



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA

MECÁNICA ELÉCTRICA

**“DISEÑO DE PLAN DE GESTIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA, EN BASE A
AUDITORÍA ENERGÉTICA Y NORMAS ELECTRICAS PERUANAS EN EMPRESA
MOLINOS CALCAREOS SAC PARA REDUCIR COSTOS DE OPERACIÓN”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO

MECÁNICO ELECTRICISTA

Autor:

WILLIAM ORLANDO ALTAMIRANO LÓPEZ

Asesor:

Mg. Raúl Rosalí Paredes Rosario

Línea de Investigación:

Generación, transmisión y distribución de energía

Trujillo – Perú

2018

Título de la tesis

**“DISEÑO DE PLAN DE GESTIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA, EN BASE A
AUDITORÍA ENERGÉTICA Y NORMAS ELECTRICAS PERUANAS EN EMPRESA
MOLINOS CALCAREOS SAC PARA REDUCIR COSTOS DE OPERACIÓN”**

Altamirano López, William Orlando

Presentada a la Escuela Académico Profesional de ingeniería mecánica eléctrica de la Universidad Cesar Vallejo para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista

Aprobado por:

Dr. Inciso Vásquez Jorge Antonio
Presidente

Mg. Paredes Rosario Raúl Rosali
Secretario

Dr. Luján López Jorge Eduardo
Vocal

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, a mi santa protectora Virgencita de la Asunción de Huata, quienes han permitido que logre mi gran anhelado sueño convertirme en profesional. A mi compañera de toda la vida mi esposa Julia Vergara Quispe, pilar fundamental en mi formación estudiantil, mis hermanas Nalda y Mardeli quienes han demostrado su cariño y apoyo incondicional. A mis hijos motor y motivo de mi esfuerzo Salet, Fernanda y Matias gracias por su comprensión y apoyo moral. A la memoria de mis padres Josías y Lía quienes me acompañan espiritualmente en este largo camino ayudándome a seguir adelante esquivando los embates del destino. A mis compañeros de estudio gran equipo que formamos, uniendo esfuerzos para llegar a la meta, gracias por sus apoyos y tiempo, siempre estarán presente en mi corazón. A mis profesores, amigos, guías, quienes demostraron su vocación y entrega para lograr nuestra formación.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios, a la Virgencita de la Asunción de Huata por apoyarme en este camino difícil pero no imposible, que culmina con gran logro.

Agradezco la confianza y apoyo de mi esposa Julia Vergara Quispe quien ha demostrado su amor y comprensión corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos. A mis hermanas Nalda y Mardeli gracias por el apoyo en los momentos que más lo necesitaba.

A mis adorados hijos quienes me inspiraron iniciar este gran camino, gracias por su comprensión en mis ausencias de fechas importantes que lograban superar.

A mi adorada suegra mamita Julia por sus buenos deseos, y su apoyo incondicional.

A mis compañeros de estudio, por su tiempo empleado en lograr la comprensión y dominio de los temas tratados en clase, a fin de ver cumplido nuestro sueño.

A mis profesores que Dios les siga dotando de salud y paciencia a fin de guiar en el cumplimiento de muchos sueños y contribuir en el desarrollo de nuestro país con educación de calidad.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Altamirano López, William Orlando; con DNI: 18191932, a efectos de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

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

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

Trujillo, Julio 2018

Altamirano López, William Orlando

PRESENTACIÓN

Se presenta el estudio “Diseño de plan de gestión de energía eléctrica, en base a auditoría energética y normas eléctricas peruanas en empresa Molinos Calcáreos SAC para reducir costos de operación”, la realidad problemática siendo el alto costo de la energía eléctrica. Se dan los Trabajos previos sobre el tema, las Teorías relacionadas, con definiciones y ecuaciones a usarse en el desarrollo. Se formula el problema, cuestionando la viabilidad de diseñar un Plan de gestión energética en base a auditoría para reducir costos. Se presenta la Justificación del estudio desde un enfoque técnico, social, económico y financiero

La Hipótesis de estudio es que el diseño del plan de gestión energética en base a auditoría es viable, para reducir costos en la empresa Molinos Calcáreos. A continuación, se detallan los Objetivos de estudio: el principal y los específicos, que serán desarrollados. Luego, se da el Método de estudio, el cual consta del Diseño de investigación, siendo la estrategia de investigación, su producto es el conjunto lógico y racional y ordenado de los pasos para desarrollar los objetivos específicos.

Las Variables de estudio, dependientes, independientes e intervinientes, se presentadas, y su Operacionalización, con su definición operacional, conceptual, unidades de medida y escala de medición. La población es el conjunto de sistemas eléctricos de molinos de cal de Ancash, la muestra es el sistema eléctrico de Molinos Calcáreos S.A. Se presenta las Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Los Métodos de análisis de datos son del tipo analítico y deductivo

La presente investigación es original, respetando los derechos de autor. En el capítulo de desarrollo se presentan los cálculos de ingeniería. En Discusión se realiza un análisis comparativo con investigaciones similares, para determinar el grado de precisión de los resultados obtenidos. En Conclusión, se verifica el cumplimiento de los objetivos específicos. Se presenta un conjunto de recomendaciones para implementar el estudio. En Referencias se da la bibliografía según APA. En Anexos se muestra hojas técnicas de equipos, los Instrumentos, su Validación y Matriz de consistencia, y evidencias del trabajo de campo

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|----|
| DEDICATORIA..... | 3 |
| AGRADECIMIENTO..... | 4 |
| DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD..... | 5 |
| PRESENTACIÓN..... | 6 |
| ÍNDICE GENERAL..... | 7 |
| ÍNDICE TABLAS..... | 9 |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | 10 |
| RESUMEN..... | 12 |
| ABSTRACT..... | 13 |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 14 |
| 1.1 Realidad Problemática..... | 14 |
| 1.2 Trabajos previos..... | 18 |
| 1.2.1. Antecedente Internacional..... | 18 |
| 1.2.2. Antecedente Nacional..... | 20 |
| 1.2.3. Antecedente Local..... | 22 |
| 1.3 Teorías relacionadas al tema..... | 24 |
| 1.3.1 Metodología para diseñar Plan de gestión de energía eléctrica..... | 24 |
| 1.3.2 Primera Fase: Pre- Diagnóstico Energético..... | 24 |
| 1.3.3 Segunda Fase: Diagnóstico Energético Integral..... | 26 |
| 1.3.4. Pérdidas por calentamiento..... | 30 |
| 1.3.5. Efecto Skin..... | 30 |
| 1.3.6. Configuración de la Instalación..... | 32 |
| 1.3.7. Filtros..... | 33 |
| 1.3.8. Balance eléctrico de la Planta Industrial..... | 34 |
| 1.3.9. Evaluación de la máxima demanda..... | 34 |
| 1.3.10 Cálculo pérdidas en los equipos eléctricos..... | 36 |

| | |
|--|-----|
| 1.4 Formulación del problema..... | 54 |
| 1.5 justificación del estudio. | 54 |
| 1.5.1. Técnica. | 54 |
| 1.5.2. Económica. | 54 |
| 1.5.3. Laboral..... | 55 |
| 1.5.4. Tecnológica. | 55 |
| 1.6 Hipótesis. | 55 |
| 1.7 Objetivos. | 55 |
| 1.7.1. Objetivo principal | 55 |
| 1.7.2. Objetivos específicos..... | 55 |
| II. Métodos..... | 56 |
| 2.1 Diseño de investigación. | 56 |
| 2.2 Variables, Operacionalización..... | 57 |
| 2.3 Población y muestra..... | 60 |
| 2.3.1. Población. | 60 |
| 2.3.2. Muestra..... | 60 |
| 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.. | 61 |
| 2.5 Métodos de análisis de datos..... | 63 |
| 2.6 Aspectos éticos. | 63 |
| III. RESULTADO | 64 |
| IV. DISCUSIÓN. | 106 |
| V. CONCLUSIÓN | 108 |
| VI. RECOMENDACIONES | 110 |
| VIII. REFERENCIAS | 111 |
| Anexos | 113 |

ÍNDICE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla N° 1: Operacionalización Variable Independiente | 58 |
| Tabla N° 2: Operacionalización Variable Independiente | 59 |
| Tabla N° 3: Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 61 |
| Tabla N° 4: Energía consumidas y pagos en Molinos calcáreos..... | 65 |
| Tabla N° 5: bancos de condensadores para cargas de tablero nr.1..... | 86 |
| Tabla N° 6: bancos de condensadores para cargas de tablero nr.5..... | 87 |
| Tabla N° 7: bancos de condensadores para cargas de tablero nr.4..... | 88 |
| Tabla N° 8: bancos de condensadores para cargas de tablero nr.2..... | 88 |
| Tabla N° 9: bancos de condensadores para cargas de tablero chancadora. | 89 |
| Tabla N° 10: Bancos de condensadores para Cargas de Tablero 1. | 92 |
| Tabla N° 11: Bancos de condensadores para Cargas de Tablero 2. | 93 |
| Tabla N° 12: Bancos de condensadores para Cargas de Tablero 3. | 94 |
| Tabla N° 13: Bancos de condensadores para Cargas de Tablero 4. | 94 |
| Tabla N° 14: Bancos de condensadores para Cargas de Tablero 5. | 95 |
| Tabla N° 15: TARIFA MT3 | 96 |
| Tabla N° 16: Se observa que es conveniente pasar a MT4, habría un ahorro significativo de pago por concepto de energía eléctrica..... | 97 |
| Tabla N° 17: Planificación de energética..... | 98 |
| Tabla N° 18: Implementación | 99 |
| Tabla N° 19: Revisión..... | 100 |
| Tabla N° 20: Análisis Financiero | 104 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura N° 1: Consumo de energía eléctrica activa en Planta Molinos Calcáreos. | 16 |
| Figura N° 2: Factor de potencia mensual en Planta de Molinos Calcáreos SRL. | 16 |
| Figura N° 3: Pago mensual por consumo de energía reactiva en Planta de Molinos Calcáreos. Fuente: Elaboración propia | 17 |
| Figura N° 4: Pago mensual por consumo de energía eléctrica total en Planta de Molinos Calcáreos. | 17 |
| Figura N° 5: Diagrama equivalente de transformador trifásico. | 39 |
| Figura N° 6: Grupos de conexión normalizada de transformadores trifásicos. | 40 |
| Figura N° 7: Transformador de tensión real | 42 |
| Figura N° 8: Curva de histéresis del transformador. | 43 |
| Figura N° 9: Diagrama fasorial de un transformador | 44 |
| Figura N° 10: Triángulo de tensiones en transformador | 45 |
| Figura N° 11: Diagrama fasorial de regulación de un transformador. | 45 |
| Figura N° 12: Unidades capacitivas conectadas | 47 |
| Figura N° 13: Protección por fusible en serie paralelo. | 48 |
| Figura N° 14: Triángulo de potencia en circuito de corriente alterna. | 49 |
| Figura N° 15: Compensación automática del factor de potencia. | 50 |
| Figura N° 16: Tablero de transferencia de potencia | 51 |
| Figura N° 17: Pérdidas en un motor eléctrico. | 52 |
| Figura N° 18: comparativo de eficiencia en motores eléctrico. | 53 |
| Figura N° 19: Flujo Grama | 56 |
| Figura N° 20: Variables del proceso de estudio. | 57 |
| Figura N° 21: Diagrama unifilar del sistema eléctrico de Planta Molinos calcáreos. Elaboración propia | 64 |
| Figura N° 22: Balance de potencia activa en Sub estación de Molinos calcáreos | 67 |
| Figura N° 23: Dimensiones CBX, mm | 71 |
| Figura N° 24: Curvas Características: Q= Caudal en m ³ /h, m ³ /s y cfm. Pe= Presión estática en mmH ₂ O, Pa e inwg. | 71 |
| Figura N° 25: Balance de potencias entre conductor bornes salida de transformador – barra de BT. Sub estación Planta Molinos Calcáreos. | 74 |

| | |
|--|----|
| Figura N° 26: Parámetros de operación y balance de potencias en conductores alimentación a tableros de distribución, PC y circuitos de iluminación, en Planta Molinos Calcáreos..... | 83 |
| Figura N° 27: Triángulo de potencia actual. | 84 |
| Figura N° 28: Triángulo de potencia después de corrección de factor de potencia. | 85 |
| Figura N° 29: Diagrama unifilar de tableros eléctricos aplicando condensadores para corrección de factor de potencia. | 90 |
| Figura N° 30: Balance de energía activa en Planta Molinos Calcáreos S.A.C. | 91 |

RESUMEN

Se presenta el estudio de investigación tecnológica que busca establecer un Plan de gestión de la energía eléctrica en una Planta industrial, en este caso, en Planta de la empresa Molinos calcáreos, de Ancash, Perú, en base a normas peruanas e internacionales, como la ISO 50000, de calidad de la energía. Se parte de una auditoría eléctrica, analizando el sistema eléctrico en BT de la Planta y sus componentes fundamentales: Motores eléctricos, sistemas de protección eléctrica, iluminación y sistemas de cómputo

Se determina que la Planta tiene un moderado rendimiento, del orden de 82%, pues tiene pérdidas significativas en conductores de alimentación a tableros de distribución, en motores de 100 HP, debido al estado de antigüedad, mayor a 15 años y debido a que ya han sido rebobinados dos veces. Se ha determinado que el factor de potencia del sistema es bastante bajo, del orden del 0.8, lo que produce que el sistema absorba la totalidad de la energía reactiva de la Red Nacional Eléctrica. También se ha detectado que la Planta industrial tiene un sistema de iluminación con fluorescentes de vapor de mercurio, T8, ya un poco ineficientes y que consumen una considerable cantidad de energía. Se detectó que no existe una organización para la gestión eléctrica, no hay responsabilidades definidas.

En la Planta no se trabaja con mantenimiento preventivo eléctrico, es correctivo y es una de las causas principales del bajo rendimiento del sistema. Se presenta un Plan de inversiones tecnológicas para renovar y actualizar equipos, motores de alta eficiencia, uso de luminarias LED, cables con mejor dimensionamiento y dispositivos de protección y seguridad. Se hace un análisis económico financiero para definir la inversión, obteniéndose que la inversión ascendiente a 157,536 soles se recupera en un período de 1.58 años.

Palabras clave

Energía Eléctrica, Auditoria Energética, Normas Eléctricas, Costos de Operación.

ABSTRACT

A technological research study is presented that seeks to establish a management plan for electrical energy in an industrial plant, in this case, in the Molinos calcareous plant in Ancash, Peru, based on Peruvian and international standards, such as the ISO 50000, of energy quality. Be part of an electrical audit, analyzing the electrical system in BT of the Plant and its fundamental components: Electric motors, electrical protection systems, lighting and computer systems

It is determined that the Plant has a moderate performance, of the order of 82%, since it has significant losses in power supply conductors to distribution boards, in motors of 100 HP, due to the state of seniority, greater than 15 years and because it is already They have been rewound twice. It has been determined that the power factor of the system is quite low, of the order of 0.8, which causes the system to absorb all the reactive energy of the National Electric Network.

It has also been detected that the industrial plant has a lighting system with fluorescent mercury vapor, T8, already a little inefficient and that consume a considerable amount of energy. It was also detected that there is no organization for electrical management, there are no defined responsibilities. The Plant does not work with electrical preventive maintenance, it is corrective and is one of the main causes of the low performance of the system

A Technological Investment Plan is presented to renew and update equipment, high efficiency motors, use of LED luminaires, cables with better sizing and protection and safety devices. An economic and financial analysis is made to define the investment, obtaining that the investment amounting to 157,536 soles is recovered over a period of 1.58 years.

Keywords

Electrical installation, Automatic switch, Instant trip circuit breaker, Differential (ID) or Ground Fault Interrupter (GFCI) Switch, Portable ground fault switch, Grounding, Electrical risk, Panel or Panel of Distribution

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática.

El Parlamento Europeo, manifiesta que la auditoría energética tiene que comprometer a sus países miembros aplicar políticas para disminuir contaminaciones, en el año 2014, así mismo El Consejo Europeo concluyo en el 2015 que la eficiencia energética es el pilar para el crecimiento sostenible y el cuidado del medio ambiente, estas estrategias forman parte de la Estrategia Europa 2020.

Con el objetivo de enfrentar al problema con cara al futuro la Comisión Europea creo El Plan de Eficiencia Energética 2014, donde se tenía como prioridad la eficiencia energética, se planteaba la revisión de cada país miembro, teniendo como meta conseguir un 20% de los objetivos planteados. Las normas existentes relacionadas a la eficiencia energética son Las normas **UNE-EN 16247 y la Norma ISO 50001**. (Comunicación, 2016)

El Consejo Mundial de la Energía, viene impulsando acciones a nivel mundial para el buen uso de la energía, a fin de lograr que todos puedan tener acceso a una energía sostenible, asequible, esta institución está acreditada por la ONU, en temas energéticos y representa a más de 100 países y 300 organizaciones. con el propósito de fomentar el dialogo y crear políticas energéticas, realiza eventos, publicación de estudios, entre sus miembros que permitan mejorar las políticas energéticas.

El CME como organización no gubernamental, su propósito es únicamente promover el uso sostenible de la energía en beneficio de todos, cuidando el medio ambiente. (Consejo Mundial del a Energía, 2014)

El crecimiento económico en el Perú va de la mano con el aumento del consumo de energía en aproximadamente 10 % promedio por año, en los últimos años, lo que ha causado una reducción de la reserva de generación de electricidad. Debido al incremento de la necesidad, el sector electricidad tiene riesgos de falla, debido a la falta de centrales base, entran en operación las centrales de energía eléctrica a Diesel, encareciendo el precio de la electricidad, lo que resta competitividad empresarial.

La eficiencia eléctrica permite reducir los costos de producción. Se estima que alrededor de un 20% de la energía eléctrica adquirida de las concesionarias se pierden por las malas praxis en la operación, y selección de equipos eléctricos.

La mayoría de pérdidas eléctricas dentro de las empresas están relacionadas al uso de transformadores, líneas de distribución y motores, siendo este último el principal consumidor, se estima que el 70% del total de la energía consumida a nivel mundial es por el uso de motores eléctricos, por lo tanto, la eficiencia energética está relacionada a la conservación y mantenimiento de los mismos y programas de mejora de la eficiencia con el cambio y/o sustitución de motores de mayor eficiencia. (Procobre, 2018)

El sistema tarifario de la empresa Molinos Calcáreos SAC considera la tarifa MT3, calificada como cliente fuera de punta, y paga energía reactiva lo que ocasiona un importante pago por concepto de consumo de energía eléctrica.

En la empresa Molinos Calcáreos, no se cuenta con planes adecuados de gestión de la energía eléctrica, no hay plan de mantenimiento preventivo para los equipos eléctricos, no se monitorea la calidad de energía, no se cumplen las normas eléctricas peruanas, en cuanto a instalación operación y seguridad eléctrica. Existe una elevada caída de tensión en conductores, sobrepasando muchas veces los rangos recomendados, ocasionando consumos por pérdidas en conductores y ocasionando que los motores trabajen con menor eficiencia, llevando muchas veces a fallas por quemado en motores.

Por lo expuesto, se propone realizar una auditoría eléctrica en la Planta de molinos calcáreos y preparar un Plan de gestión de energía eléctrica que permita reducir en el corto y mediano plazo el consumo de energía, los costos y aumentando la seguridad operacional, con la debida justificación económica.

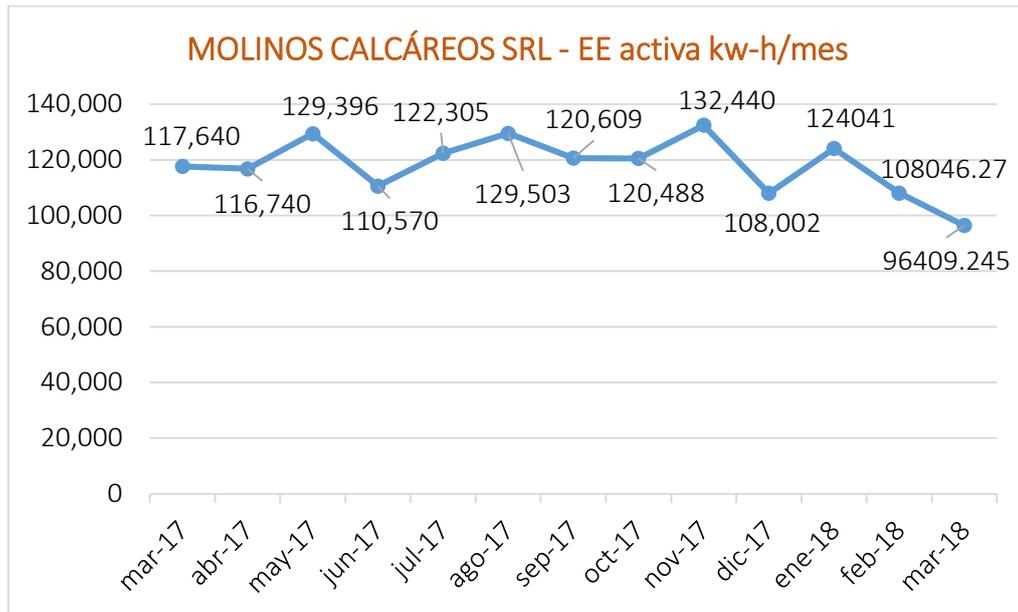


Figura N° 1: Consumo de energía eléctrica activa en Planta Molinos Calcáreos.

Fuente: Elaboración propia

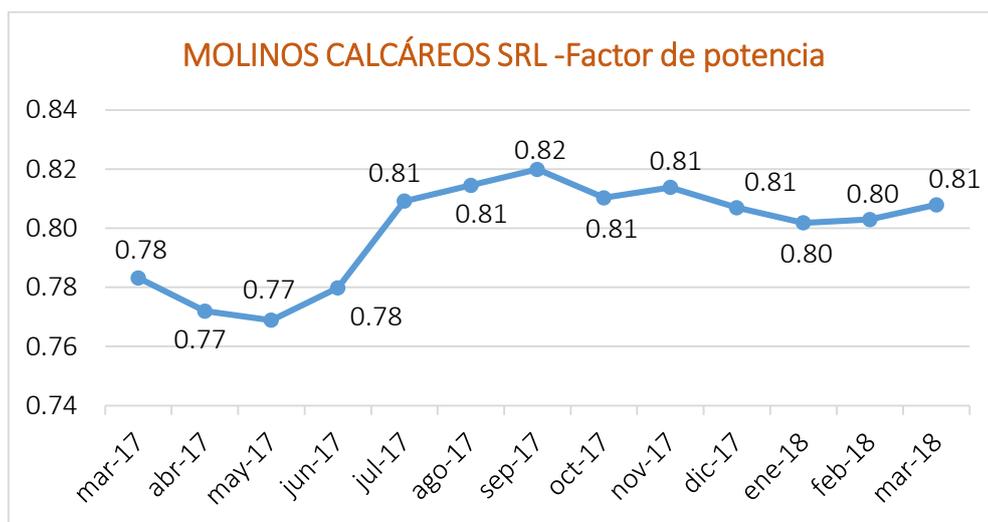


Figura N° 2: Factor de potencia mensual en Planta de Molinos Calcáreos SRL.

Fuente: Elaboración propia

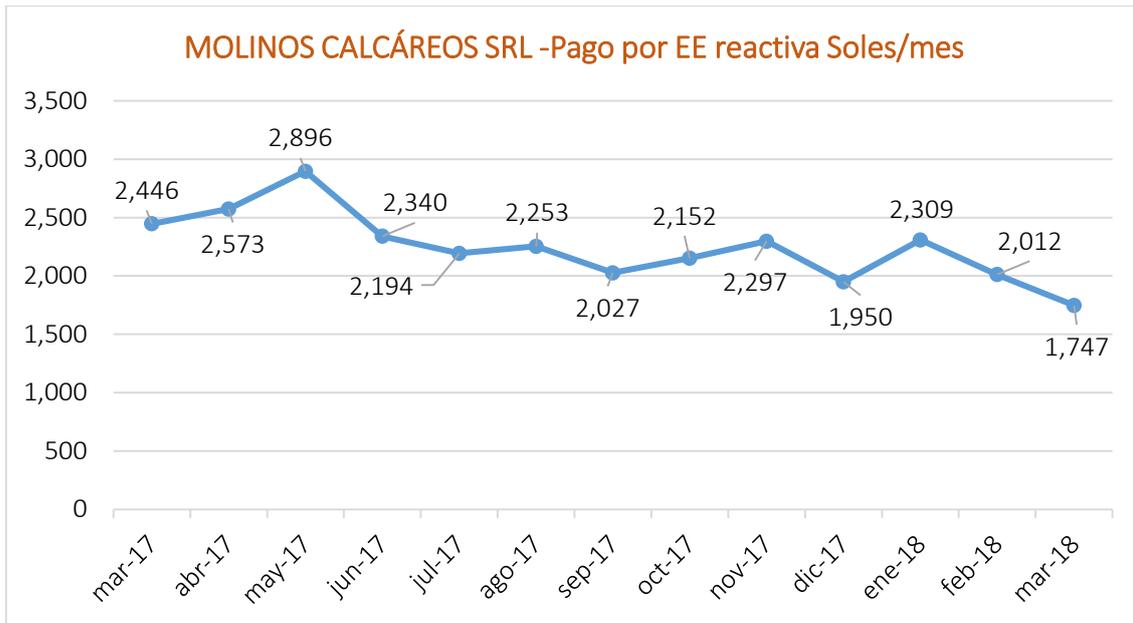


Figura N° 3: Pago mensual por consumo de energía reactiva en Planta de Molinos Calcáreos.

Fuente: Elaboración propia

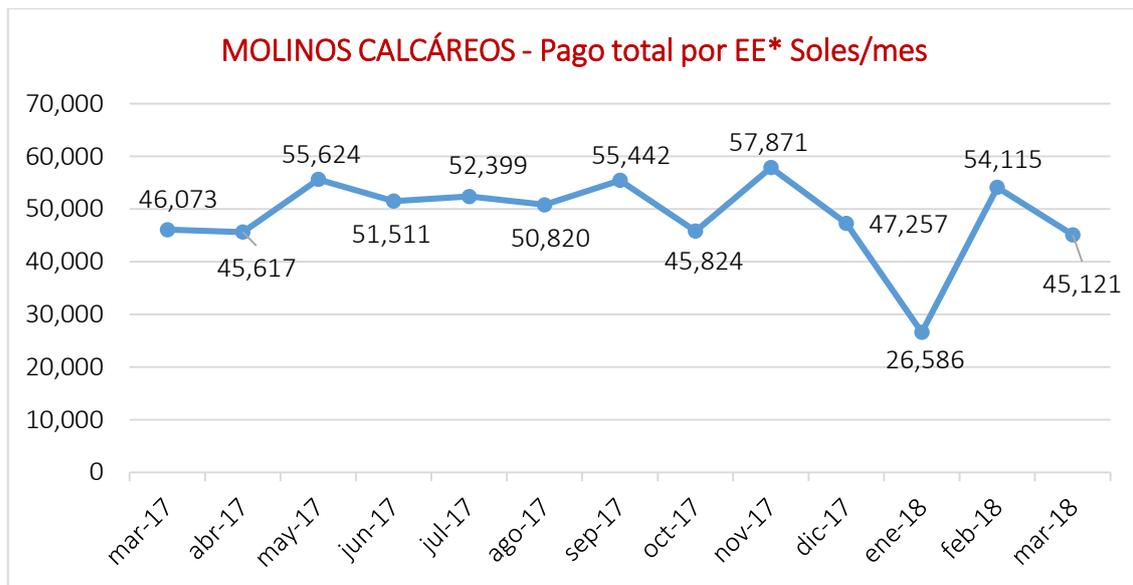


Figura N° 4: Pago mensual por consumo de energía eléctrica total en Planta de Molinos Calcáreos.

Fuente: Elaboración propia

1.2 Trabajos previos.

1.2.1. Antecedente Internacional.

- ✓ **Título:** “Auditoria Energética a la Fábrica de Cartones Nacionales Cartopel” (Vintimilla Córdoba & Paladines Eras, 2012)
- ✓ **Lugar:** Cuenca – Ecuador Universidad Politécnica Salesiana
- ✓ **Resumen:** En el estudio realizado se llegó a la conclusión, que no existen procedimientos definidos para lograr una mejora de la eficiencia energética, para su logro se combinan diferentes procedimientos como: programas de concientización y educación al personal de la industria, la implementación de nueva tecnología (maquinaria eficiente), reprogramación de los procesos productivos, aplicando estas medidas se puede conseguir una instalación más eficiente.

La implementación de la iluminación tipo LED como es nueva tecnología su costo es elevada, según el análisis la inversión en el Área del Molino y el Sótano asciende a \$ 73.702,00, sin embargo, la Alta Dirección de la Industria está comprometida con las mejoras, y financiara la implementación considerando las ventajas que significan en ahorro de energía y la calidad de iluminación, además el reducido costo de mantenimiento.

Los sistemas de iluminación en otras áreas de la Empresa como: molino, sótano y línea de conversión, no tenían un control de operación, se realizaron correcciones en la actualidad se cuenta con sistema de control con PLC para programar el encendido solamente el tiempo necesario.

En el cuadro QAC-1 que presentaba bajo FP de potencia en baja tensión 0.67. se la mejoro en el transformador TR12 en media tensión, así mismo se realizó la corrección del FP en toda la planta,

incrementado el rango entre 0.92 – 0.93, el cual se ve reflejado en la facturación con una reducción mensual promedio de \$ 4000 a \$ 5000.

Como resultado se determinó que el consumo total tiende a reducirse en un 3%, es decir, 1.167.162,66 kWh/año, este resultado también influye en las mejorar en la producción.

- ✓ **Título:** “Estudio de auditoria eléctrica en la empresa Plastinic SA, para la buena administración de la energía eléctrica” (Carrero Selva & Sáenz Ocampo, 2015)
- ✓ **Lugar:** Managua – Nicaragua
- ✓ **Resumen:** En la auditoria eléctrica realizada a la empresa Plastinic ahora plásticos Modernos se llegó a concluir que si es posible lograr ahorros significativos anuales en equipos como: Aire acondicionado, motores eléctricos e Iluminación gracias a los datos históricos de consumo y las mediciones de campo en cada uno de los equipos estudiado. Según la hipótesis planteada: ‘Se puede realizar una auditoria eléctrica en una pequeña o mediana empresa que permita visualizar las oportunidades de áreas de ahorro de energía en la misma”, en el caso de la empresa Plastinic si resulta necesario la implementación de pequeños proyectos que permitan ahorrar energía y además hacer una buena administración de la misma.

1.2.2. Antecedente Nacional.

- ✓ **Título:** “Propuesta de mejora en la gestión energética en una empresa del sector alimentos” (Salgado Muños, 2014)
- ✓ **Lugar:** Lima – Perú.
- ✓ **Resumen:** De los cálculos realizados en el capítulo 3, se obtendría un ahorro anual de S/. 10, 688 aplicando control de picos de la demanda máxima, si nos decidimos por la 1era alternativa de solución. Se lograría un ahorro anual de S/. 51,627 al ser calificado en tarifa MT3 al optar por la 2da alternativa de solución. Nuestra auditoria demuestra que el principal ahorro de se obtiene controlando la máxima demanda y la calificación, utilizando para esto monitoreo y control de consumos de acuerdo a la evaluación de prioridades en la planta.

Del análisis de alternativas se lograría ahorrar hasta el 3% anual optando por el control de máxima demanda,, logrando el retorno de la inversión en 28 meses, y con la segunda alternativa el ahorro es mayor, hasta el 53% anual sobre la facturación y el retorno de la inversión disminuye en 6 meses, por lo tanto la segunda alternativa de solución es más convincente para el estudio.

Actualmente La empresa es cliente calificado en Horas Punta, lo cual influye en la facturación mensual, a fin de revertir se debe monitorear dicho factor y lograr ser calificado fuera de punta, este parámetro está relacionado con el consumo de KWH en el horario HP (de 18:00 a 23:00), y FP el resto del día. El control de máxima demanda nos otorga los parámetros necesarios para aplicar controles.

- ✓ **Título:** “Auditoría energética, para reducir el consumo energético en la fábrica de fideos agroindustrias y comercio s.a. – Lambayeque” (Torres Flores, 2018)
- ✓ **Lugar:** Chiclayo – Lambayeque.
- ✓ **Resumen:** En la fábrica se utiliza dos tipos de energía, la eléctrica y el GLP con mayor porcentaje la energía eléctrica con un 89 % y el GLP con un 11 % mediante un diagrama pastel.

Respecto al sistema de molino se recomienda cambiar los motores actuales con lo que cuenta el sistema, siendo el motor 1B de 30 HP y el motor 2C de 20 HP, los cuales representan el 9 % y el 6% en el consumo de energía eléctrica respectiva para luego cambiarlos por 5 motores de 2 HP cada uno, con el objetivo de ahorrar el consumo de energía eléctrica en este sistema y también en sistema de Fideo Rosca.

