

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
ESCUELA DE POSGRADO
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



TESIS DE MAESTRIA

**“EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS
COMO FACTOR DE RENTABILIDAD EN CENTRALES
HIDROELÉCTRICAS – CASO C.H. HUINCO - PERÚ”**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE MAESTRO
EN INGENIERÍA ELÉCTRICA CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE
SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

AUTOR: BACH. NIKO ALAIN ALARCON CUEVA

**Callao-2017
PERU**



DEDICATORIA

Quiero dedicarle este paso en mi vida Profesional, primero a Dios a quien le debo todo en esta vida, a mi madre Maria, quien siempre me enseñó a ser perseverante y a luchar hasta conseguir lo que anhelo, a mi hija Lía quien es la personita más bella y el motor de mi vida y en especial a mi compañera de muchos años Viviana, quien es mi complemento y la paz que necesitaba en mi Vida. Por último y no por eso menos importante agradecerles a mis amigos y estudiantes que son parte de esta historia llamada vida que juntos la estamos escribiendo.

AGRADECIMIENTOS

Al finalizar el presente Trabajo tan arduo y lleno de dificultades como es el desarrollo de mi Tesis para obtener el grado Académico de Maestro en Ingeniería Eléctrica, con mención en gestión de sistemas de energía eléctrica

debo reconocer que nada de esto hubiese sido posible sin la participación de personas e Instituciones (UNAC,EDEGEL, ENEL GENENERACION) que me han facilitado la información para que este trabajo llegue a un buen término, es por ello que es un verdadero placer utilizar este espacio para expresarles mis agradecimientos y reconocimiento.

Es importante agradecer a todas las personas que de alguna manera u otra me ha apoyado durante la elaboración y el desarrollo de este proyecto de Tesis de maestría.

Primero agradezco a Dios por estar siempre presente guiando mi camino y darme sabiduría en las etapas más difíciles de mi vida que hoy me permiten fortalecerme para seguir en el cumplimiento de mis metas trazadas;

A mi madre por su incondicional apoyo y comprensión, por sus enseñanzas de lo que es la vida, transmitida día a día, y por siempre inculcarme el valor de seguir estudiando y perfeccionándome, motivo por el cual hoy le dedico este trabajo de Tesis.

A mi asesor Dr. Santiago Linder Rubiños Jimenez, por su valioso apoyo y pertinentes y muy valiosos aportes y a todos los catedráticos que formaron parte de mi proceso de formación en mis estudios de Maestría.

Un agradecimiento especial a mis maestros y amigos que me han brindado siempre su sabiduría y apoyo, pero sobre todo su amistad. Gracias Juan Grados, Luis Taype, Pablo Lamas, Virginia Huerta, por su confianza y apoyo brindado.

Finalmente quiero agradecer a mis alumnos y personal administrativo de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, por el apoyo concedido para poder hacer mi estancia en mis Estudios de Maestría muy agradable.

Gracias a todos y cada uno de ustedes

Niko Alain Alarcón Cueva
Bellavista, Enero, del 2017

INDICE

CARATULA	
HOJA DE RESPETO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
INDICE.....	4
CUADRO DE CONTENIDO.....	6
INDICE DE CUADROS.....	9
RESUMEN.....	13
ABSTRACT.....	15
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.1 Determinación del problema.....	17
1.2 Formulación del problema.....	17
1.3 Objetivos de la investigación.....	18
1.4 Justificación.....	19
II. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1 Antecedentes del estudio.....	22
2.2 Base teórica.....	23
2.2.1 Descripción inicial de la central hidroeléctrica Huinco, instalación donde se aplicara el plan de eficiencia energética.....	23
2.2.2 Eficiencia energética.....	43
2.3 Descripción general de las instalaciones.....	46
2.3.1 Generalidades.....	46
2.3.2 Ubicación.....	47
2.3.3 Identificación de las instalaciones.....	47
2.3.4 Principales áreas y equipos consumidores de energía eléctrica.....	51
2.3.5 Régimen de trabajo.....	52
2.4 Descripción general de las instalaciones eléctricas.....	52
2.4.1 Suministro y distribución de energía eléctrica.....	52
2.4.2 Distribución de la energía eléctrica.....	55
2.4.3 Suministro de emergencia.....	57
2.5 Evaluación energética de la instalaciones.....	58
2.5.1 Análisis energético de los consumos históricos de energía eléctrica.....	58
2.5.2 Análisis energético de las instalaciones en las actuales condiciones de operación.....	63
2.6 Calidad de energía eléctrica en las instalaciones.....	96
2.6.1 Introducción.....	96

2.6.2 Equipos utilizados y mediciones realizadas.....	97
2.6.3 Calidad del producto según la NTCSE.....	100
2.6.4 Resultado de las mediciones de calidad de energía.....	104
2.7 Definición de términos.....	127
III. VARIABLES E HIPÓTESIS.....	129
3.1 Definición de las variables.....	129
3.2 Operacionalización de variables.....	129
3.3 Hipótesis general e hipótesis específicas.....	130
IV. METODOLOGÍA.....	132
4.1 Tipo de investigación.....	132
4.2 Diseño de la investigación.....	133
4.3 Población y muestra.....	134
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	136
4.5 Procedimiento de recolección de datos.....	138
V. RESULTADOS.....	140
5.1 Mejora por cambio de opción tarifaria.....	140
5.2 Compensación de energía reactiva.....	142
5.3 Ahorro por pérdidas en distribución.....	146
5.4 Mejoras en el sistema de iluminación.....	147
5.4.1 Reemplazo de lámparas actualmente instaladas por lámparas de mayor rendimiento.....	148
5.5 Mejoras en el Sistema de Climatización y Agua de Refrigeración.....	156
5.6 Mejoras en el sistema de Agua de Refrigeración (SAR).....	162
5.6.1 Derivación de agua desde la tubería forzada para el tanque elevado de agua refrigeración.....	162
5.6.2 Sustitución del sistema motor – bomba actual por otra de mayor eficiencia.....	168
5.6.3 Sustitución de los motores eléctricos antiguos del SAR por motores de alta eficiencia.....	170
5.6.4 Sustitución de la bomba + motor eléctrico actual del SAR por uno de mayor eficiencia....	172
VI. DISCUSIÓN Y RESULTADOS.....	176
6.1 Contrastación de la hipótesis con los resultados.....	176
6.1.1 Contrastación de la hipótesis 1:.....	177
6.1.2 Contrastación de la hipótesis 2:.....	188
6.1.3 Contrastación de la hipótesis 3:.....	189
VII. CONCLUSIONES.....	191
VII. RECOMENDACIONES.....	194
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	198
ANEXOS.....	200

CUADROS DE CONTENIDO

Pág.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema general de la central hidroeléctrica Huinco, Adaptado de la base de datos de la empresa, elaborado por Edegel S.A.A., (2010).	24
Figura 2. Ingreso a la Caverna Central Huinco, Adaptado de la base de datos de la empresa, elaborado por EDEGEL S.A.A., (2006).	25
Figura 3. Embalse Sheque, Adaptado de la base de datos de la empresa, elaborado por EDEGEL S.A.A., (2006)	26
Figura 4. Cámara de Válvula Mariposa, Adaptado de la base de datos de la empresa, elaborado por EDEGEL S.A.A., (2006)	28
Figura 5. Galería de Conducción, Válvula Mariposa en Ventana 6 y Tubería Forzada, Adaptado de la base de datos de la empresa, elaborado por EDEGEL S.A.A., (2006).....	31
Figura 6. Sala de Máquinas de la Central Huinco en caverna, Adaptado de la base de datos de la empresa, elaborado por EDEGEL S.A.A., (2006)	32
Figura 7. Tubería de Distribución y Sala de Máquinas en Caverna, Adaptado de la base de datos de la empresa, elaborado por EDEGEL S.A.A., (2006).....	34
Figura 8. Esquema de Distribución de las cuatro Unidades Generadoras en Caverna, Adaptado de la base de datos de la empresa, elaborado por EDEGEL S.A.A., (2006).	36
Figura 9. Central Huinco en Caverna, Adaptado de la empresa EDEGEL S.A.A	36
Figura 10. Esquema del Patio de Llaves de la Central Huinco con la Salida de dos Líneas en 220 KV, adaptado de la empresa EDEGEL S.A.A.....	40
Figura 11A. Diagrama Unifilar Eléctrico Barra 10 KV, Presa Huinco, Barra EOB 220 V, Casa de Aparatos, Central Huinco, adaptado de la empresa EDEGEL S.A.A.....	41
Figura 11B. Diagrama Unifilar Eléctrico Barra EOA 220 V, Caverna de la Central Huinco, adaptado de la empresa EDEGEL S.A.A.....	41
Figura 11C. Diagrama Unifilar Eléctrico 10 KV, 220 V, 12.5 KV, 220 KV, Central Huinco, adaptado de la empresa EDEGEL .S.A.A.....	42
Figura 12 . Diagrama Unifilar Eléctrico de las instalaciones principales de la central hidroeléctrica Huinco, Adaptado de la base de datos de la empresa, elaborado por EDEGEL S.A.A., (2010).	57
Figura 13. Diagrama de Carga Suministro en Media Tensión 10 kV- LUZ DEL SUR S.A.A. (2010).	66

Figura 14. Diagrama de Carga Totalizador T6 transformador 1.0 MVA, Sala de Distribución Caverna 12.5/0.234kV, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	67
Figura 15. Diagrama de Carga Totalizador E1 transformador 1.0 MVA, 12.610. 234kV, Sala de Distribución Caverna, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	69
Figura 16. Diagrama de Carga Totalizador E4 transformador 1.0 MVA, 12.5/0.234kV , Sala de Distribución Caverna, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	71
Figura 17. Diagrama de Carga, Compresor N° 1: Tablero General de Distribución Casa de Paratos, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	73
Figura 18. Diagrama de Carga, Totalizador caja de Distribución CD5, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	74
Figura 19. Diagrama de Carga, Totalizador Tablero represa, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	76
Figura 20. Incidencia de la distribución de potencia por equipos consumidores Zona Caverna, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	78
Figura 21. Incidencia de la distribución de potencia zona casa aparatos, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	79
Figura 22. Balance de energía eléctrica e incidencia de la distribución de la energía por equipos consumidores Zona Caverna, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	82
Figura 23. Incidencia de la distribución de potencia zona Casa Aparatos, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	83
Figura 24. Variación de la tensión durante el período de medición, Barbablanca, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	104
Figura 25. variación del Índice de Severidad por Flicker durante el período de medición, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	105
Figura 26. factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv), Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	107
Figura 27. Variación de la tensión durante el período de medición, transformador TG, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	108
Figura 28. Factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv), transformador TG, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	109
Figura 29. Variación de la tensión durante el período de medición, transformador E4, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	110

Figura 30. Factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv), transformador E4, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	111
Figura 31. Variación de la tensión durante el período de medición, transformador E1, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	112
Figura 32. Variación del Índice de Severidad por Flicker durante el período de medición. Transformador E1, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	114
Figura 33. factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv). Transformador E1, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	115
Figura 34. variación de la tensión durante el período de medición. Tablero represa. Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	116
Figura 35. Factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv). Tablero represa. Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	117
Figura 36. Variación de la tensión durante el período de medición. Totalizador Panel de Red de Emergencia desde los Convertidores de 220V. Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	118
Figura 37. Índice de Severidad por Flicker durante el período de medición. Totalizador Panel de Red de Emergencia desde los Convertidores de 220V. Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	119
Figura 38. factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv). Totalizador Panel de Red de Emergencia desde los Convertidores de 220V. Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	120
Figura 39. Variación de la tensión durante el período de medición. Totalizador Panel de Distribución de 220V. Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	121
Figura 40. Variación del Índice de Severidad por Flicker durante el período de medición. Totalizador Panel de Distribución de 220V. Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	122
Figura 41. Factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv). Totalizador Panel de Distribución de 220V. Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	124
Figura 42. Estructura de consumo de agua y las alturas de bombeo del sistema SAR. Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).	174

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características del Embalse Sheque.....	26
Cuadro 2. Características de la Galería de Conducción.....	27
Cuadro 3. Características de la Chimenea de equilibrio.....	28
Cuadro 4. Características de la Cámara de Válvula Mariposa.....	29
Cuadro 5. Características de la Tubería Forzada o a presión.....	30
Cuadro 6. Salto Hidráulico.....	31
Cuadro 7. Potencia Instalada y Potencia Efectiva de las Unidades Generadoras.....	33
Cuadro 8. Características de la Turbina de cada unidad generadora.....	35
Cuadro 9. Características de los Cojinetes de cada Unidad Generadora.....	37
Cuadro 10. Características del Generador.....	37
Cuadro 11. Características del Sistema de Excitación de la Unidad Generadora.....	38
Cuadro 12. Características del Transformador de Potencia.....	38
Cuadro 13. Características de la Línea de 220 KV.....	40
Cuadro 14. Características del Grupo Diesel.....	42
Cuadro 15. Precios unitarios LUZ DEL SUR – DICIEMBRE 2010.....	53
Cuadro 16. Precios unitarios LUZ DEL SUR – DICIEMBRE / 2010.....	54
Cuadro 17. Relación de Tableros Eléctricos de Iluminación y Fuerza Sala de distribución caverna y casa Paratos.....	55
Cuadro 18. Consumo de energía eléctrica y máxima demanda datos de facturación Eléctrica.....	59
Cuadro 19. Consumo de energía eléctrica máxima demanda suministro 287053.....	61

Cuadro 20. Costo medio de la energía eléctrica.....	62
Cuadro 21. Incidencia de la distribución de potencia por equipos consumidores Zona caverna.	77
Cuadro 22. Incidencia de la distribución de la potencia por equipos consumidores Zona Casa Paratos.	79
Cuadro 23. Incidencia de la distribución de la potencia por zonas.....	80
Cuadro 24. Balance de energía eléctrica e incidencia de la distribución de la energía por equipos consumidores Zona Caverna.	81
Cuadro 25. Incidencia de la distribución de la potencia por equipos consumidores zona Casa Paratos.	83
Cuadro 26. Incidencia de la distribución de la potencia por equipos consumidores zona Caverna y zona Casa Paratos.	84
Cuadro 27. Incidencia de la distribución de la potencia por equipos consumidores zona Tablero represa.....	85
Cuadro 28. Perdidas en Transformadores Trifásicos.....	86
Cuadro 29. Pérdida eléctricas en transformadores.....	86
Cuadro 30. Pérdidas Eléctricas en Transformadores.	88
Cuadro 31. Armónicas en la 2° y la 40°.....	101
Cuadro 32. Máximos y mínimos de los indicadores de calidad. Barbablanca.....	105
Cuadro 33. Niveles de flicker durante el período total de medición. Barbablanca.....	106
Cuadro 34. Factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv). Barbablanca.....	107
Cuadro 35. Máximos y mínimos de los indicadores de calidad. Transformador TG.	109
Cuadro 36. Factor distorsión total armónicas de tensión (THDv). Transformador TG.....	110

Cuadro 37. Máximos y mínimos de los indicadores de calidad. Transformador E4.	111
Cuadro 38. Factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv) Transformador E4.	112
Cuadro 39. Máximos y mínimos de los indicadores de calidad Transformador T1.	113
Cuadro 40. Niveles de Flicker Transformador T1.	114
Cuadro 41. Factor distorsión total de armónicas de tensión (THDv). Transformador T1.	115
Cuadro 42. Máximos y mínimos de los indicadores de calidad. Tablero de represa.	116
Cuadro 43. Factor de distorsión total armónicas tensión (THDv). Tablero de represa.	118
Cuadro 44. Máximos y mínimos de los indicadores de calidad. Totalizador Panel de Red de Emergencia desde los Convertidores de 220V.	119
Cuadro 45. Niveles de flicker durante el periodo total de medición. Totalizador Panel de Red de Emergencia desde los Convertidores de 220V.	120
Cuadro 46. Factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv). Totalizador Panel de Red de Emergencia desde los Convertidores de 220V.	121
Cuadro 47. Máximos y mínimos de los indicadores de calidad. Totalizador Panel de Distribución de 220V.	122
Cuadro 48. Niveles de flicker durante el período total de medición. Totalizador Panel de Distribución de 220V.	123
Cuadro 49. Factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv). Totalizador Panel de Distribución de 220V.	124
Cuadro 50. Ahorro económico por cambio opción tarifaria MT3.	141
Cuadro 51. Tipos y características principales de equipos de iluminación	149

Cuadro 52. Consumo Total de Energía Instalada por Iluminación y la Proyección con Detectores de Proximidad Instalados.....	153
Cuadro 53. Consumo Total de Energía Proyectada por reemplazo de Iluminación con Lámparas LED e instalación de Detectores de Proximidad en los diferentes ambientes de la Central Hidroeléctrica Huinco.	154
Cuadro 54. Reducción de caudal de bombeos.	159
Cuadro 55. Calculo de la Altura Neta y Potencia efectiva.....	167
Cuadro 56. Datos del motor a reemplazar por uno de alta eficiencia.	170
Cuadro 57. Datos del motor cuando requiere rebobinado a reemplazar por uno de alta eficiencia.	171
Cuadro 58. Consumo de agua de refrigeración.....	173
Cuadro 59. Resultados económico.....	176
Cuadro 60. Resultados ambientales.	177

RESUMEN

En estos últimos 15 años las empresas de generación eléctrica en el país, no se preocupaban tanto por la eficiencia en sus procesos internos ya que con los ingresos que tenían y los buenos precios en el costo marginal del mercado SPOT, hacían que sus pérdidas de energía por la no aplicación de eficiencia energética en sus instalaciones eléctricas sean montos que no se tomaban en cuenta.

En los últimos años la responsabilidad ambiental de las organizaciones y el compromiso de obligado de las mismas hace que las empresas de generación eléctrica no solo se vean obligados a ser eficientes energéticamente para generar ahorro económico, sino que se sumen a al compromiso que cada día aumenta con respecto a la sostenibilidad del medioambiente, fundamentalmente al calentamiento global el cual es el proceso de aumento gradual de la temperatura de la tierra a consecuencia del incremento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, incremento provocado por los procesos de combustión, como es el caso de la generación con combustibles fósiles. Entonces, es necesario analizar las ventajas y desventajas de la planificación de eficiencia energética en las instalaciones eléctricas de una central de generación hidroeléctrica y se demostrara como la aplicación de la misma te genera te genera resultados positivos tanto de rentabilidad económica como medioambiental, el cual podría ser usado como modelo de aplicación para otras centrales de generación eléctrica.

En este contexto, se utilizara el diagnostico en campo realizado por una empresa contratista que nos ayudara a realizar un plan de eficiencia energética demostrando rentabilidad económica y ambiental, para ello se mostraran cálculos técnicos,

económicos y ambientales que viabilicen la rentabilidad de la aplicación de eficiencia energética en nuestras instalaciones eléctricas enfocado en los Servicios Auxiliares de una central hidroeléctrica, para esta tesis se está utilizando como modelo la central hidroeléctrica de Hincho.

Palabras Claves: Eficiencia Energética, Planificación, Servicios Auxiliares, rentabilidad, Armónicos, flicker, Emisiones de CO2.

ABSTRACT

In the last 15 years, the generation companies in the country were not so concerned about the efficiency of their internal processes, because with the revenues they had and the good prices in the marginal cost of the SPOT market, they made their energy losses. For the non-application of energy efficiency in their electrical installations are amounts that were not taken into account.

In recent years, the environmental responsibility of the organizations and the commitment of obligated of the same makes that the companies of electricity generation are not only forced to be energy efficient to generate economic saving, but they add to the commitment that every day increases. With respect to the sustainability of the environment, fundamentally to the global warming which is the process of gradual increase of the temperature of the earth as a consequence of the increase of the concentration of gases of effect Greenhouse gases in the atmosphere, an increase caused by combustion processes, such as fossil fuels. It is therefore necessary to analyze the advantages and disadvantages of energy efficiency planning in the electrical installations of a hydroelectric power plant and demonstrate how the application of the same generates positive results of both economic and environmental profitability, which could be used as an application model for other power generation plants. In this context, we will use the field diagnosis carried out by a contracting company that will help us to carry out an energy efficiency plan, demonstrating economic and environmental profitability. To this end, technical, economic and environmental calculations will be shown to make the efficiency of the efficiency application feasible. Energy in our electrical installations focused on the Auxiliary Services of a

hydroelectric plant, for this thesis the Huinco hydroelectric plant is being used as a model.

Keywords: Energy Efficiency, Planning, Auxiliary Services, Profitability, Harmonics, Flicker, CO2 Emissions.

I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Identificación del problema

Las empresas grandes como EDEGEL S.A A no miden las pérdidas de energía que se dan en el proceso de generación (SSAA), esto es más notorio en las centrales Hidráulicas ya que su consumo de energía de los SS.AA no llega ni al 1% de su capacidad Instalada, sin embargo si lo llevamos a montos económicos en el año tener pérdidas de eficiencia en los SSAA puede significar una pérdida de 63,683 dólares anuales que dejamos de percibir solo por no tener una eficiente gestión de la energía eléctrica, tomando en cuenta un informe que hizo CENERGÍA en otras centrales como Matucana y Huampaní se buscó como modelo considerando que Huinco pierde 50% de energía del total correspondiente en sus servicios auxiliares equivalente a 390KW en promedio de demanda, y 650 KW en capacidad instalada, ese porcentaje de pérdidas de energía eléctrica es la que se dejaría de inyectar al SEIN y además es energía que podríamos reemplazar por generación de combustible fósil como el gas natural o diésel, con el cual estaríamos también contribuyendo al medio ambiente.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

El problema del presente trabajo de Tesis de Maestría lo formularemos mediante la siguiente pregunta:

¿Cómo afecta la falta de eficiencia energética en los Servicios Auxiliares de la central hidroeléctrica Huinco, en la mejora de la rentabilidad económica y ambiental?

1.2.2 Problemas específicos

- P1. ¿Cómo reducir las pérdidas de energía en el consumo de los Servicios Auxiliares de la central hidroeléctrica Huinco?
- P2. ¿Cómo concientizar al personal de Operación & Mantenimiento que todas las actividades se orienten a una cultura de eficiencia y ahorro energético?
- P3. ¿Contar con un sistema de medición y control de eficiencia energética para la central hidroeléctrica Huinco?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar la planificación de la eficiencia energética en los Servicios Auxiliares de la central hidroeléctrica Huinco, en lo que corresponda al sistema de Iluminación.

1.3.2 Objetivos específicos

- O1. Plantear las mejoras a realizar en los Servicios Auxiliares de la Central hidroeléctrica Huinco, orientadas a reducir los consumos de energía eléctrica, costos operativos, alineados a los objetivos estratégicos de la corporación.

O2. Determinar un plan de concientización al personal de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica Huinco.¹

O3. Implantar un sistema de medición y control para la gestión de eficiencia energética tomando como referencia la NORMA UNE - ISO 50001.

1.4 Justificación

El presente plan de eficiencia energética nos permitirá implementar en los Servicios Auxiliares de la central hidroeléctrica Huinco diversas estrategias que permitirán reducir los costos de operación sustentados en:

- Los menores consumos de energía.
- Mejorar las condiciones operativas de los equipos y sistemas.
- Aplicar criterios de administración y control de energía.

El presente plan da consistencia a las probabilidades de reducción en los costos de operación, optimizando la utilización de los recursos energéticos, y como ellos también influencia en la lucha por la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero.

1.4.1 Legal

El gobierno mediante el decreto supremo DS-053-2007-EM Ley Uso Eficiente Energía, mediante la cual se declara de interés nacional la promoción del Uso Eficiente de la Energía (UEE) para asegurar el suministro de energía, proteger al consumidor, fomentar la competitividad de la economía nacional y reducir el impacto ambiental negativo del uso y consumo de los energéticos; esta ley no

¹Expansión Óptima de generación distribuida- Madrid, Junio 2006
Autor: Alberto Martín García

debería escaparse a las plantas de generación. También podemos hacer referencia a la ley 28832 Desarrollo Eficiente Generación Eléctrica.

1.4.2 Teórica

Ampliar la base teórica sobre la planificación de la eficiencia energética en los sistemas de Iluminación en el Perú, por lo que se busca el desarrollo la misma para complementar la información existente.

1.4.3 Tecnológica

El estudio propone el uso de tecnologías basadas principalmente en la aplicación de modernas tecnología en eficiencia energética que está siendo cada vez más utilizado, debido a intereses medioambientales, así como a la escasez de los recursos energéticos potenciales que se tengan en cada país.

1.4.4 Económica

En el presente plan se mostrara la rentabilidad que significaría para nosotros contar un plan de eficiencia energética en la central hidroeléctrica Huinco, demostrando con este plan que gestionando bien la eficiencia energética de los Servicios Auxiliares incrementamos el margen de utilidad del negocio.

1.4.5 Social

Toda sociedad debe contar con empresas con la mejor opción tecnológica en la planificación de la eficiencia energética en los sistemas de Iluminación y consumo de sus servicios propios y auxiliares en el Perú, el cual permitirá la satisfacción de la demanda y cualquier mejora en el repercutirá en forma global a la sociedad. Entre los principales requerimientos actuales está la planificación de

la eficiencia energética en los sistemas de Iluminación y consumo de Servicios Auxiliares en las centrales de generación eléctrica en el Perú para de esta manera obtener rentabilidad económica y ambiental, utilizando tecnología que genera ahorro energético para satisfacer los requerimientos medioambientales y de optimización en el corto y largo plazo.

1.4.6 Ambiental

En el presente plan se mostrara la rentabilidad ambiental basada en la reducción de emisiones de gases de CO₂ que dejas de emitir al ambiente en un periodo de 20 años, debido a la energía que dejarías de consumir en los Servicios Auxiliares, la misma que se inyectaría al SEIN. La aplicación de este plan de eficiencia energética en la central hidroeléctrica Huinco, no solo contribuirá a la reducción de emisiones de CO₂, sino que contribuirá a la imagen de la empresa los cuales de manera indirecta incrementaran la utilidad del negocio

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

La empresa EDEGEL S.A.A. es una empresa dedicada a la generación de energía, siendo propietaria de las instalaciones y desarrollo de las operaciones de la central hidroeléctrica Huinco, la cual fue construida y puesta en operación en los años 60, es actualmente la central con la mayor potencia instalada del grupo de 7 centrales hidráulicas que posee.

Luego de una inspección y de un estudio realizado por nosotros y con el apoyo de la empresa contratista, se concluyó que la eficiencia en el consumo de energía eléctrica de los servicios Auxiliares de la central Huinco puede mejorar, debido a que existe diversas formas de mejorar la eficiencia energética de los servicios auxiliares, puede ser con tecnología de avanzada, o con estrategias de ahorro que nos brinda la eficiencia energética, en EDEGEL no se cuenta con un plan de eficiencia energética de los Servicios auxiliares de las centrales hidroeléctricas, no se tiene referencia de experiencias similares satisfactorias en otras ubicaciones de generación de energía, por lo cual este plan es pionero, y servirá de línea base para aplicar dicho plan en las otras centrales.

Luego de un análisis costo – beneficio, es recomendable crear el plan de eficiencia energética de los Servicios Auxiliares de Huinco, y está alineado con los objetivos estratégicos de la compañía y de la corporación.

Para lograr obtener un plan de eficiencia energética confiable y optimo se tiene que gestionar un estudio de eficiencia energética en la que nos ayude a validar nuestro plan, el cual plantea un potencial de ahorro de energía de los energéticos (energía eléctrica), promoviendo que los recursos energéticos sean usados económicamente y de manera más ventajosa.

El ahorro de energía, solo es posible en tanto se tenga información precisa y confiable sobre cómo, cuanto y de qué manera se utiliza la energía en las instalaciones eléctricas de los Servicios Auxiliares de la central Hidroeléctrica Huinco. Para ello es necesario que se tenga las mediciones adecuadas en los lugares apropiados, el conocimiento de la utilización final de la energía eléctrica actual y el estado de conservación y operación de las instalaciones eléctricas de los Servicios Auxiliares de Huinco.

2.2 Base teórica

2.2.1 Descripción inicial de la central hidroeléctrica Huinco, instalación donde se aplicara el plan de eficiencia energética.

La Central Hidroeléctrica Huinco es descrita en el conjunto de sus instalaciones más significativas y en la característica específica de su equipamiento considerándolo desde el inicio de la misma en su captación – embalse de regulación, recorriendo luego su galería de conducción a presión, la chimenea de equilibrio, la cámara de válvula mariposa, el salto hidráulico a través de la tubería forzada expuesta y empotrada en el cerro, la casa de fuerza dentro de la caverna con su distribución de cuatro unidades generadoras, el patio de llaves, la descarga turbinada al río Santa Eulalia, y por último la presa Huinco, que capta las aguas para el envío a la Central Hidroeléctrica Callahuanca en el circuito hídrico en cascada, se muestra a continuación la Figura1, con un esquema general de la Central Huinco.

