistema eléctrico donde está instalado.

Por otro lado, en un pequeño periodo de tiempo del mes de Enero, se puede apreciar valores bajos que se registró en el medidor ION 7650, esto debido a fallas presentadas en el equipo en este mes. Es importante aclarar que el motor síncrono trabaja continuamente con un valor alto de factor de potencia, tal como se muestra en el gráfico N° 14.

Se presenta la tendencia del mes de febrero del año 2018, del consumo de potencia activa:

Gráfico 15: Potencia activa del molino SAG febrero 2018



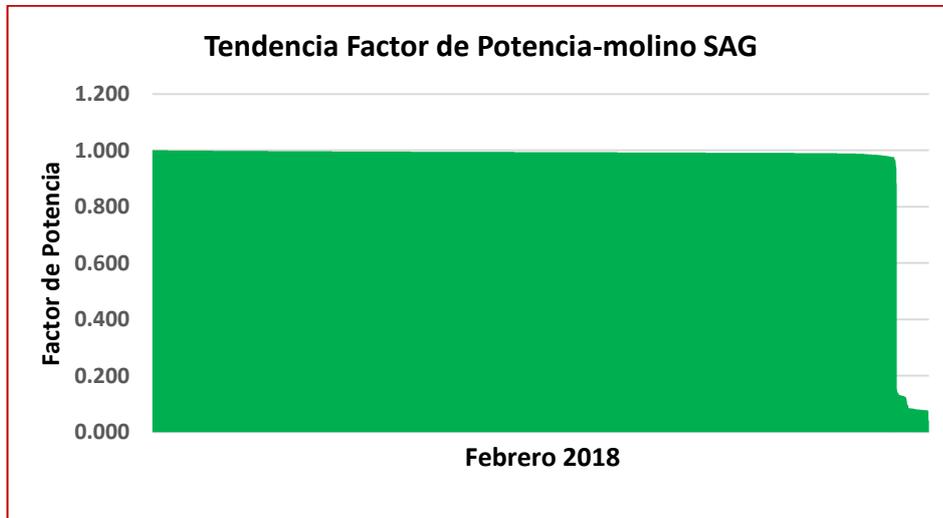
Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico N°15 el consumo continuo de potencia activa en el mes de febrero está entre 850KW y 950KW, recordar que el molino SAG es de 1500HP (1119KW). Analizando la gráfica, notamos que la mayor parte de tendencia de la curva está entre estos valores y tiene unos picos que sobrepasan los 1000KW pero no son mayores a 1087KW.

El molino SAG es accionado por un motor síncrono que ayuda a reducir los costos de energía eléctrica y mejora el rendimiento del sistema eléctrico, corrigiendo el factor de potencia en la red eléctrica donde está instalado.

Analizaremos el comportamiento del factor de potencia del molino SAG de la planta de procesos en el mes de Febrero del 2018:

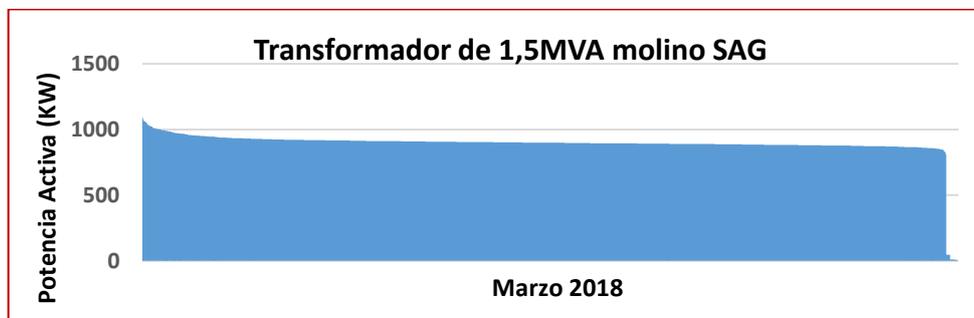
Gráfico 16: Factor de potencia del molino SAG



Fuente: Elaboración propia

El gráfico N°16, muestra una tendencia del factor de potencia del molino SAG por encima de 0,98 esto nos confirma que el motor síncrono mejora el rendimiento del sistema eléctrico donde está instalado. La tendencia se mantiene en su mayoría en el mes de febrero, un valor alto del factor de potencia es beneficioso para el sistema eléctrico de la planta de procesos, ya que conseguir un valor alto del factor de potencia reducimos las pérdidas y optimizamos el funcionamiento de las máquinas eléctricas. Se presenta el registro de consumo de potencia activa del mes de marzo del 2018:

Gráfico 17: Potencia activa del molino SAG marzo 2018



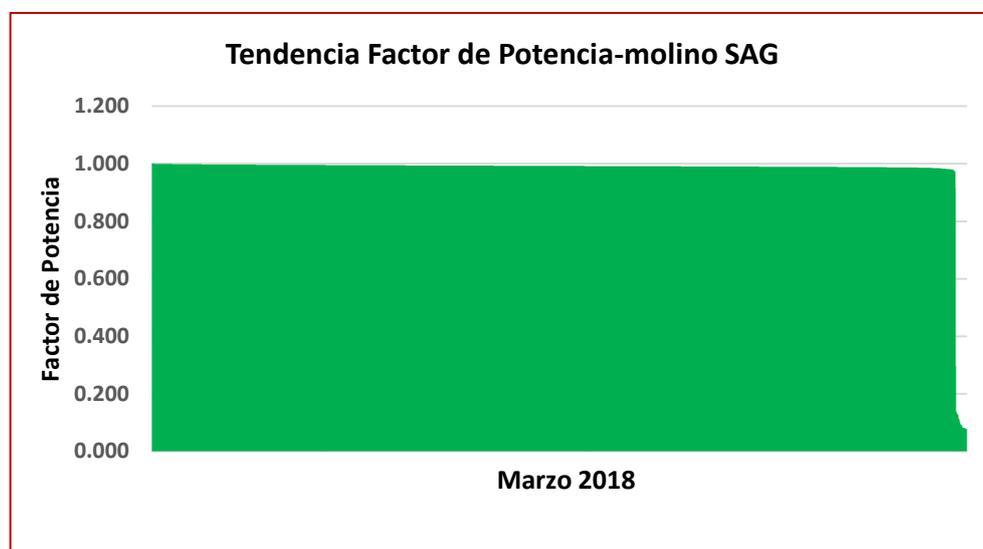
Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico N°17, el consumo continuo de potencia activa en el mes de marzo está entre 830KW y 940KW, recordar que el molino SAG es de 1500HP (1119KW). Analizando la gráfica, notamos que la mayor tendencia de la curva está entre estos valores y tiene unos picos que sobrepasan los 1000KW pero no son mayores a 1092KW.

El molino SAG es accionado por un motor síncrono que ayuda a reducir los costos de energía eléctrica y mejora el rendimiento del sistema eléctrico, corrigiendo el factor de potencia en la red eléctrica donde está instalado.

Analizaremos el comportamiento del factor de potencia del molino SAG de la planta de procesos en el mes de marzo del 2018:

Gráfico 18: Factor de potencia del molino SAG

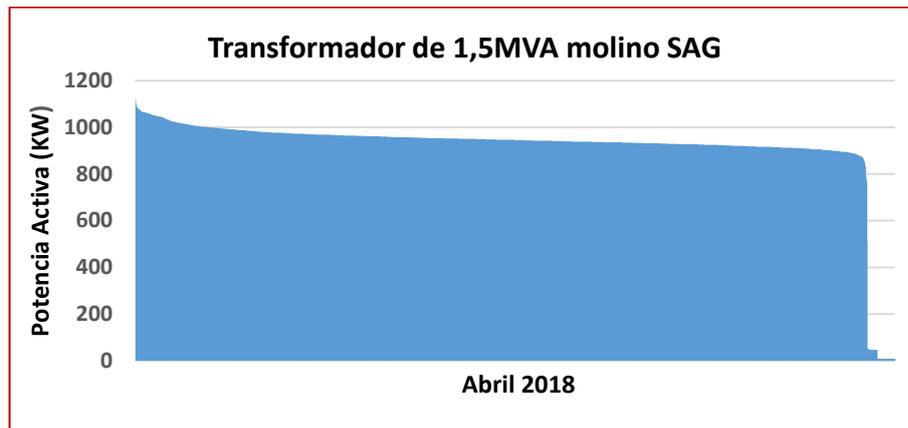


Fuente: Elaboración propia

El gráfico N°18 muestra una tendencia del factor de potencia del molino SAG por encima de 0,98 esto nos confirma que el motor síncrono mejora el rendimiento del sistema eléctrico donde está instalado.

Se va a presentar el consumo continuo de potencia activa en el mes de Abril del 2018:

Gráfico 19: Potencia activa del molino SAG abril 2018

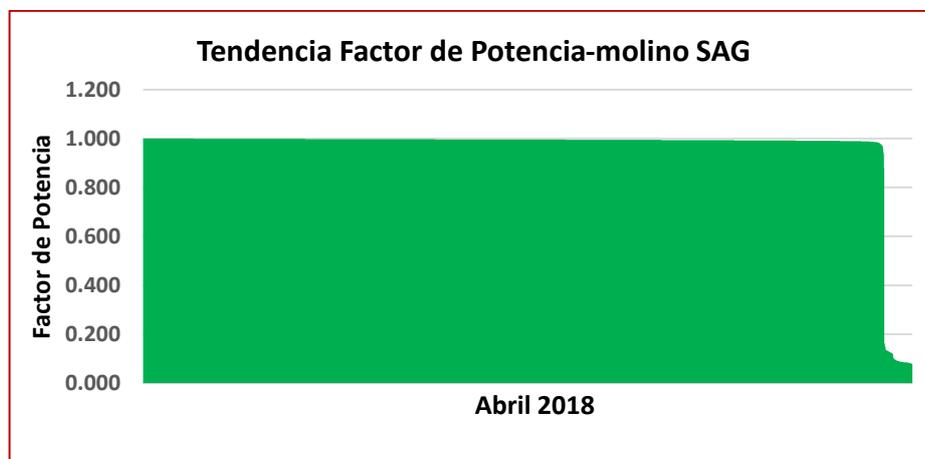


Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico N° 19, el consumo continuo de potencia activa en el mes de abril está entre 950KW y 1000KW, recordar que el molino SAG es de 1500HP (1119KW). Analizando la gráfica, notamos que la tendencia de la curva está entre estos valores y tiene unos picos que sobrepasan los 1000KW pero no son mayores a 1125KW.

Analizaremos el comportamiento del factor de potencia del molino SAG de la planta de procesos en el mes de Abril:

Gráfico 20: Factor de potencia del molino SAG



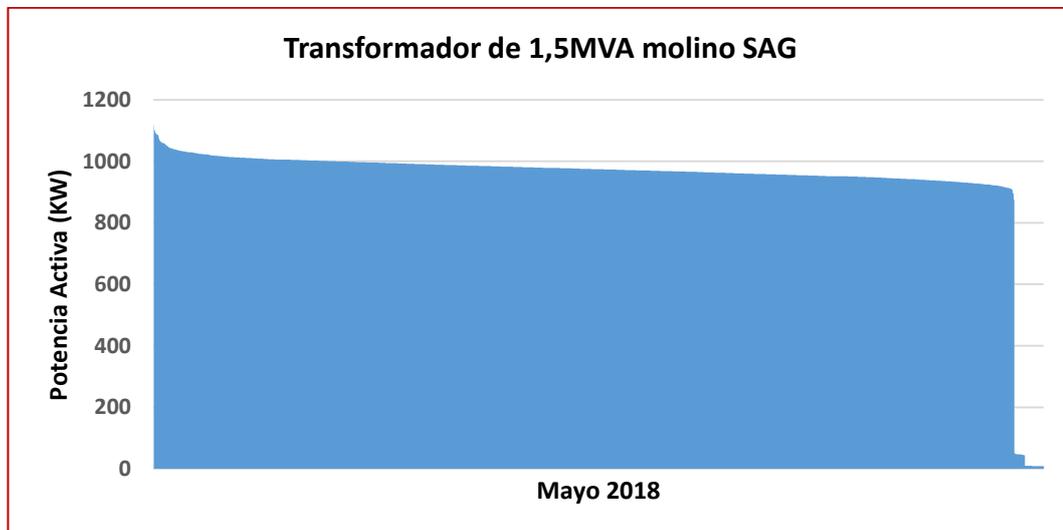
Fuente: Elaboración propia

El gráfico N°.20 muestra una tendencia del factor de potencia del molino SAG por encima de 0,98 esto nos confirma que el motor síncrono mejora el rendimiento del sistema eléctrico donde está instalado.

Con respecto a la tendencia de los meses que hemos analizado el factor de potencia en los 4 primeros meses del año 2018 se ha mantenido en valores superiores a 0,98, lo cual nos indica que el motor síncrono que acciona al molino SAG de la planta de procesos, ayuda a optimizar las pérdidas en los equipos y cables que se encuentran en las instalaciones de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.

La tendencia de los consumos continuos de la potencia activa en el mes de mayo del 2018 se muestra a continuación:

Gráfico 21: Potencia activa del molino SAG mayo 2018

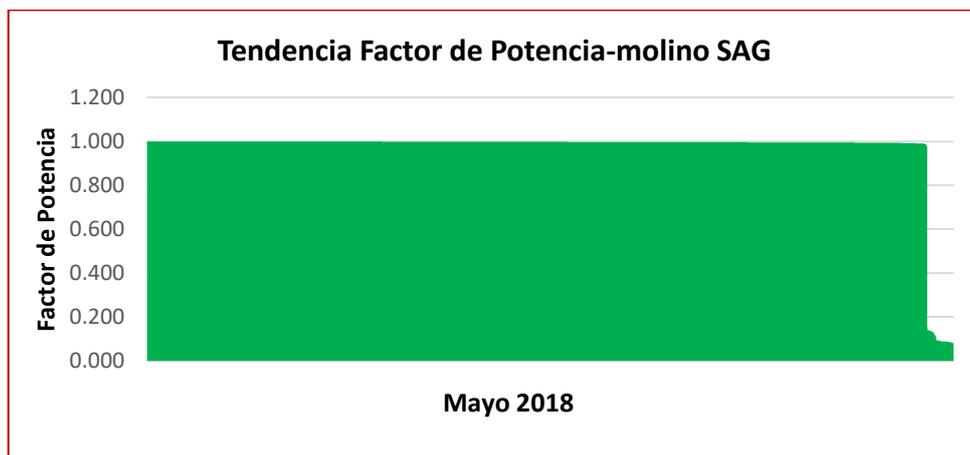


Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico N°21, el consumo en el mes de mayo de potencia activa está entre 980KW y 1020KW, recordar que el molino SAG es de 1500HP (1119KW). Analizando la gráfica, notamos que la mayor parte de la tendencia de la curva está entre estos valores y tiene unos picos que sobrepasan los 1000KW pero no son mayores a 1117KW.

Analizaremos el comportamiento del factor de potencia del molino SAG de la planta de procesos en el mes de mayo del 2018:

Gráfico 22: Factor de potencia del molino SAG

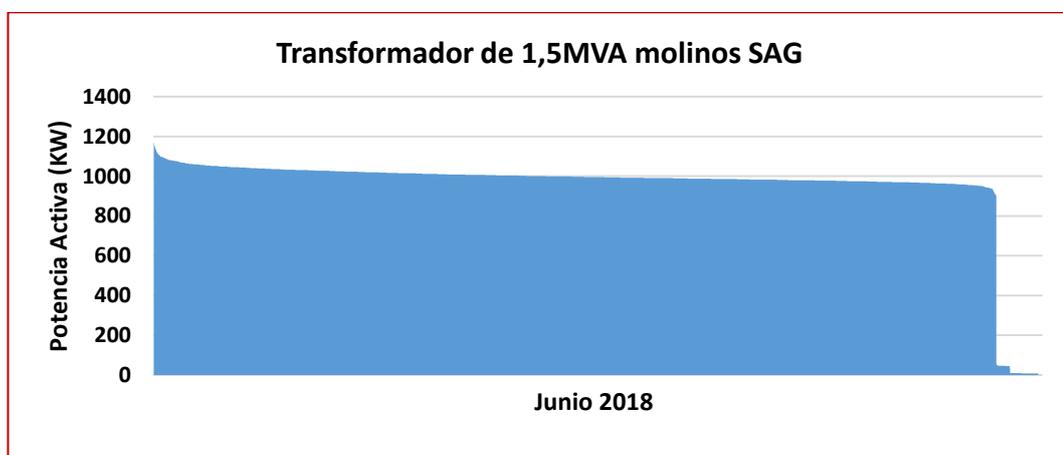


Fuente: Elaboración propia

El gráfico N°22 muestra una tendencia del factor de potencia del molino SAG por encima de 0,98 esto nos confirma que el motor síncrono mejora el rendimiento del sistema eléctrico donde está instalado.

La tendencia de los consumos continuos de la potencia activa en el mes de junio del 2018 se muestra a continuación:

Gráfico 23: Potencia activa del molino SAG junio 2018



Fuente: Elaboración propia

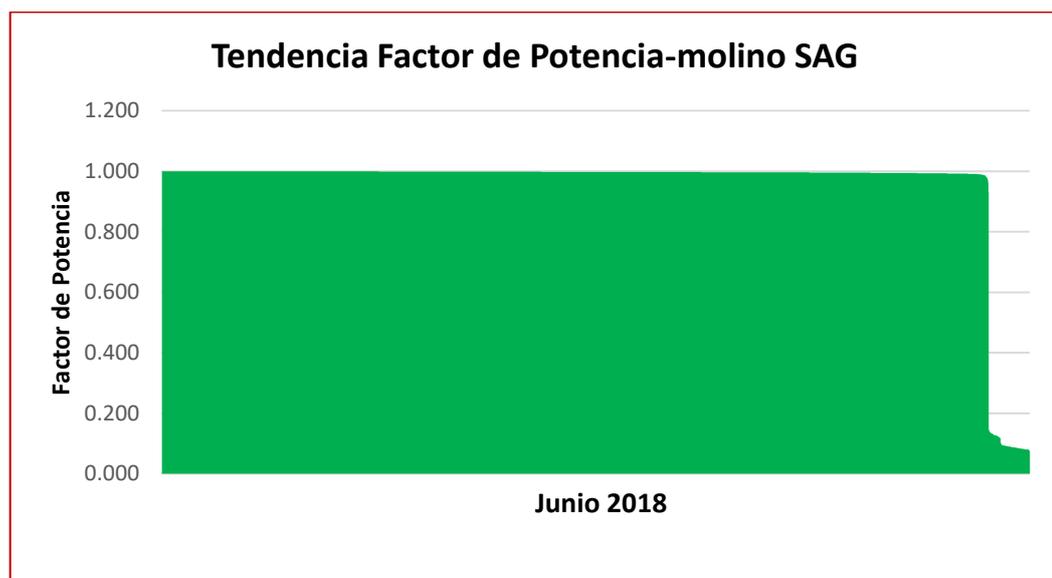
Según el gráfico N°23 el consumo continuo de potencia activa está entre 980KW y 1000KW, recordar que el molino SAG es de 1500HP (1119KW).

Analizando la gráfica, notamos que la mayor parte de la tendencia de la curva está entre estos valores y tiene unos picos que sobrepasan los 1000KW pero no son mayores a 1119KW.

Analizaremos el comportamiento del factor de potencia del molino SAG de la planta de procesos en el mes de Junio, es importante hacer énfasis que el análisis se basa en los 6 primeros meses del año 2018 ya que la temporada de lluvia en la provincia de Oyón duran hasta máximo el mes de mayo, con precipitaciones de gran magnitud y es donde se registra la máxima demanda de la planta de procesos e interior mina ya que los sistemas de bombeo se encuentran trabajando a plena carga.

A continuación vamos a presentar el registro del factor de potencia:

Gráfico 24: Factor de potencia del molino SAG



Fuente: Elaboración propia

El gráfico N°24 muestra una tendencia del factor de potencia del molino SAG por encima de 0,98 esto nos confirma que el motor síncrono mejora el rendimiento del sistema eléctrico donde está instalado.

En referencia al análisis del circuito que alimenta al molino SAG, equipo importante de la molienda primaria del circuito I de la planta de procesos de la mina Uchucchacua, se ha presentado los 6 primeros meses del año 2018 y en resumen tenemos:

Tabla 5: Valores de potencia activa del primer semestre del 2018

Potencia activa	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Resumen
Máximo (KW)	1119	1087	1092	1125	1117	1119	1119
Media (KW)	901	916	900	945	974	995	995

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: Valores del factor de potencia en el primer semestre 2018

Factor Potencia	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Resumen
Máximo	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Media	0,991	0,994	0,992	0,996	0,997	0,998	0,998

Fuente: Elaboración propia

Los valores presentados en las tablas N°5 y N°6, son los valores registrados por los medidores ION 7650 en el lado de alta tensión 10kV del circuito que alimenta al molino SAG.

El consumo de potencia activa del molino SAG se mantiene dentro de su potencia nominal, los valores del factor de potencia registrados indican

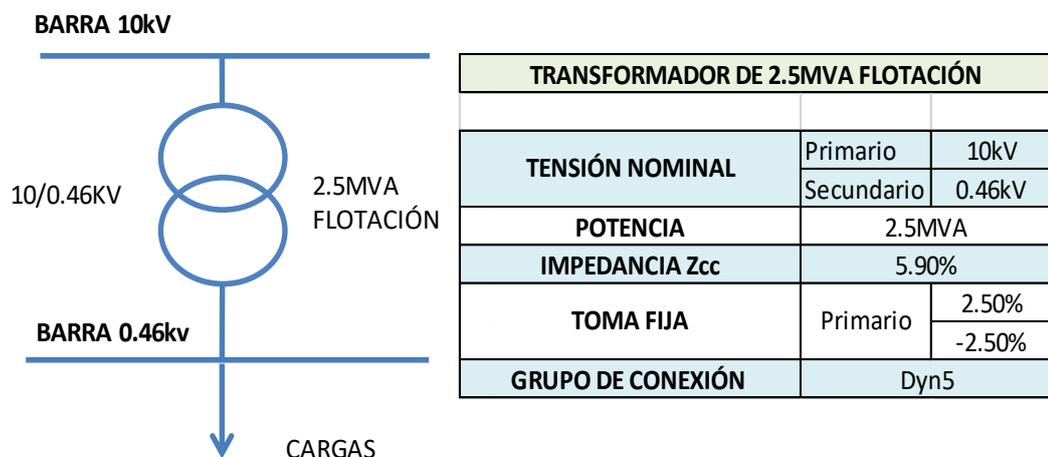
valores entre 0,998 y 1,00; es decir, una mínima diferencia entre ambos valores.

Es importante estos resultados para el mejoramiento del factor de potencia de la planta de procesos que se ha presentado los circuitos con los que cuenta la planta tienen bajo factor de potencia y su tratamiento es relevante.

4.6.3 Análisis del circuito del transformador 2.5 MVA Flotación

El circuito de Flotación esta alimentado por un transformador de 2,5MVA-10/0,46kV, a continuación el esquema unifilar de este circuito:

Figura 10: Diagrama unifilar circuito de flotación



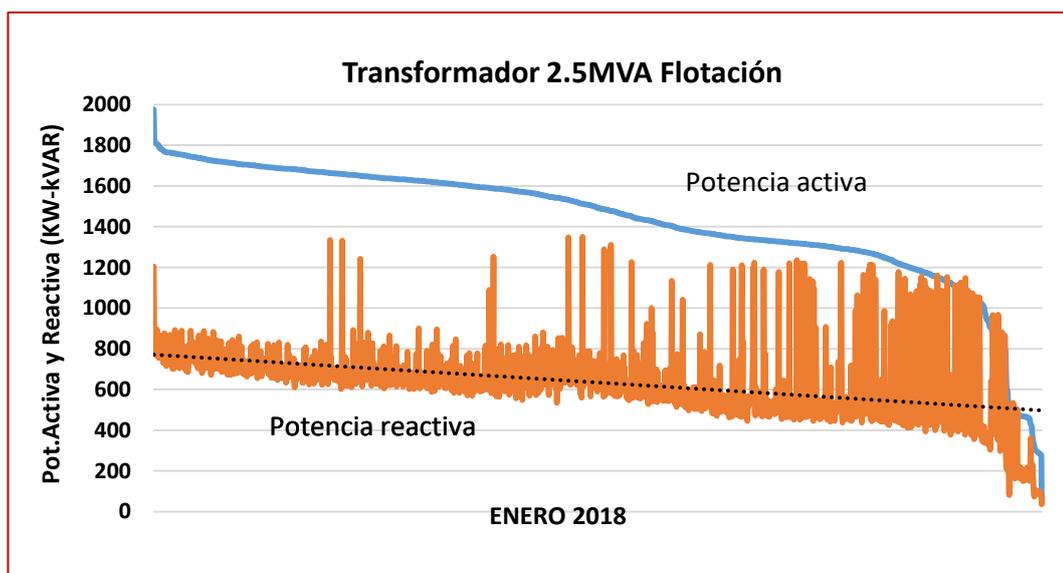
Fuente: Elaboración propia

Las cargas que alimenta este transformador son el tablero de distribución flotación 1, 2 y 3, tablero de distribución compresoras y spencer. Presentaremos el registro de potencia activa y reactiva en un periodo de 6 meses continuos (Enero – junio 2018) almacenados en el medidor ION 7650 en el lado de 10kV, cabe resaltar que el circuito de flotación comprende gran cantidad de máquinas eléctricas como motores eléctricos que accionan fajas, bombas, circuitos que complementan la operación

normal del procesamiento del mineral que ingresa a la planta de procesos.

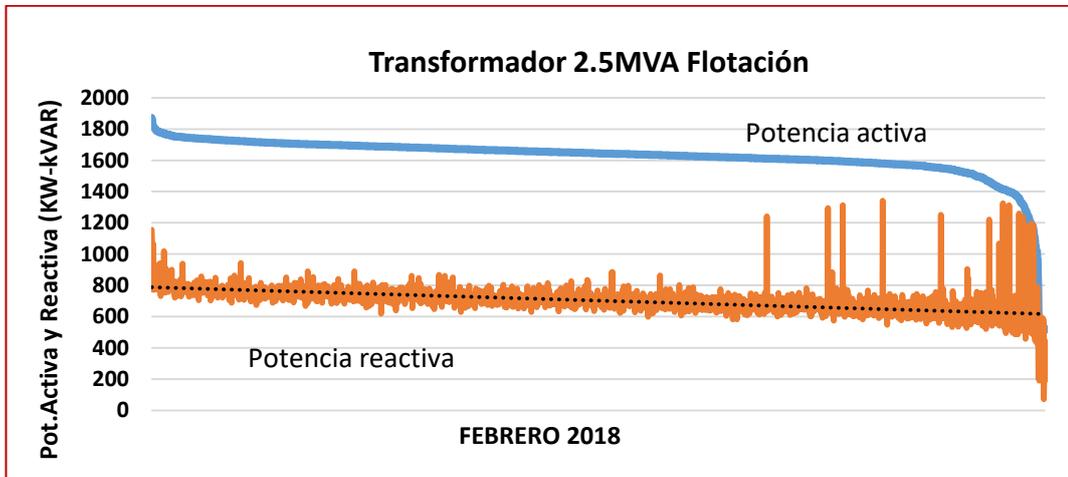
Es por ello se debe tener en cuenta los registros de potencia activa y reactiva debido a la gran concentración de máquinas eléctricas que alimenta el circuito de flotación, el equipo principal de este circuito es un transformador 2,5MVA 10/0,46kV. Es importante los métodos de compensación reactiva para mitigar el gran consumo de reactivos producto de un bajo factor de potencia, los problemas que conlleva en las redes eléctricas y las máquinas eléctricas que se encuentran conectadas a ésta.