En el sistema de Fideo Rosca la propuesta económica fue implementar las cámaras secadoras, con una inversión de S/ 11 188,76 por cámara y aquí se implementarán 3 secadores siendo un total de S/ 33566,28 con un tiempo de recuperación de 3 años con un VAN de 1538,40 y un TIR del 14 %.

En el sistema de Motores en Molino la propuesta económica del cambio de los motores ya mencionados implica una inversión de S/ 33566,28 con un tiempo de recuperación de 3 años con un VAN de 3071,98 y un TIR de 17 %.

1.2.3. Antecedente Local.

- ✓ **Título:** “Diseño y propuesta de un Programa de Gestión Energética, para mejora de la eficiencia eléctrica en la empresa avícola Yugoslavia S.A.C” (Sinche Luján & Urbina Polo, 2011)
- ✓ **Lugar:** Trujillo – Perú.
- ✓ **Resumen:** El presente trabajo demuestra que la auditoria energética es una herramienta importante para ahorrar energía eléctrica en el sector industrial.

Se demuestra que a mediano plazo se lograría ahorra S/ 388.623 aplicando auditoria energética diagnóstico y desarrollo en sus sistemas eléctricos internos de la planta.

El diseño del plan y la implementación de la gestión energética, contribuirá a reducir el consumo eléctrico, lo cual significa un ahorro sostenido de energía eléctrica a partir de la ejecución del plan.

Se demuestra que las mejoras identificadas, y las propuestas de implementación contribuirán a mejorar indicadores energéticos, logrando la disminución en (kWh/ Ton) de 32.91 a 26.05 que significa un 21% del proyecto.

La recuperación de la inversión se realizará en un periodo de 4 años 2 meses, obteniéndose un TIR de 33.49%, el VAN estimado es de S/.94.187 y Beneficio/Costo resultado 2.76. Por lo tanto, concluimos que la propuesta tiene respaldo económico.

- ✓ **Título:** “Reducción del índice del consumo energético en una fábrica de hielo en la ciudad de Chiclayo” (Tapia Gonzáles & Gonzáles Sánchez, 2017)
- ✓ **Lugar:** Trujillo – Perú.
- ✓ **Resumen:** En la Fábrica de Hielo Sarita Colonia SA, se cuenta con una potencia contratada de 145.511 KW, suministrada por la concesionaria Electronorte S.A., el consumo Energético de la planta es de 2,2764 kW-h / para la obtención de hielo.

Según el estudio energético realizado se propone reducir el consumo de iluminación con la implementación de tecnología LED, revisar modificar y actualizar los programas de mantenimiento , actualización de los diagramas unifilares, estudio del tipo de facturación, a fin de lograr la mejor calificación que permita un ahorro económico, invirtiendo S/.66 600, en periodo de cuatro años, llegando a disminuir el Consumo Energético a 1,9 kW-h / Unidad, de hielo producido, valor por debajo de las recomendaciones de (OLADE).

Con la aplicación del programa se ahorra S/. 68401,00, un VAN de S/. 141157.73, TIR de 96% y una Relación Beneficio Costo de 3.11.

1.3 Teorías relacionadas al tema.

1.3.1 Metodología para diseñar Plan de gestión de energía eléctrica.

La metodología consiste en: evaluar, identificar, monitorear, las instalaciones eléctricas de una industria, obteniendo parámetros que permitan aplicar acciones de ahorro de energía eléctrica, analizar el funcionamiento de los principales consumidores a fin de aplicar programas dirigidos que permitan resultados y conlleve a lo siguiente:

- a) Fundamentar la inversión con propuestas técnicas y viables económicamente, sustentado con acciones correctivas que demuestren el beneficio directo de la industria.
- b) Proponer alternativas claras, comprobables y verificables, ligadas a las variables más importantes, sustentado con la inversión y procedimiento que serán implementadas inmediatamente se apruebe la inversión.
- c) Implementar programas de educación y cambio de hábitos en el personal operario y administrativo, con capacitaciones en ahorro de energía, programación y operación de equipos industriales, lo cual redundará en mejoras con mínima inversión para la industria. *(García Sánchez, 2014)*

1.3.2 Primera Fase: Pre- Diagnóstico Energético.

En esta etapa se realizará una evaluación preliminar dentro de la Empresa, tomas de parámetros eléctricos, revisión de diagramas unifilares, revisión de programas de mantenimiento, inspección y verificación de instalaciones, y reconocimiento del proceso industrial.

Para tener la noción clara de la situación energética se necesita una recolección de datos que permita realizar:

- a) Evaluación preliminar de las instalaciones de la industria para poder realizar un programa de trabajo, formular hipótesis, y especificar las actividades a realizar, lo cual será propuesto a la administración.

b) Los datos necesarios para esta fase son:

- ✓ Diagramas unifilares actualizados, sistemas de protección.
- ✓ Copias de los recibos por consumo eléctrico, emitidos por la empresa comercializadora de electricidad, con una antigüedad de aprox. 01 año.
- ✓ Instalación y relación de equipos eléctricos más importantes, de acuerdo a su capacidad por área de producción.
- ✓ Para estos equipos se requiere: información actualizada de mantenimiento, operación, paradas, realizadas anualmente.
- ✓ Procesos productivos de la planta, horas de funcionamiento de las distintas áreas productivas, administrativas, usos generales.
- ✓ Datos de entrega de energía a cargo de la concesionaria.

Así mismo será necesario contar con la información de datos de entrega por parte de la suministradora de energía, y tener detalles de la subestación de transformación con los parámetros despachados.

Con esta información se seleccionará los equipos de medición testigos que se instalaran en paralelo con los existentes, así mismo es necesario tener la información del transformador mixto de tensión y corriente para evaluar la constante de relación (x/110/220 V ó Y /2.5 / 5 A).

1.3.3 Segunda Fase: Diagnóstico Energético Integral.

En el proceso de esta fase se desarrollarán actividades como:

Revisión de información relevante administrativa y técnica de planta.

Para el análisis se necesita contar con el apoyo administrativo y operadores de la planta para conseguir información relevante a fin programar las actividades teniendo en cuenta la logística, recursos y personal de apoyo encargado de la toma de datos y parámetros de estudio.

Así mismo se coordinará la instalación de equipos de toma de parámetros, los cuales deben estar protegidos y seguros para la obtención de la información a fin de lograr las variables que serán materia de estudio, y se determine:

Los centros de costos de energía. (EACs)

Los energéticos por centro de costos. (electricidad, combustibles, agua, aire, etc.)

Actualización del sistema eléctrico industrial.

Revisión de los diagramas unifilares, lo cual incluirá:

- Actualización del sistema eléctrico de la planta plasmado en diagramas unifilares.
- Lista de todas las cargas y/o centro de cargas existentes en planta, incluidos iluminación de interiores y exteriores, consumo de servicios auxiliares, consumos de oficinas, talleres etc, que determinara la carga de la planta.
- Planos eléctricos, de ubicación de la planta en general-
- Análisis detallado del estado físico de las instalaciones como (Circuitos, protecciones, sistema de distribución, luminarias, mantenimiento, etc.).

Programa de mediciones.

Para la toma de datos se seguirá los siguientes procedimientos:

Instalación de equipos de medida en paralelo con los existentes en planta.

Para la toma de parámetros se tendrá en cuenta lo siguiente:

Nivel de tensión tanto en el lado de media y baja.

- Revisión de planos para identificar la ubicación de los equipos de medición dentro y fuera de la planta, incluido el equipo instalado por la empresa de distribución eléctrica.
- Características técnicas de los equipos de medición (trafomix).
- Características técnicas de las instalaciones internas, trifásico o trifásico con neutro corrido.
- Parámetros que se desea medir (kW, kVAR, kVA ,fdp, V, I,, etc).
- Tiempo de integración de mediciones.

Obtención del diagrama de carga activa y reactiva, y el consumo promedio diario de energía de la planta.

Mediciones en subestaciones internas de baja tensión.

Estos parámetros se obtienen en el lado del secundario del transformador de potencia, con el fin de conocer datos reales de operación del sistema, para lo cual se toma en cuenta lo siguiente:

- Características de las instalaciones.
- Corriente total conectada al transformador.
- Parámetros de registro (A, U, kW, kVAR, kVA, fdp,etc).
- Periodo de integración recomendado de 15 minutos o menos.

- Tiempo de registro: 24 a más horas continuas.

Se utilizarán kits de protección para evitar la avería de los equipos.

El objetivo de estas mediciones será determinar la máxima demanda de la planta, en comparación con el transformador de potencia existente, disgregar el consumo total por áreas destinadas a la producción, iluminación, servicios generales, administración etc., a fin de tener un diagrama actualizado para central nuestro estudio de reducción de pérdidas.

Mediciones en motores trifásicos de C.A.

Previamente se identificará los circuitos de carga, actualización de la potencia instalada de cada circuito teniendo en cuenta la cantidad y características de los motores en relación a los HP, de preferencia los de alta potencia superior a 20 HP. Luego se realizará las siguientes pruebas:

- Tomas de parámetros de corriente por fase (R, S, T.).
- Carga que se toma de la red eléctrica.
- Factor de potencia, a fin de contar con los datos reales evaluación las mediciones se realizarán en el lado de antes y después de los condensadores.
- Calculo del deslizamiento, para lo cual se miden los RPM de trabajo.
- Mediciones de fugas a tierra.
- Mediciones de temperatura en las carcasas de los motores.
- Ambientes de trabajo condiciones que pueden afectar la salud de los operadores y equipamiento.

Toma de los diagramas de carga.

Los diagramas de carga se determinarán, instalando equipos de medición portátiles, de acuerdo al nivel de tensión se instalará el equipo adecuado, en nuestro caso se debe instalar en:

- Un medidor de energía multifunción instalado en el lado de media tensión (13.8 Kv).
- Tablero general.
- Tableros secundarios de fuerza y mando.
- Tableros auxiliares de emergencias.
- Cargas auxiliares (administrativas, procesos tecnológicos).

Para la selección se debe tener un dato estadístico en donde el consumo es considerado el más representativo en los periodos seleccionados.

- La información de cargas debe contener datos necesarios de parámetros máximos y mínimos.
- Factores de carga, factores de potencia, consumo diario de EAC, por área.

Medición y toma de datos para el análisis energético.

La normativa internacional establece límites de perturbación por armónicos como son:

Orden de un armónico (n), (f_1): $n = f_n / f_1$

Tasa de distorsión individual: $V_n \% = V_n / V_1 \cdot 100$ $I_n \% = I_n / I_1 \cdot 100$ (1)

Tasa Total de Distorsión THD%:

$$THD\%(V) = \sqrt{\frac{V^2 - V_1^2}{V^2}} * 100 \quad (2)$$

$$\text{THD}\%(I) = \sqrt{\frac{I^2 - I_1^2}{V}} * 100 \quad (3)$$

Para el THD, se necesita el tipo de instalación y la impedancia de corto circuito, el cual es fijado en el punto de conexión de la red.

1.3.4. Pérdidas por calentamiento.

Las pérdidas de calor que es disipado en los equipos eléctricos, ocurrirá en los sistemas eléctricos de las plantas debido a los armónicos.

Estas pérdidas son de energía real y pérdidas de potencia (kW). No obstante, una instalación reflejará mayores cargas de energía eléctrica debido al flujo de armónicos. Hasta casi recientemente, estas pérdidas han sido típicamente ignoradas debido a que estos han sido difíciles de definir. Pero siempre, el usuario pagaba por las adicionales pérdidas de energía en los equipos eléctricos.

1.3.5. Efecto Skin.

Los sobrecalentamientos en los conductores y materiales aislantes son producidos por las corrientes armónicas, a este fenómeno se le denomina EFECTO SKIN, está relacionada al incremento de la resistencia en CA, como consecuencia del incremento de la frecuencia, la densidad de corriente dentro de un conductor es mayor en su superficie o skin. El efecto skin, o densidad de la corriente de penetración, es inversamente proporcional a la frecuencia de la corriente. Así que, a mayor frecuencia, una menor densidad skin es disponible en el conductor.

Cuando esto ocurre en transformadores, el resultado son pérdidas adicionales en los bobinados.

Problemas en el Transformador.

La distorsión de la forma de onda origina incrementos en el calentamiento en todo tipo de transformadores. Este calentamiento es debido a un incremento de la frecuencia del cual dependen las pérdidas por histéresis y las corrientes parásitas.

El incremento de la temperatura puede también ser reflejo del calentamiento por efecto skin en los bobinados. La conexión estrella-triángulo, suprime casi por completo los armónicos triples incluso con el neutro firmemente puesto a tierra.

Los armónicos triples que se presentan en el sistema energético son el tercero y sus múltiplos impares.

Reducción de la Capacidad de los equipos.

A fin de controlar y reducir efectos secundarios se debe reducir la capacidad de ciertos equipos, recomendado la reducción de 20 a 25% en transformadores y generadores. Sin embargo, esta solución puede todavía resultar en fallas en los equipos debido al incremento de pérdidas a plena carga y el calentamiento resultante puede ser imprevisible. Con alto contenido de armónicos de corriente, una reducción adicional puede ser requerida.

Algunos fabricantes recomiendan reducir sus unidades en el orden del 50 %, dependiendo de la presencia de armónicos en la carga. Dando como resultado generador dimensionados en más del 200 % de la carga prevista: una muy cara forma de operar con armónicos.

Mal funcionamiento de los Reguladores de Voltaje

Algunos reguladores de voltaje de generadores miden picos de voltaje para el control del voltaje de salida del generador. Una forma de onda de voltaje distorsionada resulta en una relación elevada del valor pico al valor eficaz (rms). Por tanto, un generador observaría elevados picos de voltaje, causando que el regulador de voltaje del generador funcione mal.

1.3.6. Configuración de la Instalación.

Uno de los datos fundamentales para poder solucionar un problema de perturbaciones es el conocimiento de la configuración y potencias de cortocircuito en determinados puntos de la instalación a corregir.

Como medida previa a la propuesta de cualquier solución debe conocerse, por tanto, un esquema unifilar de la instalación, separando las cargas en las siguientes categorías: Perturbadoras, susceptibles, baterías de condensadores y otras no afectadas. La potencia de cortocircuito en el punto de acometida (P_{CC}) es un dato que puede facilitar la compañía eléctrica de suministro, también se pueden realizar calculosa de fallas para obtener la información.

A partir de este dato puede obtenerse la impedancia de cortocircuito por fase (impedancia de Thevenin) mediante la siguiente fórmula: $Z_{cc} = V^2 / P_{cc}$

Generalmente, a efectos de cuantificar los niveles de perturbación se considera que dicha impedancia es totalmente inductiva, por lo que la impedancia para la componente armónica de orden n será: $Z_{ccn} = Z_{cc} \cdot n$

Esta aproximación no siempre es cierta, pues la presencia de cargas capacitivas puede producir resonancias locales y alterar el valor de impedancia en el punto P_{CC} . Las impedancias de los condensadores, en cambio, disminuirán con la frecuencia según la relación: $Z_{cn} = Z_c / n$

En particular para cambios bruscos de tensión, puede considerarse que la impedancia es nula o dicho de otra forma la potencia de cortocircuito instantánea es infinita.

Para un punto cualquiera de la instalación la impedancia de cortocircuito será distinta para cada armónico y se obtendrá combinando Z_{ccn} en el punto de acometida (P_{CC}) con las impedancias de líneas (Z_{ln}), condensadores (Z_{cn}) y transformadores (Z_{tn}) y otras cargas.

1.3.7. Filtros.

Los problemas de perturbaciones pueden corregirse mediante la instalación de filtros de potencia, los cuales tiene incidencia en:

- Actuación correctiva en resonancias.
- Control y rechazo de presencia de armónicos en la instalación.
- Reducción del THD, tratando los armónicos.
- Control de potencia de cortocircuito en puntos seleccionados.

Aplicando Filtros de Sintonía.

La llave para eliminar problemas de armónicos es el uso de filtros en las respectivas cargas no lineales. Desde que un filtro es diseñado para reducir la amplitud de una o más corrientes de frecuencia combinada, el filtro de armónico es un procedimiento de reducción de la distorsión de la forma de onda. Desde que las frecuencias armónicas son muy cercanas a la frecuencia fundamental de suministro (60Hz), un filtro muy selectivo es necesario.

El filtro de sintonía especialmente sintoniza fuera del armónico dominante que ha sido generado. En ambos casos, la razón de que se produzcan pérdidas viene dada por el hecho de que solo una parte de la energía transportada por las líneas se aprovecha en forma útil, mientras otra parte se utiliza para energizar motores, transformadores, etc., tomándose en algunos casos de la red eléctrica; a este tipo de energía se le denomina fluctuante.

El origen de la energía fluctuante es distinto según se trate de cargas inductivas sin armónicos o de cargas que generan armónicos. En el primer caso dicha energía se consume momentáneamente en la creación de campos magnéticos inherentes al funcionamiento de

algunos receptores como motores y transformadores. En el segundo caso se trata de receptores que toman corrientes periódicas de forma de onda no senoidal. Las cuales se forman por la superposición de un componente 50 o 60 Hz y una serie de componentes de frecuencia múltiples denominadas corrientes armónicas, por ejemplo 3er armónico a 180 Hz (3 x 60), 5to. Armónico 300 Hz (5 x 60), etc.

1.3.8. Balance eléctrico de la Planta Industrial.

El balance eléctrico tiene como fin determinar la eficiencia eléctrica, que permite saber dónde, cómo y cuánto se gasta en energía eléctrica, así mismo administrar los consumos de acuerdo a:

- Consumos de energía en procesos tecnológicos, y de servicios.
- Consumos de energía, en actividades auxiliares a la producción como, (alumbrado, ventilación, refrigeración, y almacenes, etc.).
- Consumos de energía en Oficinas, pasadizos etc.

El balance permite un diagnóstico claro de los principales consumidores, análisis de necesidad de consumo y/o ahorro, y la aplicación de medidas correctivas que se reflejen en la correcta utilización de la energía eléctrica sin afectar actividades principales de la planta.

1.3.9. Evaluación del consumo máximo.

El análisis del diagrama de carga nos permite administrar el consumo de energía eléctrica en función prioridades, de acuerdo al flujo de producción, horarios, lo que permite implementar un sistema de control y racionalización sin afectar la producción teniendo como indicador la evaluación de la máxima demanda. Para lo cual se debe:

- Revisar y mejorar los procesos de la planta con incidencia en los horarios de FP y HP, en especial para las industrias con tarifas diferenciadas.

- Rediseño del sistema de fuerza evitar pérdidas por distribución y una mejor optimización de la energía eléctrica.
- Aplicar programas de confort, tratando de utilizar mejor la luz solar, reordenamiento de oficinas, talleres, así mismo compromiso de la Alta dirección de la planta para invertir en el cambio y/o reemplazo de tecnología en iluminación.
- Programa de mantenimiento correctivo respaldado por un análisis técnico – económico, y con ROI para la sustitución y/o rotación de motores de baja eficiencia por nuevos de tecnología comprobada.
- Inversión en tecnología para el control automático del consumo máximo que permitan actuar de acuerdo a necesidades establecidas.
- Evaluación continua de necesidades para evitar sobre cargas innecesarias.
- Uso de nuevas tecnologías, como los reguladores electrónicos de velocidad, los cuales permiten controlar la potencia de acuerdo a la variación de carga y ahorrar energía activa.

Paralelamente a las mediciones eléctricas de los principales equipos consumidores de energía, se hace un análisis operativo en función de la potencia consumida, por los motores, con las variables a controlar en el proceso productivo, como son: tiempo, temperatura, presión caudal, velocidad, masa, etc.

Evaluación y cuantificación de las mejoras.

Consiste en cuantificar las mejoras operativas, las mismas que dan lugar a una reducción de la demanda (kW), y del consumo de energía eléctrica (kWH). Esta cuantificación se hará teniendo en cuenta los costos actuales de energía y su proyección en el tiempo. La evaluación se realizará teniendo en cuenta la estructura tarifaria para cada tipo de usuario industrial, para ello

se definirá los costos medios de energía, basado en las tarifas que la industria paga mensualmente. Definidos los costos medios de energía, se cuantifica los ahorros económicos los cuales se estudian teniendo en cuenta:

- Diagramas de carga diario para toda la planta o en las principales líneas o áreas de producción.
- Potencia (kW), que se considerará para los cálculos de ahorros.
- Identificación de las máquinas consideradas para los fines de ahorro de potencia y energía.
- Horas de operación de cada máquina, etc.

1.3.10 Cálculo pérdidas en equipos eléctricos.

Motores eléctricos.

Los motores eléctricos son los principales consumidores dentro de la industria, se estima que el consumo de dichos equipos esta en promedio del 70% a nivel mundial, y en el Perú en el orden del 25%.

Las industrias cuentan dentro de su equipamiento con gran número de motores. Muchas máquinas, especialmente bombas y ventiladores, necesitan acomodar su potencia de salida para adecuarse a las necesidades variables de los procesos en los que intervienen.

Este cambio se suele llevar a cabo haciendo funcionar la bomba o ventilador en cuestión a plena velocidad y " regulando" su potencia de salida mediante una válvula parcialmente cerrada.

Los modernos dispositivos electrónicos con velocidad ajustable pueden reducir las pérdidas de energía, logrando ahorros que pueden variar desde un 20 a un 40%, con aplicaciones típicas que reducirían la energía total consumida por los motores en las plantas industriales.

La amortización se produciría en un plazo de seis meses a tres años con un valor medio de un año.

El reemplazo de motores eléctricos de alta eficiencia representa un avance en el ahorro de energía en la industria, los cuales representan un ahorro potencial del 50% en motores, el restante está ligado directamente con la elección evaluación y mantenimiento, así como el involucramiento del personal operario en buenas prácticas de operación que se logra reducir los costos de operación.

Otros equipos eléctricos.

Para reducir o tener un control en las perdidas debemos implementar las siguientes acciones:

- ✓ Control y administración de los niveles de voltaje dentro de la industria, estos no deben superar el 2.5%, del valor nominal, por lo tanto, se debe realizar y cumplir con los programas de mantenimiento, y reemplazo y de ser el caso rediseño de instalaciones.
- ✓ Optimizar y /o modificar los procesos de producción para hacer buen uso de la energía eléctrica, teniendo como meta el monitoreo de equipos directamente involucrados como: transformadores, hornos eléctricos, molinos, compresores, ventiladores, etc.
- ✓ Aplicación de tecnología LED en reemplazo de la carga de iluminación, aplicar tecnología de punta en el control de encendido y apagado según necesidades, (PLC).
- ✓ Corregir el factor de potencia con la instalación de bancos de condensadores, así evitar el pago de multas por trasgresión que realizan las empresas concesionarias de electricidad.

- ✓ La inversión en la implementación de bancos de condensadores tiene su sustento económico, ya que se retribuye en la facturación mensual del industrial y la inversión se recupera en mediano plazo.

1.3.4 Tercera fase: Elaboración del informe técnico.

Está plasmada en los análisis técnicos realizados en campo, sustentado con cálculos y recomendaciones amparados en el análisis económico.

Finalmente, las mejoras estarán detalladas y se contará con el respectivo sustento técnico, para la implementación y el análisis financiero que se sustenta en el retorno de la inversión.

También es importante implementar controles energéticos para controlar las variaciones de consumos.

1.3.5 Cuarta Fase: Implementación, monitoreo, y seguimiento de las mejoras.

Concluida la evaluación energética, teniendo identificadas las desviaciones y plasmadas las recomendaciones, así como identificadas las mejoras, se procedería a la implementación en orden de prioridades con el respaldo técnico financiero.

1.3.6. Transformador de tensión trifásico.

Estos equipos eléctricos son los más utilizados en la industria, ya que los sistemas de generación y distribución en su mayoría se presentan en corrientes alternas trifásicas, su constitución puede realizarse de diferentes maneras:

- a. Haciendo un transformador trifásico, que consiste en tres juegos de devanados enrollados sobre un núcleo común.
- b. Conectando tres transformadores monofásicos en un grupo trifásico.

En la gráfica adjunta se muestra los tipos de conexiones para la obtención de transformadores trifásicos.

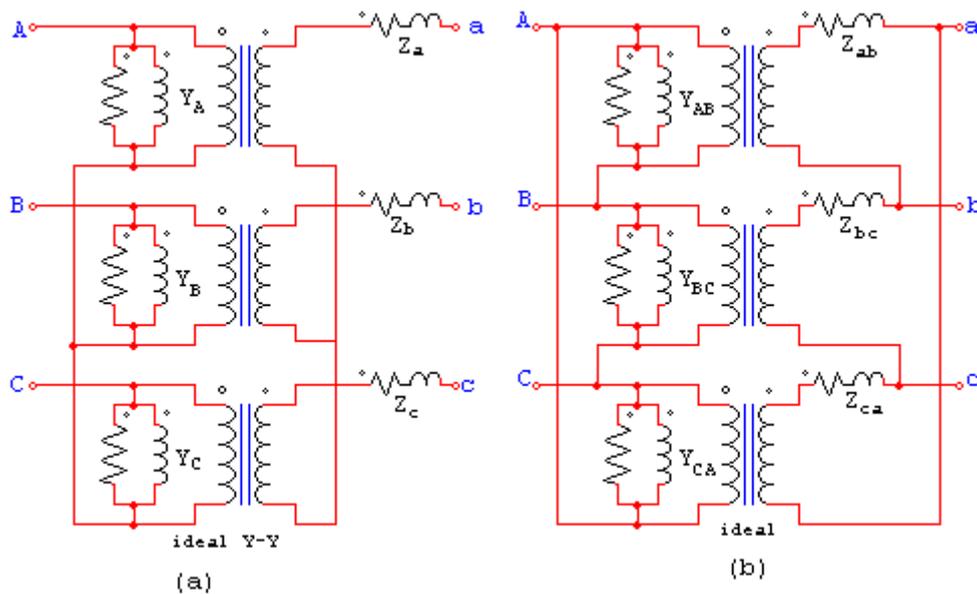


Figura N° 5: Diagrama equivalente de transformador trifásico.

Elaboración propia

Grupos de conexión

Las combinaciones a ser tenidas en cuenta por sus particularidades para conexión en paralelo, forman cuatro grupos. Cada uno se caracteriza por el desfase que el método de conexión introduce entre la f.e.m. primaria y las homólogas secundarias.

| N° | Grupo | Símbolo | | Conexión | |
|----|-------|----------|------------|----------|------------|
| | | Primario | Secundario | Primario | Secundario |
| | Dd0 | | | | |
| 0 | Yy0 | | | | |
| | Dz0 | | | | |
| 5 | Dy5 | | | | |

| | | | | | |
|----|------|--|--|--|--|
| | Yd5 | | | | |
| | Yz5 | | | | |
| | Dd6 | | | | |
| 6 | Yy6 | | | | |
| | Dz6 | | | | |
| | Dy11 | | | | |
| 11 | Yd11 | | | | |
| | Yz11 | | | | |

Figura N° 6: Grupos de conexión normalizada de transformadores trifásicos

En la tabla se muestran los grupos e conexión para transformadores trifásicos, para lo cual deben cumplir ciertos requisitos técnicos.

Trabajo en paralelo del transformador

Para el trabajo en paralelo de 2 transformadores, debe cumplirse:

- 1.- Los ángulos de desfases secundario – primario deben ser iguales para el acople.
- 2.- El sentido de rotación deben ser los mismos.
- 3.- Las relaciones de la tensión de línea deben ser idénticas.
- 4.- Las caídas de impedancia deben tener los mismos valores.

Las dos primeras son indispensable para el acoplamiento, las otras cumplen un papel importante para el buen funcionamiento de la instalación.

Tipos de Transformadores

| | |
|--------------------------------|--|
| Según funcionalidad: | Transformadores de potencia Transformadores de comunicaciones Transformadores de medida |
| Por los sistemas de tensiones: | Monofásicos Trifásicos Trifásicos-exafásicos Trifásicos-dodecafásicos Trifásicos-monofásicos |
| Según tensión en secundario: | Elevadores Reductores |
| Según medio: | Interior Intemperie |
| Según elemento refrigerante: | En seco En baño de aceite Con pyraleno |
| Según refrigeración: | Natural Forzada |

Potencias en el transformador

Potencia suministrada al transformador por el circuito primario

$$P_{\text{ent}} = \sqrt{3} V_P * I_P * \cos \varphi \quad (4)$$

Ecuación de la potencia suministrada por el lado del secundario:

$$P_{\text{sal}} = \sqrt{3} V_S * I_S * \cos \varphi \quad (5)$$

En un transformador ideal las potencias de salida y entrada son iguales, así como la relación de las potencias reactiva y aparente.

$$Q_{\text{ent}} = \sqrt{3} V_P * I_P * \sin \varphi = \sqrt{3} V_S * I_S * \sin \varphi = Q_{\text{sal}} \quad (6)$$

$$S_{\text{ent}} = \sqrt{3} V_P * I_P = V_S * I_S = S_{\text{sal}} \quad (7)$$

La impedancia de un transformador es la relación fasorial entre la tensión y la intensidad que lo atraviesan:

$$Z_L = V_L / I_L \quad (8)$$

El transformador real

El funcionamiento de un transformador real se muestra en la figura contigua.

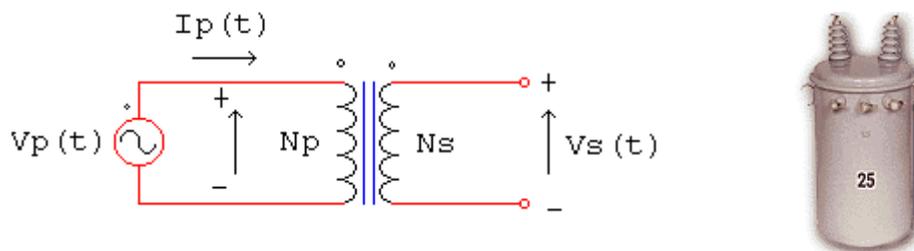


Figura N° 7: Transformador de tensión real

La ley de Faraday nos da la base del funcionamiento del transformador.

$$e_{\text{ent}} = d\varphi / dt \quad (9)$$

En donde φ es el flujo magnético de la bobina, por la cual se induce la tensión.

El flujo total es la suma de los flujos que atraviesan por cada vuelta de la bobina,

$$\varphi = \oint f_i \quad (10)$$

El flujo promedio por espira está dada por la siguiente fórmula:

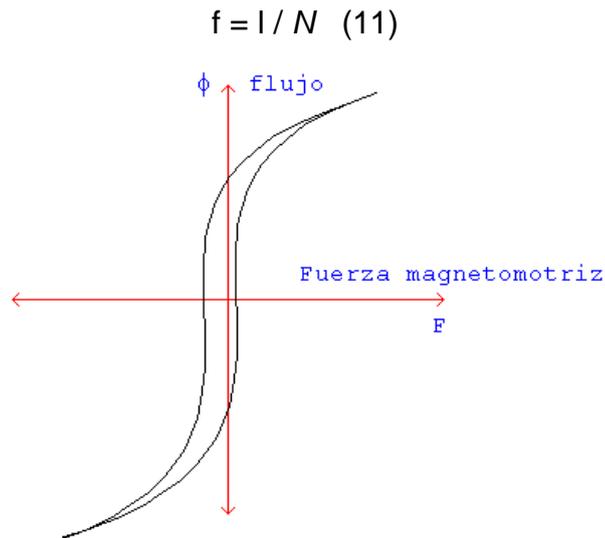


Figura N° 8: Curva de histéresis del transformador.

Por lo tanto la Ley de Faraday es:

$$e_{ent} = N \, df / dt \quad (12)$$

La corriente de magnetización

Cuando el transformador es conectado a una fuente de potencia, por el circuito del primario fluye una corriente la cual produce un flujo en el núcleo ferromagnético real, no importa si el circuito secundario este abierto, consta de 2 componentes:

2. **La corriente de magnetización i_m** , La cual produce el flujo en el núcleo del transformador.
3. **La corriente de pérdidas en el núcleo i_{h+e}** , corriente que compensa las pérdidas por histéresis y parasitas.

- La corriente de magnetización retrasa en 90° la tensión aplicada al núcleo. Las corrientes de pérdidas en el núcleo es la necesaria para compensar las pérdidas por histéresis y parasitas.

La corriente total en vacío, en el núcleo, se llama corriente de excitación del transformador. Es la suma de la corriente de magnetización y la corriente por pérdidas en el núcleo: $i_{ex} = i_m + i_{h+e}$

Ensayos del transformador

Tensión de cortocircuito

Es la tensión en el lado primario del transformador, para que, en el lado del secundario del transformador en cortocircuito, circule la intensidad nominal. Se indica como tensión de cortocircuito U_x en % de la tensión nominal de entrada.

Regulación de tensión

La caída de tensión en el interior de un transformador nos da la regulación.