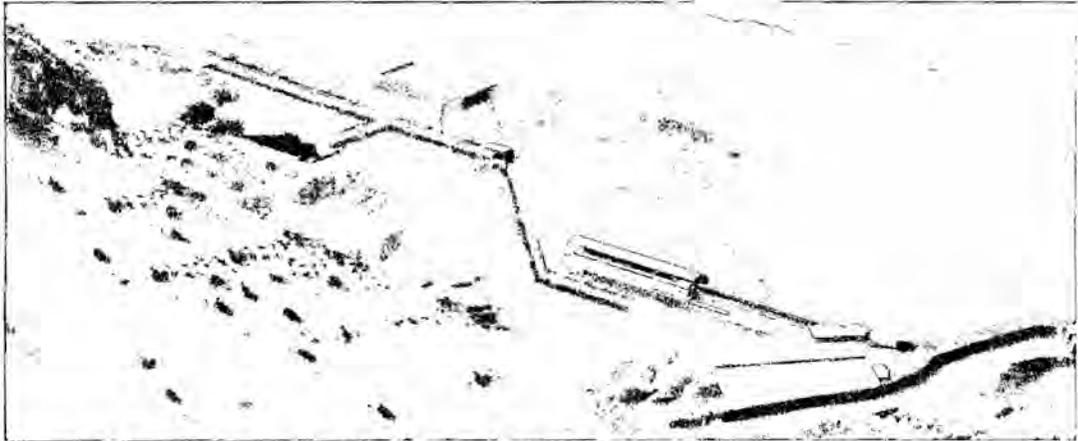


Figura 1. Esquema general de la central hidroeléctrica Huinco, Adaptado de la base de datos de la empresa, elaborado por Edegel S.A.A., (2010).

Descripción de la Central Hidroeléctrica Huinco

La Empresa de Generación Eléctrica EDEGEL S.A.A, es propietaria de la Central Hidroeléctrica de Huinco que comprende a un conjunto de instalaciones que conforman la toma y embalse de captación ubicada en la localidad de Sheque en el Distrito de Huanza y áreas anexas en el Distrito de San Pedro de Casta, ambos pertenecientes a la provincia de Huarochirí Departamento de Lima, aguas arriba de la casa de máquinas de la Central.

La Central Hidroeléctrica de Huinco al pie del cauce del río Santa Eulalia, con una potencia efectiva garantizada de 268 MW, está ubicada a 1878.35 msnm en el distrito de San Pedro de Casta en la provincia de Huarochirí, a 63.5 Km al este de la ciudad de Lima, país Perú. La casa de máquinas es de tipo Caverna. La Figura 2, muestra el ingreso a la casa de máquinas de la central Huinco ubicada en caverna.

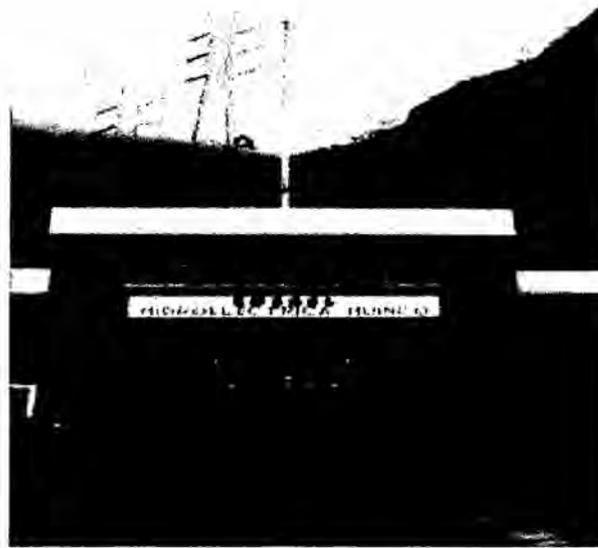


Figura 2. Ingreso a la Caverna Central Huinco, Adaptado de la base de datos de la empresa, elaborado por EDEGEL S.A.A., (2006).

Para la generación de energía la central cuenta con las siguientes instalaciones y las características técnicas del equipamiento respectivo:

Descripción de Instalaciones y Características del Equipamiento:

Captación y Conducción

Embalse Sheque: Nivel máximo del embalse (msnm): 3 170.00 Canal Pillirhua, toma Sacsá, embalse de Sheque y conjunto de obras hidráulicas accesorias. Galería de conducción de aguas desde represa hasta la cámara de válvulas. Campamento para los trabajadores del complejo y de la Policía nacional. La Toma Sacsá comprende un área de 12,034.00 m². La Toma y el reservorio Sheque comprende cuatro lotes de terreno con un total de 175 143.60 m².

En el cuadro 1, se describen los Características del Embalse Sheque.

Cuadro 1.

Características del Embalse Sheque

Altitud	3 170 msnm
Capacidad de embalse (miles de m ³)	430
Número de compuertas de presa	4
Número de compuertas de fondo	1
Número de compuertas de ingreso desarenadores	9
Número de compuertas desarenadoras	9
Número de compuertas de entrada a la galería	1
Número de compuertas By pass	1
Número de compuertas de aliviadero	1

Nota. Los guiones indican las características del embalse Sheque, por Empresa EDEGEL S.A.A., (2009)

Para la cámara de válvulas de la presa Sheque, la energía llega a través de una derivación en 10 KV a un transformador de 82.5 KVA 10/0.22 KV instalado en una sala de sub - estación a un costado del acceso a la Cámara de compuertas.

El transformador alimenta un tablero de distribución que está conectado a la caja de control de las compuertas, la iluminación de todas las instalaciones y la estación de medición del nivel de agua. La Figura 3, muestra el Embalse de Sheque con sus tres ríos aportantes Sacsa, Canchis y Pillirhua.

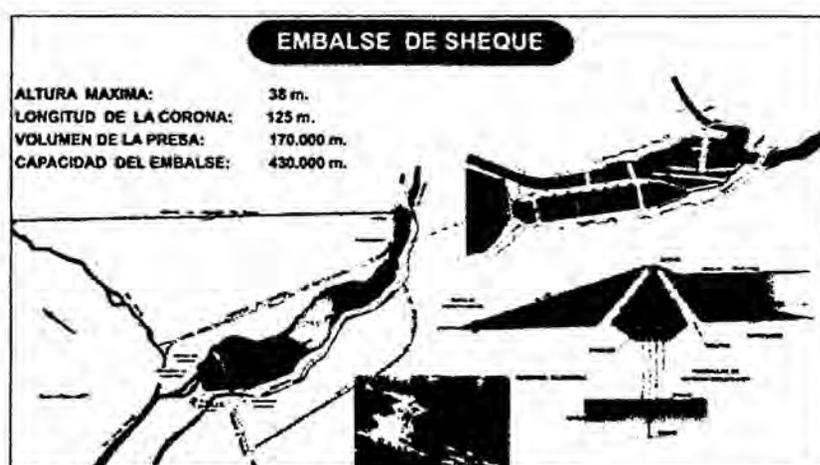


Figura 3. Embalse Sheque, Adaptado de la base de datos de la empresa, elaborado por EDEGEL S.A.A., (2006)

Galería de Presión:

Galería de conducción de aguas en un recorrido de 13.12 km. y cinco ventanas de registro para mantenimiento.

El agua captada en el Embalse Sheque es conducida hasta la tubería a presión por un túnel a presión de 13,120 m. de longitud y un diámetro interior de 3 m. La parte final 210 m. antes de la cámara de válvulas, ha sido protegida mediante blindaje metálico en consideración a la fuerte meteorización de la roca a la superficie y donde la capa de roca disminuye en espesor y calidad y donde las solicitaciones por variación de carga son mayores. La Galería de Presión está dividida en seis tramos y en cada tramo se encuentra una Ventana (total seis Ventanas). En la Tabla 2, se describen las Características de la Galería de Conducción.

Cuadro 2.

Características de la Galería de Conducción

Tipo	A presión
Caudal Túnel Toma – Pulmón	25 m³/s
Longitud Túnel	13.12 Km
Diámetro	3 m
Pendiente Túnel	2.5
Número de Ventanas	Seis

Nota. Los guiones indican las características de la galería de conducción, por Empresa EDEGEL S.A.A., (2009)

Chimenea de Equilibrio:

Unos 200 m. antes de la cámara de válvulas, un tramo inclinado revestido de acero de 3 m. de diámetro, conecta el túnel de presión con el revestimiento interior de la Chimenea de Equilibrio (3078.54 msnm). Esta tiene por objeto

neutralizar los golpes de “ariete” que se producen en el sistema cada vez que se produce un cambio brusco de presión en este caso por sobre presión. En la Tabla 3, se describen las Características de la Chimenea de equilibrio.

Cuadro 3.

Características de la Chimenea de equilibrio

Altitud	3 078 msnm
Función	Neutralizar Golpes de Ariete

Nota. Los guiones indican las características de la chimenea de equilibrio, por Empresa EDEGEL S.A.A., (2009)

Cámara de Válvula:

Ubicada en la sexta y última ventana de la galería de conducción: Ventana 6 Llegada de galería de conducción de aguas, chimenea de equilibrio, cámara de válvulas, inicio de tubería inclinada de ingreso de aguas a central en caverna. Chimenea de equilibrio con un área de 939.86 m² de construcción sin techo. Cámara de Válvulas, con un área de 642.40 m² es una superestructura de concreto de alta resistencia. La siguiente Figura 4, muestra la Cámara de Válvulas ubicada en la Ventana 6

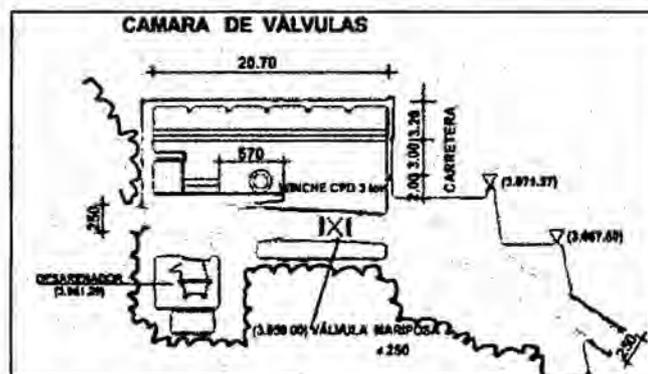


Figura 4. Cámara de Válvula Mariposa, Adaptado de la base de datos de la empresa, elaborado por EDEGEL S.A.A., (2006)

La Galería a Presión termina en la Cámara de Válvula donde empieza la Tubería a Presión. Entre ambas se ha instalado una Válvula Mariposa, con un diámetro interior de 2.5 m, que opera normalmente abierta bajo presión de aceite. Esta válvula se cierra automáticamente por efecto de un contrapeso el cual cae al descargarse el sistema de presión de aceite cuando la velocidad del agua excede la máxima admisible como resultado de algún desperfecto en la tubería. Puede también ser cerrada por control remoto desde la central Huinco mediante un impulso de corriente continua por un inductor magnético y normalmente en el mismo lugar.

La Válvula una vez cerrada, solo puede ser abierta en el sitio obligando de este modo al personal a investigar la razón del cierre. Aguas abajo de la Válvula Mariposa se encuentran una Válvula Automática de Ventilación (ventosa) para admitir aire cuando se vacía la tubería de presión. En la Tabla 4, se describen las Características de la Cámara de Válvula Mariposa

Cuadro 4.

Características de la Cámara de Válvula Mariposa

Sistema de mando oleo hidráulico Válvula Mariposa	
Diámetro (m)	2.5
Caudal nominal (m ³ /s)	25
Caudal máximo (sobrevelocidad) (m ³ /s)	30

Nota. Los guiones indican las características del sistema de mando Oleo hidráulico de la Válvula mariposa, por Empresa EDEGEL S.A.A., (2009)

Alimentación Eléctrica Ventana 6:

La Línea de 10 KV de Huinco tiene una derivación que alimenta a la sub-estación que se encuentra al fondo de la cámara de válvula.

Un Transformador de 200 KVA, 10/0.22 KV. Alimenta a un tablero de distribución. Desde el tablero se alimenta las cajas de control de la válvula mariposa, del winche, del desarenador, de la grúa de 10 Toneladas y la iluminación.

Tubería de Presión a la Intemperie:

La primera parte consiste de la tubería de presión al aire libre desde la cámara de válvula hasta la quebrada de la zona denominada “San Pedro de Casta”, colocada en la falda de la montaña, tiene una longitud de 550 m. y un diámetro de 2.5 m en su interior y está fabricada de acero Aldrey 50 y 58. El espesor de la tubería en esta parte varía desde 10 a 29 mm. en la parte baja. En el cuadro 5, se describen las características de la Tubería Forzada o a presión.

Cuadro 5.

Características de la Tubería Forzada o a presión.

N° de Tuberías	1
Caudal Nominal	25 m ³ /s
Longitud al descubierto	550 m
Galería blindada	1400 m
Válvula	Válvula Mariposa
Espesor mínimo	10 mm
Espesor Máximo	30 mm
Diámetro Interior Máximo	2 500 mm
Diámetro Interior Mínimo	2 200 mm
Tipo de acero al descubierto	Acero Aldrey 50 y 58
Galería blindada	Acero Aldrey 58

Nota. Los guiones indican las características de la Tubería Forzada o a presión, por Empresa EDEGEL S.A.A., (2009)

Galería Inclinada Blindada:

La segunda parte consiste en la galería inclinada blindada desde la quebrada de “San Pedro de Casta” hasta la Central de Huinco. Tiene una longitud de 1,400 m.

Un diámetro de 2.5 m arriba y 2.2 m. Abajo el espesor varía desde 20 a 40 mm.

En la parte baja una pendiente de 80% y está fabricada de acero Aldrey 50 y 58.

La Figura 5, muestra la conducción de agua desde la captación en Sheque, hasta la casa de máquinas en Huinco.



Figura 5. Galería de Conducción, Válvula Mariposa en Ventana 6 y Tubería Forzada, Adaptado de la base de datos de la empresa, elaborado por EDEGEL S.A.A., (2006)

Salto Hidráulico:

Cuadro 6.

Salto Hidráulico

Caudal máximo utilizable (m ³ /s)	25
Producción específica (MW/m ³ /seg.)	0.8038
Caida bruta (m.)	1 292.58
Saldo útil (m.)	1 245.00

Nota. Los guiones indican las características del salto hidráulico, por Empresa EDEGEL S.A.A., (2009)

Casa de Máquinas en Caverna

Patio de llaves, Casa de Aparatos, Campamento, en el Pueblo San José de Huinco.

Central en caverna. Parque a la intemperie. Canal (Conducción de aguas a central Callahuanca). Embalse Huinco y conjunto de obras hidráulicas accesorias. Campamento para trabajadores de la central y la Policía Nacional y ocho agrupamientos de viviendas dentro del pueblo. Casa de Máquinas en caverna con un área de 8,391.41 m² de superficie distribuida en distintos niveles dentro de una caverna artificial que contiene diversos elementos de una superestructura de concreto de alta resistencia para encauzamiento de las aguas de llegada y salida, base de soportes de generadores y turbinas. En la Figura 6 observaran la casa de máquinas de Huinco.



Figura 6. Sala de Máquinas de la Central Huinco en caverna, Adaptado de la base de datos de la empresa, elaborado por EDEGEL S.A.A., (2006)

La galería de acceso con un área de 6 750.00m². Esta galería permite el ingreso al exterior de la casa de máquinas y se desarrolla en una longitud de 858.00 m.

Casa de aparatos con un área de 1 064.08 m² edificación desarrollada en dos pisos en el ingreso de la galería de acceso a la caverna.

Patio de Llaves en un área de 5 300.00 m², sin techar. Canal de desviación con un área de 860.00m². Área anexa al patio de llaves compuesto de paredes de concreto de alta resistencia.

Campamento Interior en un área total de 2 215.72 m² desarrollado en diversos bloques de vivienda, dormitorio, oficinas y servicios.

Potencia:

La potencia efectiva de la Central 247.34 MW, está determinada por una prueba de generación continua de 5 horas con las variables hidráulicas, mecánicas y eléctricas constante, la potencia de cada grupo es sólo una distribución para alcanzar el de la Central.

Cuadro 7.

Potencia Instalada y Potencia Efectiva de las Unidades Generadoras

Unidad/No	Potencia (Mw) Instalada	Potencia (Mw) Efectiva
1	64.8	58.83
2	64.8	63.79
3	64.8	62.31
4	64.8	62.42
Total	258.4	247.34

Nota. Los guiones indican las características de la potencia instalada y potencia efectiva de las unidades generadoras, por Empresa EDEGEL S.A.A., (2009)

Tubería de Distribución:

Al final de la galería inclinada blindada está la tubería de distribución, que como su nombre lo indica, distribuye el agua a las ocho turbinas, cada rama tiene 0.60 m. de diámetro en su parte final, y un espesor de 32 mm.

En el extremo de la tubería de distribución se ha colocado una tapa que permite el acceso para las inspecciones, dos válvulas en serie de drenaje y un destructor de energía, Zulser, permite el vaciado de la tubería a presión.

La siguiente Figura 7, muestra la tubería de distribución y la sala de máquinas en caverna.

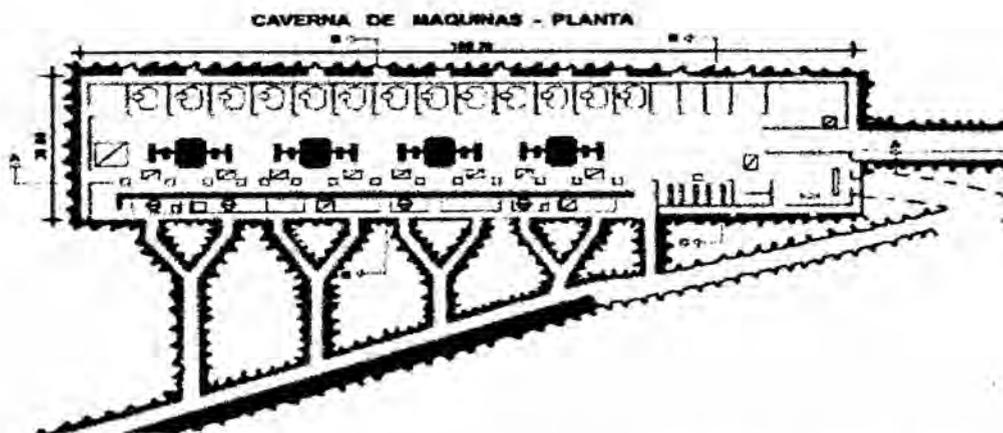


Figura 7. Tubería de Distribución y Sala de Máquinas en Caverna, Adaptado de la base de datos de la empresa, elaborado por EDEGEL S.A.A., (2006)
Grupos Generadores 1, 2, 3, y 4

Válvula esférica:

Tienen dos válvulas esféricas de doble hermeticidad, para su accionamiento es necesario presión de aceite, agua y mando eléctrico, para lo cual se tiene un sistema mando de agua que proviene del conducto forzado que permite el desplazamiento de los servomotores teóricos de cada válvula esférica

Turbina:

Nivel centro del chorro (msnm): 1 877.42

Nivel sala de máquinas (msnm): 1 878.35

Nivel centro eje turbina (msnm): 1 878.85

Tienen dos Turbinas Pelton de eje horizontal, las ruedas de las turbinas están montadas directamente a los lados del eje horizontal del alternador, están conformados c/uno por unos introductores, deflector, sistema contrachorro, dispositivo de sobrevelocidad y sistema de Regulación de Velocidad (RV).

La planta tiene cuatro grupos generadores con eje horizontal, cada grupo tiene dos rodetes pelton con un inyector en cada rodete, en el centro del eje está montado el alternador. En la Tabla 8, se describe las características de la turbina de cada grupo generador.

Cuadro 8.

Características de la Turbina de cada unidad generadora

Unidades Generadoras	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Tipo de Turbina	Pelton	Pelton	Pelton	Pelton
Fabricante	RIVA CALZONI	RIVA CALZONI	RIVA CALZONI	RIVA CALZONI
Número de Serie	A:4536 B:4537	A:4538 B:4539	A:4585 B:4586	A:4588 B:4587
Año Puesta en Servicio	1984	1985	1985	1986
N° de Turbinas por Grupo	2	2	2	2
Potencia Nominal p. Rodete	45980 (2)	45980 (2)	45980 (2)	45980 (2)
Velocidad Nominal (Vn)	514 rpm	514 rpm	514 rpm	514 rpm
Velocidad de Embalamento	616 rpm	616 rpm	616 rpm	616 rpm
N° de Cucharas	22	23	22	22
N° de Inyectores por Grupo	2	2	2	2
Caudal por Grupo	6.25	6.22	6.25	6.25

En la Figura 8, se muestra el esquema de la distribución de los cuatro grupos en Caverna.

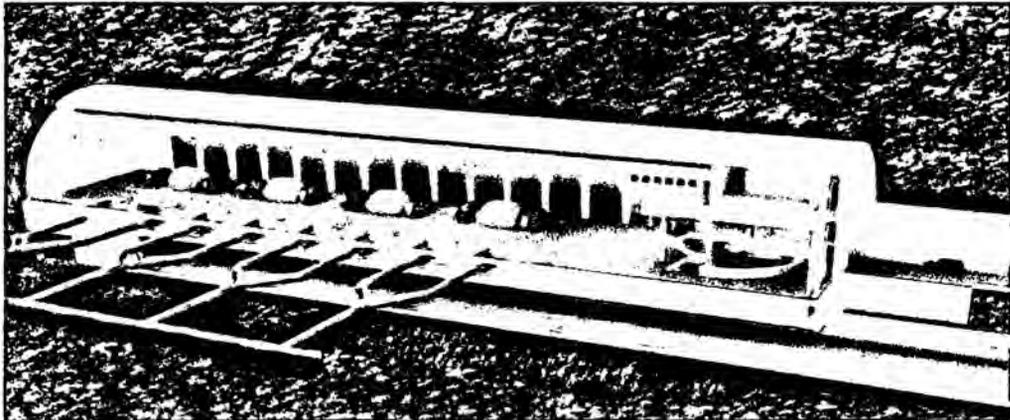


Figura 8. Esquema de Distribución de las cuatro Unidades Generadoras en Caverna, Adaptado de la base de datos de la empresa, elaborado por EDEGEL S.A.A., (2006).

La Figura 9, muestra una sección del cerro donde se ubica la central Huinco en Caverna.

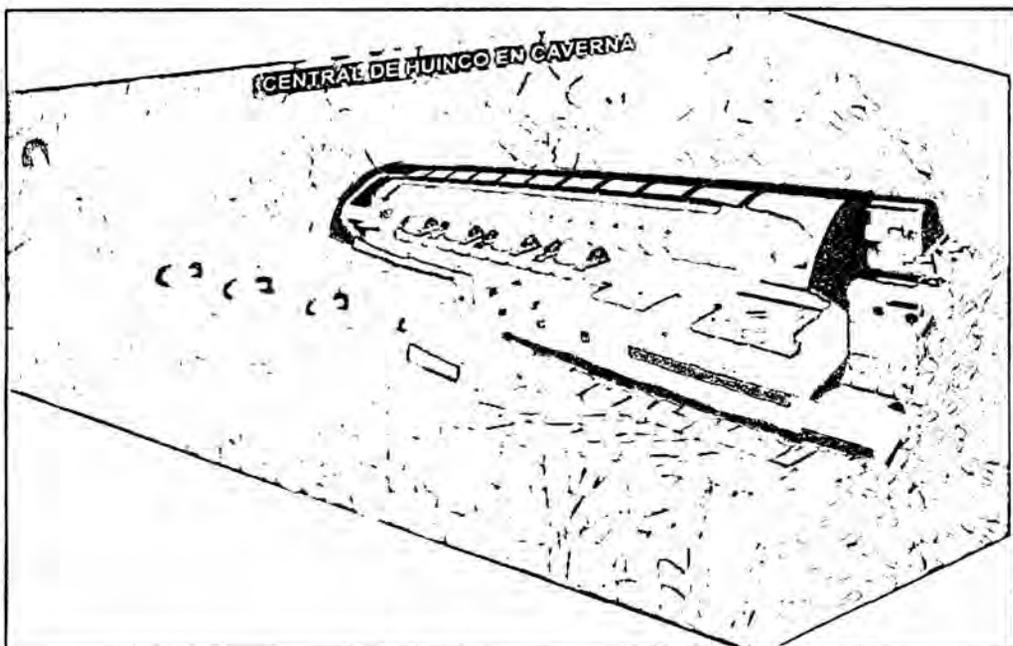


Figura 9. Central Huinco en Caverna, Adaptado de la empresa EDEGEL S.A.A

Cojinetes:

En el cuadro 9. Se muestra las características de los Cojinetes de cada Unidad Generadora

Cuadro 9.

Características de los Cojinetes de cada Unidad Generadora

N° de Cojinetes	Dos / grupo
Refrigeración	Sistema de Lubricación forzada (oil)
Lubricación	Alta presión (oil) y rociado por anillos de arrastre

Generador:

El Generador de tipo asincrono rotativa de 14 polos, con alistamiento en su bobinado estatórico de clase F, presenta sistema de monitoreo y control de temperatura en el bobinado estatórico, núcleo del generador, cámara de aire frio y aire caliente. El aire frio es refrigerado por 4 intercambiadores de calor. Los ejes generador turbina están apoyados en dos cojinetes, de los cuales se monitorea la temperatura de los casquetes inferiores. En la Tabla 10, se describen las características del generador.

Cuadro 10.

Características del Generador

Fabricante	BROWN BOVERI
Potencia Nominal	64 600 Kw
Potencia Aparente	85 MVA
Tensión Nominal	12.5 KV
Corriente Nominal	3 930 A
Tipo	Sincrono
Frecuencia	60 Hz
Factor de Potencia	0.76
Velocidad	514 RPM
Velocidad Embalamiento	616 RPM
N° de Polos	14
Tipo Aislamiento Estator	Clase F
Tipo Aislamiento Rotor	Clase B
Refrigeración Bobinado	Transferencia Agua vs Aire
Refrigeración Cojinetes	Transferencia Agua vs Aire

Sistema de Excitación:

El sistema de excitación es de tipo estático, conformado por una excitatriz principal y una auxiliar, un regulador de tensión KC, interruptor de campo, carbones y anillos rozantes. En la Tabla 11, se describe las características del sistema de excitación.

Cuadro 11.

Características del Sistema de Excitación de la Unidad Generadora

Excitatriz	Rotativa-Auto excitada	
	Principal	Auxiliar
Voltaje	300 V	130 V
Corriente Continua	1130 Amp	45 Amp
Potencia	345 Kw	12.5 Kw

Transformador de Potencia:

Un banco de tres transformador de Potencia monofásico de 12.5/220kV, sumergido en aceite con conmutador en vacío, conformado por dos sistemas de refrigeración y dos bombas por cada transformador, cada uno posee un intercambiador de calor donde se enfría el aceite al pasar por el serpentín de agua fría ubicado en el intercambiador de calor. Cada grupo generador tiene un banco de transformación de potencia conformado por tres unidades monofásicas; además de una unidad de reserva. De los 13 polos o unidades, 6 son de fabricación Brown Boveri y 7 de Compañía General Di Electricita. En la Tabla 12, se describe las características del Transformador de Potencia.

Cuadro 12.

Características del Transformador de Potencia

Transformadores Monofásicos	Tres unidades / grupo
Potencia por Unidad	28 333 KVA
Tensión Primaria	12.5 KV

Tensión Secundaria	220 KV
Grupo de Conexión	Yd11
Enfriamiento	Agua vs Aceite

Interruptor:

El Interruptor de potencia utiliza presión de aire para la extinción del arco eléctrico, cuenta con accionamiento eléctrico para la apertura y cierre. Para conectarse al sistema de barras, se tiene dos seccionadores de potencia, con accionamiento motorizado para sus maniobras de operación.

Totalización y Centralización:

La energía eléctrica del alternador pasa por el tablero de máquinas de 12,5 KV directamente a los tres transformadores monofásicos de 12,5/220 KV, y sale en cables a presión de aceite 220 KV. (1.4 Kg/cm².) y 1,000 m de longitud al patio de llaves de intemperie, donde se encuentra el interruptor principal de 220 KV.

Los cuatro grupos alimentan las barras de 220 KV de donde se envía la energía por dos líneas de 220 KV (2001 y 2002) hacia Lima (SANTA ROSA).

Las barras están divididas por un seccionador de 220 KV (LO21) en dos partes. Cada parte está alimentada por dos grupos (I-II o III-IV) y tiene una línea de salida, así es posible dejar la mitad de todas las instalaciones en el parque intemperie totalmente fuera de servicio, o alimentar si es necesario con cada dos grupos y una línea, sitios independientes con tensiones independientes diferentes.

Salidas de Líneas de 220 KV.:

Cuadro 13.

Características de la Línea de 220 KV.

N° de líneas	2
Tipo de conductor	AAAC
Corriente máxima	1050 A
Longitud (Km)	62 km
Tensión (KV)	220 kV.
Sección	491 mm ²

La Figura 10, muestra un esquema del Patio de Llaves de la central hidroeléctrica Huinco.



Figura 10. Esquema del Patio de Llaves de la Central Huinco con la Salida de dos Líneas en 220 KV, adaptado de la empresa EDEGEL S.A.A

Protección y Señalización:

-Las líneas 220 KV, L1 y L2 de Huinco a Santa Rosa ubicadas en el Patio de Llaves de la Central Huinco, son protegidas con Relé de protección a distancia, acoplados entre los dos lados de las líneas por alta frecuencia para desconectar simultáneamente los interruptores de los terminales de la línea.

Las fallas de las salidas de las líneas 220 KV son señalizadas en el tablero de mando, panel 610 señalización centralizada.