Gráfico 25: Diagrama de potencia flotación enero 2018



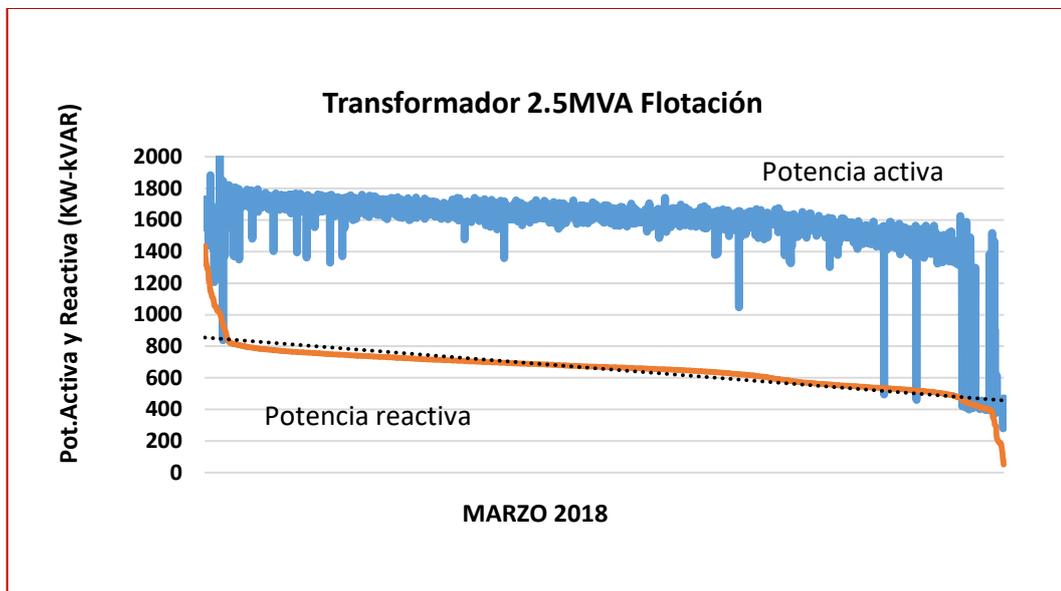
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 26: Diagrama de potencia flotación febrero 2018



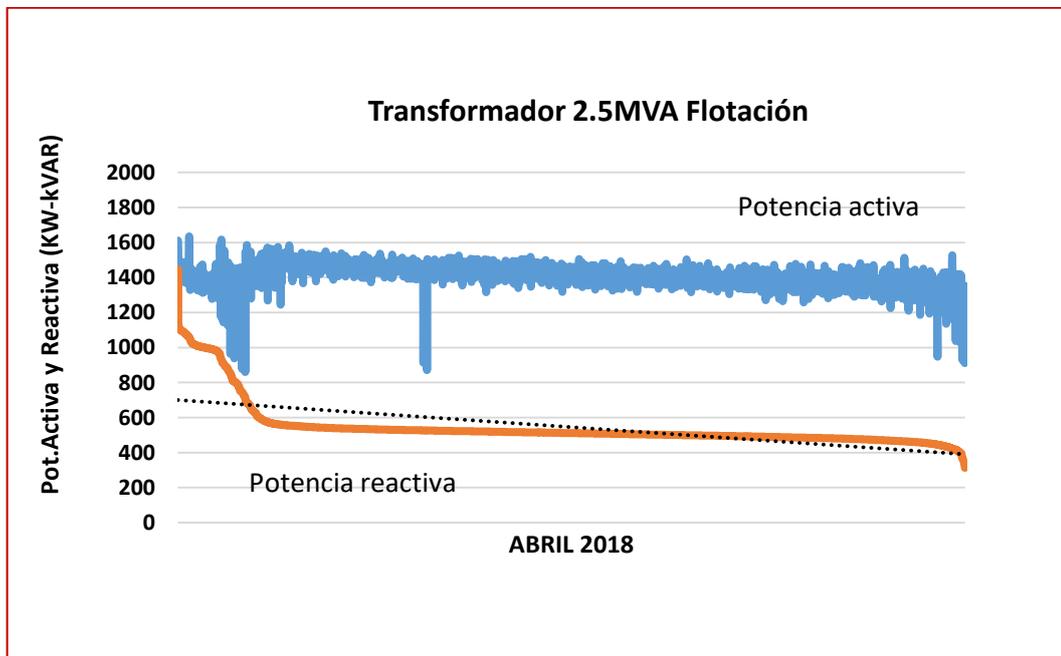
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 27: Diagrama de potencia flotación marzo 2018



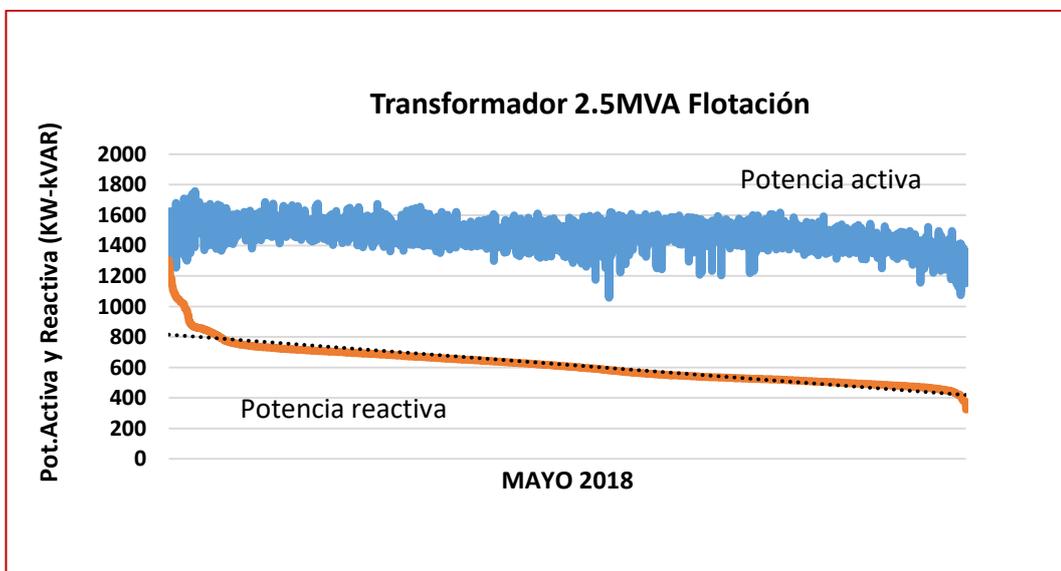
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 28: Diagrama de potencia flotación abril 2018



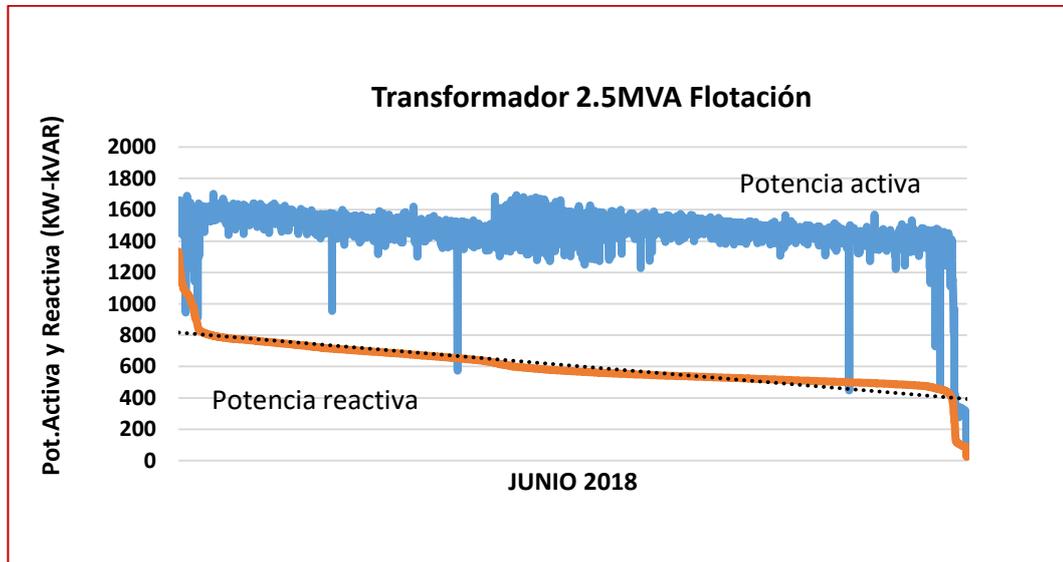
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 29: Diagrama de potencia flotación mayo 2018



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 30: Diagrama de potencia flotación junio 2018



Fuente: Elaboración propia

Según los diagramas tenemos el siguiente consolidado:

Tabla 7: Registro de potencia activa del primer semestre de flotación 2018

Potencia activa	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Máxima(kW)	1976	1872	2026	1635	1758	1702
Media(kW)	1492	1645	1626	1413	1477	1491
Mínima(kW)	52	514	280	860	1058	74

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N°7, se tiene el consumo de potencia en los 6 primeros meses del año 2018, presentando los valores máximos, medios y mínimos de potencia activa del circuito de flotación, siendo el máximo consumo en el mes de marzo con un registro de 2026KW.

A continuación, presentaremos el cuadro de los factores de potencia máximos y medios medidos en el primer semestre:

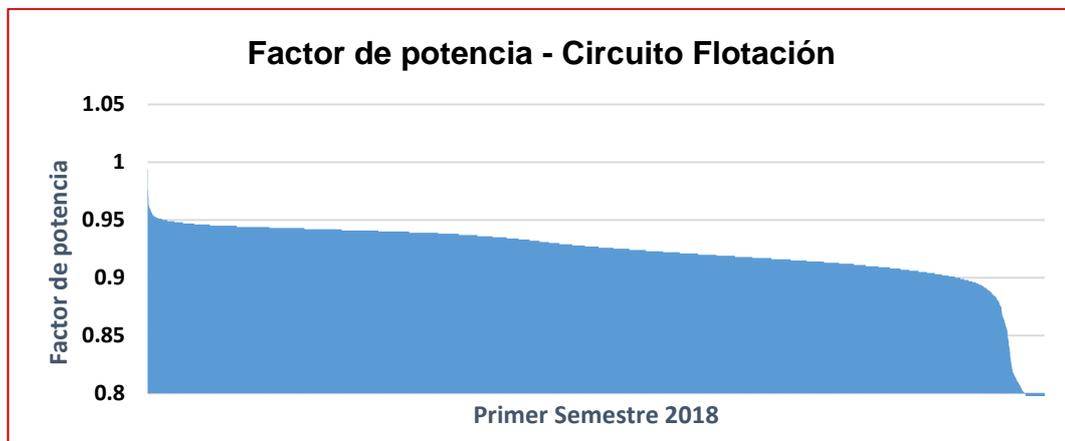
Tabla 8: Registro del factor de potencia de flotación

Factor de potencia	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Máximo	0,988	0,991	0,994	0,972	0,971	0,963
Media	0,925	0,919	0,924	0,941	0,923	0,936

Fuente: Elaboración propia

La tendencia del factor de potencia en los 6 primeros meses del año 2018, es importante tenerlo en consideración ya que este parámetro nos indica la relación entre la potencia activa y la potencia total de la instalación; en consecuencia, la potencia reactiva del sistema eléctrico. Tener en cuenta que el circuito de flotación cuenta con compensación reactiva en el tablero de distribución principal y en tableros de distribución de los circuitos de flotación 1, 2 y 3. La compensación reactiva es mediante banco de condensadores automáticos en el lado de baja tensión 460 voltios en consideración al costo de inversión con un banco de condensadores en el lado de alta tensión 10kV con la misma potencia.

Gráfico 31: Registro de factor potencia primer semestre 2018 del circuito de flotación



Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico del registro de factor de potencia del circuito de flotación del primer semestre del año 2018, podemos concluir que el rango de mayor incidencia del factor de potencia está entre 0,94 y 0,9, un valor alto en comparación a otros circuitos de la planta de procesos analizados:

Tabla 9: Registro de la potencia reactiva primer semestre 2018

Potencia reactiva	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Máxima(kVAR)	1351	1342	1433	1447	1303	1333
Media (kVAR)	634	705	669	511	607	570
Mínima (kVAR)	36	72	52	313	324	24

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N°9 los valores mínimos de potencia reactiva es cuando el factor de potencia del circuito de flotación cae a valores de aproximadamente de 0,9 y 0,94.

Es importante mencionar que el circuito de flotación tiene compensación reactiva con banco de condensadores automáticos en el tablero de distribución que alimenta a los circuitos de flotación 1, 2 y 3. Asimismo existe otro banco de condensadores de 850kVAR conectado al tablero de distribución de llegada en el lado de baja tensión del transformador de 2,5MVA. Asimismo, tener en cuenta que el banco de condensadores no suministra la potencia nominal que se indica en la placa del equipo.

En consecuencia, si no se compensara con bancos de condensadores automáticos en los distintos tableros de distribución antes mencionados, el consumo de potencia reactiva fuera mayor y no se registraría los valores que se ha presentado anteriormente.

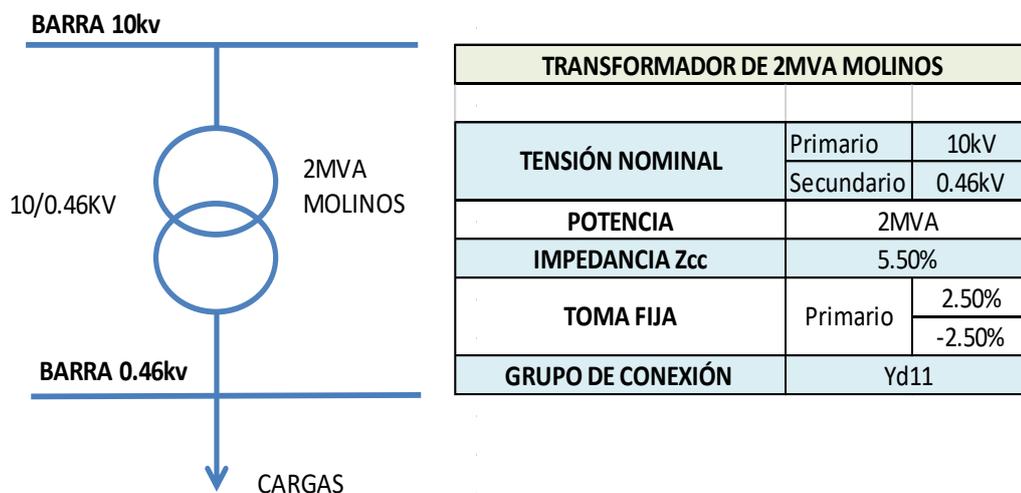
4.6.4 Análisis del circuito del transformador 2 MVA molinos

El transformador de 2MVA alimenta cargas esenciales dentro de la operación del circuito I de la planta de procesos como son: molino 7"x12" (287KW) y molino 8"x10" (300KW) que en conjunto suman una potencia de 587KW. Este circuito está alimentado por un transformador de 2MVA-10/0,46kV, es de gran importancia dentro de la molienda de la planta de procesos, ya que procesa el mineral para ser tratado por los diferentes niveles que atraviesa en la planta y obtener el producto que es el mineral que se comercializa.

El circuito de molinos alimenta cargas fundamentales para el procesamiento del mineral como por ejemplo: bombas, fajas, cargas de la sala de muestreo, las bombas de relave del circuito 1 y 2, bombas de cabeza, tableros de distribución de los molinos de CAL.

Con respecto a las bombas de relave dentro de un entorno ambiental bastante discutido como es la Comunidad de Oyón es importante mantener el relave en optimas condiciones ya que es monitoreado mensualmente por miembros de la Comunidad.

Figura 11: Esquema circuito de molinos



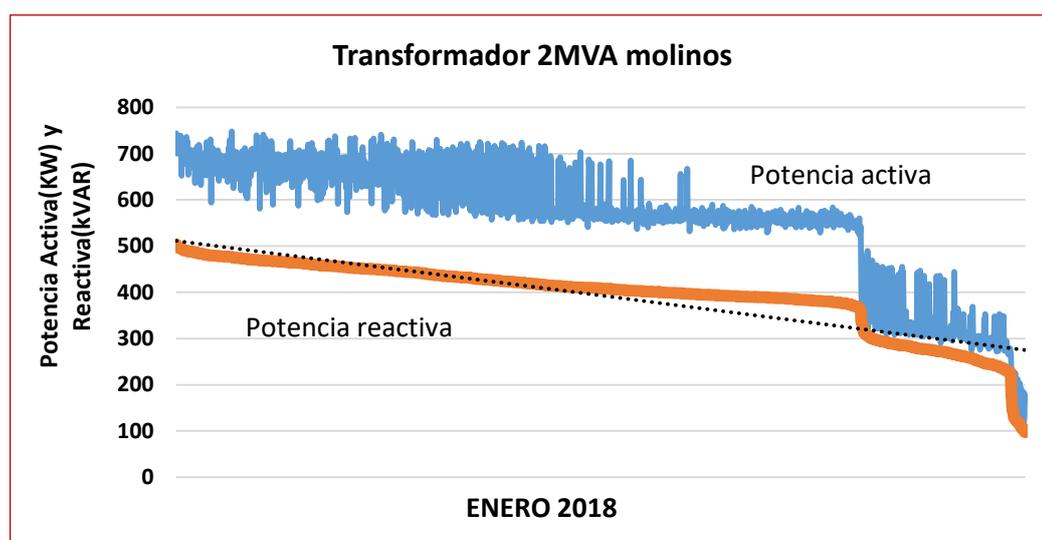
Fuente: Elaboración propia

Presentaremos el registro de potencia activa y reactiva en un periodo de 6 meses continuos (Enero – Junio 2018), almacenados en el medidor ION 7650 instalado en el lado de 10kV, circuito de molinos pertenece a molienda secundaria.

Los datos registrados se presentan mes a mes, nos proporciona una visión integral del comportamiento de los distintos parámetros eléctricos en los meses anteriormente contemplados.

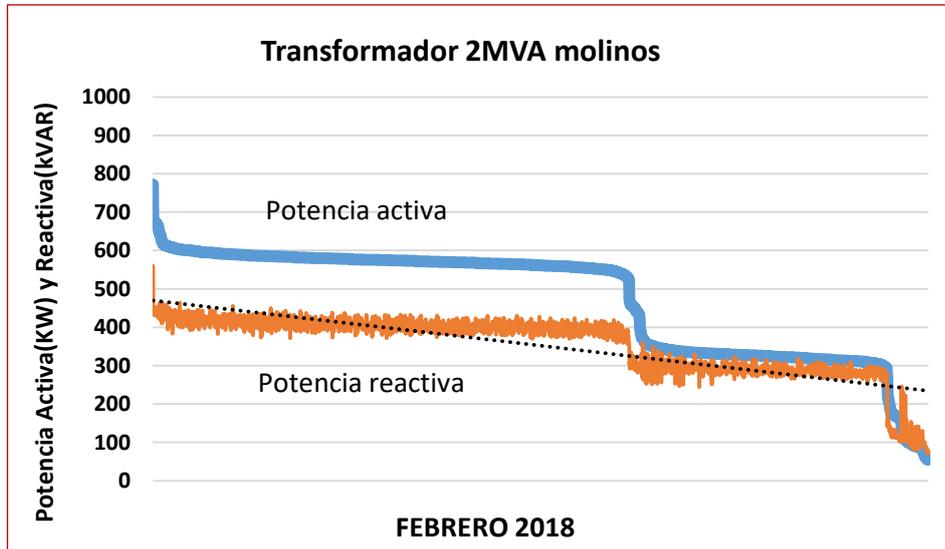
Según el consumo del circuito de molinos, se planteará soluciones que optimicen las pérdidas en las redes de distribución de energía, si el consumo de reactivos es considerable se propondrá alternativas para mitigar el consumo de éstos, ya que genera grandes inconvenientes en la vida útil de los equipos como son motores eléctricos, bombas y el aislamiento de los cables eléctricos que transportan la energía eléctrica. Es por ello es importante analizar la tendencia del consumo de potencia activa para definir las acciones a considerar para contrarrestar los efectos negativos de este problema.

Gráfico 32: Diagrama de potencias molinos enero 2018



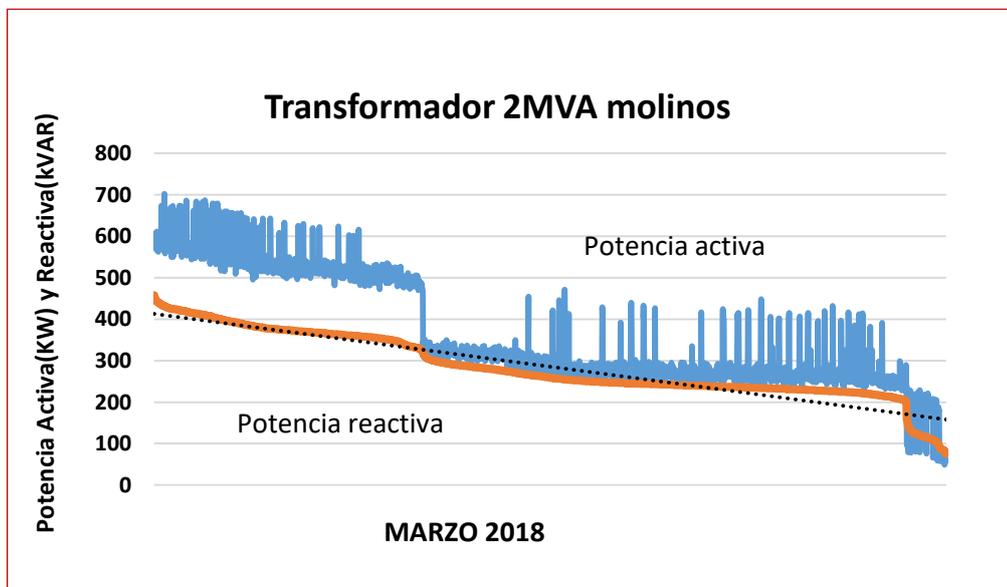
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 33: Diagrama de potencias molinos febrero 2018



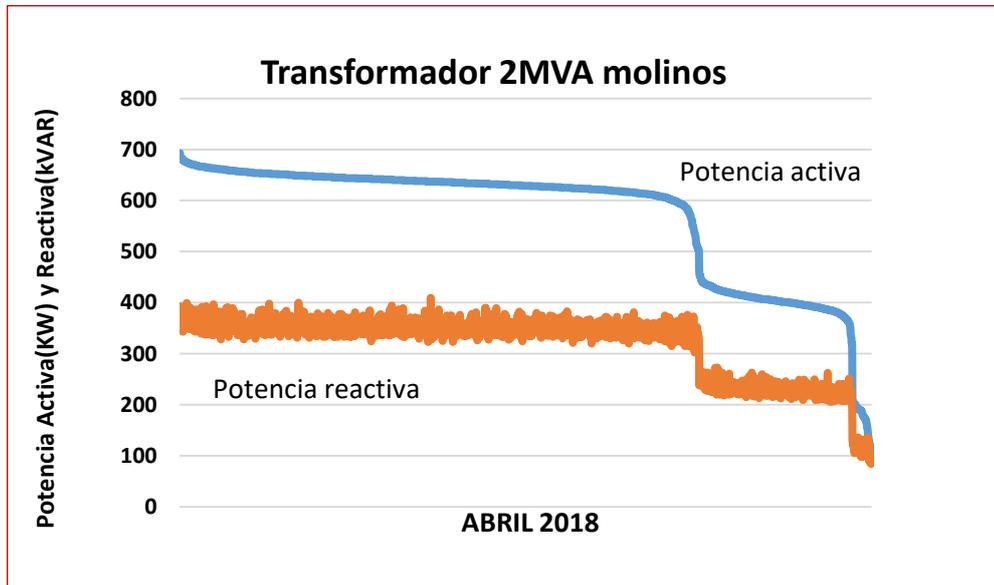
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 34: Diagrama de potencias molinos marzo 2018



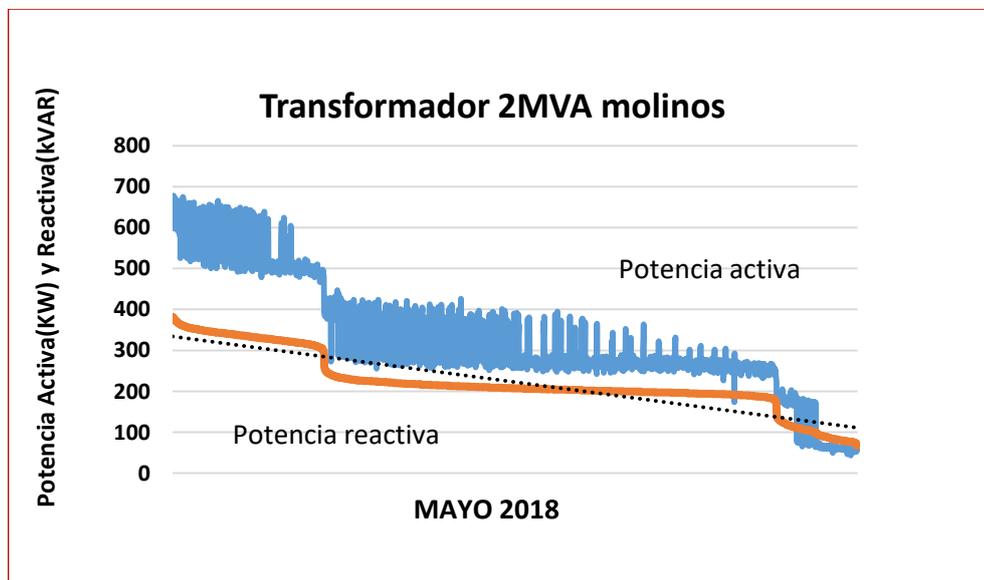
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 35: Diagrama de potencias molinos abril 2018



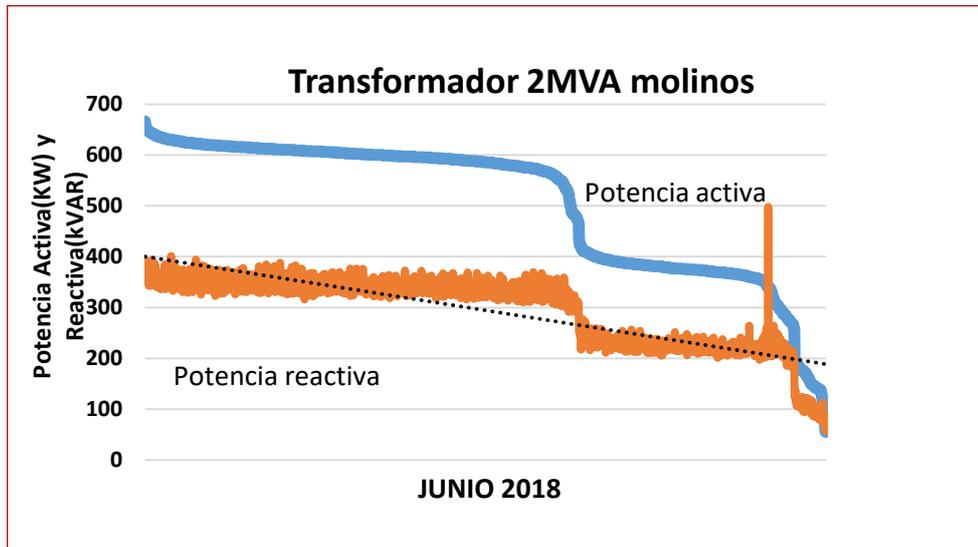
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 36: Diagrama de potencias molinos mayo 2018



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 37: Diagrama de potencias molinos junio 2018



Fuente: Elaboración propia

Según los diagramas tenemos el siguiente consolidado:

Tabla 10: Registro de potencia activa de molinos

Potencia activa	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Máximo (kW)	748	772	702	693	678	666
Media (kW)	572	562	297	629	276	586
Mínimo (kW)	114	55	54	104	43	55

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N°10 se tiene el consumo de potencia en los 6 primeros meses del año 2018, presentando los valores máximos, medios y mínimos de potencia activa del circuito de molinos, siendo el máximo consumo en el mes de febrero con un registro de 772KW.

A continuación, presentaremos el cuadro de los factores de potencia máximos y medios medidos en el primer semestre.

Tabla 11: Registro del factor de potencia de molinos

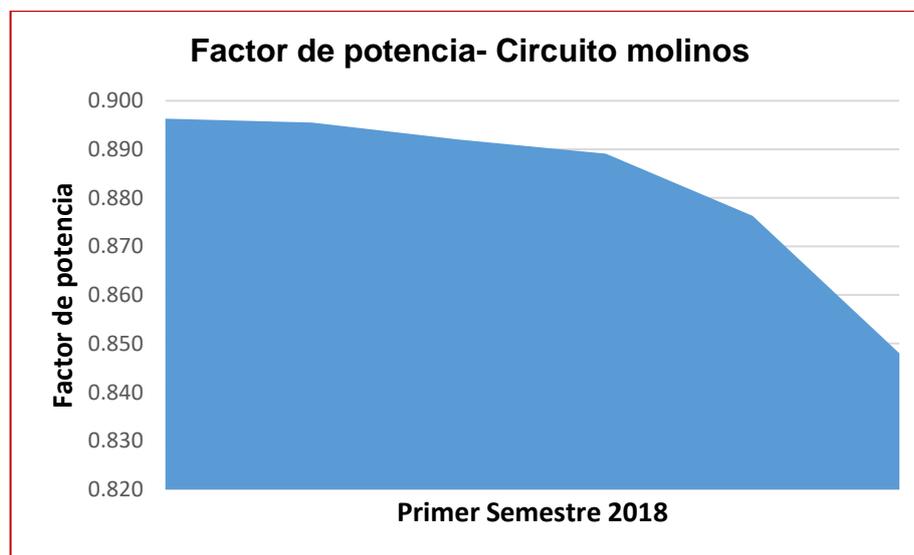
Factor de potencia	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Máximo	0,876	0,848	0,892	0,896	0,896	0,889
Media	0,819	0,810	0,761	0,874	0,812	0,865

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla N° 11, se presenta los valores registrados mensualmente de enero a junio del 2018, es importante tener en cuenta el factor de potencia en el sistema eléctrico, ya que un bajo factor de potencia disminuye la vida útil de los equipos, genera pérdidas de energía eléctrica en los cables de media y baja tensión.

El circuito de molinos de 2MVA contiene dentro de las cargas que alimenta dos molinos que son importante para la producción y que contribuyen con el procesamiento del mineral.

Gráfico 38: Registro de factor potencia de molinos primer semestre 2018



Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico del registro de factor de potencia del circuito de molinos del primer semestre del año 2018, podemos concluir que el rango de

mayor incidencia del factor de potencia está entre 0,88 y 0,892, lo cual representa un valor bajo en comparación a otros circuitos.

Tabla 12: Registro de la potencia reactiva

Potencia reactiva	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Máximo(kVAR)	504	560	458	409	382	498
Media (kVAR)	408	391	260	346	207	331
Mínimo (kVAR)	97	71	75	84	67	57

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N°12 se tiene el factor de potencia en el mes de febrero 2018 en 0,848, es necesario contrastar con el alto consumo de potencia reactiva máxima que es 560kVAR en el primer semestre del año 2018.