Según la Ley de Kirchhoff, la tensión primaria se halla:

$$V_P / a = V_s + R_{EQ} I_s + j X_{EQ} I_s \quad (13)$$

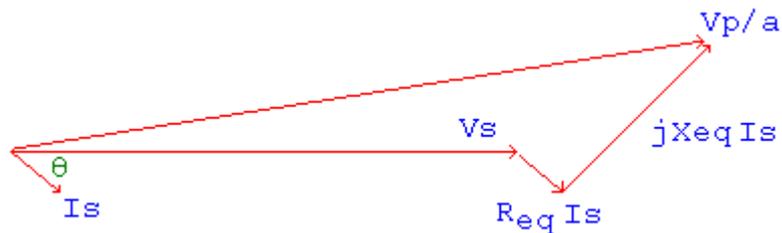


Figura N° 9: Diagrama fasorial de un transformador

Se muestra un diagrama fasorial con un fp igual a uno. Aquí se ve que la tensión secundaria es menor que la tensión primaria, de donde $V_R = 0$. En este caso la regulación de tensión es un número más pequeño que el que tenía con una corriente en retraso.

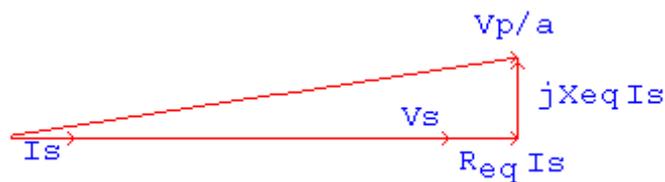


Figura N° 10: Triángulo de tensiones en transformador

Si la corriente secundaria está adelantada, la tensión secundaria puede ser mayor que la tensión primaria. Si esto pasa, el transformador tiene una regulación negativa como se muestra en la figura.

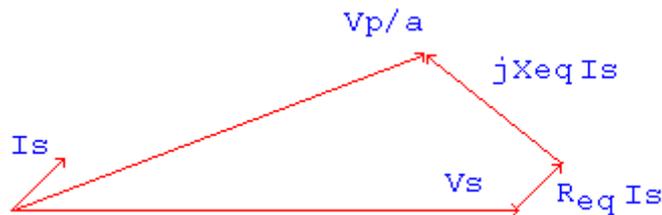


Figura N° 11: Diagrama fasorial de regulación de un transformador

Ensayo de cortocircuito del transformador.

Para este ensayo se pone en cortocircuito el transformador por cualquiera de sus arrollamientos, se considera el caso de que la resistencia y la reactancia de carga sean nulas es decir que los bornes del secundario estén en cortocircuito, en este caso se cumple:

$$U_s \frac{N_p}{N_s} = 0 \quad (14)$$

Por hallarse presente todo el flujo de dispersión, en tanto por uno: $p_{Cul} = \frac{P_{Cu}}{S}$ (15)

S es la potencia aparente del transformador. U es la tensión nominal del devanado que actúa como primario con el voltaje U_{ccp} , en valor relativo:

$$U_{ccp1} = \frac{U_{ccp}}{U} \quad (16)$$

La potencia perdida de cortocircuito, siendo el flujo tan débil, se consume prácticamente toda la resistencia de los devanados, dando así de paso la caída de tensión por resistencia, que en valor relativo de la tensión es: $U_{R1} = P_{Cul}$

Es igual cuál de los dos lados se haya puesto en cortocircuito. Generalmente será el de baja tensión. Las constantes de cortocircuito deben referirse a 75 °C para el cálculo de los rendimientos, si han sido medidos a otras temperaturas.

Rendimiento del transformador

La eficiencia de los transformadores está plasmada en la siguiente ecuación:
$$\eta = P_{SAL} / P_{ENT} * 100 \% = P_{SAL} / (P_{SAL} + P_{PÉRDIDA}) * 100 \%(17)$$

Esta ecuación se aplica la mayoría de artefactos eléctricos como: motores, generadores, transformadores etc. Los circuitos equivalentes del transformador facilitan los cálculos de la eficiencia.

Están definidas tres pérdidas presentes en los transformadores: pérdidas en el Cobre, histéresis, y corrientes parasitas.

Para calcular la eficiencia se suman las pérdidas de cada resistencia y se aplica la ecuación:

$$\eta = P_{SAL} / (P_{SAL} + P_{PÉRDIDA}) * 100 \% (18)$$

Puesto que la potencia es $P_{SAL} = V_S * I_S \cos \varphi$, la eficiencia puede expresarse por:

$$\eta = (V_S I_S \cos \varphi) / (P_{CU} + P_{NÚCLEO} + V_S I_S \cos \varphi) * 100\% (19)$$

Metodología para compensar el factor de potencia:

En los SEP se presentan, casos tales como demandas imprevistas de reactivos, lo cual obliga a los generadores a reducir su fp para adicionar reactivos a la red.

Lo que se necesita es que la potencia aparente sea lo más cercana a la potencia activa.

Los métodos de compensación más empleados son:

Métodos para compensar el factor de potencia.

- Selección e instalación de condensadores de potencia, los cuales se instalan en paralelo con la carga inductiva a compensar.

- Generación de potencia reactiva con máquinas sincrónicas.

Selección e Instalación de Condensadores de Potencia: +

Esta metodología es la más empleada en la actualidad por la existencia de información relevante y dado que el costo de implementación es más asequible para la planta, lo cual estudiaremos a detalle.

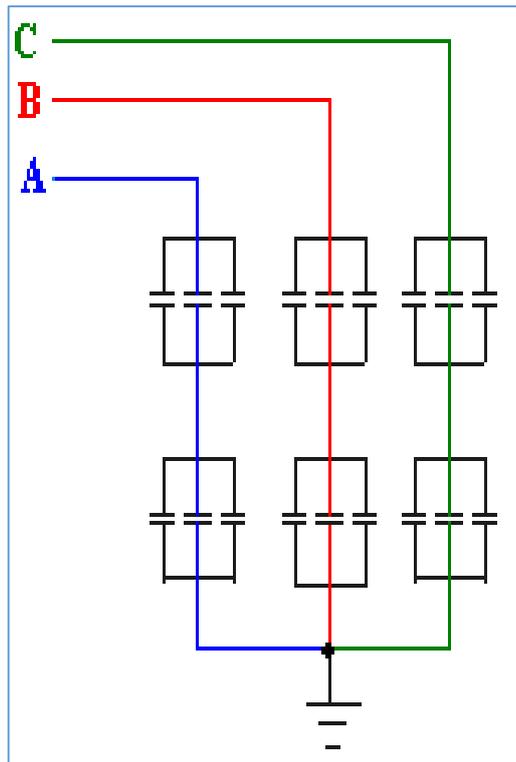


Figura N° 12: Unidades capacitivas conectadas

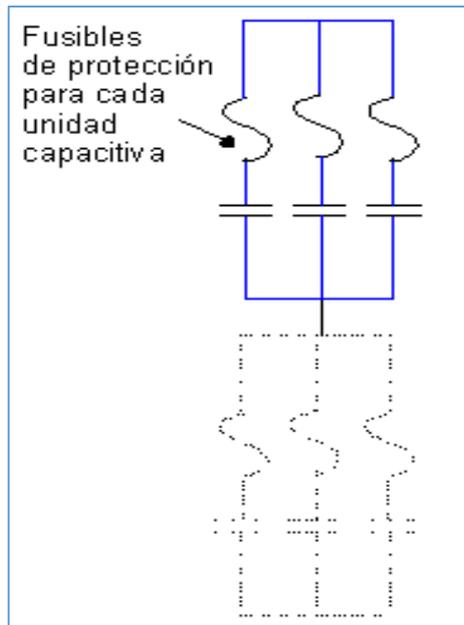


Figura N° 13: Protección por fusible en serie paralelo.

Compensación centralizada del factor de potencia:

Se instalan en el tablero general del lado de BT, el banco de compensación, previa selección y acondicionamiento.

Presenta las siguientes ventajas:

- Elimina las penalizaciones.
- Se obtiene el ajuste de la potencia aparente (S) (kVA) .
- Reduce carga al transformador de potencia.

Principios de ingeniería y fórmulas se emplean para calcular el factor de potencia

Fórmula para definir el fp:

$$\text{Factor de potencia: } \cos\varphi = \frac{P}{S} \quad (20)$$

Φ es el ángulo entre la potencia activa P y el valor absoluto de la aparente S

Si las corrientes y tensiones son perfectamente sinusoidales, entonces la fórmula es.

$$f.d.p. = \frac{P}{|S|} = \frac{V_{\text{eff}} I_{\text{eff}} \cos(\angle V - \angle I)}{V_{\text{eff}} I_{\text{eff}}}$$

$$f.d.p. = \frac{P}{|S|} = \cos(\angle V - \angle I) = \cos(\angle Z) \quad (21)$$

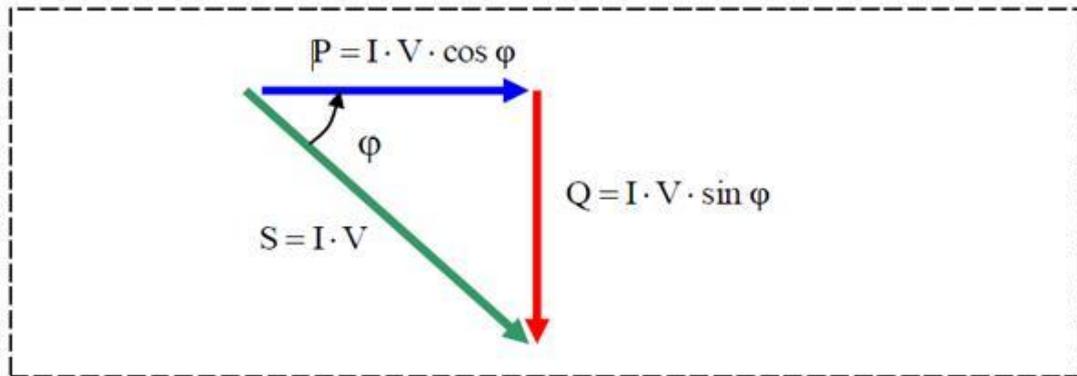


Figura N° 14: Triángulo de potencia en circuito de corriente alterna

Compensación automática del fp:

El diseño se basa en un banco de varios condensadores, los cuales son controlados por un rele varimetrico. Cada paso del banco protegido por (interruptor automático o fusible), un elemento de maniobra (contador) y una batería de condensadores trifásica.

El relé varimétrico automáticamente mide el factor de potencia de la instalación y manda a conectar los pasos mediante los Contactores de maniobra.

Este método se utiliza como compensación global centralizada en el tablero general.

Esquema eléctrico trifásico con banco de condensadores

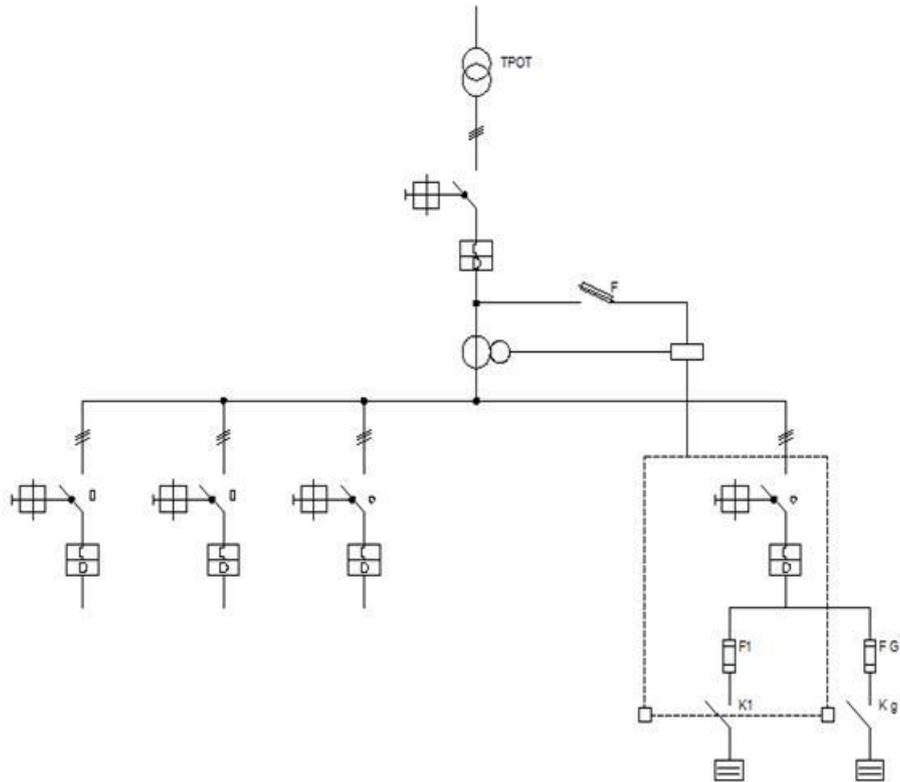


Figura N° 15: Compensación automática del factor de potencia.

Elaboración propia

Mejora de los niveles de aislamiento eléctrico

Los conductores eléctricos dentro de la planta, encargados de transportar energía eléctrica y potencia para el funcionamiento, cuentan con alguna forma de aislamiento el cual es opuesto a la corriente eléctrica, El aislamiento debe ser justamente lo opuesto de un conductor: Debe resistir la corriente y mantenerla en su trayectoria a lo largo del conductor.

$$E[V] = I(A) * R(\Omega) \quad (22)$$

Tableros de transferencia automática para grupos electrógenos (TTA)

Para el funcionamiento de equipos de respaldo como generadores, se cuenta con tableros de transferencia automática (TTA), los cuales brindan seguridad y

confiabilidad, en caso de fallas en la red eléctrica estos ponen en marcha el generador compensando la energía no suministrada.



Figura

N° 16: Tablero de transferencia de potencia

Cálculo La de la sección de conductores por caída de tensión.

Se muestran fórmulas para el cálculo de caídas de tensión en suministros monofásicos y trifásicos.

Caso de conductor monofásico

$$S = \frac{2 * \rho * L * I * \cos\varphi}{\Delta U * U} \quad (23)$$

Caso de conductor trifásico

$$S = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I_L * \cos\varphi}{\Delta U * U} \quad (24)$$

Ahorro de energía mediante motores eléctricos de inducción de alta eficiencia.

Motores eléctricos de alta eficiencia.

Los motores eléctricos son los mayores consumidores de energía eléctrica en las industrias, se distribuye en diferentes campos como: equipos electromotrices tales como ventiladores, bombas, compresores, bandas transportadoras, etc.

Por lo tanto, es indispensable evaluar mejorar los factores de carga, eficiencia, factor de potencia, tiempos de operación y mantenimientos.

Análisis de Pérdidas de energía y eficiencias en motores.

El motor eléctrico convierte la energía eléctrica de entrada en energía mecánica de salida, para realizar un trabajo útil. En el trabajo una parte de la energía eléctrica se transforma en calor, ver figura.

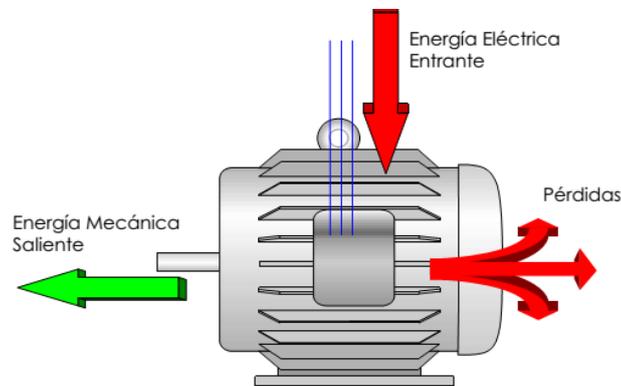


Figura N° 17: Pérdidas en un motor eléctrico.

Fuente: [http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/004%20M%C3%B3dulo%20IV%20\(AEE%20Motores%20de%20Inducci%C3%B3n\).pdf](http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/004%20M%C3%B3dulo%20IV%20(AEE%20Motores%20de%20Inducci%C3%B3n).pdf)

Eficiencia.

La relación entre la potencia mecánica y la potencia eléctrica define la eficiencia del motor:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Potencia Mecánica de salida}}{\text{Potencia Eléctrica que entra}} \quad \text{Eficiencia} = \frac{\text{Potencia Eléctrica que entra} - \text{Pérdidas}}{\text{Potencia Eléctrica que entra}} \quad (25)$$

Clasificación de los motores según su eficiencia:

Los motores eléctricos se clasifican en estándar, alta eficiencia, y Premium.

El motor estándar no tiene incidencia en la eficiencia, son motores antiguos y su principal cualidad es la operación y costos.

Los altos costos de la energía eléctrica dieron como objetivo mejorar el rendimiento de los motores por considerarse altos consumidores, y en donde están centradas las mayorías de estudios de gestión energética, dicha necesidad dio paso al nacimiento de motores de alta eficiencia, la evolución de los motores Premium esta de mano con la época ya que son máquinas de mayor eficiencia lo cual va de la mano con la tecnología, el ahorro y la conservación del medio ambiente.

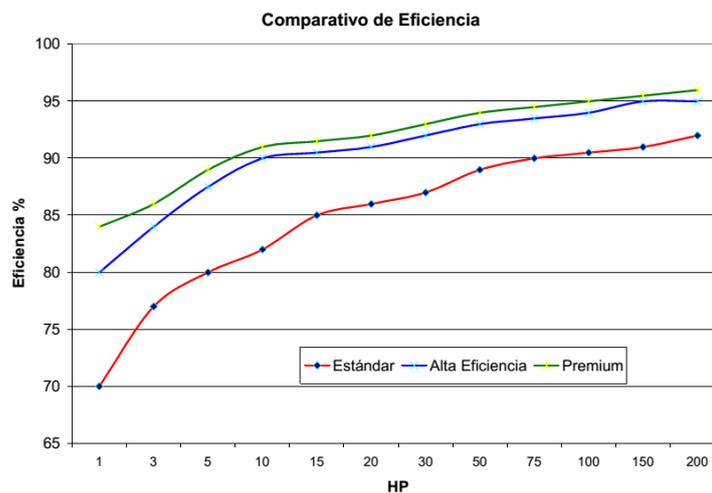


Figura N° 18: comparativo de eficiencia en motores eléctrico

Fuente: [http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/004%20M%C3%B3dulo%20IV%20\(AEE%20Motores%20de%20Inducci%C3%B3n\).pdf](http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/004%20M%C3%B3dulo%20IV%20(AEE%20Motores%20de%20Inducci%C3%B3n).pdf)

Pasos para determinar el rendimiento de motores

Según se deben realizar los siguientes cálculos

1.- determinar la potencia absorbida por el motor

$$\overline{P}_{Abs} = \frac{\sqrt{3} * \overline{U}_L * \overline{I}_L * \overline{Cos\phi}}{1000} \quad (26)$$

$$\overline{U_L}[V] = \frac{U_{L1} + U_{L2} + U_{L3}}{3} \quad (27)$$

$$\overline{I_L}[A] = \frac{I_{L1} + I_{L2} + I_{L3}}{3} \quad (28)$$

$$\overline{\text{Cos}\varphi}[V] = \frac{\text{Cos}\varphi_1 + \text{Cos}\varphi_2 + \text{Cos}\varphi_3}{3} \quad (29)$$

2. Determinar el factor de carga del motor

$$\% \text{ Carga} = \frac{(n_s - n_m)}{(n_s - n_n) * \left(\frac{U_n}{U_L}\right)^2} * 100 \quad (30)$$

3. Potencia útil entregada por el motor trifásico

$$P_u[\text{kw}] = \% \text{ Carga} * P_n \quad (31)$$

4. Eficiencia del motor eléctrico trifásico

$$\eta_{\text{Motor}}[\%] = \frac{P_u}{P_{\text{abs}}} * 100 \quad (31)$$

1.4 Formulación del problema.

¿Cómo mejorar la eficiencia energética en la Empresa Molinos Calcáreos SAC?

1.5 justificación del estudio.

1.5.1. Técnica.

Se contribuirá a mejorar el nivel de rendimiento de los componentes del sistema eléctrico de la Planta Molinos Calcáreos SAC

1.5.2. Económica.

Al aumentar los rendimientos de los equipos del sistema eléctrico de Molinos Calcáreos SAC, se obtendrá una reducción del monto de facturación eléctrica, pues de tendrá menor energía activa absorbida y se

eliminará el pago por energía reactiva al realizar la compensación del factor de potencia.

1.5.3. Laboral.

Al implementar las mejoras a ser definidas en el sistema eléctrico de Molinos Calcáreos SAC, habrá un mejor trabajo en equipo, pues participarán los técnicos de mantenimiento eléctrico y de operación, permitirá implementar mejores planes de mantenimiento de los activos eléctricos, en base a rendimiento y capacidad eléctricos, se establecerán programas de capacitación laboral según los nuevos métodos y tecnologías, aprovechando mejor los aportes del personal propio.

1.5.4. Tecnológica.

Posibilidad cierta de adquirir, implementar y asimilar tecnología moderna de transformación de energía eléctrica, medición y control de variables con mayor precisión y rapidez, que gestionar el proceso industrial con mayor seguridad, eficiencia y menor costo.

1.6 Hipótesis.

El diseño de un Plan de Gestión de energía eléctrica, permite mejorar la eficiencia energética en la empresa Molinos Calcáreos SAC

1.7 Objetivos.

1.7.1. Objetivo principal

Elaborar un Plan de Gestión de energía eléctrica, en base a auditoría energética y normas eléctricas peruanas para mejorar la eficiencia energética eléctrica en la empresa Molinos Calcáreos SAC

1.7.2. Objetivos específicos

- Determinar los indicadores de eficiencia energética eléctrica.
- Determinar la eficiencia energética actual, mediante auditoria.
- Determinar el grado de criticidad de los equipos.
- Preparar el Plan de Gestión de energía eléctrica determinando las mejoras operativas y técnicas a realizar.

- Determinar la factibilidad económica de la mejora.

II. Métodos.

2.1 Diseño de investigación.

Es descriptivo, se describe el proceso en el cual se encuentra un problema que afecta el proceso industrial por elevación de costos, debido a la baja eficiencia de la energía y el método para hallar la solución técnica económica adecuada.

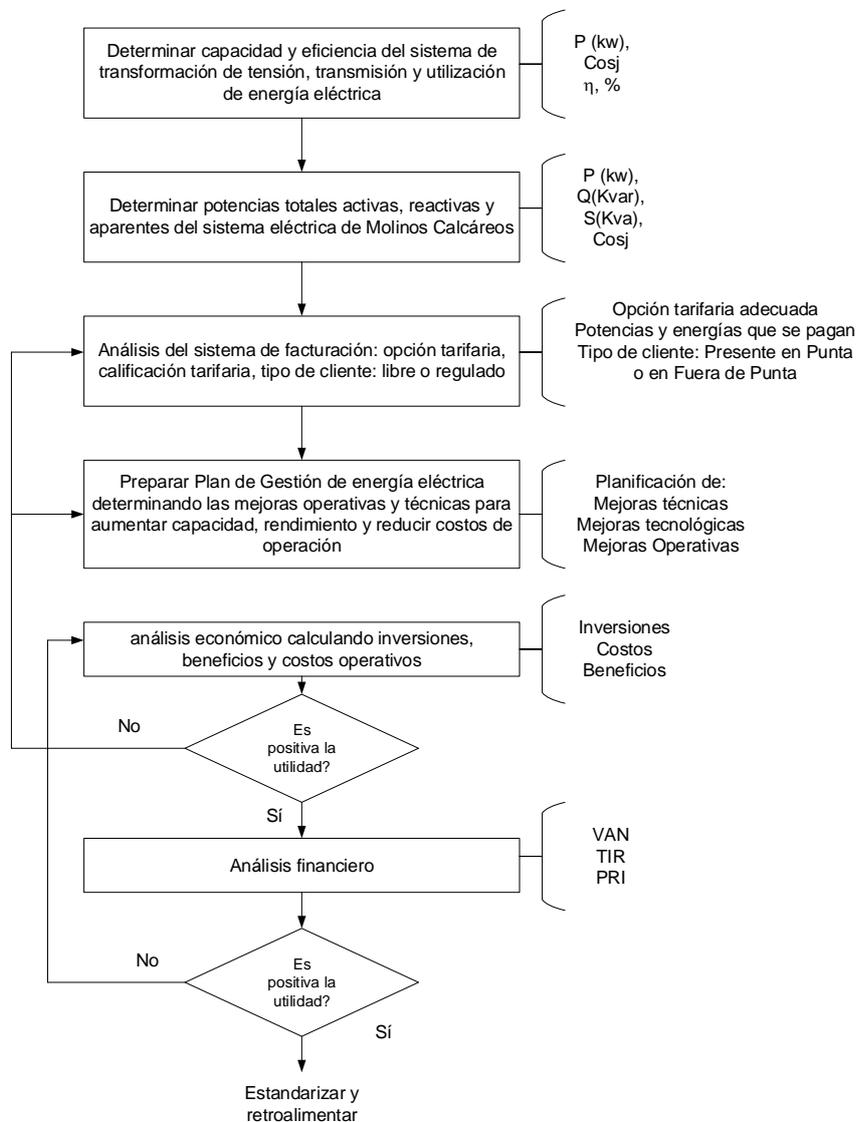


Figura N° 19: Flujograma

2.2 Variables, Operacionalización.

- Variable independiente: Diseño de Plan de Gestión de energía eléctrica.
- Variable dependiente: Eficiencia energética.

Variables intervinientes:

- Variación de parámetros de energía eléctrica: Tensión, frecuencia, factor de potencia, calidad de energía, fugas a tierra, fallas de aislamiento.

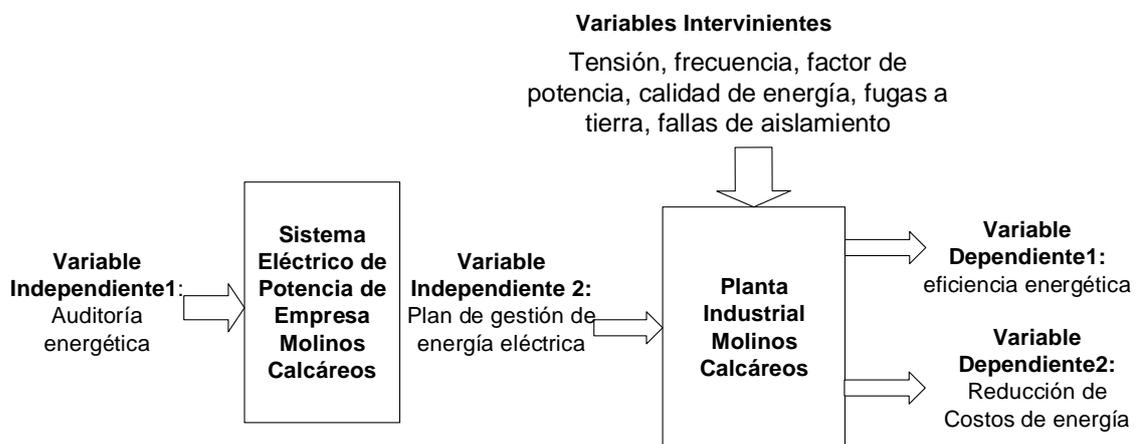


Figura N° 20: Variables del proceso de estudio.

Fuente: Elaboración propia

Operacionalización de variables.

Tabla N° 1: Operacionalización Variable Independiente

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Indicadores | Escala de medición |
|--|--|---|--|--|
| Variable independiente Plan de gestión de energía eléctrica | Conjunto de medidas operacionales, técnicas y tecnológicas que conducen a aumentar la eficiencia de energía y reducir sus costos | Implementar medidas para aumentar eficiencia y reducir pagos de energía eléctrica | Auditoría parcial Auditoría total | Ordinal Buena Deficiente |
| | | | Plan de gestión táctico de energía | Ordinal Grande Corta Integral |

Tabla N° 2: Operacionalización Variable Independiente

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Indicadores | Escala de medición |
|---|--|--|--|---------------------------------------|
| Variable dependiente Eficiencia energética | Cantidad de dinero que se paga por el consumo de energía eléctrica, en un período de tiempo, en función de la potencia y rendimientos de equipos | Análisis de costos de energía activa reactiva y potencias /mes, según la opción tarifaria y calificación del cliente | Rendimiento de utilización de energía eléctrica | Intervalo 0...100 % |
| | | | Costos elevados Costos medianos Costos bajos | Intervalo 0...250,000 Soles/mes |

2.3 Población y muestra

2.3.1. Población.

Sistemas eléctricos de potencia trifásicos en Baja tensión de empresas de productos calcáreos del Departamento de Ancash.

2.3.2. Muestra.

Sistema eléctrico de potencia trifásico de Planta industrial de la empresa Molinos calcáreos, Huaraz; Departamento de Ancash

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Tabla N° 3: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

| Técnica | Instrumento | Fuente | Informantes |
|--------------------|-----------------------------|--|---|
| Observación | Hoja Excel de toma de datos | Sistemas eléctricos de potencia de Molinos Calcáreos SAA | Conocer el sistema eléctrico de potencia trifásico, determinando las magnitudes de sus principales parámetros e indicadores |
| Entrevistas | Cuestionario | Personal de operación y de mantenimiento eléctrico | Definir aspectos operativos, de mantenimiento eléctrico, que permitan hacer un análisis de criticidad. |
| Encuestas | Cuestionario | Personal ejecutivo de Planta industrial | Definir prioridades en cuanto a mejoras de capacidad, rendimientos y renovaciones. |

| | | | |
|-----------------------------------|--|--|---|
| Mediciones | Multímetros eléctricos industriales portátiles | Conexiones de equipos eléctricos, de transporte y utilización. | calcular los valores reales actuales de los parámetros eléctricos que permitan determinar su capacidad y eficiencia en tiempo real. |
| Análisis registro de datos | Hoja de Registro de datos | Sistema eléctrico de potencia de empresa Molinos Calcáreos SAA | Determinar frecuencia de mantenimiento eléctrico, fallas, reemplazos de equipos y estimar su vida útil, para posibles reemplazos |

2.5 Métodos de análisis de datos.

Análisis descriptivos y analíticos de los componentes del sistema eléctrico de potencia industrial, definiendo el comportamiento de las variables y parámetros de la muestra de estudio, determinando la media, varianza, cálculo de tasas, y demás indicadores de estadística descriptiva.

2.6 Aspectos éticos.

La información y data nuevas, sin plagio de tipo alguno, los resultados, conclusiones, recomendaciones y discusión serán realizadas por el autor del presente estudio.

III. RESULTADO

3.1. Determinación de capacidad y eficiencia del sistema de transformación de tensión, transmisión y utilización de energía eléctrica.