Servicios Auxiliares (SSAA)

Las siguientes Figuras 11A, 11 B y 11 C, muestran el Diagrama Unifilar en 10 KV, 220 V, 12.5 KV, y 220 KV de la Central Huinco. En la Figura 11 A, y 11 B muestra la barra de 220 V de la Casa de Aparatos (Barra EOB), y la barra de 220 V de la Caverna (Barra EOA) respectivamente. Los servicios auxiliares (SSAA) de la central Huinco se alimentan de ambas barras. El sistema de Iluminación es una carga importante de SSAA.

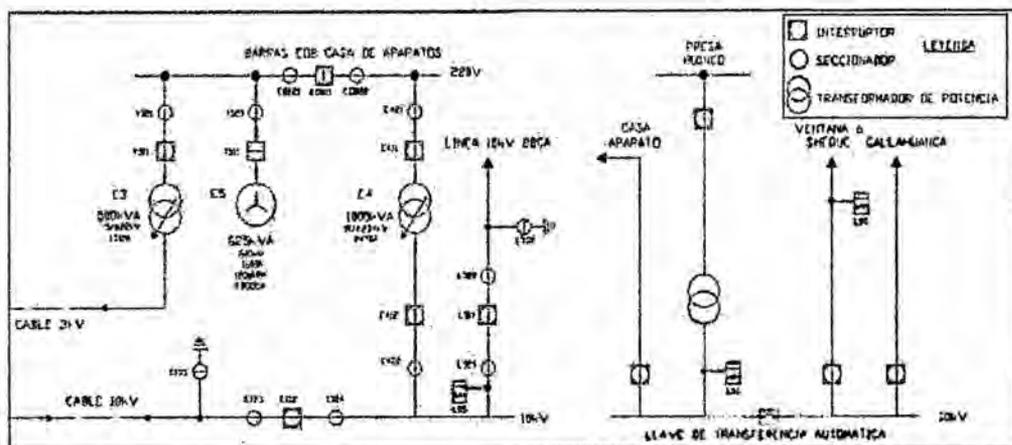


Figura 11A. Diagrama Unifilar Eléctrico Barra 10 KV, Presa Huinco, Barra EOB 220 V, Casa de Aparatos, Central Huinco, adaptado de la empresa EDEGEL S.A.A

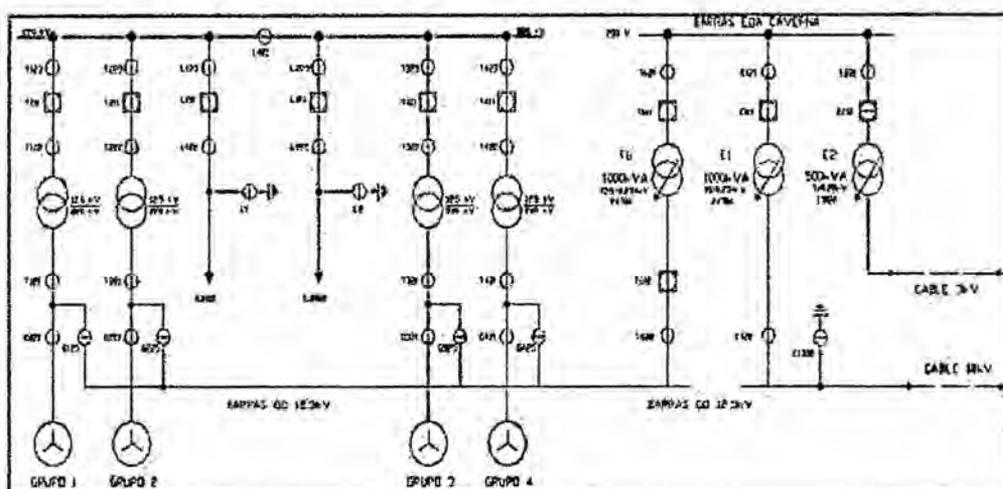


Figura 11B. Diagrama Unifilar Eléctrico Barra EOA 220 V, Caverna de la Central Huinco, adaptado de la empresa EDEGEL S.A.A

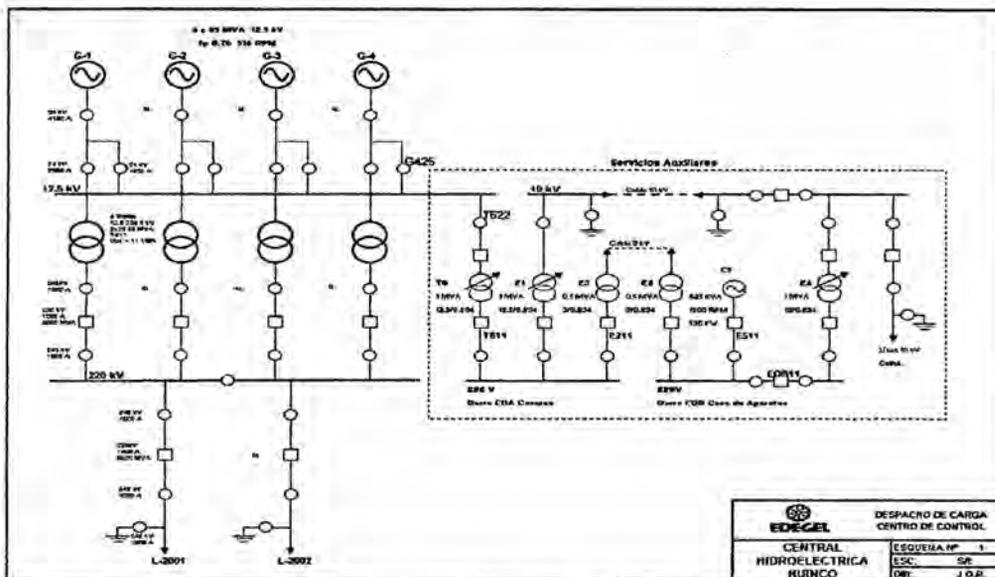


Figura 11C. Diagrama Unifilar Eléctrico 10 KV, 220 V, 12.5 KV, 220 KV, Central Huinco, adaptado de la empresa EDEGEL .S.A.A

Grupo Diesel Emergencia 500KW. 220V. 650KVA.:

Ubicado en la casa de aparatos para la alimentación de la caverna sobre la conexión de emergencia de 3 KV (E2 / E3) o de la casa de aparatos directamente con 220 V. En la Tabla 14, se describe las características del Grupo Diesel

Cuadro 14.

Características del Grupo Diesel

Fabricante	Caterpillar
Potencia Aparente (kVA)	625
Potencia Activa	500

Conmutación Automática:

Con un conmutador en el tablero de mando en la caverna, panel 614 “Automatismo SSAA.”, se puede conectar o desconectar la conmutación automáticamente. El automatismo normalmente debe ser conectado (Pos. “T”) o

desconectado (Pos. "O") solamente durante maniobras y revisiones especiales. Maniobras eléctricas manuales en la instalación e inclusive sincronizaciones pueden ser efectuadas independientemente de la posición del conmutador del automatismo, si se observa una cierta secuencia en las maniobras.

Las válvulas de agua de refrigeración de los transformadores T6, E1 y E2 en la caverna se maniobran automáticamente según las posiciones de los interruptores respectivos. Maniobras manuales son posibles de la caja de control en la celda de estos transformadores.

2.2.2 Eficiencia energética

La Eficiencia Energética se define como la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir nuestro confort y calidad de vida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso.

El término Eficiencia ha sido desde siempre parte de la ingeniería en todos sus campos, sin embargo ahora que iniciamos el tercer milenio ha adquirido una mayor importancia. La disponibilidad de recursos naturales y energéticos, que es cada vez menor, la necesidad de un proceso de desarrollo sostenible para nuestra sociedad, así como la toma de conciencia que somos parte de un gran ecosistema, han hecho que en toda actividad que desarrollemos busquemos la eficiencia.

Evaluación del nivel de eficiencia energética

En el Plan de creación de un plan de eficiencia energética se va a necesitar evaluar el nivel de eficiencia energética de los Servicios Auxiliares de la central

Hidroeléctrica Huinco, para ello se estará estableciendo indicadores que podamos controlar y comparar, los cuales dependen de la actividad que deseamos evaluar, por ejemplo, si se trata de un motor eléctrico que acciona una bomba para enviar caudal de agua al tanque elevado de los servicios propios de agua, se puede establecer cuántos kWh por m³ utilizamos.

De esta forma se pueden definir indicadores en kWh/kg kWh/saco, de acuerdo a nuestro proceso productivo, para su evaluación. Así, si el indicador aumenta podemos afirmar que la eficiencia energética del proceso disminuyó.

Estos indicadores pueden tomar otra forma, por ejemplo cuando comparamos una lámpara incandescente de 100 W con una lámpara ahorradora o fluorescente compacta de 20 W, se puede afirmar que ambas producen la misma cantidad de luz, sin embargo la primera consume 5 veces más energía que la segunda para obtener el mismo resultado. Y por lo tanto su costo de funcionamiento es 5 veces mayor. Este principio de medición se utilizara para la iluminación de toda la central hidroeléctrica Huinco.

Estrategias para la Eficiencia Energética

Existen diferentes estrategias para lograr la mejor eficiencia energética, y estas son:

Medidas sin inversión: Relacionado con los modos operativos, seguimiento y control.

- Modulando la máxima demanda en horas fuera de punta.
- Ajuste de controladores.

- Manteniendo los equipos de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes.
- Logrando en el personal una cultura de eficiencia energética; desconectando equipos que no están en producción o no se necesita.
- Programación de producción evitando tiempos muertos, etc.

Medidas con baja o media inversión: Generalmente tienen un retorno menor a un año.

- Aplicando un mantenimiento preventivo en los equipos.
- Corrección del factor de potencia
- Uso de variadores de velocidad.
- Reemplazando equipos de alta eficiencia.
- Adquiriendo instrumentos que permitan una monitoreo de los consumos energéticos.
- Capacitando al personal.

Medidas con alta inversión: Se refiere a cambio de tecnología y/o procesos, con tiempos largos de retorno de capital.

- Aplicando técnicas avanzadas de mantenimiento.
- Innovando nuevos procesos que reemplacen a otros, cambio de tecnología.
- Aplicando reingeniería en algunos procesos.
- Reemplazando máquinas y sistemas eficientes.
- Instalando sistemas de control, monitoreo y supervisión de energéticos.
- Apoyo de expertos en eficiencia energética a través de consultoría.

2.3 Descripción general de las instalaciones

2.3.1 Generalidades

EDEGEL S.A.A, es una empresa Concesionaria de generación eléctrica que cuenta para ello con nueve (09) centrales generadoras. Tiene una potencia instalada de 258.4 MW (año 2010), contando además con una red de líneas de transmisión para la interconexión entre las centrales y para la entrega y venta de energía eléctrica.

EDEGEL S.A.A, tiene su sede de operación en la ciudad de Lima, desarrollando sus actividades en las provincias de Lima y Huarochiri del Departamento de Lima y en las provincias de Chanchamayo y Jauja del Departamento de Junín.

Los datos generales de EDEGEL S.A.A, son los que se indican a continuación.

Nombre / razón social	:	EDEGEL S.A.A.
Número de RUC	:	20330791412
Dirección sede	:	Av. Víctor A. Belaunde N°147, Torre Real 4, San Isidro.
Teléfono / Fax	:	361-0011 I 361-1781

2.3.2 Ubicación

La Central Hidroeléctrica Huinco, se encuentra ubicada en el Distrito de San Pedro de Casta, Provincia Huarochiri y Departamento de Lima, ubicada a 1878 m.s.n.m. Tiene instalada cuatro (04) grupos de generación eléctrica y una potencia instalada total de 258.4 MW.

2.3.3 Identificación de las instalaciones

La Central Hidroeléctrica Huinco, está conformada por un edificio en caverna llamado "casa de máquinas" que consta de un sótano y tres (03) pisos además cuenta con otro edificio llamado "casa aparatos" que consta de dos pisos y finalmente la "toma Sheque";¹ en dichos edificios, se encuentran los siguientes ambientes:

Edificio casa de máquinas

Sótano:

En el sótano del edificio Casa de Máquinas, se encuentran los ambientes siguientes:

- Sala de convertidores.
- Sala de compresores.
- Sala de seccionador 10 kV.
- Pozo revisión de transformadores.
- Celdas de 12.5 kV, grupos No 1, 2, 3 y 4.
- Pasadizo de reguladores de velocidad.
- Pasadizo ataguías.
- Taller mecánico.
- Pasadizos.
- Almacén mecánico.
- Corredor del fondo
- Túnel del sistema de refrigeración
- Túnel de cables de baja tensión.

¹ MARTIN MONROY, MANUEL, "Manual de Iluminación", España, Edición del Ayuntamiento de las Palmas, Primera Edición, 2006.

- Cámara de válvulas.
- Sala de relés.
- Escaleras lado derecho e izquierdo.

Primer piso:

En el primer piso de las instalaciones de la central, se encuentran los ambientes siguientes:

- Sala de transformador de servicios internos "A".
- Sala de transformador de servicios internos "B".
- Sala de transformador de servicios internos "C".
- Sala de transformador de reserva
- Sala de transformador No 12
- Sala de transformador No 11
- Sala de transformador No 10
- Sala de transformador N6 09
- Sala de transformador No 08
- Sala de transformador No 07
- Sala de transformador No 06
- Sala de transformador No 05
- Sala de transformador No 04
- Sala de transformador No 03
- Sala de transformador No 02
- Sala de transformador No 01
- Pasadizo contra incendio.

- Pasadizo túnel ciego.
- Sala de tableros auxiliares.
- Sala de mando.
- Sala de máquinas
- Túnel de acceso
- Servicios higiénicos.

Segundo piso:

En el segundo piso de las instalaciones de la central, se encuentran los ambientes siguientes:

- Sala de bombas de agua fresca del sistema de climatización.
- Sala de baterías caverna.
- Sala de reuniones.
- Sala de comunicaciones.
- Oficina de supervisión operativa.
- Oficina de archivo.
- Servicios higiénicos.
- Sala de plano teca.
- Pasadizos.

Tercer Piso

En el tercer piso de las instalaciones de la central, se encuentran los ambientes siguientes:

- Sala de aire acondicionado.

Casa Paratos

Primer piso

En el primer piso de la Casa Aparatos, se encuentran los siguientes ambientes:

- Sala de aire acondicionado.
- Sala de compresores.
- Sala de conducto de aire.
- Sala de cables y relés.
- Sala de transformadores.
- Sala del grupo electrógeno.

Segundo Piso

En el segundo piso de la Casa Aparatos, se encuentran los siguientes ambientes:

- Sala de comunicaciones
- Sala de suplemento de comunicaciones
- Sala de servicios auxiliares
- Sala de comandos
- Sala de transformadores de 1000 kVA
- Sala de transformadores de 500 kVA
- Deposito N° 1
- Deposito N° 2

Toma Sheque

En ésta área, se encuentra la sala de control de comunicaciones, sala del tablero general de distribución, compuerta de la central, sala de baterías, y bomba de agua sumergible.

2.3.4 Principales áreas y equipos consumidores de energía eléctrica

Las principales áreas de consumo de energía eléctrica que conforman las instalaciones eléctricas de la Central Hidroeléctrica Huinco, son:

- Casa de máquinas.
- Casa Aparatos
- Toma Sheque

Entre los principales equipos consumidores de energía instalados en la Central

Hidroeléctrica Huinco, se tienen los siguientes:

- Equipos de iluminación
- Motores eléctricos de las bombas de agua potable
- Aire acondicionado
- Sistema contra incendio
- Ventiladores
- Otros.

2.3.5 Régimen de trabajo

La Central Hidroeléctrica Huinco, opera ininterrumpidamente de lunes a domingo las 24 horas del día.

2.4 Descripción general de las instalaciones eléctricas.

2.4.1 Suministro y distribución de energía eléctrica

Suministro y facturación

La energía eléctrica a las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huinco, es suministrada por dos fuentes:

a. Sistema eléctrico-Central Huinco

Al entrar en operación la Central Hidroeléctrica Huinco, las instalaciones eléctricas de la Central Hidroeléctrica, son alimentadas desde la barra de generación en 12.5 kV, a través del transformador T6 de 1 MVA, 12.5/0.234 kV y conectada a la barra EOA Caverna en 220 V.; y a través del transformador elevador E1 de 1 MVA, 12.5/0.234 kV, red en 10 kV y el transformador E4 de 1MVA, 10/0.234, es alimentada la barra EOB Casa de Aparatos.

b. Sistema eléctrico Luz del Sur

Al dejar de operar la Central Hidroeléctrica Huinco, los equipos consumidores de energía eléctrica de la Central Hidroeléctrica Huinco, son alimentadas desde el sistema eléctrico de la Concesionaria Luz del Sur a través de una red en 10 kV desde la C.H. Callahuanca, mediante un contrato de suministro con tarifa regulada MT2 en media tensión 10 kV, con una potencia máxima conectada de 500 kW; siendo el número de suministro 1431831.

La facturación del consumo de energía eléctrica es mensual y según Contrato de Suministro entre la empresa generadora EDEGEL S.A.A y la empresa Distribuidora LUZ. DEL SUR §.A.A, los siguientes conceptos y costos

actualizados al mes de Diciembre del 2010; los cuales, se indican en el Cuadro N° 15

Cuadro 15.

Precios unitarios LUZ DEL SUR – DICIEMBRE 2010

MEDIA TENSIÓN	UNIDAD	TARIFA Sin IGV	
TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P			
TARIFA MT2:	Cargo Fijo Mensual	S/ /mes	4,82
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S/ /kWh	5,8
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S/ /kWh	12,46
	Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S/ /kW-mes	20,29
	Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S/ /kW-mes	10,35
	Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S/ /kW-mes	1128
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S/ /kVar.h	3,95

Así mismo, las cargas correspondientes a la Toma Sheque son alimentadas desde la red de LUZ DEL SUR en 10 kV, cuya facturación, tiene las características siguientes:

- Suministro 287053.
- Tarifa MT4
- Potencia conectada 40 kW.

La red suministra energía eléctrica a las figuras: sala de control y comunicaciones, cargador de batería, maniobra de la compuerta y bomba de agua sumergible

La facturación del consumo de energía eléctrica es mensual y según el Contrato de Suministro entre la empresa generadora EDEGEL S.A.A y la empresa Distribuidora LUZ DEL SUR S.A.A, los siguientes conceptos y costos

actualizados al mes de Diciembre del 2010: los cuales, se indican en el Cuadro No 16.

Cuadro 16.

Precios unitarios LUZ DEL SUR – DICIEMBRE / 2010

MEDIA TENSIÓN	UNIDAD	TARIFA Sin IGV	
TARIFA MT4	TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P		
	Cargo Fijo Mensual	S/ /mes	4,08
	Cargo por Energía Activa	ctm. S/ /kWh	0,25
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S/ /kW-mes	16,98
	Presentes Fuera de Punta	S/ /kW-mes	9,85
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S/ /kW-mes	1127
	Presentes Fuera de Punta	S/ /kW-mes	1128
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S/ /kVar.h	3,95

2.4.2 Distribución de la energía eléctrica

El suministro de energía eléctrica a los equipos consumidores de energía eléctrica desde las Barra EOA Caverna y Barra EOB Casa de Aparatos, se realiza al nivel de tensión de 220 Voltios y alimenta a los tableros Generales de Distribución ubicadas en la Sala de Distribución Caverna y Sala de Distribución Casa Aparatos mediante cables de energía del tipo NYY que alimentan a los tableros eléctricos de iluminación y tomacorrientes y equipos de fuerza ubicados en los diversos ambientes de la central.

En el Cuadro N° 17. se muestra la relación de tableros eléctricos de iluminación y tomacorrientes y equipos de fuerza de los Servicios auxiliares, ubicados en los diversos ambientes de la central.

Cuadro 17.

Relación de Tableros Eléctricos de Iluminación y Fuerza Sala de distribución caverna y casa Paratos.

Ítem	Designación de tablero eléctrico de distribución	Descripción de cargas alimentadas por los tableros eléctricos de distribución
1	CD-1	Iluminación de Pasillos, corredor de control, pozo generador, etc.
2	CD-2	Iluminación de Pasillo servicios, pozo generador, celda 12.5 kV, grupos N° 1,2 y tomacorrientes.
3	CD-3	Iluminación de depósito general, sala de convertidores, sala de cables, escaleras y tomacorrientes.
4	CD-4	Iluminación de almacén, sala de transformadores 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y tomacorrientes.
5	CD-5	Iluminación de pasaje CO2, cámara de válvulas inferior, superior y túnel ciego y tomacorrientes.
6	CD-6	Iluminación de servicios auxiliares, comedor, salas de mando y tomacorrientes.
7	CD-7	Iluminación sala de transformadores 9, 10, 11, 12, servicios internos, SS.HH, escalera y tomacorrientes.
8	CD-8	Iluminación de taller mecánico y tomacorrientes.
9	CD-9	Iluminación corredor, control derecho, escalera, vestuario, SS.HH, plano teca, oficina. Supervisión, corredor izquierdo y tomacorrientes.
10	CD-10	Iluminación de la sala de máquinas lado izquierdo y tomacorrientes y tomacorrientes.
11	CD-11	Iluminación de la sala de máquinas lado derecho y tomacorrientes.
12	CD-12	Iluminación de bombas de refrigeración, corredor de control derecho, izquierdo y tomacorrientes
13	CD-21	Iluminación de túnel de acceso, túnel con galerías de cables 220 kV, túnel con galerías de cables de 220 V.
14	CD-22	Iluminación de túnel de acceso, túnel con galerías de cables 220 kV, túnel con galerías de cables de 220 V.
15	CD-23	Iluminación de túnel de acceso, túnel con galerías de cables 220 kV, túnel con galerías de cables de 220 V.
16	CD-24	Iluminación de túnel de acceso, túnel con galerías de cables 220 Kv, túnel con galerías de cables de 220 V.
17	CD-31	Iluminación de sala de cables, y relés, sala conducto de aire, sala de compresoras, sala de barras y tomacorrientes (CASA DE APARATOS).
18	CD-32	Iluminación de sala de mandos, transformadores 1000 kVA, 500 kVA, SS.HH, sala grupo electrógeno, sala de comunicaciones (CASA PARATOS).

2.4.3 Suministro de emergencia

Para los casos de interrupciones en el servicio de energía eléctrica principal proveniente de la red de la Central Hidroeléctrica Huinco o red de Luz del Sur, se cuenta con un grupo electrógeno de emergencia; cuyas características técnicas, se muestra a continuación:

- Marca : Caterpillar
- Potencia : 500 kW
- Factor de potencia : 0,8
- Tensión : 220 Voltios.
- Frecuencia : 60 Hz.
- Fases : 3

El grupo electrógeno, suministrará energía eléctrica a la Barra EOA Casa de Aparatos y a través del transformador elevador E3 de 0.5 MVA, 3/0.234 kV y red en 3 kV, se conecta al transformador E2 de 0.5 MVA, 3/0.234 kV que alimenta la Barra EOA Caverna para suministrar energía eléctrica a los equipos de iluminación y fuerza de los Servicios Auxiliares de la Central. En la figura 3 se muestra el **Diagrama Unifilar Eléctrico** de las instalaciones principales de la **central hidroeléctrica Huinco**.

Máxima demanda

La máxima demanda es prácticamente constante; tal como se muestra en los cuadros de consumo de energía y máxima demanda; en la cual, se observa durante el periodo de análisis considerado, se registra mayor consumo en los meses de Abril y Diciembre 2010 (409 kW y 418 kW) en horas fuera de punta y el menor consumo en los meses de Marzo 2010 y Junio 2010 (356 kW y 363 kW).

El consumo de la energía eléctrica anual y el promedio mensual se muestra a continuación:

Energía Activa:

Energía Activa Anual : 559 234 kWh

Energía Activa Promedio Mensual : 46 603 kW/h

Máxima demanda:

Máxima demanda en H.F.P : 418 kW

Máxima demanda H.P. : 383kW

Factor de potencia:

El factor de potencia promedio : 0.68

Calificación tarifaria : 0.01

La calificación tarifaria durante el periodo analizado (Enero 2010 y Diciembre 2010), es constante; tal como se muestra en el Cuadro N° 18

Cuadro 18.

Consumo de energía eléctrica y máxima demanda datos de facturación eléctrica.

DATOS DE FACTURACION DE ENERGIA ELECTRICA

MES/CONCEPTO	MD L. H.P. kW	MD L. H.F.P. kW	MD Fac. Gen. kW	MD Fac. Dist. kW	EXC. Fac. kW	E.A. HP L. kWh	E.A. HFPL kWh	E.A. MES kWh	ER L. kVARh	ER Fac. kVARh	F.P.	C.T.
Ene-08	19.82	19.40	19.82	21.51	0.00	509.09	1,863.64	2,472.73	5,903	5,221	0.38	0.17
Feb-08	19.78	19.34	19.78	21.51	0.00	1,090.91	7,272.73	6,363.64	9,655	6,145	0.69	0.38
Mar-08	20.30	19.94	20.30	20.00	0.00	581.82	4,581.82	5,163.64	8,145	6,598	0.54	0.20
Abr-08	19.82	19.40	19.82	20.00	0.00	1,745.00	7,054.55	9,599.55	7,345	4,468	0.79	0.57
May-08	19.88	19.46	19.88	20.09	0.00	290.91	2,472.73	2,763.64	6,546	5,716	0.39	0.10
Jun-08	19.90	19.48	19.90	20.10	0.00	353.64	1,818.18	2,181.82	5,818	5,164	0.35	0.12
Jul-08												
Ago-08												
Sep-08												
Oct-08	33.62	34.30	34.30	28.91	0.00	1,163.64	4,290.91	6,454.55	16,438	14,900	0.31	0.23
Nov-08	23.10	22.82	23.10	28.91	0.00	1,018.18	4,290.91	5,309.09	14,764	13,171	0.34	0.28
Dic-08	33.94	32.85	33.94	34.12	0.00	1,018.18	6,618.18	7,636.36	15,927	13,638	0.43	0.20
PROMEDIO MENSUAL	23.35	22.88	23.22	23.82	0.00	865	4,574	5,428	9,955	8,324	0.48	0.25
MAXIMO MENSUAL	33.94	34.30	34.30	34.12	0.00	1,745.00	7,854.55	9,599.55	16,438	14,900	0.79	0.57
TOTAL AÑO						10,375	54,884	65,760	119,266	99,888		

NOTA:

MD L.P. : MÁXIMA DEMANDA LEIDA HORA PUNTA
 MD L.H.F.P. : MÁXIMA DEMANDA LEIDA HORA FUERA DE PUNTA
 MD Fac. : MÁXIMA DEMANDA FACTURADA
 EXC. Fac. : EXCESO DE MÁXIMA DEMANDA FACTURADA
 E.A.L. H.P. : ENERGÍA ACTIVA HORA PUNTA LEIDO
 E.A.L. H.F.P. : ENERGÍA ACTIVA HORA FUERA DE PUNTA LEIDO

E.A. MES : ENERGÍA ACTIVA MES
 ER L. : ENERGÍA REACT. LEIDA MES
 ER Fac. : ENERGÍA REACT. FACT. MES
 F.P. : FACTOR DE POTENCIA
 C.T. : CALIFICACION TARIFARIA

Suministro 287053

Energía activa y máxima demanda

Energía activa

Los datos de información histórica de consumo de energía eléctrica mensual obtenida, corresponde al periodo Enero del 2010 a Diciembre del 2010- ver Cuadro N° 5; en el cual, se consideran los datos de energía activa en horas punta (HP) y horas fuera de punta (HFP), así como las potencias activa uso de redes de distribución en horas fuera de punta (HFP), potencia activa de generación en horas fuera de punta (HFP) y los consumos de energía reactiva facturada.

Máxima demanda

La máxima demanda es prácticamente constante; tal como se muestra en los cuadros de consumo de energía y máxima demanda (Ver Cuadro No 5); en la cual, se observa durante el periodo de análisis considerado, se

registra mayor consumo en los meses de Octubre y Diciembre 2010 (33.62 kW y 33.94 kW) y el menor consumo en los meses de Febrero 2010 y Abril 2010 (19.82 kW).

El consumo de la energía eléctrica anual y el promedio mensual se muestra a continuación:

Energía Activa:

Energía Activa Anual : 65 260 kWh

Energía Activa Promedio Mensual : 5 438 kWh

Máxima demanda:

Máxima demanda Uso Redes de Distribución en H.F.P : 34-12kW

Máxima demanda Potencia de Generación en H.F.P : 34.30 kW

Factor de potencia:

El factor de potencia promedio: 0.48

Calificación tarifaria: 0-25

La calificación tarifaria durante el periodo analizado (Enero 2010 y Diciembre 2010), es variable con un valor máximo de 0.57 (mes de Abril 2010), un valor mínimo de 0.10 (mes de Mayo 2010) y un valor promedio determinado de 0.25; tal como se muestra en el Cuadro N° 19.

Cuadro 19.

Consumo de energía eléctrica máxima demanda suministro 287053.