Es importante mencionar que el circuito molinos tiene compensación reactiva con banco de condensadores automáticos en el tablero de distribución que alimenta a los molinos 7"x12" y 8"x10". Asimismo, existe otro banco de condensadores de 250kVAR conectado al tablero de distribución de llegada en el lado de baja tensión del transformador de 2MVA.

En consecuencia, si no se compensara con bancos de condensadores automáticos en los distintos tableros de distribución antes mencionados, el consumo de potencia reactiva sería mucho mayor.

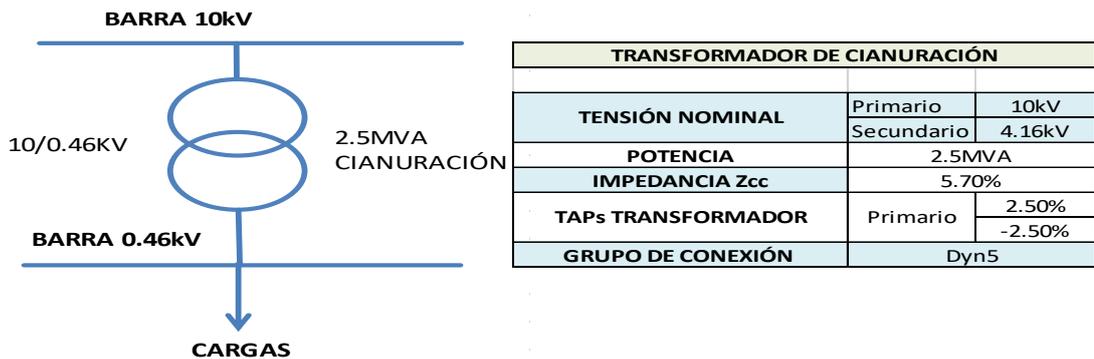
4.6.5 Análisis del circuito del transformador 2.5MVA Cianuración

El circuito de cianuración de la planta de procesos está alimentado por un transformador de 2MVA de 10/0,46kV, actualmente el circuito de cianuración no opera en su totalidad, es por ello que se mostrará un

consumo mínimo con respecto a los otros circuitos correspondientes del circuito I de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.

Figura 12 Esquema representativo del circuito de cianuración

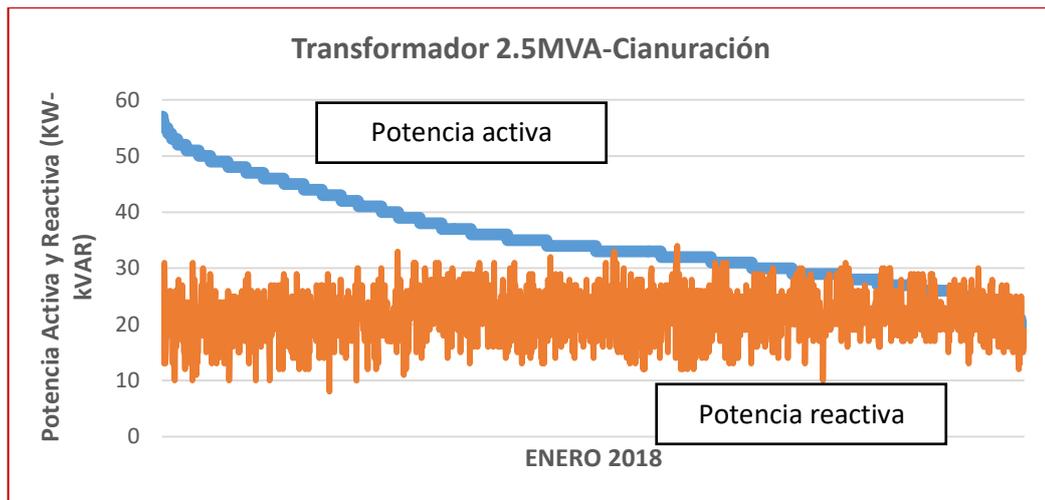
ESQUEMA



Fuente: Elaboración propia

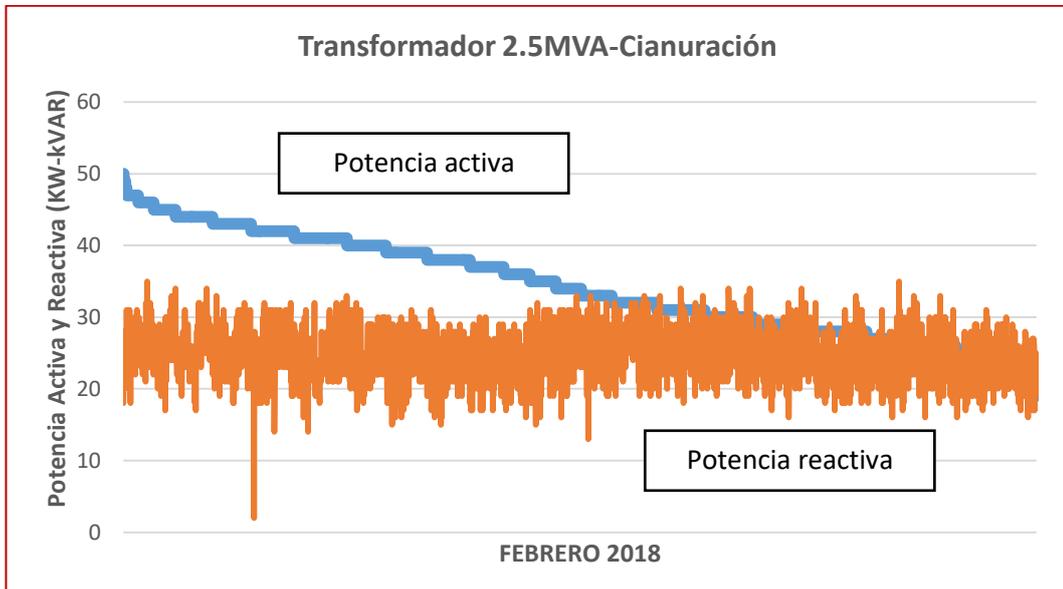
Presentaremos el registro de potencia activa en el periodo de 6 meses continuos (Enero – Junio 2018), el primer semestre almacenados en el medidor ION 7650 en el lado de 10kV del transformador de potencia de 2,5MVA, instalado en la planta de procesos de la mina Uchucchacua.

Gráfico 39: Diagrama de potencias cianuración enero 2018



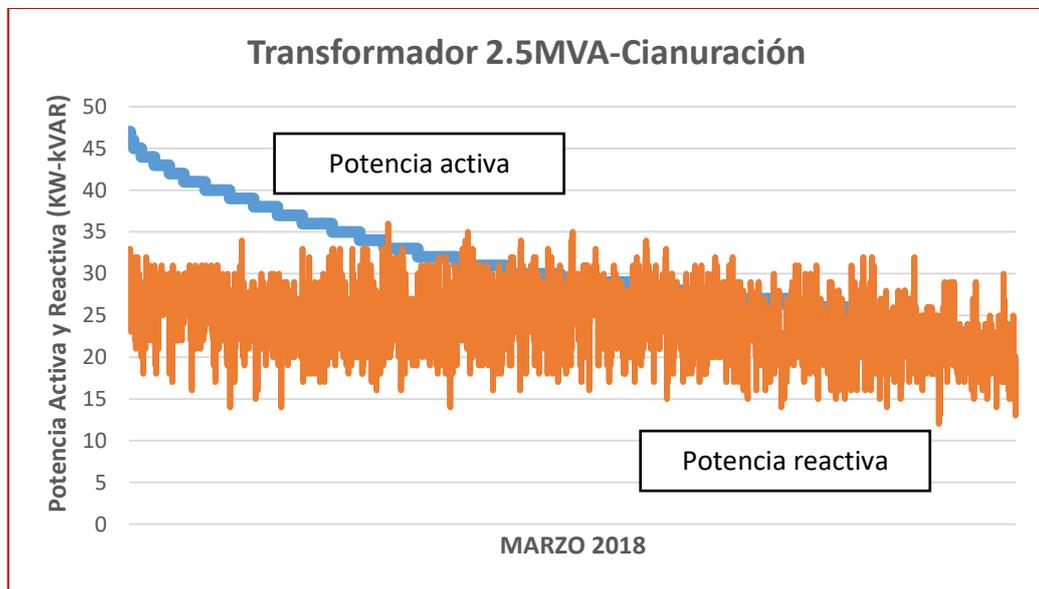
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 40: Diagrama de potencias cianuración febrero 2018



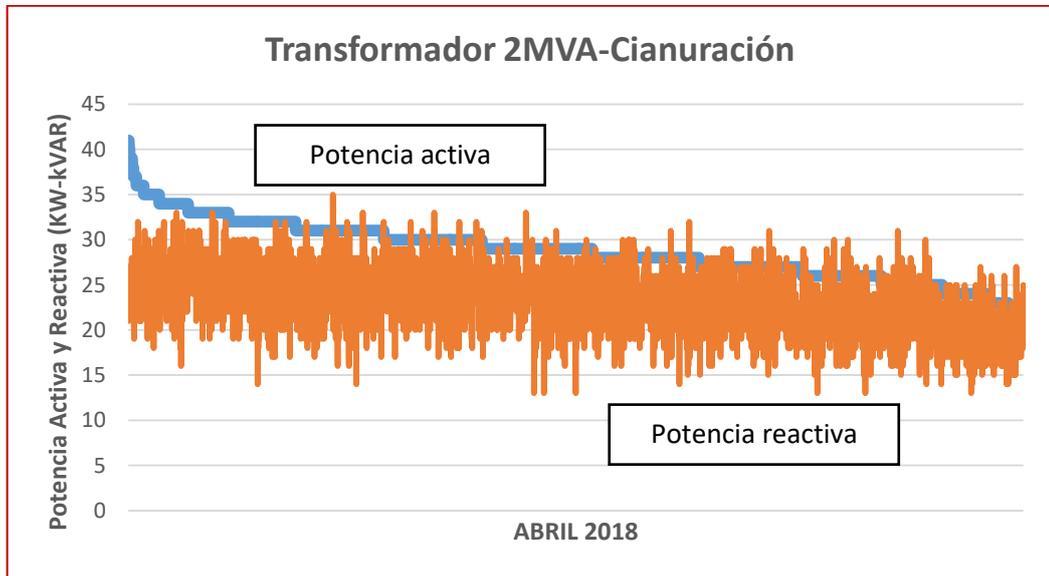
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 41: Diagrama de potencias cianuración marzo 2018



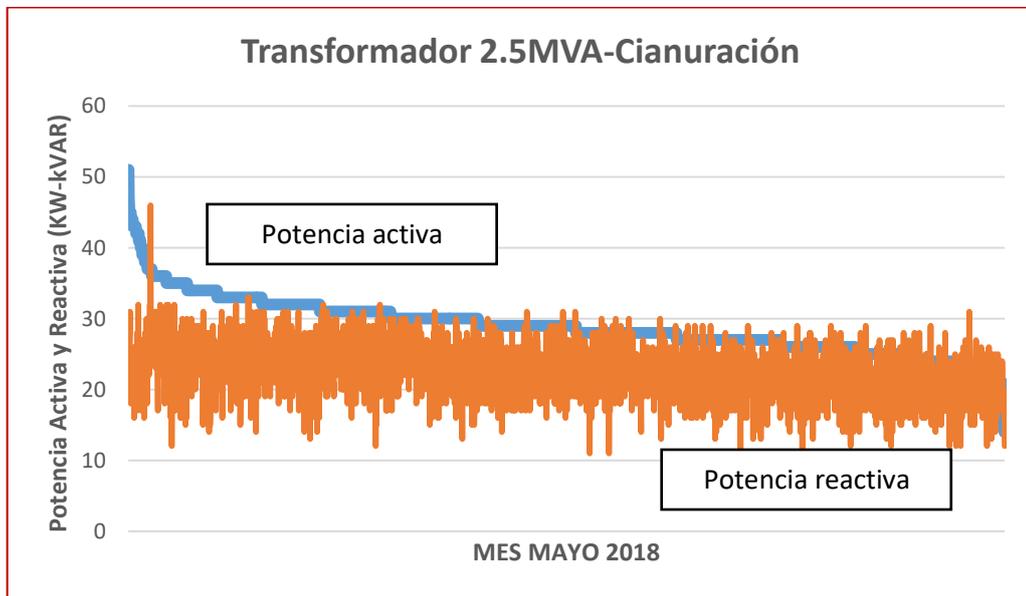
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 42: Diagrama de potencias cianuración abril 2018



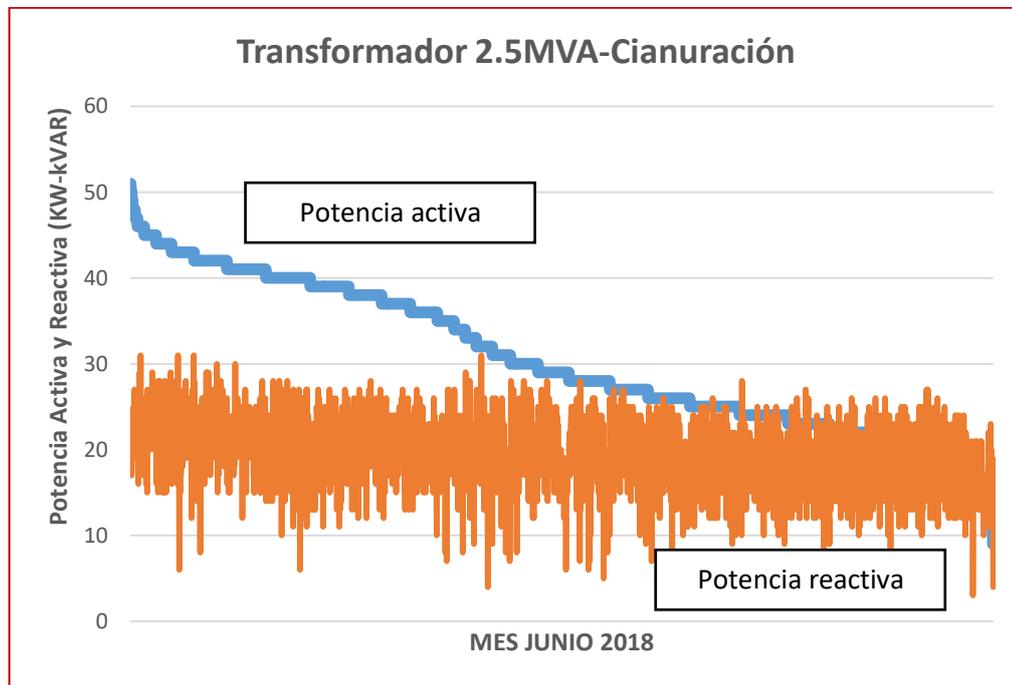
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 43: Diagrama de potencias cianuración mayo 2018



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 44:: Diagrama de potencias cianuración junio 2018



Fuente: Elaboración propia

Analizando los gráficos presentados en el primer semestre del año 2018, el circuito de cianuración registra un bajo consumo de potencia activa y en consecuencia bajo consumo de potencia reactiva. Los consumos de potencia activa están entre 40kW y 60kW, en comparación a los 7,377MW aproximadamente en máxima demanda del consumo de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.

Los registros de potencia activa y reactiva son relativamente bajos debido a lo anteriormente mencionado que el circuito de cianuración no se encuentra trabajando y solo algunos equipos están en funcionamiento para complementar el procesamiento del mineral de la planta de procesos.

Respecto a la potencia reactiva vemos un registro entre los 10kVAR y 30kVAR, un consumo bajo de reactivos en el circuito de cianuración debido que este circuito no funciona al 100% de su capacidad, dentro de

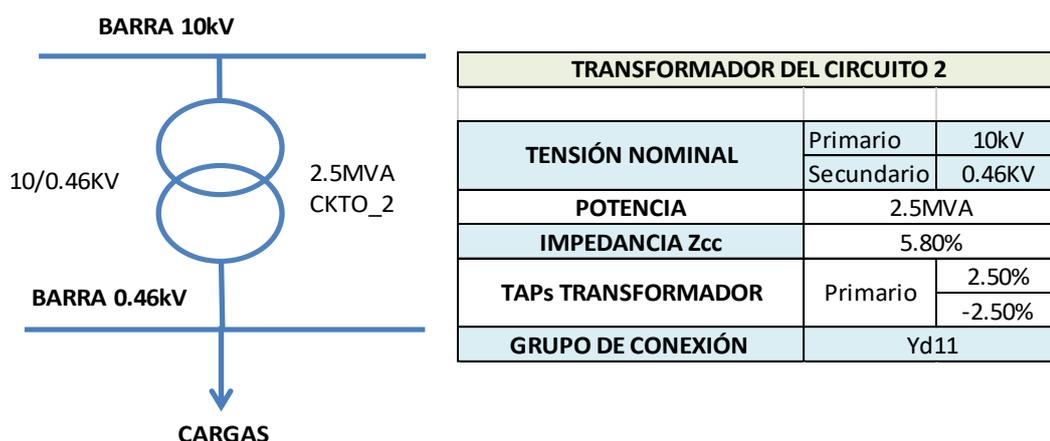
los circuitos que alimenta el transformador se tiene un banco de condensadores de 600kVAR instalado en la barra del centro de control de motores 1, pero dicho banco de condensadores no se encuentra funcionando es por ello que el registro de consumo de potencia reactiva está entre dichos valores antes mencionados.

4.6.6 Análisis del circuito 2 del transformador 2.5MVA

El circuito 2 de la planta de procesos es alimentado por el transformador de la Subestación Eléctrica Paragsha TP-385 10/12MVA 138/10kV operado por el Consorcio Energético de Huancavelica (CONENHUA), el circuito 2 alimenta un transformador de 2,5MVA en 10kV y lo transforma en 460V.

El circuito 2 alimenta en 460V cargas principales de la planta de procesos, el molino de 9"x13", cargas del circuito de flotación debido a una redistribución de las cargas y la cantidad de las mismas se determinó que el circuito 2 tiene capacidad suficiente para atender esta demanda.

Figura 13: Esquema representativo del circuito 2 - Planta de Procesos

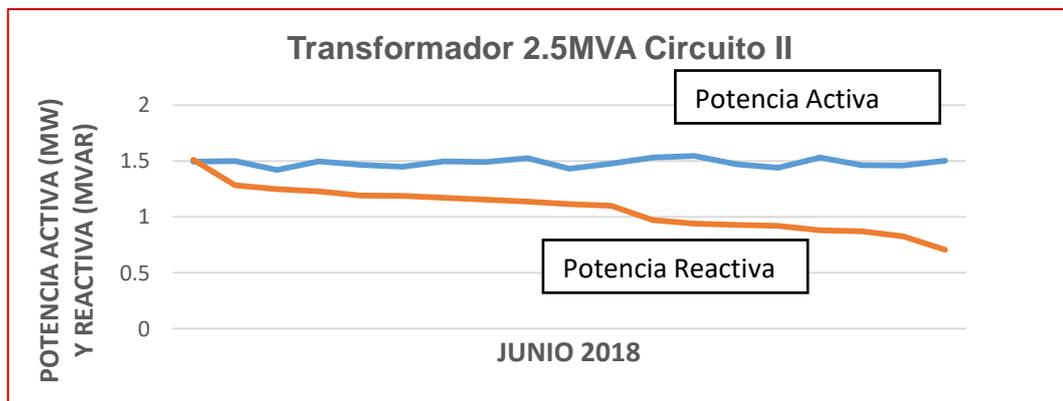


Fuente: Elaboración propia

Se va a presentar los registros de potencia activa y reactiva del transformador de 2,5MVA 10/0.46kV, registrados en el lado de alta

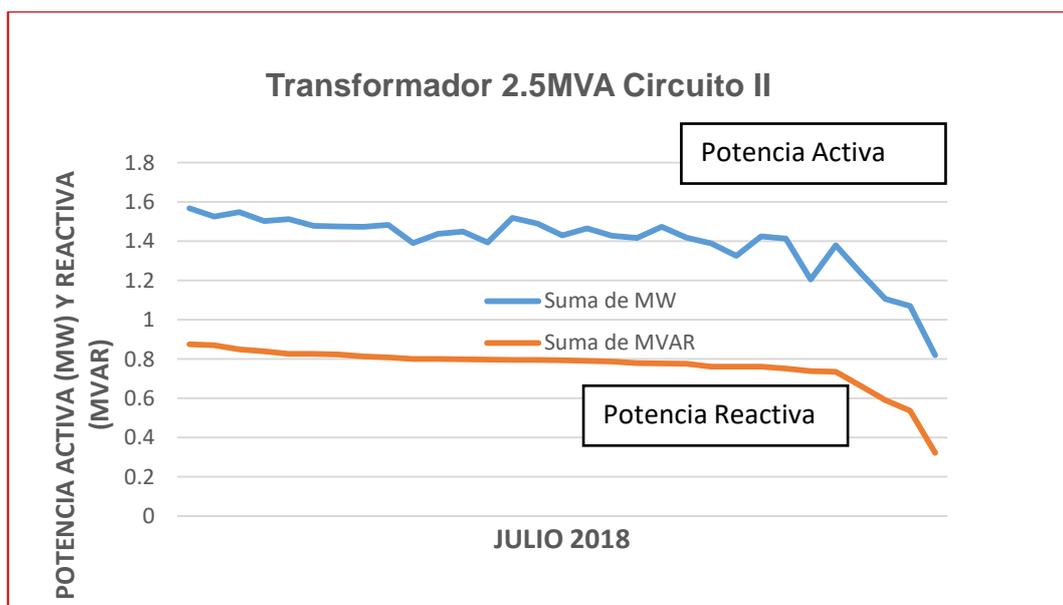
tensión 10kV por el medidor ION 7650 ubicado en la Subestación Paragsha Conenhua. Los datos tomados son de los meses de Junio a Noviembre del 2018, debido a la implementación de la celda del circuito 2 (planta de procesos) en la sala de control de la Subestación Paragsha Conenhua:

Gráfico 45: Diagrama de potencias del circuito II junio 2018



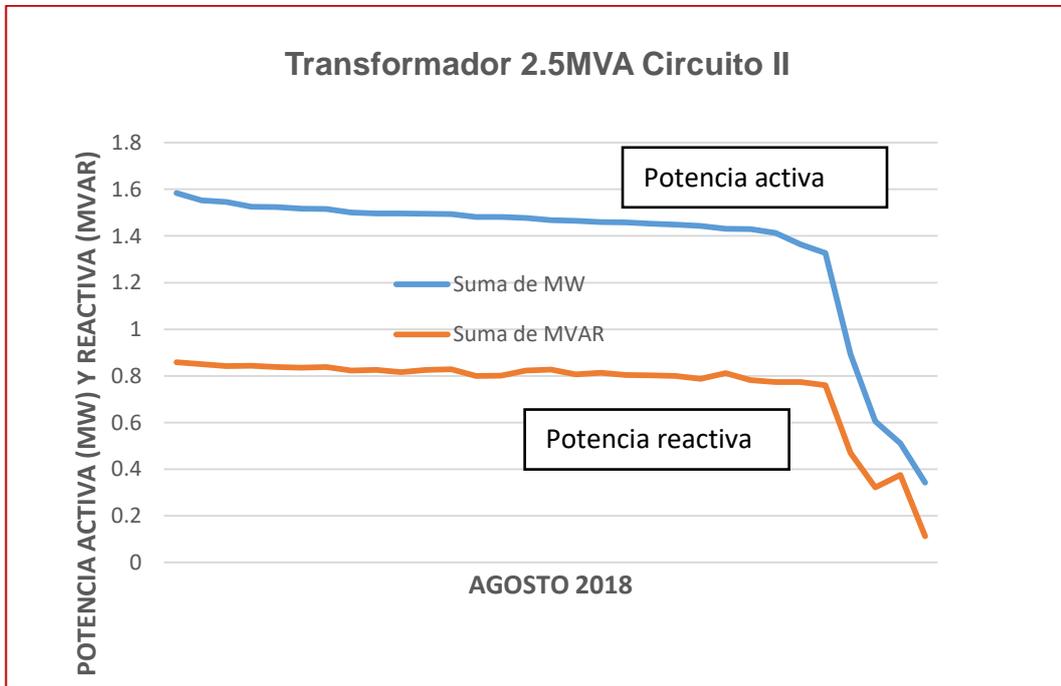
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 46: Diagrama de potencias del circuito II julio 2018



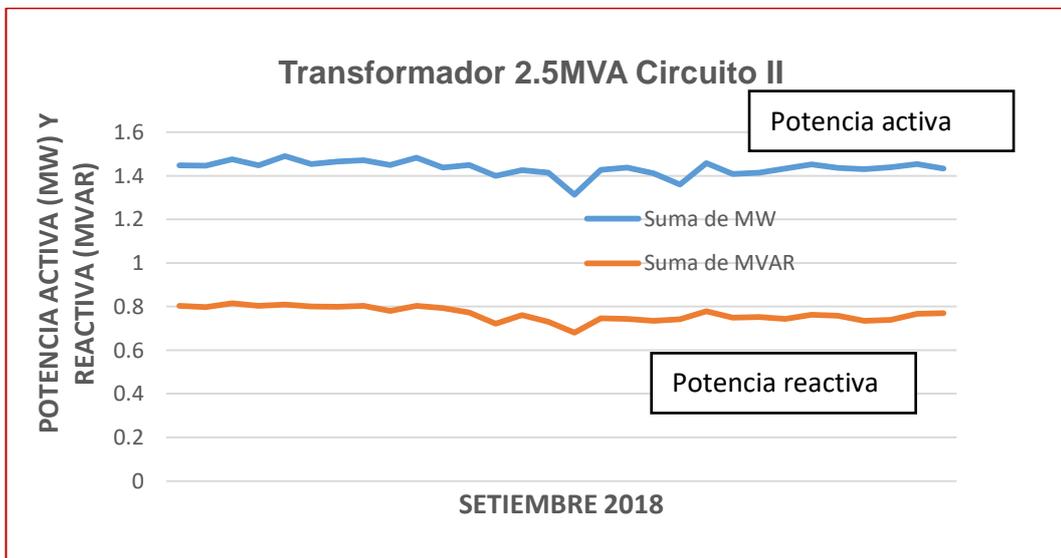
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 47: Diagrama de potencias del circuito II agosto 2018



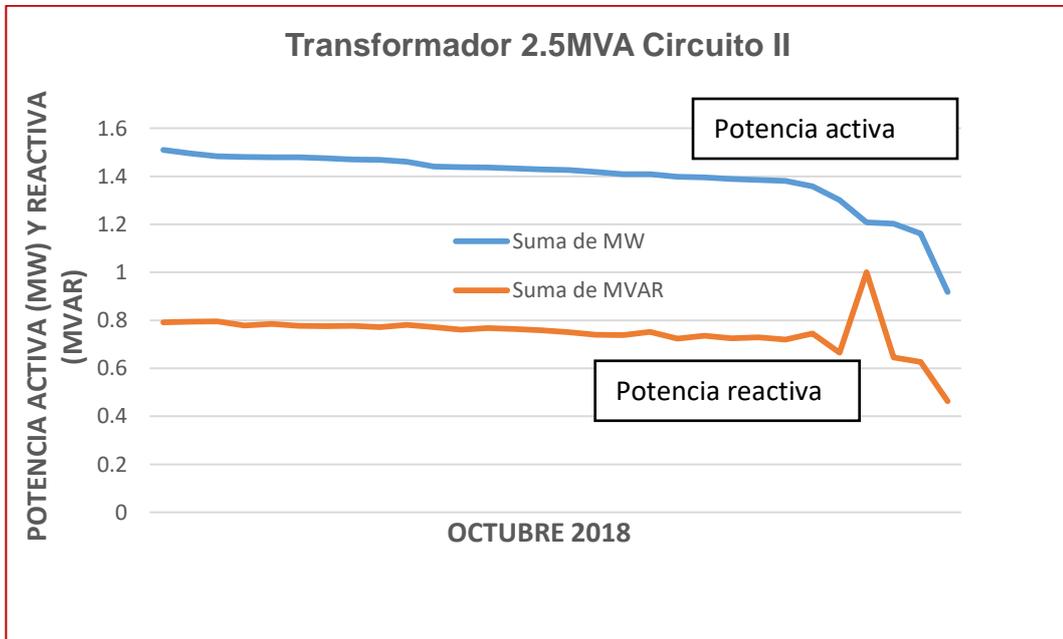
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 48: Diagrama de potencias del circuito II setiembre 2018



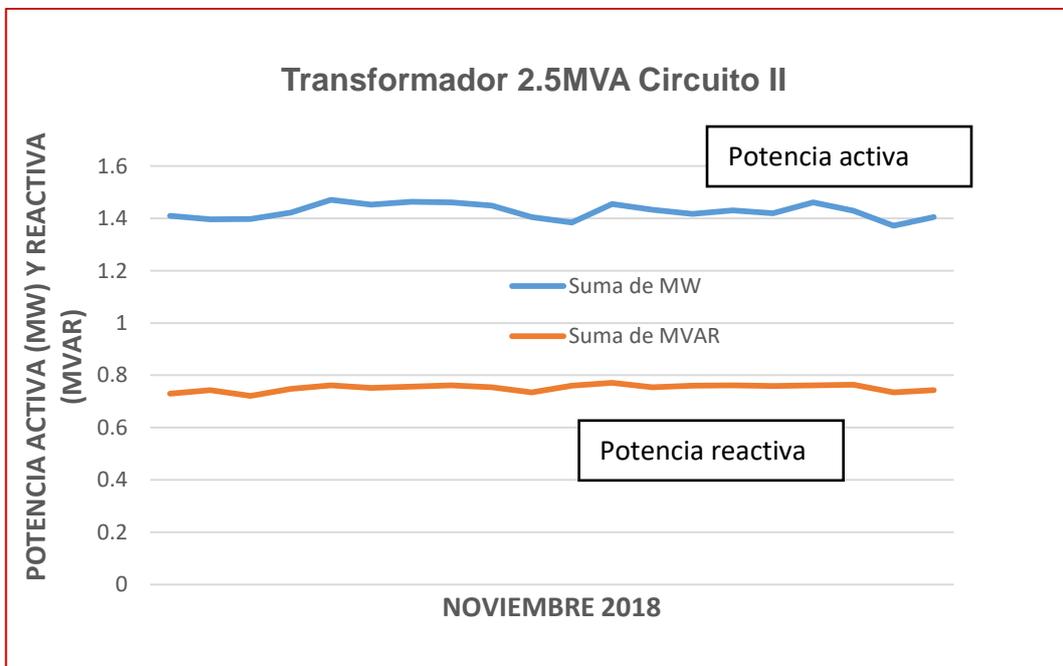
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 49: Diagrama de potencias del circuito II octubre 2018



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 50: Registro potencia activa y reactiva circuito II noviembre 2018

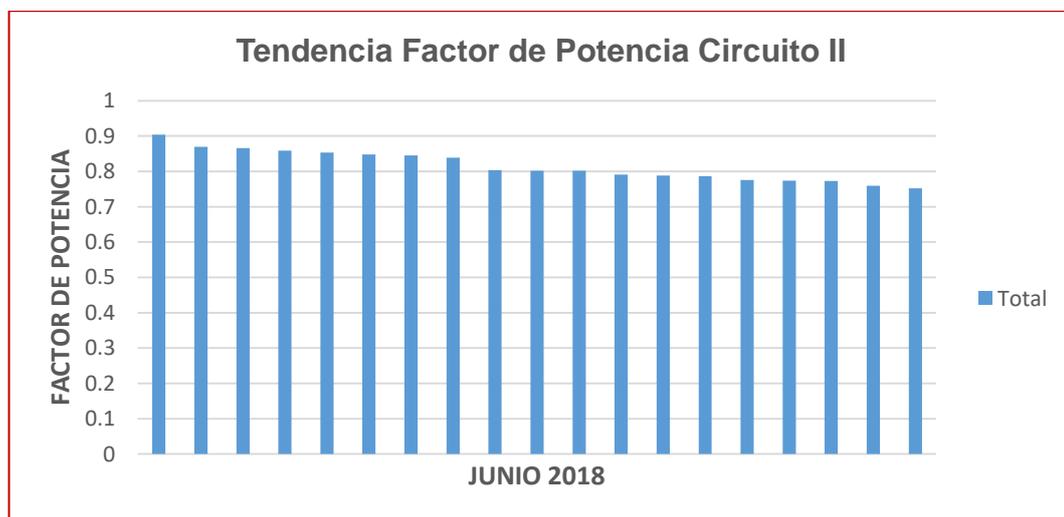


Fuente: Elaboración propia

Según los registros de potencia activa y reactiva del circuito 2 de la planta de procesos de la mina Uchucchacua, se ha registrado durante un periodo de 6 meses (Junio – Noviembre 2018) los datos en el medidor. Las tendencias de las gráficas mostradas anteriormente del circuito 2 muestran que el consumo de potencia activa se encuentra entre 1,4 a 1,6MW en los diferentes meses.