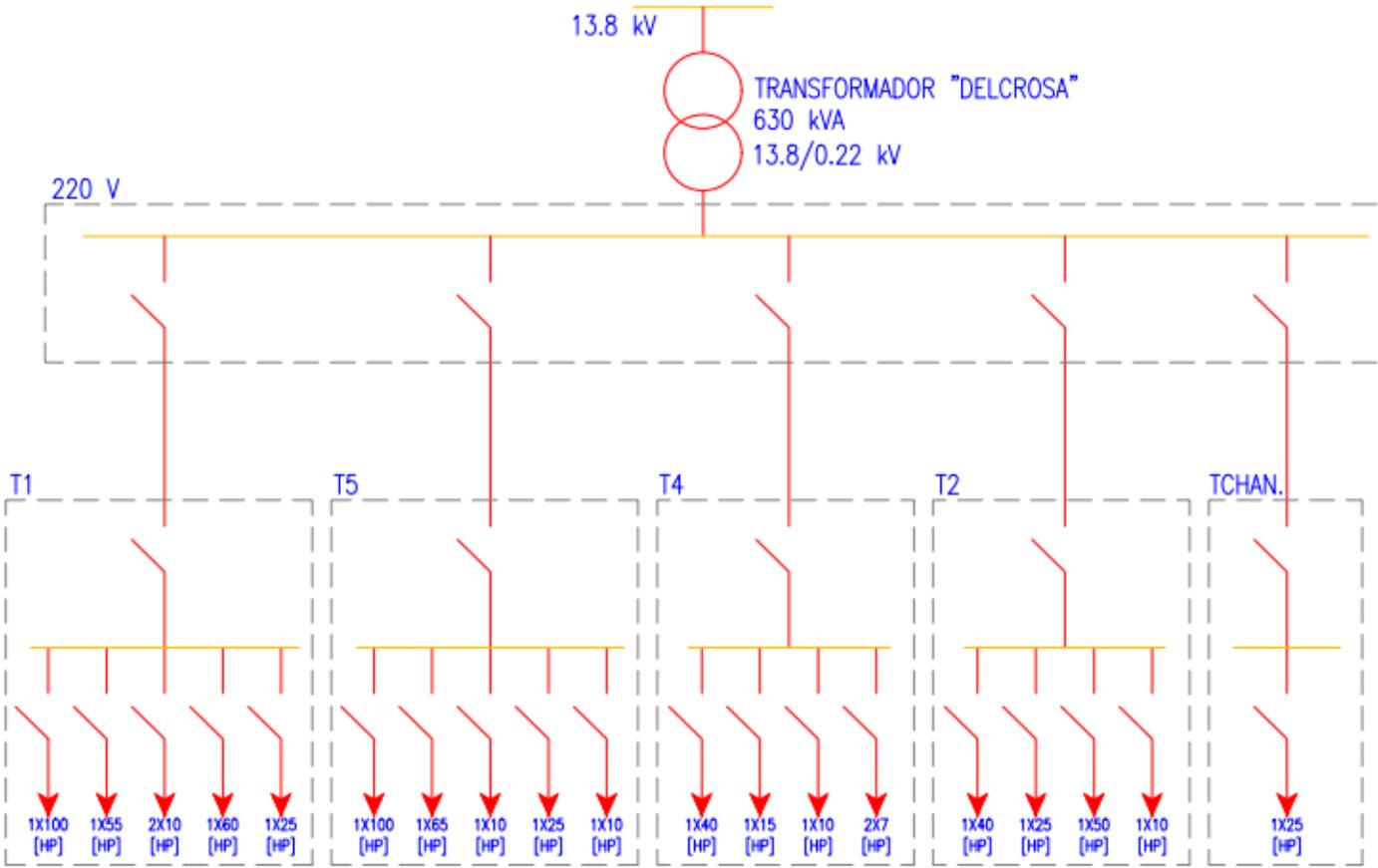


Figura N° 21: Diagrama unifilar del sistema eléctrico de Planta Molinos calcáreos. Elaboración propia

Tabla N° 4: Energía consumidas y pagos en Molinos calcáreos.

| Molinos Calcáreos SRL | | | | | | | |
|-----------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| Mes-año | EE activa | EE reactiva | EE Aparente | Factor de potencia | Pago por EE activa | Pago total por EE* | Pago por EE reactiva |
| | kw-h/mes | kvar-h/mes | KVA/mes | | Soles/mes | Soles/mes | Soles/mes |
| Mar-17 | 117,640 | 93,400 | 150,209 | 0.78 | 20,624 | 46,073 | 2,446 |
| Abr-17 | 116,740 | 96,138 | 151,231 | 0.77 | 20,807 | 45,617 | 2,573 |
| May-17 | 129,396 | 107,603 | 168,291 | 0.77 | 21,708 | 55,624 | 2,896 |
| Jun-17 | 110,570 | 88,747 | 141,780 | 0.78 | 18,561 | 51,511 | 2,340 |
| Jul-17 | 122,305 | 88,802 | 151,143 | 0.81 | 20,597 | 52,399 | 2,194 |
| Ago-17 | 129,503 | 92,244 | 158,997 | 0.81 | 129,503 | 50,820 | 2,253 |
| Set-17 | 120,609 | 84,210 | 147,098 | 0.82 | 21,001 | 55,442 | 2,027 |
| Oct-17 | 120,488 | 87,136 | 148,694 | 0.81 | 20,979 | 45,824 | 2,152 |
| Nov-17 | 132,440 | 94,565 | 162,735 | 0.81 | 23,607 | 57,871 | 2,297 |
| Dic-17 | 108,002 | 79,043 | 133,836 | 0.81 | 19,219 | 47,257 | 1,950 |
| Ene-18 | 124041 | 92,446 | 154,701 | 0.80 | 22,177 | 26,586 | 2,309 |
| Feb-18 | 108046.27 | 80,199 | 134,558 | 0.80 | 20,616 | 54,115 | 2,012 |
| Mar-18 | 96409.245 | 70,321 | 119,331 | 0.81 | 18,492 | 45,121 | 1,747 |
| * Incluye IGV | 1,536,189 | 1,154,853 | 1,922,605 | | 377,893 | 634,259 | 29,195 |

Fuente: Elaboración propia

Análisis de conductores de alimentación desde tablero de distribución de Sub estación a tableros en Planta

3.2. Determinación de potencias totales activas, reactivas y aparentes del sistema eléctrica de Molinos Calcáreos.

Características del transformador trifásico

Marca: Delcrosa

$S_n = 630 \text{ KVA}$

$U_{n1} = 13.8 \text{ Kv}$

$U_{n2} = 220 \text{ V}$

Perdida en el Hierro: 1450 w

Pérdida nominal en el cobre: 6700 w

Relación de transformación, $k = 62.73$

Salida: en triángulo

Potencia promedio absorbida por transformador, en MT:

322 kw

Fuente: Recibos de luz.

Intensidad absorbida, en MT; $I_{1\text{-oper}}$:

$$I_{1\text{-oper}} = \frac{322,000 \text{ w}}{\sqrt{3} * 13800 \text{ V} * 0.86} = 15.66 \text{ A}$$

Intensidad nominal en bornes de salida, I_{2n} :

$$I_{2n} = \frac{S_n}{\sqrt{3} * U_{2n}}$$
$$I_{2n} = \frac{630,000 \text{ VA}}{\sqrt{3} * 220 \text{ V}} = 1653.32 \text{ A}$$

Intensidad promedio anual en bornes del transformador, I_2 :

$$I_2 = I_1 * K_{Tr}$$

$$\rightarrow I_2 = 15.66 * 62.73 = 982.35 \text{ A}$$

Índice de carga del transformador:

$$\alpha_c = \frac{I_{2\text{-oper}}}{I_{2n}}$$

$$\rightarrow \alpha_c = \frac{982.35}{1653.32} = 0.594$$

Rendimiento del transformador:

$$\eta_{Tr} = \frac{S_n * \alpha_c * \cos\varphi_2}{S_n * \alpha_c * \cos\varphi_2 + P_{Fe} + \alpha_c^2 * P_{nCu}} * 100$$

$$\rightarrow \eta_{Tr} = \frac{630 * 0.594 * 0.80}{630 * 0.594 * 0.80 + 1.45 + 0.594^2 * 6.7} * 100 = 98.74 \%$$

Potencia promedio perdida en transformador, Pp1

$$P_{p1} = (1 - \eta_{Tr}) * P_{Abs1}$$

$$P_{p1} = (1 - 0.9874) * 322 = 4.057 \text{ kw}$$

Parámetros de operación Transformador
Delcrosa - Planta Molinos Calcáreos

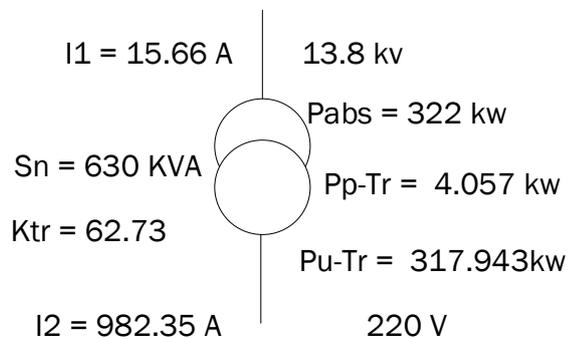


Figura N° 22: Balance de potencia activa en Sub estación de Molinos calcáreos

Nota: la sub estación no tiene enfriamiento forzado, solamente ventilación con tiro natural, en verano aumenta la temperatura hasta valores de 30 a 32 °C.

Cálculo del sistema de enfriamiento en Sub estación Molinos Calcáreos

El análisis se hace en condiciones a plena carga

Datos:

- Potencia nominal aparente del transformador trifásico: 630 KVA
- Factor de potencia: 0.86

Potencia activa útil nominal:

$$P_{\max} = 630 * 0.86 = 541.80 \text{ kw}$$

Pérdidas del transformador a plena carga:

$$P_{Fe} + P_{n \text{ Cu}} = 1.45 + 6.7 = 8.15 \text{ kw}$$

Esta pérdida de potencia activa se convierte en calor y calienta el medio ambiente de la sub estación, debiendo ser evacuada por el sistema de ventilación forzado

Calor perdido en conductores desde bornes transformador a barra 220 V:

$$Q_{p\text{-cond}} = (1 - \eta_{\text{cond}}) * P_{\max}$$

Reemplazando:

$$Q_{p\text{-cond}} = (1 - 0.985) * 541.8 = 8.127 \text{ kw}$$

Calor recibido desde el medio ambiente:

Se refiere al flujo térmico que se recibe durante las horas de sol en verano, por las paredes de la sub estación

$$Q_{\text{recib-}\infty} = h_{\infty \rightarrow p} * S_t * (t_{\infty} - t_{\text{int}}) = 4.06 \text{ kw}$$

$$Q_{\text{recib-}\infty} = 22 \frac{\text{W}}{\text{°C} * \text{m}^2} * 42.307 \text{ m}^2 * (34 - 30) \text{°C} * 10^{-3} = 3.723 \text{ kw}$$

Calor total a ser evacuado de sub estación:

$$Q_t = Q_{p\text{-tranf}} + Q_{p\text{-cond}} + Q_{\text{rec-}\infty} = 8.15 + 8.127 + 3.723 = 20 \text{ kw}$$

Este es el flujo térmico de cálculo, con el cual se dimensionará el sistema de ventilación.

Cálculo del ventilador de tiro forzado:

Balance de energía: Calor total en sub estación = calor total evacuado por el aire de ventilación forzada.

$$20 \text{ kw} = \dot{m}_a * c_p * (t_{a2} - t_{a1})$$

\dot{M}_a = Flujo másico de aire de enfriamiento para sub estación, kg/s

Ta2: temperatura final del aire: 34 °C

Ta1: temperatura inicial del aire: 30°C

Cp del aire húmedo, 30 °C y 75 % humedad relativa: 1.167 kJ/(kg*°C)

Flujo de aire necesario para ventilación de la sub estación de equipos críticos:

$$\dot{m}_a = \frac{20 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}}{1.167 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} * ^\circ\text{C}} * (34 - 30)} = 4.284 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Flujo volumétrico del aire para ventilar la subestación:

$$\dot{V} = \frac{\dot{m}_a}{\rho} = \frac{4.284 \text{ kg/s}}{1.16 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 3.693 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 13,294.8 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Por seguridad, se redondea hasta $V_n = 15,000 \text{ m}^3/\text{h}$

Diferencia de presión total necesaria del aire de ventilación:

Será un sistema de baja presión. $\Delta p_t = 45 \text{ mm columna de agua} = 450 \text{ Pascal}$

Cálculo de potencia en eje del ventilador:

$$P_{\text{eje-vent}}[\text{kW}] = \frac{\dot{V} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) * \Delta p_t \left(\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right)}{\eta_{\text{vent}} * 1000}$$
$$\rightarrow P_{\text{eje-vent}}[\text{kW}] = \frac{4.167 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) * 450 \left(\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right)}{0.67 * 1000} = 2.80 \text{ kW}$$

Potencia nominal del motor eléctrico:

Se considera un factor de servicio de 1.20

$$P_{\text{n-ME}}[\text{kW}] = \frac{P_{\text{eje-vent}}}{\eta_{\text{mec}}}$$
$$\rightarrow P_{\text{n-ME}}[\text{kW}] = \frac{2.8 * 1.20}{0.96} = 3.5 \text{ kW}$$

Selección del ventilador

CBX: Ventiladores centrífugos de doble aspiración a transmisión, con salida de eje por ambos lados y turbina con álabes hacia delante

Ventilador:

- Envoltente en chapa de acero galvanizado
- Turbina con álabes hacia delante, en chapa de acero galvanizado
- CBX Rodamientos sobre amortiguadores de goma para evitar vibraciones



Motor:

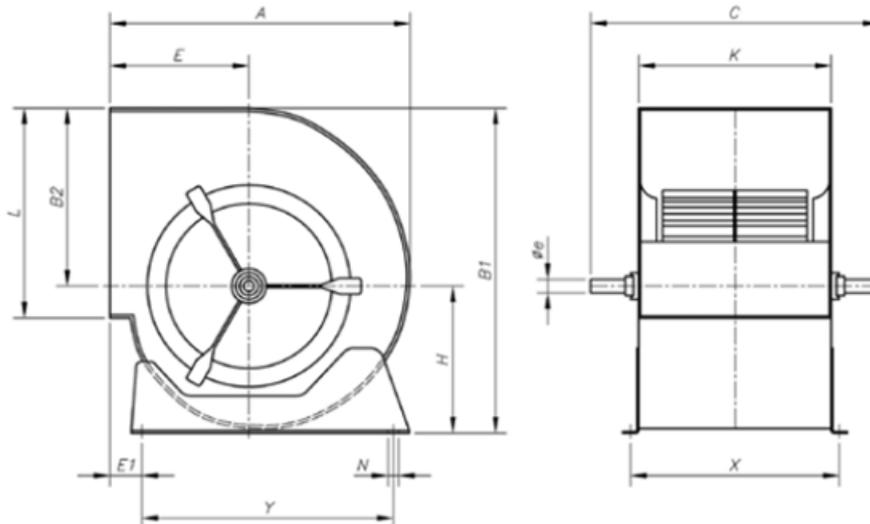
- Motores de eficiencia IE3 para potencias iguales o superiores a 0,75kW, excepto monofásicos, 2 velocidades y 8 polos.
- Eje libre con rodamientos a bolas de engrase permanente en ambos lados
- Temperatura máxima del aire a transportar: -20°C.+ 80°C.

Acabado: • Anticorrosivo en chapa de acero galvanizado

Frecuencia: 60 Hz. Características técnicas de ventilador CBX

| Modelo | Velocidad máx. (r/min) | Equivalencia Pulgadas | Máx. Potencia instalada (kW) | Caudal máximo (m³/h) | Temperatura del aire (°C) | | Peso aprox. (Kg) |
|----------|------------------------|-----------------------|------------------------------|----------------------|---------------------------|------|------------------|
| | | | | | mín. | máx. | |
| CBX-1919 | 2500 | 7/7 | 1,1 | 3700 | -20 | +80 | 5,0 |
| CBX-2525 | 1800 | 9/9 | 2,2 | 6200 | -20 | +80 | 9,0 |
| CBX-2828 | 1700 | 10/10 | 3,0 | 7500 | -20 | +80 | 10,5 |
| CBX-3333 | 1400 | 12/12 | 3,0 | 9500 | -20 | +80 | 15,5 |
| CBX-3939 | 1000 | 15/15 | 4,0 | 14400 | -20 | +80 | 24,0 |
| CBX-4747 | 800 | 18/18 | 5,5 | 23500 | -20 | +80 | 33,5 |

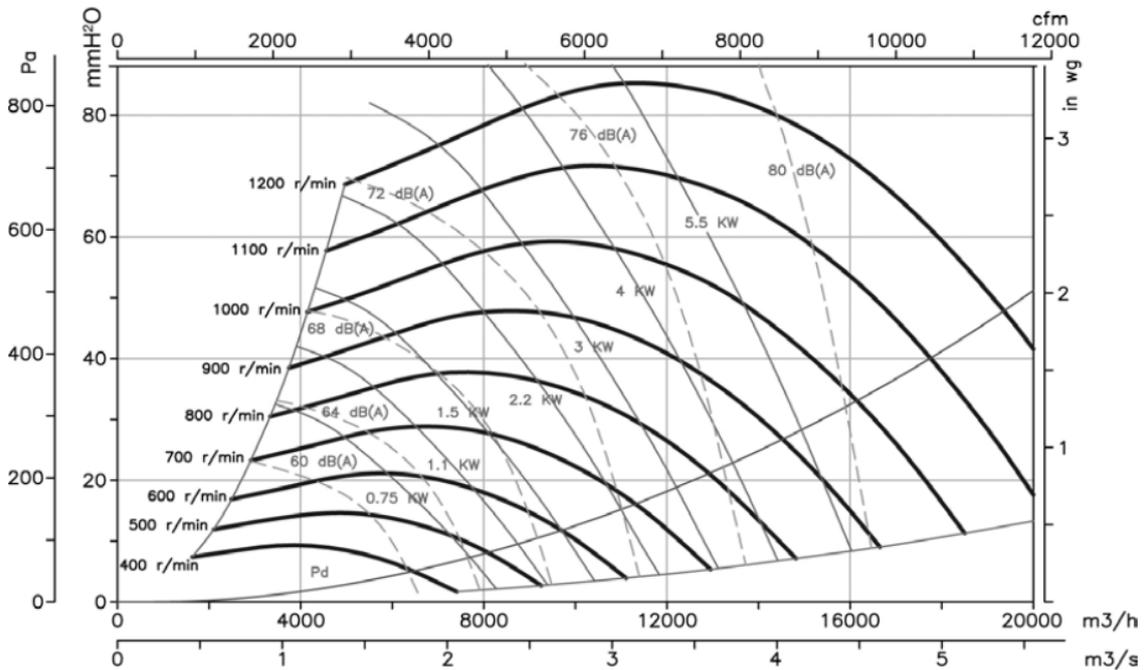
Figura N° 23: Dimensiones CBX, mm



| Modelo | Equiv. pulg. | A | B1 | B2 | C | E | E1 | H | K | L | N | øe | X | Y |
|----------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|------|----|-----|-----|
| CBX-1919 | 7/7 | 316 | 333 | 189 | 360 | 152 | 64 | 144 | 230 | 208 | 9x13 | 20 | 258 | 225 |
| CBX-2525 | 9/9 | 380 | 400 | 218 | 430 | 183 | 78 | 182 | 300 | 263 | 9x13 | 20 | 328 | 275 |
| CBX-2828 | 10/10 | 422 | 450 | 246 | 470 | 202 | 73 | 204 | 326 | 292 | 9x17 | 20 | 355 | 315 |
| CBX-3333 | 12/12 | 493 | 526 | 290 | 560 | 230 | 82 | 236 | 387 | 345 | 9x17 | 25 | 415 | 390 |
| CBX-3939 | 15/15 | 579 | 621 | 348 | 650 | 265 | 92 | 273 | 473 | 404 | 9x17 | 25 | 500 | 455 |
| CBX-4747 | 18/18 | 686 | 746 | 415 | 750 | 323 | 82 | 331 | 540 | 482 | 9x17 | 25 | 568 | 575 |

Figura N° 24: Curvas Características: Q= Caudal en m3/h, m3/s y cfm. Pe= Presión estática en mmH2O, Pa e inwg.

15/15 (3939)



http://www.sodeca.com/repository/documentos/ES/SE11_CBX_CBXC_CBXR_CBXT_60HZ_2017ES.pdf

W22 - IE2 High Efficiency - 60 Hz

| Potencia | | Carcasa | Par Normal | Corriente con rotor trabado | Par con rotor trabado | Par Maximo | Momento de inercia | Tiempo | | Peso | Nivel de ruido | 220 V | | | | | | | |
|----------|-----|---------|------------|-----------------------------|-----------------------|------------|-----------------------|----------|------|------|----------------|-----------------------|------|------|--------------------|------|------|--------|------|
| | | | | | | | | Caliente | Frio | | | % de potencia nominal | | | | | | In (A) | |
| | | | | | | | | | | | | Rendimiento | | | Factor de potencia | | | | |
| kw | HP | | (kgm) | IL/IN | Tl/Tn | Tb/Tn | J (kgm ²) | (s) | | kg | dB (A) | rpm | 50 | 75 | 100 | 50 | 75 | 100 | |
| 4.5 | 6 | 112 M | 1.26 | 7.2 | 2.2 | 2.2 | 0.007 | 19 | 42 | 33.5 | 69 | 3480 | 86.8 | 88 | 88.5 | 0.76 | 0.85 | 0.89 | 15 |
| 5.5 | 7.5 | 112M | 1.53 | 8.3 | 2.9 | 2.9 | 0.0081 | 12 | 26 | 40 | 69 | 3495 | 86.5 | 88.2 | 88.7 | 0.71 | 0.82 | 0.87 | 18.7 |

Se elige el motor de 7.5 HP, sería con transmisión con fajas trapezoidales

<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-w22-motor-trifasico-tecnico-mercado-latinoamericano-50024297-catalogo-espanol.pdf>

Pérdidas en conductor de distribución transformador – barra de BT

El tramo entre bornes de transformador de 630 KVA a barra de distribución en BT, 220 V, trifásica tiene un tándem de dos conductores NYY – NYSY 90 de $S = 500 \text{ mm}^2$

Distancia desde transformador a barra BT = 4.5 m

Resistencia de línea en cada conductor:

$$R_L = \rho_{Cu} * \frac{L_t}{S_t}$$

$$R_L = 0.0175 \frac{\Omega * \text{mm}^2}{\text{m}} * \frac{4.5}{400} = 1.97 * 10^{-4} \Omega$$

Pérdida de tensión en tramo 2-3:

$$\Delta U = \sqrt{3} * R_L * I_L$$

$$\Delta U = \sqrt{3} * 1.97 * 10^{-4} \Omega * 491.125 \text{ A} = 0.16 \text{ V}$$

Pérdida de potencia en conductor de distribución principal de sub estación:

$$P_{p-2-3}[\text{w}] = 2 * \sqrt{3} * \Delta U * I_L$$

$$P_{p-2-3}[\text{w}] = 2 * \sqrt{3} * 0.16 \text{ V} * 491.124 \text{ A} = 272.21 \text{ w} = 0.272 \text{ kw}$$

Parámetros de operación Conductor secundario
Transformador a Barra MT – Planta Molinos Calcáreos

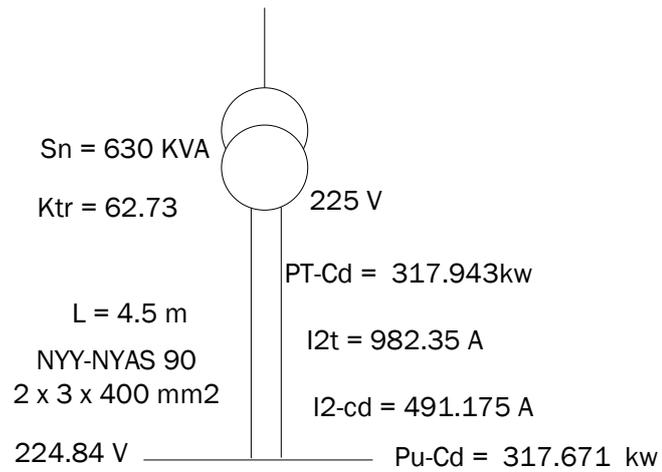


Figura N° 25: Balance de potencias entre conductor bornes salida de transformador – barra de BT. Sub estación Planta Molinos Calcáreos.

Análisis de Línea de alimentación en BT a Tablero nr. 1

- Factor de potencia de operación: 0.8
- Ángulo de desfase corriente tensión, inicial: 34.41°
- Potencia total instalada: 260 Hp = 194 kw

Intensidad total absorbida y medida en el tablero nr.1:

$$I_{\text{abs } 1} = 377.65 \text{ A}$$

Resistencia de línea del conductor de alimentación al tablero nr.1

$$R_{L1} = 0.0175 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} * \frac{38.5 \text{ m}}{120 \text{ mm}^2} = 5.6145 * 10^{-3} \Omega$$

Caída de tensión en conductor:

$$\Delta U_1 = \sqrt{3} * 377.65 * 5.6145 * 10^{-3} \Omega = 3.67 \text{ V}$$

Potencia promedio perdida en conductor nr.1

$$P_{p-cd1}[\text{kw}] = \sqrt{3} * \Delta U_1 * I_{L1} * 10^{-3}$$

$$P_{p-cd1}[\text{kw}] = \sqrt{3} * 3.67 * 377.65 * 10^{-3} = 2.4 \text{ kw}$$

Tensión promedio en bornes entrada a tablero nr.1:

$$U_{\text{Tablero } 1} = U_{\text{Barra}} - \Delta U_1$$

$$U_{\text{Tablero } 1} = 224.84 - 3.67 = 221.17 \text{ V}$$

Potencia trifásica promedio absorbida por tablero nr. 1

$$P_{\text{Abs-Tablero } 1}[\text{kw}] = \sqrt{3} * U_{L1} * I_{L1} * \text{Cos}\varphi * 10^{-3}$$

$$\rightarrow P_{\text{Abs-Tablero } 1}[\text{kw}] = \sqrt{3} * 221.17 * 377.65 * 0.8 * 10^{-3} = 115.73 \text{ kw}$$

Rendimiento del conductor nr.1

$$\eta_{L1} = 1 - \frac{P_{pL1}}{P_{\text{Abs}1}} = 1 - \frac{P_{pL1}}{P_{u-L1} + P_{pL1}}$$

$$\rightarrow \eta_{L1} = 1 - \frac{2.4}{2.4 + 115.73} = 97.93 \%$$

Análisis de Línea de alimentación en BT a Tablero nr. 2

- Factor de potencia de operación: 0.8
- Ángulo de desfase corriente tensión, inicial: 34.41°
- Potencia total instalada: 210 Hp = 156.72 kw

Intensidad total absorbida y medida en el tablero nr.2:

labs 1 = 302.34 A

Resistencia de línea del conductor de alimentación al tablero nr.2

$$R_{L2} = 0.0175 \frac{\Omega * \text{mm}^2}{\text{m}} * \frac{43 \text{ m}}{95 \text{ mm}^2} = 7.92 * 10^{-3} \Omega$$

Caída de tensión en conductor 2:

$$\Delta U_2 = \sqrt{3} * 302.34 \text{ A} * 7.92 * 10^{-3} \Omega = 4.15 \text{ V}$$

Potencia promedio perdida en conductor nr.2

$$P_{p\text{-}cd2}[\text{kw}] = \sqrt{3} * \Delta U_2 * I_{L2} * 10^{-3}$$

$$P_{p\text{-}cd2}[\text{kw}] = \sqrt{3} * 4.15 * 302.34 * 10^{-3} = 2.17 \text{ kw}$$

Tensión promedio en bornes entrada a tablero nr.2:

$$U_{\text{Tablero } 2} = U_{\text{Barra MT}} - \Delta U_2$$

$$U_{\text{Tablero } 2} = 224.84 - 4.15 = 220.69 \text{ V}$$

Potencia trifásica promedia absorbida por tablero nr. 2

$$P_{\text{Abs-Tablero } 2}[\text{kw}] = \sqrt{3} * U_{L2} * I_{L2} * \text{Cos}\varphi * 10^{-3}$$

$$\rightarrow P_{\text{Abs-Tablero } 2}[\text{kw}] = \sqrt{3} * 220.69 * 302.34 * 0.8 * 10^{-3} = 92.45 \text{ kw}$$

Rendimiento del conductor nr.2

$$\eta_{L2} = 1 - \frac{P_{pL2}}{P_{\text{Abs}2}} = 1 - \frac{P_{pL2}}{P_{u\text{-}L2} + P_{pL2}}$$

$$\rightarrow \eta_{L2} = 1 - \frac{2.17}{2.17 + 92.53} = 97.71 \%$$

Análisis de Línea de alimentación en BT a Tablero nr. 3

- Factor de potencia de operación: 0.8
- Ángulo de desfase corriente tensión, inicial: 34.41°
- Potencia total instalada: 79 Hp = 58.09 kw

Intensidad total absorbida y medida en el tablero nr.3:

$$I_{L3} = 125.96 \text{ A}$$

Resistencia de línea del conductor de alimentación al tablero nr.3

$$R_{L3} = 0.0175 \frac{\Omega * \text{mm}^2}{\text{m}} * \frac{51 \text{ m}}{35 \text{ mm}^2} = 0.0255 \Omega$$

Caída de tensión en conductor 3:

$$\Delta U_3 = \sqrt{3} * 125.96 \text{ A} * 0.0255 \Omega = 5.56 \text{ V}$$

Potencia promedio perdida en conductor nr.3

$$P_{p\text{-}cd3}[\text{kw}] = \sqrt{3} * \Delta U_2 * I_{L2} * 10^{-3}$$

$$P_{p\text{-}cd3}[\text{kw}] = \sqrt{3} * 5.56 * 125.96 * 10^{-3} = 1.213 \text{ kw}$$

Tensión promedio en bornes entrada a tablero nr.3:

$$U_{\text{Tablero } 3} = U_{\text{Barra MT}} - \Delta U_2$$

$$U_{\text{Tablero } 3} = 224.84 - 5.56 = 219.28 \text{ V}$$

Potencia trifásica promedio absorbida por tablero nr. 3

$$P_{\text{Abs-Tablero } 3}[\text{kw}] = \sqrt{3} * U_{L2} * I_{L2} * \text{Cos}\varphi * 10^{-3}$$

$$\rightarrow P_{\text{Abs-Tablero } 3}[\text{kw}] = \sqrt{3} * 219.28 \text{ V} * 125.96 \text{ A} * 0.8 = 38.27 \text{ kw}$$

Rendimiento del conductor nr.3

$$\eta_{L3} = 1 - \frac{P_{pL3}}{P_{\text{Abs}3}} = 1 - \frac{P_{pL3}}{P_{u\text{-}L3} + P_{pL3}}$$

$$\rightarrow \eta_{L3} = 1 - \frac{1.213}{1.213 + 38.27} = 96.93 \%$$

Análisis de Línea de alimentación en BT a Tablero nr. 4

- Factor de potencia de operación: 0.8
- Ángulo de desfase corriente tensión, inicial: 34.41°
- Potencia total instalada: 125 Hp = 93.28 kw

Intensidad total absorbida y medida en el tablero nr.4:

labs 1 = 130.28 A

Resistencia de línea del conductor de alimentación al tablero nr.4

$$R_{L4} = 0.0175 \frac{\Omega * \text{mm}^2}{\text{m}} * \frac{60 \text{ m}}{35 \text{ mm}^2} = 0.03 \Omega$$

Caída de tensión en conductor 4:

$$\begin{aligned}\Delta U_4[V] &= \sqrt{3} * I_{L4} * R_{L4} \\ \Delta U_4[V] &= \sqrt{3} * 130.28 * 0.03 = 6.76 \text{ V}\end{aligned}$$

Potencia promedio perdida en conductor nr.4

$$\begin{aligned}P_{p-cd4}[\text{kW}] &= \sqrt{3} * \Delta U_2 * I_{L2} * 10^{-3} \\ P_{p-cd4}[\text{kW}] &= \sqrt{3} * 6.76 * 130.28 * 10^{-3} = 1.525 \text{ kW}\end{aligned}$$

Tensión promedio en bornes entrada a tablero nr.4:

$$\begin{aligned}U_{\text{Tablero } 4} &= U_{\text{Barra MT}} - \Delta U_2 \\ U_{\text{Tablero } 4} &= 224.84 - 6.76 = 218.08 \text{ V}\end{aligned}$$

Potencia trifásica promedia absorbida por tablero nr. 4

$$\begin{aligned}P_{\text{Abs-Tablero } 4}[\text{kW}] &= \sqrt{3} * U_{L2} * I_{L2} * \text{Cos}\varphi * 10^{-3} \\ \rightarrow P_{\text{Abs-Tablero } 4}[\text{kW}] &= \sqrt{3} * 218.08 \text{ V} * 130.28 \text{ A} * 0.8 = 39.37 \text{ kW}\end{aligned}$$

Rendimiento del conductor nr.4

$$\begin{aligned}\eta_{L4} &= 1 - \frac{P_{pL4}}{P_{\text{Abs}4}} = 1 - \frac{P_{pL4}}{P_{u-L4} + P_{pL4}} \\ \rightarrow \eta_{L4} &= 1 - \frac{1.525}{1.525 + 39.37} = 96.27 \%\end{aligned}$$

Análisis de Línea de alimentación en BT a Tablero nr. 5 (Chancadora)

- Factor de potencia de operación: 0.8
- Ángulo de desfase corriente tensión, inicial: 34.41°
- Potencia total instalada: 25 Hp = 18.65 kw
- Distancia desde barra BT 220 V a bornes entrada a tablero: 55 m
- Cable_ THW 3 x 35 mm²

Intensidad total absorbida y medida en el tablero nr.5:

labs 1 = 61.2 A

Resistencia de línea del conductor de alimentación al tablero nr.5

$$R_{L5} = 0.0175 \frac{\Omega * \text{mm}^2}{\text{m}} * \frac{55 \text{ m}}{35 \text{ mm}^2} = 0.0275 \Omega$$

Caída de tensión en conductor 5:

$$\Delta U_5 [V] = \sqrt{3} * I_{L4} * R_{L4}$$
$$\Delta U_5 [V] = \sqrt{3} * 61.2 * 0.0275 = 2.915 \text{ V}$$

Potencia promedio perdida en conductor nr.5

$$P_{p-cd5} [\text{kw}] = \sqrt{3} * \Delta U_2 * I_{L2} * 10^{-3}$$
$$P_{p-cd5} [\text{kw}] = \sqrt{3} * 2.915 * 61.2 * 10^{-3} = 0.308 \text{ kw}$$

Tensión promedio en bornes entrada a tablero nr.5:

$$U_{\text{Tablero } 5} = U_{\text{Barra MT}} - \Delta U_2$$
$$U_{\text{Tablero } 5} = 224.84 - 2.915 = 221.925 \text{ V}$$