MES CONCEPTO	MDL HP kW	MDL HFP kW	MD Fac. Gen. kW	MD Fac. Dist. kW	EXC. Fac. kW	EA HP L kWh	EA HFP L kWh	EA MES kWh	ERL kVArh	ER Fac. kVArh	F.P.	C.T.
ene-08	19,02	19,40	19,02	21,51	0,00	509,09	1.963,64	2.472,73	5.963	5.221	0,38	0,17
feb-08	19,79	19,34	19,78	21,51	0,00	1.690,91	7.272,73	8.963,64	8.055	8.145	0,69	0,38
mar-08	20,30	19,94	20,30	20,06	0,00	581,82	4.591,82	5.163,64	8.145	6.596	0,54	0,26
abr-08	19,82	19,40	19,82	20,06	0,00	1.745,00	7.854,55	9.599,55	7.345	4.666	0,78	0,57
may-08	19,88	19,66	19,88	20,06	0,00	290,91	2.472,73	2.763,64	8.545	5.716	0,30	0,10
jun-08	19,98	19,48	19,90	20,10	0,00	363,64	1.618,18	2.081,82	5.815	5.164	0,35	0,12
jul-08												
ago-08												
sep-08												
oct-08	33,62	34,30	34,30	28,91	0,00	1.163,64	4.280,91	5.454,55	16.436	14.800	0,31	0,23
nov-08	23,10	22,82	23,10	20,91	0,00	1.018,18	4.290,91	5.309,09	14.764	13.171	0,34	0,26
dic-08	33,94	32,66	33,94	34,12	0,00	1.018,18	6.618,18	7.636,36	15.927	13.636	0,43	0,20
PROMEDIO MENSUAL	23,35	22,91	23,43	22,92	0,00	665	4.574	5.428	9.955	7.374	0,40	0,25
MAXIMO MENSUAL	33,64	34,30	34,30	34,12	0,00	1.745,00	7.854,55	9.599,55	16.436	14.800	0,34	0,26
TOTAL AÑO						10.275	54.005	65.260	110.466	99.838		

NOTA:

MD HP	: MAXIMA DEMANDA LEIDA HORA PUNTA	EA MES	: ENERGIA ACTIVA MES
MD L HFP	: MAXIMA DEMANDA LEIDA HORA FUERA DE PUNTA	ERL	: ENERGIA REACT. LEIDA MES
MD Fac.	: MAXIMA DEMANDA FACTURADA	ER Fac.	: ENERGIA REACT. FACT. MES
EXC. Fac.	: EXCESO DE MAXIMA DEMANDA FACTURADA	F.P.	: FACTOR DE POTENCIA
EA L. HP.	: ENERGIA ACTIVA HORA PUNTA LEIDO	C.T.	: CALIFICACION TARIFARIA
EA L. HFP.	: ENERGIA ACTIVA HORA FUERA DE PUNTA LEIDO		

2.5.1.2 Costos de energía eléctrica

El costo promedio de energía eléctrica ha sido evaluado considerando los costos unitarios de potencia y energía (hp y hfp) del último Pliego Tarifaria (12/2010) emitida por la empresa distribuidora LUZ DEL SUR S.A.A y la venta de energía por la empresa EDEGEL. En el Cuadro No 20, se muestra el resumen de la evaluación y determinación del costo promedio de la energía en horas fuera de punta.²

² MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS DEL PERU, Norma DGE: Alumbrado de Vías Públicas en Áreas Rurales, 2003.

Cuadro 20.
Costo medio de la energía eléctrica

	GRUPO/MW	MES	
C.H HUINCO 247.34 MW	G-1: 58.83	DIAS AL MES	31 DIAS
		HORAS AL MES	744 HORAS
		HORAS DE SERVICIO MAXIMO GRUPO	636,67 HORAS
		PORCENTAJE DE HORAS OPERACIÓN	0,86
	G-2: 63.79	PROMEDIO HORAS/MES TRABAJO GRUPO	538,37 HORAS
		INCIDENCIA EDEGEL	0,74
		INCIDENCIA LUZ DEL SUR	0,26
	G-3: 62.31	HORAS DE OPERACIÓN EDEGEL	17,68 HORAS
		HORAS DE OPERACIÓN LUZ DEL SUR	6,32 HORAS
		HORAS DE OPERACIÓN EDEGEL H.F.P	12,68 HORAS
	G-4: 62.42	HORAS DE OPERACIÓN LUZ DEL SUR H.F.P	6,32 HORAS
		COSTO PROMEDIO H.F.P	11,131 ctm.S/ kWh
		COSTO PROMEDIO HORAS FUERA PUIITA	0,0348 US \$/kWh

Como vemos en el Cuadro 20, el costo promedio de la energía es de 0.0348 US \$ /kwh.

2.5.2 Análisis energético de las instalaciones en las actuales condiciones de operación

Los análisis de energía eléctrica realizados, tienen por objetivo ofrecer la información técnica necesaria que permita evaluar las posibilidades reales de ejecutar un programa de eficiencia energética en las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huinco.

Las fuentes de información utilizadas en el presente análisis, fueron principalmente:

- Registros y mediciones eléctricas efectuadas directamente con instrumentación y personal de CENERGIA.
- Datos históricos de facturación de energía eléctrica y características técnicas de equipos facilitados por el personal técnico y profesional de la Central Hidroeléctrica Huinco de EDEGEL S.A.A.

Para realizar el análisis de los consumos de energía eléctrica, CENERGIA efectuó mediciones de energía activa (kWh), energía reactiva (kVARh), máxima demanda (kW), factor de potencia, corriente (A) y tensión eléctrica M; y mediciones de parámetros de calidad de energía eléctrica, utilizando para ello, equipos electrónicos analizadores de potencia y energía y calidad de energía DRANETZ modelo PP 4300, RPM modelo 1690, MEMOBOX 300 y medidores de energía modelo ABB, con transductores de corriente para conexión directa a los cables de alimentación y tomas de tensión directa en las fases R, S y T, instalándose éstos equipos en los tableros generales de distribución principal por un periodo de 24, 48 y 73 horas y menor de 24 horas de acuerdo a la variabilidad de carga. Igualmente, se efectuaron mediciones de parámetros de calidad de energía eléctrica; los cuales, se analizarán con mayor detalle en el siguiente capítulo del presente informe.

Paralelamente a las mediciones y registros efectuados, se observó el modo de operación de los equipos consumidores de energía eléctrica de la Central.

Se elaboró programa de trabajo, consistió en efectuar registros y mediciones puntuales en los circuitos alimentadores ubicadas en los tableros generales de distribución de la Sala de Distribución Caverna y Sala de Distribución de Casa Paratos, tablero de distribución Toma Sheque y sub tableros de distribución eléctrica ubicadas en los diversos ambientes de la central; asimismo, se realizaron mediciones de nivel de iluminación en los diferentes ambientes de la Central Hidroeléctrica Huinco.

Los valores obtenidos durante la campaña de registros y mediciones eléctricas, son los indicadores del estado actual de operación de los equipos consumidores de energía eléctrica de la Central Hidroeléctrica Huinco. Estos valores son afectados por las horas de trabajo y utilización de equipos de fuerza y alumbrado; por consiguiente, el análisis efectuado reflejará las condiciones de operación de dichos equipos de la Central Hidroeléctrica Huinco, en los días que se realizaron los registros y mediciones.

2.5.2.1 Máxima demanda y consumo de energía eléctrica Máxima demanda y consumo de energía eléctrica en totalizadores- Suministro I431831

Para la determinación de la máxima demanda diaria y consumo de energía total de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huinco, se realizaron registros en los tableros generales de distribución principales a la tensión de 220 Voltios, correspondiente a las Barra EOA Caverna y Barra EOB Casa de Aparatos, Toma Sheque. Se ha considerado como carga típica de los días útiles (de Lunes a Domingo).

Diagramas de carga día útil

Se ha considerado como diagrama de carga típico, los registros de los consumos de energía eléctrica efectuados en un periodo de 24 horas en los tableros principales de la Sala de Distribución Caverna, Sala de Distribución Casa de Aparatos y Toma Sheque, alimentados por el Sistema Eléctrico de Luz del Sur y la Central Hidroeléctrica Huinco.

**Registro de parámetros eléctricos en el Tablero General Casa
Aparatos Totalizador Barbablanca Suministro en 10 hV- LUZ DEL
SUR S.A.A.**

Se efectuaron registros de parámetros eléctricos y calidad de energía eléctrica en el Tablero General de Distribución Casa de Aparatos durante los días 26, 27, 28, 29 y 30/12/2010; obteniéndose registros en diferentes periodos de tiempo, en los días anteriormente indicados debido a la operación de las unidades de generación de la Central. Se ha considerado como diagrama de carga típico el registro efectuado el día 30/12/2010.

Día 30/12/2010

El día 30/12 del 2010, se efectuaron registros en el medidor instalado en tablero general de distribución Casa de Aparatos por un periodo de 24 horas en forma continua. La curva del Diagrama de carga, muestra el comportamiento de la energía eléctrica consumida por los equipos consumidores de los servicios propios alimentados desde las unidades de generación de la Central Hidroeléctrica y por el sistema eléctrico de Luz del Sur.

En la figura 13, se muestra el diagrama de Carga.

DIAGRAMA DE CARGA

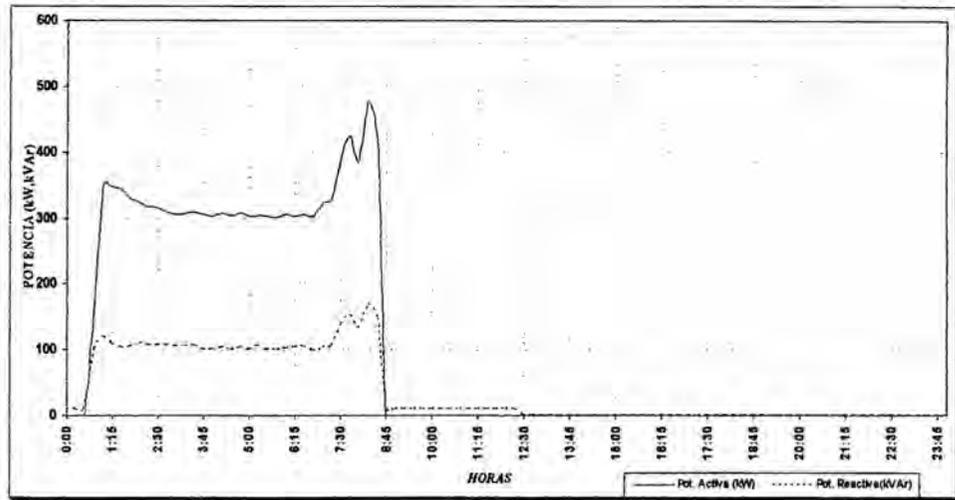


Figura 13. Diagrama de Carga Suministro en Media Tensión 10 kV- LUZ DEL SUR S.A.A. (2010).

En la figura N° 13, se observa que debido a las condiciones operativas normales de los equipos consumidores de energía eléctrica presentadas para ese día, el **diagrama de carga**, presenta una máxima demanda de 476.9 kW registrada en horas fuera de punta y un factor de carga promedio del día de 0.29; en el diagrama de carga respectivo, se ³ puede observar que se presenta gran variabilidad de requerimiento de potencia en las principales áreas consumidores de energía eléctrica del sistema de iluminación y equipos de fuerza; tales como compresoras, motores eléctricos, etc. de las zonas de Caverna y Casa de Aparatos.

Entre las 08:45 y 00:30 horas, se observa la demanda cae a 0 W., al entrar en operación las unidades de la Central Huinco.

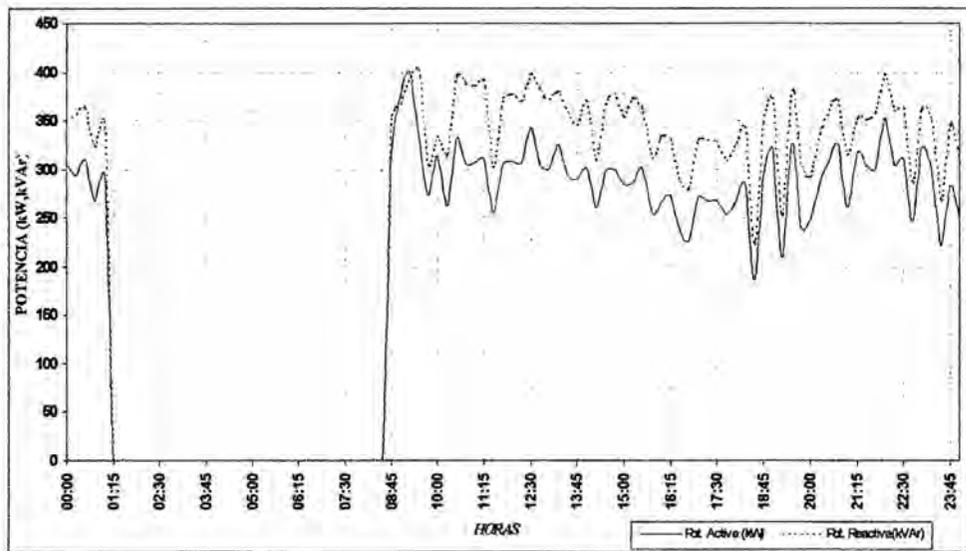
³ PLAN PARA EL AHORRO DE ENERGIA, Ministerio de Energía y Minas, 1993

Registro de parámetros eléctricos en el Totalizador Transformador

T6-. Tablero General de Distribución Sala de Distribución Caverna.

Se efectuaron registros de parámetros eléctricos y calidad de energía eléctrica en el Totalizador Transformador T6, en el Tablero General de Distribución Sala Caverna, los días 18, 19, y 20 y 21/12/2010. Se ha considerado como diagrama de carga típico el registro efectuado el día 20/12/2010.

Día 20/12/2010



El día Sábado 20/12/2010, se efectuaron registros en el medidor de energía instalado en tablero general de distribución Sala de Distribución Caverna por un periodo de 24 horas en forma continua. En la Figura N° 14, se muestra el diagrama de Carga. *Figura 14.* Diagrama de Carga Totalizador T6 transformador 1.0 MVA, Sala de Distribución Caverna 12.5/0.234kV, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

En la figura 14, se observa que debido a las condiciones operativas normales de los equipos Consumidores de energía eléctrica presentadas para ese día, el diagrama de carga, presenta una máxima demanda de 399.8 kW registrada en horas fuera punta y un factor de carga promedio del día de 0.50; en el diagrama de carga respectivo, se puede observar que Se presenta gran variabilidad de requerimiento de potencia en las principales áreas consumidores de energía eléctrica del sistema de iluminación y equipos de fuerza; tales como compresoras, motores eléctricos, etc. de las zonas de Caverna y Casa de Aparatos.

El diagrama de carga, muestra básicamente un periodo de carga bien definida con pequeñas variaciones de carga del sistema eléctrico, con una demanda promedio de 287.3 kW en horas de punta y una demanda promedio de 176.2 kW en horas fuera de punta.

Registro de parámetros eléctricos en el Totalizador Transformador E1 - Tablero General de Distribución Sala de Distribución Caverna.

Se efectuaron registros de parámetros eléctricos y calidad de energía eléctrica en el Totalizador Transformador E1, en el Tablero General de Distribución Sala Caverna, los días 18, 19, 20, 21 y 22/12/2010. Se ha considerado como diagrama de carga típico el registro efectuado el día 19/12/2010.

Día 19/12/2010

El día 19/12/2010, se efectuaron registros en el medidor de energía instalado en tablero general de distribución Sala de Distribución Caverna

por un periodo de 24 horas en forma continua. En la figura No 15, se muestra el diagrama de Carga

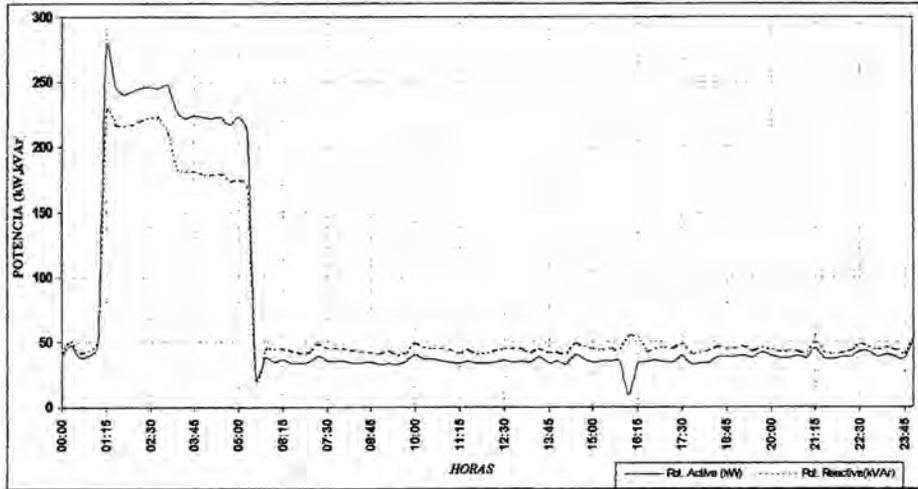


Figura 15. Diagrama de Carga Totalizador El transformador 1.0 MVA, 12.610. 234kV, Sala de Distribución Caverna, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

En la figura N° 15, se observa que debido a las condiciones operativas normales de los equipos consumidores de energía eléctrica presentadas para ese día, el diagrama de carga, presenta una máxima demanda de 277.1 kW registrada en horas fuera de punta y un factor de carga promedio del día de 0.26; en el diagrama de carga respectivo, se puede observar que se presenta gran variabilidad de requerimiento de potencia en las principales áreas consumidores de energía eléctrica del sistema de iluminación y equipos de fuerza; tales como compresoras, motores eléctricos, etc. de las zonas de Caverna y Casa de Aparatos.

El diagrama de carga, muestra dos periodos de carga bien definidas.

Entre las 01:15 y 05:15; la demanda varía entre 48.5 kW y 85.2 kW, con una demanda máxima de 277.1 kW, registrada a las 01:15 horas por operación básicamente de los equipos de iluminación y equipos de fuerza; etc. operativas en las instalaciones de la central; éste periodo es considerado como el periodo de máxima carga.

Entre las 05:30 y 01:00 horas, se observa una variación de la demanda, registrándose una máxima demanda de 55.3 kW a las 00:00 horas, por operación simultánea de los diversos equipos consumidores de energía eléctrica del sistema; tales como los equipos de iluminación, motores eléctricos, compresoras, etc.; éste periodo es considerada como el periodo de media carga.

Registro de parámetros eléctricos en el Totalizador Transformador E4 - Tablero General de Distribución sala de Distribución Caverna.

Se efectuaron registros de parámetros eléctricos y calidad de energía eléctrica en el totalizador Transformador E1, en el tablero General de Distribución Sala Caverna, los días 30, 31/12/2010 y 01, 02/01/2011. Se ha considerado como diagrama de carga típico el registro efectuado el día 31/12/2010.

Día 31/12/2010

El día 31/12/2010, se efectuaron registros en el medidor de energía instalado en tablero general de distribución Sala de Distribución Caverna por un periodo de 24 horas en forma continua.

En la figura N° 16, se muestra el diagrama de Carga

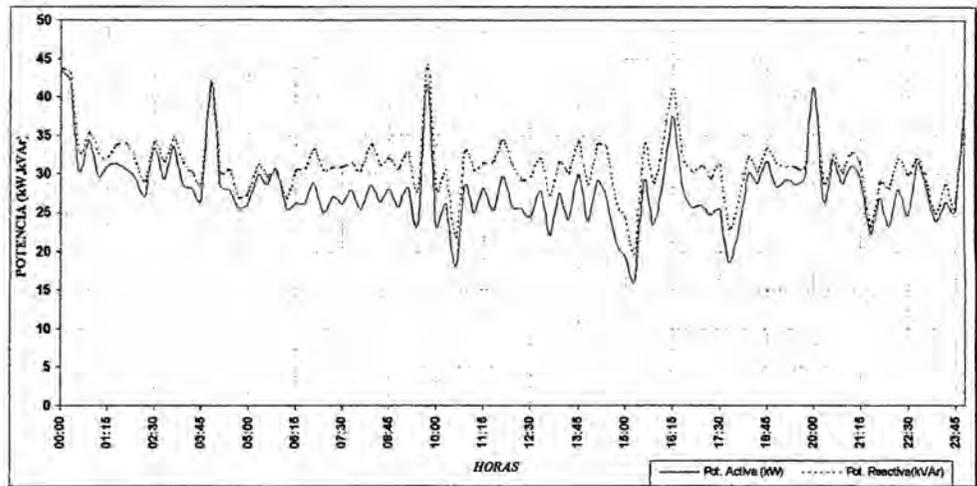


Figura 16. Diagrama de Carga Totalizador E4 transformador 1.0 MVA, 12.5/0.234kV , Sala de Distribución Caverna, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

En el Gráfico N° 16, se observa que debido a las condiciones operativas normales de los equipos consumidores de energía eléctrica presentadas para ese día, el diagrama de carga, presenta una máxima demanda de 42.1 kW registrada en horas punta y un factor de carga promedio del día de 0.04; en el diagrama de carga respectivo, se puede observar que se presenta gran variabilidad de requerimiento de potencia en las principales áreas consumidores de energía eléctrica del sistema de iluminación y equipos de fuerza; tales como compresoras, motores eléctricos, etc. de las zonas de Caverna y Casa de Aparatos.

El diagrama de carga, muestra un periodo de carga bien definida. Entre las 00:00 y 24:0A; la demanda varía entre 42.1 kW y 38.3 kW, con una demanda máxima de 27.9 kW, por operación básicamente de los equipos de iluminación, y fuerza; etc. operativas en las instalaciones de los

servicios propios de la Central; éste periodo es considerado como el periodo de media carga.

2.5.2.2 Distribución de la demanda eléctrica

Distribución de la demanda eléctrica por tableros principales de distribución

La distribución de la energía eléctrica a las instalaciones y equipos consumidores de energía eléctrica de la Central Hidroeléctrica Huinco, se realiza mediante circuitos alimentadores desde los tableros generales de distribución Caverna y Casa de Aparatos; los cuales son alimentados desde los transformadores 76, E1, y E4 del sistema eléctrico de la Central Hidroeléctrica Huinco o el sistema eléctrico de LUZ DEL SUR S.A.A.

A fin de evaluar la operación del sistema eléctrico de las cargas y su incidencia en el consumo de energía eléctrica por transformador ó tablero general de distribución (Bana EOA Cavema y Bana EOB Casa de Aparatos), se realizaron registro y mediciones en la totalidad de cargas operativas asociadas a los tableros principales de distribución en la Sala de Distribución Caverna y Sala de Distribución Casa de Aparatos.

Registro de parámetros eléctricos en el Compresor N° 1 – Tablero General de Distribución Casa de Aparatos

Se efectuaron registros de parámetros eléctricos y calidad de energía eléctrica en el tablero General de Distribución ubicada en el área de climatización de la carga Compresor, los días 02, 03, 04 y 05/01/2009.

Se ha considerado como diagrama de carga típico el registro efectuado el día 04/01/2011.

Día 04/01/2011

El 04/01/2011, se efectuaron registros de consumo de energía eléctrica del compresor del sistema de climatización en el tablero general de distribución por un periodo de 24 horas en forma continua.

En el figura N° 17, se muestra el diagrama de Carga.

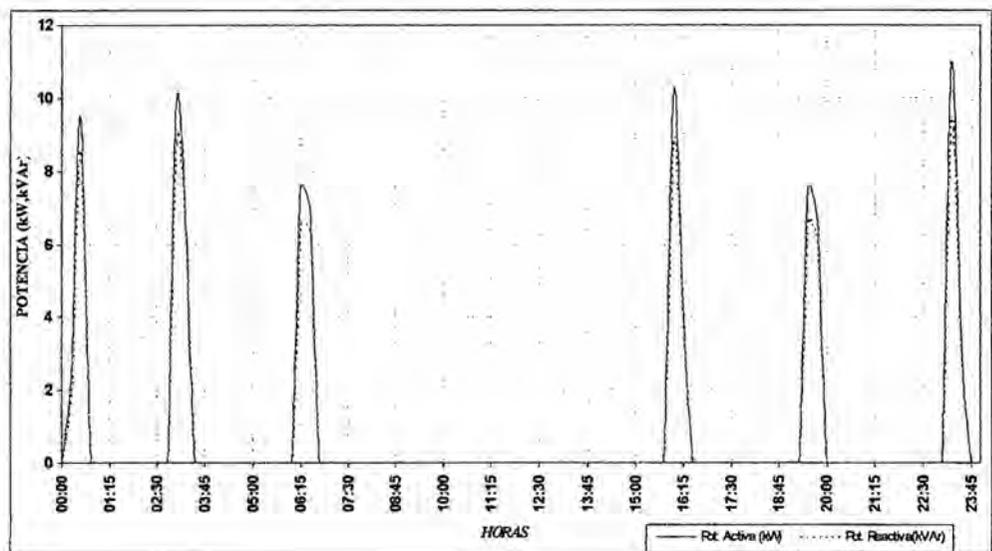


Figura 17. Diagrama de Carga, Compresor N° 1: Tablero General de Distribución Casa de Paratos, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

En la figura N° 17, se observa que debido a las condiciones operativas normales de los equipos consumidores de energía eléctrica presentadas para ése día, el diagrama de carga, presenta una máxima demanda de 11.0 KW registrada en horas punta y en horas fuera de punta, un factor de carga promedio del día de 0.08.

Registro de parámetros eléctricos en la Caja de Distribución CD 5

Se efectuaron registros de parámetros eléctricos y calidad de energía eléctrica en el tablero General de Distribución los días 12, 13 y 14/01/2011. Se ha considerado como diagrama de carga típico el registro efectuado el día 13/01/2011.

Día 13/01/2011

El día 13/01/2011 se efectuaron registros de consumo de energía eléctrica del compresor del sistema de climatización en el tablero general de distribución por un periodo de 24 horas en forma continua.

En la figura 18, se muestra el diagrama de Carga.

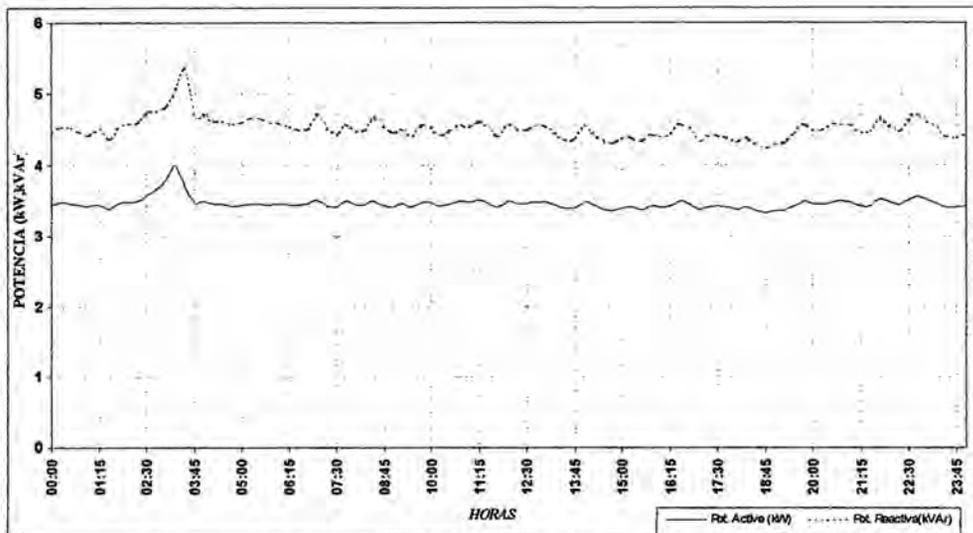


Figura 18. Diagrama de Carga, Totalizador caja de Distribución CD5, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

En la figura 18, se observa que debido a las condiciones operativas normales de los equipos consumidores de energía eléctrica presentadas para ese día, el diagrama de carga, presenta una máxima demanda de 4

kw registrada en horas fuera de punta y un factor de carga promedio del día de 0.87; en el diagrama de carga respectivo, se puede observar que se presenta gran variabilidad de requerimiento de potencia en las principales áreas consumidores de energía eléctrica del sistema de iluminación y equipos de fuerza de la zona de Caverna.

El diagrama de carga, muestra una curva prácticamente constante durante el periodo registrado.

Máxima demanda y consumo de energía eléctrica en totalizadores-

Suministro 287053

Registro de parámetros eléctricos en el Tablero General de

Distribución Represa

Se efectuaron registros de parámetros eléctricos y calidad de energía eléctrica en el tablero General de Distribución Represa los días 26, 27, 28 y 29/12/2010. Se ha considerado como diagrama de carga típico el registro efectuado el día 28/12/2010.

Día 28/12/2010

El día Domingo 28/12/2010 se efectuaron registros de consumo de energía eléctrica en el tablero general de distribución Represa en un periodo de 24 horas en forma continua. En la figura 19, se muestra el diagrama de Carga.