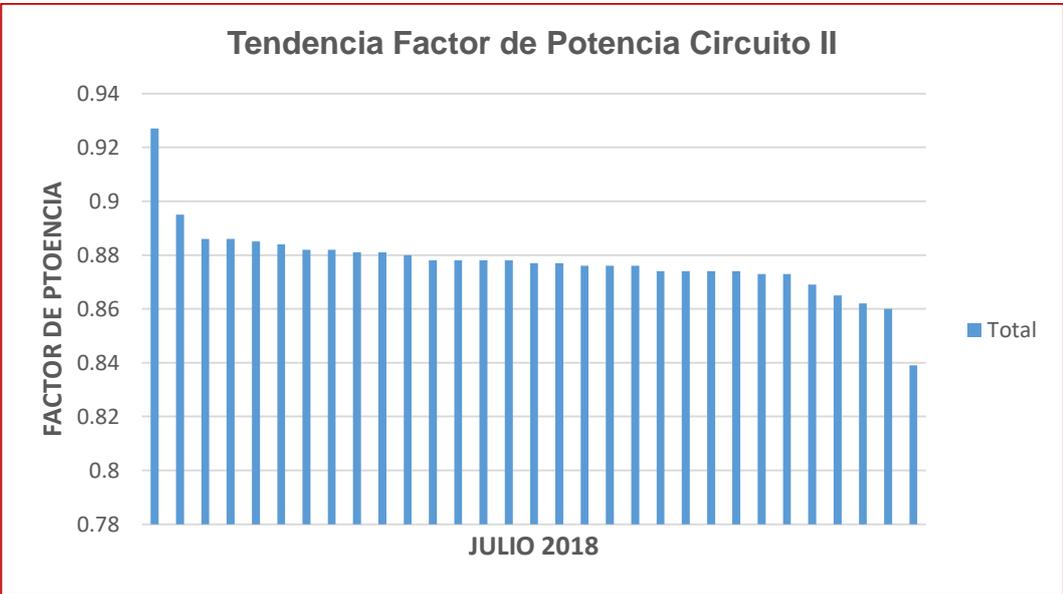
Respecto al consumo de potencia reactiva del circuito 2 de la planta de procesos en el cual se tienen cargas como es el molino 9"x13" y cargas de flotación alimentadas de este circuito, la tendencia de las gráficas mostradas de la potencia reactiva muestran que los valores se encuentran en su mayoría del tiempo entre 0,6 y 0,8MVAR, un alto consumo de reactivos del circuito 2 de la planta de procesos de la mina Uchucchacua, es por ello que analizaremos la tendencia del factor de potencia y su comportamiento en el periodo de Junio a Noviembre del 2018, con ese análisis el objetivo es determinar las soluciones técnicas a implementar para mejorar el factor de potencia del circuito 2:

Gráfico 51: Factor de potencia circuito II junio 2018



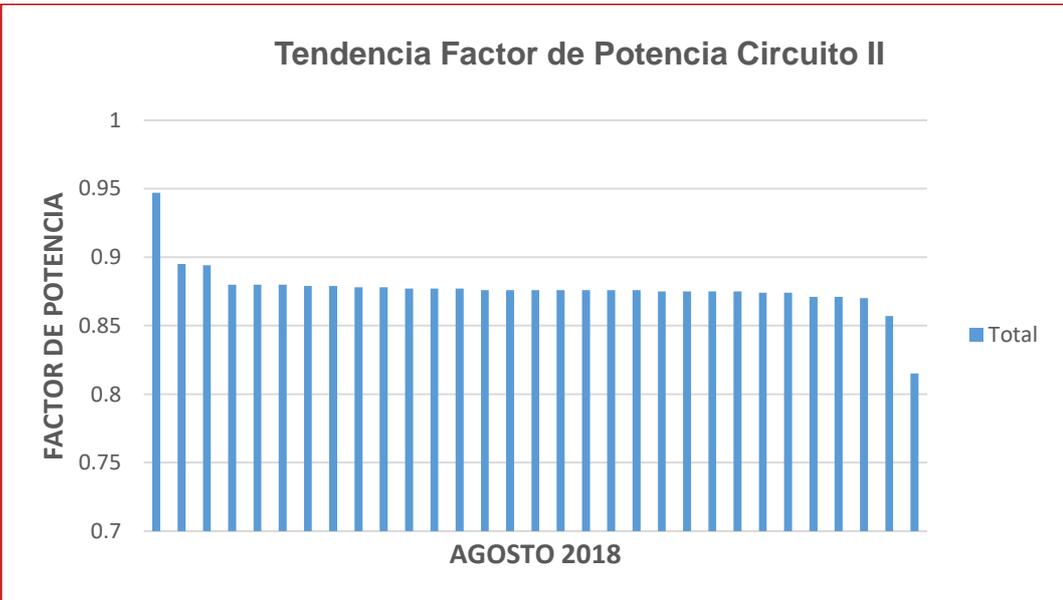
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 52: Factor de potencia circuito II julio 2018



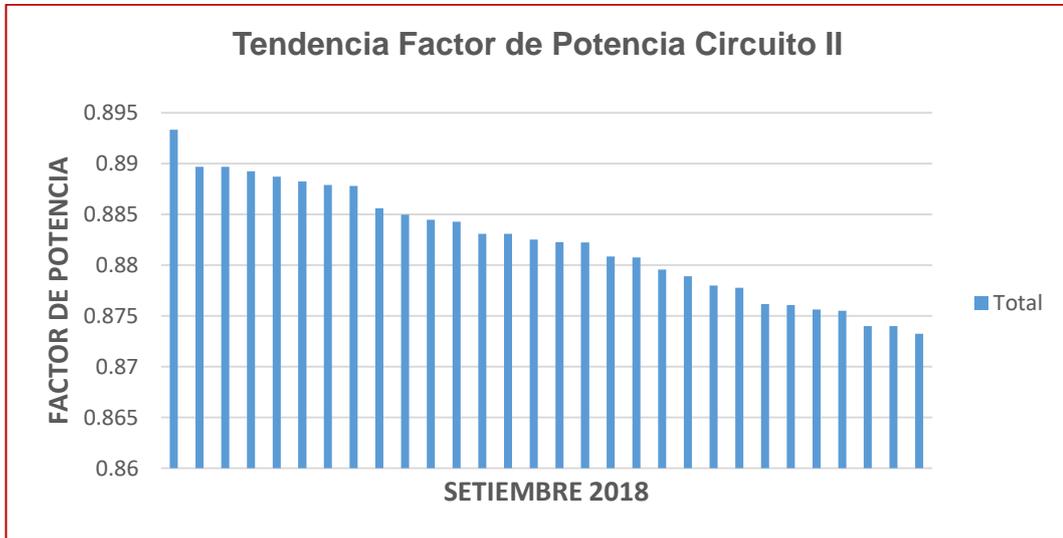
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 53: Factor de potencia circuito II agosto 2018



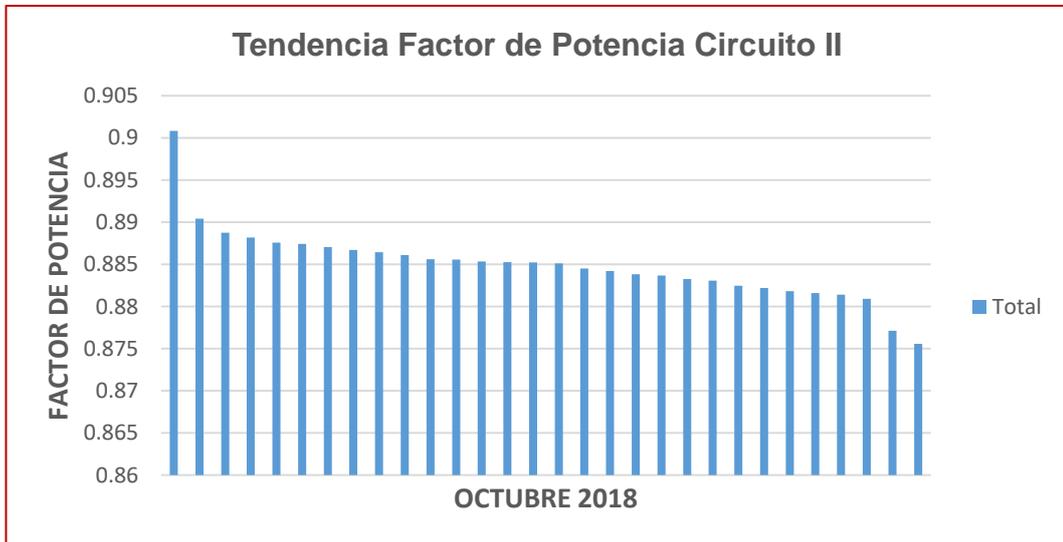
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 54: Factor de potencia circuito II setiembre 2018



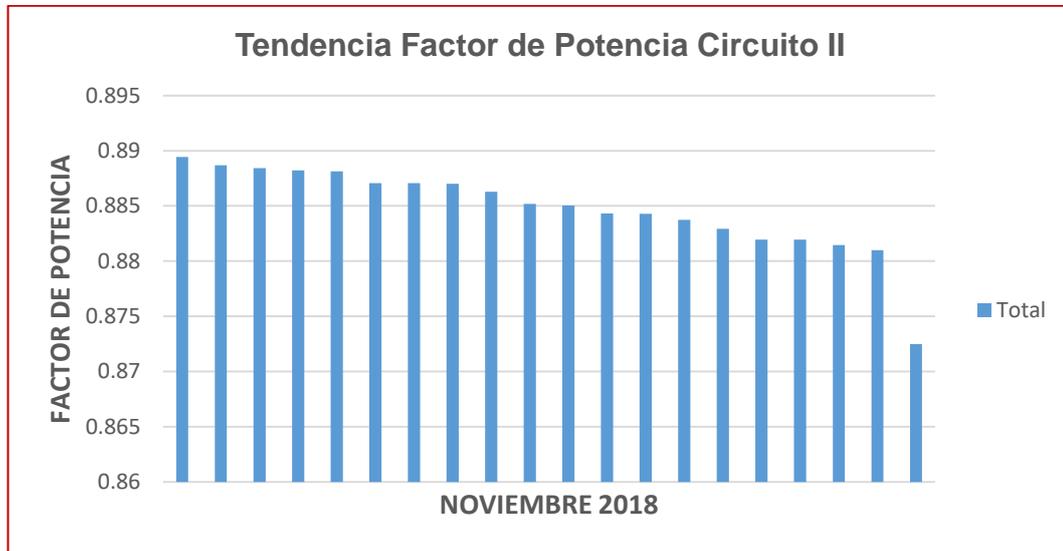
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 55: Factor de potencia circuito II octubre 2018



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 56: Factor de potencia circuito II noviembre 2018



Fuente: Elaboración propia

En referencia a los datos del factor de potencia del circuito 2 de la planta de procesos de la mina Uchucchacua, la tendencia de éstos se encuentran entre 0,86 y 0,89, debido al gran número de máquinas eléctricas que alimentan, tales como: motores eléctricos que accionan bombas, fajas entre otras cargas inductivas que alimenta el circuito 2 de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.

Según los diagramas tenemos el siguiente consolidado:

Tabla 13: Registro de potencia activa de junio a noviembre del 2018 del circuito II

Potencia Activa	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre
Máxima (MW)	1,546	1,568	1,584	1,490	1,510	1,470
Media (MW)	1,492	1,430	1,468	1,438	1,428	1,425
Mínima (MW)	1,420	0,820	0,342	1,313	0,918	1,372

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Registro de potencia reactiva de junio a noviembre del circuito II

Potencia reactiva	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre
Máxima (MVAR)	1,513	0,875	0,858	0,815	1,000	0,771
Media (MVAR)	1,114	0,794	0,812	0,765	0,759	0,756
Mínima (MVAR)	0,708	0,322	0,112	0,681	0,463	0,756

Fuente: Elaboración propia

Los registros presentados muestran los parámetros de potencia activa y reactiva del circuito 2 de la planta de procesos de la mina Uchucchacua, según la tabla N°.14 presenta que la potencia reactiva consumida por este circuito se encuentra según la media obtenida de los datos registrados en los medidores ION entre 0,7 y 0,8MVAR. Por otro lado los registros de consumo mínimo varían según los meses y el mínimo registro de consumo de potencia reactiva es 0,112MVAR, es importante tener en cuenta este valor para determinar la potencia del banco de condensadores, los registros presentados en las gráficas de registro de potencia activa y reactiva el consumo de éstas tienen una tendencia en los 6 meses presentados.

Tabla 15: Registro de factor de potencia de junio a noviembre del circuito

II

Factor de potencia	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre
Máxima	0,904	0,927	0,947	0,893	0,901	0,889
Media	0,802	0,877	0,876	0,882	0,885	0,885
Mínima	0,752	0,839	0,815	0,873	0,876	0,873

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la tabla N°15 del registro de factor de potencia de Junio a Noviembre del 2018, el máximo valor del factor de potencia está en el mes de Agosto y al comparar con los otros meses la tendencia se encuentra entre 0,889 y 0,927. Por otro lado tenemos la tendencia del factor de potencia según las gráficas los valores se encuentran en la mayoría del tiempo entre 0,86 y 0,89 un valor importante para realizar la corrección del factor de potencia.

Además haciendo referencia al consumo de potencia reactiva cuya tendencia se encuentra entre 0,7 y 0,8MVAR en la mayor parte del tiempo analizado, con estos valores vamos a realizar los cálculos para determinar el factor de potencia que se requiere obtener en base a los datos antes mencionados y presentados en las tablas y gráficas correspondientes al circuito 2 de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.

V. RESULTADOS

Según los registros de los parámetros eléctricos de los circuitos que alimentan la planta de procesos de la mina Uchucchacua, vamos a presentar los resultados obtenidos.

5.1 Resultados Descriptivos

Según los registros de los parámetros eléctricos de los circuitos que alimentan la planta de procesos de la mina Uchucchacua, vamos a presentar los resultados obtenidos.

5.1.1 Mínima demanda del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua sin banco de condensadores

Se presenta el resultado de los parámetros eléctricos del sistema eléctrico de la planta de procesos mina Uchucchacua, en el escenario de mínima demanda registrado en un periodo de 6 meses (Enero – junio 2018) el circuito I y otro periodo de 6 meses (Junio – noviembre 2018) el circuito II: Los parámetros eléctricos obtenidos en el escenario de mínima demanda del sistema eléctrico de la planta de procesos sin corrección del factor de potencia son:

Tabla 16: Parámetros eléctricos en la barra 10kV

Barra 10kV	Nivel de Tensión	Factor de potencia	Tensión (PU)	Corriente (A)
Barra molinos 2MVA	10kV	0,816	0,976	39
Barra molino 13' x 20'	10kV	0,778	0,976	104
Barra molino SAG	10kV	1	0,976	65
Barra flotación	10kV	0,951	0,976	94
Barra cianuración	10kV	0,969	0,976	3
Barra circuito II	10kV	0,85	0,976	102
Barra de laboratorio	10kV	0,877	0,976	12

Fuente: Elaboración propia

La tabla N° 16 muestra los valores obtenidos del flujo de potencia en las barras de 10kV de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.

Analizaremos los parámetros eléctricos de los cables de alimentación desde la barra 10kV hacia el transformador de cada circuito:

Tabla 17: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 10kV

Cables de alimentación 10kV	Nivel de tensión	Tipo de cable	Capacidad (%)	Corriente (A)
Molinos 2MVA	10kV	N2XSY 3x120mm ²	9,7	39
Molino 13' x 20'	10kV		21,4	104
Molino SAG	10kV	N2XSY 3x120mm ²	4,4	65
Flotación	10kV	N2XSY 3x70mm ²	19,3	94
Transformador de cianuración	10kV	N2XSY 3x50mm ²	0,7	3
Circuito II	10kV	N2XSY 3x70mm ²	20,9	102
Laboratorio	10kV	N2XSY 3x50mm ²	2,6	12

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados presentados en la tabla N° 17 se puede apreciar que los cables de alimentación están dentro de su capacidad nominal.

Por otro lado, se va presentar el porcentaje de sobrecarga y la corriente que consume los cables de alimentación a las cargas que se alimentan en un nivel de tensión de 4,16 kV, éstos son: molino 13' x 20' y molino SAG.

Tabla 18: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 4,16kV

Cables de alimentación 4,16kV	Nivel de tensión	Tipo cable	Capacidad (%)	Corriente (A)
Molino 13' x 20'	4,16kV	NY 3x240mm ²	44,4	250
Molino SAG	4,16kV	N2XSY 3x120mm ²	32	155

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados presentados en la tabla N° 18, se puede apreciar que los cables de alimentación del molino 13' x 20' y molino SAG se encuentran trabajando dentro de su capacidad nominal.

Asimismo, se va presentar el porcentaje de sobrecarga y la corriente que consume los cables de alimentación a las cargas que se alimentan en un nivel de tensión de 0,46 kV, estos son: circuito de molinos 2MVA, flotación, cianuración, circuito II y laboratorio químico:

Tabla 19: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 0,46 kV

Cable de alimentación 0,46kV	Nivel de tensión	Tipo de cable	Capacidad (%)	Corriente (A)
Molinos 2MVA	0,46kV	N2XSY 3x50mm ²	76,1	852
Flotación	0,46kV	N2XSY 3x70mm ²	124	2139
Cianuración	0,46kV	N2XSY 3x50mm ²	22,4	63
Circuito II	0,46kV	N2XSY 3x70mm ²	127,9	2207
Laboratorio químico	0,46kV	N2XSY 3x50mm ²	96,1	269

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados presentados en la tabla N° 19, se puede apreciar que los cables de alimentación de los circuitos flotación y circuito II se encuentran sobrecargados. Además, el circuito de molinos 2MVA se encuentra al 100% de su capacidad nominal.

5.1.2 Mínima demanda del sistema eléctrico de la planta de procesos mina Uchucchacua con banco de condensadores

Se presenta el resultado de los parámetros eléctricos del sistema eléctrico de la planta de procesos mina Uchucchacua con la corrección del factor

de potencia a través de banco de condensadores, en el escenario de mínima demanda registrado en un periodo de 6 meses (Enero – junio 2018) el circuito I y otro periodo de 6 meses (junio – noviembre 2018) el circuito II:

La potencia de los bancos de condensadores instalados para realizar la compensación reactiva de los distintos circuitos eléctricos de la planta de procesos es:

Tabla 20: Potencia del banco de condensadores por circuito

Circuitos de la Planta de Procesos	Nivel de tensión	Potencia del banco de condensadores
Molinos 2MVA	0,46kV	300 kVAR
Molino 13' x 20'	4,16kV	700 kVAR
Flotación	0,46kV	250 kVAR
Circuito II	0,46kV	450 kVAR
Laboratorio químico	0,46kV	40 kVAR

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros eléctricos obtenidos en el escenario de mínima demanda del sistema eléctrico de la planta de procesos con banco de condensadores en los diferentes circuitos son:

Tabla 21: Parámetros eléctricos en la barra 10kV

Barra 10kV	Nivel de Tensión	Factor de potencia	Tensión (PU)	Corriente (A)
Barra molinos 2MVA	10kV	0,978	0,986	34
Barra molino 13' x 20'	10kV	0,95	0,986	88
Barra molino SAG	10kV	1	0,986	65
Barra flotación	10kV	0,983	0,986	93
Barra cianuración	10kV	0,97	0,986	3
Barra circuito II	10kV	0,95	0,986	95
Barra de laboratorio	10kV	0,94	0,985	12

Fuente: Elaboración propia

Analizaremos los parámetros eléctricos de los cables de alimentación desde la barra 10kV hacia el transformador de cada circuito:

Tabla 22: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 10kV

Cables de alimentación 10kV	Nivel de tensión	Tipo de cable	Capacidad (%)	Corriente (A)
Transformador de molinos 2MVA	10kV	N2XSY 3x120mm ²	8,3	34
Transformador del molino 13' x 20'	10kV	N2XSY 3x120mm ²	18,2	88
Transformador del molino SAG	10kV	N2XSY 3x120mm ²	4,5	65
Transformador de flotación	10kV	N2XSY 3x120mm ²	19,2	93
Transformador de cianuración	10kV	N2XSY 3x120mm ²	0,7	3
Transformador del circuito II	10kV	N2XSY 3x120mm ²	23,5	95
Transformador de laboratorio	10kV	N2XSY 3x50mm ²	2,4	12

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados presentados en la tabla N° 22, se puede apreciar que los cables de alimentación están dentro de su capacidad nominal en la barra de 10 kV.

Por otro lado, se va presentar el porcentaje de sobrecarga y la corriente que consume los cables de alimentación a las cargas que se alimentan en un nivel de tensión de 4,16kV, éstos son: molino 13' x 20' y molino SAG.

Tabla 23: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 4,16kV

Cables de alimentación 4,16kV	Nivel de tensión	Tipo cable	Capacidad (%)	Corriente (A)
Molino 13' x 20'	4,16kV	NYN 3x240mm ²	37,7	212
Molino SAG	4,16kV	N2XSY 3x120mm ²	32,4	157

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados presentados en la tabla N°23, se puede apreciar que los cables de alimentación del molino 13' x 20' y molino SAG se encuentran trabajando dentro de su capacidad nominal.

Asimismo, se va presentar el porcentaje de sobrecarga y la corriente que consume los cables de alimentación a las cargas que se alimentan en un nivel de tensión de 0,46kV, estos son: circuito de molinos 2MVA, flotación, cianuración, circuito II y laboratorio químico:

Tabla 24: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 0,46kV

Cable de alimentación 0.46kV	Nivel de tensión	Tipo de cable	Capacidad (%)	Corriente (A)
Molinos 2MVA	0,46kV	N2XSY 3x50mm ²	65,4	733
Flotación	0,46kV	N2XSY 3x70mm ²	120,9	2086
Cianuración	0,46kV	N2XSY 3x50mm ²	22,7	63
Circuito II	0,46kV	N2XSY 3x70mm ²	120	2070
Laboratorio químico	0,46kV	N2XSY 3x50mm ²	91,8	257

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados presentados en la tabla N°24, se puede apreciar que los cables de alimentación de los circuitos: circuito de molinos 2MVA, cianuración, circuito II y laboratorio químico, están dentro de su capacidad

nominal en la barra de 0,46kV. Asimismo, el circuito de flotación presenta una sobrecarga en el cable de alimentación de 0,46kV de 136,1% de su capacidad nominal, es por ello se debe cambiar el calibre del cable para evitar daños en el aislamiento del cable.

Luego de la compensación reactiva en el escenario de mínima demanda se registra en el transformador TP-385 un consumo de 6,647 MW y un factor de potencia de 0,976.

5.1.3 Media demanda del sistema eléctrico de la planta de procesos mina Uchucchacua sin banco de condensadores

Se presenta el resultado de los parámetros eléctricos del sistema eléctrico de la planta de procesos mina Uchucchacua, en el escenario de media demanda registrado en un periodo de 6 meses (Enero – junio 2018) el circuito I y otro periodo de 6 meses (Junio – noviembre 2018) el circuito II. Los parámetros eléctricos obtenidos en el escenario de media demanda del sistema eléctrico de la planta de procesos sin corrección del factor de potencia son:

Tabla 25: Parámetros eléctricos en la barra 10kV

Barra 10kV	Nivel de Tensión	Factor de potencia	Tensión (PU)	Corriente (A)
Barra molinos 2MVA	10kV	0,792	0,972	47
Barra molino 13' x 20'	10kV	0,777	0,972	110
Barra molino SAG	10kV	0,99	0,972	66
Barra flotación	10kV	0,96	0,972	114
Barra cianuración	10kV	0,969	0,972	3
Barra circuito II	10kV	0,858	0,972	104
Barra de laboratorio	10kV	0,876	0,972	13

Fuente: Elaboración propia

Analizaremos los parámetros eléctricos de los cables de alimentación desde la barra 10kV hacia el transformador de cada circuito:

Tabla 26: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 10kV

Cables de alimentación 10kV	Nivel de tensión	Tipo de cable	Capacidad (%)	Corriente (A)
Transformador de molinos 2MVA	10kV	N2XSY 3x120mm ²	9,6	47
Transformador del molino 13' x 20'	10kV	N2XSY 3x120mm ²	22,7	110
Transformador del molino SAG	10kV	N2XSY 3x120mm ²	4,5	66
Transformador de flotación	10kV	N2XSY 3x120mm ²	23,5	114
Transformador de cianuración	10kV	N2XSY 3x120mm ²	0,6	3
Transformador del circuito II	10kV	N2XSY 3x120mm ²	25,7	104
Transformador de laboratorio	10kV	N2XSY 3x50mm ²	2,8	13

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados presentados en la tabla N° 26, se puede apreciar que los cables de alimentación están dentro de su capacidad nominal en la barra de 10kV.

Por otro lado, se va presentar el porcentaje de sobrecarga y la corriente que consume los cables de alimentación a las cargas que se alimentan en un nivel de tensión de 4,16kV, éstos son: molino 13' x 20' y molino SAG.

Tabla 27: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 4,16kV

Cables de alimentación 4,16kV	Nivel de tensión	Tipo cable	Capacidad (%)	Corriente (A)
Molino 13' x 20'	4,16kV	NYN 3x240mm ²	47,2	265
Molino SAG	4,16kV	N2XSY 3x120mm ²	32,7	159

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados presentados en la tabla N° 27, se puede apreciar que los cables de alimentación del molino 13' x 20' y molino SAG se encuentran trabajando dentro de su capacidad nominal.

Asimismo, se va presentar el porcentaje de sobrecarga y la corriente que consume los cables de alimentación a las cargas que se alimentan en un nivel de tensión de 0,46kV, estos son: circuito de molinos 2MVA, flotación, cianuración, circuito II y laboratorio químico:

Tabla 28: Parámetros eléctricos en cables de alimentación 0.46kV

Cable de alimentación 0,46kV	Nivel de tensión	Tipo de cable	Capacidad (%)	Corriente (A)
Molinos 2MVA	0,46kV	N2XSY 3x50mm ²	90,3	1011
Flotación	0,46kV	N2XSY 3x70mm ²	152,6	2632
Cianuración	0,46kV	N2XSY 3x50mm ²	22,4	63
Circuito II	0,46kV	N2XSY 3x70mm ²	131,2	2263
Laboratorio químico	0,46kV	N2XSY 3x50mm ²	104,4	292

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados presentados en la tabla N° 28, se puede apreciar que los cables de alimentación de los circuitos flotación, circuito Molinos 2 MVA, circuito II y laboratorio químico se encuentran sobrecargados.