Potencia trifásica promedio absorbida por tablero nr. 5

$$P_{\text{Abs-Tablero } 5} [\text{kw}] = \sqrt{3} * U_{L5} * I_{L5} * \text{Cos}\varphi * 10^{-3}$$
$$\rightarrow P_{\text{Abs-Tablero } 5} [\text{kw}] = \sqrt{3} * 221.925 \text{ V} * 61.2 \text{ A} * 0.8 = 18.82 \text{ kw}$$

Rendimiento del conductor nr.5

$$\eta_{L5} = 1 - \frac{P_{pL5}}{P_{\text{Abs}4}} = 1 - \frac{P_{pL5}}{P_{u-L4} + P_{pL4}}$$
$$\rightarrow \eta_{L5} = 1 - \frac{0.308}{0.308 + 18.82} = 98.39 \%$$

Análisis de Línea de alimentación en BT a Sistema de Cómputo

- Factor de potencia de operación: 0.8
- Ángulo de desfase corriente tensión, inicial: 34.41°
- Potencia total instalada: 0.6 kw
- Distancia desde barra BT 220 V a bornes entrada a tablero: 55 m
- Cable: THW 3 x 0.82 mm²
- Intensidad total absorbida y medida en conductor: 1.97 A

Resistencia de línea del conductor de alimentación

$$R_L = 0.0175 \frac{\Omega * \text{mm}^2}{\text{m}} * \frac{35 \text{ m}}{0.82 \text{ mm}^2} = 0.747 \Omega$$

Caída de tensión en conductor:

$$\Delta U [V] = \sqrt{3} * I_{L4} * R_{L4}$$
$$\Delta U [V] = \sqrt{3} * 1.97 * 0.747 = 2.55 \text{ V}$$

Potencia promedio perdida en conductor

$$P_{p-cd}[\text{kw}] = \sqrt{3} * \Delta U_2 * I_{L2} * 10^{-3}$$
$$P_{p-cd}[\text{kw}] = \sqrt{3} * 2.55 * 1.97 * 10^{-3} = 0.0087 \text{ kw}$$

Tensión promedio en bornes entrada a tablero:

$$U_{\text{Tablero}} = U_{\text{Barra MT}} - \Delta U_2$$
$$U_{\text{Tablero}} = 224.84 - 2.55 = 222.29 \text{ V}$$

Potencia trifásica promedia absorbida por tablero

$$P_{\text{Abs-Tablero}} [\text{kw}] = \sqrt{3} * U_{L5} * I_{L5} * \text{Cos}\varphi * 10^{-3}$$
$$\rightarrow P_{\text{Abs-Tablero}} [\text{kw}] = \sqrt{3} * 222.29 \text{ V} * 1.97 \text{ A} * 0.8 = 0.758 \text{ kw}$$

Rendimiento del conductor

$$\eta_L = 1 - \frac{P_{pL}}{P_{\text{Abs}}} = 1 - \frac{P_{pL}}{P_{u-L} + P_{pL}}$$
$$\rightarrow \eta_L = 1 - \frac{0.0087}{0.0087 + 0.758} = 98.86 \%$$

Análisis de Línea de alimentación en BT a Circuito de iluminación

- Factor de potencia de operación: 0.8
- Ángulo de desfase corriente tensión, inicial: 34.41°
- Potencia total instalada: 120 fluorescentes*0.036 kw/fluorescentes = 4.32 kw
- Distancia desde barra BT 220 V a bornes entrada a tablero: 55 m
- Cable: THW 3 x 2.5 mm²
- Intensidad total absorbida y medida en conductor: 14.17 A

Resistencia de línea del conductor de alimentación

$$R_L = 0.0175 \frac{\Omega * \text{mm}^2}{\text{m}} * \frac{46 \text{ m}}{2.5 \text{ mm}^2} = 0.322 \Omega$$

Caída de tensión en conductor:

$$\Delta U [V] = \sqrt{3} * I_{L4} * R_{L4}$$
$$\Delta U [V] = \sqrt{3} * 14.17 * 0.322 = 7.903 \text{ V}$$

Potencia promedio perdida en conductor

$$P_{p-cd}[\text{kw}] = \sqrt{3} * \Delta U_2 * I_{L2} * 10^{-3}$$
$$P_{p-cd}[\text{kw}] = \sqrt{3} * 7.903 \text{ V} * 14.17 \text{ A} * 10^{-3} = 0.194 \text{ kw}$$

Tensión promedio en bornes entrada a tablero:

$$U_{\text{Tablero}} = U_{\text{Barra MT}} - \Delta U_2$$
$$U_{\text{Tablero}} = 224.84 - 7.903 = 216.94 \text{ V}$$

Potencia trifásica promedio absorbida por tablero

$$P_{\text{Abs-Tablero}} [\text{kw}] = \sqrt{3} * U_L * I_L * \text{Cos}\varphi * 10^{-3}$$
$$\rightarrow P_{\text{Abs-Tablero}} [\text{kw}] = \sqrt{3} * 216.94 \text{ V} * 14.77 \text{ A} * 0.8 = 4.44 \text{ kw}$$

Rendimiento del conductor

$$\eta_L = 1 - \frac{P_{pL}}{P_{\text{Abs}}} = 1 - \frac{P_{pL}}{P_{u-L} + P_{pL}}$$
$$\rightarrow \eta_L = 1 - \frac{0.194}{0.194 + 4.44} = 95.81 \%$$

Potencia total perdida en líneas de alimentación:

A tablero nr. 1: 2.4 kw

A tablero nr.2: 2.17 kw

A tablero nr.3: 1.213 kw

A tablero nr. 4: 1.525 kw

A tablero nr. 5: 0.308 kw

A sistema de cómputo: 0.0087 kw

A Circuito de iluminación: 0.194 kw

Potencia total perdida en conductores: 7.82 kw

Potencia útil total de conductores:

$$115.73 + 92.53 + 38.27 + 39.37 + 18.82 + 0.758 + 4.4 = 309.88 \text{ kw}$$

Potencia total absorbida por conductores:

$$P_{T-conduct} = \sum P_{ui} + \sum P_{perdida-i}$$

$$P_{T-conduct} = 309.88 + 7.82 = 317.7 \text{ kw}$$

Caídas de tensión en conductores de alimentación a tableros de distribución

PARÁMETROS DE OPERACIÓN CONDUCTORES DE ALIMENTACIÓN A TABLEROS, PC E ILUMINACIÓN EN PLANTA MOLINOS CALCÁREOS

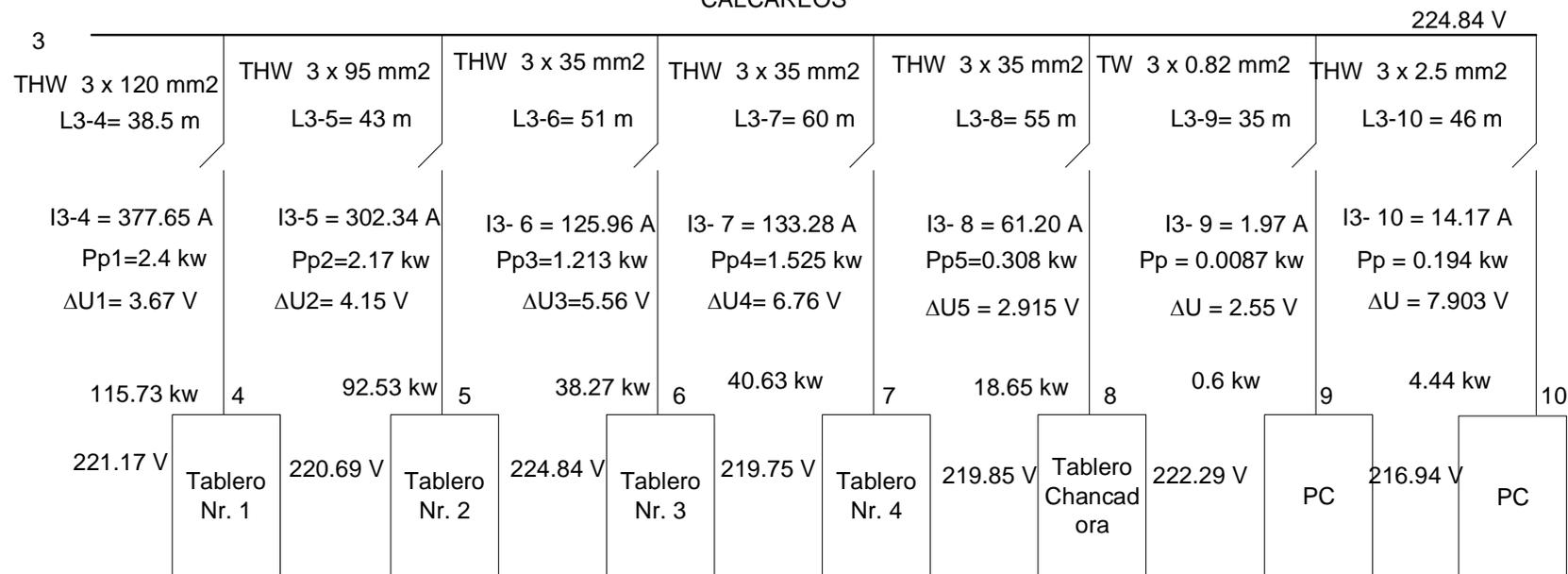


Figura N° 26: Parámetros de operación y balance de potencias en conductores alimentación a tableros de distribución, PC y circuitos de iluminación, en Planta Molinos Calcáreos.

Elaboración propia

Dimensionamiento de bancos de condensadores para motores de Planta Molinos Calcáreos

En tablero de distribución nr. 1

$$P_{n1} = 100 \text{ HP} = 74.62 \text{ kw}$$

$$U_n = 460 \text{ V}$$

Potencia en operación: 67.164 kw

Factor de potencia de operación: 0.86

Ángulo de desfase corriente tensión, inicial: 30.68°

Potencia reactiva absorbida de la red:

$$Q_1 = P_1 \cdot \tan 30.68^\circ = 44.27 \text{ Kvar}$$

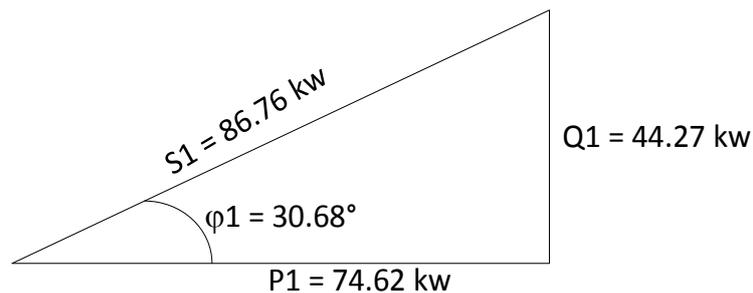


Figura N° 27: Triángulo de potencia actual.

Elaboración propia.

Factor de potencia final para motor de 100 HP: 0.98

Angulo de desfase final: $\varphi_2 = \arccos 0.98 = 11.48^\circ$

Potencia reactiva absorbida de la red, con compensación del factor de potencia

$$Q_2 = P_1 \cdot \tan \varphi_2 = 74.62 \cdot \tan 11.48 = 15.15 \text{ Kvar}$$

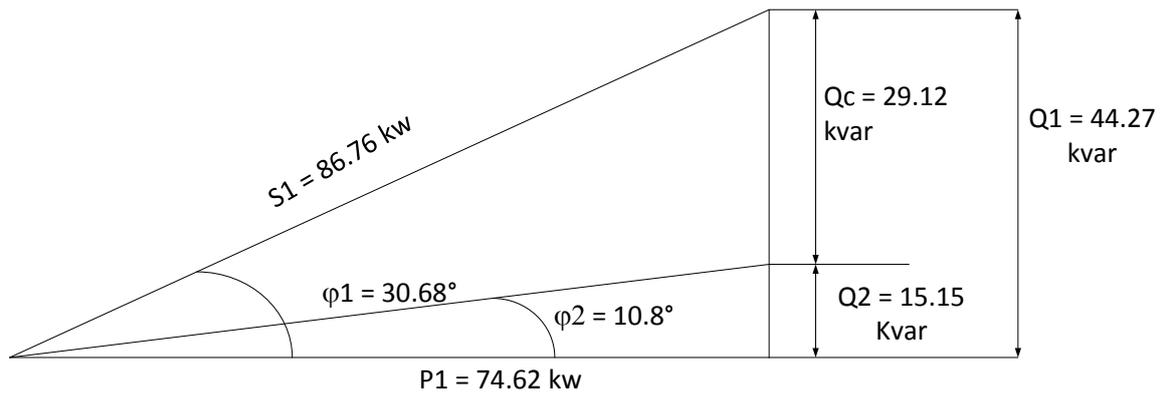


Figura N° 28: Triángulo de potencia después de corrección de factor de potencia.

Potencia del banco de condensadores:

$$Q_c = Q_1 - Q_2 = 44.27 - 15.15 = 29.12 \text{ Kvar}$$

Potencia del banco de condensadores por fase: $Q_{cf} = 9.71 \text{ Kvar}$

Capacidad del banco, por fase:

Tensión de línea: 220 V, en triángulo

Tensión de fase = 220 V

Frecuencia de la red: 60 Hz

De la ecuación de la potencia capacitiva, monofásica:

$$Q_c = U_c * I_c = U_c * \frac{U_c}{X_c} = \frac{U_c^2}{\frac{1}{2\pi f * C_f}} = U_c^2 * 2\pi f * C_f$$

Despejando, se obtiene la capacidad por fase, del banco de condensadores:

$$C_f = \frac{Q_c}{2\pi f * U_c^2}$$

Despejando:

$$C_f = \frac{9710 \text{ VAR}}{2\pi * 60 \text{ Hz} * 220^2} = 1.24 \text{ mF}$$

| TABLERO 1 | | | | | | | | | | |
|---------------|----------------------|--------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|--|
| POTENCIA (HP) | POTENCIA ACTIVA (KW) | Factor de carga, % | Potencia efectiva, kw | F.P. INICIAL (COS ϕ) | ÁNGULO INICIAL (ϕ) | POTENCIA REACTIVA [Q1] (kVAR) | F.P. DESEADO (COS ϕ) | ÁNGULO DE FINAL (ϕ 2°) | POTENCIA REACTIVA FINAL [Q2] (kVAR) | POTENCIA REACTIVA DE CONDENSADORES [Qc] (kVAR) |
| 100 | 74.627 | 0.9 | 67.164 | 0.86 | 30.68 | 39.853 | 0.98 | 11.48 | 13.638 | 26.215 |
| 55 | 41.045 | 0.9 | 36.94 | 0.86 | 30.68 | 21.919 | 0.98 | 11.48 | 7.501 | 14.418 |
| 20 | 14.925 | 0.9 | 13.433 | 0.86 | 30.68 | 7.971 | 0.98 | 11.48 | 2.728 | 5.243 |
| 60 | 44.776 | 0.9 | 40.299 | 0.86 | 30.68 | 23.912 | 0.98 | 11.48 | 8.183 | 15.729 |
| 25 | 18.657 | 0.9 | 16.791 | 0.86 | 30.68 | 9.963 | 0.98 | 11.48 | 3.41 | 6.554 |

Tabla N° 5: bancos de condensadores para cargas de tablero nr.1.

Fuente: Elaboración propia

Similar, se procede para los motores de los tableros de distribución nr. 2, 3, 4 y 5:

Se obtienen las siguientes hojas de cálculo

| TABLERO 5 | | | | | | | | | | |
|---------------|----------------------|--------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------------------------|--|
| POTENCIA (HP) | POTENCIA ACTIVA (kW) | Factor de carga, % | Potencia efectiva, kw | F.P. INICIAL (COS ϕ) | ÁNGULO INICIAL (X°) | POTENCIA REACTIVA [Q1] (kVAR) | F.P. DESEADO (COS' ϕ) | ÁNGULO DE FINAL (X°) | POTENCIA REACTIVA FINAL [Q2] (kVAR) | POTENCIA REACTIVA DE CONDENSADORES [Qc] (kVAR) |
| 100 | 74.627 | 0.9 | 67.164 | 0.86 | 30.68 | 39.853 | 0.98 | 11.48 | 13.638 | 26.215 |
| 60 | 44.776 | 0.9 | 40.299 | 0.86 | 30.68 | 23.912 | 0.98 | 11.48 | 8.183 | 15.729 |
| 10 | 7.463 | 0.9 | 6.716 | 0.86 | 30.68 | 3.985 | 0.98 | 11.48 | 1.364 | 2.621 |
| 25 | 18.657 | 0.9 | 16.791 | 0.86 | 30.68 | 9.963 | 0.98 | 11.48 | 3.41 | 6.554 |
| 10 | 7.463 | 0.9 | 6.716 | 0.86 | 30.68 | 3.985 | 0.98 | 11.48 | 1.364 | 2.621 |

Tabla N° 6: bancos de condensadores para cargas de tablero nr.5.

Fuente: Elaboración propia

| TABLERO 4 | | | | | | | | | | |
|---------------|----------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------|--|
| POTENCIA (HP) | POTENCIA ACTIVA (kW) | Factor de carga, % | Potencia efectiva, kw | F.P. INICIAL (COSφ) | ÁNGULO INICIAL (X°) | POTENCIA REACTIVA [Q1] (kVAR) | F.P. DESEADO (COS'φ) | ÁNGULO DE FINAL (X°) | POTENCIA REACTIVA FINAL [Q2] (kVAR) | POTENCIA REACTIVA DE CONDENSADORES [Qc] (kVAR) |
| 40 | 29.851 | 0.9 | 26.866 | 0.86 | 30.68 | 15.941 | 0.98 | 11.48 | 5.455 | 10.486 |
| 15 | 11.194 | 0.9 | 10.075 | 0.86 | 30.68 | 5.978 | 0.98 | 11.48 | 2.046 | 3.932 |
| 10 | 7.463 | 0.9 | 6.716 | 0.86 | 30.68 | 3.985 | 0.98 | 11.48 | 1.364 | 2.621 |
| 14 | 10.448 | 0.9 | 9.403 | 0.86 | 30.68 | 5.579 | 0.98 | 11.48 | 1.909 | 3.67 |

Tabla N° 7: bancos de condensadores para cargas de tablero nr.4.

Fuente: Elaboración propia

| TABLERO 2 | | | | | | | | | | |
|---------------|----------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------|--|
| POTENCIA (HP) | POTENCIA ACTIVA (kW) | Factor de carga, % | Potencia efectiva, kw | F.P. INICIAL (COSφ) | ÁNGULO INICIAL (X°) | POTENCIA REACTIVA [Q1] (kVAR) | F.P. DESEADO (COS'φ) | ÁNGULO DE FINAL (X°) | POTENCIA REACTIVA FINAL [Q2] (kVAR) | POTENCIA REACTIVA DE CONDENSADORES [Qc] (kVAR) |
| 40 | 29.851 | 0.9 | 26.866 | 0.86 | 30.68 | 15.941 | 0.98 | 11.48 | 5.455 | 10.486 |
| 25 | 18.657 | 0.9 | 16.791 | 0.86 | 30.68 | 9.963 | 0.98 | 11.48 | 3.41 | 6.554 |
| 50 | 37.313 | 0.9 | 33.582 | 0.86 | 30.68 | 19.926 | 0.98 | 11.48 | 6.819 | 13.107 |
| 10 | 7.463 | 0.9 | 6.716 | 0.86 | 30.68 | 3.985 | 0.98 | 11.48 | 1.364 | 2.621 |

Tabla N° 8: bancos de condensadores para cargas de tablero nr.2.

| TABLERO CHANCADORA | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------------------------|--|
| POTENCIA (HP) | POTENCIA ACTIVA (kW) | Factor de carga, % | Potencia efectiva, kw | F.P. INICIAL (COS ϕ) | ÁNGULO INICIAL (X°) | POTENCIA REACTIVA [Q1] (kVAR) | F.P. DESEADO (COS' ϕ) | ÁNGULO DE FINAL (X°) | POTENCIA REACTIVA FINAL [Q2] (kVAR) | POTENCIA REACTIVA DE CONDENSADORES [Qc] (kVAR) |
| 25 | 18.657 | 0.9 | 16.791 | 0.86 | 30.68 | 9.963 | 0.98 | 11.48 | 3.41 | 6.554 |

Tabla N° 9: bancos de condensadores para cargas de tablero chancadora.

Fuente: Elaboración propia

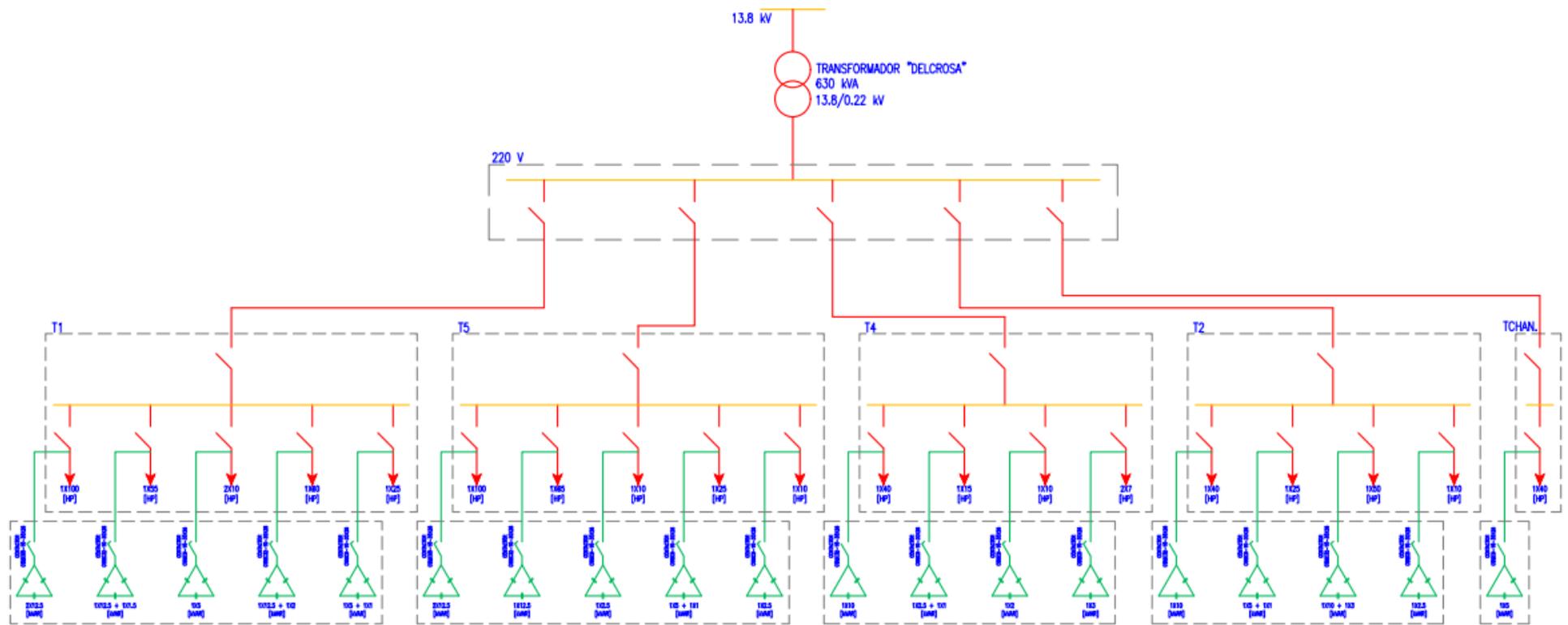


Figura N° 29: Diagrama unifilar de tableros eléctricos aplicando condensadores para corrección de factor de potencia.

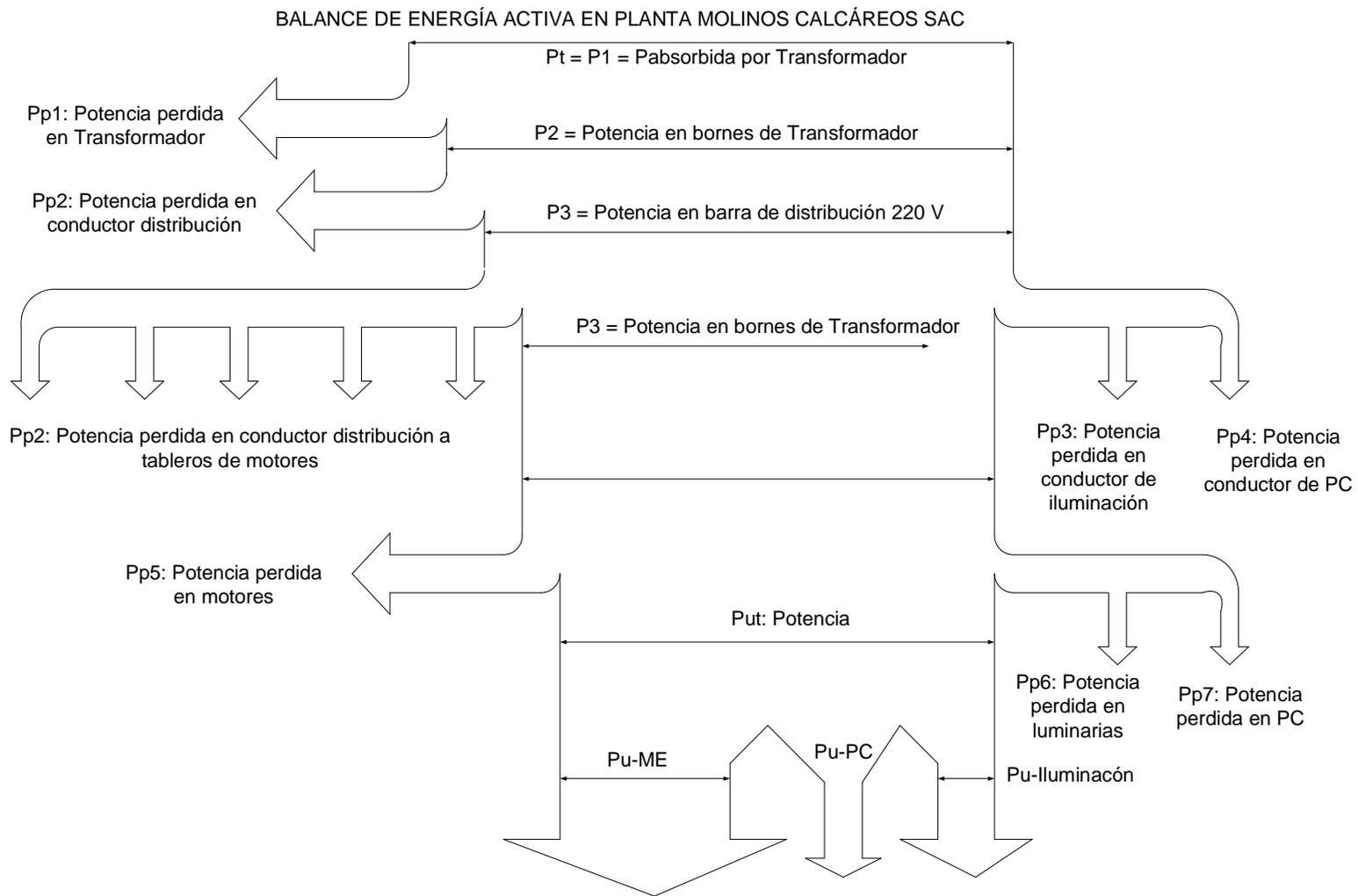


Figura N° 30: Balance de energía activa en Planta Molinos Calcáreos S.A.C.

| BANCOS DE CONDENSADORES PARA CARGAS DE TABLERO 1 | | | | | | | | | | |
|---|--------|-----------------|-------------------|----------------------------|--------------------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------------|------------------------------|---|
| Potencia Nominal de Motores (HP) | | Factor de carga | Potencia efectiva | Factor de Potencia Inicial | Ángulo de desfase Inicial (ϕ) | Potencia Reactiva [Q1] | Factor de Potencia Deseado | Ángulo Desfase Final (ϕ') | POTENCIA REACTIVA FINAL [Q2] | POTENCIA REACTIVA DE CONDENSADORES [Qc] |
| HP | kw | % | kw | - | ° | | - | ° | Kvar | Kvar |
| 100 | 74.627 | 0.900 | 67.164 | 0.86 | 30.68 | 39.853 | 0.98 | 11.48 | 13.638 | 26.215 |
| 55 | 41.045 | 0.900 | 36.940 | 0.86 | 30.68 | 21.919 | 0.98 | 11.48 | 7.501 | 14.418 |
| 20 | 14.925 | 0.900 | 13.433 | 0.86 | 30.68 | 7.971 | 0.98 | 11.48 | 2.728 | 5.243 |
| 60 | 44.776 | 0.900 | 40.299 | 0.86 | 30.68 | 23.912 | 0.98 | 11.48 | 8.183 | 15.729 |
| 25 | 18.657 | 0.900 | 16.791 | 0.86 | 30.68 | 9.963 | 0.98 | 11.48 | 3.410 | 6.554 |

Tabla N° 10: Bancos de condensadores para Cargas de Tablero 1.

Elaboración Propia.

| BANCOS DE CONDENSADORES PARA CARGAS DE TABLERO 2 | | | | | | | | | | |
|---|--------|-----------------|-------------------|--|--------------------------------------|------------------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------------|---|
| Potencia Nominal de Motores (HP) | | Factor de carga | Potencia efectiva | Factor de Potencia Inicial (COS ϕ) | Ángulo de desfase Inicial (ϕ) | Potencia Reactiva [Q1] | Factor de Potencia Deseado | Ángulo Desfase Final (ϕ) | POTENCIA REACTIVA FINAL [Q2] | POTENCIA REACTIVA DE CONDENSADORES [Qc] |
| HP | kw | % | kw | - | ° | | - | ° | Kvar | Kvar |
| 40 | 29.851 | 0.900 | 26.866 | 0.86 | 30.68 | 15.941 | 0.98 | 11.48 | 5.455 | 10.486 |
| 25 | 18.657 | 0.900 | 16.791 | 0.86 | 30.68 | 9.963 | 0.98 | 11.48 | 3.410 | 6.554 |
| 50 | 37.313 | 0.900 | 33.582 | 0.86 | 30.68 | 19.926 | 0.98 | 11.48 | 6.819 | 13.107 |
| 10 | 7.463 | 0.900 | 6.716 | 0.86 | 30.68 | 3.985 | 0.98 | 11.48 | 1.364 | 2.621 |

Tabla N° 11: Bancos de condensadores para Cargas de Tablero 2.

Fuente: Elaboración Propia.

| BANCOS DE CONDENSADORES PARA CARGAS DE TABLERO 3 | | | | | | | | | | | | |
|---|--------|-----------------|-------------------|------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------|---------------|--------|------------------------------|---|
| Potencia Nominal de Motores (HP) | | Factor de carga | Potencia efectiva | Potencia Inicial | Factor de desfase Inicial | Ángulo de desfase Inicial | Potencia Reactiva [Q1] | Factor de Potencia | Desfase Final | Ángulo | POTENCIA REACTIVA FINAL [Q2] | POTENCIA REACTIVA DE CONDENSADORES [Qc] |
| HP | kw | % | kw | - | ° | | - | - | ° | | Kvar | Kvar |
| 25 | 18.657 | 0.900 | 16.791 | 0.86 | 30.68 | 9.963 | 0.98 | 11.48 | 3.410 | 6.554 | | |

Tabla N° 12: Bancos de condensadores para Cargas de Tablero 3.

Fuente: Elaboración Propia.

| BANCOS DE CONDENSADORES PARA CARGAS DE TABLERO 4 | | | | | | | | | | | |
|---|--------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------|--------------------------|------------------------------|---|
| Potencia Nominal de Motores (HP) | | Factor de carga | Potencia efectiva | Potencia Inicial | Factor de desfase Inicial (°) | Ángulo de desfase Inicial (°) | Potencia Reactiva [Q1] | Factor de Potencia | Ángulo Desfase Final (°) | POTENCIA REACTIVA FINAL [Q2] | POTENCIA REACTIVA DE CONDENSADORES [Qc] |
| HP | kw | % | kw | - | ° | | - | - | ° | Kvar | Kvar |
| 15 | 11.194 | 0.900 | 10.075 | 0.86 | 30.68 | 5.978 | 0.98 | 11.48 | 2.046 | 3.932 | |
| 10 | 7.463 | 0.900 | 6.716 | 0.86 | 30.68 | 3.985 | 0.98 | 11.48 | 1.364 | 2.621 | |
| 14 | 10.448 | 0.900 | 9.403 | 0.86 | 30.68 | 5.579 | 0.98 | 11.48 | 1.909 | 3.670 | |

Tabla N° 13: Bancos de condensadores para Cargas de Tablero 4.