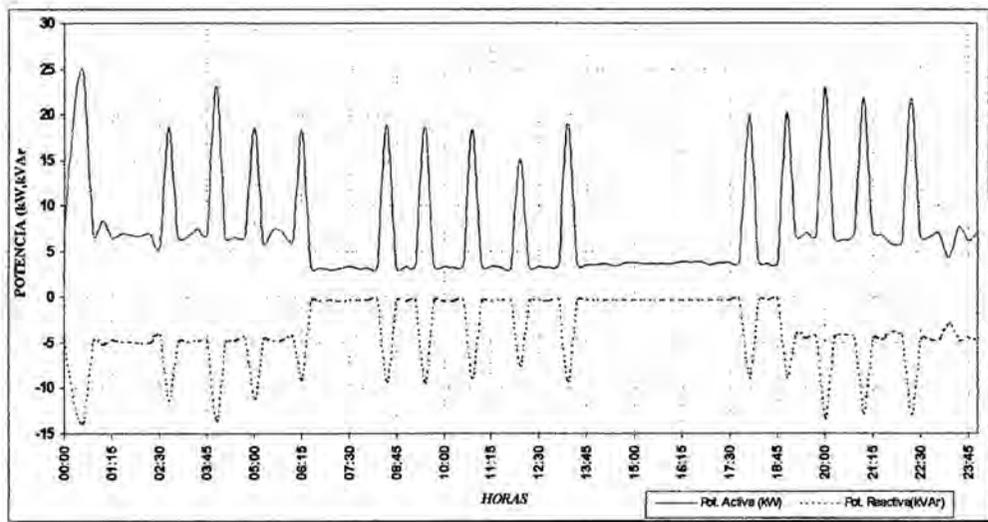


Figura 19. Diagrama de Carga, Totalizador Tablero represa, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

En la figura 19, se observa que debido a las condiciones operativas normales de los equipos consumidores de energía eléctrica presentadas para ese día, el diagrama de carga, presenta una máxima demanda de 24.6 kW registrada en horas fuera de punta y un factor de carga promedio del día de 0.30; en el diagrama de carga respectivo, se puede observar que se presenta gran variabilidad de requerimiento de potencia en las áreas consumidores de energía eléctrica del sistema de iluminación y equipos de fuerza; tales como el sistema de iluminación de la sala de control comunicaciones, cargadores de batería, maniobra de la compuerta, electrobomba sumergible, etc.

El comportamiento del diagrama de carga, es definida por la operación de la electrobomba sumergible y el consumo de los equipos de iluminación.

Balance de potencia y energía por sectores de consumo y proyección de la demanda

Suministro 1431831

A) Balance de potencia, incidencia de la distribución y proyección de la demanda de potencia

Zona Caverna

En el Cuadro 21 y la figura 20, se muestra la distribución de la demanda eléctrica del sistema zona caverna:

Cuadro 21.

Incidencia de la distribución de potencia por equipos consumidores Zona Caverna

Nº	Circuitos	%	kW
1	AIRE ACONDICIONADOS	8%	29.3
2	BOMBA DE DRENAJE 1 Y 2	4%	15.3
3	BOMBA DE REFRIGERACION 1,2 Y 3	20%	72.3
4	CAJAS DE DISTRIBUCION CD1,CD2,CD3,CD5,CD10,CD11,CD23 Y CD	9.2%	33.0
5	CONVERTIDOR GRUPO 1 Y 2	13.0%	46.5
6	GRUPO N°1,2,3 Y4 SLR	7.6%	27.1
7	MAQUINA I,II,III Y IV	16.2%	57.9
8	PANEL DE DISTRIBUCION 220V	3.5%	12.5
9	PANEL RED EMERGENCIA DESDE LOS CONVERTIDORES DE 220V	4.6%	16.4
10	RECTIFICADOR BATERIA	1.0%	3.7
11	TURBO REFRIGERADOR	12.2%	43.6
	Potencia mensual proyectada	100%	358

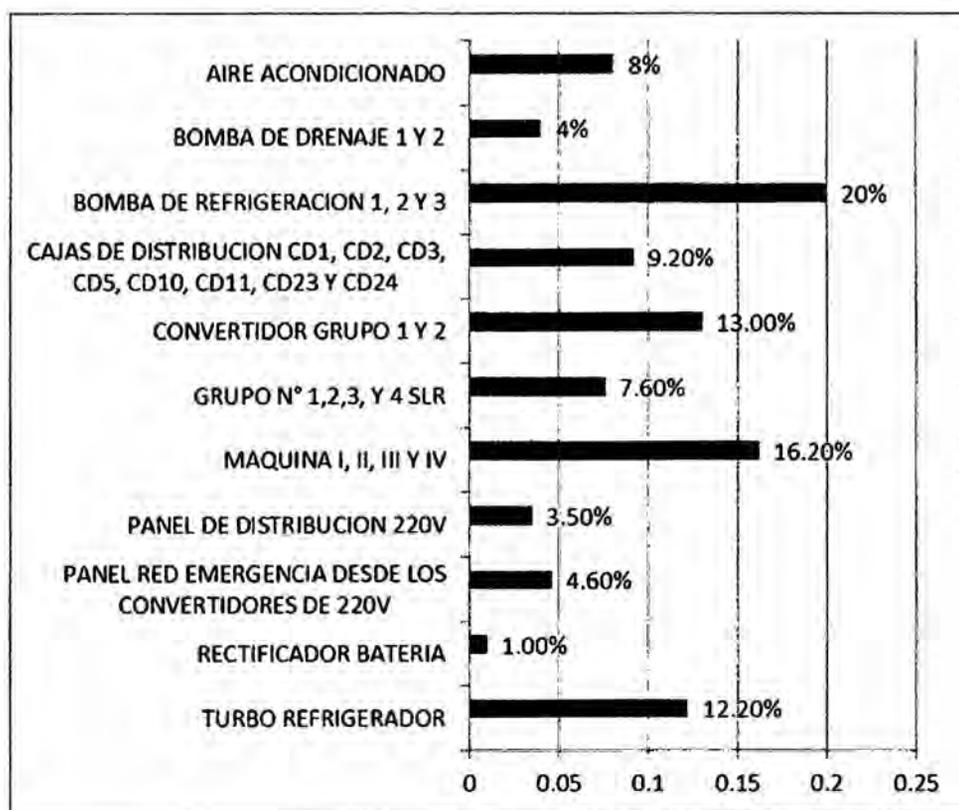


Figura 20. Incidencia de la distribución de potencia por equipos consumidores Zona Caverna, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

En el Cuadro N° 21 y la figura N° 20, se muestra la distribución de demandas máximas registradas por los equipos consumidores de energía eléctrica y los porcentajes de contribución en la máxima demanda del sistema en la zona caverna; observándose que las bombas de refrigeración 1,2 y 3 con una demanda de 72.3 kW que representa el 20% de la demanda del sistema de la zona caverna son las más representativas.

Zona Casa de Aparatos

Cuadro 22.

Incidencia de la distribución de la potencia por equipos consumidores

Zona Casa Paratos

N°	Circuitos	%	kW
1	COMPRESOR N°1	28%	12.4
2	PANEL DE COMUNICACIONES	20%	9.0
3	CAJA DE DISTRIBUCION CD32	9%	3.8
4	PANEL 838	23%	10.2
5	OTRAS CARGAS	21%	9.3
	Potencia mensual proyectada	100%	45

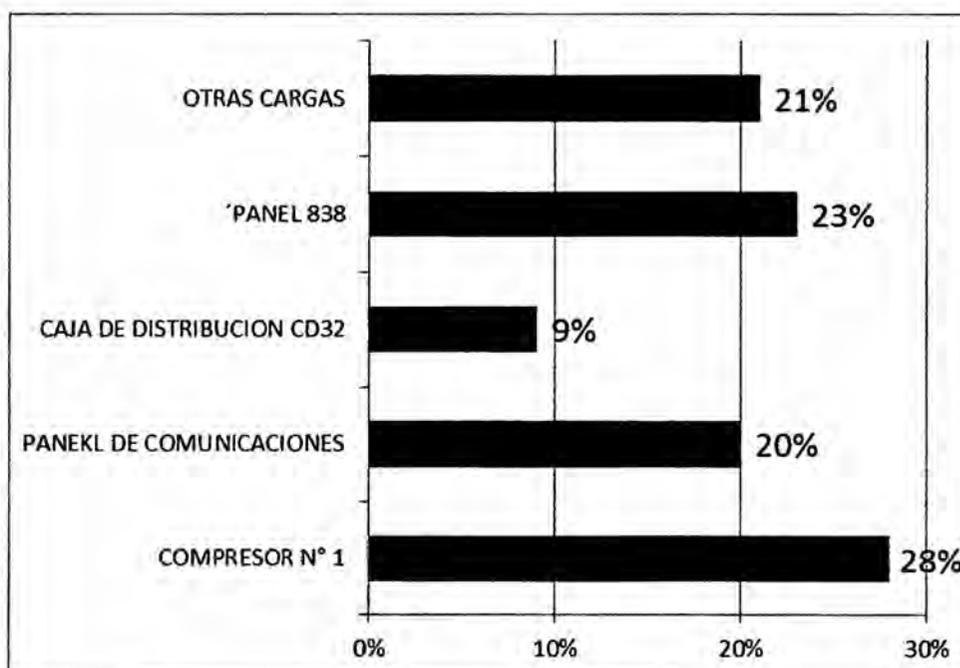


Figura 21. Incidencia de la distribución de potencia zona casa aparatos, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

En el Cuadro N° 22 y la figura N° 21, se muestra la distribución de demandas máximas registradas por los equipos consumidores de energía eléctrica y los porcentajes de contribución en la máxima demanda del Sistema en la zona casa aparatos; observándose que el compresor N° 1 con

una demanda de 12.4 kW que representa el 20% de la demanda del sistema de la zona casa aparatos es la más representativa.

En el Cuadro N° 23, se muestra la distribución de la demanda eléctrica del sistema zona caverna zona casa aparatos:

Cuadro N° 23

Incidencia de la distribución de la potencia por zonas

N°	Circuitos	%	kW
1	CAVERNA	89%	357.7
2	CASA APARATO	11%	44.7
	Potencia mensual proyectada	100%	402

En el Cuadro N° 23, se muestra la distribución de demandas máximas registradas por los equipos consumidores de energía eléctrica y los porcentajes de contribución en la máxima demanda del sistema en la zona caverna y casa aparatos; observándose que los equipos consumidores de energía eléctrica de la zona caverna son los más representativos con una demanda de potencia de 357.7 kW que representa el 89% de la demanda total del sistema.

B). Balance de potencia, incidencia de la distribución y proyección de la energía

Zona Caverna

En el Cuadro N° 24 y la figura N° 22, se muestran el balance de energía eléctrica e incidencia de la distribución del consumo de energía del sistema zona caverna.

Cuadro 24.

Balance de energía eléctrica e incidencia de la distribución de la energía por equipos consumidores Zona Caverna

N°	Denominación	%	kWh/mes
1	AIRE ACONDICIONADOS	9.0%	15 272
2	BOMBA DE DRENAJE 1 Y 2	0.7%	1 228
3	BOMBA DE REFRIGERACION 1,2 Y 3	21.3%	36 209
4	CAJAS DE DISTRIBUCION CD1,CD2,CD3,CD4	8.6%	14 587
5	CONVERTIDOR GRUPO 1 Y 2	14.5%	24 663
6	GRUPO N°1,2,3 Y4 SLR	5.2%	8 901
7	MAQUINA I,II,III Y IV	18.8%	31 955
8	PANEL DE DISTRIBUCION 220V	3.6%	6 061
9	PANEL RED EMERGENCIA DESDE LOS CON	6.8%	11 544
10	RECTIFICADOR BATERIA	1.1%	1 820
11	TURBO REFRIGERADOR	10.5%	17 917
	Energia mensual proyectada(kWh)	100%	170 159

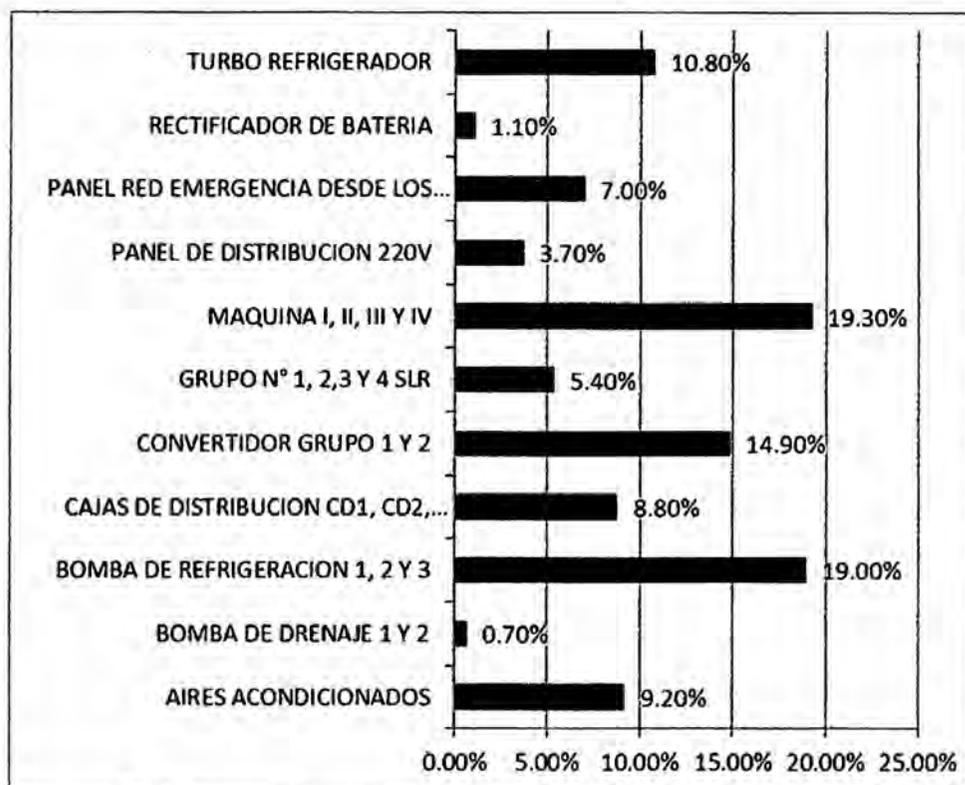


Figura 22. Balance de energía eléctrica e incidencia de la distribución de la energía por equipos consumidores Zona Caverna, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

En el Cuadro N° 24 y la figura N° 22, se muestra el balance de energía consumida por los equipos consumidores de energía eléctrica y los porcentajes de incidencia en la energía eléctrica total del sistema de la zona caverna; observándose que las bombas de refrigeración 1, 2 y 3 que consumen 36, 209 kWh/mes (21.3% de la energía eléctrica total del sistema eléctrico de la zona caverna) es la más representativa.ⁱ

Zona Casa Aparatos

Cuadro 25.

Incidencia de la distribución de la potencia por equipos consumidores Zona casa
Paratos

BALANCE DE ENERGÍA POR CARGAS - ANEXOS			
Nº	Circuitos	%	kWh
1	COMPRESOR N°1	2.6%	398
2	PANEL DE COMUNICACIONES	27.2%	4 145
3	CAJA DE DISTRIBUCION CD31,CD32	12.7%	1 944
4	PANEL 838	28.9%	4 411
5	OTRAS CARGAS	28.5%	4 354
Energía mensual proyectada		100%	15 253

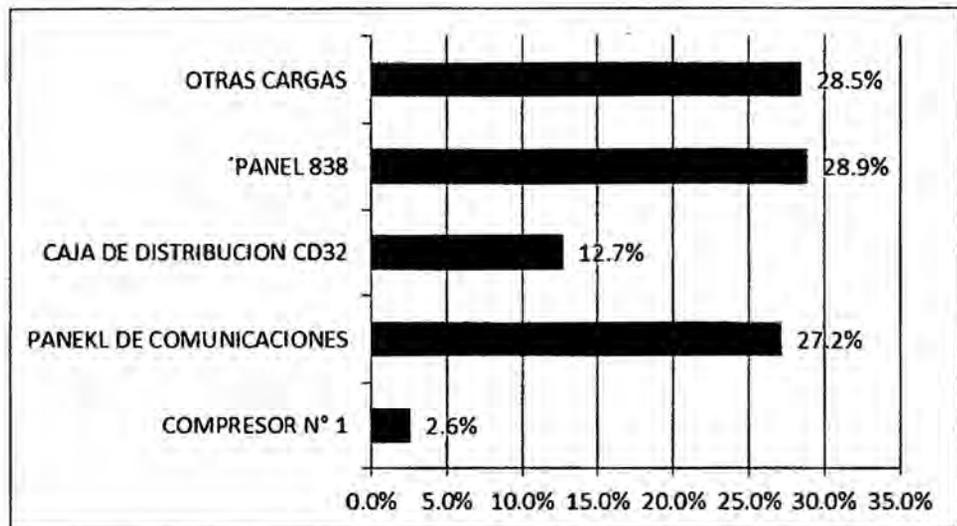


Figura 23. Incidencia de la distribución de potencia zona Casa Aparatos, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

En el Cuadro N° 25 y la figura N° 23, se muestra la distribución de demandas máximas registradas por los equipos consumidores de energía eléctrica y los porcentajes de contribución en la máxima demanda del sistema en la zona casa aparatos; observándose que el compresor N°1 con

una demanda de 12.4 kW que representa el 20% de la demanda del sistema de la zona casa aparatos es la más representativa.

Cuadro 26.

Incidencia de la distribución de la potencia por equipos consumidores zona caverna y zona Casa Paratos

BALANCE DE ENERGÍA POR SECTORES DE CONSUMO - ANEXOS			
Nº	Circuitos	%	kWh
1	CAVERNA	91,8%	170 159
2	CASA APARATO	8,2%	15 253
	Energía mensual proyectada	100%	185 411
	Energía anual proyectada		2224 936

En el Cuadro N° 26, se muestra la distribución del consumo de energía eléctrica por sectores de consumo y los porcentajes de contribución en la máxima energía del sistema en la zona caverna y casa aparatos; observándose que los equipos consumidores de energía eléctrica de la zona caverna son los más representativos con una demanda de potencia de 170159 kWh/mes que representa el 91.8% del consumo total de energía eléctrica de la central.

Suministro 287053

La potencia suministrada por la Concesionaria Luz del Sur S.A, se distribuye a través del Tablero General de Distribución Toma Sheque, en el consumo de las cargas de iluminación y fuerza instaladas en la Toma Sheque; tal como se muestra en el Cuadro N° 27

Cuadro 27.

Incidencia de la distribución de la potencia por equipos consumidores zona Tablero represa

Nº	Circuitos	%	kWh
1	TABLERO REPRESA	100%	136,5
	Energía mensual proyectada		3822
	Energía anual proyectada		45864

2.5.2.3 Evaluación de las instalaciones eléctricas existentes

Evaluación de las pérdidas eléctricas en subestaciones.

Se ha evaluado las pérdidas de energía técnicas en los transformadores T6, E1, E2, E3, E4 y E5 de las subestaciones eléctricas de la Central Hidroeléctrica Huinco.

Pérdidas en transformadores:

Las pérdidas en transformadores, consisten:

Pérdidas en el cobre

Estas pérdidas varían y están en función cuadrática a la carga de operación llegando a su máximo valor cuando el transformador trabaja a plena carga, por lo que se tendrá que calcular un factor de carga de operación actual de cada transformador.

Pérdidas en el hierro

Llamadas también pérdidas en vacío, no dependen de la carga de operación del transformador, éstas vienen establecidas según la potencia nominal del transformador.

Las pérdidas en transformadores, se determinan tomando en cuenta las siguientes expresiones:

$$P_t = F_p \cdot (P_{cu} + P_o)$$

Pcu+Po.....4.2.1

Donde:

Pt : Pérdidas totales, en kW

Pcu : Pérdidas en el cobre del transformador, en kW

Po : Pérdidas en vacío del transformador, en kW

Fp : Factor de pérdidas

El factor de pérdidas (FP), se determina con la siguiente expresión:

$$F_p = \left(\frac{I_{\text{Operación}}}{I_{\text{Nominales}}} \right)^2 = \left(\frac{KVA_{\text{Carga}}}{KVA_{\text{Nominales}}} \right)^2$$

Dónde:

Fp : Factor de pérdidas

I Operación : Corriente de operación en A

I Nominales : Corriente nominal en A

Para el cálculo de pérdidas en los transformadores, se ha utilizado el cuadro 28; en la cual, se especifican tanto las pérdidas en el hierro como las pérdidas en el cobre, establecidos por los fabricantes de transformadores; ésta Tabla, nos servirán como referencia para calcular las pérdidas aproximadas en cada transformador:

Cuadro 28.

Perdidas en Transformadores Trifásicos

Potencia Nominal (kVA)	Pérdidas en Vacío (W)	Pérdidas en Cobre (W)
200	740	3060

Cuadro 29.

Pérdida eléctrica en transformadores

Potencia Nominal (kVA)	Pérdidas en Vacío (W)	Pérdidas en Cobre (W)
250	850	3450
300	960	3840
450	1290	5010
640	1830	6050
1000	2500	9300
1250	2950	10450
1600	3600	13550
2500	5200	19500
4000	7450	26800
5000	8700	31000
7500	11500	42500
10000	15000	49000

Fuente: IEEE - TRANSACTION ON INDUSTRIAL APPLICATION.

En el Cuadro N° 30, se muestra los resultados de la evaluación de las pérdidas eléctricas en los transformadores de las subestaciones de distribución N° 1 y N° 2.

Cuadro 30.

Pérdidas Eléctricas en Transformadores

PERDIDAS ELECTRICAS EN TRANSFORMADORES										
ITEM	DENOMINACION	P.N (kVA)	P.V (kW)	P.C (kW)	DP TRAFO (kW)	F.P P	P.A PROMEDIO (kVA)	F.U	FP	P.T (kW)
1	T6	1000	2.500	9.300	244.200	0.650	375.692	0.376	0.141	3.813
2	E1	1000	2.500	9.300	189.200	0.770	245.714	0.246	0.060	3.061
3	E2	500	1.480	5.550				0.000	0.000	0.000
4	E3	500	1.480	5.550				0.000	0.000	0.000
5	E4	1000	2.500	9.300	28.900	0.670	43.134	0.043	0.002	2.517
PERDIDAS TOTALES										9.39
NOTA:										
P.V	:Pérdidas en vacío				SE	: Sistema Estabilizado Transformador sistema convencional				
P.CU	:Pérdidas en el CU				S.C	: Sistema Convencional				
DP TRAFO	:Demanda promedio del transformador					PA PROM	:Potencia aparente promedio			
F.P	:Factor de pérdidas					F.P P	: Factor de potencia promedio			
P.T	:Pérdidas totales					F.U	: Factor de utilización			

En el Cuadro N° 30, se muestra los resultados de la determinación de las pérdidas eléctricas en los transformadores T6, E1 y E4; los cual, ascienden a los 9.39 kW; éstas pérdidas serían mayores, si los transformadores trabajarían a plena carga.

El total de pérdidas en energía mensual, para 24 horas de operación diaria, es de 5796 kWh/mes.

Evaluación de las pérdidas eléctricas en las redes en baja tensión

Las pérdidas de energía eléctrica en el sistema de distribución en baja tensión de las instalaciones eléctricas de la Central Hidroeléctrica Huinco, serán reducidos a valores permisibles planificando un adecuado programa de mantenimiento de las instalaciones eléctricas y a reducir los

gastos de mantenimiento de equipos consumidores de energía eléctrica; la inversión será nula en caso de reparaciones o cambio de equipos considerados como parte de la tarea de mantenimiento del sistema eléctrico.

El programa de mantenimiento mejorará la confiabilidad del flujo de energía a través del sistema eléctrico. El mantenimiento programado es la base del mantenimiento preventivo, con lo que se reducirán las fallas permitiendo conservar en buen estado las máquinas, equipos e instalaciones eléctricas en general.

El programa de mantenimiento y control debe estar referido a una coordinada ejecución de tareas y un conocimiento de los equipos y sus componentes y a los siguientes aspectos:

- Prueba de los contactos de interruptores termomagnéticos y limpieza de los mismos, para evitar la permanencia de polvos, pelusas y falsos contactos.
- Control periódico de los niveles de corriente y tensión de las cargas y alimentadores de mayor consumo de energía, llevando un registro sistematizado de las anomalías encontradas por equipo, cuyo objetivo será prevenir posibles daños que puedan causar éstas anomalías en los diferentes equipos consumidores de energía eléctrica e instalaciones en general.
- Verificación de fusibles, puestas a tierra y nivel de aislamiento de los cables y conductores eléctricos.

- Limpieza general de todos los tableros, y subtableros existentes en las instalaciones eléctricas.
- Limpieza de todos los accesorios de iluminación (luminarias, lámparas, conexiones; etc.).

Durante la etapa de mediciones e inspección del sistema eléctrico, se ha observado que las instalaciones eléctricas en baja tensión vienen operando satisfactoriamente en condiciones normales de operación; no se ha detectado recalentamiento de interruptores termomagnéticos, cables, terminales; sin embargo se ha observado presencia de polvillos en ciertos subtableros eléctricos en los edificios Casa de Aparatos principalmente, que podrían originar presencia de corrientes circulantes en los tableros, por lo cual requieren mantenimiento preventivo y correctivo.

El mejoramiento de la confiabilidad y continuidad del suministro de energía eléctrica, en las instalaciones internas de la Central Hidroeléctrica Huinco dependerá del grado de importancia que se le dé al programa de mantenimiento de los equipos y redes eléctricas.

Durante la campaña de mediciones y registros realizados en las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huinco, se efectuó una inspección de las instalaciones eléctricas; lo cual permitió obtener la siguiente información que a continuación se indica:

Las instalaciones eléctricas de la central, se encuentran en general en regular estado de conservación; sin embargo, debido a las condiciones

operativas de las instalaciones, algunos equipos de iluminación básicamente, no se encuentran en óptimas condiciones de operación, por lo que es conveniente una revisión periódica y exhaustiva de los dispositivos de mando y control, cables, tableros eléctricos principales, Subtableros eléctricos, equipos de iluminación, cables, pozos a tierra, etc. a fin de detectar sobrecargas, desbalances de carga, fugas a tierra, nivel de aislamiento, variación de tensión, nivel de distorsión de armónicos, altas temperaturas, deficiencias en el control de equipos u otras fallas, que puedan afectar la vida útil de los equipos consumidores de energía eléctrica e incrementar las pérdidas de energía eléctrica.

Los subtableros eléctricos (cajas de distribución CDs) ubicados en los diferentes ambientes de las instalaciones de la central, si bien son de equipamiento eléctrico antiguo; sin embargo, se encuentran en buen estado de conservación y operación, encontrándose mínima presencia de polvos, que sin embargo podrían producir corrientes circulantes en el interior de los subtableros eléctricos CDs.

No se ha detectado calentamiento en los diversos componentes de los tableros principales y subtableros eléctricos; tales como en interruptores termomagnéticos, cables, terminales de los alimentadores, etc.

Se observa que los transformadores de distribución de los Servicios Propios T6, E1 y E4, operan a un bajo factor de utilización (ver pérdidas en transformadores), debido a la baja demanda de energía eléctrica; tal

como se muestran en el Cuadro N° 4.2.7; esta situación nos indica que no se está utilizando eficientemente los transformadores de distribución T6, E1 y E4.

En cuanto al sistema de medición, no se tienen instalados instrumentos de medición en los tableros principales.

Finalmente, Se efectuaron mediciones de calidad de energía eléctrica en los tableros generales de distribución de las subestaciones de distribución, con la finalidad de verificar el nivel de Calidad de Producto y Continuidad del Servicio Eléctrico que entrega la empresa Luz del Sur a las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huinco. De los resultados obtenidos y analizados, se recomienda realizar el monitoreo continuo de los parámetros de Calidad Tensión, Distorsión por Armónicos (de tensión y corriente), perturbaciones por Flicker (Pst), transitorios de tensión y corriente); asimismo, se debe programar registros periódicos de los parámetros eléctricos de calidad en los tableros principales de distribución durante períodos de 72 horas.

2.5.2.4 Evaluación de motores eléctricos

Se ha efectuado la evaluación de una muestra de motores eléctricos principales instalados en las diferentes áreas de Caverna y Casa de Aparatos de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huinco.

Se calcularon los factores o grados de utilización para una muestra de motores más importantes y se identificaron recomendaciones de mejoras para la reducción de costos operativos.

En los Anexos, se muestra en detalle la evaluación de los motores eléctricos referidos al factor de utilización; para tal fin se han efectuado mediciones de carga de un grupo de motores. Así mismo, se ha utilizado la información de mediciones de carga de los motores efectuadas por EDEGEL; a fin de determinar el factor de utilización de los motores de la Central.

De los resultados obtenidos se tiene: El factor de utilización de los motores de mayor potencia varía entre 53% y 100%, razón por la cual el nivel de pérdidas en algunos de estos casos es apreciable y en otros es menor; sin embargo, los motores que trabajan a menor factor de utilización (<60%), el nivel de pérdidas es mayor, debido que la eficiencia del motor es menor que el valor mínimo recomendado lo cual se puede disminuir con un adecuado plan de monitoreo y evaluación de las variables del motor.

2.5.2.5 Evaluación del sistema de iluminación

Generalidades

La iluminación con energía eléctrica, cumple un papel importante en el desarrollo de diferentes actividades del ser humano principalmente; sin embargo la iluminación requiere de una correcta utilización con un adecuado control de operación, en forma eficiente y económica. Asimismo, el avance tecnológico ha evolucionado a sistemas de alumbrado capaces de adaptarse a las exigencias actuales y que, a su vez, son más eficientes energéticamente y que pueden ser implementados en el sistema de iluminación de la Central Hidroeléctrica Huinco.

Una correcta iluminación eléctrica facilita una serie de situaciones y mejoras en la visión humana, se consigue trabajar mejor, se ven los objetos normalmente, la fatiga ocular disminuye, se percibe mejor nuestro entorno y además se evitan accidentes que puedan ser causados por una mala iluminación.