5.1.4 Media demanda del sistema eléctrico de la planta de procesos mina Uchucchacua con banco de condensadores

Se presenta el resultado de los parámetros eléctricos del sistema eléctrico de la planta de procesos mina Uchucchacua con la corrección del factor de potencia a través de banco de condensadores, en el escenario de media demanda registrado en un periodo de 6 meses (Enero – junio 2018) el circuito I y otro periodo de 6 meses (Junio – noviembre 2018) el circuito II.

La potencia de los bancos de condensadores instalados para realizar la compensación reactiva de los distintos circuitos eléctricos de la planta de procesos es:

Tabla 29: Potencia del banco de condensadores por circuito

Circuitos de la Planta de Procesos	Nivel de tensión	Potencia del banco de condensadores
Molinos 2MVA	0,46kV	300 kVAR
Molino 13' x 20'	4,16kV	700 kVAR
Flotación	0,46kV	250 kVAR
Circuito II	0,46kV	450 kVAR
Laboratorio químico	0,46kV	40 kVAR

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros eléctricos obtenidos en el escenario de media demanda del sistema eléctrico de la planta de procesos con banco de condensadores en los diferentes circuitos son:

Tabla 30: Parámetros eléctricos en la barra 10kV

Barra 10kV	Nivel de Tensión	Factor de potencia	Tensión (PU)	Corriente (A)
Barra molinos 2MVA	10kV	0,944	0,978	40
Barra molino 13' x 20'	10kV	0,941	0,978	94
Barra molino SAG	10kV	0,99	0,978	67
Barra flotación	10kV	0,96	0,978	115
Barra cianuración	10kV	0,97	0,978	3
Barra circuito II	10kV	0,958	0,978	98
Barra de laboratorio	10kV	0,947	0,985	13

Fuente: Elaboración propia

Analizaremos los parámetros eléctricos de los cables de alimentación desde la barra 10kV hacia el transformador de cada circuito:

Tabla 31: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 10kV

Cables de alimentación 10kV	Nivel de tensión	Tipo de cable	Capacidad (%)	Corriente (A)
Transformador de molinos 2MVA	10kV	N2XSY 3x120mm ²	8,3	40
Transformador del molino 13' x 20'	10kV	N2XSY 3x120mm ²	19,5	94
Transformador del molino SAG	10kV	N2XSY 3x120mm ²	4,6	67
Transformador de flotación	10kV	N2XSY 3x120mm ²	23,5	114
Transformador de cianuración	10kV	N2XSY 3x120mm ²	0,6	0,3
Transformador del circuito II	10kV	N2XSY 3x120mm ²	24,1	98
Transformador de laboratorio	10kV	N2XSY 3x50mm ²	2,7	13

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados presentados en la tabla N° 31, se puede apreciar que los cables de alimentación están dentro de su capacidad nominal en la barra de 10kV.

Por otro lado, se va presentar el porcentaje de sobrecarga y la corriente que consume los cables de alimentación a las cargas que se alimentan en un nivel de tensión de 4,16kV, éstos son: molino 13' x 20' y molino SAG.

Tabla 32: Parámetros eléctricos en cables de alimentación 4,16kV

Cables de alimentación 4,16kV	Nivel de tensión	Tipo cable	Capacidad (%)	Corriente (A)
Molino 13' x 20'	4,16kV	NYN 3x240mm ²	40,4	227
Molino SAG	4,16kV	N2XSY 3x120mm ²	33,1	161

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados presentados en la tabla N° 32, se puede apreciar que los cables de alimentación del molino 13' x 20' y molino SAG se encuentran trabajando dentro de su capacidad nominal.

Asimismo, se va presentar el porcentaje de sobrecarga y la corriente que consume los cables de alimentación a las cargas que se alimentan en un nivel de tensión de 0,46kV, estos son: circuito de molinos 2MVA, flotación, cianuración, circuito II y laboratorio químico:

Tabla 33: Parámetros eléctricos en cables de alimentación 0,46kV

Cable de alimentación 0,46kV	Nivel de tensión	Tipo de cable	Capacidad (%)	Corriente (A)
Molinos 2MVA	0,46kV	N2XSY 3x50mm ²	77,9	872
Flotación	0,46kV	N2XSY 3x70mm ²	149,9	2586
Cianuración	0,46kV	N2XSY 3x50mm ²	22,6	63
Circuito II	0,46kV	N2XSY 3x70mm ²	123,3	2126
Laboratorio químico	0,46kV	N2XSY 3x50mm ²	100,1	280

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados presentados en la tabla N° 33, se puede apreciar que los cables de alimentación de los circuitos: flotación, circuito II y laboratorio químico, están sobrecargados. Luego de la compensación reactiva en el escenario de media demanda se registra en el transformador TP-385 un consumo de 6,961 MW y un factor de potencia de 0,97.

5.1.5 Máxima demanda del sistema eléctrico de la planta de procesos mina Uchucchacua sin banco de condensadores

Se presenta el resultado de los parámetros eléctricos del sistema eléctrico de la planta de procesos mina Uchucchacua, en el escenario de media demanda registrado en un periodo de 6 meses (Enero – junio 2018) el circuito I y otro periodo de 6 meses (Junio – noviembre 2018) el circuito II. Los parámetros eléctricos obtenidos en el escenario de media demanda del sistema eléctrico de la planta de procesos sin corrección del factor de potencia son:

Tabla 34: Parámetros eléctricos en la barra 10kV

Barra 10kV	Nivel de Tensión	Factor de potencia	Tensión (PU)	Corriente (A)
Barra molinos 2MVA	10kV	0,81	0,967	57
Barra molino 13' x 20'	10kV	0,792	0,967	114
Barra molino SAG	10kV	0,99	0,967	67
Barra flotación	10kV	0,931	0,967	125
Barra cianuración	10kV	0,959	0,967	3
Barra circuito II	10kV	0,836	0,967	113
Barra de laboratorio	10kV	0,875	0,967	14

Fuente: Elaboración propia

Analizaremos los parámetros eléctricos de los cables de alimentación desde la barra 10kV hacia el transformador de cada circuito:

Tabla 35: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 10kV

Cables de alimentación 10kV	Nivel de tensión	Tipo de cable	Capacidad (%)	Corriente (A)
Transformador de molinos 2MVA	10kV	N2XSY 3x120mm ²	11,8	57
Transformador del molino 13' x 20'	10kV	N2XSY 3x120mm ²	23,6	114
Transformador del molino SAG	10kV	N2XSY 3x120mm ²	4,6	67
Transformador de flotación	10kV	N2XSY 3x120mm ²	25,7	125
Transformador de cianuración	10kV	N2XSY 3x120mm ²	0,7	3
Transformador del circuito II	10kV	N2XSY 3x120mm ²	27,9	113
Transformador de laboratorio	10kV	N2XSY 3x50mm ²	3	14

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se va presentar el porcentaje de sobrecarga y la corriente que consume los cables de alimentación a las cargas que se alimentan en un nivel de tensión de 4,16kV, éstos son: molino 13' x 20' y molino SAG.

Tabla 36: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 4,16kV

Cables de alimentación 4,16kV	Nivel de tensión	Tipo cable	Capacidad (%)	Corriente (A)
Molino 13' x 20'	4,16kV	NYN 3x240mm ²	48,9	275
Molino SAG	4,16kV	N2XSY 3x120mm ²	33,1	161

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados presentados en la tabla N°36, se puede apreciar que los cables de alimentación del molino 13' x 20' y molino SAG se encuentran trabajando dentro de su capacidad nominal.

Asimismo, se va presentar el porcentaje de sobrecarga y la corriente que consume los cables de alimentación a las cargas que se alimentan en un nivel de tensión de 0,46kV, estos son: circuito de molinos 2MVA, flotación, cianuración, circuito II y laboratorio químico:

Tabla 37: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 0,46kV

Cable de alimentación 0,46kV	Nivel de tensión	Tipo de cable	Capacidad (%)	Corriente (A)
Molinos 2MVA	0,46kV	N2XSY 3x50mm ²	111,4	1247
Flotación	0,46kV	N2XSY 3x70mm ²	174,5	3010
Cianuración	0,46kV	N2XSY 3x50mm ²	24,7	69
Circuito II	0,46kV	N2XSY 3x70mm ²	142,4	2456
Laboratorio químico	0,46kV	N2XSY 3x50mm ²	112,2	314

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados presentados en la tabla N° 37, se puede apreciar que los cables de alimentación de los circuitos flotación, circuito molinos 2 MVA, circuito II y laboratorio químico se encuentran sobrecargados.

5.1.6 Máxima demanda con banco de condensadores del sistema eléctrico de la planta de procesos mina Uchucchacua

Se presenta el resultado de los parámetros eléctricos del sistema eléctrico de la planta de procesos mina Uchucchacua con la corrección del factor de potencia a través de banco de condensadores, en el escenario de máxima demanda registrado en un periodo de 6 meses (Enero – junio 2018) el circuito I y otro periodo de 6 meses (Junio – noviembre 2018) el circuito II.

La potencia de los bancos de condensadores instalados para realizar la compensación reactiva de los distintos circuitos eléctricos de la planta de procesos es:

Tabla 38: Potencia del banco de condensadores por circuito

Circuitos de la Planta de Procesos	Nivel de tensión	Potencia del banco de condensadores
Molinos 2MVA	0,46kV	300 kVAR
Molino 13' x 20'	4,16kV	700 kVAR
Flotación	0,46kV	250 kVAR
Circuito II	0,46kV	450 kVAR
Laboratorio químico	0,46kV	40 kVAR

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros eléctricos obtenidos en el escenario de máxima demanda del sistema eléctrico de la planta de procesos con banco de condensadores en los diferentes circuitos son:

Tabla 39: Parámetros eléctricos en la barra 10kV

Barra 10kV	Nivel de Tensión	Factor de potencia	Tensión (PU)	Corriente (A)
Barra molinos 2MVA	10kV	0,93	0,983	51
Barra molino 13' x 20'	10kV	0,945	0,983	99
Barra molino SAG	10kV	0,99	0,983	68
Barra flotación	10kV	0,96	0,983	124
Barra cianuración	10kV	0,959	0,983	3
Barra circuito II	10kV	0,923	0,983	106
Barra de laboratorio	10kV	0,929	0,983	14

Fuente: Elaboración propia

Analizaremos los parámetros eléctricos de los cables de alimentación desde la barra 10kV hacia el transformador de cada circuito:

Tabla 40: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 10kV

Cables de alimentación 10kV	Nivel de tensión	Tipo de cable	Capacidad (%)	Corriente (A)
Transformador de molinos 2MVA	10kV	N2XSY 3x120mm ²	10,6	50
Transformador del molino 13' x 20'	10kV	N2XSY 3x120mm ²	20,5	99
Transformador del molino SAG	10kV	N2XSY 3x120mm ²	4,6	68
Transformador de flotación	10kV	N2XSY 3x120mm ²	25,5	124
Transformador de cianuración	10kV	N2XSY 3x120mm ²	0,7	3
Transformador del circuito II	10kV	N2XSY 3x120mm ²	26,1	106
Transformador de laboratorio	10kV	N2XSY 3x50mm ²	2,9	14

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados presentados en la tabla N° 40, se puede apreciar que los cables de alimentación están dentro de su capacidad nominal en la barra de 10kV.

Por otro lado, se va presentar el porcentaje de sobrecarga y la corriente que consume los cables de alimentación a las cargas que se alimentan en un nivel de tensión de 4,16kV, éstos son: molino 13' x 20' y molino SAG.

Tabla 41: Parámetros eléctricos en cables de alimentación 4,16kV

Cables de alimentación 4,16kV	Nivel de tensión	Tipo cable	Capacidad (%)	Corriente (A)
Molino 13' x 20'	4,16kV	NYN 3x240mm ²	42,5	239
Molino SAG	4,16kV	N2XSY 3x120mm ²	33,5	163

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados presentados en la tabla N° 41, se puede apreciar que los cables de alimentación del molino 13' x 20' y molino SAG se encuentran trabajando dentro de su capacidad nominal.

Asimismo, se va presentar el porcentaje de sobrecarga y la corriente que consume los cables de alimentación a las cargas que se alimentan en un nivel de tensión de 0,46kV, estos son: circuito de molinos 2MVA, flotación, cianuración, circuito II y laboratorio químico:

Tabla 42: Parámetros eléctricos en los cables de alimentación 0,46kV

Cable de alimentación 0,46kV	Nivel de tensión	Tipo de cable	Capacidad (%)	Corriente (A)
Molinos 2MVA	0,46kV	N2XSY 3x50mm ²	99,7	939
Flotación	0,46kV	N2XSY 3x70mm ²	170,9	2948
Cianuración	0,46kV	N2XSY 3x50mm ²	25	70
Circuito II	0,46kV	N2XSY 3x70mm ²	132,4	2302
Laboratorio químico	0,46kV	N2XSY 3x50mm ²	108,1	303

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados presentados en la tabla N° 42, se puede apreciar que los cables de alimentación de los circuitos: flotación, circuito II y laboratorio químico, están sobrecargados. Luego de la compensación reactiva en el escenario de máxima demanda se registra en el transformador TP-385 un consumo de 7,315 MW y un factor de potencia de 0,96.

De los resultados obtenidos en el flujo de potencia en los distintos escenarios se puede apreciar un aumento del factor de potencia tal como se presenta:

Tabla 43: Factor de potencia en los 03 escenarios máxima, media y mínima demanda

Factor de potencia	Máxima demanda	Media demanda	Mínima demanda
Con banco de condensadores	0,956	0,97	0,974
Sin banco de condensadores	0,89	0,902	0,90

Fuente: Elaboración propia

Respecto de la tabla N°43 se concluye que el factor de potencia en los escenarios de máxima, media y mínima demanda ha aumentado, mejorando el sistema eléctrico aliviando la sobrecarga en los cables eléctricos que alimentan las cargas, en consecuencia, menores pérdidas por efecto joule y disminución en la caída de tensión en las barras principales y secundarias del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.

5.1.7 Análisis de costos

En el presente proyecto es importante el análisis económico para determinar cuál es el impacto del proyecto, si es viable o no realizar dicha inversión. A continuación, el análisis de costos estará basado en el escenario en la cual la planta de procesos de la mina Uchucchacua dejaría de procesar mineral por falla eléctrica debido a la pérdida de

aislamiento en los cables alimentadores de energía, a consecuencia del alto consumo de reactivos en los diferentes circuitos eléctricos que alimenta la planta de procesos.

La planta procesa 4,000 toneladas de mineral al día, sin embargo, si la planta dejara de producir una hora, la empresa estaría perdiendo 20,000 dólares por hora y en 20 horas de parada de planta son 400,000 dólares que se dejaría de percibir, se considera 20 horas efectivas para el cálculo debido al cambio de guardia que realiza el personal operativo.

El procedimiento para el análisis económico, se tendrá en cuenta los siguientes parámetros:

- El valor presente y evaluación de costo capitalizado (VAN).
- El tiempo estimado para obtener el beneficio.
- La tasa que se aplicará anualmente.

Los costos de los bancos de condensadores planteados en esta investigación son:

Tabla 44: Costo de los bancos de condensadores por circuito

Circuitos de la Planta de Procesos	Nivel de tensión	Potencia del banco de condensadores	Costo del banco de condensadores
Molinos 2MVA	0,46kV	300 kVAR	\$ 23,000.00
Molino 13' x 20'	4,16kV	700 kVAR	\$ 85,000.00
Flotación	0,46kV	250 kVAR	\$ 18,000.00
Circuito II	0,46kV	450 kVAR	\$ 30,000.00
Laboratorio químico	0,46kV	40 kVAR	\$ 3,000.00

Fuente: Elaboración propia

Se debe de considerar el servicio de instalación y montaje de los bancos de condensadores incluyendo los materiales a emplear para la puesta en servicio y correcto funcionamiento.

Tabla 45: Costo de implementación de los bancos de condensadores

Descripción	Monto
Tableros de bancos de condensadores	\$ 159,000.00
Accesorios y materiales	\$ 31,000.00
Servicio de instalación y montaje de los banco de condensadores	\$ 70,000.00
Total	\$ 260,000.00

Fuente: Elaboración propia

5.1.7.1 Valor actual neto

El valor actual neto es importante ya que es un indicador económico vital para la toma de decisiones de inversión de un proyecto.

El valor actual neto se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)^1} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n} \dots \alpha$$

Dónde:

F_t : Son los flujos de dinero en cada periodo t

I_0 : Es la inversión realizada en (t=0)

n: Es el número de periodos de tiempo

k: Es el tipo de descuento exigido a la inversión

Para los cálculos se considera los siguientes datos:

I_0 : \$ 260,000.00

F_t : : \$ 400,000.00

k : 15%

n : 2 años (asumimos dos años debido que es el periodo de tiempo que se considera las reservas de mineral).

Reemplazando en la ecuación α :

$$VAN = -260,000 + \frac{400,000}{(1 + 0.15)^1} + \frac{400,000}{(1 + 0.15)^2}$$

$$VAN = 390,283$$

5.2 Resultados inferenciales

En referencia a la hipótesis HE1 presentada en esta investigación, con los resultados obtenidos es posible minimizar las pérdidas disminuyendo la caída de tensión del sistema eléctrico de la planta de procesos.

De acuerdo a la hipótesis HE2 presentada en esta investigación, con los resultados obtenidos del factor de potencia en los escenarios de mínima, media y máxima demanda aumentamos la disponibilidad de potencia en los transformadores de potencia lo cual es beneficioso para la planta de procesos, ya que ahorramos dinero en la construcción de nuevas subestaciones o compra de activos para atender la demanda.

Con respecto a la hipótesis HE3, la instalación de banco de capacitores brinda una mayor seguridad dentro de las operaciones de la planta de procesos ya que se obtienen beneficios importantes en el sistema eléctrico, aumento de la vida útil de los equipos, menor sobrecarga en transformadores, en cables eléctricos y menor daño al aislamiento de los equipos que están en la planta de procesos.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Una vez realizada la implementación de los bancos de condensadores en cada uno de los circuitos de la planta de procesos de la mina Uchucchacua, discutiremos sobre los resultados en los diferentes escenarios en mínima, media y máxima demanda, planteados para el análisis de los circuitos de la planta de procesos con compensación reactiva.

6.1 Contrastación y demostración de hipótesis con los resultados.

Realizando el contraste entre las hipótesis del presente proyecto con los resultados obtenidos, podemos decir que:

En el escenario de mínima demanda los resultados obtenidos son los esperados, se ha optimizado el consumo de energía reactiva a través de banco de condensadores en los diferentes circuitos de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.

Escenario 1
Tabla 46: Factor de potencia en mínima demanda

FACTOR DE POTENCIA				
CIRCUITO	TRANSFORMADOR	FACTOR DE POTENCIA (CON BANCO)	FACTOR DE POTENCIA (SIN BANCO)	PORCENTAJE DE VARIACIÓN
Circuito I	Molino 2MVA	0,978	0,816	19,85%
	Molino de 13' x 20'	0,95	0,778	22,11%
	Molino SAG	1	1	0,00%
	Flotación	0,983	0,951	3,36%
	Cianuración	0,97	0,969	0,10%
Circuito II	Circuito II, 2.5MVA	0,95	0,85	11,76%
	Laboratorio Químico	0,94	0,877	7,18%

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la hipótesis HE3, la instalación de banco de capacitores brinda una mayor seguridad dentro de las operaciones de la planta de procesos ya que se obtienen beneficios importantes en el sistema eléctrico, aumento de la vida útil de los equipos, menor sobrecarga en transformadores, en cables eléctricos y menor daño al aislamiento de los equipos que están en la planta de procesos.

Escenario 2

Tabla 47: Factor de potencia en media demanda

CIRCUITO	TRANSFORMADOR	FACTOR DE POTENCIA (CON BANCO)	FACTOR DE POTENCIA (SIN BANCO)	PORCENTAJE DE VARIACIÓN
Circuito I	Molino 2MVA	0,944	0,792	19,19%
	Molino de 13' x 20'	0,941	0,777	21,11%
	Molino SAG	0,99	0,99	0,00%
	Flotación	0,96	0,96	0,00%
	Cianuración	0,97	0,969	0,10%
Circuito II	Circuito II, 2.5MVA	0,958	0,858	11,66%
	Laboratorio Químico	0,947	0,876	8,11%

Fuente: Elaboración propia

Escenario 3

Tabla 48: Factor de potencia en máxima demanda

CIRCUITO	TRANSFORMADOR	FACTOR DE POTENCIA (CON BANCO)	FACTOR DE POTENCIA (SIN BANCO)	PORCENTAJE DE VARIACIÓN
Circuito I	Molino 2MVA	0,93	0,81	14,81%
	Molino de 13' x 20'	0,945	0,792	19,32%
	Molino SAG	0,99	0,99	0,00%
	Flotación	0,96	0,931	3,11%
	Cianuración	0,959	0,959	0,00%
Circuito II	Circuito II, 2.5MVA	0,923	0,836	10,41%
	Laboratorio Químico	0,929	0,875	6,17%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo presentado se ha demostrado que a través de la implementación de bancos de condensadores se ha logrado la optimización del consumo de energía reactiva, ya que al aumentar el factor de potencia disminuye el consumo de reactivos.

De acuerdo a los resultados obtenidos del aumento del factor de potencia en los circuitos I y II de la planta de procesos, esto trae como consecuencia una disminución de la sobrecarga en el transformador principal que alimenta a las cargas de cada circuito de la planta de procesos.

Analizaremos la caída de tensión en los diferentes escenarios del sistema eléctrico de la planta de procesos:

Escenario 1

Tabla 49: Caída de tensión en mínima demanda

CIRCUITO	TRANSFORMADOR	TENSION(PU) CON BANCO DE CONDESADORES	TENSION(PU) SIN BANCO DE CONDESADORES	PORCENTA JE DE VARIACION
Circuito I	Molino 2MVA	0,986	0,976	1,02%
	Molino de 13' x 20'	0,986	0,976	1,02%
	Molino SAG	0,986	0,976	1,02%
	Flotación	0,986	0,976	1,02%
	Cianuración	0,986	0,976	1,02%
Circuito II	Circuito II, 2.5MVA	0,986	0,976	1,02%
	Laboratorio Químico	0,985	0,976	1,02%

Fuente: Elaboración propia

Al existir menor caída de tensión en el sistema eléctrico, menor es el consumo de corriente eléctrica. Es importante tener controlado este parámetro, pues los equipos normalmente tienen un rango de operación, por ello es necesario que la caída de tensión se encuentre dentro del 5% respecto a la tensión nominal de operación.

Escenario 2

Tabla 50: Caída de tensión en media demanda

CIRCUITO	TRANSFORMADOR	CAIDA DE TENSION (PU) BANCO DE CONDESADORES	CAIDA DE TENSION (PU) SIN BANCO DE CONDESADORES	PORCENTAJE DE VARIACION
Circuito I	Molino 2MVA	0,978	0,972	0,62%
	Molino de 13' x 20'	0,978	0,972	0,62%
	Molino SAG	0,978	0,972	0,62%
	Flotación	0,978	0,972	0,62%
	Cianuración	0,978	0,972	0,62%
Circuito II	Circuito II, 2.5MVA	0,978	0,972	0,62%
	Laboratorio Químico	0,985	0,972	1,34%

Fuente: Elaboración propia

Escenario 3

Tabla 51: Caída de tensión en máxima demanda

CIRCUITO	TRANSFORMADOR	CAIDA DE TENSION (PU) BANCO DE CONDESADORES	CAIDA DE TENSION (PU) SIN BANCO DE CONDESADORES	PORCENTAJE DE VARIACION
Circuito I	Molino 2MVA	0,983	0,967	1,65%
	Molino de 13' x 20'	0,983	0,967	1,65%
	Molino SAG	0,983	0,967	1,65%
	Flotación	0,983	0,967	1,65%
	Cianuración	0,983	0,967	1,65%
Circuito II	Circuito II, 2.5MVA	0,983	0,967	1,65%
	Laboratorio Químico	0,983	0,967	1,65%

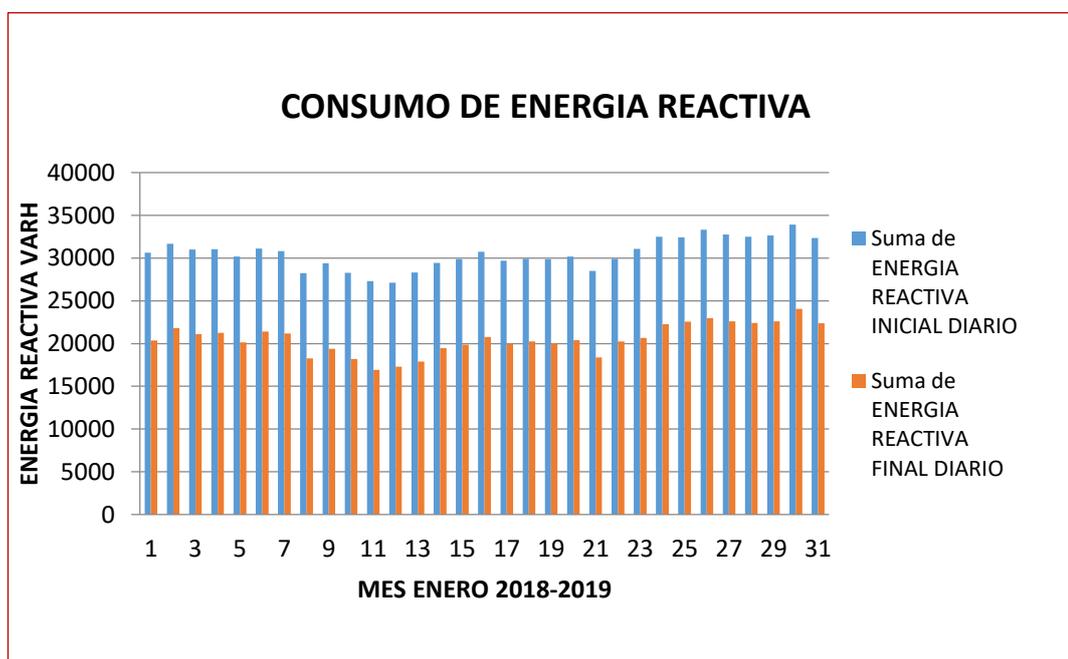
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo presentado se ha demostrado que a través de la implementación de bancos de condensadores se ha logrado la optimización del consumo de energía reactiva, ya que al aumentar el factor de potencia disminuye el consumo de reactivos.

De acuerdo a los resultados obtenidos del aumento del factor de potencia en los circuitos I y II de la planta de procesos, esto trae como consecuencia una disminución de la sobrecarga en el transformador principal que alimenta a las cargas de cada circuito de la planta de procesos.

Analizaremos la caída de tensión en los diferentes escenarios del sistema eléctrico de la planta de procesos:

Gráfico 57: Consumo de energía reactiva



Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico N° 57, se muestra el consumo de energía reactiva inicial y final después de la compensación reactiva con banco de condensadores, en el cual se optimiza el consumo según se aprecia en la gráfica.

El consumo del mes de enero del 2018 es aproximadamente 946,804VARH y luego de haber realizado la compensación reactiva en el mes de enero del 2019 tenemos un consumo de 636,850VARH, con lo cual se demuestra que la implementación de bancos de condensadores en los distintos circuitos ha tenido un ahorro de 309,954VARH.

La planta procesa 4,000 toneladas de mineral al día, sin embargo, si la planta dejara de producir una hora, la empresa estaría perdiendo 20,000 dólares por hora y en 20 horas de parada de planta son 400,000 dólares que se dejaría de percibir, se considera 20 horas efectivas para el cálculo debido al cambio de guardia que realiza el personal operativo.

Por esta razón la implementación de bancos de condensadores es fundamental para garantizar el alargamiento de la vida útil de los equipos como motores, transformadores y cables eléctricos que transportan la energía eléctrica, asimismo la continuidad de las operaciones en la planta de procesos de lo contrario afectaría a la economía de la mina Uchucchacua ya que al tener problemas en cables de media tensión 10kV, originaría una parada de planta y la empresa estaría perdiendo 20,000 dólares por hora, considerar que el tiempo para restablecer el servicio dependerá de la disponibilidad de todos los materiales in situ.

6.2 Contratación de resultados con otros estudios similares.

Los resultados obtenidos en los circuitos eléctricos de la planta de procesos de la mina Uchucchacua, permite obtener valores de acuerdo al Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006, la caída de tensión dentro del rango establecido que evita un sobredimensionamiento de algunos equipos y mejora la utilización de los mismos. Asegurando la continuidad del servicio y el alargamiento de la vida útil de los equipos que se encuentran conectados en la planta de procesos.

El valor de caída de tensión según el Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006, en la sección 050, del acápite 050-102 “Caída de Tensión” indica lo siguiente:

Los conductores de los alimentadores deben ser dimensionados para que:

- c)** La caída de tensión no sea mayor del 2.5%
- d)** La caída de tensión total máxima en el alimentador y los circuitos derivados hasta la salida o punto de utilización más alejado, no exceda del 4%.