Fuente: Elaboración Propia.

| BANCOS DE CONDENSADORES PARA CARGAS DE TABLERO 5 | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|-----------------|-------------------|------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|----------|--------------------|--------------------------|------------------------------|---|
| Potencia Nominal de Motores (HP) | | Factor de carga | Potencia efectiva | Potencia Inicial | Factor de desfase Inicial | Ángulo de desfase Inicial | Potencia Reactiva [Q1] | Potencia | Factor de Potencia | Ángulo Desfase Final (°) | POTENCIA REACTIVA FINAL [Q2] | POTENCIA REACTIVA DE CONDENSADORES [Qc] |
| HP | kw | % | kw | - | ° | | | - | | ° | Kvar | Kvar |
| 100 | 74.627 | 0.900 | 67.164 | 0.86 | 30.68 | 39.853 | 0.98 | 11.48 | 13.638 | 26.215 | | |
| 60 | 44.776 | 0.900 | 40.299 | 0.86 | 30.68 | 23.912 | 0.98 | 11.48 | 8.183 | 15.729 | | |
| 10 | 7.463 | 0.900 | 6.716 | 0.86 | 30.68 | 3.985 | 0.98 | 11.48 | 1.364 | 2.621 | | |
| 25 | 18.657 | 0.900 | 16.791 | 0.86 | 30.68 | 9.963 | 0.98 | 11.48 | 3.410 | 6.554 | | |
| 10 | 7.463 | 0.900 | 6.716 | 0.86 | 30.68 | 3.985 | 0.98 | 11.48 | 1.364 | 2.621 | | |

Tabla N° 14: Bancos de condensadores para Cargas de Tablero 5.

Fuente: Elaboración Propia.

3.3. Análisis del sistema de facturación: opción y calificación tarifaria

De acuerdo a los recibos de energía, la empresa Molinos Calcáreos está calificada como 'Cliente Presente en Fuera de Punta', lo que le permite pagar menos por concepto de energía

Se hace un análisis comparativo entre la opción tarifaria actual, MT3 y la MT4 para definir si es conveniente migrar a MT4.

Se considera consumos anuales de energía.

| TARIFA MT3: TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y | | | | |
|---|---------------|----------------|--------------|-------------------|
| CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 2E1P | | | | |
| UNIDAD | TARIFA | Sin IGV | | Soles/año |
| Cargo Fijo Mensual | S/.mes | 6.64 | EE, kw-h/año | 79.68 |
| Cargo por Energía Activa en Punta | S/./kW.h | 0.2222 | 1929830.76 | 428,808.39 |
| Cargo por Energía Activa Fuera de Punta | S/./kW.h | 0.1808 | 481997.1 | 87,145.08 |
| Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios: | | | | |
| Presentes en Punta | S/./kW-mes | 50.6 | | |
| Presentes Fuera de Punta | S/./kW-mes | 24.98 | 320.5 | 8,006.09 |
| Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios: | | | | |
| Presentes en Punta | S/./ kW-mes | 13.68 | | |
| Presentes Fuera de Punta | S/./ kW-mes | 13.9 | 333.15 | 4,630.79 |
| Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa | S/./kVar.h | 0.0425 | | 528,670.03 |

Tabla N° 15: TARIFA MT3

| CAMBIO A TARIFA MT4: TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA | | | | |
|---|-----------|--------|--------------|-------------------|
| Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P | | | | Soles/año |
| Cargo Fijo Mensual | S./mes | 6.64 | EE, kw-h/año | 79.68 |
| Cargo por Energía Activa | S./kW.h | 0.1909 | 2411827.86 | 460,417.94 |
| Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios: | | | | |
| Presentes en Punta | S./kW-mes | 50.6 | | |
| Presentes Fuera de Punta | S./kW-mes | 24.98 | 333.15 | 8,322.09 |
| Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios: | | | | |
| Presentes en Punta | S./kW-mes | 13.68 | | |
| Presentes Fuera de Punta | S./kW-mes | 13.9 | 320.5 | 4,454.95 |
| Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa | S./kVar.h | 0.0425 | | 473,274.66 |

Tabla N° 16: Se observa que es conveniente pasar a MT4, habría un ahorro significativo de pago por concepto de energía eléctrica

3.4. Preparación del Plan de Gestión de energía eléctrica

El plan de gestión de la energía, de acuerdo a la norma ISO 50001, constará de tres fases:

| PLAN DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA EN PLANTA MOLINOS CALCÁREOS – FASE DE IMPLEMENTACIÓN | | | | | |
|--|--|---------------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| ACCIÓN O ACTIVIDAD | QUIÉN? | COLABORA | NOMBRE DOCUMENTO | REVISIÓN PERIÓDICA | PERIODICIDAD DE LA ACCIÓN O ACTIVIDAD |
| PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA | Establecimiento de la política energética | Alta Dirección | | Política Energética | 2 años |
| | Designación de un representante de la dirección | Alta Dirección | | | |
| | Propuesta del equipo de gestión de la energía | Encargado por la Alta Dirección | | | |
| | Establecimiento de la planificación energética | | | | |
| | Identificación de requerimientos legales y otros que haya suscrito la organización, relacionados con el uso de energía | Alta Dirección | Departamento Jurídico | | 1 año |
| | Desarrollo de una revisión energética | Alta Dirección | Consultora Externa | Revisión energética | 1 año |
| | Establecimiento de la línea base | Alta Dirección | Consultora Externa | Línea Base | |
| | Identificación de indicadores energéticos adecuados para el seguimiento y la medición del rendimiento energético | Alta Dirección | Consultora Externa | Indicadores de desempeño | 1 año |
| | Establecimiento de objetivos energéticos y metas | Alta Dirección | | Objetivos y Metas | 1 año |
| | Establecimiento del plan de acción para alcanzar los objetivos y metas | Alta Dirección | | Plan de Acción | 6 meses |

Tabla N° 17: Planificación de energética

| PLAN DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA EN PLANTA MOLINOS CALCÁREOS - FASE DE IMPLEMENTACIÓN | | | | | | |
|---|--|---|--|---|---------------------------------------|-------|
| | | | DOCUMENTO GENERADO | | | |
| ACCIÓN O ACTIVIDAD | QUIÉN? | COLABORA | NOMBRE DOCUMENTO | REVISIÓN PERIÓDICA | PERIODICIDAD DE LA ACCIÓN O ACTIVIDAD | |
| IMPLEMENTACIÓN | Implementación y Operación | | | | | |
| | Aseguramiento de competencias, entrenamiento y compromisos | Gerencia de capacitación y comunicación | | Levantamiento de competencias y necesidades de capacitación | 1 año | |
| | | | | Plan de Difusión | 1 año | |
| | Crear un sistema de control documental | Gerencia de Energía | | Procedimiento para aprobar, revisar y garantizar la calidad de los documentos | 1 año | |
| | Establecimiento de criterios para la operación y mantenimiento | Gerencia de Operación y Mantenimiento | Gerencia de Operaciones | Criterios de Operaciones y Mantenimiento | 1 año | |
| | Comunicación del desempeño energético y del SGE (Sistema de Gestión de Energía) | Encargado por la Alta Dirección | Gerencia de Comunicaciones | | | 1 año |
| | Generación de especificaciones para la evaluación energética de los nuevos diseños | Encargado por la Alta Dirección | Gerencia de Ingeniería | Especificaciones para diseño eficiente | 2 años | |
| | Generar especificaciones para las compras | Encargado por la Alta Dirección | Gerencia de Adquisiciones | Especificaciones para compras | 2 años | |
| Creación de procedimiento de 'no conformidades, correcciones y acciones preventivas y correctivas | Encargado por la Alta Dirección | | Procedimiento para no conformidades, correcciones y acciones correctivas y preventivas | 1 año | | |

Tabla N° 18: Implementación

| PLAN DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA EN PLANTA MOLINOS CALCÁREOS - FASE DE REVISIÓN | | | | | |
|--|---|---------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|
| | | | DOCUMENTO GENERADO | | |
| ACCIÓN O ACTIVIDAD | QUIÉN? | COLABORA | NOMBRE DOCUMENTO | REVISIÓN PERIÓDICA | PERIODICIDAD DE LA ACCIÓN O ACTIVIDAD |
| REVISIÓN | Revisión del desempeño | | | | |
| | Monitoreo, medición y análisis del desempeño | Encargado por la Alta Dirección | | | 1 año |
| | Evaluación de la conformidad legal del Sistema de Gestión de la Energía | Alta Dirección | | | 1 año |
| | Realización de Auditoría Interna | Alta Dirección | | | 1 año |
| | Revisión de la Gestión | Alta Dirección | | | 1 año |

Tabla N° 19: Revisión

3.5. Análisis económico

3.5.1. Pliego de inversiones

| Inversiones en activos, MO, Obras civiles y accesorios eléctricos para Implementación Gestión Energía en Molinos Calcáreos | | | | | |
|---|--|----------|--------|----------------|-----------|
| Item | Denominación | Cantidad | U. M. | Costo unit. | Sub Total |
| | | | | Soles/UM | Soles |
| 1 | Banco de condensadores trifásico | 112.7 | Kvar | 65 | S/7,326 |
| 2 | Tableros de distribución, electrostáticos, 50x65x 40 cm | 4 | Piezas | 215 | S/860 |
| 3 | Conductor eléctrico trifásico NYY NSY 80, 25 mm ² | 50 | m | 33.5 | S/1,675 |
| 4 | Interruptor termomagnético de caja modeada, 375 A | 2 | Piezas | 623 | S/1,246 |
| 5 | Contactores electromagnéticos trifásicos, 750 A | 3 | Piezas | 633 | S/1,899 |
| 6 | Conductor eléctrico trifásico THW, 35 mm ² | 60 | m | 18.5 | S/1,110 |
| 7 | Sistema ventilación forzada, 15000 m ³ /h | 1 | Pieza | 22400 | S/22,400 |
| 8 | Analizador de redes trifásico | 1 | Pieza | 4400 | S/4,400 |
| 9 | Mano de Obra instalación equipos y accesorios eléctricos | 1 | GLP | 5000 | S/5,000 |

| | | | | | |
|----|--|-----|--------|-------|------------------|
| 10 | Capacitación del personal en circuitos y planos eléctricos | 1 | GLP | 3500 | S/3,500 |
| 11 | Preparación de planos nuevos unifilares, en Auto Cad | 1 | GLP | 1200 | S/1,200 |
| 12 | Motor trifásico 100 HP, 1760 rpm, 220 V, alta eficiencia | 2 | Piezas | 38400 | S/76,800 |
| 13 | Obras civiles instalación sistema de ventilación | 1 | GLP | 15000 | S/15,000 |
| 14 | Cambio de pozos a tierra | 3 | Piezas | 3500 | 10500 |
| 15 | Fluorescentes LED, 220 V, 3650 lumen, 26 w | 120 | Piezas | 38.5 | 4620 |
| | | | | Total | S/157,536 |

3.5.2. Beneficios económicos:

a) Por cambio de opción tarifaria MT3 a MT4:

- Pago anual en MT3: 528670.03 soles/año
- Pago anual proyectado en MT4: 473274.66 soles/año

Beneficio: 55,395.37 soles/año

b) Por cambio de motores eléctricos de 100 HP:

En dos motores estándar:

Pago anual actual: $2 \times (55.97 / 0.905) \text{ kw} \times 8000 \text{ h/año} \times 0.195 \text{ soles/kw-h} = 192957.35 \text{ soles/año}$

En dos motores de alta eficiencia:

Pago anual proyectado: $2 \times (55.97 / 0.955) \text{ kw} \times 8000 \text{ h/año} \times 0.195 \text{ soles/kw-h} = 182854.87 \text{ soles/año}$

Beneficio: $192957.35 - 182854.87 = 10102.48$ soles/año

c) Por cambio de conductor trifásico THW en tablero nr. 3:

Pago actual:

$(33.27 \cdot (1 - 0.976)) \text{ kw} \cdot 8000 \text{ h/año} \cdot 0.195 \text{ soles/kw-h} = 1245.63$ soles/año

Pago proyectado:

$(33.27 \cdot (1 - 0.985)) \text{ kw} \cdot 8000 \text{ h/año} \cdot 0.195 \text{ soles/kw-h} = 778.518$ soles/año

Beneficio: $1245.63 - 778.518 = 467.112$ soles/año

d) Por instalación del banco de condensadores para compensar el factor de potencia:

Beneficio económico: $2462 \text{ soles/mes} \cdot 12 \text{ meses/año} = 31704$ soles/año

e) Por cambio de lámparas fluorescentes de vapor de mercurio de 36 w, 2750 lumen por lámparas fluorescentes LED, 26 w, 3650 lumen:

Costo actual: $120 \text{ piezas} \cdot 0.036 \text{ kw/pieza} \cdot 8000 \text{ h/año} \cdot 0.195 \text{ soles/kw-h} = 6739.2$ soles/año

Costo proyectado, con LEDS: $30 \text{ piezas} \cdot 0.036 \text{ kw/pieza} \cdot 8000 \text{ h/año} \cdot 0.195 \text{ soles/kw-h} = 1684.8$ soles/año

Beneficio económico proyectado: $6739.2 - 1684.8 = 5100$ soles/año

Total, beneficios económicos por aplicar medidas de mejora de gestión eléctrica en Planta Molinos Calcáreos:

$55,395.37 + 10102.48 + 467.112 + 31704 + 5100 = 102768.962$ soles/año = 8564 soles/mes

3.6. Análisis financiero

3.6.1 Inversiones

| Inversión y financiamiento bancario | | |
|--|-----|-----------------------|
| Descripción | | Monto (S/.) |
| Equipos | | 157,535.50 |
| | | |
| Otros | | - |
| TOTAL DE COSTOS ESTIMADOS | | 157,535.50 |
| | | |
| TOTAL DE INVERSION DEL PROYECTO | | S/. 157,535.50 |
| FINANCIAMIENTO | | |
| Descripción | | Monto (S/.) |
| Aporte propio, % Inversión total | 15% | S/. 23,630.33 |
| Financiamiento | | S/. 133,905.18 |
| Total inversión | | S/. 157,535.50 |
| Condiciones del Financiamiento | | |
| Descripción | | Monto (S/.) |
| Préstamo | | S/. 133,905.18 |
| Tasa efectiva anual | | 10.00% |
| Tasa efectiva mensual | | 0.80% |
| Plazo, meses | | 18 |
| cuota mensual, Soles/mes | | S/. 8,015.40 |

Tabla N° 20: Análisis Financiero

El préstamo bancario es a 18 meses, la estrategia es que el beneficio económico cubra el valor de la cuota mensual.

3.6.2 Plan de pagos mensuales del préstamo bancario

| Plan de Pagos mensuales | | | | | |
|-------------------------|------------|----------|--------------|-------|------------|
| Mes | Préstamo | Interés | Amortización | Cuota | Saldo |
| 1 | 133,905.18 | 1,067.78 | 6,948 | 8,015 | 126,957.55 |
| 2 | 126,957.55 | 1,012.38 | 7,003 | 8,015 | 119,954.52 |
| 3 | 119,954.52 | 956.53 | 7,059 | 8,015 | 112,895.65 |
| 4 | 112,895.65 | 900.25 | 7,115 | 8,015 | 105,780.50 |
| 5 | 105,780.50 | 843.51 | 7,172 | 8,015 | 98,608.60 |
| 6 | 98,608.60 | 786.32 | 7,229 | 8,015 | 91,379.51 |
| 7 | 91,379.51 | 728.67 | 7,287 | 8,015 | 84,092.78 |
| 8 | 84,092.78 | 670.57 | 7,345 | 8,015 | 76,747.95 |
| 9 | 76,747.95 | 612.00 | 7,403 | 8,015 | 69,344.54 |
| 10 | 69,344.54 | 552.96 | 7,462 | 8,015 | 61,882.10 |
| 11 | 61,882.10 | 493.46 | 7,522 | 8,015 | 54,360.15 |
| 12 | 54,360.15 | 433.48 | 7,582 | 8,015 | 46,778.23 |
| 13 | 46,778.23 | 373.02 | 7,642 | 8,015 | 39,135.84 |
| 14 | 39,135.84 | 312.07 | 7,703 | 8,015 | 31,432.51 |
| 15 | 31,432.51 | 250.65 | 7,765 | 8,015 | 23,667.75 |
| 16 | 23,667.75 | 188.73 | 7,827 | 8,015 | 15,841.08 |
| 17 | 15,841.08 | 126.32 | 7,889 | 8,015 | 7,951.99 |
| 18 | 7,951.99 | 63.41 | 7,952 | 8,015 | 0.00 |

| | | |
|--------------------------|---------|--------|
| Beneficio bruto anual | 101,990 | S/año |
| Costos operativos | | |
| Costo de Operación* | 0 | S./año |
| Costo de Mantenimiento** | 7,500 | S/año |

*VAN y TIR : Con financiamiento del préstamo del banco.

* No se contratará personal nuevo de operación

**Se considera solamente para los equipos y accesorios ni

3.6.3. Flujo de caja financiero

| Flujo de Caja Financiero | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Año | | | | | | | | | | |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Pago Servicio de deuda | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Préstamo | -152962 | | | | | | | | | | |
| ínteres | | 11848 | | | | | | | | | |
| Amortización, S./año | | 152962 | | | | | | | | | |
| Costo Operación, S./año | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Costo de Mantenimiento S/año | | 7500 | 7500 | 7500 | 7500 | 7500 | 7500 | 7500 | 7500 | 7500 | 7500 |
| Total egresos, S./año | | 172310 | 7500 |
| Beneficio bruto anual | | 101,990 | 101,990 | 101,990 | 101,990 | 101,990 | 101,990 | 101,990 | 101,990 | 101,990 | 101,990 |
| | FLUJO DE CAJA FINANCIERO | | | | | | | | | | |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Beneficio neto anual | -152,961.75 | -70,320 | 94,490 | 94,490 | 94,490 | 94,490 | 94,490 | 94,490 | 94,490 | 94,490 | 94,490 |

1.6.4. Indicadores financieros y tiempo de retorno de la inversión

| | | |
|----------------|---------|------|
| COK | 10% | |
| VAN | 277,811 | |
| TIR | 32% | |
| Número de años | 10 | Años |

| | | |
|--|------|------|
| PRI (Años) | 1.24 | Años |
| PRI: Periodo de Retorno de la Inversión | | |
| $PRI (Años) = (VA(I_0)) / (VA(B_n) / N)$ | | |

IV. DISCUSIÓN.

“Auditoria eléctrica a la fábrica de cartones nacionales Cartopel”

- Elizabeth Verónica Vintimilla Córdova
- Paúl Isidro Paladines Eras

□ Según los autores Vintimilla Córdova Se determinó que para mejorar la eficiencia no existe un método definido, pues esto se consigue con la combinación de algunas medidas que pueden empezar desde la ejecución de programas de concientización y educación al personal de la industria, así como la implementación de maquinaria eficiente, mejora en los procesos productivos y reducción de pérdidas, con la aplicación de todas estas alternativas es que se puede conseguir una instalación más eficiente.

En la presente tesis, se determina el rendimiento en base a las potencias absorbidas, útiles y perdidas

□ La implementación de la iluminación tipo LED es muy costosa, según el análisis la inversión en el Área del Molino y el Sótano asciende a \$ 73.702,00, sin embargo, la Industria está comprometida con la eficiencia energética, y buscará la forma de financiar esta implementación considerando la vida útil que tienen, el nivel luminoso que poseen y los costos de mantenimiento y operación los cuales son mínimos.

En la presente tesis se determina que es adecuado implementar luminarias LED, en reemplazo de luminarias fluorescentes de vapor de mercurio

□ Para reducir los costos por facturación de demanda es necesario reducir la demanda aproximadamente en 550 KW, para que de esta manera la relación DP/DM tienda a ser menor que 0.9 y conseguir modificar el FC que actualmente es de 1.2 y mantenerlo menor a 1 para reducir los costos por este rubro.

En la presente tesis se establece que para reducir la facturación por consumo de energía eléctrica, es adecuado cambiar de opción tarifaria, de MT3 a MT4, significando una reducción del orden de los 50,000 soles/año

Facultad de Ingeniería y arquitectura Carrera de Ingeniería Industrial
“Diseño y propuesta de un plan de gestión para mejora de la eficiencia energética eléctrica en la empresa avícola Yugoslavia s.a.c”

Autores:

- Br. Juan Manuel Sinche Luján
- Br. José Charly Urbina Polo

Conclusiones

El diagnóstico energético nos muestra con claridad que existe la posibilidad de ahorrar S/. 388 623.44 nuevos soles en la empresa a través de la mejora en sus sistemas eléctricos en el mediano plazo.

En la presente tesis se demuestra que es posible obtener un beneficio económico del orden de los 102700 soles/año, mediante el Plan de gestión eléctrica, para una Planta que consume 322 kw.

El diseño y propuesta de implementación de un plan de gestión energética eléctrica, permitirá mejorar la administración del consumo de energía eléctrica el cual logrará que el ahorro sea sostenido a partir de la ejecución.

En la presente tesis se concluye que, en base al modelo ISO 50000 es necesario implementar el Plan de gestión de energía eléctrica en Planta de Molinos calcáreos, para asegurar una mejora económica sostenida, así como mejorar la seguridad operacional.

El periodo de recuperación notamos que recuperamos la inversión en 4 años 2 meses, obteniéndose un TIR de 33.49%, el VAN estimado es de S/.94.187 y Beneficio/Costo resultado 2.76. Por lo tanto, podemos concluir y afirmar que la propuesta es factible económicamente.

En la presente tesis se obtiene que la recuperación de la inversión se hará en 1.58 años. El VAN es de 299043 soles y el TIR 40 %

V. CONCLUSIÓN

Luego de aplicar la ingeniería básica, es decir las ecuaciones de ingeniería mecánica eléctrica, auditoría energética y sistemas eléctricos de potencia, máquinas eléctricas, se obtuvieron los resultados correspondientes, en base a los cuales se presentan las siguientes conclusiones del estudio:

- **Se determinó la capacidad y eficiencia del sistema de transformación de tensión, transmisión y utilización de energía eléctrica.**
 - Capacidad: 500 kw
 - Eficiencia: 82 %, un poco bajo
- **Se determinó las potencias totales activas, reactivas y aparentes del sistema eléctrica de Molinos Calcáreos.**

Potencia activa absorbida: 322 kw

Potencia reactiva absorbida: 224.75 KVA

Potencia aparente: 392.68 KVA

- Análisis del sistema de facturación: opción tarifaria, calificación tarifaria, tipo de cliente: libre o regulado.
La Planta Molinos Calcáreos está calificada como 'cliente presente en Horas Fuera de Punta', lo que está bien, pues paga un precio menor en relación a si estuviera como cliente presente en Punta
 - Opción tarifaria actual: MT3
 - Opción tarifaria recomienda: MT4

Molinos calcáreos es cliente regulado.

- Preparar Plan de Gestión de energía eléctrica determinando las mejoras operativas y técnicas para aumentar capacidad, rendimiento y reducir costos de operación.

Se preparó el Plan de Gestión de energía eléctrica, definiendo responsabilidades, plan de trabajo, etapas, de acuerdo al modelo ISO 50000 de calidad de energía

- **Realizar un análisis económico calculando inversiones, beneficios y costos operativos.**

Se hizo el análisis económico y se determinó:

Inversiones: 157,536 soles/año

Beneficios: 102,768.96 soles/año

Costos operativos: 0 soles/año, no se contratará personal nuevo

- Realizar un análisis financiero determinando los indicadores VAN, TIR y PRi que permitan definir la viabilidad financiera de las mejoras a implementar

Se realizó el análisis financiero, arrojando:

- Período de vida útil de evaluación: 10 años
- Interés bancario: 10 % anual
- Valor actual neto: 299,043 soles
- Tasa interna de retorno: 40 %
- Período de retorno de la inversión: 1.58 años

VI. RECOMENDACIONES

- Implementar el Plan de gestión eléctrica, pues se podrá obtener mayor eficiencia en Planta, pues se obtendrá un aumento del factor de potencia desde 0.82 hasta 0.98, con lo cual se reducirá las pérdidas de potencia en conductores, habrá reducción de la energía reactiva absorbida, con la consecuente eliminación del pago de la misma, aumentará el rendimiento del transformador en.%.
- Establecer un programa de inversiones en el tiempo, el cual puede ser de unos seis a nueve meses, capacitando al personal de mantenimiento eléctrico en manejo de herramientas, interpretación de datos de medida y en lectura de planos eléctricos, como los diagramas unifilares.
- Analizar la posibilidad de pasar de cliente regulado a cliente libre, es posible, en teoría; ahorrar hasta un 30% del pago mensual por energía eléctrica, para lo cual se recomienda consultar una empresa suministradora de energía, quien entregará los costos unitarios nuevos a pagar por concepto de energías y potencias, de acuerdo a la opción tarifaria y se comprará con la actual, para tomar la mejor opción para la empresa Molinos Calcáreos.
- Contratar una empresa especializada para realizar un análisis de calidad de energía, determinando la tasa de distorsión armónica de tensión y la de corriente, para definir si es necesario utilizar filtros de armónicos.
- Construir caseta para sub estación eléctrica, está muy deteriorada.
- Consultar a la empresa distribuidora de energía, en media tensión, si es conveniente renovar el sistema de protección eléctrica, si es necesario instalar un reconectador automático, recloser en la línea de alimentación en media tensión, adicionales a los actuales interruptores cut out instalados

VIII. REFERENCIAS

- Carrero Selva, K. D., & Sáenz Ocampo, B. E. (2015). *Estudio de auditoría eléctrica en la empresa Plastinic SA, para la buena administración de la energía eléctrica*. Managua - Nicaragua.
- Comunicación, C. (16 de 06 de 2016). *Auditoría Como Herramienta Para La Eficiencia Energetica*. Obtenido de <https://www.cerem.es/blog/la-auditoria-como-herramienta-para-la-eficiencia-energetica>
- Consejo Mundial del a Energía. (03 de 2014). *La red de líderes del sector energético que promueve el suministro y uso sostenible de la energía en beneficio de todos*. Obtenido de <https://www.worldenergy.org/about-wec/brochure/es/>
- García Sánchez, J. M. (2014). *Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora*. . AENOR.
- IEC International Standards Rotation Electrical Machines. (2006). Effects of.
- Procobre. (2018). *Uso Eficiente Energía Eléctrica*. Obtenido de <https://www.procobre.org/es/>
- Salgado Muños, N. M. (2014). *Propuesta de mejora en la gestión energética en una empresa del sector alimentos'*. Lima - Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Sinche Luján, J., & Urbina Polo, J. (2011). *Diseño y propuesta de un Programa de Gestión Energética, para mejora de la eficiencia eléctrica en la empresa avícola Yugoslavia S.A.C*. Trujillo - Perú: Universidad Privada del Norte.
- Tapia Gonzáles, L. I., & Gonzáles Sánchez, J. F. (2017). *Reducción del índice del consumo energético en una fábrica de hielo en la ciudad de Chiclayo*. Trujillo - Perú.
- Torres Flores, J. J. (2018). *Auditoría energética, para reducir el consumo energético en la fábrica de fideos agroindustrias y comercio s.a. – Lambayeque*. Chiclayo - Lambayeque: universidad Catolica Santo Toribio de Mogrovejo.

Vintimilla Córdoba, E. V., & Paladines Eras, P. I. (2012). *Auditoría Energética a la Fábrica de Cartones Nacionales Cartopel*. Cuenca - Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.

Ministerio de Energía y Minas del Perú. Código nacional de electricidad. Consultado en: <http://www.minem.gob.pe/>

Grupo TUV SUD. Auditorías energéticas. Consultado en: <https://www.tuv-sud.es/es-es/servicios/actividades/energia/auditorias-energeticas>

Grupo Tecnología. Eficiencia energética. Consultado en:

<http://www.areatecnologia.com/electricidad/eficiencia-energetica.html>

Endesa. Eficiencia energética. Consultado en: <https://twenergy.com/a/que-es-la-eficiencia-energetica-39>

Fluke. Soluciones de eficiencia energética. Consultado en:

<http://www.fluke.com/fluke/pees/soluciones/eficiencia-energetica/default.htm>

Revista Electro Industria. Eficiencias de transformadores trifásicas. Consultado en: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1136>

Siemens España, Auditorías energética. Consultado en:

<https://w5.siemens.com/spain/web/es/ic/eficienergt/pages/auditorias-energeticas.aspx>

Osinergmin, Organismo supervisor de la inversión en electricidad. Consultado en: <http://www.osinergmin.gob.pe/>

Anexos

Motors performance parameters

Fully sealed external fan type induction motors

Three phase 60Hz or 50Hz ,220/380, horizontal or vertical standard motors for hydraulic

The spec. are based on CNS3071, C1036, the performance comply with IEC34-1/EN6034,CNS2934.

200V4PΦ60Hz

| output power | | speed(full load) | Frame Size | Insulation Class | Performance with full load | | | | lifting characteristic | | biggest torque Kg-cm |
|--------------|------|------------------|------------|------------------|----------------------------|-----------------|-------------|--------------|------------------------|--------------|-------------------------|
| HP | Kw | r/min | | | torque Kg-cm | efficiency % | factor % | current A | torque ratio | current A | |
| 1 | 0.75 | 1412 | 80 | E | 51 | 71.8 | 76 | 2.1 | 2.2 | 8.9 | 139 |
| 2 | 1.5 | 1421 | 90L | E | 102 | 81.3 | 79 | 3.6 | 2.2 | 18.2 | 245 |
| 3 | 2.2 | 1436 | 100L | E | 153.6 | 80.5 | 77.2 | 5.5 | 2.0 | 29.2 | 334 |
| 5 | 3.7 | 1443 | 112M | E | 254 | 87.1 | 79.7 | 8.3 | 1.8 | 47.5 | 540 |
| 7 ½ | 5.5 | 1455 | 132S | B | 378 | 88.4 | 80.3 | 12.2 | 1.9 | 72.3 | 810 |
| 10 | 7.5 | 1466 | 132M | B | 511.5 | 89.7 | 79.6 | 16.7 | 2.0 | 109.4 | 1037 |
| 15 | 11 | 1461 | 160M | B | 756.7 | 88.4 | 80.6 | 24.2 | 1.6 | 167.3 | 1562 |
| 20 | 15 | 1460 | 160L | B | 1020 | 88.5 | 80 | 29 | 2.2 | 212. | 2346 |
| 25 | 18.5 | 1465 | 180MC | F | 1275 | 91 | 85.5 | 37.5 | 2.4 | 260 | 2996 |
| 30 | 22 | 1465 | 180ML | F | 1530 | 91.5 | 88.0 | 41.7 | 2.45 | 318 | 3596 |
| 40 | 30 | 1460 | 180ML | F | 2040 | 92 | 88.0 | 56 | 2.3 | 358 | 4488 |

Fuente: <http://sc02.alicdn.com/kf/HTB1.oDVMVXXXcwaXXXq6xXFXXd/225117715/HTB1.oDVMVXXXcwaXXXq6xXFXXd.jpg>

| LAMPARA INCANDESCENTE | LAMPARA HALOGENA | FLUORESCENCIA COMPACTA | LED MR16 / AR111 |
|---|---|---|--|
| 1.000 horas | 3.000 horas | 10.000 horas | 30.000 horas |
|  |  |  |  |
| 15W / 100 lm | 10W / 140 lm | 3W / 150 lm | 1W / 75 lm* |
| 60W / 710 lm | 35W / 600 lm | 12W / 650 lm | 7W / 750 lm* |
| 75W / 1100 lm | 50W / 910 lm | 18W / 1150 lm | 10W / 1100 lm* |
| 100W / 1600 lm | 75W / 1450 lm | 23W / 1600 lm | 15W / 1400 lm* |

Fuente: <http://www.avanluce.comeficiencia/>

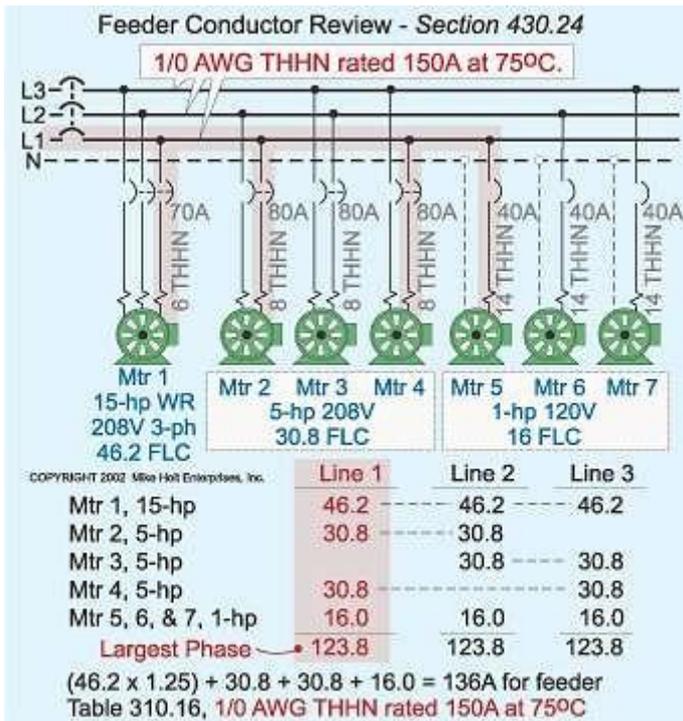
| LUGARES DE TRABAJO | | | |
|--|--|---|---|
| Oficina individual, aulas, salas de reunión, espacios abiertos |  0 488 06 ⁽¹⁾ |  0 489 16 ⁽³⁾ |  0 784 52 0 784 53 ⁽¹⁾ |
| LUGARES DE PASO | | | |
| Hall, escaleras, ... |  0 488 07 ⁽¹⁾ |  0 489 17 ⁽³⁾ |  0 784 54 ⁽¹⁾ 0 784 55 ⁽⁴⁾ - 2 hilos |
| Pasillo |  0 488 17 ⁽¹⁾ |  0 489 17 ⁽³⁾ |  0 784 54 ⁽¹⁾ 0 784 55 ⁽⁴⁾ - 2 hilos |
| Espacios con gran altura (centros deportivos, almacenes,...) |  0 489 32 (saliente) |  0 489 33 |  270° 0 784 54 ⁽¹⁾ 0 784 55 ⁽⁴⁾ - 2 hilos |
| Aseos, cuartos de baño, vestuarios, locales pequeños |  0 488 04 ⁽³⁾ |  0 489 16 ⁽³⁾ |  0 784 54 ⁽¹⁾ 0 784 55 ⁽⁴⁾ - 2 hilos |
| IP 55 EXTERIOR Y LOCALES HÚMEDOS | | | |
| Aparcamientos, exteriores, bodegas, salas de ensayo, laboratorios, ... |  0 489 32 (saliente) |  0 489 33 cabeza orientable |  270° 0 784 54 ⁽¹⁾ 0 784 55 ⁽⁴⁾ - 2 hilos |

1. Posibilidad de montaje en superficie con accesorio dedicado.
2. Posible fijación en ángulo con accesorio dedicado.
3. 1 salida iluminación + 1 salida ventilación.
4. Especial renovación.