El objetivo de un sistema de alumbrado, sea interior o exterior es obtener una buena iluminación, con una adecuada distribución de equipos y a un menor costo de energía eléctrica.

La iluminación interna o externa, depende de algunos factores como: exigencia del tipo de trabajo a realizar, orientación del lugar de trabajo construcción de los ambientes de trabajo, etc. considerando para esto eficiencia luminosa, estética y economía.

Las mejoras pueden contemplar mantenimiento, modificación del sistema de iluminación o su distribución, y en caso necesario, la instalación de iluminación complementarla o localizarla para aumentar la iluminación. En la aplicación de mejoras se deben considerar los siguientes aspectos:

- Evitar el deslumbramiento directo o por reflexión al trabajador.
- Seleccionar un fondo visual adecuado a las actividades de los trabajadores.
- Evitar bloquear la iluminación durante la realización de la actividad.
- Evitar las zonas donde existan cambios bruscos de iluminación.

El sistema de iluminación de la Central Hidroeléctrica Huinco representa un significativo porcentaje importante del consumo total de energía eléctrica de las instalaciones eléctricas de la Central Hidroeléctrica Huinco.

En los Anexos, se muestra en forma detallada la evaluación del sistema de iluminación de la Central Hidroeléctrica Huinco.

2.6 Calidad de energía eléctrica en las instalaciones

2.6.1 Introducción

El presente capítulo muestra un enfoque general del nivel de perturbaciones eléctricas del sistema de potencia en las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huinco; así como el cálculo de los indicadores de calidad según la Norma Técnica de Calidad de Energía de los Servicios Eléctricos (NTCSE) en los puntos de medición (salida de los transformadores de distribución) Las mediciones de calidad de energía están dentro del marco de la Norma Técnica de Calidad del Servicio Eléctrico (NTCSE) Decreto Supremo N° 020-97-EM y N° 009-99-EM. El objetivo de la Norma es establecer los niveles mínimos de calidad de los servicios eléctricos y las obligaciones de las Concesionarias de electricidad y los clientes que operan bajo régimen de la Ley de Concesiones Eléctricas, Decreto Ley N° 25844.

La Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE) establece los niveles mínimos de calidad y las obligaciones de las empresas

eléctricas y los clientes. El presente informe será enfocado solo a la evaluación de la calidad del producto:

El control de la calidad de los servicios eléctricos, se realizaron en los transformadores principales que alimentan a los equipos consumidores de energía eléctrica de la Central Hidroeléctrica Huinco.

Las mediciones en los transformadores, fueron por un período menor de 7 días; por lo cual, los periodos de medición no cumplen con las NTCSE (7 días de medición); por consiguiente los cálculos de los indicadores de calidad y el nivel de perturbaciones a realizarse son de forma referencial, principalmente para determinar el nivel de magnitud de las perturbaciones.

2.6.2 Equipos utilizados y mediciones realizadas

Para llevar a cabo las mediciones de parámetros eléctricos se emplearon cinco equipos analizadores de redes eléctricas, además de otros instrumentos para mediciones de tipo puntual.

Los equipos utilizados para efectuar las mediciones eléctricas fueron.:

Analizadores Electrónicos RPM Modelo 1650

EQUIPO: RELIABLE POWER METERS

MODELO: 1650

Los parámetros medidos por el equipo RpM 1650 tanto en valores instantáneos RMS como



en registros promedio son:

- Registros de tensiones monofásicas y trifásicas por fase (V).
- Registros de corrientes monofásicas y trifásicas por fase (I).
- Desbalances de tensiones y corrientes (%).
- Armónicas de tensión THDV y corriente THDI totales e individuales hasta el orden 634.
- Potencia aparente (kVA).
- Potencia activa de las fases individuales (kW).
- Potencia reactiva de las fases individuales (kVAR).
- Factor de potencia de las fases individuales.
- Flicker (indicador Pst según normas CEI).
- Registros de frecuencia sostenida.
- Registros de eventos: sobretensiones, subtensiones, impulsos, micro cortes, etc.
- Certificaciones FCC, UL, CSA, CE.

Datos técnicos:

Tensión:

Entrada	:	100 mV hasta 1000V
Precision	:	$\pm 1\%$ de la escala total (típicamente 0.5%)
Impedancia	:	2 M Ohm a tierra
Capacitancia	:	< 30 pf
Frecuencia	:	60/50 Hz + 0.1 Hz

Corriente

Entrada	:	Desde 0.01 a 3000 Amps rms
Precisión	:	$\pm 1\%$ de la escala total (más precisión del CT)
Impedancia	:	2 M Ohm a tierra
Capacitancia	:	< 30 pf

Analizadores Electrónicos Memobox 300 Smart



Los parámetros medidos por el Memobox 300 Smart tanto en valores instantáneos RMS como en registros promedio son:

- Registros de tensiones monofásicas y trifásicas por fase (V).
- Registros de corrientes monofásicas y trifásicas por fase (I).
- Desbalances de tensiones y corrientes (%).
- Factor de Distorsión Total por Armónicas de Tensión y Corriente THD.
- Potencia aparente (kVA).
- Potencia activa (kW).
- Potencia reactiva (kVAR).
- Factor de potencia.
- Flicker (indicador Pst según normas CEI).
- Registros de eventos: Sobretensiones y Subtensiones, etc.

Datos técnicos:

Tensión:

Entrada : 100 mV hasta 830v (L-L)

Precisión : $\pm 1\%$ del valor nominal

Impedancia : 4.7 M Ohm por canal

Corriente:

Entrada : Desde 0.1 a 3000 Amps rms

Precisión : $\pm 0.2\%$ del valor nominal (más precisión del CT)

Asimismo, se utilizaron analizadores de calidad de energía marca Dranetz modelo PP4300, medidores de energía ABB y equipos de mediciones instantáneas, tales como multímetros digitales.

2.6.3 Calidad del producto según la NTCSE

Tensión

El indicador de calidad de tensión está expresado como un porcentaje de la tensión nominal:

$$\Delta V_K(\%) = \frac{(V_K - V_N)}{V_N} \times 100\% \quad \text{Fórmula (1)}$$

Las tolerancias admitidas sobre las tensiones nominales es de hasta el $\pm 5.0\%$. Se considera que la energía eléctrica es de mala calidad, si la tensión se encuentra fuera del rango por un tiempo superior al tres por ciento (5%) del período de medición.

Causas de las caídas de tensión

Las causas principales de caída de tensión, son:

- Conductores no adecuados para transportar determinado nivel de carga.
- Excesiva longitud de transmisión.
- Falta de mantenimiento en los equipos involucrados en la transmisión de energía.
- Fenómenos atmosféricos (producen interrupciones)
- Corriente de arranque de motores (picos y cimas de tensión)

Flicker

El índice de Severidad por Flicker (Pst) no debe superar la unidad ($Pst \leq 1$) en Alta, Media ni Baja Tensión. Se considera el límite: $Pst'=1$ como el umbral de irritabilidad asociado a la fluctuación máxima de luminancia que puede ser soportada sin molestia por una muestra específica de población.

Se considera que la energía eléctrica es de mala calidad, si el índice de severidad se encuentra fuera de rango, por un tiempo superior al 5% del Período de Medición.

Tensiones armónicas

Los valores eficaces (RMS) de las tensiones armónicas individuales (V_t) y la Distorsión Armónicas Total (THD), expresado como porcentaje de la tensión nominal del punto de medición respectivo, no deben superar los valores límite (THD_v y V_i) indicados en la Tabla N° 1. Se consideran las armónicas comprendidas entre la dos (2°) y la cuarenta (40°), ambas inclusive.

Cuadro 31.

Armónicas en la 2° y la 40°

ORDEN(n) DE LA ARMÓNICA Ó THD	TOLERANCIA Vi* ó THD* (% con respecto a la Tensión Nominal del punto de medición)	
	Alta y muy alta tensión	Media y baja tensión
(Armónicas Impares no múltiplos de 3)		
5	2.0	6.0
7	2.0	5.0
11	1.5	3.5
13	1.5	3.0
17	1.0	2.0
19	1.0	1.5
23	0.7	1.5
25	0.7	1.5
Mayores de 25	0.1 + 2.5/n	0.2 + 12.5/n
(Armónicas impares múltiplos de 3)		
3	1.5	5.0
9	1.0	1.5
15	0.3	0.3
21	0.2	0.2
Mayores de 21	0.2	0.2
(Pares)		
2	1.5	2.0
4	1.0	1.0
6	0.5	0.0
7	0.2	0.0
10	0.2	0.0
12	0.2	0.2
Mayores de 12	0.2	0.2
THD	3	8

Se considera que la energía eléctrica es de mala calidad, si los indicadores de las perturbaciones medidas se encuentran fuera del rango de tolerancias establecidas, por un tiempo superior al 5% del Período de Medición.

Consecuencia de las armónicas

Una vez definido las fuentes de armónicas, es necesario discutir los efectos que producen en el sistema eléctrico de potencia y en el funcionamiento de sus componentes. Cada elemento del sistema de potencia tiene que ser examinado por su sensibilidad a las armónicas en base al establecimiento de normativas.

Entre los principales efectos de las armónicas de tensión y corriente en un sistema eléctrico de potencia se puede citar:

- a) La posibilidad de amplificación de algunos armónicos como consecuencia de resonancia serie paralelo.
- b) La reducción en el rendimiento de los sistemas de generación, transporte y utilización de la energía.
- c) El envejecimiento del aislamiento de los componentes de la red y como consecuencia la reducción de duración.
- d) El malfuncionamiento del sistema o de algunos de sus componentes.
- e) Efectos negativos en banco de condensadores, en líneas, transformadores, máquinas rotativas.
- f) Efectos de señales de telemando.
- g) Efectos en los sistemas de protección.
- h) Efectos en los equipos de consumo
- i) Efectos en los aparatos de medida.

- j) Aumento en la corriente en los neutros.
- k) Interferencia en los equipos de telecomunicación.
- l) Destrucción de condensadores por sobretensión.
- m) Incendios de reactores por sobrecorriente.
- n) Falla de interruptores por efecto di/dt .
- o) Destrucción de cables por sobretensión.
- p) Operación incorrecta de relés de protección.
- q) Calentamiento de motores de inducción.
- r) Oscilaciones mecánicas en motores y generadores.
- s) Errores de medición de energía activa y reactiva.
- t) Interferencias con sistemas de comunicación.
- u) Aumento de pérdidas.
- v) Una elevación de solo 10°C de la temperatura máxima de la aislación de un conductor reduce a la mitad su vida útil.
- w) Un aumento del 10% de la tensión máxima del dieléctrico de un condensador reduce a la mitad su vida útil.

Por otra parte, los efectos provocados en las instalaciones de generación y en los equipos de los consumidores, son importantes y especialmente dañinos en el caso de motores, grupos generadores de inercias relativamente bajas y equipamientos de electrónica industrial en general.

2.6.4 Resultado de las mediciones de calidad de energía

Se ha realizado mediciones de los parámetros eléctricos de calidad de producto en los transformadores principales que alimentan a los Servicios Propios de la Central Huinco. Los parámetros de calidad medidos son: tensión (v), flicker (Pst), distorsión total de armónicas de tensión y corriente (THDV y THDI).

Es preciso indicar que de acuerdo a la Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos las mediciones de Calidad de la Energía se deben realizar por un periodo mínimo de 7 días continuos, por lo que los resultados a presentarse son referenciales y no determinantes respecto a la calidad de la energía en sus instalaciones.

Barbablanca

a) Tensión

Las mediciones de tensión se realizaron en 10 000 V, En el figura N° 24, se muestra la variación de la tensión durante el período de medición.

Figura N° 24

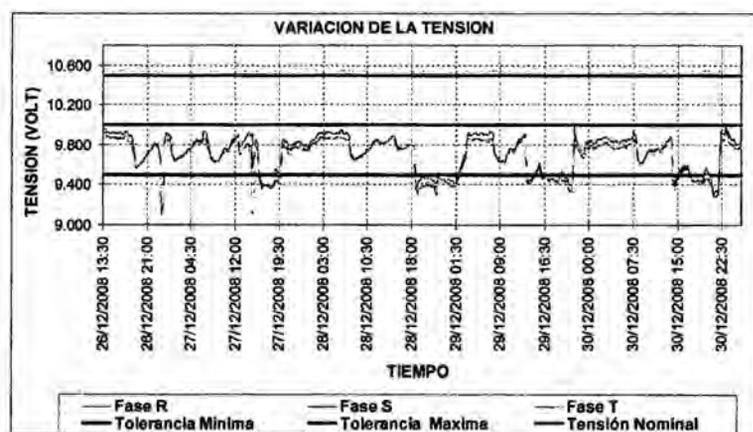


Figura 24. Variación de la tensión durante el período de medición, Barbablanca, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

Se utilizaron los límites permisibles por la NTCSE ($\pm 5\%$). En el gráfico anterior se puede observar que hay intervalos medidos que transgreden las tolerancias establecidas, pero el número de intervalos que transgreden las tolerancias no superan los límites establecidos en la norma.

En el cuadro siguiente se presenta un resumen de los máximos y mínimos de los indicadores de calidad.

Cuadro 32.

Máximos y mínimos de los indicadores de calidad. Barbablanca

Valores	Fase R	Fase S	Fase T
Máximo	9949,34	9979,86	9937,13
Promedio	9683,43	9718,25	9676,54
Mínimo	9131,42	9143,62	9100,90

b) Flicker

En la figura 25, se muestra la variación del Índice de Severidad por Flicker durante el período de medición.

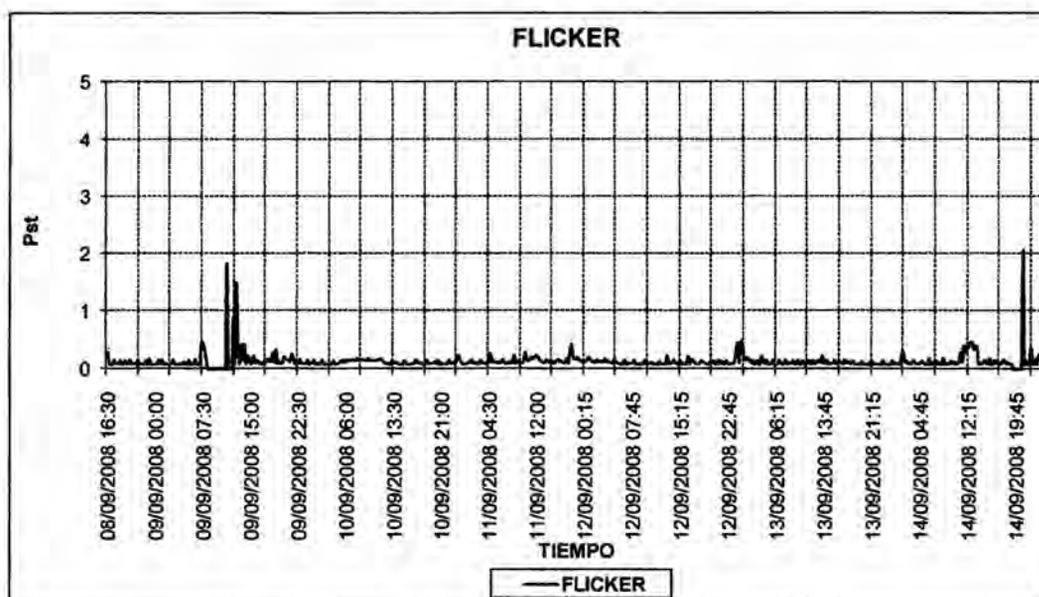


Figura 25. variación del Índice de Severidad por Flicker durante el período de medición, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

Se observa que en todo el intervalo de medición algunos intervalos sobrepasaron el límite de 1 Pst, establecido en la NTCSE, pero en promedio el Pst es de 0.14 que se encuentra por debajo de lo establecido en la norma.

En el cuadro siguiente se muestra un resumen de los niveles de flicker durante el período total de medición.

Cuadro 33.

Niveles de flicker durante el período total de medición. Barbablanca

VALORES	FLICKER (Pst)
Máximo	2.05
Promedio	0.14
Mínimo	0.00

c) Tensiones armónicas

De acuerdo a las tolerancias establecidas en la NTCSE, indicadas en la el Cuadro N° 31, se puede apreciar que las tensiones armónicas registradas no exceden los límites establecidos.

En la figura 26, se muestra el factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv).

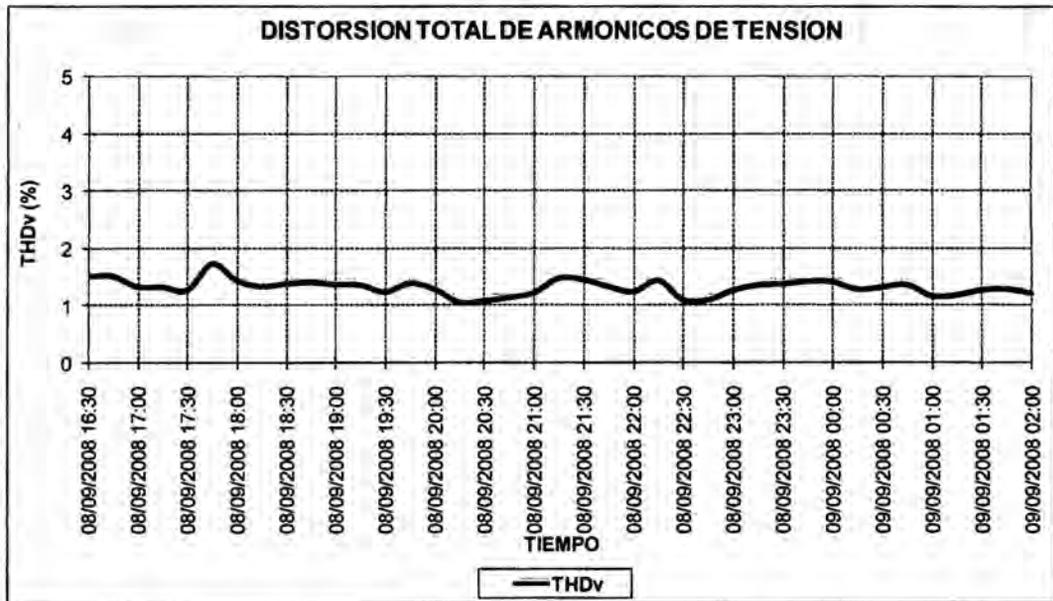


Figura 26. factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv), Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

En el caso más crítico alcanza el valor de 1,741%. Por lo tanto, no excede el límite de 8% establecido en la NTCSE para suministros de tensión menores o iguales a 60kV.

Cuadro resumen de valores porcentuales para el factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv):

Cuadro 34.

Factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv). Barbablanca.

VALORES	THDv
Máximo	1.741
Promedio	1.326
Mínimo	1.058

Transformador TG

a) Tensión

Las mediciones de tensión se realizaron en 220 V. En la figura 27, se muestra la variación de la tensión durante el período de medición.

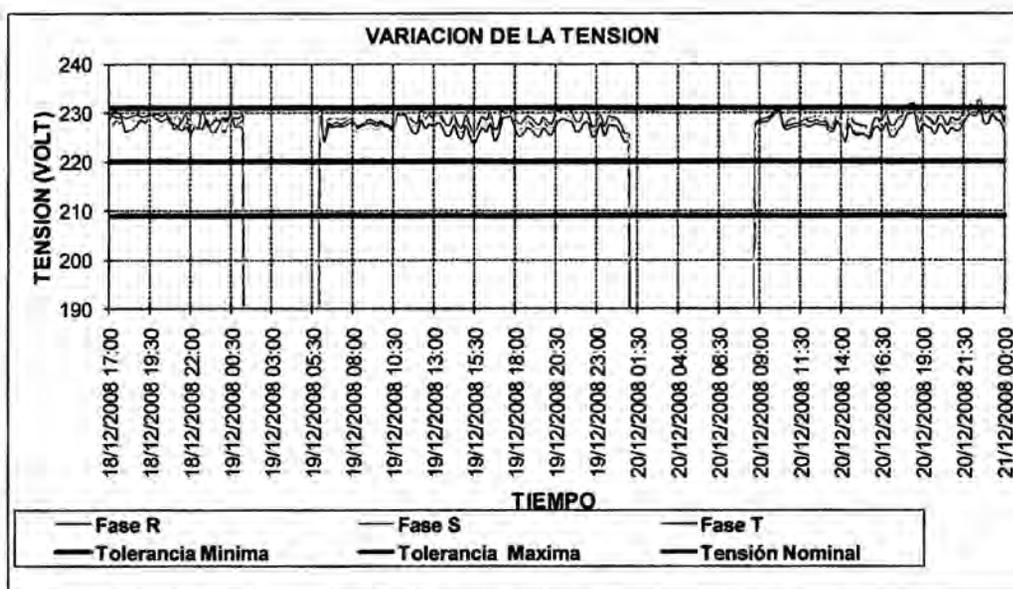


Figura 27. Variación de la tensión durante el período de medición, transformador TG, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

Se utilizaron los límites permisibles por la NTCSE ($\pm 5\%$). En el gráfico anterior se puede observar que hay intervalos medidos que transgreden las tolerancias establecidas, pero el número de intervalos que transgreden las tolerancias no superan los límites establecidos en la norma. En este punto de medición no se consideraron los intervalos en los que la Central salió de operación.

En la tabla siguiente se presenta un resumen de los máximos y mínimos de los indicadores de calidad.

Cuadro 35.

Máximos y mínimos de los indicadores de calidad. Transformador TG

Valores	Fase R	Fase S	Fase T
Máximo	230.77	232.56	232.22
Promedio	227.19	228.42	228.11
Mínimo	223.59	224.03	224.76

b) Tensiones armónicas

De acuerdo a las tolerancias establecidas en la NTCSE, indicadas en el Cuadro N° 31, se puede apreciar que las tensiones armónicas registradas no exceden los límites establecidos.

En la figura 28, se muestra el factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv).

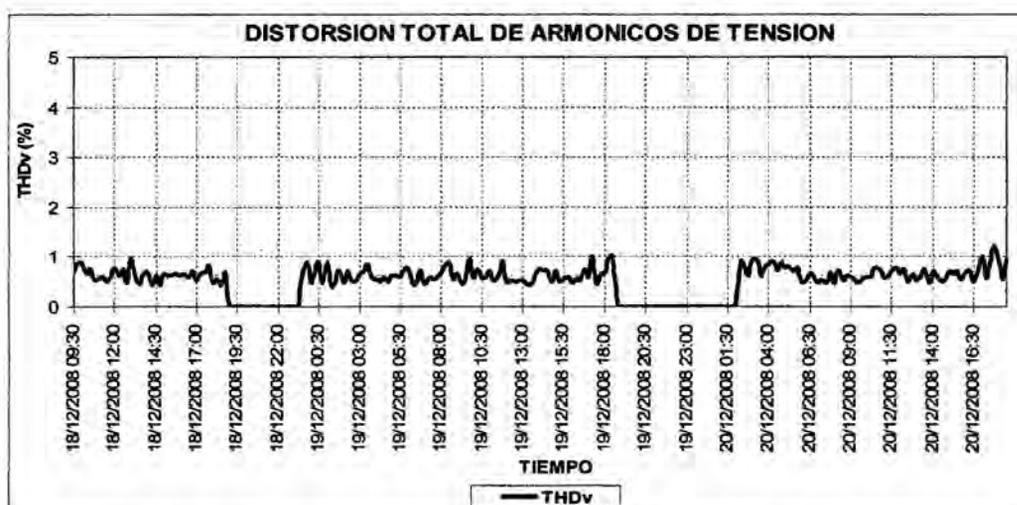


Figura 28. Factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv), transformador TG, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

En el caso más crítico alcanza el valor de 1,216%, que se encuentra por debajo de la tolerancia de 8% establecido en la NTCSE.

Cuadro resumen de valores porcentuales para el factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv):

Cuadro 36.

Factor distorsión total armónicas de tensión (THDv). Transformador TG

VALORES	THDv
Máximo	1.216
Promedio	0.416
Mínimo	0.000

Transformador E4

a) Tensión

Las mediciones de tensión se realizaron en 220 V, En la figura 29, se muestra la variación de la tensión durante el período de medición.

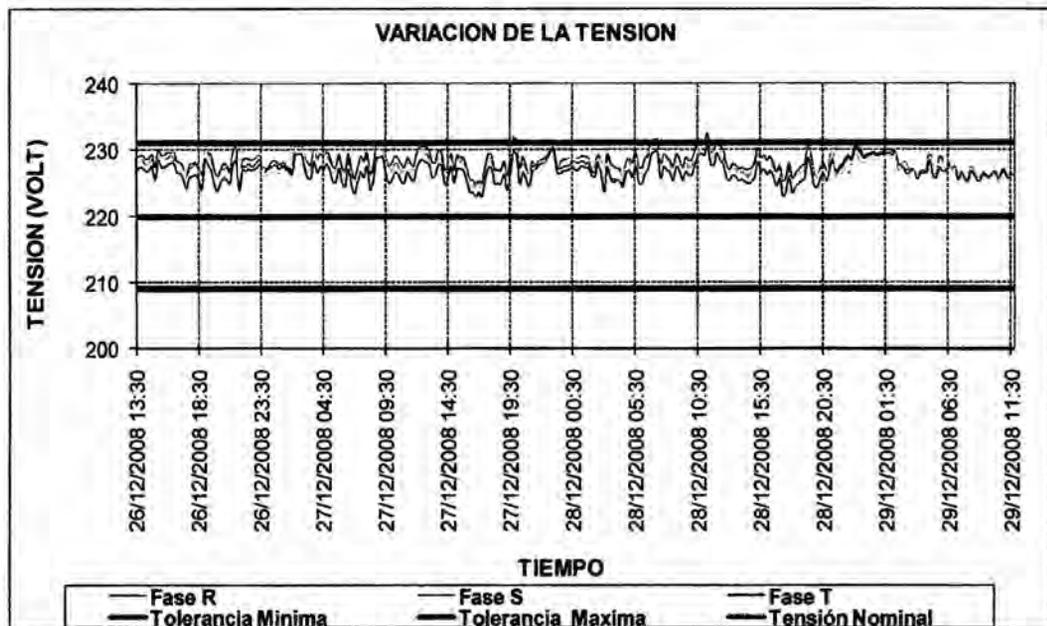


Figura 29. variación de la tensión durante el período de medición, transformador E4, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

Se utilizaron los límites permisibles por la NTCSE ($\pm 5\%$). En el gráfico anterior se puede observar que hay intervalos medidos que transgreden las

tolerancias establecidas, pero el número de intervalos que transgreden las tolerancias no superan los límites establecidos en la norma.

En la tabla siguiente se presenta un resumen de los máximos y mínimos de los indicadores de calidad.

Cuadro 37.

Máximos y mínimos de los indicadores de calidad. Transformador E4

Valores	Fase R	Fase S	Fase T
Máximo	230.77	232.56	232.22
Promedio	226.79	228.11	227.73
Mínimo	223.13	224.03	224.22

b) Tensiones armónicas

De acuerdo a las tolerancias establecidas en la NTCSE, indicadas en el Cuadro N°31, se puede apreciar que las tensiones armónicas registradas no exceden los límites establecidos. En la figura 30, se muestra el factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv).

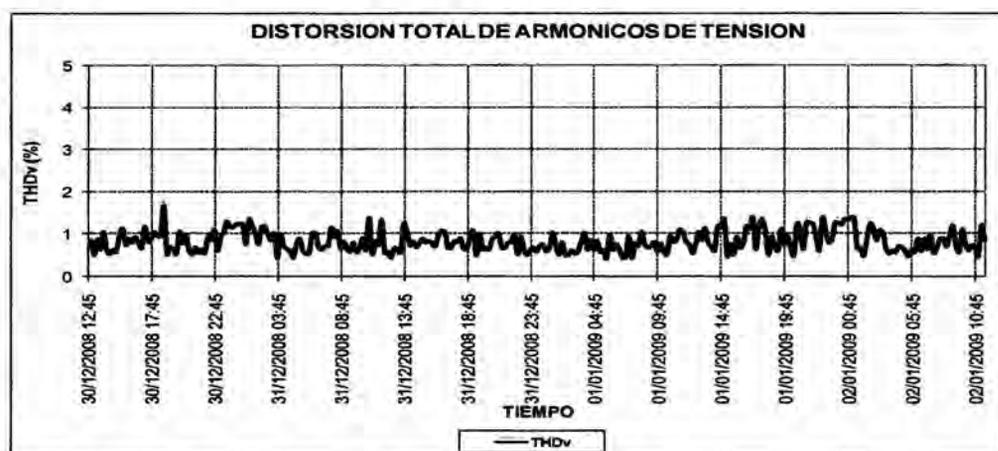


Figura 30. Factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv), transformador E4, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

En el caso más crítico alcanza el valor de 1.672%. Por lo tanto, no excede el límite de 8% establecido según la NTCSE para suministros de tensión menores o iguales a 60kV.

Cuadro resumen de valores porcentuales para el factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv):

Cuadro 38.

Factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv) Transformador E4

VALORES	THDv
Máximo	1.672
Promedio	0.830
Mínimo	0.432

Transformador E1

a) Tensión

Las mediciones de tensión se realizaron en 22A V, En la figura 31, se muestra la variación de la tensión durante el período de medición.