Los resultados obtenidos a nivel técnico son de gran importancia, la instalación de bancos de condensadores automáticos refuerza el sistema eléctrico, haciéndolo más robusto y evitando daños en los equipos, cables

que transportan la energía eléctrica hacia los diferentes puntos de la planta de procesos.

Los resultados obtenidos en el marco del área operativa son fundamental ya que evita pérdidas en la producción por una falla en el sistema eléctrico producto de sobrecargas en los cables eléctricos, transformadores debido a un deterioro del aislamiento de estos equipos, la continuidad del servicio dentro de las operaciones debe ser primordial ya que una parada de planta imprevista generaría un alto costo 20,000 dólares por hora de no producir mineral.

Según los resultados obtenidos en referencia a Gómez Morales E. (2009) Tesis de grado: "COMPENSACIÓN DE POTENCIA REACTIVA". Unidad Profesional Adolfo López Mateos. México D.F., en el cual se ha reducido las pérdidas por efecto joule en las líneas y logrando un valor deseado de factor de potencia en los distintos escenarios planteados, así como el sistema eléctrico de la planta de procesos Uchucchacua.

CONCLUSIONES

1. Se ha optimizado el consumo de energía reactiva en la planta de procesos en 309,954VARH en el mes de enero 2019.
2. Se ha disminuido la caída de tensión en todas las barras del sistema eléctrico de la planta de procesos en mínima demanda en 1,02%, en media demanda en 0,62% y en máxima demanda en 1,65%, cumpliendo con el rango permitido en el CNE-Utilización 2006 en el cual la caída de tensión de los alimentadores no debe exceder el 2.5% de la tensión nominal.
3. Se concluye que la planta de procesos en máxima demanda se tiene un factor de potencia de 0,956, por lo tanto, existe un aumento de la disponibilidad de potencia.
4. El factor de potencia en media demanda es 0,97, por lo tanto, existe un aumento de la disponibilidad de potencia.
5. El factor de potencia en mínima demanda es 0,974, por lo tanto, existe un aumento de la disponibilidad de potencia.
6. Que la planta de procesos de la mina Uchucchacua paralice sus operaciones producto del bajo factor de potencia conlleva a una pérdida de 20,000 dólares por hora.

RECOMENDACIONES

1. Verificar periódicamente los registros de las mediciones para determinar el consumo de energía reactiva en el sistema eléctrico de la planta de procesos.
2. Realizar una verificación periódica de las tensiones en las barras del sistema eléctrica para controlar la caída de tensión en caso se presente.
3. Se recomienda en un periodo a largo plazo instalar más banco de condensadores para aumentar el factor de potencia en el periodo de máxima demanda.
4. Se recomienda que las nuevas cargas a instalar sean más eficientes.
5. Se recomienda que el factor de potencia sea más cercano a uno ya que se obtiene mayores beneficios para el sistema eléctrico.
6. Asegurar la continuidad de las operaciones, así como el procesamiento del mineral para evitar pérdidas económicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bolaños Baca Juan Carlos (2010) Informe de suficiencia: Diseño de un Banco de Condensadores Automático en Baja Tensión para un sistema eléctrico Industrial con presencia de cargas no lineales, Universidad Nacional De Ingeniería, Lima.
2. Capella, R. (2000) Publicación técnica PT-075: Corrección del factor de potencia. Schneider Electric, Francia.
3. De La Cruz Villafuerte, Benji Paulino (2018) Trabajo de Suficiencia Profesional: Dimensionamiento de Bancos de Condensadores para la Minera Century Mining Perú SAC de San Juan de Chorunga – Arequipa, Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, Villa el Salvador.
4. Empresa Circutor (2013) Soluciones para la compensación de energía reactiva en Media Tensión, España
5. Empresa Circutor (2013) Soluciones para la compensación de energía reactiva en Baja Tensión, España
6. Gómez Morales E. (2009) Tesis de grado: Compensación de potencia reactiva, Unidad Profesional Adolfo López Mateos. México D.F.
7. Grupo de Gestión Eficiente de Energía, KAI de la Universidad del Atlántico y el Grupo de Investigación en Energías, GEIN de la Universidad Autónoma de Occidente. (2006) Estudio: Corrección del

factor de potencia y control de la demanda. Unidad de Planeación Minero Energética de Colombia, Colombia.

8. López Paiz, Antonio (2011) Tesis de grado: Corrección del factor de potencia y diseño e instalación óptima de banco de capacitores bajo el efecto de distorsión armónica en la industria de producción de cloro. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
9. Pimenta Joao (2017), Seminario Técnico: Sistemas de Compensación, ABB, Lima.
10. Santana Navarro G. (2011) Informe de pasantía: Estudio para la corrección del factor de potencia en BT del sistema eléctrico de la planta Ford, Universidad Simón Bolívar, Colombia.

ANEXOS

Matriz de Consistencia

Título: Optimización del consumo de Energía Reactiva del Sistema Eléctrico de la Planta de Procesos de la Mina Uchucchacua-Oyón-Lima

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN Y POBLACIÓN
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variables dependientes	Tipo de investigación
PG: ¿De qué manera se va a optimizar el consumo de energía reactiva del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua?	OG: Optimizar el consumo de energía reactiva del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.	HG: Mediante la implementación de bancos de capacitores automáticos será posible optimizar el consumo de energía reactiva del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.	-Variable Y1: Caída de tensión. -Variable Y2: Potencia eléctrica. -Variable Y3: Compensación reactiva.	Investigación descriptiva-experimental. Diseño de la investigación: Cuasi-experimental, debido a las implicancias de las variables en el estudio.
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variables independientes	Técnica e instrumentación
PE1: ¿En qué medida la caída de tensión en las redes eléctricas del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua contribuye en la pérdida de energía eléctrica?	OE1: Minimizar las pérdidas de energía eléctrica ocasionada por la caída de tensión en el sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.	HE1: Mediante la compensación reactiva será posible minimizar las pérdidas de energía eléctrica ocasionada por la caída de tensión del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.	-Variable X1: Nivel de tensión. -Variable X2: Banco de condensadores.	Técnica: -Diagrama de cargas. -Recolección de datos técnicos. -Análisis de datos. Instrumento: Uso de medidores ION multifunción, para el registro de los datos técnicos de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.
PE2: ¿De qué manera el bajo factor de potencia tiene un impacto en la disponibilidad de potencia del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua?	OE2: Aumentar la disponibilidad de potencia a través del aumento del factor de potencia del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.	HE2: Mediante la compensación reactiva será posible aumentar la disponibilidad de potencia a través del aumento del factor de potencia del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua.		Población: Planta de procesos de la unidad minera Uchucchacua, distrito de Oyón, Provincia de Oyón, Departamento de Lima.
PE3: ¿En qué medida la falta de compensación reactiva afecta a la economía de la mina Uchucchacua?	OE3: Implementar un sistema de compensación reactiva de modo que no afecte la economía de la mina Uchucchacua.	HE3: Mediante la instalación de bancos de capacitores automáticos será posible implementar un sistema de compensación reactiva de modo que no afecte la economía de la mina Uchucchacua.		Muestra: 01 Transformador de potencia de 2MVA-10/0.46kV que alimentan al tablero de distribución de molinos. 01 Transformador de potencia de 3MVA-10/4.16kV que alimentan al tablero de distribución del molino 13' x 20'. 03 Transformadores de potencia de 2.5MVA-10/0.46kV que alimentan al tablero de flotación, cianuración y molino 9x13". 01 Banco de transformadores monofásicos de 1.5MVA- 10/4.16kVA que alimentan al tablero del molino SAG.

Consentimiento Informado

SUMILLA: OTORGARME UNA CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y MEDICIONES DE LOS PARÁMETROS ELÉCTRICOS DE LOS CIRCUITOS DE LA PLANTA DE PROCESOS PARA OBTENCIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

SEÑOR:
GERENTE DE UNIDAD DE LA UEA UCHUCCHACUA "ANDRES ANTONIO OSORIO AMAYA" – COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA.
LIMA.

JHON JOSÉ FLORES BARDALES, debidamente identificado con DNI N° **77277714**, con domicilio en el AAHH Eduardo de la Piniella Jr. Los Abogados MZ-C8-Lt-24 Canto Rey Distrito de San Juan de Lurigancho, Departamento de Lima con teléfono 940248283 ante Ud. Con el debido respeto me presento y expongo:

Que, estando laborando en el área de Mantenimiento Eléctrico en la UEA Uchucchacua con el cargo de Ingeniero Electricista (Entrenamiento), se realizaron diversos análisis del sistema eléctrico que alimenta a la mina, planteando diversas soluciones a la problemática encontrada en interior mina y planta de procesos, es por ello solicito a su Despacho se sirva a otorgarme una carta de autorización de uso de información de empresa del sistema eléctrico y mediciones de los parámetros eléctricos de los circuitos de la planta de procesos con la finalidad de obtener de título profesional, de conformidad a lo expuesto, el análisis realizado será útil para la toma de decisiones de las mejoras planteadas en el Proyecto de Tesis de los circuitos eléctricos que alimenta a la planta de procesos, aumentando la confiabilidad del sistema eléctrico, la optimización de pérdidas de energía en cables y transformadores debido al alto consumo de reactivos, el aumento de la vida útil de los equipos y la continuidad del suministro de energía.

Asimismo, de ser positiva la respuesta a mi solicitud y pudiendo terminar con éxito el estudio en mención, estaría brindando 03 copias el informe técnico a Gerencia de Unidad, Mantenimiento General y Recursos Humanos.

En espera de su autorización solicitada quedo de usted.

CIA. DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.
UEA UCHUCCHACUA
Jean Pierre A. Odiga Zavala
COORDINADOR DE CAPACITACION

JHON JOSÉ FLORES BARDALES
DNI N° 77277714

Oyón, 26 de Diciembre del 2014
CIA. DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.
UEA UCHUCCHACUA

ANDRES OSORIO ANAYA
GERENTE DE UNIDAD

CIA. DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A.
Unidad Uchucchacua
Ing. Christian Luis Aragón Díaz
Superintendente de Mantenimiento

Base de Datos

Datos Técnicos Registrados en la Planta de Procesos.

Circuito I – Planta de Procesos de la Mina Uchucchacua:

1.- Transformador de molino de 2MVA

FECHA	FDP	P.ACTIVA (KW)	P.REACT.(KVAR)
01/13/2018	0.780	383.689	299.667
01/14/2018	0.783	439.271	335.177
01/15/2018	0.794	494.396	365.406
01/16/2018	0.814	621.083	434.510
01/17/2018	0.814	636.717	449.663
01/18/2018	0.781	473.250	363.583
01/19/2018	0.817	652.917	457.594
01/20/2018	0.816	636.740	44.177
01/21/2018	0.827	440.844	293.927
01/22/2018	0.837	676.552	439.938
01/23/2018	0.850	690.594	427.260
01/24/2018	0.828	517.138	348.670
01/25/2018	0.815	549.365	389.670
01/26/2018	0.815	561.219	398.260
01/27/2018	0.819	545.511	382.400
01/28/2018	0.812	565.542	406.365
01/29/2018	0.817	559.896	395.875
01/30/2018	0.816	564.479	400.156
01/31/2018	0.823	567.906	392.271

FECHA	FDP	P.ACTIVA (KW)	P.REACT.(KVAR)
02/01/2018	0.822	570.250	394.740
02/02/2018	0.819	555.063	388.594
02/03/2018	0.813	567.823	405.708
02/04/2018	0.818	568.250	398.990
02/05/2018	0.822	570.516	395.158
02/06/2018	0.818	567.281	398.073
02/07/2018	0.822	577.719	400.667
02/08/2018	0.819	572.302	400.396
02/09/2018	0.816	540.198	382.479
02/10/2018	0.817	571.177	403.677
02/11/2018	0.798	515.458	380.833
02/12/2018	0.746	333.115	295.938
02/13/2018	0.740	327.760	297.969
02/14/2018	0.776	363.281	290.750
02/15/2018	0.756	324.479	279.958
02/16/2018	0.761	445.756	333.133
02/17/2018	0.795	286.219	199.802
02/18/2018	0.722	259.584	227.348
02/19/2018	0.814	590.177	420.990
02/20/2018	0.779	444.760	346.979
02/21/2018	0.771	425.510	339.104
02/22/2018	0.762	370.385	307.917
02/23/2018	0.798	514.865	379.198
02/24/2018	0.787	482.168	363.211
02/25/2018	0.787	466.344	354.219
02/26/2018	0.736	318.271	292.708
02/27/2018	0.789	488.208	370.219
02/28/2018	0.810	577.292	417.875

FECHA	FDP	P.ACTIVA (KW)	P.REACT.(KVAR)
03/01/2018	0.810	581.177	420.406
03/02/2018	0.768	404.615	329.906
03/03/2018	0.727	300.202	274.936
03/04/2018	0.743	320.490	288.240
03/05/2018	0.773	435.771	347.177
03/06/2018	0.772	424.469	340.333
03/07/2018	0.751	317.042	264.156
03/08/2018	0.780	382.906	295.771
03/09/2018	0.739	264.740	241.677
03/10/2018	0.732	259.792	237.490
03/11/2018	0.792	440.967	330.315
03/12/2018	0.788	426.083	321.813
03/13/2018	0.735	261.613	237.462
03/14/2018	0.751	274.010	240.323
03/15/2018	0.757	279.189	239.095
03/16/2018	0.756	272.917	236.135
03/17/2018	0.779	386.427	298.552
03/18/2018	0.814	517.906	369.542
03/19/2018	0.786	391.963	297.878
03/20/2018	0.823	489.042	337.865
03/21/2018	0.760	275.740	232.521
03/22/2018	0.743	249.854	219.542
03/23/2018	0.747	263.083	234.260
03/24/2018	0.753	255.439	222.439
03/25/2018	0.739	261.271	237.458
03/26/2018	0.741	293.198	260.260
03/27/2018	0.816	522.094	369.969
03/28/2018	0.816	512.740	362.979
03/29/2018	0.848	612.865	381.500
03/30/2018	0.858	332.531	201.021
03/31/2018	0.867	321.438	184.948

FECHA	FDP	P.ACTIVA (KW)	P.REACT.(KVAR)
04/01/2018	0.867	391.948	225.208
04/02/2018	0.871	391.573	220.969
04/03/2018	0.876	488.115	268.365
04/04/2018	0.864	389.760	223.885
04/05/2018	0.868	480.698	273.740
04/06/2018	0.867	573.271	327.063
04/07/2018	0.879	637.354	346.167
04/08/2018	0.885	649.000	341.531
04/09/2018	0.879	647.281	350.188
04/10/2018	0.877	635.125	347.521
04/11/2018	0.873	629.906	351.125
04/12/2018	0.865	400.792	232.583
04/13/2018	0.869	533.323	301.594
04/14/2018	0.877	636.323	348.906
04/15/2018	0.871	581.354	327.604
04/16/2018	0.869	612.104	348.052
04/17/2018	0.860	584.604	338.188
04/18/2018	0.869	593.802	334.552
04/19/2018	0.873	604.281	335.990
04/20/2018	0.874	632.385	350.792
04/21/2018	0.875	620.844	342.500
04/22/2018	0.872	625.823	351.979
04/23/2018	0.866	536.771	304.615
04/24/2018	0.871	599.302	337.760
04/25/2018	0.873	620.365	345.885
04/26/2018	0.874	621.677	345.833
04/27/2018	0.873	604.313	335.521
04/28/2018	0.878	619.135	336.729
04/29/2018	0.877	616.198	337.979
04/30/2018	0.863	565.688	320.719

FECHA	FDP	P.ACTIVA (KW)	P.REACT.(KVAR)
05/01/2018	0.875	594.781	328.583
05/02/2018	0.875	606.094	334.594
05/03/2018	0.869	600.115	340.219
05/04/2018	0.861	416.740	240.156
05/05/2018	0.877	422.688	231.604
05/06/2018	0.872	402.240	226.042
05/07/2018	0.846	509.198	319.833
05/08/2018	0.802	314.330	225.734
05/09/2018	0.636	106.149	108.277
05/10/2018	0.732	196.221	161.674
05/11/2018	0.790	261.406	201.219
05/12/2018	0.752	223.802	178.229
05/13/2018	0.799	265.563	199.094
05/14/2018	0.795	268.484	204.147
05/15/2018	0.807	304.156	217.979
05/16/2018	0.817	358.802	246.646
05/17/2018	0.798	271.344	204.938
05/18/2018	0.799	271.208	204.052
05/19/2018	0.801	272.344	203.563
05/20/2018	0.779	322.240	227.833
05/21/2018	0.838	490.438	318.604
05/22/2018	0.819	412.250	279.146
05/23/2018	0.787	259.729	198.635
05/24/2018	0.805	268.833	198.552
05/25/2018	0.782	253.271	194.073
05/26/2018	0.792	259.031	195.417
05/27/2018	0.712	190.302	159.031
05/28/2018	0.861	369.469	217.271
05/29/2018	0.860	380.073	224.979
05/30/2018	0.842	229.719	144.510
05/31/2018	0.847	242.583	148.000

FECHA	FDP	P.ACTIVA (KW)	P.REACT.(KVAR)
06/01/2018	0.855	366.208	221.823
06/02/2018	0.862	383.833	223.906
06/03/2018	0.872	616.479	345.885
06/04/2018	0.873	577.615	321.844
06/05/2018	0.870	499.885	280.115
06/06/2018	0.871	595.823	334.792
06/07/2018	0.848	335.875	205.219
06/08/2018	0.853	440.385	255.708
06/09/2018	0.858	558.146	329.594
06/10/2018	0.854	507.800	304.840
06/11/2018	0.850	517.852	319.568
06/12/2018	0.861	598.281	353.563
06/13/2018	0.858	537.719	318.948
06/14/2018	0.870	612.750	347.854
06/15/2018	0.866	495.198	283.844
06/16/2018	0.862	379.594	223.417
06/17/2018	0.863	373.479	219.115
06/18/2018	0.857	378.271	227.156
06/19/2018	0.853	369.885	226.240
06/20/2018	0.795	291.302	217.219
06/21/2018	0.865	489.115	281.729
06/22/2018	0.870	605.917	343.646
06/23/2018	0.865	588.594	341.385
06/24/2018	0.868	592.021	338.646
06/25/2018	0.867	550.613	310.957
06/26/2018	0.871	573.875	323.260
06/27/2018	0.870	595.865	337.917
06/28/2018	0.869	594.034	338.807
06/29/2018	0.867	589.656	338.604
06/30/2018	0.856	559.363	334.475

2.- Transformador de 3 MVA cianuración

FECHA	FDP	P.ACTIVA (KW)	P.REACT.(KVAR)
01/13/2018	0.930	39	15
01/14/2018	0.864	31.677	18.000
01/15/2018	0.801	27.354	20.417
01/16/2018	0.799	28.823	21.542
01/17/2018	0.778	29.260	23.208
01/18/2018	0.816	34.990	24.750
01/19/2018	0.778	30.698	24.198
01/20/2018	0.777	27.865	22.500
01/21/2018	0.827	34.177	22.729
01/22/2018	0.823	33.813	22.771
01/23/2018	0.740	28.583	26.042
01/24/2018	0.881	40.365	20.396
01/25/2018	0.916	45.375	19.542
01/26/2018	0.919	49.083	20.854
01/27/2018	0.908	45.063	19.333
01/28/2018	0.840	32.823	21.083
01/29/2018	0.809	31.573	22.896
01/30/2018	0.872	41.135	22.563
01/31/2018	0.880	41.865	22.500

FECHA	FDP	P.ACTIVA (KW)	P.REACT.(KVAR)
02/01/2018	0.851	37.885	22.427
02/02/2018	0.724	26.385	25.031
02/03/2018	0.760	28.552	24.448
02/04/2018	0.797	32.115	23.844
02/05/2018	0.870	40.260	22.313
02/06/2018	0.864	40.115	22.698
02/07/2018	0.825	37.875	25.771
02/08/2018	0.750	28.969	25.313
02/09/2018	0.761	28.125	23.865
02/10/2018	0.829	37.406	24.188
02/11/2018	0.866	39.865	22.750
02/12/2018	0.844	38.302	23.490
02/13/2018	0.796	29.906	22.771
02/14/2018	0.813	36.302	25.448
02/15/2018	0.818	37.594	26.333
02/16/2018	0.811	35.583	25.188
02/17/2018	0.684	26.698	28.313
02/18/2018	0.748	28.667	25.406
02/19/2018	0.763	30.438	25.750
02/20/2018	0.811	37.490	26.521
02/21/2018	0.835	39.958	26.104
02/22/2018	0.826	36.906	24.625
02/23/2018	0.735	29.229	26.656
02/24/2018	0.747	28.167	25.167
02/25/2018	0.804	35.073	24.917
02/26/2018	0.860	41.906	24.698
02/27/2018	0.819	37.302	25.490
02/28/2018	0.797	33.125	24.833

FECHA	FDP	P.ACTIVA (KW)	P.REACT.(KVAR)
03/01/2018	0.773	30.771	25.344
03/02/2018	0.771	30.917	24.958
03/03/2018	0.849	39.073	23.552
03/04/2018	0.840	37.354	23.729
03/05/2018	0.729	29.750	27.792
03/06/2018	0.726	29.281	27.750
03/07/2018	0.706	26.750	26.958
03/08/2018	0.788	34.625	26.229
03/09/2018	0.818	37.833	26.438
03/10/2018	0.715	26.219	25.427
03/11/2018	0.729	27.739	26.043
03/12/2018	0.741	29.583	26.635
03/13/2018	0.750	30.219	26.531
03/14/2018	0.809	37.667	26.396
03/15/2018	0.833	38.792	25.146
03/16/2018	0.844	38.990	24.625
03/17/2018	0.807	33.969	24.458
03/18/2018	0.798	32.219	23.979
03/19/2018	0.759	28.198	23.979
03/20/2018	0.765	27.052	22.792
03/21/2018	0.725	23.427	22.344
03/22/2018	0.751	25.615	22.354
03/23/2018	0.745	25.052	22.490
03/24/2018	0.753	25.857	22.385
03/25/2018	0.803	28.563	21.094
03/26/2018	0.816	30.656	21.594
03/27/2018	0.812	31.281	22.438
03/28/2018	0.841	30.552	19.729
03/29/2018	0.789	28.344	21.917
03/30/2018	0.753	26.990	23.250
03/31/2018	0.765	27.979	23.438

FECHA	FDP	P.ACTIVA (KW)	P.REACT.(KVAR)
04/01/2018	0.790	29.677	23.104
04/02/2018	0.795	31.396	23.708
04/03/2018	0.745	28.177	25.167
04/04/2018	0.765	29.000	24.438
04/05/2018	0.775	28.458	23.146
04/06/2018	0.756	27.688	23.938
04/07/2018	0.751	27.927	24.406
04/08/2018	0.784	28.771	22.854
04/09/2018	0.766	27.917	23.417
04/10/2018	0.746	25.917	23.135
04/11/2018	0.771	26.885	22.260
04/12/2018	0.776	27.885	22.677
04/13/2018	0.784	28.198	22.302
04/14/2018	0.788	29.250	22.740
04/15/2018	0.791	28.979	22.417
04/16/2018	0.815	30.177	21.427
04/17/2018	0.798	29.521	22.240
04/18/2018	0.778	28.219	22.563
04/19/2018	0.776	28.719	23.396
04/20/2018	0.773	29.260	24.042
04/21/2018	0.777	28.010	22.646
04/22/2018	0.780	28.646	23.000
04/23/2018	0.749	29.708	26.188
04/24/2018	0.745	28.542	25.573
04/25/2018	0.783	28.573	22.677
04/26/2018	0.776	29.604	24.031
04/27/2018	0.789	29.208	22.708
04/28/2018	0.766	28.406	23.844
04/29/2018	0.798	29.656	22.323
04/30/2018	0.776	29.031	23.615

FECHA	FDP	P.ACTIVA (KW)	P.REACT.(KVAR)
05/01/2018	0.777	28.875	23.385
05/02/2018	0.771	29.500	24.281
05/03/2018	0.762	28.479	24.260
05/04/2018	0.752	28.167	24.646
05/05/2018	0.738	28.323	25.823
05/06/2018	0.793	28.479	21.958
05/07/2018	0.821	30.510	21.208
05/08/2018	0.801	30.823	22.969
05/09/2018	0.799	29.667	22.323
05/10/2018	0.798	30.135	22.740
05/11/2018	0.787	28.781	22.396
05/12/2018	0.734	26.948	24.969
05/13/2018	0.819	31.135	21.490
05/14/2018	0.766	29.563	24.604
05/15/2018	0.771	27.688	22.740
05/16/2018	0.772	28.073	23.156
05/17/2018	0.800	29.656	22.167
05/18/2018	0.795	29.260	22.167
05/19/2018	0.787	30.188	23.573
05/20/2018	0.800	27.854	20.896
05/21/2018	0.755	27.010	23.479
05/22/2018	0.838	36.427	22.500
05/23/2018	0.789	30.104	23.458
05/24/2018	0.769	28.865	23.979
05/25/2018	0.765	28.250	23.760
05/26/2018	0.788	28.427	22.260
05/27/2018	0.842	29.146	18.552
05/28/2018	0.784	28.135	22.208
05/29/2018	0.755	26.188	22.698
05/30/2018	0.792	26.510	20.073
05/31/2018	0.804	26.125	19.292

FECHA	FDP	P.ACTIVA (KW)	P.REACT.(KVAR)
06/01/2018	0.804	26.667	19.708
06/02/2018	0.810	27.125	19.594
06/03/2018	0.833	27.438	18.229
06/04/2018	0.863	29.885	17.375
06/05/2018	0.777	25.729	20.625
06/06/2018	0.769	25.063	20.760
06/07/2018	0.769	24.833	20.635
06/08/2018	0.764	24.354	20.552
06/09/2018	0.786	25.583	20.208
06/10/2018	0.782	27.679	21.929
06/11/2018	0.675	16.435	18.228
06/12/2018	0.801	26.167	18.323
06/13/2018	0.900	38.281	17.938
06/14/2018	0.898	40.167	19.313
06/15/2018	0.883	38.292	20.042
06/16/2018	0.882	36.354	19.271
06/17/2018	0.877	37.800	20.400
06/18/2018	0.852	37.250	22.594
06/19/2018	0.839	35.292	22.396
06/20/2018	0.868	37.208	20.875
06/21/2018	0.849	36.479	22.313
06/22/2018	0.861	36.750	21.344
06/23/2018	0.883	37.188	19.292
06/24/2018	0.821	24.792	16.896
06/25/2018	0.827	27.959	17.578
06/26/2018	0.792	25.917	18.208
06/27/2018	0.709	19.292	19.177
06/28/2018	0.877	37.184	19.405
06/29/2018	0.867	33.542	17.813
06/30/2018	0.766	23.288	19.550

3.- Transformador de 1.5MVA molino SAG

FECHA	FDP	P.ACTIVA (KW)
01/13/2018	0.150	76.133
01/14/2018	0.377	282.260
01/15/2018	0.532	418.156
01/16/2018	0.849	715.354
01/17/2018	0.867	734.698
01/18/2018	0.479	370.531
01/19/2018	0.783	656.896
01/20/2018	0.789	655.760
01/21/2018	0.840	755.094
01/22/2018	0.803	742.740
01/23/2018	0.987	946.521
01/24/2018	0.857	789.522
01/25/2018	0.969	920.302
01/26/2018	0.997	934.354
01/27/2018	0.966	914.969
01/28/2018	0.935	855.552
01/29/2018	0.984	910.865
01/30/2018	0.985	917.219
01/31/2018	0.995	930.865

FECHA	FDP	P.ACTIVA (KW)
02/01/2018	0.851	789.505
02/02/2018	0.626	499.354
02/03/2018	0.982	885.448
02/04/2018	0.993	903.740
02/05/2018	0.995	926.740
02/06/2018	0.958	883.125
02/07/2018	0.975	899.448
02/08/2018	0.995	924.271
02/09/2018	0.945	872.723
02/10/2018	0.995	932.979
02/11/2018	0.984	921.239
02/12/2018	0.975	926.409
02/13/2018	0.995	921.875
02/14/2018	0.993	912.813
02/15/2018	0.956	866.719
02/16/2018	0.858	774.240
02/17/2018	0.957	874.250
02/18/2018	0.993	911.979
02/19/2018	0.994	914.792
02/20/2018	0.993	913.875
02/21/2018	0.994	925.323
02/22/2018	0.996	936.865
02/23/2018	0.995	930.708
02/24/2018	0.755	680.295
02/25/2018	0.993	915.792
02/26/2018	0.995	919.323
02/27/2018	0.993	906.729
02/28/2018	0.995	932.604

FECHA	FDP	P.ACTIVA (KW)
03/01/2018	0.993	906.417
03/02/2018	0.993	909.427
03/03/2018	0.992	894.979
03/04/2018	0.943	843.365
03/05/2018	0.989	883.708
03/06/2018	0.991	896.938
03/07/2018	0.988	893.281
03/08/2018	0.992	911.375
03/09/2018	0.982	882.938
03/10/2018	0.976	875.458
03/11/2018	0.994	903.967
03/12/2018	0.994	895.500
03/13/2018	0.994	910.333
03/14/2018	0.993	903.729
03/15/2018	0.994	912.854
03/16/2018	0.982	885.031
03/17/2018	0.974	886.229
03/18/2018	0.992	910.750
03/19/2018	0.657	575.683
03/20/2018	0.802	709.241
03/21/2018	0.991	892.427
03/22/2018	0.992	902.219
03/23/2018	0.993	917.760
03/24/2018	0.926	847.620
03/25/2018	0.994	917.708
03/26/2018	0.995	926.208
03/27/2018	0.993	910.573
03/28/2018	0.993	918.521
03/29/2018	0.994	924.844
03/30/2018	0.995	916.938
03/31/2018	0.994	906.531