Fuente: <http://www.legrand.es/terciario/sistema-mosaic/detectores-de-movimiento/espacios-con-iluminacion-natural>



Fuente: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1136>



Fuente: <http://ingenieroovidio.blogspot.pe/2011/05/calculo-de-alimentadores-y-protecciones.html>

CONSUMOS CLIENTE MOLINOS CALCAREOS

Recibo N° 630-12085366

Mancos/Yungay

Recibo por Consumo del 01/03/2017 al 31/03/2017

| | | | |
|-----------------|---|------------------|----------------------------|
| Cliente | Molinos Calcáreos S.R.L. | | |
| R.U.C. | 20530553541 | | |
| Dirección | Ca. Huascarán N° 316 Centro Mancos - Mancos / Yungay / Ancash | | |
| Referencia | FRENTE AL ESTADIO LUCUMAMBU | | |
| Ruta | 5544-1632-570 | | |
| Tarifa | MT3 | Serie Medidor | 00000002797776 - Electrón. |
| Medición | Baja Tension | N° Hilos Medidor | 3 |
| Tensión y SED | 13.2/7.62 KV / E-360299 | Modalidad | Potencia Variable |
| Sist. Eléctrico | SE0123 Caraz-Carhua (ST3) | Inicio Contrato | 23/11/2015 |
| Tipo Suministro | Trifásica-Aérea(C5.2) | Termino Contrato | 22/11/2018 |

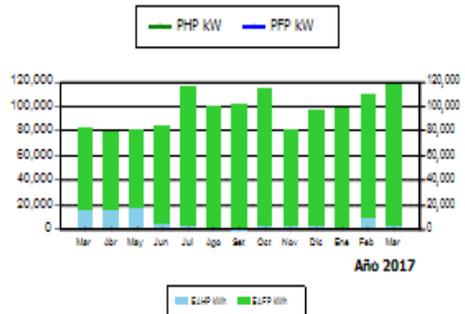
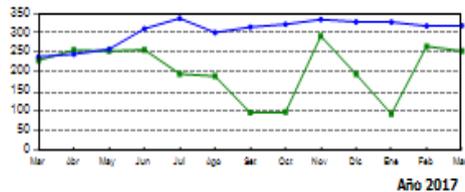
Marzo-2017

CÓDIGO 50417509

| | |
|-------------------------|---------------------|
| Promedio Máxima Demanda | Potencia Contratada |
| 333.1763 | 186.7000 |

| | | | |
|--------------|----------------|-------------|-----|
| Calificación | Fuera de Punta | Horas Punta | 135 |
|--------------|----------------|-------------|-----|

| Magnitud Leída | Lectura Anterior | Lectura Actual | Diferencia | Demanda |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|------------|--------------|
| Energía Activa Total (kWh) | 3,095.0300 | 4,242.7400 | 1,147.7100 | 117,640.2750 |
| Energía Activa Hora Punta (kWh) | 148.0800 | 181.1300 | 33.0500 | 3,387.6250 |
| Energía Activa Fuera Punta (kWh) | 2,946.9500 | 4,061.6100 | 1,114.6600 | 114,252.6500 |
| Energía Reactiva (kVam) | 2,454.9000 | 3,366.1200 | 911.2200 | 93,400.0800 |
| Potencia Hora Punta (kW) | 2.6030 | 2.4840 | 2.4840 | 254.6100 |
| Potencia Fuera Punta (kW) | 3.1170 | 3.1250 | 3.1250 | 320.3125 |
| Factor Calificación : 0.0783 | Fac. Mede. 100.0000 | Fac. Transf. 1.0250 | | |



| Concepto | Consumo | Precio Unitario | Total |
|---|-------------|-----------------|----------|
| Cargo Fijo | | 8.4100 | 8.41 |
| Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión | | | 15.66 |
| Energía Activa HP | 3387.6250 | 0.2095 | 709.71 |
| Energía Activa FP | 114252.6500 | 0.1743 | 19914.24 |
| Energía Reactiva | 58107.9675 | 0.0421 | 2446.35 |
| Pot. Uso Redes Distrib. FP | 333.1763 | 13.3600 | 4451.24 |
| Pot. Activa Generación FP | 320.3125 | 29.2900 | 9381.95 |
| Alumbrado Público (Alícuota : S/0.4367) | | | 1310.10 |
| SUB TOTAL | | | 38237.66 |
| Imp. Gral. a las Ventas | | | 6882.78 |
| Saldo por Redondeo | 1.0000 | 0.0200 | 0.02 |
| Redondeo | | 0.0500 | 0.05 |
| Aporte Ley Nro. 28749 | 117640.2750 | 0.0081 | 952.89 |

TOTAL RECIBO DE MARZO-2017 **46073.40**
 Aporte FOSE (Ley N°27510) S/ 971.59

Recibo N° 630-12160627

Mancos/Yungay

Recibo por Consumo del 01/04/2017 al 30/04/2017

| | | | |
|-----------------|---|------------------|-----------------------------|
| Cliente | Molinos Calcáreos S.R.L. | | |
| R.U.C. | 20530553541 | | |
| Dirección | Ca. Huascarán N° 316 Centro Mancos - Mancos / Yungay / Ancash | | |
| Referencia | FRENTE AL ESTADIO LUCUMAMBU | | |
| Ruta | 5544-1632-570 | | |
| Tarifa | MT3 | Serie Medidor | 000000002797776 - Electrón. |
| Medición | Baja Tension | N° Hilos Medidor | 3 |
| Tensión y SED | 13.2/7.62 kV / E-360299 | Modalidad | Potencia Variable |
| Sist. Eléctrico | SED123 Caraz-Carhua (ST3) | Inicio Contrato | 23/11/2015 |
| Tipo Suministro | Trifásica-Aérea(C5.2) | Termino Contrato | 22/11/2018 |

Abril-2017

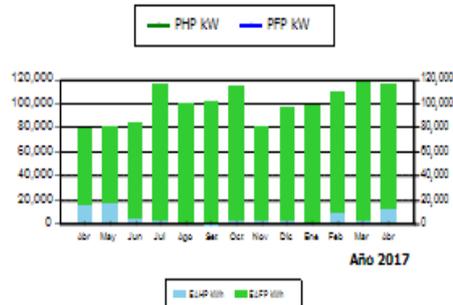
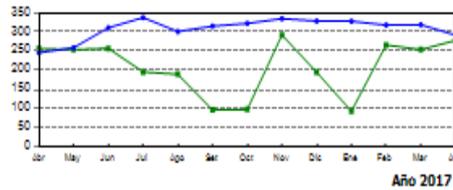
CÓDIGO 50417509

| | |
|-------------------------|---------------------|
| Promedio Máxima Demanda | Potencia Contratada |
| 333.1763 | 188.7000 |

| | | | |
|--------------|----------------|-------------|-----|
| Calificación | Fuera de Punta | Horas Punta | 115 |
|--------------|----------------|-------------|-----|

| Magnitud Leída | Lectura Anterior | Lectura Actual | Diferencia | Demanda |
|----------------------------------|------------------------|-----------------------|------------|--------------|
| Energía Activa Total (kWh) | 4,242.7400 | 5,381.6700 | 1,138.9300 | 116,740.3250 |
| Energía Activa Hora Punta (kWh) | 181.1300 | 308.5200 | 127.3900 | 13,057.4750 |
| Energía Activa Fuera Punta (kWh) | 4,061.6100 | 5,073.1500 | 1,011.5400 | 103,682.8500 |
| Energía Reactiva (kVarh) | 3,366.1200 | 4,304.0500 | 937.9300 | 96,137.8250 |
| Potencia Hora Punta (kW) | 2.4840 | 2.7230 | 2.7230 | 279.1075 |
| Potencia Fuera Punta (kW) | 3.1250 | 2.8590 | 2.8590 | 293.0475 |
| Factor Calificación : 0.3875 | Fac. Medid. : 100.0000 | Fac. Transf. : 1.0250 | | |

| Concepto | Consumo | Precio Unitario | Total |
|---|-------------|-----------------|-----------------|
| Cargo Fijo | | 8.4100 | 8.41 |
| Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión | | | 15.66 |
| Energía Activa HP | 13057.4750 | 0.2095 | 2735.54 |
| Energía Activa FP | 103682.8500 | 0.1743 | 18071.92 |
| Energía Reactiva | 61115.7275 | 0.0421 | 2572.97 |
| Pot. Uso Redes Distrito FP | 333.1763 | 13.3600 | 4451.24 |
| Pot. Activa Generación FP | 293.0475 | 29.2900 | 8583.36 |
| Alumbrado Público (Alcota : S/0.4727) | | | 1418.10 |
| SUB TOTAL | | | 37857.20 |
| Imp. Gral. a las Ventas | | | 6814.30 |
| Saldo por redondeo | 1.0000 | -0.0500 | -0.05 |
| Redondeo | | | 0.05 |
| Aporte Ley Nro. 28749 | 116740.3250 | 0.0081 | 945.60 |
| TOTAL RECIBO DE ABRIL-2017 | | | 45617.10 |
| Aporte FOSE (Ley N°27510) S/ 958.46 | | | |



Recibo N° 630-12236001

Mancos/Yungay

Recibo por Consumo del 01/05/2017 al 31/05/2017

| | | | |
|-----------------|---|------------------|----------------------------|
| Cliente | Molinos Calcáreos S.R.L. | | |
| R.U.C. | 20530553541 | | |
| Dirección | Ca. Huascarán N° 316 Centro Mancos - Mancos / Yungay / Ancash | | |
| Referencia | FRENTE AL ESTADIO LUCUMAMBU | | |
| Ruta | 5544-1632-570 | | |
| Tarifa | MT3 | Serie Medidor | 00000002797776 - Electrón. |
| Medición | Baja Tension | N° Hilos Medidor | 3 |
| Tensión y SED | 13.2/7.62 KV / E-380299 | Modalidad | Potencia Variable |
| Sist. Eléctrico | SE0123 Caraz-Carhua (ST3) | Inicio Contrato | 23/11/2015 |
| Tipo Suministro | Trifásica-Aérea(C5.2) | Termino Contrato | 22/11/2018 |

Mayo-2017

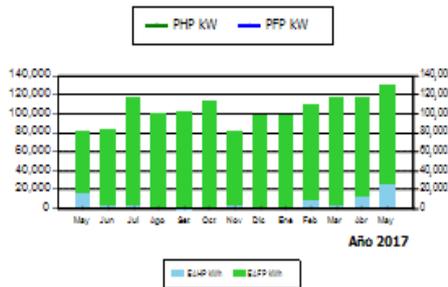
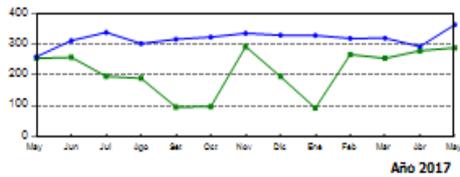
CÓDIGO **50417509**

| | |
|-------------------------|---------------------|
| Promedio Máxima Demanda | Potencia Contratada |
| 347.1675 | 188.7000 |

| | | | |
|--------------|-------------|------------|-----|
| Calificación | Horas Punta | HorasPunta | 130 |
|--------------|-------------|------------|-----|

| Magnitud Leida | Lectura Anterior | Lectura Actual | Diferencia | Demanda |
|----------------------------------|----------------------|---------------------|------------|--------------|
| Energía Activa Total (KWh) | 5,381.6700 | 6,644.0700 | 1,262.4000 | 129,396.0000 |
| Energía Activa Hora Punta (KWh) | 308.5200 | 567.5600 | 259.0400 | 26,551.6000 |
| Energía Activa Fuera Punta (KWh) | 5,073.1500 | 6,076.5100 | 1,003.3600 | 102,844.4000 |
| Energía Reactiva (kVarh) | 4,304.0500 | 5,353.8400 | 1,049.7900 | 107,603.4750 |
| Potencia Hora Punta (kW) | 2.7230 | 2.8160 | 2.8160 | 288.6400 |
| Potencia Fuera Punta (kW) | 2.8590 | 3.5540 | 3.5540 | 364.2850 |
| Fac. por Calificación : 0.5607 | Fac. Medic. 100.0000 | Fac. Transf. 1.0250 | | |

| Concepto | Consumo | Precio Unitario | Total |
|---|-------------|-----------------|-----------------|
| Cargo Fijo | | 8.4100 | 8.41 |
| Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión | | | 15.66 |
| Energía Activa HP | 26551.6000 | 0.1994 | 5294.39 |
| Energía Activa FP | 102844.4000 | 0.1596 | 16413.97 |
| Energía Reactiva | 68784.6750 | 0.0421 | 2895.83 |
| Pot. Uso Redes Distrito HP | 347.1675 | 12.9000 | 4478.46 |
| Pot. Activa Generación HP | 364.2850 | 43.6000 | 15882.83 |
| Alumbrado Público (Alícuota : S/ 0.4204) | | | 1261.20 |
| SUB TOTAL | | | 46250.75 |
| Imp. Gral. a las Ventas | | | 8325.14 |
| Saldo por redondeo | 1.0000 | -0.0500 | -0.05 |
| Redondeo | | 0.0500 | 0.05 |
| Aporte Ley Nro. 28749 | 129396.0000 | 0.0081 | 1048.11 |
| TOTAL RECIBO DE MAYO-2017 | | | 55624.00 |
| Aporte FOSE (Ley N°27510) S/ 1182.86 | | | |



Recibo N° 630-12311698

Mancos/Yungay

Recibo por Consumo del 01/06/2017 al 30/06/2017

| | | | |
|-----------------|---|------------------|----------------------------|
| Cliente | Molinos Calcáreos S.R.L. | | |
| R.U.C. | 20530553541 | | |
| Dirección | Ca. Huascarán N° 316 Centro Mancos - Mancos / Yungay / Ancash | | |
| Referencia | FRENTE AL ESTADIO LUCUMAMBU | | |
| Ruta | 5544-1632-570 | | |
| Tarifa | MT3 | Serie Medidor | 00000002797776 - Electrón. |
| Medición | Baja Tension | N° Hilos Medidor | 3 |
| Tensión y SED | 13.2/7.62 KV / E-380299 | Modalidad | Potencia Variable |
| Sist. Eléctrico | SE0123 Caraz-Carhua (ST3) | Inicio Contrato | 23/11/2015 |
| Tipo Suministro | Trifásica-Aérea(C5.2) | Termino Contrato | 22/11/2018 |

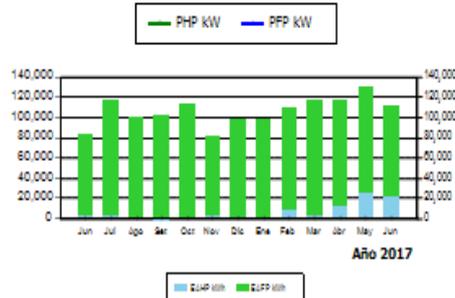
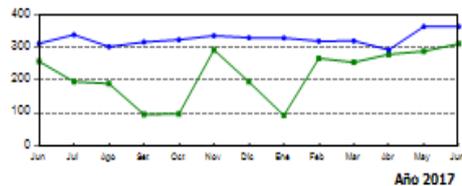
Junio-2017

CÓDIGO 50417509

| | | |
|----------|----------------|---------------------|
| Promedio | Máxima Demanda | Potencia Contratada |
| 364.2850 | | 186.7000 |

| | | | |
|--------------|-------------|------------|-----|
| Calificación | Horas Punta | HorasPunta | 125 |
|--------------|-------------|------------|-----|

| Magnitud Leída | Lectura Anterior | Lectura Actual | Diferencia | Demanda | Concepto | Consumo | Precio Unitario | Total |
|----------------------------------|----------------------|---------------------|------------|--------------|---|-------------|-----------------|-----------------|
| Energía Activa Total (kWh) | 6,644.0700 | 7,722.8000 | 1,078.7300 | 110,569.8250 | Cargo Fijo | | 8.4100 | 8.41 |
| Energía Activa Hora Punta (kWh) | 567.5600 | 791.6000 | 224.0400 | 22,964.1000 | Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión | | | 15.66 |
| Energía Activa Fuera Punta (kWh) | 6,076.5100 | 6,931.2000 | 854.6900 | 87,605.7250 | Energía Activa HP | 22964.1000 | 0.1994 | 4579.04 |
| Energía Reactiva (kVarh) | 5,353.8400 | 6,219.6600 | 865.8200 | 88,746.5500 | Energía Activa FP | 87605.7250 | 0.1596 | 13981.87 |
| Potencia Hora Punta (kW) | 2.8160 | 3.0400 | 3.0400 | 311.6000 | Energía Reactiva | 55575.6025 | 0.0421 | 2339.73 |
| Potencia Fuera Punta (kW) | 3.5540 | 3.5540 | 3.5540 | 364.2850 | Pot. Uso Redes Distrib. HP | 364.2850 | 12.9000 | 4699.28 |
| Factor Calificación : 0.5043 | Fac. Medid. 100.0000 | Fac. Transf. 1.0250 | | | Pot. Activa Generación HP | 364.2850 | 43.8100 | 15959.33 |
| | | | | | Alumbrado Público (Alícuota : S/ 0.4369) | | | 1310.70 |
| | | | | | SUB TOTAL | | | 42894.02 |
| | | | | | Imp. Gral. a las Ventas | | | 7720.92 |
| | | | | | Saldo por Redondeo | 1.0000 | -0.0500 | -0.05 |
| | | | | | Redondeo | | -0.0100 | -0.01 |
| | | | | | Aporte Ley N° 28749 | 110569.8250 | 0.0081 | 895.62 |
| | | | | | TOTAL RECIBO DE JUNIO-2017 | | | 51510.50 |
| | | | | | Aporte FOSE (Ley N°27510) S/ 1091.50 | | | |



Recibo N° 630-12387495

Mancos/Yungay

Recibo por Consumo del 01/07/2017 al 31/07/2017

| | | | |
|-----------------|--|------------------|----------------------------|
| Cliente | Molinos Calcáreos S.R.L. | | |
| R.U.C. | 20530553541 | | |
| Dirección | Ca. Huascarán N° 316 Centro Mancos -Mancos / Yungay / Ancash | | |
| Referencia | FRENTE AL ESTADIO LUCUMAMBU | | |
| Ruta | 5544-1632-570 | | |
| Tarifa | MT3 | Serie Medidor | 00000002797776 - Electrón. |
| Medición | Baja Tension | N° Hilos Medidor | 3 |
| Tensión y SED | 13.2/7.62 kV / E-380299 | Modalidad | Potencia Variable |
| Sist. Eléctrico | SED123 Caraz-Carhua (ST3) | Inicio Contrato | 23/11/2015 |
| Tipo Suministro | Trifásica-Aérea(C5.2) | Termino Contrato | 22/11/2018 |

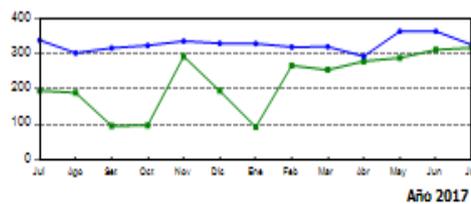
Julio-2017

CÓDIGO **50417509**

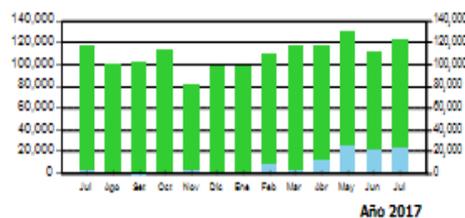
| | |
|-------------------------|---------------------|
| Promedio Máxima Demanda | Potencia Contratada |
| 364.2850 | 188.7000 |

| | | | |
|--------------|-------------|------------|-----|
| Calificación | Horas Punta | HorasPunta | 120 |
|--------------|-------------|------------|-----|

| Magnitud Leída | Lectura Anterior | Lectura Actual | Diferencia | Demanda |
|----------------------------------|----------------------|---------------------|------------|--------------|
| Energía Activa Total (kWh) | 7.722.8000 | 8.916.0200 | 1.193.2200 | 122.305.0500 |
| Energía Activa Hora Punta (kWh) | 791.6000 | 1.033.5100 | 241.9100 | 24.795.7750 |
| Energía Activa Fuera Punta (kWh) | 6.931.2000 | 7.882.5100 | 951.3100 | 97.509.2750 |
| Energía Reactiva (kVarh) | 6.219.6600 | 7.086.0200 | 866.3600 | 88.801.9000 |
| Potencia Hora Punta (kW) | 3.0400 | 3.0960 | 3.0960 | 317.3400 |
| Potencia Fuera Punta (kW) | 3.5540 | 3.1770 | 3.1770 | 325.6425 |
| Factor Calificación : 0.8345 | Fac. Medid. 100.0000 | Fac. Transf. 1.0250 | | |



Año 2017



Año 2017



| Concepto | Consumo | Precio Unitario | Total |
|---|-------------|-----------------|-----------------|
| Cargo Fijo | | 8.4100 | 8.41 |
| Cargo por Reparación y Mantenimiento de la Conexión | | | 15.66 |
| Energía Activa HP | 24795.7750 | 0.2003 | 4966.59 |
| Energía Activa FP | 97509.2750 | 0.1603 | 15630.74 |
| Energía Reactiva | 52110.3850 | 0.0421 | 2193.85 |
| Pot. Uso Redes Distrito HP | 364.2850 | 12.9000 | 4699.28 |
| Pot. Activa Generación HP | 325.6425 | 44.1500 | 14377.12 |
| Alumbrado Público (Alícuota : S/ 0.4607) | | | 1382.10 |
| Ajuste Tarifario | 1.0000 | 411.0300 | 411.03 |
| SUB TOTAL | | | 43684.78 |
| Imp. Gral. a las Ventas | | | 7863.26 |
| Saldo por redondeo | 1.0000 | 0.0100 | 0.01 |
| Recupero de energía (1/10) | 1.0000 | 2153.8200 | 2153.82 |
| Redondeo | | -0.0100 | -0.01 |
| D.S. 020-97-EM | 1.0000 | -2293.7300 | -2293.73 |
| Aporte Ley Nro. 28749 | 122305.0500 | 0.0081 | 990.67 |
| TOTAL RECIBO DE JULIO-2017 | | | 52398.80 |
| Aporte FOSE (Ley N°27510) S/ 1100.10 | | | |

Recibo N° 630-12463546

Mancos/Yungay

Recibo por Consumo del 01/08/2017 al 31/08/2017

| | | | |
|-----------------|---|------------------|----------------------------|
| Cliente | Molinos Calcáreos S.R.L. | | |
| R.U.C. | 20530553541 | | |
| Dirección | Ca. Huascan N° 316 Centro Mancos - Mancos / Yungay / Ancash | | |
| Referencia | FRENTE AL ESTADIO LUCUMAMBU | | |
| Ruta | 5544-1632-570 | | |
| Tarifa | MT3 | Serie Medidor | 00000002797776 - Electrón. |
| Medición | Baja Tension | N° Hilos Medidor | 3 |
| Tensión y SED | 13.2/7.62 kV / E-360299 | Modalidad | Potencia Variable |
| Sist. Eléctrico | SE0123 Caraz-Carhua (ST3) | Inicio Contrato | 23/11/2015 |
| Tipo Suministro | Trifásica-Aérea(C5.2) | Termino Contrato | 22/11/2018 |

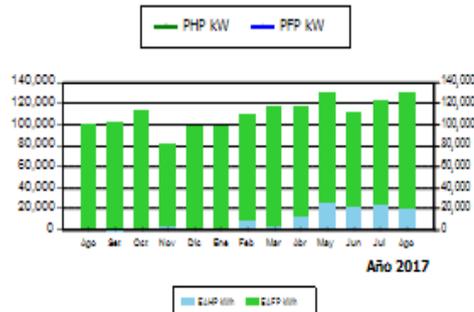
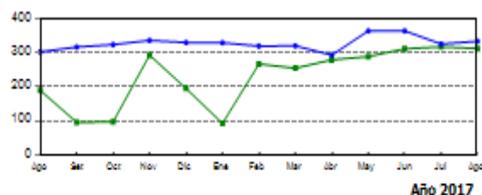
Agosto-2017

CÓDIGO 50417509

| | |
|-------------------------|---------------------|
| Promedio Máxima Demanda | Potencia Contratada |
| 384.2850 | 188.7000 |

| | | | |
|--------------|----------------|-------------|-----|
| Calificación | Fuera de Punta | Horas Punta | 130 |
|--------------|----------------|-------------|-----|

| Magnitud Leída | Lectura Anterior | Lectura Actual | Diferencia | Demanda |
|----------------------------------|---------------------|--------------------|------------|--------------|
| Energía Activa Total (kWh) | 8,916.0200 | 10,179.4634 | 1,263.4434 | 129,502.9485 |
| Energía Activa Hora Punta (kWh) | 1,033.5100 | 1,242.6629 | 209.1529 | 21,438.1723 |
| Energía Activa Fuera Punta (kWh) | 7,882.5100 | 8,936.8005 | 1,054.2905 | 108,064.7763 |
| Energía Reactiva (kVarh) | 7,086.0200 | 7,985.9591 | 899.9391 | 92,243.7578 |
| Potencia Hora Punta (kW) | 3.0960 | 3.0459 | 3.0459 | 312.2048 |
| Potencia Fuera Punta (kW) | 3.1770 | 3.2555 | 3.2555 | 333.6888 |
| Factor Calificación : 0.4842 | Fac.Medic. 100.0000 | Fac.Transf. 1.0250 | | |



| Concepto | Consumo | Precio Unitario | Total |
|---|-------------|-----------------|-----------------|
| Cargo Fijo | | 8.4281 | 8.43 |
| Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión | | | 15.66 |
| Energía Activa HP | 21438.1723 | 0.2071 | 4439.85 |
| Energía Activa FP | 108064.7763 | 0.1662 | 17960.37 |
| Energía Reactiva | 53392.8732 | 0.0422 | 2253.18 |
| Pot. Uso Redes Distrito FP | 364.2850 | 12.8200 | 4670.13 |
| Pot. Activa Generación FP | 333.6888 | 28.4100 | 9480.10 |
| Alumbrado Público (Alcota : S/ 0.5086) | | | 1525.80 |
| SUB TOTAL | | | 40353.52 |
| Imp. Gral. a las Ventas | | | 7263.63 |
| Saldo por Redondeo | 1.0000 | 0.0100 | 0.01 |
| Recupero de energía (2/10) | 1.0000 | 2153.8200 | 2153.82 |
| Redondeo | | 0.0500 | 0.05 |
| Aporte Ley Nro. 28749 | 129502.9486 | 0.0081 | 1048.97 |
| TOTAL RECIBO DE AGOSTO-2017 | | | 50820.00 |
| Aporte FOSE (Ley N°27510) S/ 1093.46 | | | |

Recibo N° 630-12539968

Mancos/Yungay

Recibo por Consumo del 01/09/2017 al 30/09/2017

| | | | |
|-----------------|---|------------------|----------------------------|
| Cliente | Molinos Calcáreos S.R.L. | | |
| R.U.C. | 20530553541 | | |
| Dirección | Ca. Huascan N° 316 Centro Mancos - Mancos / Yungay / Ancash | | |
| Referencia | FRENTE AL ESTADIO LUCUMAMBU | | |
| Ruta | 5544-1632-570 | | |
| Tarifa | MT3 | Serie Medidor | 00000002797776 - Electrón. |
| Medición | Baja Tension | N° Hilos Medidor | 3 |
| Tensión y SED | 13.27.62 kV / E-380299 | Modalidad | Potencia Variable |
| Sist. Eléctrico | SE0123 Caraz-Carhua (ST3) | Inicio Contrato | 23/11/2015 |
| Tipo Suministro | Trifásica-Aérea(C5.2) | Termino Contrato | 22/11/2018 |

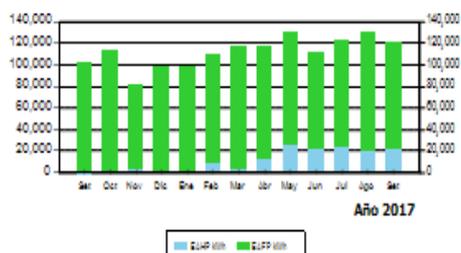
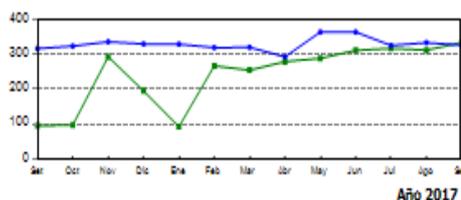
Setiembre-2017

CÓDIGO 50417509

| | |
|-------------------------|---------------------|
| Promedio Máxima Demanda | Potencia Contratada |
| 384.2850 | 186.7000 |

| | | | |
|--------------|-------------|------------|-----|
| Calificación | Horas Punta | HorasPunta | 130 |
|--------------|-------------|------------|-----|

| Magnitud Leida | Lectura Anterior | Lectura Actual | Diferencia | Demanda | Concepto | Consumo | Precio Unitario | Total |
|----------------------------------|------------------------|-----------------------|------------|--------------|---|-------------|-----------------|-----------------|
| Energía Activa Total (kWh) | 10.179.4634 | 11.356.1380 | 1.176.6746 | 120.609.1465 | Cargo Fijo | | 8.4300 | 8.43 |
| Energía Activa Hora Punta (kWh) | 1.242.6629 | 1.457.2455 | 214.5826 | 21.994.7165 | Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión | | | 15.66 |
| Energía Activa Fuera Punta (kWh) | 8.936.8005 | 9.898.8925 | 962.0920 | 98.614.4300 | Energía Activa HP | 21994.7165 | 0.2074 | 4561.70 |
| Energía Reactiva (kVar) | 7.985.9591 | 8.807.5203 | 821.5612 | 84.210.0230 | Energía Activa FP | 98614.4300 | 0.1667 | 16439.03 |
| Potencia Hora Punta (kW) | 3.0459 | 3.2585 | 3.2585 | 333.9963 | Energía Reactiva | 48027.2791 | 0.0422 | 2026.75 |
| Potencia Fuera Punta (kW) | 3.2555 | 3.1860 | 3.1860 | 326.5650 | Pot. Uso Redes Distrib. HP | 364.2850 | 12.9200 | 4706.56 |
| Factor Calificación : 0.5068 | Fac. Medid. : 100.0000 | Fac. Transf. : 1.0250 | | | Pot. Activa Generación HP | 333.9963 | 45.7100 | 15266.97 |
| | | | | | Alumbrado Público (Alícuota : S/ 0.4845) | | | 1453.80 |
| | | | | | Ajuste Tarifario | 1.0000 | -147.6800 | -147.68 |
| | | | | | SUB TOTAL | | | 44331.22 |
| | | | | | Imp. Gral. a las Ventas | | | 7979.62 |
| | | | | | Saldo por redondeo | 1.0000 | -0.0500 | -0.05 |
| | | | | | Recupero de energía (3/10) | 1.0000 | 2153.8200 | 2153.82 |
| | | | | | Redondeo | | -0.0400 | -0.04 |
| | | | | | Aporte Ley Nro. 28749 | 120609.1465 | 0.0081 | 976.93 |
| | | | | | TOTAL RECIBO DE SETIEMBRE-2017 | | | 55441.50 |
| | | | | | Aporte FOSE (Ley N°27510) S/ 1210.93 | | | |