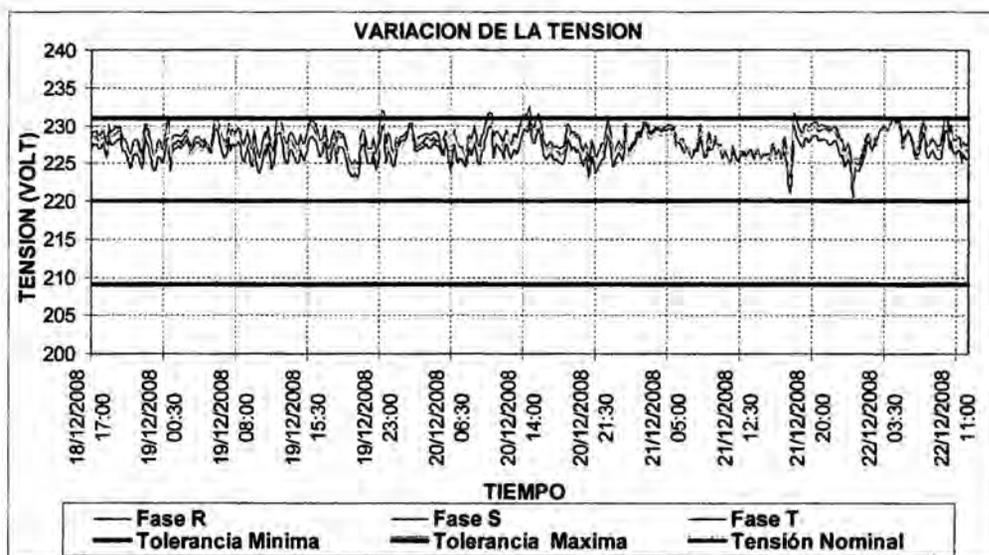


Figura 31. Variación de la tensión durante el período de medición, transformador E1, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

Se utilizaron los límites permisibles por la NTCSE ($\pm 5\%$). En el gráfico anterior se puede observar que hay intervalos medidos que transgreden las tolerancias establecidas, pero el número de intervalos que transgreden las tolerancias no superan los límites establecidos en la norma.

En la tabla siguiente se presenta un resumen de los máximos y mínimos de los indicadores de calidad.

Cuadro 39.

Máximos y mínimos de los indicadores de calidad Transformador T1

Valores	Fase R	Fase S	Fase T
Máximo	230,79	232,56	232,22
Promedio	226,86	228,13	227,79
Mínimo	220,55	222,04	221,65

b) Flicker

En la figura 32, se muestra la variación del Índice de Severidad por Flicker durante el período de medición.

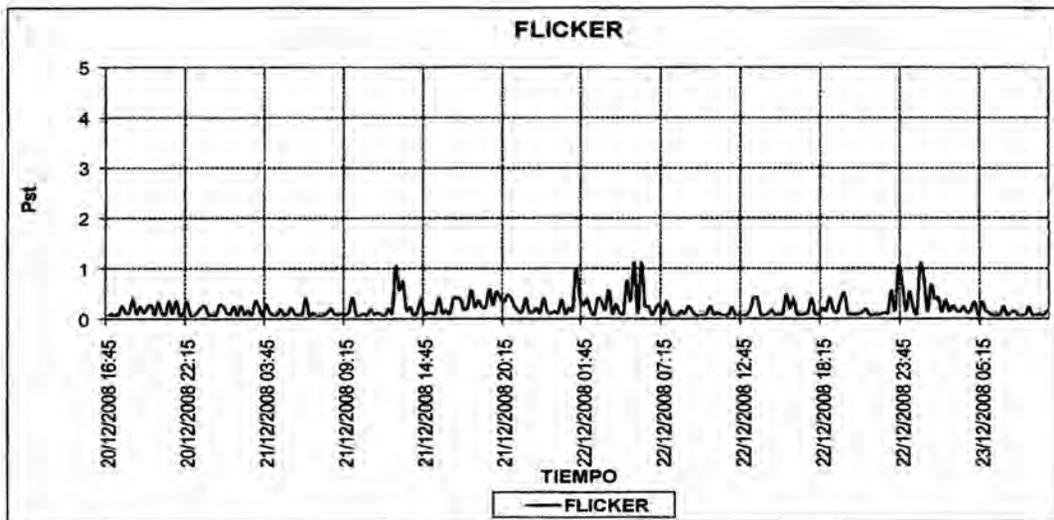


Figura 32. Variación del Índice de Severidad por Flicker durante el período de medición. Transformador E1, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

Se observa que en todo en intervalo de medición algunos intervalos de medición sobrepasaron el límite de 1 Pst, establecido en la NTCSE, pero el promedio es 0.23 Pst que se encuentra muy por debajo de lo establecido.

En el cuadro siguiente se muestra un resumen de los niveles de flicker durante el periodo total de medición.

Cuadro 40.

Niveles de Flicker Transformador T1

VALORES	FLICKER (PST)
Máximo	1.14
Promedio	0.23
Mínimo	0.08

C) Tensiones armónicas

De acuerdo a las tolerancias establecidas en la NTCSE, indicadas en el Cuadro No 31, se puede apreciar que las tensiones armónicas registradas no exceden los límites establecidos.

En la figura 33, se muestra el factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv).

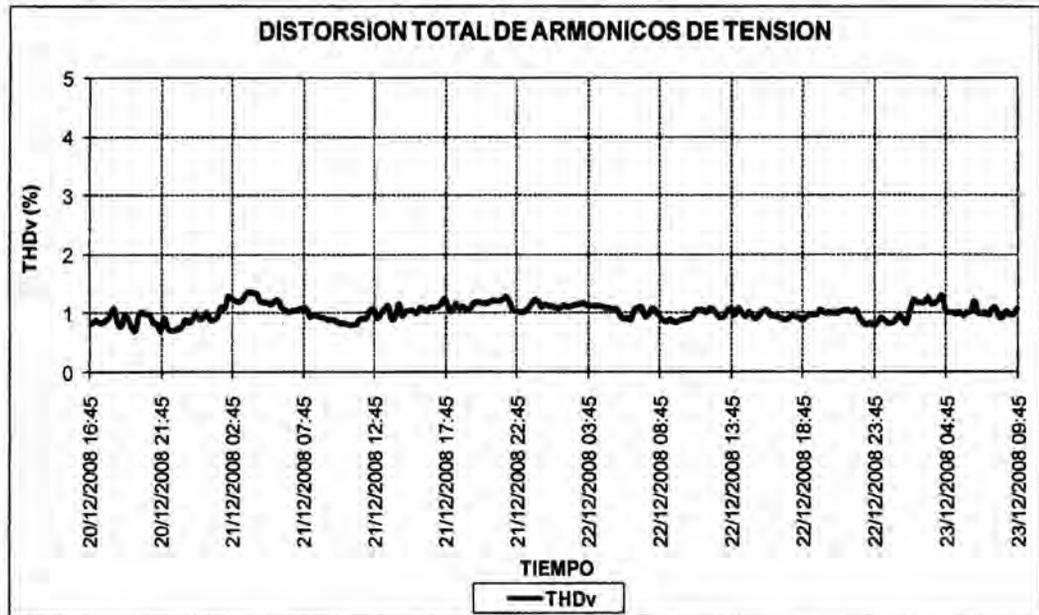


Figura 33. factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv). Transformador E1, Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

En el caso más crítico alcanza el valor de 1.366%. Por lo tanto, no excede el límite de 8% establecido en la NTCSE para suministros de tensión menores o iguales a 60kV.

Cuadro resumen de valores porcentuales para el factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv);

Cuadro 41.

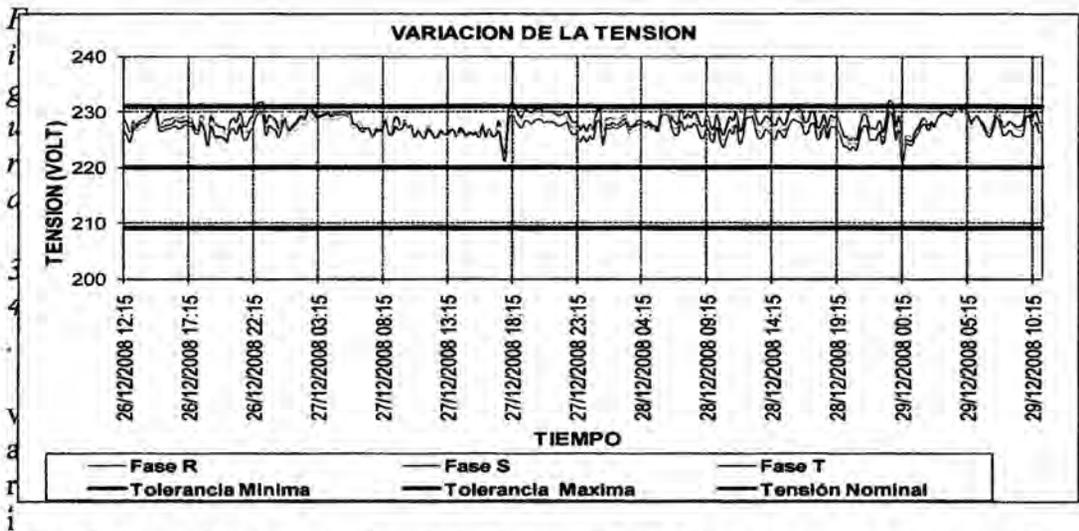
Factor distorsión total de armónicas de tensión (THDv). Transformador T1

VALORES	THDv A
Máximo	1.366
Promedio	1.024
Mínimo	0.718

Tablero Represa

a) Tensión

Las mediciones de tensión se realizaron en 22A V, En la figura 34, se muestra la variación de la tensión durante el período de medición.



acción de la tensión durante el período de medición. Tablero represa. Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

Se utilizaron los límites permisibles por la NTCSE ($\pm 5\%$). En el gráfico anterior se puede observar que hay intervalos medidos que transgreden las tolerancias establecidas, pero el número de intervalos que transgreden las tolerancias no superan los límites establecidos en la norma.

En el cuadro siguiente se presenta un resumen de los máximos y mínimos de los indicadores de calidad.

Cuadro 42.

Máximos y mínimos de los indicadores de calidad. Tablero de represa.

Valores	Fase R	Fase S	Fase T
Máximo	230.79	231.93	231.79
Promedio	226.98	228.06	227.81
Mínimo	220.55	222.04	221.65

b) Tensiones armónicas

De acuerdo a las tolerancias establecidas en la NTCSE, indicadas en el Cuadro N° 31, se puede apreciar que las tensiones armónicas registradas no exceden los límites establecidos.

En la figura 35, se muestra el factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv).

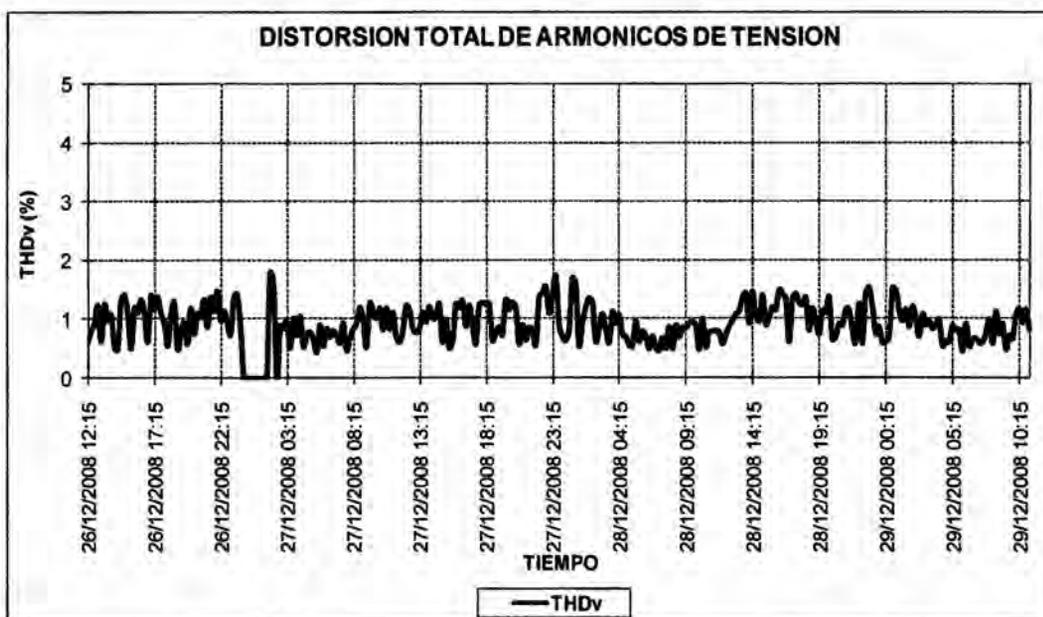


Figura 35. Factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv). Tablero represa. Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

En el caso más crítico alcanza el valor de 1.773%. Por lo tanto, no excede el límite establecido en la NTCSE para suministros de tensión menores o iguales a 60kV.

Cuadro resumen de valores porcentuales para el factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv):

Cuadro 43.

Factor de distorsión total armónicas tensión (THDv). Tablero de represa.

VALORES	THDv
Máximo	1.773
Promedio	0.819
Mínimo	0.000

Totalizador Panel de Red de Emergencia desde los Convertidores de 220V

a) Tensión

Las mediciones de tensión se realizaron en 22A V, En la figura 36, se muestra la variación de la tensión durante el período de medición.

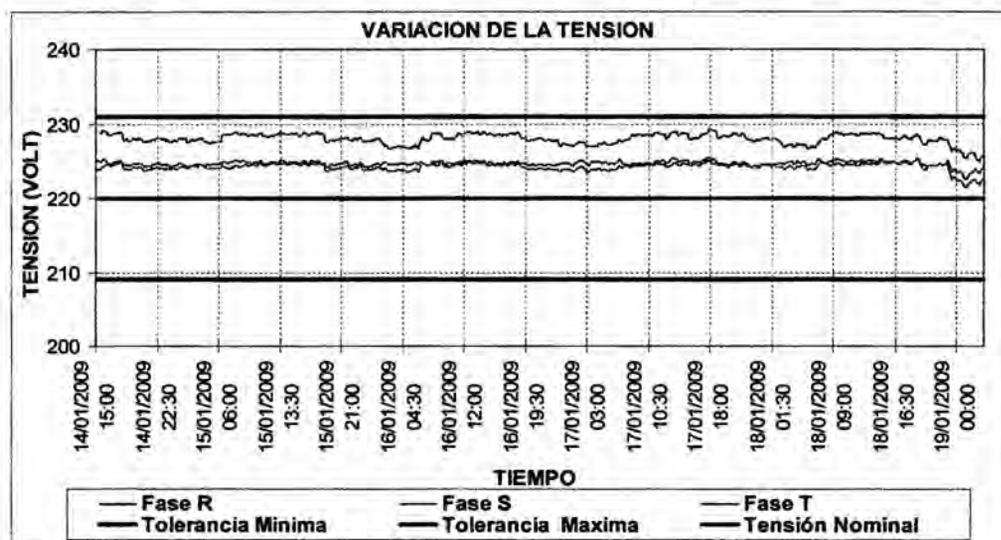


Figura 36. Variación de la tensión durante el período de medición. Totalizador Panel de Red de Emergencia desde los Convertidores de 220V. Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

Se utilizaron los límites permisibles por la NTCSE ($\pm 5\%$). En el gráfico anterior se puede observar que ningún valor transgrede la tolerancia, se observa que el nivel de tensión está dentro de las tolerancias establecidas.

En la tabla siguiente se presenta un resumen de los máximos y mínimos de los indicadores de calidad.

Cuadro 44.

Máximos y mínimos de los indicadores de calidad. Totalizador Panel de Red de Emergencia desde los Convertidores de 220V

Valores	Fase R	Fase S	Fase T
Máximo	225,28	225,46	229,40
Promedio	224,13	223,59	227,58
Mínimo	222,68	219,74	224,65

b) Flicker

En la figura 37, se muestra la variación del Índice de Severidad por Flicker durante el período de medición.

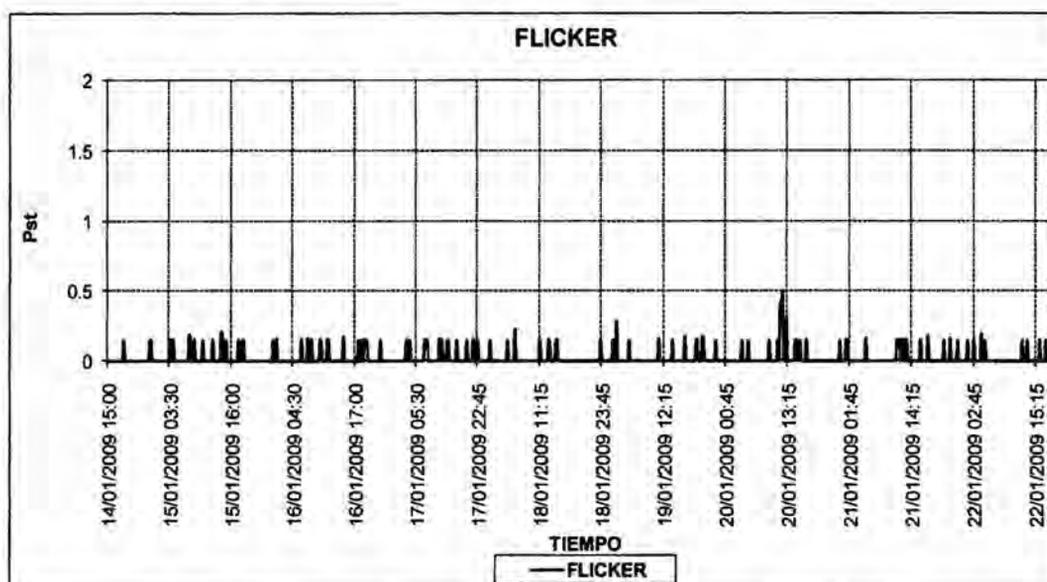


Figura 37. Índice de Severidad por Flicker durante el período de medición. Totalizador Panel de Red de Emergencia desde los Convertidores de 220V. Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

Se observa que en todo el intervalo de medición ningún intervalo de medición sobrepasó el límite de 1 Pst, establecido en la NTCSE.

En el cuadro siguiente se muestra un resumen de los niveles de flicker durante el periodo total de medición.

Cuadro 45.

Niveles de flicker durante el periodo total de medición. Totalizador Panel de Red de Emergencia desde los Convertidores de 220V

VALORES	FLICKER (Pst)
Máximo	0.45
Promedio	0.02
Mínimo	0.00

c) Tensiones armónicas

De acuerdo a las tolerancias establecidas en la NTCSE, indicadas en el Cuadro N° 31, se puede apreciar que las tensiones armónicas registradas no exceden los límites establecidos. En la figura N° 38, se muestra el factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv).

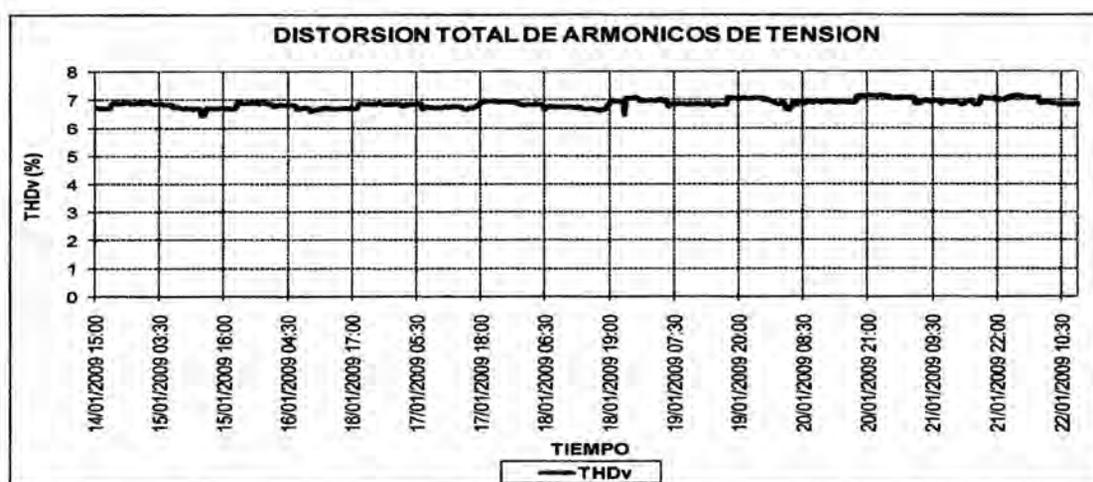


Figura 38. factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv). Totalizador Panel de Red de Emergencia desde los Convertidores de 220V. Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

En el caso más crítico alcanza el valor de 7.16%. Por lo tanto, no excede el límite de 8% establecido en la NTCSE para suministros de tensión menores o iguales a 60Kv, pero se encuentran casi al límite de lo establecido en la norma.

Cuadro resumen de valores porcentuales para el factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv):

Cuadro 46.

Factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv). Totalizador Panel de Red de Emergencia desde los Convertidores de 220V

VALORES	THDv
Máximo	7.160
Promedio	6.867
Mínimo	6.460

Totalizador Panel de Distribución de 220V

a) Tensión

Las mediciones de tensión se realizaron en 220 V. En la figura 39, se muestra la variación de la tensión durante el período de medición.

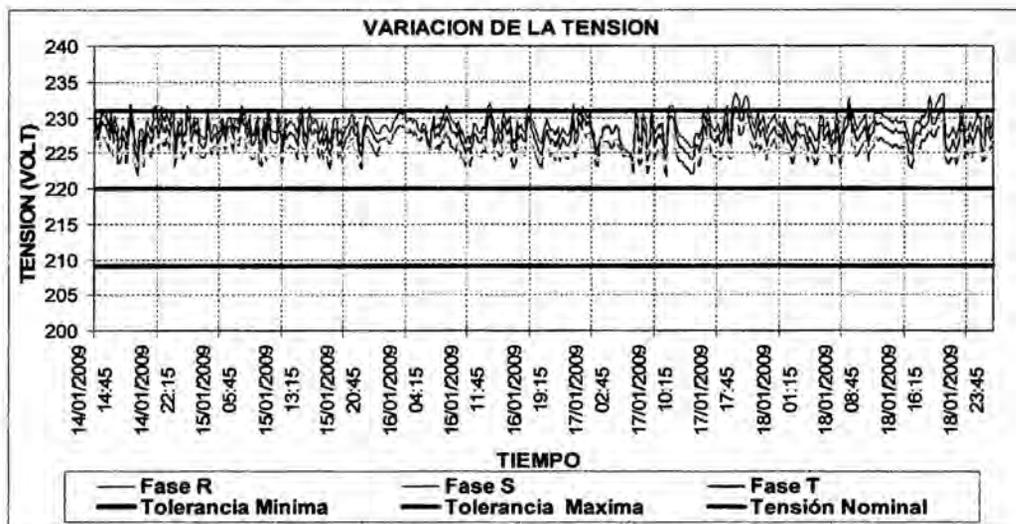


Figura 39. Variación de la tensión durante el período de medición. Totalizador Panel de Distribución de 220V. Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

Se utilizaron los límites permisibles por la NTCSE ($\pm 5\%$). En el gráfico anterior se puede observar que hay intervalos medidos que transgreden las tolerancias establecidas, pero el número de intervalos que transgreden las tolerancias no superan los límites establecidos en la norma.

En la tabla siguiente se presenta un resumen de los máximos y mínimos de los indicadores de calidad.

Cuadro 47.

Máximos y mínimos de los indicadores de calidad. Totalizador Panel de Distribución de 220V.

Valores	Fase R	Fase S	Fase T
Máximo	231,49	234,36	229,86
Promedio	227,56	229,04	225,82
Mínimo	223,72	223,50	221,93

b) Flicker

En la figura 40, se muestra la variación del Índice de Severidad por Flicker durante el período de medición.

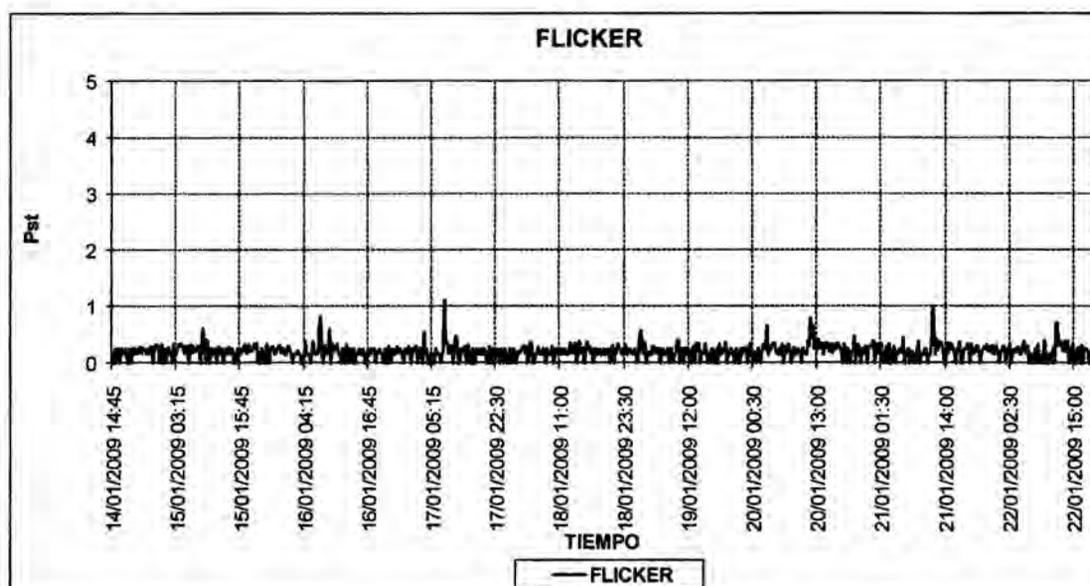


Figura 40. Variación del Índice de Severidad por Flicker durante el período de medición. Totalizador Panel de Distribución de 220V. Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

Se observa que en todo en intervalo de medición algunos intervalos de medición sobrepasaron el límite de 1 Pst, establecido en la NTCSE, pero en promedio es de 0.20 Pst, que no transgrede la tolerancia establecida.

En el cuadro siguiente se muestra un resumen de los niveles de flicker durante el período total de medición.

Cuadro 48.

Niveles de flicker durante el período total de medición. Totalizador Panel de Distribución de 220V

VALORES	FLICKER (Pst)
Máximo	1.12
Promedio	0.20
Mínimo	0.00

c) Tensiones armónicas

De acuerdo a las tolerancias establecidas en la NTCSE, indicadas en la el Cuadro N° 31, se puede apreciar que las tensiones armónicas registradas no exceden los límites establecidos.

En la figura 41, se muestra el factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv).

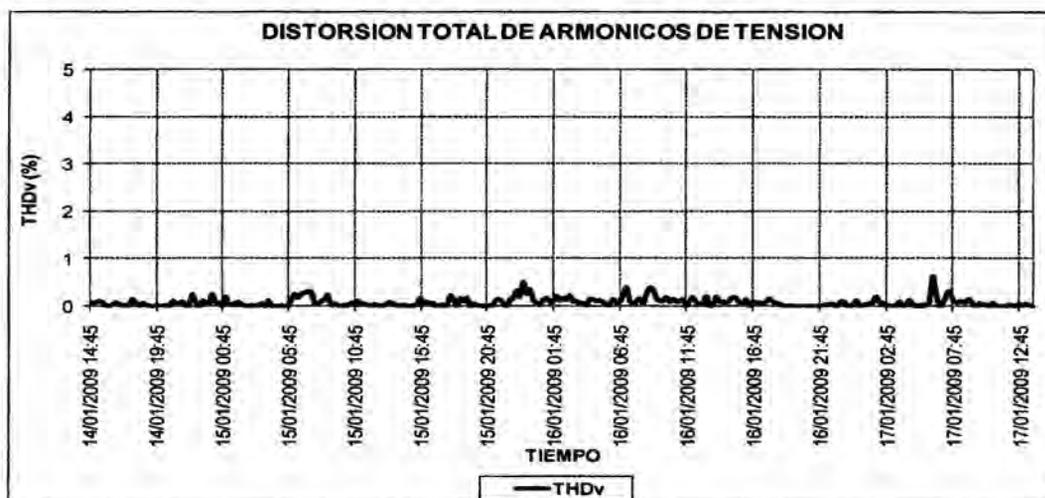


Figura 41. Factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv). Totalizador Panel de Distribución de 220V. Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

En el caso más crítico alcanza el valor de 0.64%. Por lo tanto, no excede el límite de 5% establecido en la NTCSE para suministros de tensión menores o iguales a 60kV.

Cuadro resumen de valores porcentuales para el factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv):

Cuadro 49.

Factor de distorsión total de armónicas de tensión (THDv). Totalizador Panel de Distribución de 220V.

VALORES	THDv
Máximo	0.640
Promedio	0.082
Mínimo	0.000

Conclusiones de data en campo

Es preciso indicar que de acuerdo a la Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos las mediciones de Calidad de la Energía se deben realizar por un periodo mínimo de 7 días continuos, por lo que los resultados presentados son referenciales y no determinantes respecto a la calidad de la energía en sus instalaciones.