FECHA	FDP	P.ACTIVA (KW)
04/01/2018	0.994	924.104
04/02/2018	0.994	919.844
04/03/2018	0.994	935.927
04/04/2018	0.899	860.083
04/05/2018	0.994	936.781
04/06/2018	0.756	700.750
04/07/2018	0.996	973.594
04/08/2018	0.994	967.198
04/09/2018	0.956	915.427
04/10/2018	0.996	947.750
04/11/2018	0.997	943.875
04/12/2018	0.997	970.396
04/13/2018	0.875	807.771
04/14/2018	0.929	867.927
04/15/2018	0.918	869.635
04/16/2018	0.975	918.083
04/17/2018	0.934	878.729
04/18/2018	0.994	923.563
04/19/2018	0.996	939.375
04/20/2018	0.997	944.031
04/21/2018	0.997	941.188
04/22/2018	0.998	968.823
04/23/2018	0.998	970.615
04/24/2018	0.912	891.938
04/25/2018	0.997	988.125
04/26/2018	0.967	928.635
04/27/2018	0.998	980.313
04/28/2018	0.996	968.167
04/29/2018	0.996	958.698
04/30/2018	0.837	790.375

FECHA	FDP	P.ACTIVA (KW)
05/01/2018	0.995	937.750
05/02/2018	0.997	949.854
05/03/2018	0.873	811.406
05/04/2018	0.691	633.495
05/05/2018	0.995	945.208
05/06/2018	0.996	956.302
05/07/2018	0.997	963.125
05/08/2018	0.971	932.385
05/09/2018	0.998	963.865
05/10/2018	0.997	959.823
05/11/2018	0.998	954.573
05/12/2018	0.998	970.219
05/13/2018	0.940	924.094
05/14/2018	0.998	981.073
05/15/2018	0.939	910.063
05/16/2018	0.997	977.292
05/17/2018	0.997	976.760
05/18/2018	0.998	986.865
05/19/2018	0.997	988.417
05/20/2018	0.998	985.771
05/21/2018	0.997	981.198
05/22/2018	0.978	966.323
05/23/2018	0.998	985.365
05/24/2018	0.997	986.854
05/25/2018	0.788	761.156
05/26/2018	0.998	1000.615
05/27/2018	0.876	866.656
05/28/2018	0.998	1005.385
05/29/2018	0.998	1018.573
05/30/2018	0.998	1000.792
05/31/2018	0.997	1012.417

FECHA	FDP	P.ACTIVA (KW)
06/01/2018	0.959	972.781
06/02/2018	0.998	1017.917
06/03/2018	0.998	1025.271
06/04/2018	0.951	978.635
06/05/2018	0.933	957.490
06/06/2018	0.961	996.115
06/07/2018	0.924	962.490
06/08/2018	0.909	944.781
06/09/2018	0.752	759.583
06/10/2018	0.637	622.607
06/11/2018	0.808	757.238
06/12/2018	0.923	887.823
06/13/2018	0.998	1001.500
06/14/2018	0.998	987.688
06/15/2018	0.998	981.406
06/16/2018	0.998	980.281
06/17/2018	0.961	939.250
06/18/2018	0.997	985.104
06/19/2018	0.997	983.302
06/20/2018	0.997	987.823
06/21/2018	0.979	979.302
06/22/2018	0.997	989.260
06/23/2018	0.843	819.438
06/24/2018	0.997	985.104
06/25/2018	0.948	938.191
06/26/2018	0.996	992.323
06/27/2018	0.996	1001.781
06/28/2018	0.887	875.967
06/29/2018	0.998	1008.563
06/30/2018	0.997	1012.896

Circuito II – Planta de Procesos de la Mina Uchuchaccua

FECHA	FDP	P.ACT(MW)	P.REACT(MVAR)
12/06/2018	0.804	1.494	1.513
13/06/2018	0.786	1.433	1.114
14/06/2018	0.802	1.527	1.138
15/06/2018	0.773	1.498	1.228
16/06/2018	0.752	1.420	1.250
17/06/2018	0.774	1.449	1.188
18/06/2018	0.802	1.478	1.100
19/06/2018	0.776	1.465	1.191
20/06/2018	0.788	1.498	1.173
21/06/2018	0.791	1.492	1.156
22/06/2018	0.904	1.504	0.708
23/06/2018	0.759	1.500	1.283
24/06/2018	0.866	1.533	0.882
25/06/2018	0.859	1.464	0.872
26/06/2018	0.853	1.546	0.942
27/06/2018	0.848	1.533	0.971
28/06/2018	0.839	1.441	0.921
29/06/2018	0.845	1.473	0.930
30/06/2018	0.870	1.460	0.827

FECHA	FDP	P.ACT(MW)	P.REACT(MVAR)
01/07/2018	0.874	1.43	0.794
02/07/2018	0.876	1.45	0.799
03/07/2018	0.88	1.466	0.791
04/07/2018	0.885	1.473	0.778
05/07/2018	0.878	1.512	0.826
06/07/2018	0.882	1.49	0.795
07/07/2018	0.886	1.519	0.796
08/07/2018	0.886	1.413	0.752
09/07/2018	0.874	1.568	0.875
10/07/2018	0.877	1.549	0.85
11/07/2018	0.881	1.239	0.664
12/07/2018	0.927	0.82	0.322
13/07/2018	0.881	1.106	0.59
14/07/2018	0.895	1.071	0.537
15/07/2018	0.873	1.503	0.839
16/07/2018	0.873	1.478	0.826
17/07/2018	0.884	1.379	0.736
18/07/2018	0.86	1.326	0.761
19/07/2018	0.874	1.438	0.8
20/07/2018	0.839	1.206	0.738
21/07/2018	0.882	1.425	0.761
22/07/2018	0.878	1.419	0.776
23/07/2018	0.877	1.417	0.78
24/07/2018	0.878	1.389	0.762
25/07/2018	0.869	1.526	0.871
26/07/2018	0.874	1.476	0.823
27/07/2018	0.865	1.391	0.801
28/07/2018	0.876	1.428	0.788
29/07/2018	0.878	1.483	0.809
30/07/2018	0.862	1.394	0.798
31/07/2018	0.876	1.474	0.814

FECHA	FDP	P.ACT(MW)	P.REACT(MVAR)
01/08/2018	0.877	1.5	0.823
02/08/2018	0.876	1.458	0.803
03/08/2018	0.879	1.429	0.781
04/08/2018	0.857	1.327	0.76
05/08/2018	0.815	0.511	0.375
06/08/2018	0.947	0.342	0.112
07/08/2018	0.895	0.892	0.469
08/08/2018	0.876	1.465	0.806
09/08/2018	0.876	1.517	0.835
10/08/2018	0.88	1.481	0.8
11/08/2018	0.88	1.481	0.801
12/08/2018	0.875	1.516	0.838
13/08/2018	0.878	1.496	0.816
14/08/2018	0.876	1.524	0.838
15/08/2018	0.875	1.525	0.843
16/08/2018	0.875	1.495	0.826
17/08/2018	0.874	1.477	0.822
18/08/2018	0.877	1.553	0.85
19/08/2018	0.88	1.584	0.858
20/08/2018	0.879	1.546	0.842
21/08/2018	0.876	1.494	0.828
22/08/2018	0.871	1.364	0.774
23/08/2018	0.876	1.496	0.825
24/08/2018	0.871	1.468	0.827
25/08/2018	0.878	1.443	0.787
26/08/2018	0.875	1.448	0.8
27/08/2018	0.87	1.431	0.812
28/08/2018	0.874	1.46	0.813
29/08/2018	0.876	1.453	0.802
30/08/2018	0.877	1.413	0.773
31/08/2018	0.894	0.605	0.322

FECHA	FDP	P.ACT(MW)	P.REACT(MVAR)
01/09/2018	0.874	1.448	0.803
02/09/2018	0.876	1.447	0.797
03/09/2018	0.875	1.475	0.815
04/09/2018	0.874	1.448	0.803
05/09/2018	0.879	1.490	0.810
06/09/2018	0.876	1.453	0.800
07/09/2018	0.878	1.465	0.800
08/09/2018	0.878	1.471	0.803
09/09/2018	0.881	1.449	0.780
10/09/2018	0.880	1.483	0.803
11/09/2018	0.876	1.438	0.793
12/09/2018	0.882	1.449	0.773
13/09/2018	0.889	1.399	0.721
14/09/2018	0.883	1.426	0.760
15/09/2018	0.889	1.414	0.730
16/09/2018	0.893	1.313	0.681
17/09/2018	0.885	1.427	0.747
18/09/2018	0.888	1.437	0.744
19/09/2018	0.888	1.411	0.734
20/09/2018	0.873	1.359	0.742
21/09/2018	0.882	1.458	0.779
22/09/2018	0.883	1.409	0.750
23/09/2018	0.883	1.415	0.752
24/09/2018	0.888	1.433	0.743
25/09/2018	0.886	1.452	0.762
26/09/2018	0.884	1.436	0.759
27/09/2018	0.890	1.430	0.735
28/09/2018	0.890	1.438	0.739
29/09/2018	0.884	1.453	0.767
30/09/2018	0.881	1.433	0.770

FECHA	FDP	P.ACT(MW)	P.REACT(MVAR)
01/10/2018	0.882	1.437	0.768
02/10/2018	0.888	1.398	0.724
03/10/2018	0.887	1.208	1.000
04/10/2018	0.885	0.918	0.463
05/10/2018	0.889	1.203	0.645
06/10/2018	0.882	1.408	0.751
07/10/2018	0.881	1.440	0.772
08/10/2018	0.885	1.395	0.735
09/10/2018	0.884	1.438	0.760
10/10/2018	0.876	1.359	0.745
11/10/2018	0.887	1.419	0.739
12/10/2018	0.886	1.469	0.771
13/10/2018	0.888	1.381	0.719
14/10/2018	0.890	1.301	0.666
15/10/2018	0.882	1.460	0.781
16/10/2018	0.881	1.432	0.763
17/10/2018	0.886	1.385	0.729
18/10/2018	0.8771	1.1613	0.6267
19/10/2018	0.886	1.409	0.739
20/10/2018	0.883	1.495	0.794
21/10/2018	0.883	1.429	0.758
22/10/2018	0.885	1.481	0.779
23/10/2018	0.884	1.470	0.776
24/10/2018	0.886	1.479	0.776
25/10/2018	0.885	1.476	0.776
26/10/2018	0.901	1.510	0.791
27/10/2018	0.884	1.480	0.785
28/10/2018	0.882	1.484	0.795
29/10/2018	0.885	1.426	0.750
30/10/2018	0.887	1.389	0.725

FECHA	FDP	P.ACT(MW)	P.REACT(MVAR)
01/11/2018	0.888	1.410	0.730
02/11/2018	0.884	1.397	0.743
03/11/2018	0.889	1.397	0.722
04/11/2018	0.885	1.421	0.747
05/11/2018	0.888	1.470	0.761
06/11/2018	0.888	1.453	0.751
07/11/2018	0.889	1.464	0.757
08/11/2018	0.887	1.461	0.761
09/11/2018	0.887	1.448	0.754
10/11/2018	0.886	1.405	0.735
11/11/2018	0.873	1.384	0.760
12/11/2018	0.884	1.455	0.771
13/11/2018	0.885	1.433	0.754
14/11/2018	0.881	1.417	0.760
15/11/2018	0.883	1.431	0.762
16/11/2018	0.881	1.419	0.759
17/11/2018	0.887	1.461	0.762
18/11/2018	0.8820	1.4292	0.7642
19/11/2018	0.882	1.372	0.734
20/11/2018	0.884	1.405	0.743

Cargas eléctricas del circuito I y II

1.- Cargas eléctricas del Circuito I:

1.- TRANSFORMADOR DE MOLINOS 2MVA	1.- TABLERO DE DISTRIBUCIÓN MOLINOS Cargas: Molino 7x12 Maquina de soldar(ABB) Molino 8x10 Maquina de soldar (SIEMENS) Molino de CAL Alumbrado Electroiman Sala de muestreo Bombas
	2.- TABLERO DE SUB-DISTRIBUCIÓN MOLINOS Cargas: Molino 7x12 Variador de reactivos Molino 8x10 Bomba Giw Calentador de aceite Molino Tower Molino de CAL Tecele Eléctrico
	3.- TABLERO DE SUB-DISTRIBUCIÓN MOLINOS CAL Cargas: Molino 7x12 Variador de reactivos Molino 8x10 Bomba Giw Calentador de aceite Molino de CAL Molino Tower Tecele Eléctrico
	4.- TABLERO DE SUB-DISTRIBUCIÓN REACTIVOS Cargas: Acondicionador OB-11 Acondicionador CuSO4 Acondicionador Z-14 Acondicionador ZnSO4 Acondicionador EMY-10 Acondicionador SN-10
	5.- TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE BOMBAS Cargas: Electroiman Bomba Faja electroiman Bomba limpieza Molino Faja electroiman FT B Bomba de limpieza - Tolvas Control de pasaje Extractor de polvo
	6.- TABLERO DE SUB-DISTRIBUCIÓN Cargas: Alumbrado Extractor de aire Alumbrado Laboratorio Metalurgico Alumbrado Horno N°2 Horno N°1 Horno N°3
	7.- TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE BOMBAS Cargas: Bomba N°1 Bomba N°3 Bomba N°2 Bomba N°4
	8.- TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE BOMBAS Cargas: Bomba Relave N°22 Bomba Limpieza N°54 Bomba Relave N°23 Bomba Relave N°02 CII Bomba Relave N°01 CII

2.- TRANSFORMADOR DE 1.5MVA MOLINO SAG
Carga: Motor de Molino SAG

3.- TRANSFORMADOR DE 3MVA MOLINO 13"x20"
Carga: Motor de Molino 13"x20"

4.- TRANSFORMADOR DE FLOTACIÓN 2.5MVA	1.- TABLERO DE DISTRIBUCIÓN FLOTACIÓN Cargas: Bombas Cabeza N°1 y 2 Flotación 2 Bombas y Triangulo Bombas Marsh - RH Flotación 3 Q2M, Q6M, Q10M Compresoras Chancadora Q3M, Q7M, Q15M Flotación 1 Spencer Q4M, Q9M
	2.- TABLERO DE DISTRIBUCIÓN BOMBAS CABEZA N°1 Y 2 Cargas: Bombas Warman N°1 Lubricador 13"x20" Tarejetero Bombas Warman N°2 UPS 2 Alumbrado CCM Bombas de aceite Molino SAG Alumbrado Mando Molino 13"x20" Alumbrado bombas cabeza
	3.- TABLERO DE SUB-DISTRIBUCIÓN DE FAJAS Cargas: Faja aliment. N°1 Faja Transp. N°4 Bomba alta P. Mo. SAG Faja aliment. N°2 Faja Transp. N°5 Bomba de aceite.Mo de 13x20 Faja aliment. N°3 Zaranda Tyler de 6x12 Radiador Aceite Faja aliment. N°4 Bomba baja P. Molino SAG
	4.- TABLERO DE DISTRIBUCIÓN BOMBAS Cargas: Bomba Marsh Bomba Warman
	5.- TABLERO DE DISTRIBUCIÓN COMPRESORAS Cargas: Compresor GA-180 Compresor GA-90 Compresor GA-110
	6.- TABLERO DE DISTRIBUCIÓN CHANCADORAS Cargas: Alumbrado Motor FT-02 Faja Electroiman Enfriador de aceite Tablero Grizzly Apron Feeder Faja Transp. N°1 Carril faja transp. N°2 Extractor de Polvo
	7.- TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SPENCER Cargas: Spencer 1 Spencer 2 Spencer 3
	8.-TABLERO DE BANCO DE CONDENSADORES: 8 Pasos de 75kvar

4.- TRANSFORMADOR DE FLOTACIÓN 2.5MVA

9.- TABLERO DE DISTRIBUCIÓN FLOTACIÓN 1

Cargas:

Celda Sub. A-30 #1	Celda OK-8 N°3	Celda OK-8 N°12
Celda Sub. A-30 #2	Celda OK-8 N°4	Celda OK-8 N°13
Celda Sub. A-30 #3	Celda OK-8 N°5	Celda OK-8 N°14
Celda Sub. A-24	Celda OK-8 N°6	Celda OK-8 N°15
Celda Sub. SK-80	Celda OK-8 N°7	Celda OK-8 N°16
Celda Sub. SK-240	Celda OK-8 N°8	Bomba N°51
Analizador Rayos X	Celda OK-8 N°9	Bomba N°52
Celda OK-20 N°1	Celda OK-8 N°10	Bomba Muestra
Relave		

10.- TABLERO DE DISTRIBUCIÓN FLOTACIÓN 2

Cargas:

Celda RCS-20 N°1	Bomba #51	Bomba de
Limpieza, Mol. 13"x20"		
Celda RCS-20 N°2	Bomba #52	Tecla molino SAG
Celda RCS-20 N°3	Bomba #36	Celda Unitaria N°1
Celda RCS-20 N°4	Bomba #37	Celda Unitaria N°2
Celda RCS-20 N°5	Bomba limpieza #1	Celda Unitaria N°3
Celda RCS-20 N°6	Bomba Limpieza #2	Celda Unitaria N°4
Celda RCS-20 N°7	Bomba Limpieza #3	Bomba Vert. Sub. A-24
Celda RCS-20 N°8	Bomba Limpieza #4	Bomba #44
Bombas Cabeza Pirita	Bomba Limpieza #5	Bomba N°14
Cianuración.	Bomba N°13	

11.- TABLERO DE DISTRIBUCIÓN FLOTACIÓN 3

Cargas:

Celda N°1	Celda N°5, SCV ZN
Celda N°2	Bomba Celda Unitaria N°1
Celda N°3, 1er Clean ZN	TK Acondicionador Manganeso
Celda N°4, 1er Clean ZN	Bomba Vacseal conc. ZN. N°1
Bomba #16	Bomba Vacseal conc. ZN. N°2

5.- TRANSFORMADOR DE CIANURACIÓN 2.5MVA	17.-TABLERO DE DISTRIBUCIÓN CCM-02 Cargas: Bomba desc. N°4-Espes. N°1 Bomba Hidrostal Dilución-esp. N°4 Bomba desc. N°4-Espes. N°2 Bomba Hidrostal TK N°9 Bomba Limpieza TK N°8-bomba 2 Bomba Limpieza-Filtro Tambor Faja transp. Filtro Banda Bomba descarga TK N°10 Bomba reboce N°2-espesador N°4 Bomba Recirc. Filtro banda Bomba Limpieza N°4 Bomba N°1- Solución Barren Bomba N°2- Solución Barren
	18.- TABLERO DE DISTRIBUCIÓN BOMBAS DE VACIO Cargas: Bomba de vacio N°1 Bomba de vacio N°2
	19.- TABLERO DE DISTRIBUCIÓN BOMBAS DE RELAVE Cargas: Bomba Relave 1 Bomba Relave 5 Bomba Relave 2 Bomba N°54 Bomba Relave 3 Bomba Sumidero Relave Cianuración Bomba Relave 4 Agitador N°1, Agitador N°2
	20.- TABLERO DE SITRIBUCIÓN ALUMBRADO TAMBOR Cargas: Filtro tambor N°1 Rastra N°2 Solución N°1 Filtro tambor N°2 Rastra N°3 Solución N°2 Filtro tambor N°3 Sin Fin N°1 Solución N°3 Agitador N°1 Sin Fin N°2 Bomba Pulpa N°1 Agitador N°2 Sin Fin N°3 Bomba Pulpa N°2 Agitador N°3 Alumbrado Bomba Pulpa N°3 Rastra N°1 Alumbrado Filtro Tambor

2.- Cargas eléctricas del Circuito II

1.- TRANSFORMADOR DE 2.5MVA CIRCUITO II
Cargas: Cargas generales Laboratorio- Quimico

RESULTADOS DE FLUJO DE POTENCIA MINIMA DEMANDA SIN BANCO DE CONDENSADORES

Se realiza el flujo de potencia del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua y se obtienen los siguientes resultados:

Grid: Unifilar_Planta System Stage: Unifilar_Planta Study Case: Study Case Annex: / 1												
	rtd. V	Bus-voltage		Generation		Motor Load		Load		Ext. Infeed		Compensation
	[kV]	[p.u.]	[kV]	[deg]	[MW]	[Mvar]	[MW]	[Mvar]	[MW]	[Mvar]	[MW]	[Mvar]
BARRA 10KV PLANTA	10.00	0.97	5.62	-152.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LLEGADA 138 kV	138.00	1.00	79.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.21	3.37	0.00
BARRA 10 KV	10.00	0.98	5.63	-152.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
460V	0.46	0.96	0.26	-123.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.16kV_MOLINO 13X20	4.16	0.96	2.30	55.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.16kV_MOLINO13X20.	4.16	0.95	2.29	55.80	0.00	0.00	0.00	1.36	1.04	0.00	0.00	0.00
MOLINO SAG_4.16kV	4.16	0.97	2.33	55.39	0.00	0.00	0.00	1.09	-0.00	0.00	0.00	0.00
FLOTACIÓN 460V	0.46	0.92	0.24	54.53	0.00	0.00	0.00	1.45	0.62	0.00	0.00	0.00
460V_FLOTACIÓN	0.46	0.96	0.26	55.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.23
10KV FLOTACIÓN 2.5MVA	10.00	0.97	5.62	-152.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.16kV_MOLINO SAG	4.16	0.97	2.34	55.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10kV_MOLINO_SAG	10.00	0.97	5.62	-152.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10kV_MOLINO 13x20	10.00	0.97	5.62	-152.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10KV_MOLINOS	10.00	0.97	5.62	-152.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CIANURACIÓN_460V	0.46	0.97	0.26	57.16	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00
460_CIANURACIÓN	0.46	0.97	0.26	57.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T.Dx.MOLINOS	0.46	0.93	0.25	-123.43	0.00	0.00	0.00	0.52	0.36	0.00	0.00	0.00
10KV_CIANURACIÓN												

Grid: Unifilar_Planta System Stage: Unifilar_Planta Study Case: Study Case Annex: / 2												
	rtd. V	Bus-voltage		Generation		Motor Load		Load		Ext. Infeed		Compensation
	[kV]	[p.u.]	[kV]	[deg]	[MW]	[Mvar]	[MW]	[Mvar]	[MW]	[Mvar]	[MW]	[Mvar]
CIRCUITO II	10.00	0.97	5.62	-152.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CKTO II_460V	10.00	0.97	5.61	-152.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
460V_CKTO II	0.46	0.91	0.24	-125.17	0.00	0.00	0.00	1.41	0.76	0.00	0.00	0.00
LAB_10KV	0.46	0.95	0.25	-124.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
460V_LAB.QUIMICO	10.00	0.97	5.62	-152.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LAB.QUIMICO_460V	0.46	0.96	0.25	25.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10kV_CKTO II	0.46	0.91	0.24	25.73	0.00	0.00	0.00	0.17	0.09	0.00	0.00	0.00
	10.00	0.97	5.62	-152.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Grid: Unifilar_Planta		System Stage: Unifilar_Planta		Study Case: Study Case			Annex: / 3	
rtd.V [kV]	Bus [p.u.]	voltage [kV]	[deg]	-10	-5	Voltage 0	Deviation [%]	+10
BARRA 10KV PLANTA	10.00	0.974	9.74-152.72			<<<<<<		
LLEGADA 138 kV	138.00	1.000	138.00 0.00					
BARRA 10 KV	10.00	0.976	9.76-152.76			<<<<<<		
460V	0.46	0.963	0.44-123.63			<<<<<<<<		
4.16kV_MOLINO 13X20	4.16	0.956	3.98 55.95			<<<<<<<<<		
4.16kV_MOLINO13X20.	4.16	0.952	3.96 55.80			<<<<<<<<<<		
MOLINO SAG_4.16kV	4.16	0.972	4.04 55.39			<<<<<<<		
FLOTACIÓN 460V	0.46	0.922	0.42 54.53			<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<		
460V_FLOTACIÓN	0.46	0.962	0.44 55.10			<<<<<<<<<<<		
10KV FLOTACIÓN 2.5MVA	10.00	0.974	9.74-152.73			<<<<<<		
4.16kV_MOLINO SAG	4.16	0.973	4.05 55.53			<<<<<<		
10kV_MOLINO_SAG	10.00	0.974	9.74-152.72			<<<<<<		
10kV_MOLINO 13x20	10.00	0.973	9.73-152.73			<<<<<<		
10KV_MOLINOS	10.00	0.974	9.74-152.72			<<<<<<		
CIANURACIÓN_460V	0.46	0.970	0.45 57.16			<<<<<<<		
460_CIANURACIÓN	0.46	0.974	0.45 57.22			<<<<<<<		
T.Dx.MOLINOS	0.46	0.932	0.43-123.43			<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<		

Total System Summary		Study Case: Study Case			Annex: / 6			
Generation [MW]/[Mvar]	Motor Load [MW]/[Mvar]	Load [MW]/[Mvar]	Compen-sation [MW]/[Mvar]	External Infeed [MW]/[Mvar]	Inter Area Flow [MW]/[Mvar]	Total Losses [MW]/[Mvar]	Load Losses [MW]/[Mvar]	NoLoad Losses [MW]/[Mvar]
0.00	0.00	6.04	-0.00	6.21	0.00	0.17	0.17	0.00
0.00	0.00	2.88	-0.23	3.37	0.00	0.73	0.73	0.00
Total:								
0.00	0.00	6.04	-0.00	6.21		0.17	0.17	0.00
0.00	0.00	2.88	-0.23	3.37		0.73	0.73	0.00

Grid: Unifilar_Planta		System Stage: Unifilar_Planta		Study Case: Study Case			Annex: / 5				
Volt. Level [kV]	Generation [MW]/[Mvar]	Motor Load [MW]/[Mvar]	Load [MW]/[Mvar]	Compen-sation [MW]/[Mvar]	External Infeed [MW]/[Mvar]	Interchange to	Power Interchange [MW]/[Mvar]	Total Losses [MW]/[Mvar]	Load Losses [MW]/[Mvar]	NoLoad Losses [MW]/[Mvar]	
0.46	0.00	0.00	3.60	-0.00	0.00			0.14	0.14	0.00	
	0.00	0.00	1.84	-0.23	0.00		10.00 kV	-3.74 -1.71	0.10 0.15	0.10 0.15	0.00 0.00
4.16	0.00	0.00	2.45	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	
	0.00	0.00	1.04	0.00	0.00		10.00 kV	-2.45 -1.05	0.01 0.08	0.01 0.08	0.00 0.00
10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.02	0.02	0.00	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.46 kV	3.74	0.00	0.00	0.00
							4.16 kV	1.86	0.15	0.15	0.00
							138.00 kV	2.45 1.14 -6.21 -3.00	-0.00 0.08 0.00 0.38	-0.00 0.08 0.00 0.38	0.00 0.00 0.00 0.00
138.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.21	10.00 kV	6.21	0.00	0.00	0.00	
	0.00	0.00	2.88	-0.23	3.37		3.37	0.38	0.38	0.00	
Total:											
	0.00	0.00	6.04	-0.00	6.21		0.00	0.17	0.17	0.00	
	0.00	0.00	2.88	-0.23	3.37		0.00	0.73	0.73	0.00	

RESULTADOS DE FLUJO DE POTENCIA MINIMA DEMANDA CON BANCO DE CONDENSADORES

Se realiza el flujo de potencia del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua y se obtienen los siguientes resultados:

Grid: Unifilar_Planta System Stage: Unifilar_Planta Study Case: Study Case Annex: / 1													
	rtd. V [kV]	Bus-voltage [p.u.]	[kV]	[deg]	Generation [MW]	[Mvar]	Motor [MW]	Load [Mvar]	Load [MW]	[Mvar]	Ext. Infeed [MW]	[Mvar]	Compensation [Mvar]
BARRA 10KV PLANTA	10.00	0.99	5.69	-152.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LLEGADA 138 kV	138.00	1.00	79.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.46	1.84	0.00
BARRA 10 KV	10.00	0.99	5.70	-152.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
460V	0.46	0.98	0.26	-123.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.16kV_MOLINO 13X20	4.16	0.98	2.35	55.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.16kV_MOLINO13X20.	4.16	0.98	2.34	55.64	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	1.09	0.00	0.00	-0.67
MOLINO SAG_4.16kV	4.16	0.98	2.36	55.29	0.00	0.00	0.00	0.00	1.11	-0.00	0.00	0.00	0.00
FLOTACIÓN 460V	0.46	0.94	0.25	54.13	0.00	0.00	0.00	0.00	1.51	0.64	0.00	0.00	-0.22
460V_FLOTACIÓN	0.46	0.98	0.26	54.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.24
10KV FLOTACIÓN 2.5MVA	10.00	0.99	5.69	-152.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.16kV_MOLINO SAG	4.16	0.98	2.37	55.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10kV_MOLINO_SAG	10.00	0.99	5.69	-152.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10kV_MOLINO 13x20	10.00	0.99	5.69	-152.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10KV_MOLINOS	10.00	0.99	5.69	-152.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CIANURACIÓN_460V	0.46	0.98	0.26	57.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00
460_CIANURACIÓN	0.46	0.99	0.26	57.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T.Dx.MOLINOS	0.46	0.96	0.25	-124.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.38	0.00	0.00	-0.27
10KV_CIANURACIÓN													