Recibo N° 630-12616604

Mancos/Yungay

Recibo por Consumo del 01/10/2017 al 31/10/2017

| | | | |
|-----------------|---|------------------|-----------------------------|
| Cliente | Molinos Calcáreos S.R.L. | | |
| R.U.C. | 20530553541 | | |
| Dirección | Ca. Huascarán N° 316 Centro Mancos - Mancos / Yungay / Ancash | | |
| Referencia | FRENTE AL ESTADIO LUCUMAMBU | | |
| Ruta | 5544-1632-570 | | |
| Tarifa | MT3 | Serie Medidor | 000000002797776 - Electrón. |
| Medición | Baja Tension | N° Hilos Medidor | 3 |
| Tensión y SED | 13.2/7.62 kV / E-380299 | Modalidad | Potencia Variable |
| Sist. Eléctrico | SE0123 Caraz-Carhua (ST3) | Inicio Contrato | 23/11/2015 |
| Tipo Suministro | Trifásica-Aérea(C5.2) | Termino Contrato | 22/11/2018 |

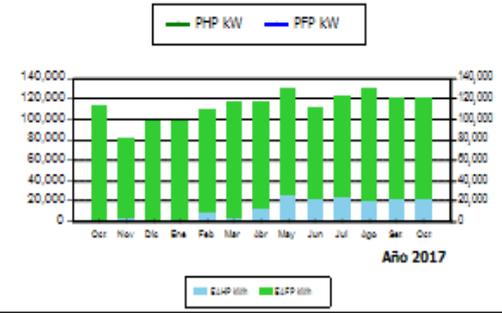
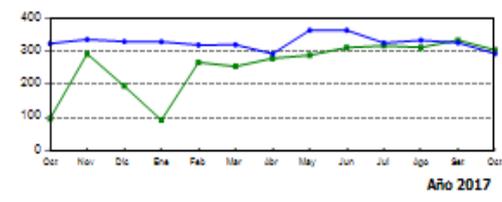
Octubre-2017

CÓDIGO 50417509

| | |
|-------------------------|---------------------|
| Promedio Máxima Demanda | Potencia Contratada |
| 364.2850 | 188.7000 |

| | | | |
|--------------|-------------|------------|-----|
| Calificación | Horas Punta | HorasPunta | 130 |
|--------------|-------------|------------|-----|

| Magnitud Leida | Lectura Anterior | Lectura Actual | Diferencia | Demanda |
|----------------------------------|---------------------|--------------------|------------|--------------|
| Energía Activa Total (kWh) | 11.356.1380 | 12.531.6266 | 1.175.4886 | 120.487.5815 |
| Energía Activa Hora Punta (kWh) | 1.457.2455 | 1.671.4066 | 214.1611 | 21.951.5128 |
| Energía Activa Fuera Punta (kWh) | 9.898.8925 | 10.860.2200 | 961.3275 | 98.536.0688 |
| Energía Reactiva (kVarh) | 8.807.5203 | 9.657.6278 | 850.1075 | 87.136.0188 |
| Potencia Hora Punta (kW) | 3.2585 | 2.9704 | 2.9704 | 304.4660 |
| Potencia Fuera Punta (kW) | 3.1860 | 2.8635 | 2.8635 | 293.5088 |
| Factor Calificación : 0.5548 | Fac.Medic. 100.0000 | Fac.Transf. 1.0250 | | |



| Concepto | Consumo | Precio Unitario | Total |
|---|-------------|-----------------|-----------------|
| Cargo Fijo | | 8.4300 | 8.43 |
| Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión | | | 15.66 |
| Energía Activa HP | 21951.5128 | 0.2074 | 4522.74 |
| Energía Activa FP | 98536.0688 | 0.1667 | 16425.96 |
| Energía Reactiva | 50989.7443 | 0.0422 | 2151.77 |
| Pot. Uso Redes Distrib. HP | 364.2850 | 12.9200 | 4706.56 |
| Pot. Activa Generación HP | 304.4660 | 45.7500 | 13929.32 |
| Alumbrado Público (Alícuota : S/0.4885) | | | 1465.50 |
| SUB TOTAL | | | 43255.94 |
| Imp. Gral. a las Ventas | | | 7786.07 |
| Saldo por redondeo | 1.0000 | 0.0400 | 0.04 |
| Recupero de energía (4/10) | 1.0000 | 2153.8200 | 2153.82 |
| Regularización Trimestral D.S. 020-97-EM | 1.0000 | -8348.3200 | -8348.32 |
| Aporte Ley Nro. 28749 | 120487.5816 | 0.0081 | 975.95 |

TOTAL RECIBO DE OCTUBRE-2017 45823.50
 Aporte FOSE (Ley N°27510) S/ 1175.77

Recibo N° 630-12693254

Mancos/Yungay

Recibo por Consumo del 01/11/2017 al 30/11/2017

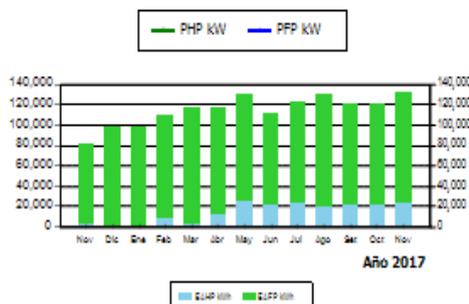
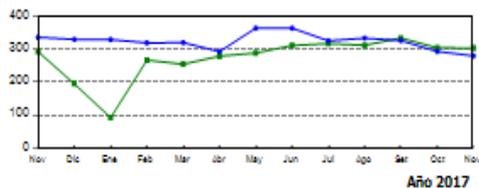
| | | | |
|-----------------|---|------------------|----------------------------|
| Cliente | Molinos Calcáreos S.R.L. | | |
| R.U.C. | 20530553541 | | |
| Dirección | Ca. Huascan N° 316 Centro Mancos - Mancos / Yungay / Ancash | | |
| Referencia | FRENTE AL ESTADIO LUCUMAMBU | | |
| Ruta | 5544-1632-570 | | |
| Tarifa | MT3 | Serie Medidor | 00000002797778 - Electrón. |
| Medición | Baja Tension | N° Hilos Medidor | 3 |
| Tensión y SED | 13.2/7.62 KV / E-380299 | Modalidad | Potencia Variable |
| Sist. Eléctrico | SE0123 Caraz-Carhua (ST3) | Inicio Contrato | 23/11/2015 |
| Tipo Suministro | Trifásica-Aérea(C5.2) | Termino Contrato | 22/11/2018 |

| | |
|-----------------------|-----------------|
| Noviembre-2017 | |
| CÓDIGO | 50417509 |

| | |
|-------------------------|---------------------|
| Promedio Máxima Demanda | Potencia Contratada |
| 349.1407 | 188.7000 |

| | | | |
|--------------|-------------|-------------|-----|
| Calificación | Horas Punta | Horas Punta | 125 |
|--------------|-------------|-------------|-----|

| Magnitud Leida | Lectura Anterior | Lectura Actual | Diferencia | Demanda |
|----------------------------------|---------------------|--------------------|------------|--------------|
| Energía Activa Total (kWh) | 12.531.6266 | 13.823.7200 | 1.292.0934 | 132.439.5735 |
| Energía Activa Hora Punta (kWh) | 1.671.4066 | 1.916.2600 | 244.8534 | 25.097.4735 |
| Energía Activa Fuera Punta (kWh) | 10.860.2200 | 11.907.4600 | 1.047.2400 | 107.342.1000 |
| Energía Reactiva (kVarh) | 9.657.6278 | 10.580.2100 | 922.5822 | 94.564.6755 |
| Potencia Hora Punta (kW) | 2.9704 | 2.9630 | 2.9630 | 303.7075 |
| Potencia Fuera Punta (kW) | 2.8635 | 2.7310 | 2.7310 | 279.9275 |
| Factor Calificación : 0.8811 | Fac.Medid. 100.0000 | Fac.Transf. 1.0250 | | |



| Concepto | Consumo | Precio Unitario | Total |
|---|-------------|-----------------|-----------------|
| Cargo Fijo | | 8.4240 | 8.42 |
| Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión | | | 15.55 |
| Energía Activa HP | 25097.4735 | 0.2114 | 5305.61 |
| Energía Activa FP | 107342.1000 | 0.1705 | 18301.83 |
| Energía Reactiva | 54832.8035 | 0.0419 | 2297.49 |
| Pot. Uso Redes Distrib. HP | 349.1407 | 12.9700 | 4528.35 |
| Pot. Activa Generación HP | 303.7075 | 47.5100 | 14429.14 |
| Alumbrado Público (Alícuota : S/0.4740) | | | 1422.00 |
| SUB TOTAL | | | 46308.39 |
| Imp. Gral. a las Ventas | | | 8335.51 |
| Recupero de energía (5/10) | 1.0000 | 2153.8200 | 2153.82 |
| Redondeo | | 0.0200 | 0.02 |
| Aporte Ley Nro. 28749 | 132439.5735 | 0.0081 | 1072.76 |
| TOTAL RECIBO DE NOVIEMBRE-2017 | | | 57870.50 |
| Aporte FOSE (Ley N°27510) S/ 1434.34 | | | |

Recibo N° 630-12770333

Mancos/Yungay

Recibo por Consumo del 01/12/2017 al 31/12/2017

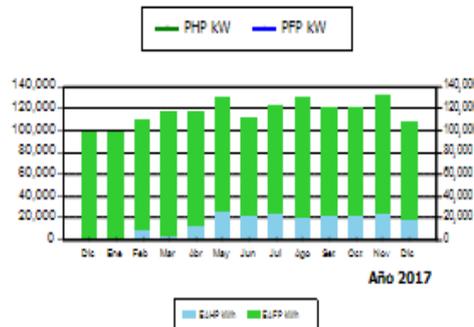
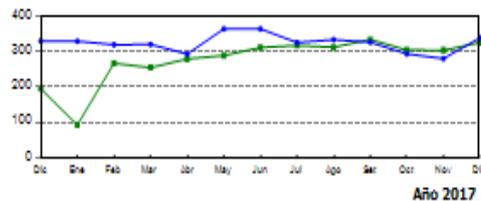
| | | | |
|-----------------|---|------------------|----------------------------|
| Cliente | Molinos Calcáreos S.R.L. | | |
| R.U.C. | 20530553541 | | |
| Dirección | Ca. Huascan N° 316 Centro Mancos - Mancos / Yungay / Ancash | | |
| Referencia | FRENTE AL ESTADIO LUCUMAMBU | | |
| Ruta | 5544-1632-570 | | |
| Tarifa | MT3 | Serie Medidor | 00000002797778 - Electrón. |
| Medición | Baja Tension | N° Hilos Medidor | 3 |
| Tensión y SED | 13.2/7.62 KV / E-360299 | Modalidad | Potencia Variable |
| Sist. Eléctrico | SE0123 Caraz-Carhua (ST3) | Inicio Contrato | 23/11/2015 |
| Tipo Suministro | Trifásica-Aérea(C5.2) | Termino Contrato | 22/11/2018 |

| | |
|-----------------------|-----------------|
| Diciembre-2017 | |
| CÓDIGO | 50417509 |

| | | |
|----------|----------------|---------------------|
| Promedio | Máxima Demanda | Potencia Contratada |
| 336.5332 | | 188.7000 |

| | | | |
|--------------|----------------|-------------|-----|
| Calificación | Fuera de Punta | Horas Punta | 120 |
|--------------|----------------|-------------|-----|

| Magnitud Leída | Lectura Anterior | Lectura Actual | Diferencia | Demanda | |
|----------------------------------|------------------|----------------|------------|----------------|--------|
| Energía Activa Total (kWh) | 13.823.7200 | 14.877.4000 | 1.053.6800 | 108.002.2000 | |
| Energía Activa Hora Punta (kWh) | 1.916.2600 | 2.100.4400 | 184.1800 | 18.878.4500 | |
| Energía Activa Fuera Punta (kWh) | 11.907.4600 | 12.776.9600 | 869.5000 | 89.123.7500 | |
| Energía Reactiva (kVarh) | 10.580.2100 | 11.351.3600 | 771.1500 | 79.042.8750 | |
| Potencia Hora Punta (kW) | 2.9630 | 3.1740 | 3.1740 | 325.3350 | |
| Potencia Fuera Punta (kW) | 2.7310 | 3.3080 | 3.3080 | 339.0700 | |
| Fac. Calificación : | 0.4840 | Fac. Medid. : | 100.0000 | Fac. Transf. : | 1.0250 |



| Concepto | Consumo | Precio Unitario | Total |
|---|-------------|-----------------|----------|
| Cargo Fijo | | 8.4200 | 8.42 |
| Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión | | | 15.54 |
| Energía Activa HP | 18878.4500 | 0.2117 | 3996.57 |
| Energía Activa FP | 89123.7500 | 0.1708 | 15222.34 |
| Energía Reactiva | 46642.2150 | 0.0418 | 1949.64 |
| Pot. Uso Redes Distrito FP | 336.5332 | 12.8700 | 4331.18 |
| Pot. Activa Generación FP | 339.0700 | 30.9200 | 10484.04 |
| Alumbrado Público (Alícuota : S/ 0.4914) | | | 1474.20 |
| SUB TOTAL | | | 37481.93 |
| Imp. Gral. a las Ventas | | | 6746.75 |
| Saldo por redondeo | 1.0000 | -0.0200 | -0.02 |
| Recupero de energía (6/10) | 1.0000 | 2153.8200 | 2153.82 |
| Aporte Ley Nro. 28749 | 108002.2000 | 0.0081 | 874.82 |

TOTAL RECIBO DE DICIEMBRE-2017 **47257.30**
 Aporte FOSE (Ley N°27510) S/ 1149.73

Recibo N° 630-12847595

Mancos/Yungay

Recibo por Consumo del 01/01/2018 al 31/01/2018

| | | | |
|-----------------|---|------------------|----------------------------|
| Cliente | Molinos Calcáreos S.R.L. | | |
| R.U.C. | 20530553541 | | |
| Dirección | Ca. Huascarán N° 316 Centro Mancos - Mancos / Yungay / Ancash | | |
| Referencia | FRENTE AL ESTADIO LUCUMAMBU | | |
| Ruta | 5544-1632-570 | | |
| Tarifa | MT3 | Serie Medidor | 00000002797776 - Electrón. |
| Medición | Baja Tension | N° Hilos Medidor | 3 |
| Tensión y SED | 13.2/7.62 kV / E-380299 | Modalidad | Potencia Variable |
| Sist. Eléctrico | SE0123 Caraz-Carhua (ST3) | Inicio Contrato | 23/11/2015 |
| Tipo Suministro | Trifásica-Aérea(C5.2) | Termino Contrato | 22/11/2018 |

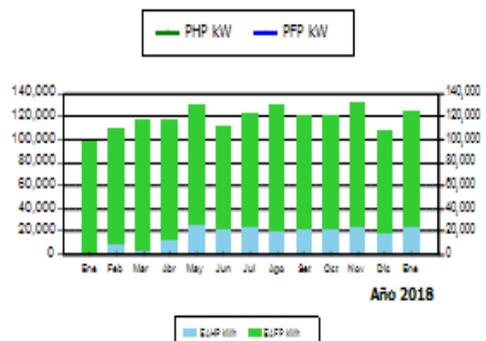
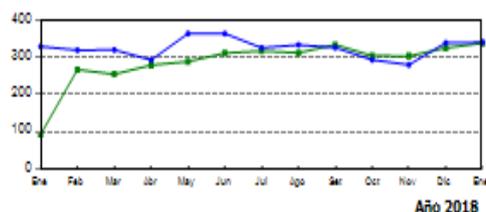
Enero-2018

CÓDIGO 50417509

| | |
|-------------------------|---------------------|
| Promedio Máxima Demanda | Potencia Contratada |
| 339.9413 | 186.7000 |

| | | | |
|--------------|-------------|------------|-----|
| Calificación | Horas Punta | HorasPunta | 130 |
|--------------|-------------|------------|-----|

| Magnitud Leida | Lectura Anterior | Lectura Actual | Diferencia | Demanda |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|------------|--------------|
| Energía Activa Total (kWh) | 14,877.4000 | 16,087.5600 | 1,210.1600 | 124,041.4000 |
| Energía Activa Hora Punta (kWh) | 2,100.4400 | 2,336.8500 | 236.4100 | 24,232.0250 |
| Energía Activa Fuera Punta (kWh) | 12,776.9600 | 13,750.7100 | 973.7500 | 99,809.3750 |
| Energía Reactiva (kVarh) | 11,351.3600 | 12,253.2700 | 901.9100 | 92,445.7750 |
| Potencia Hora Punta (kW) | 3.1740 | 3.3020 | 3.3020 | 338.4550 |
| Potencia Fuera Punta (kW) | 3.3080 | 3.3250 | 3.3250 | 340.8125 |
| Factor Calificación : 0.5489 | Fac. Medc. 100.0000 | Fac. Transf. 1.0250 | | |



| Concepto | Consumo | Precio Unitario | Total |
|---|-------------|-----------------|-----------------|
| Cargo Fijo | | 8.4200 | 8.42 |
| Dev CASE-Ley 30543-T1 | 1.0000 | -1892.5000 | -1892.50 |
| Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión | | | 15.54 |
| Energía Activa HP | 24232.0250 | 0.2117 | 5129.92 |
| Energía Activa FP | 99809.3750 | 0.1708 | 17047.44 |
| Energía Reactiva | 55233.3550 | 0.0418 | 2308.75 |
| Pot. Uso Redes Distrib. HP | 339.9413 | 12.9700 | 4409.04 |
| Pot. Activa Generación HP | 340.8125 | 51.3400 | 17497.31 |
| Alumbrado Público (Alcota : S/0.5128) | | | 1538.40 |
| Ajuste Tarifario | 1.0000 | 728.7400 | 728.74 |
| SUB TOTAL | | | 46791.06 |
| Imp. Gral. a las Ventas | | | 8422.39 |
| Dev. CASE-Ley N° 30543 | 1.0000 | -6080.5200 | -6080.52 |
| Recupero de energía (7/10) | 1.0000 | 2153.8200 | 2153.82 |
| Redondeo | | 0.0300 | 0.03 |
| D.S. 020-97-EM | 1.0000 | -25730.6200 | -25730.62 |
| Aporte Ley Nro. 28749 | 124041.4000 | 0.0083 | 1029.54 |
| TOTAL RECIBO DE ENERO-2018 | | | 26585.70 |
| Aporte FOSE (Ley N°27510) S/ 1484.11 | | | |

Recibo N° 630-12925081

Mancos/Yungay

Recibo por Consumo del 01/02/2018 al 28/02/2018

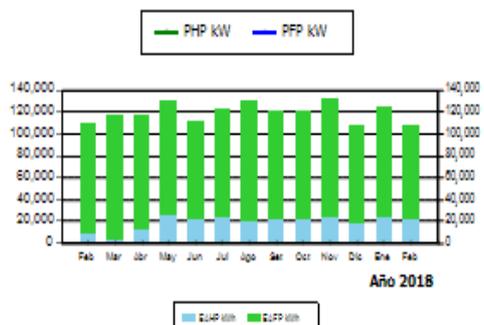
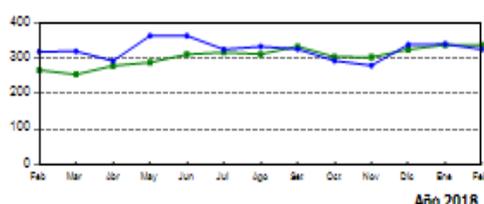
| | | | |
|-----------------|---|------------------|-----------------------------|
| Cliente | Molinos Calcáreos S.R.L. | | |
| R.U.C. | 20530553541 | | |
| Dirección | Ca. Huascarán N° 316 Centro Mancos - Mancos / Yungay / Ancash | | |
| Referencia | FRENTE AL ESTADIO LUCUMAMBU | | |
| Ruta | 5544-1632-570 | | |
| Tarifa | MT3 | Serie Medidor | 000000002797776 - Electrón. |
| Medición | Baja Tension | N° Hilos Medidor | 3 |
| Tensión y SED | 13.27.62 kV / E-380299 | Modalidad | Potencia Variable |
| Sist. Eléctrico | SE0123 Caraz-Carhua (ST3) | Inicio Contrato | 23/11/2015 |
| Tipo Suministro | Trifásica-Aérea(C5.2) | Termino Contrato | 22/11/2018 |

Febrero-2018

CÓDIGO 50417509

| | | | |
|-------------------------|---------------------|------------|-----|
| Promedio Máxima Demanda | Potencia Contratada | | |
| 339.9413 | 188.7000 | | |
| Calificación | Horas Punta | HorasPunta | 120 |

| Magnitud Leida | Lectura Anterior | Lectura Actual | Diferencia | Demanda |
|----------------------------------|----------------------|---------------------|------------|--------------|
| Energía Activa Total (kWh) | 16,087.5600 | 17,141.6700 | 1,054.1100 | 108,046.2750 |
| Energía Activa Hora Punta (kWh) | 2,336.8500 | 2,559.0800 | 222.2300 | 22,778.5750 |
| Energía Activa Fuera Punta (kWh) | 13,750.7100 | 14,582.5900 | 831.8800 | 85,267.7000 |
| Energía Reactiva (kVarh) | 12,253.2700 | 13,035.7000 | 782.4300 | 80,199.0750 |
| Potencia Hora Punta (kW) | 3.3020 | 3.3000 | 3.3000 | 338.2500 |
| Potencia Fuera Punta (kW) | 3.3250 | 3.1780 | 3.1780 | 325.7450 |
| Fac. Calificación : 0.5612 | Fac. Medid. 100.0000 | Fac. Transf. 1.0250 | | |



| Concepto | Consumo | Precio Unitario | Total |
|---|-------------|-----------------|-----------------|
| Cargo Fijo | | 8.4736 | 8.47 |
| Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión | | | 15.54 |
| Energía Activa HP | 22778.5750 | 0.2234 | 5088.73 |
| Energía Activa FP | 85267.7000 | 0.1821 | 15527.25 |
| Energía Reactiva | 47785.1925 | 0.0421 | 2011.76 |
| Pot. Uso Redes Distrito HP | 339.9413 | 13.0500 | 4436.23 |
| Pot. Activa Generación HP | 338.2500 | 52.4000 | 17724.30 |
| Alumbrado Público (Alcota : S/0.5436) | | | 1630.80 |
| SUB TOTAL | | | 46443.08 |
| Imp. Gbl. a las Ventas | | | 8359.75 |
| Saldo por redondeo | 1.0000 | -0.0300 | -0.03 |
| Recupero de energía (8/10) | 1.0000 | 2153.8200 | 2153.82 |
| Redondeo | | -0.0400 | -0.04 |
| Aporte Ley Nro. 28749 | 108046.2750 | 0.0083 | 896.78 |
| Compensación Interrupción distribución | 1.0000 | -3738.2648 | -3738.26 |
| TOTAL RECIBO DE FEBRERO-2018 | | | 54115.10 |
| Aporte FOSE (Ley N°27510) S/ 1692.77 | | | |

Recibo N° 630-13002737

Mancos/Yungay

Recibo por Consumo del 01/03/2018 al 31/03/2018

| | | | |
|-----------------|---|------------------|----------------------------|
| Cliente | Molinos Calcáreos S.R.L. | | |
| R.U.C. | 20530553541 | | |
| Dirección | Ca. Huascarán N° 316 Centro Mancos - Mancos / Yungay / Ancash | | |
| Referencia | FRENTE AL ESTADIO LUCUMAMBU | | |
| Ruta | 5544-1632-570 | | |
| Tarifa | MT3 | Serie Medidor | 00000002797776 - Electrón. |
| Medición | Baja Tension | N° Hilos Medidor | 3 |
| Tensión y SED | 13.27.62 KV / E-360299 | Modalidad | Potencia Variable |
| Sist. Eléctrico | SE0123 Caraz-Carhua (ST3) | Inicio Contrato | 23/11/2015 |
| Tipo Suministro | Trifásica-Aérea(C5.2) | Termino Contrato | 22/11/2018 |

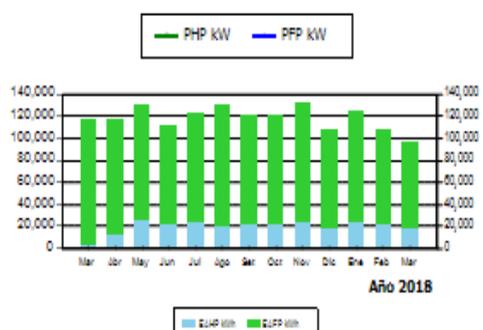
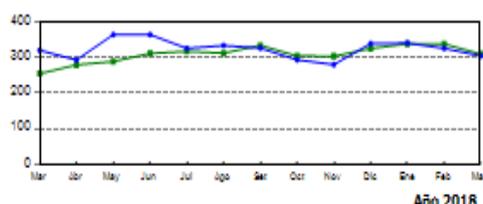
Marzo-2018

CÓDIGO 50417509

| | |
|-------------------------|---------------------|
| Promedio Máxima Demanda | Potencia Contratada |
| 339.9413 | 186.7000 |

| | | | |
|--------------|----------------|-------------|-----|
| Calificación | Fuera de Punta | Horas Punta | 125 |
|--------------|----------------|-------------|-----|

| Magnitud Leida | Lectura Anterior | Lectura Actual | Diferencia | Demanda |
|----------------------------------|----------------------|---------------------|------------|-------------|
| Energía Activa Total (kWh) | 17,141.6700 | 18,082.2480 | 940.5780 | 96,409.2450 |
| Energía Activa Hora Punta (kWh) | 2,559.0800 | 2,741.5586 | 182.4786 | 18,704.0565 |
| Energía Activa Fuera Punta (kWh) | 14,582.5900 | 15,340.6894 | 758.0994 | 77,705.1885 |
| Energía Reactiva (kVarh) | 13,035.7000 | 13,721.7621 | 686.0621 | 70,321.3653 |
| Potencia Hora Punta (kW) | 3.3000 | 3.0196 | 3.0196 | 309.5090 |
| Potencia Fuera Punta (kW) | 3.1780 | 2.9721 | 2.9721 | 304.6403 |
| Fac. Calificación : 0.4835 | Fac. Medid. 100.0000 | Fac. Transf. 1.0250 | | |



| Concepto | Consumo | Precio Unitario | Total |
|---|------------|-----------------|-----------------|
| Cargo Fijo | | 8.5161 | 8.52 |
| Cargo por Reposición y Mantenimiento de la Conexión | | | 15.60 |
| Energía Activa HP | 18704.0565 | 0.2251 | 4210.28 |
| Energía Activa FP | 77705.1885 | 0.1838 | 14282.21 |
| Energía Reactiva | 41398.5918 | 0.0422 | 1747.02 |
| Pot. Uso Redes Distrib. FP | 339.9413 | 13.0800 | 4446.43 |
| Pot. Activa Generación FP | 309.5090 | 32.7600 | 10139.51 |
| Alumbrado Público (Alícuota : S/0.4427) | | | 885.40 |
| SUB TOTAL | | | 35734.97 |
| Imp. Gra. a las Ventas | | | 6432.29 |
| Saldo por redondeo | 1.0000 | 0.0400 | 0.04 |
| Recupero de energía (9/10) | 1.0000 | 2153.8200 | 2153.82 |
| Redondeo | | -0.0200 | -0.02 |
| Aporte Ley Nro. 28749 | 96409.2450 | 0.0083 | 800.20 |
| TOTAL RECIBO DE MARZO-2018 | | | 45121.30 |
| Aporte FOSE (Ley N°27510) S/ 1340.95 | | | |

Instrumento de evaluación nr. 1

| Instrumentos de evaluación nr.1: Proceso de Molienda | | | | | |
|--|--|---------|-------|-------|---------------|
| Proceso: | Distribución de energía trifásica | | | | |
| Empresa: | Molinos Calcáreos SAC | | | | |
| Responsable: | Altamirano López, Walter | | | | |
| Ítem | Variable: Factor de potencia, $\cos\phi$ | UM - | Valor | Fecha | Observaciones |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |
| 11 | | | | | |
| 12 | | | | | |
| 13 | | | | | |
| 14 | | | | | |
| 15 | | | | | |
| 16 | | | | | |
| 17 | | | | | |
| 18 | | | | | |
| 19 | | | | | |
| 20 | | | | | |
| 21 | | | | | |
| 22 | | | | | |
| 23 | | | | | |
| 24 | | | | | |
| Parámetros estadísticos descriptivos | | | | | |
| Media aritmética | | | | | |
| Mediana | | | | | |
| Moda | | | | | |
| Rango | | | | | |
| Varianza | | | | | |
| Variación Pearson | | | | | |
| Desviación estándar | | | | | |

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN NR.2

HOJA DE ENCUESTA

APELLIDOS Y NOMBRES:

FECHA:

Escuela de Mecánica eléctrica, facultad de Ingeniería

1; Considera que la Planta industrial de Molinos calcáreos hace buen uso de la energía eléctrica?

a) Sí b) No

Explicar la razón

2. Considera que al reducir el consumo de energía eléctrica contribuye a aumentar la seguridad operacional, ¿ser más amigable con el medio ambiente y a obtener beneficios económicos para Molinos Calcáreos?

a) Sí b) No

Explicar la razón

3. Considera que es importante implementar planes de gestión eléctrica en Planta Molinos calcáreos?

a) Sí, b) No

4. Conoce áreas o equipos críticos en los cuales sea necesario mejorar el sistema eléctrico en Planta Molinos Calcáreos?

Sí No

5) ¿Ha recibido capacitación en eficiencia energética, seguridad eléctrica?

Sí No

6) Considera que se hace un buen mantenimiento preventivo a los componentes del sistema eléctrico de Planta Molinos calcáreos?

Sí No

7) Considera que la iluminación es la adecuada en Planta Molinos Calcáreos?

Sí No

Matriz de consistencia

| ANEXO: MATRIZ DE CONSISTENCIA | | | | |
|--|---|--|--|---|
| AUTOR: ALTAMIRANO LÓPEZ, WILLIAM ORLANDO | | | FECHA: 27 / 04 /2018 | |
| ASESOR: ELMER BOLAÑOS GRAU | | | | |
| TÍTULO: SISTEMA DE GESTIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA EN BASE A LAS NORMAS ELECTRICAS PERUANAS EN LA EMPRESA MOLINOS CALCAREOS SAC, YUNGAY, ANCASH | | | | |
| PROBLEMAS | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | METODOLOGÍA |
| 1. Problema General: ¿Cómo mejorar la eficiencia energética eléctrica en la empresa Molinos Calcáreos S.A.C.? | 1. Objetivo General: Elaborar un sistema de gestión de energía eléctrica, basado en las normas eléctricas peruanas , para mejorar la eficiencia energética eléctrica en la empresa Molinos Calcáreos S.A.C. | 1. Hipótesis General: La implementación de un sistema de gestión de energía eléctrica, permite mejorar la eficiencia energética eléctrica en la empresa Molinos Calcáreos S.A.C. | V. Independiente Sistema de gestión de energía eléctrica | 1. Tipo de Investigación: Es investigación del tipo aplicada, pues hace uso las tecnicas y procedimientos de la ingeniería mecánica eléctrica para analizar y plantear soluciones a un problema industrial, como lo es la falta de un sistema de gestión de energía eléctrica en una planta industrial. 2. Nivel de Investigación Por el alcance de la investigación es descriptiva porque caracteriza un sistema de gestión. 3. Método: Se empleará el método deductivo porque se particularizará el estudio a una planta industrial determinada, utilizando modelos generales de sistemas de gestión. 4. Diseño de la Investigación: El diseño de investigación es no experimental porque no se manipulará ninguna de las variables; transversal porque el estudio se realizará por única vez en un determinado momento. 5. Marco Muestral: Planta Molinos Calcáreos. 6. Población: Equipos electromecánicos de la Planta de Molinos Calcáreos. 6. Muestra: Equipos electromecánicos de la Planta de Molinos Calcáreos. 7. Técnicas: Observación del uso de energía eléctrica en la planta. Entrevista a personal de operaciones y mantenimiento. Entrevista a personal ejecutivo. 8. Instrumentos: Ficha de registros Cuestionario 9. Indicadores: Consumo eléctrico total (Kw-h) Consumo eléctrico/equipo (Kw-h) Consumo eléctrico/producción total (Kw-h/TM) Consumo eléctrico/producto (Kw-h/TM) |
| 2. Problemas Especificos: | 2. Objetivos Especificos a)Determinar los indicadores de eficiencia energética eléctrica. b)Determinar la eficiencia energética eléctrica actual, mediante una auditoria energética. c)Determinar el grado de criticidad de los equipos. d)Identificar las mejoras operativas y técnicas a realizar. e)Determinar la factibilidad económica de las mejoras. | 2. Hipótesis Especificas (opcional): | V. Dependiente: Eficiencia energética eléctrica | |