Grid: Unifilar_Planta System Stage: Unifilar_Planta Study Case: Study Case Annex: / 2													
	rtd. V [kV]	Bus-voltage [p.u.]	[kV]	[deg]	Generation [MW]	[Mvar]	Motor [MW]	Load [Mvar]	Load [MW]	[Mvar]	Ext. Infeed [MW]	[Mvar]	Compensation [Mvar]
CIRCUITO II	10.00	0.99	5.69	-152.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CKTO II_460V	10.00	0.98	5.68	-152.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
460V_CKTO II	0.46	0.94	0.25	-125.81	0.00	0.00	0.00	0.00	1.49	0.80	0.00	0.00	-0.39
LAB_10KV	0.46	0.97	0.26	-124.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
460V_LAB_QUIMICO	10.00	0.98	5.69	-152.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LAB_QUIMICO_460V	0.46	0.98	0.26	25.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LAB_QUIMICO_460V	0.46	0.93	0.25	25.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.09	0.00	0.00	-0.03
10kV_CKTO II	10.00	0.98	5.69	-152.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Grid: Unifilar_Planta		System Stage: Unifilar_Planta				Study Case: Study Case		Annex: / 3		
rt.d.V [kV]	Bus [p.u.]	voltage [kV] [deg]		-10	-5	Voltage 0	Deviation [%]			
							+5	+10		
BARRA 10KV PLANTA	10.00	0.986	9.86-152.82			<<<<				
LLEGADA 138 kV	138.00	1.000	138.00 0.00							
BARRA 10 KV 460V	10.00	0.987	9.87-152.84			<<<<				
4.16KV_MOLINO 13X20	0.46	0.982	0.45-123.74			<<<<<				
4.16KV_MOLINO13X20.	4.16	0.978	4.07 55.82			<<<<<<				
MOLINO SAG_4.16KV	4.16	0.976	4.06 55.64			<<<<<<<				
FLOTACIÓN 460V	4.16	0.983	4.09 55.29			<<<<<				
460V_FLOTACIÓN	0.46	0.942	0.43 54.13			<<<<<<<<<<<<<				
10KV_FLOTACIÓN 2.5MVA	0.46	0.979	0.45 54.98			<<<<<<<				
4.16KV_MOLINO SAG	10.00	0.985	9.85-152.83			<<<<				
10KV_MOLINO_SAG	4.16	0.985	4.10 55.42			<<<<				
10KV_MOLINO 13x20	10.00	0.985	9.85-152.82			<<<<				
10KV_MOLINOS	10.00	0.985	9.85-152.84			<<<<				
CIANURACIÓN_460V	10.00	0.985	9.85-152.83			<<<<				
460_CIANURACIÓN	0.46	0.981	0.45 57.06			<<<<<				
T.Dx.MOLINOS	0.46	0.985	0.45 57.11			<<<<				
10KV_CIANURACIÓN	0.46	0.956	0.44-124.22			<<<<<<<<<				

Grid: Unifilar_Planta		System Stage: Unifilar_Planta				Study Case: Study Case		Annex: / 4		
rt.d.V [kV]	Bus [p.u.]	voltage [kV] [deg]		-10	-5	Voltage 0	Deviation [%]			
							+5	+10		
CIRCUITO II	10.00	0.986	9.86-152.82			<<<<				
CKTO II_460V	10.00	0.984	9.84-152.82			<<<<<				
460V_CKTO II	0.46	0.936	0.43-125.81			<<<<<<<<<<<<<				
LAB_10KV	0.46	0.973	0.45-124.96			<<<<<<				
460V_LAB_QUIMICO	10.00	0.985	9.85-152.80			<<<<				
LAB_QUIMICO_460V	0.46	0.976	0.45 25.68			<<<<<<				
10KV_CKTO II	0.46	0.928	0.43 25.15			<<<<<<<<<<<<<				
	10.00	0.985	9.85-152.79			<<<<				

Grid: Unifilar_Planta		System Stage: Unifilar_Planta				Study Case: Study Case		Annex: / 5		
Volt. Level [kV]	Generation [MW]/[Mvar]	Motor Load [MW]/[Mvar]	Load [MW]/[Mvar]	Compen-sation [MW]/[Mvar]	External Infeed [MW]/[Mvar]	Interchange to	Power Interchange [MW]/[Mvar]	Total Losses [MW]/[Mvar]	Load Losses [MW]/[Mvar]	NoLoad Losses [MW]/[Mvar]
0.46	0.00	0.00	3.77	-0.00	0.00			0.13	0.13	0.00
	0.00	0.00	1.93	-1.16	0.00	10.00 kV	-3.90	0.09	0.09	0.00
							-0.86	0.00	0.00	0.00
								0.14	0.14	0.00
4.16	0.00	0.00	2.54	-0.00	0.00			0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	1.09	-0.67	0.00	10.00 kV	-2.54	0.01	0.01	0.00
							-0.44	-0.00	-0.00	0.00
								0.07	0.07	0.00
10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.01	0.01	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46 kV	3.90	0.00	0.00	0.00
						4.16 kV	0.99	0.00	0.00	0.00
							2.54	0.14	0.14	0.00
							0.51	-0.00	-0.00	0.00
						138.00 kV	-6.46	0.07	0.07	0.00
							-1.50	0.00	0.00	0.00
								0.34	0.34	0.00
138.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.46			0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	1.84	10.00 kV	6.46	0.00	0.00	0.00
							1.84	0.00	0.00	0.00
								0.34	0.34	0.00
Total:	0.00	0.00	6.31	-0.00	6.46		0.00	0.15	0.15	0.00
	0.00	0.00	3.02	-1.83	1.84		0.00	0.65	0.65	0.00

Load Flow Calculation				Complete System Report: Substations, Voltage Profiles, Grid Interchange			
AC Load Flow, balanced, positive sequence	Automatic Tap Adjust of Transformers	Consider Reactive Power Limits	No Yes	Automatic Model Adaptation for Convergence	Max. Acceptable Load Flow Error for	Nodes Model Equations	No 1.00 kVA 0.10 %

Total System Summary		Study Case: Study Case				Annex: / 6		
Generation [MW]/[Mvar]	Motor Load [MW]/[Mvar]	Load [MW]/[Mvar]	Compen-sation [MW]/[Mvar]	External Infeed [MW]/[Mvar]	Inter Area Flow [MW]/[Mvar]	Losses [MW]/[Mvar]	Losses [MW]/[Mvar]	Losses [MW]/[Mvar]
\\INGENIERIA1\2.-Planta_Procesos_Tesis_Minima_Demanda\Planta_Unifilar_Planta_Procesos\Network Model\Network Data\Unifilar_Planta	0.00	0.00	6.31	-0.00	6.46	0.00	0.15	0.00
	0.00	0.00	3.02	-1.83	1.84	0.00	0.65	0.00
Total:	0.00	0.00	6.31	-0.00	6.46		0.15	0.00
	0.00	0.00	3.02	-1.83	1.84		0.65	0.00

RESULTADOS DE FLUJO DE POTENCIA MEDIA DEMANDA SIN BANCO DE CONDENSADORES

Se realiza el flujo de potencia del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua y se obtienen los siguientes resultados:

Grid: Unifilar_Planta System Stage: Unifilar_Planta Study Case: Study Case Annex: / 1													
	rtd. V [kV]	Bus-voltage [p.u.]	[kV]	[deg]	Generation [MW]	[Mvar]	Motor Load [MW]	[Mvar]	Load [MW]	[Mvar]	Ext. Infeed [MW]	[Mvar]	Compensation [Mvar]
BARRA 10KV PLANTA	10.00	0.97	5.61	-152.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LLEGADA 138 kV	138.00	1.00	79.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.78	3.69	0.00
BARRA 10 KV	10.00	0.97	5.62	-153.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10KV FLOTACIÓN 2.5MVA	10.00	0.97	5.61	-152.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
460V	0.46	0.96	0.25	-124.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T.Dx.MOLINOS	0.46	0.92	0.24	-123.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.45	0.00	0.00	0.00
10kv_MOLINO 13x20	10.00	0.97	5.61	-152.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.16kv_MOLINO 13X20	4.16	0.95	2.29	55.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.16kv_MOLINO13X20.	4.16	0.95	2.28	55.45	0.00	0.00	0.00	0.00	1.44	1.10	0.00	0.00	0.00
10kv_MOLINO_SAG	10.00	0.97	5.61	-152.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.16kv_MOLINO SAG	4.16	0.97	2.33	55.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MOLINO SAG_4.16kv	4.16	0.97	2.33	55.09	0.00	0.00	0.00	0.00	1.11	0.00	0.00	0.00	0.00
10KV_MOLINOS	10.00	0.97	5.61	-152.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
460V_FLOTACIÓN	0.46	0.96	0.25	54.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.37
FLOTACIÓN 460V	0.46	0.91	0.24	53.63	0.00	0.00	0.00	0.00	1.76	0.75	0.00	0.00	0.00
10KV_CIANURACIÓN	10.00	0.97	5.61	-152.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
460_CIANURACIÓN	0.46	0.97	0.26	56.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CIANURACIÓN_460V													

Grid: Unifilar_Planta System Stage: Unifilar_Planta Study Case: Study Case Annex: / 2													
	rtd. V [kV]	Bus-voltage [p.u.]	[kV]	[deg]	Generation [MW]	[Mvar]	Motor Load [MW]	[Mvar]	Load [MW]	[Mvar]	Ext. Infeed [MW]	[Mvar]	Compensation [Mvar]
10kv_CKTO II	0.46	0.97	0.26	56.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00
CIRCUITO II	10.00	0.97	5.61	-152.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
460V_CKTO II	0.46	0.95	0.25	-125.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CKTO II_460V	0.46	0.91	0.24	-125.49	0.00	0.00	0.00	0.00	1.44	0.78	0.00	0.00	0.00
LAB_10KV	10.00	0.97	5.61	-152.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
460V_LAB_QUIMICO	0.46	0.96	0.25	25.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LAB_QUIMICO_460V	0.46	0.90	0.24	25.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.10	0.00	0.00	0.00

RESULTADOS DE FLUJO DE POTENCIA MEDIA DEMANDA CON BANCO DE CONDENSADORES

Se realiza el flujo de potencia del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua y se obtienen los siguientes resultados:

Grid: Unifilar_Planta System Stage: Unifilar_Planta Study Case: Study Case Annex: / 1													
	rtd. V [kV]	Bus-voltage [p.u.]	[kV]	[deg]	Generation [MW]	[Mvar]	Motor Load [MW]	[Mvar]	Load [MW]	[Mvar]	Ext. Infeed [MW]	[Mvar]	Compensation [Mvar]
BARRA 10KV PLANTA	10.00	0.98	5.68	-153.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LLEGADA 138 kV	138.00	1.00	79.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.05	2.19	0.00
BARRA 10 KV	10.00	0.98	5.69	-153.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10KV FLOTACIÓN 2.5MVA	10.00	0.98	5.67	-153.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
460V	0.46	0.98	0.26	-124.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T.Dx.MOLINOS	0.46	0.94	0.25	-124.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	0.47	0.00	0.00	-0.27
10kv_MOLINO 13x20	10.00	0.98	5.67	-153.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.16kv_MOLINO 13X20	4.16	0.97	2.34	55.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.16kv_MOLINO13X20.	4.16	0.97	2.33	55.28	0.00	0.00	0.00	0.00	1.51	1.16	0.00	0.00	-0.66
10kv_MOLINO_SAG	10.00	0.98	5.67	-153.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.16kv_MOLINO SAG	4.16	0.98	2.36	55.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MOLINO SAG_4.16kv	4.16	0.98	2.36	54.98	0.00	0.00	0.00	0.00	1.14	0.00	0.00	0.00	0.00
10KV_MOLINOS	10.00	0.98	5.67	-153.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
460V_FLOTACIÓN	0.46	0.98	0.26	54.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.38
FLOTACIÓN 460V	0.46	0.93	0.25	53.23	0.00	0.00	0.00	0.00	1.83	0.78	0.00	0.00	-0.21
10KV_CIANURACIÓN	10.00	0.98	5.68	-153.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
460_CIANURACIÓN	0.46	0.98	0.26	56.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CIANURACIÓN_460V													

Grid: Unifilar_Planta System Stage: Unifilar_Planta Study Case: Study Case Annex: / 2													
	rtd. V [kV]	Bus-voltage [p.u.]	[kV]	[deg]	Generation [MW]	[Mvar]	Motor Load [MW]	[Mvar]	Load [MW]	[Mvar]	Ext. Infeed [MW]	[Mvar]	Compensation [Mvar]
10kv_CKTO II	0.46	0.98	0.26	56.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00
CIRCUITO II	10.00	0.98	5.67	-153.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
460V_CKTO II	10.00	0.98	5.67	-153.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CKTO II_460V	0.46	0.97	0.26	-125.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LAB_10KV	0.46	0.93	0.25	-126.13	0.00	0.00	0.00	0.00	1.52	0.82	0.00	0.00	-0.39
460V_LAB.QUIMICO	10.00	0.98	5.67	-153.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LAB.QUIMICO_460V	0.46	0.97	0.26	25.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.46	0.92	0.24	24.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.10	0.00	0.00	-0.03

Grid: Unifilar_Planta		System Stage: Unifilar_Planta				Study Case: Study Case		Annex: / 1		
rtd.V [kV]	Bus voltage [p.u.]	voltage [kV]	[deg]	-10	-5	Voltage 0	Deviation [%]	+5	+10	
BARRA 10KV PLANTA	10.00	0.983	9.83-153.08			<<<<				
LLEGADA 138 kV	138.00	1.000	138.00 0.00							
BARRA 10 KV	10.00	0.985	9.85-153.11			<<<<				
10KV FLOTACIÓN 2.5MVA	10.00	0.983	9.83-153.10			<<<<				
460V	0.46	0.977	0.45-124.15			<<<<				
T.Dx.MOLINOS	0.46	0.945	0.43-124.49			<<<<<<<<<<<<<				
10KV_MOLINO 13x20	10.00	0.983	9.83-153.10			<<<<				
4.16KV_MOLINO 13X20	4.16	0.974	4.05 55.47			<<<<<<				
4.16KV_MOLINO13X20.	4.16	0.972	4.04 55.28			<<<<<<<				
10KV_MOLINO_SAG	10.00	0.983	9.83-153.08			<<<<				
4.16KV_MOLINO SAG	4.16	0.982	4.09 55.12			<<<<				
MOLINO SAG_4.16KV	4.16	0.981	4.08 54.98			<<<<				
10KV_MOLINOS	10.00	0.983	9.83-153.09			<<<<				
460V_FLOTACIÓN	0.46	0.976	0.45 54.21			<<<<<<				
FLOTACIÓN 460V	0.46	0.929	0.43 53.23			<<<<<<<<<<<<<<<<<				
10KV_CIANURACIÓN	10.00	0.983	9.83-153.08			<<<<				
460_CIANURACIÓN										

Grid: Unifilar_Planta		System Stage: Unifilar_Planta				Study Case: Study Case		Annex: / 2		
rtd.V [kV]	Bus voltage [p.u.]	voltage [kV]	[deg]	-10	-5	Voltage 0	Deviation [%]	+5	+10	
CIANURACIÓN_460V	0.46	0.983	0.45 56.85			<<<<				
10KV_CKTO II	0.46	0.979	0.45 56.80			<<<<				
CIRCUITO II	10.00	0.982	9.82-153.05			<<<<				
460V_CKTO II	0.46	0.970	0.45-125.27			<<<<<<<				
CKTO II_460V	0.46	0.932	0.43-126.13			<<<<<<<<<<<<<<<<<				
LAB_10KV	10.00	0.983	9.83-153.07			<<<<				
460V_LAB_QUIMICO	0.46	0.972	0.45 25.28			<<<<<<				
LAB_QUIMICO_460V	0.46	0.920	0.42 24.75			<<<<<<<<<<<<<<<<<				

Grid: Unifilar_Planta		System Stage: Unifilar_Planta				Study Case: Study Case		Annex: / 3			
Volt. Level [kV]	Generation [MW]/[Mvar]	Motor Load [MW]/[Mvar]	Load [MW]/[Mvar]	Compensation [MW]/[Mvar]	External Infeed [MW]/[Mvar]	Interchange to	Power Interchange [MW]/[Mvar]	Total Losses [MW]/[Mvar]	Load Losses [MW]/[Mvar]	NoLoad Losses [MW]/[Mvar]	
0.46	0.00	0.00	4.21	-0.00	0.00	10.00 kV	-4.38	0.17	0.17	0.00	
	0.00	0.00	2.18	-1.29	0.00		-1.01	0.12	0.12	0.00	
4.16	0.00	0.00	2.65	-0.00	0.00	10.00 kV	-2.65	0.00	0.01	0.00	
	0.00	0.00	1.16	-0.66	0.00		-0.50	-0.00	0.08	0.00	
10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46 kV	4.38	0.00	0.00	0.00	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.16 kV	1.19	0.18	0.18	0.00	
						138.00 kV	2.65	-0.00	-0.00	0.00	
							0.50	0.00	0.00	0.00	
							-7.05	0.00	0.00	0.00	
							-1.77	0.41	0.41	0.00	
138.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.05	10.00 kV	7.05	0.00	0.00	0.00	
	0.00	0.00	0.00	0.00	2.19		2.19	0.41	0.41	0.00	
Total:	0.00	0.00	6.86	-0.00	7.05		0.00	0.19	0.19	0.00	
	0.00	0.00	3.34	-1.95	2.19		0.00	0.80	0.80	0.00	

total System Summary		Study Case: Study Case				Annex: / 4			
Generation [MW]/[Mvar]	Motor Load [MW]/[Mvar]	Load [MW]/[Mvar]	Compensation [MW]/[Mvar]	External Infeed [MW]/[Mvar]	Inter Area Flow [MW]/[Mvar]	Total Losses [MW]/[Mvar]	Load Losses [MW]/[Mvar]	NoLoad Losses [MW]/[Mvar]	
INGENIERIA1\2.-Planta_Procesos_Tesis_Media_Demanda\Planta_Unifilar_Planta_Procesos\Network Model\Network Data\Unifilar_Planta	0.00	0.00	6.86	-0.00	7.05	0.00	0.19	0.00	
	0.00	0.00	3.34	-1.95	2.19	0.00	0.80	0.00	
total:	0.00	0.00	6.86	-0.00	7.05		0.19	0.00	
	0.00	0.00	3.34	-1.95	2.19		0.80	0.00	

RESULTADOS DE FLUJO DE POTENCIA MAXIMA DEMANDA SIN BANCO DE CONDENSADORES

Se realiza el flujo de potencia del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua y se obtienen los siguientes resultados:

Grid: Unifilar_Planta System Stage: Unifilar_Planta Study Case: Study Case Annex: / 1													
	rtd. V [kV]	Bus-voltage [p.u.] [kV] [deg]		Generation [MW] [Mvar]		Motor [MW]	Load [Mvar]	Load [MW] [Mvar]		Ext. Infeed [MW] [Mvar]		Compensation [Mvar]	
BARRA 10KV PLANTA	10.00	0.97	5.59	-153.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LLEGADA 138 kV	138.00	1.00	79.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.23	4.23	0.00	0.00
BARRA 10 KV	10.00	0.97	5.60	-153.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10KV FLOTACIÓN 2.5MVA	10.00	0.97	5.58	-153.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
460V	0.46	0.95	0.25	-124.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T.Dx.MOLINOS	0.46	0.91	0.24	-124.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.74	0.52	0.00	0.00	0.00
10kv_MOLINO 13x20	10.00	0.97	5.58	-153.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.16kv_MOLINO 13X20	4.16	0.95	2.28	55.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.16kv_MOLINO13X20.	4.16	0.94	2.27	55.14	0.00	0.00	0.00	1.51	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00
10kv_MOLINO_SAG	10.00	0.97	5.59	-153.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.16kv_MOLINO SAG	4.16	0.97	2.32	54.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MOLINO SAG_4.16kv	4.16	0.97	2.32	54.85	0.00	0.00	0.00	1.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10KV_MOLINOS	10.00	0.97	5.58	-153.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
460V_FLOTACIÓN	0.46	0.93	0.25	53.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.43
FLOTACIÓN 460V	0.46	0.87	0.23	53.28	0.00	0.00	0.00	1.83	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00
10KV_CIANURACIÓN	10.00	0.97	5.59	-153.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
460_CIANURACIÓN	0.46	0.97	0.26	56.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CIANURACIÓN_460V													

Grid: Unifilar_Planta System Stage: Unifilar_Planta Study Case: Study Case Annex: / 2													
	rtd. V [kV]	Bus-voltage [p.u.] [kV] [deg]		Generation [MW] [Mvar]		Motor [MW]	Load [Mvar]	Load [MW] [Mvar]		Ext. Infeed [MW] [Mvar]		Compensation [Mvar]	
10KV_CKTO II	0.46	0.96	0.26	56.70	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
CIRCUITO II	10.00	0.97	5.58	-153.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
460V_CKTO II	10.00	0.97	5.58	-153.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CKTO II_460V	0.46	0.94	0.25	-125.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LAB_10KV	0.46	0.90	0.24	-125.76	0.00	0.00	0.00	1.51	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00
460V_LAB_QUIMICO	10.00	0.97	5.58	-153.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LAB_QUIMICO_460V	0.46	0.95	0.25	25.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.46	0.89	0.24	24.99	0.00	0.00	0.00	0.20	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00

Grid: Unifilar_Planta					System Stage: Unifilar_Planta		Study Case: Study Case		Annex: / 3		
	rtd.V [kV]	Bus [p.u.]	voltage [kV]	[deg]	-10	-5	0	Voltage - Deviation [%]	+5	+10	
BARRA 10KV PLANTA	10.00	0.967	9.67-153.18					<<<<<<<<			
LLEGADA 138 kV	138.00	1.000	138.00 0.00								
BARRA 10 KV	10.00	0.969	9.69-153.23					<<<<<<<			
10KV FLOTACIÓN 2.5MVA	10.00	0.967	9.67-153.19					<<<<<<<			
460V	0.46	0.951	0.44-124.52					<<<<<<<<<<<<			
T.Dx.MOLINOS	0.46	0.906	0.42-124.20					<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<			
10kv_MOLINO 13x20	10.00	0.967	9.67-153.19					<<<<<<<			
4.16KV_MOLINO 13X20	4.16	0.948	3.94 55.31					<<<<<<<<<<<			
4.16KV_MOLINO13X20.	4.16	0.944	3.93 55.14					<<<<<<<<<<<<<<<			
10kv_MOLINO_SAG	10.00	0.967	9.67-153.18					<<<<<<<			
4.16KV_MOLINO SAG	4.16	0.967	4.02 54.99					<<<<<<<			
MOLINO SAG_4.16KV	4.16	0.965	4.02 54.85					<<<<<<<			
10KV_MOLINOS	10.00	0.967	9.67-153.18					<<<<<<<			
460V_FLOTACIÓN	0.46	0.926	0.43 53.80					<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<			
FLOTACIÓN 460V	0.46	0.868	0.40 53.28					<////////////////////			
10KV_CIANURACIÓN	10.00	0.967	9.67-153.18					<<<<<<<			
460_CIANURACIÓN	0.46	0.967	0.44 56.75					<<<<<<<			
CIANURACIÓN_460V											

Grid: Unifilar_Planta					System Stage: Unifilar_Planta		Study Case: Study Case		Annex: / 4		
	rtd.V [kV]	Bus [p.u.]	voltage [kV]	[deg]	-10	-5	0	Voltage - Deviation [%]	+5	+10	
10kv_CKTO II	0.46	0.963	0.44 56.70					<<<<<<<			
CIRCUITO II	10.00	0.967	9.67-153.13					<<<<<<<			
460V_CKTO II	0.46	0.942	0.43-125.46					<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<			
CKTO II_460V	0.46	0.895	0.41-125.76					<////////////////////			
LAB_10KV	10.00	0.967	9.67-153.16					<<<<<<<			
460V_LAB.QUIMICO	0.46	0.951	0.44 25.07					<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<			
LAB.QUIMICO_460V	0.46	0.891	0.41 24.99					<////////////////////			

Grid: Unifilar_Planta					System Stage: Unifilar_Planta		Study Case: Study Case		Annex: / 5		
Volt. Level [kV]	Generation [MW]/[Mvar]	Motor Load [MW]/[Mvar]	Load [MW]/[Mvar]	Compensation [MW]/[Mvar]	External Infeed [MW]/[Mvar]	Interchange to	Power Interchange [MW]/[Mvar]	Total Losses [MW]/[Mvar]	Load Losses [MW]/[Mvar]	NoLoad Losses [MW]/[Mvar]	
0.46	0.00 0.00	0.00 0.00	4.33 2.51	-0.00 -0.43	0.00 0.00	10.00 kV	-4.57 -2.25	0.24 0.24	0.24 0.24	0.00 0.00	
4.16	0.00 0.00	0.00 0.00	2.63 1.10	0.00 0.00	0.00 0.00	10.00 kV	-2.64 -1.11	0.01 0.10	0.01 0.10	0.00 0.00	
10.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.46 kV 4.16 kV 138.00 kV	4.57 2.64 -7.23 -3.70	0.00 0.00 0.10 0.53	0.00 0.00 0.10 0.53	0.00 0.00 0.00 0.00	
138.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	7.23 4.23	10.00 kV	7.23 4.23	0.00 0.53	0.00 0.53	0.00 0.00	
Total:	0.00 0.00	0.00 0.00	6.96 3.61	-0.00 -0.43	7.23 4.23		0.00 0.00	1.05 1.05	1.05 1.05	0.00 0.00	

Total System Summary					Study Case: Study Case		Annex: / 6		
Generation [MW]/[Mvar]	Motor Load [MW]/[Mvar]	Load [MW]/[Mvar]	Compensation [MW]/[Mvar]	External Infeed [MW]/[Mvar]	Inter Area Flow [MW]/[Mvar]	Total Losses [MW]/[Mvar]	Load Losses [MW]/[Mvar]	NoLoad Losses [MW]/[Mvar]	
0.00 0.00	0.00 0.00	6.96 3.61	-0.00 -0.43	7.23 4.23	0.00 0.00	0.27 1.05	0.27 1.05	0.00 0.00	
Total:	0.00 0.00	6.96 3.61	-0.00 -0.43	7.23 4.23		0.27 1.05	0.27 1.05	0.00 0.00	

RESULTADOS DE FLUJO DE POTENCIA MAXIMA DEMANDA CON BANCO DE CONDENSADORES

Se realiza el flujo de potencia del sistema eléctrico de la planta de procesos de la mina Uchucchacua y se obtienen los siguientes resultados:

Grid: Unifilar_Planta System Stage: Unifilar_Planta Study Case: Study Case Annex: / 1													
	rtd. V [kV]	Bus-voltage [p.u.]	Bus-voltage [kV]	deg	Generation [MW]	Motor [Mvar]	Motor [MW]	Load [Mvar]	Load [MW]	Load [Mvar]	Ext. Infeed [MW]	Infeed [Mvar]	Compensation [Mvar]
BARRA 10KV PLANTA	10.00	0.98	5.65	-153.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LLEGADA 138 kV	138.00	1.00	79.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.51	2.78	0.00
BARRA 10 KV	10.00	0.98	5.66	-153.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10KV FLOTACIÓN 2.5MVA	10.00	0.98	5.65	-153.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
460V	0.46	0.97	0.26	-124.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T.Dx.MOLINOS	0.46	0.93	0.25	-125.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.78	0.54	0.00	0.00	-0.26
10kV_MOLINO 13x20	10.00	0.98	5.65	-153.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.16kV_MOLINO 13X20	4.16	0.97	2.33	55.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.16kV_MOLINO13X20.	4.16	0.97	2.32	54.96	0.00	0.00	0.00	0.00	1.59	1.15	0.00	0.00	-0.65
10kV_MOLINO_SAG	10.00	0.98	5.65	-153.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.16kV_MOLINO SAG	4.16	0.98	2.35	54.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MOLINO_SAG_4.16kV	4.16	0.98	2.35	54.74	0.00	0.00	0.00	0.00	1.14	0.00	0.00	0.00	0.00
10KV_MOLINOS	10.00	0.98	5.65	-153.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
460V_FLOTACIÓN	0.46	0.94	0.25	53.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.44
FLOTACIÓN 460V	0.46	0.89	0.24	52.88	0.00	0.00	0.00	0.00	1.91	1.03	0.00	0.00	-0.20
10KV_CIANURACIÓN	10.00	0.98	5.65	-153.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
460_CIANURACIÓN	0.46	0.98	0.26	56.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CIANURACIÓN_460V													

Grid: Unifilar_Planta System Stage: Unifilar_Planta Study Case: Study Case Annex: / 2													
	rtd. V [kV]	Bus-voltage [p.u.]	Bus-voltage [kV]	deg	Generation [MW]	Motor [Mvar]	Motor [MW]	Load [Mvar]	Load [MW]	Load [Mvar]	Ext. Infeed [MW]	Infeed [Mvar]	Compensation [Mvar]
10kV_CKTO II	0.46	0.97	0.26	56.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00
CIRCUITO II	10.00	0.98	5.65	-153.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
460V_CKTO II	0.46	0.96	0.26	-125.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CKTO II_460V	0.46	0.92	0.24	-126.39	0.00	0.00	0.00	0.00	1.59	0.94	0.00	0.00	-0.38
LAB_10KV	10.00	0.98	5.65	-153.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
460V_LAB.QUIMICO	0.46	0.97	0.26	24.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LAB.QUIMICO_460V	0.46	0.91	0.24	24.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.11	0.00	0.00	-0.03