De las mediciones de la calidad de producto efectuado en los diferentes puntos de medición, se concluye lo siguiente:

Mediciones de Tensión

De las mediciones realizadas se puede concluir que algunas de las variaciones de tensión durante el periodo de medición en los diferentes puntos se encuentran fuera de los márgenes de variación permisibles establecidos en la NTCSE, esto es $\pm 5\%$ de la tensión nominal de referencia que para baja tensión es de 220 Voltios y las tolerancias para este nivel de tensión deben estar entre 209 y 231 Voltios y para media tensión la tensión nominal de referencia es 10000 Voltios cuyas tolerancias para este nivel de tensión deben estar entre 9500 y 10500 Voltios. En los diferentes gráficos se pudo observar que hay intervalos medidos que transgreden las tolerancias establecidas, pero el número de intervalos que transgreden las tolerancias no superan los límites establecidos en la norma.

Mediciones de Flicker

De las mediciones realizadas en los diferentes puntos de medición se pudo apreciar que existen intervalos que superaron la tolerancia establecida por la

NTCSE pero solo fueron algunos valores, siendo estos intervalos en porcentaje menor al 5% de los intervalos totales registrados.

Tensiones Armónicas (THDv(%))

De las mediciones realizadas se concluye que las variaciones del Factor de Distorsión Total por efecto de las Tensiones Armónicas durante el período de medición han estado dentro de las tolerancias permisibles establecidas en la NTCSE (8% para Media y baja Tensión).

Así mismo es preciso indicar que ningún intervalo registrado durante el periodo de medición supero el límite de tolerancia establecido por la NTCSE, por lo tanto el período de ocurrencia de estas perturbaciones no sobrepasan al 5% (límite de tolerancia establecido en la NTCSE) del período total de medición, cuyo valor alcanza el 0.0 solo, en tal sentido se puede señalar que este parámetro cumple con la NTCSE.

Recomendaciones de data en campo

Teniendo en cuenta que el periodo de las mediciones de calidad de energía eléctrica en las instalaciones de la Central Hidroeléctrica, no se han realizado de acuerdo a la Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos, se recomienda elaborar un Estudio de Calidad de Energía en los suministros principales y cargas importantes; a fin de determinar, evaluar y definir las medidas correctivas de los parámetros reales de calidad de energía eléctrica en las instalaciones de la Central Hidroeléctrica.

Mediciones de Tensión:

Se recomienda verificar el dimensionamiento de conductores de todos los circuitos internos dentro de las instalaciones del almacén, principalmente del circuito que va hacia el área de cómputo, a fin de verificar posibles caídas de tensión, y de ser este el caso, evaluar el reemplazo de conductores instalados por conductores de mayor sección.

Mediciones de Perturbaciones (THDv y Flickers):

Aunque el grado de perturbaciones (flicker y tensiones armónicas) se encuentran dentro de las tolerancias establecidas en la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE), se recomienda hacer un control y monitoreo frecuente de estos parámetros ya que estos son variables con el incremento de cargas perturbadoras en el sistema externo o dentro de las instalaciones de la planta.

2.7 Definición de términos

Eficiencia

Es conseguir más resultados con menos recursos, lo cual se traducirá en menores costos de producción, más productos con menos desperdicios y menores consumos de energía. En este último caso, la industria, el comercio y las comodidades de nuestra vida consumen energía en diversas formas por lo que se deben buscar altos niveles de Eficiencia Energética en estas actividades.

Central Hidroeléctrica

Es una instalación empleada en la generación de energía eléctrica a partir de la energía potencial dado en el embalse, luego se transforma en energía cinética, está a su vez se convierte en energía mecánica para finalmente transformarse en energía eléctrica

SSAA

Son los Servicios Auxiliares de una central eléctrica son el conjunto de equipos y sistemas que apoyan al proceso principal de generación.

Conmutación Automática

Es la transferencia de manera automática de un sistema a otro o de un equipo a otro.

ⁱ DMX TECNOLOGÍAS, "Manual de Alumbrado Público de LEDs de Alta Intensidad", Monterrey, 2012.

III. VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1 Definición de las variables

La relación existente entre las variables de estudios es del tipo Causa – Efecto, según la relación:

(Variable Independiente “X” → Variable Dependiente “Y”)

Tenemos:

- ✓ Variable Independiente X (causal) : Planificación C.H
- ✓ Variable Dependiente Y (efecto) : Rentabilidad Económica y Medioambiental

3.2 Operacionalización de variables

Para la demostración y comprobación de la hipótesis planteada tenemos la siguiente operacionalización de las variables:

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES					
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTOS
VARIABLE INDEPENDIENTE Planificación	Desarrollar un plan en un horizonte determinado utilizando eficiencia en los sistemas de Iluminación de la Central Hidroeléctrica Huinco.	Se desarrollaran los de eficiencia en el sistema de Iluminación para desarrollar la planificación en la central Hidroeléctrica Huinco.	Criterios de eficiencia: Redes de Distribución Sistema Iluminación C.H.Huinco		
				Análisis de gabinete y campo.	Estudio de eficiencia Energética
				Revisión de objetivos	Disminución de los costos en la C.H.Huinco
				Diseño del plan	Mejorar la Eficiencia en el sistema de Iluminación.
				Mejorar red de Iluminación.	Optimización del sistema

					Iluminación.
VARIABLE DEPENDIENTE Rentabilidad Económica y Medioambiental	Satisfacer las necesidades de la C.H. Huinco desde el factor de rentabilidad económica y medio ambiental.	Estudiar el uso de diferentes tecnologías que se utilicen para mejorar los servicios auxiliares de la C.H. Huinco y así garantizar la satisfacción de la C. H. Huinco y la reducción de los costos por Kwh y las emisiones de CO ₂	Tecnologías de iluminación Eficiente.	Ahorro económico y Energético	Datos Técnicos del Fabricante
				TIR y VAN	Datos Técnicos de la unidad de control
				EMISIONES DE CO ₂ /KW generado	Datos Técnicos de la Unidad Generadora
				Almacenamiento	Datos Técnicos de la Unidad de Almacenamiento

3.3 Hipótesis

3.3.1 Hipótesis general

La planificación de la eficiencia energética para los Servicios Auxiliares permitirá mayor rentabilidad de la central hidroeléctrica Huinco en la economía y el medioambiente.

3.3.2 Hipótesis específicas

H1. El planteamiento de estrategias para mejorar la eficiencia energética en los SSAA de la central hidroeléctrica Huinco, permitirá reducir costos operativos.

- H2. El plan de concientización sobre eficiencia energética al personal de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica Huinco, permitirá racionalizar el uso energético.
- H3. Implantando un sistema de medición y control para la gestión de eficiencia energética permitirá aplicar la NORMA UNE - ISO 50001.

IV. METODOLOGÍA

4.1 Tipo de investigación

Según el objeto de estudio la presente Investigación es aplicada ya que utiliza los conocimientos en la práctica, para aplicarlos, en la mayoría de las veces, en provecho de la sociedad, la economía y el Medio Ambiente.

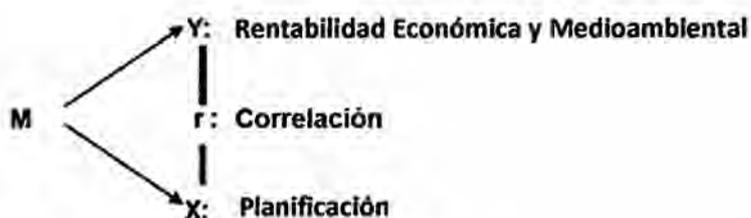
Según la fuente de información es Investigación Mixta, la cual participa de la naturaleza de la investigación de campo y de la investigación documental. La investigación de campo se apoya en informaciones obtenidas directamente de la realidad y la investigación documental se basa en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales impresas, audiovisuales o electrónicos.¹

El nivel de la investigación es Descriptivo-Correlacional. Es Descriptiva por cuanto tiene la capacidad de seleccionar las características fundamentales del objeto de estudio, con una descripción detallada de sus partes y es correlacional en la medida que se analizan las causas y efectos de las relaciones entre las distintas variables.

¹ Tesis Doctoral "Planeamiento de la Generación Distribuida en Redes de Distribución"
Autor: Santiago Rubiños Jiménez

4.2 Diseño de la investigación

La presente investigación desarrolla un diseño descriptivo-correlacional ya que el estudio en general busca determinar el grado de relación entre los variables objetos de estudio, en las muestras analizadas. El diseño es el siguiente:



Donde:

M: Muestra de estudio

O: Coeficiente de relación. Los subíndices “x” y “y” en cada O nos indican las observaciones obtenidas en cada una de las dos variables.

r: Relación de variable o correlación

Este trabajo se aplicará mediante el análisis de la data de los equipamientos, recolección de data en campo y se va a utilizar el apoyo de una empresa contratista para el estudio de medición antes de la implementación del modelo.

Durante el periodo de tiempo especificado en el cronograma de trabajo se analizarán con detalle la calidad de los equipos, el uso de los equipos de los operadores de planta y la data brindada por la empresa consultora.

El proceso de diseño del plan de eficiencia energética de los Servicios Auxiliares para la central hidroeléctrica Huinco se necesitaran de los siguientes pasos:

- a) Determinar los equipos que conforman los servicios auxiliares.

- b) Determinar el consumo de los actuales equipos que conforman el sistema de servicios auxiliares.
- c) Proponer un plan de eficiencia energética para los servicios auxiliares de la central hidroeléctrica Huinco que servirá como modelo para Huinco.
- d) Simular los resultados económicos demostrando el aporte al margen de utilidad de la empresa EDEGEL.
- e) Conclusiones y recomendaciones.

4.2.1 Nivel de Investigación

El presente trabajo de investigación planteado corresponde al tipo de investigación aplicada, en razón a que se utilizaron conocimientos de Ingeniería Eléctrica.

4.2.2 Método de la Investigación

La presente investigación está basada en los métodos y procedimientos inductivo, deductivo y analítico.

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

La población abarcó lo siguiente:

- ✓ Eficiencia Energética”, Plan para el Ahorro de Energía – PAE; Perú.

Autor: Ministerio de Energía y Minas-Perú

- ✓ Informe Medición de Niveles de Iluminación en Instalaciones de EDEGEL SAA

Autor: Edegel SAA-Febrero 2011

- ✓ Instalaciones Eléctricas de Interiores

Autor: Procobre Perú

- ✓ Gestión y Auditoria de la Energía Eléctrica en la Empresa

Autor: Manuel A. Bocanegra-Abril 2006

La Muestra abarco:

- ✓ Evaluación del Estudio de Eficiencia energética de centrales Hidroeléctricas EDEGEL S.A.A (Caso: Sistema de iluminación en Centrales Hidráulicas Chimay y Matucana)
- ✓ Planificación de eficiencia energética de Málaga (Caso: Smartcity Málaga - España)

4.3.2 Delimitación

a) Espacial

Los 2 proyectos piloto fueron realizados en los países de Perú y en España respectivamente. Ambos proyectos se encuentran relacionados al tema eléctrico y pertenecen al grupo ENEL, pero el alcance de sus resultados y su validez permiten desarrollar la planificación de los sistemas de Iluminación de los servicios auxiliares de la central Hidroeléctrica de Huinco, permitiendo la rentabilidad económica y medioambiental para la misma.

b) Temporal

El tiempo de inicio y culminación de ambos proyectos abarca las fechas desde agosto del 2009 hasta setiembre del 2011

4.3.3 Tipo de muestra

El método de muestreo es No probabilista, es decir consistente en que el investigador selecciona la muestra que supone sea la más representativa, utilizando un criterio subjetivo y en función de la investigación que se vaya a realizar.

4.3.4 Tamaño de la muestra

El tamaño de muestra se determina utilizando los servicios Auxiliares de la Central Hidroeléctrica Huinco, caso: Sistema de iluminación y equipos de los Servicios auxiliares de la planta.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4.1 Técnicas

Las técnicas que se ha utilizado son las siguientes:

-Pruebas estandarizadas: En estas pruebas se deben cumplir determinadas normas vigentes para su aplicación y para la interpretación de sus resultados, es así que la aplicación de una prueba debe hacerse bajo ciertas condiciones, las cuales deben cumplir, tanto quienes la aplican, como los dispositivos objetos de estudio.

-Análisis documental: Se utilizará para analizar las normas, información bibliográfica y otros aspectos relacionados con la investigación.

-Análisis de Contenido: Es una técnica que permite reducir y sistematizar cualquier tipo de información acumulado (documentos escritos, films,

grabaciones, etc.) en datos, respuestas o valores correspondientes a las variables que se han investigado.

-Tecnología de la investigación: Se utilizó la tecnología como una herramienta para la búsqueda información a través de la Internet, lo que permitió encontrar documentos y publicaciones importantes que enriqueció la investigación.

4.4.2 Instrumentos

- ✓ **Cuaderno de Registros:** Además del registrar los datos de manera ordenada y resumida, permite la revisión en cualquier momento de los datos más resaltantes.
- ✓ **Fichas bibliográficas:** Recogen únicamente las referencias bibliográficas de los documentos que se han consultado para la realización de este trabajo científico. En ellas se registra o consigna todos los datos precisos para su localización y su correcta referencia ulterior en el trabajo.
- ✓ **Equipos de Medida:** Se ha utilizado equipos de medida para diversas variables necesarias para el análisis de resultados.
- ✓ **Fichas de contenido:** Permite la anotación de las ideas extraídas de los trabajos leídos. Indispensable para redacción de la introducción, el marco teórico y la discusión de los trabajos en orden a fundamentar para las aportaciones.
- ✓ **Listas de cotejo:** Consisten en listados de los distintos aspectos a evaluar al lado de los cuales se puede hacer una calificación con un determinado puntaje o concepto. Es una herramienta que se utiliza para la observación sistemática de un proceso.

- ✓ **Páginas Web:** Es uno de los medios principales por los que fue obtenida la información para el estudio.

4.4.3 Fuentes

- **Fuentes primarias:** Constituye la información que se obtiene de las pruebas estandarizadas llevadas a cabo, las cuales constituyen las principales fuentes de información.
- **Fuentes secundarias:** Estas fuentes nos ayudan, facilitan y complementan la información de las fuentes primarias a través de estudios de otras plantas libros, documentos, revistas, etc.

4.5 Procedimiento de recolección de datos

- ✓ Los datos fueron recolectados principalmente utilizando el sistema de Iluminación y equipos de los Servicios Auxiliares de la Central Hidroeléctrica Huinco, de EDEGEL S.A.A. el cual se contrasta Teniendo en cuenta algunos otros casos en particular como los proyectos Evaluación del impacto si se aplica el estudio de sistema de iluminación de centrales Hidroeléctricas EDEGEL S.A.A. (Caso: Servicios Auxiliares en Centrales Hidráulicas Chimay y Matucana) y la planificación de eficiencia energética de Málaga (Caso: Smartcity Málaga – España Endesa)

La técnica para la recolección de información es la denominada técnica de Investigación Bibliográfica o fuentes secundarias. Las fuentes secundarias se utilizaron para obtener información teórica y las características técnicas de los modelos de planificación.

4.6 Procesamiento estadístico y análisis de datos

Consta de lo siguiente:

- a) Una vez finalizada la fase de recolección de los datos, o tomar el caso en particular se realizaran los análisis respectivos de los factores de rentabilidad económico y medioambiental;
- b) Se utilizaran tablas para ordenar y posteriormente procesar la información.
- c) Los resultados obtenidos luego del procesamiento de la información, se diagramaran en histogramas de frecuencia, gráficos de barras y circulares resultantes de la tabulación de los datos; además se hace empleo de cuadros de doble entrada; tablas, y otros instrumentos de exposición de datos para una mejor presentación de la información obtenida.

V. RESULTADOS

El análisis energético realizado en las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huinco, ha permitido identificar mejoras conducentes a la reducción de los costos mensuales e insumo de energía eléctrica; la evaluación económica se ha efectuado teniendo en cuenta los precios de energía eléctrica propuestos en el pliego tarifario de la Concesionaria LUZ DEL SUR vigente al 01/12/2010 y el precio de venta de la energía en la Barra Callahuanca en 10 kV de la C.H Huinco.

5.1 Mejora por cambio de opción tarifaria

La energía eléctrica de las instalaciones de los Servicios Propios de la Central Hidroeléctrica Huinco (Barra Caverna, Barra Casa Aparatos), es suministrada por la Empresa Concesionaria LUZ DEL SUR, mediante un contrato de suministro de tarifa regulada MTZ en media tensión 10 kV, con una potencia máxima conectada de 500 kW, siendo el número de cliente 1431831.

Se ha efectuado el análisis comparativo de costos de energía eléctrica, teniendo en cuenta las diversas opciones tarifarias en media tensión del mercado regulado que fija la Gerencia Adjunta de Regulación tarifaria - GART/OSINERG.

Los criterios considerados para el análisis respectivo, son:

- a) los parámetros eléctricos tales como máxima demanda en hora punta y fuera de punta, consumo de energía activa en hora punta y fuera de punta definen el comportamiento del diagrama de carga típico del sistema; estas variables de consumos de energía eléctrica, se han obtenido de las facturas de consumo tanto en potencia como en energía proporcionadas por EDEGEL S.A.A.

- b) Se consideraron todos los cargos de cada una de las opciones tarifarias en media tensión definidas por la GART.
- c) Los precios unitarios para las diferentes opciones tarifarias en media tensión, se han tomado del Pliego Tarifario vigente de la Concesionaria de distribución LUZ DEL SUR.
- d) Los beneficios económicos determinados, resultan de la comparación con la opción tarifaria y nivel de tensión actual de las instalaciones, tomada como referencia para la evaluación respectiva; es decir:

Contrato : 1431831.

Opción tarifaria : MT2, Presente en Hora Fuera Punta.

El resumen de los ahorros económicos obtenidos, se muestra en el Cuadro N°50.

Cuadro 50.

Ahorro económico por cambio opción tarifaria MT3.

DENOMINACION	PARAMETROS EVALUADOS
COSTO TOTAL (US\$/mes)	4317.1
AHORRO MENSUAL (US\$/mes)	1.005
PORCENTAJE DE AHORRO (%)	18.9
AHORRO ANUAL (US\$/año)	12.060
TARIFA OPTIMA	MT3 CLIENTE FUERA DE PUNTA MODALIDAD: POTENCIA VARIABLE

En conclusión, se observa que de acuerdo a la forma de operación actual, la opción tarifaria que origina los menores costos por consumo de energía eléctrica, es la opción tarifaria MT3.

En consecuencia, para la nueva contratación con la Concesionaria LUZ DEL SUR, se debe considerarse:

Tipo de tarifa	:	MT3
Modalidad de Facturación	:	máxima demanda leída
Potencia Contratada	:	500 kW.

5.2 Compensación de energía reactiva

Existen diversas alternativas de compensación de la energía reactiva; los cuales, pueden ser en media o baja tensión, automáticas y/o estáticas. En lo que respecta a la localización de los bancos, éste podría ser en el tablero general de distribución, en el centro de transformación, ya sea en los bornes de los mismos, en las barras, en tableros principales o en forma individual en los principales motores eléctricos; en general el sistema de compensación reactiva, se clasifican en los siguientes:

- Compensación reactiva global
- Compensación reactiva parcial o por sectores
- Compensación reactiva individual o por cargas'

Para la presente tesis, se ha evaluado diversas alternativas de compensación reactiva, resultando la más conveniente desde el punto de vista técnico y económico, implementar un banco de condensadores del tipo fijo y otro del tipo semiautomático conectadas en las barras del tablero general de distribución principal.

Para el diseño del banco de condensadores adecuado para la compensación reactiva, se han considerado los siguientes criterios técnicos:

- Datos históricos y registros efectuados.
- Elevar el factor de potencia actual a valores mayores a los 0,97 inductivo.

- Ubicación del banco de condensadores cerca al tablero general de distribución principal y conectada a las barras en 220 voltios, del tipo estático y del tipo semiautomático por la variabilidad y fluctuaciones del consumo de energía reactiva originadas por la conexión y desconexión de las cargas.

De acuerdo a los datos estadísticos de consumo de energía y potencia Ver Anexo Cuadro N° 5.1.1, se requiere efectuar la compensación reactiva en el tablero principal Servicios Propios Casa aparatos:

Cálculo de la capacidad nominal del banco de condensadores en función de los datos estadísticos.

De acuerdo a los datos estadísticos de consumo de energía y potencia (Ver Anexo Cuadro N° 5.1.1 Estadísticas de facturación de energía eléctrica, se tiene los siguientes parámetros:

- Demanda media (DM) = 389.11kW.
- Factor de potencia Promedio = 0.68
- Factor de potencia deseado = 0.98

De la siguiente relación:

$$Q = DM * (\tan\phi_1 - \tan\phi_2) \dots\dots\dots (5.1)$$

De la relación (5.1), se tiene:

$$Q = 389.11 * (\tan 47.156 - \tan 11.478)$$

$$Q = 340.5 \text{ kVAR}$$

Luego, el banco de condensadores normalizado requerido será de:

Q = 345 kVAR

El banco de condensadores, será del tipo automático de las siguientes características:

Q2	:	345 kVAR, Módulo de 14 x 25 kVAR
Tipo	:	Automático
Tensión	:	230 Voltios
Nº de fases	:	3
Frecuencia	:	60 Hz
Número de pasos	:	14

El banco de condensadores, debe contar con un interruptor general (interruptor termomagnético horario) y fusibles, tal que permita aislar el equipo para los casos de falla o mantenimiento,

Beneficios a obtener

Con la implementación de los bancos de condensadores, se reducirán los consumos por concepto de energía reactiva de la red de LUZ DEL SUR, lo que permitirá al suministro 1431831 de EDEGEL S.A eliminar los pagos por este concepto.

El cargo por consumo de energía reactiva, es US \$ 529.020 US \$/mes; lo que representa un ahorro económico anual de 6,348.2US \$. La reducción del consumo de energía reactiva de la red de LUZ DEL SUR de acuerdo a los consumos históricos, será 432175 kVARh/año.

Ahorro Económico= 6, 3418.2 US\$/año

Inversión

Siendo el costo promedio para la implementación del banco de condensadores 35 US\$/kVAR, la inversión estimada, será de 12, 075 US \$.

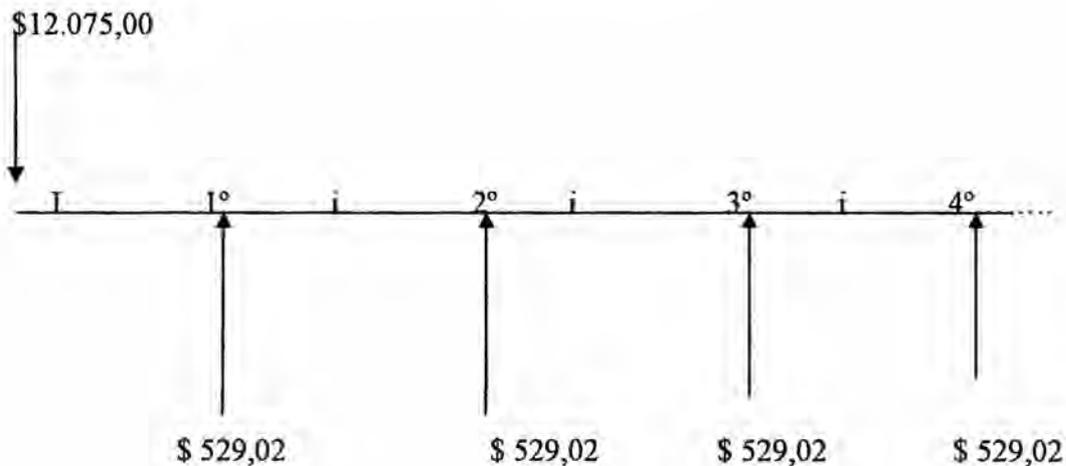
Teniendo un ahorro mensual de U.S.\$ 529,02, calculamos el tiempo de retorno del dinero.

De acuerdo a la ley de Concesiones Eléctricas, la Tasa de Actualización del Capital de Inversión es de 12% real anual, tomaremos este valor para analizar la rentabilidad de la inversión en la mejora en calefacción, primero calculamos el interés mensual con la siguiente ecuación:

$$(1 + i)^{12} = 1.12$$

De donde hallamos el valor de $i = 0.949 \%$.

Ahora calculamos el tiempo de retorno de la inversión:



Sea “n” la cantidad de meses del tiempo de retorno de la inversión entonces en “n” meses el valor equivalente de la inversión será:

$$12,075 * (1 + i)^n$$

y los ahorros acabo de “n” meses serán:

$$529,02 * (1 + i)^{n-1} + 529,02 * (1 + i)^{n-2} + \dots + 529,02 * (1 + i) + 529,02$$

igualando estas dos cantidades tenemos la ecuación:

$$12.075 ((1 + i)^{n-1} + (1 + i)^{n-2} + \dots + (1 + i) + 1)$$

$$(1 + i)^n - 1 \quad 12.075$$

$$----- = -----$$

$$i(1 + i)^n \quad 529,02$$

Resolviendo la ecuación con un método iterativo obtenemos el valor de "n" :

El tiempo de recuperación de la inversión, será:

$$T.R = 22.8 \text{ meses}$$

5.3 Ahorro por pérdidas en distribución

Este tipo de ahorro, está referido a minimizar a valores permisibles las pérdidas de energía eléctrica en el sistema de distribución de las instalaciones eléctricas de la Central Hidroeléctrica Huinco, planificando un adecuado programa de mantenimiento de las instalaciones eléctricas y a reducir los gastos de mantenimiento de equipos consumidores de energía eléctrica; la inversión será nula en caso de reparaciones o cambio de equipos.

Además, de lograr ahorros de energía eléctrica, la implementación del programa de mantenimiento mejorará la confiabilidad del flujo de energía a través del sistema eléctrico. El mantenimiento programado es la base del mantenimiento preventivo, con lo que se reducirán las fallas permitiendo conservar en buen estado las máquinas, equipos e instalaciones eléctricas en general.

El programa de mantenimiento y control debe estar referido a una coordinada ejecución de tareas y un conocimiento de los equipos y sus componentes y a los siguientes aspectos:

- Prueba de los contactos de interruptores termo magnéticos y limpieza de los mismos, para evitar la permanencia de polvos, pelusas y falsos contactos.
- Control periódico de los niveles de corriente y tensión de las cargas y alimentadores de mayor consumo de energía, llevando un registro sistematizado de las anomalías encontradas por equipo, cuyo objetivo será prevenir posibles daños que puedan causar éstas anomalías en los diferentes equipos consumidores de energía eléctrica e instalaciones en general.
- Verificación de fusibles, puestas a tierra y nivel de aislamiento de los cables y conductores eléctricos.
- Limpieza general de todos los tableros, y subtableros existentes en las instalaciones eléctricas.
- Limpieza de todos los accesorios de iluminación (luminarias, lámparas, conexiones; etc.).

El ahorro que pueda lograrse por este concepto, en el caso de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huinco, depende del grado de importancia que se le dé al programa de mantenimiento de los equipos y redes eléctricas. De acuerdo a la evaluación física - operativo de las instalaciones de la Central se pueden lograr ahorros del orden del 2% del consumo de energía, que económicamente significa:

$$\text{Ahorro económico} = 2\,270\,800 \text{ kWh/año} \cdot 0.0348 \text{ US \$/kwh} \times 0.02$$

$$\text{Ahorro Económico} = \mathbf{1\,580 \text{ US \$/año}}$$

5.4 Mejoras en el sistema de iluminación

Siendo el sistema de iluminación una de las cargas más importantes del sistema eléctrico de la Central Hidroeléctrica Huinco, es necesario analizar este sistema en las

diferentes áreas o ambientes de la central, para lograr un uso eficiente de la misma; de acuerdo a las Normas intencionales y el Código Nacional de Electricidad; con un buen control y una buena programación para un uso eficiente, se puede conseguir un nivel de iluminación acorde con los trabajos que se realizan en los diferentes ambientes de la central; así como, obtener ahorros importantes en este rubro.

Las mejoras en el sistema de iluminación; se realizarán para conseguir una iluminación acorde con los trabajos que se realizan en los diferentes ambientes de las oficinas administrativas, almacenes, sala de máquinas, servicios higiénicos, pasadizos, escaleras, ambientes del equipamiento electromecánico; etc. y su nivel de iluminación recomendados por las Normas internacionales para dichas áreas de trabajo.

Estas mejoras se realizan básicamente mediante la implementación de nuevos equipos de alta eficiencia y control óptimo de encendido de los mismos; puesto que actualmente en las instalaciones de la central no se tienen instalados equipos con alto rendimiento luminoso de última tecnología. Todas estas mejoras, reportarán ahorros de energía y reducción de la máxima demanda.

5.4.1 Reemplazo de lámparas actualmente instaladas por lámparas de mayor rendimiento

Las lámparas con bajo rendimiento, se pueden reemplazar por lámparas de mayor rendimiento, para ello se realizó una comparación de las características principales de las lámparas posibles a reemplazar. En el Cuadro 51, se muestran las características de las diferentes lámparas utilizadas en sistemas de iluminación.

Cuadro N° 51

Tipos y características principales de equipos de iluminación

Tipo	Potencia (W)	Flujo luminoso (Lumen)	Rendimiento (Lumen/W)	Vida útil (Horas)
Incandescente	100	1350	45	1000
Fluorescente	40	1300	35	7500
Mixta	250	5250	21	5000
	500	14000	28	5000
Vapor de Mercurio	250	13500	54	24000
	400	23000	58	24000
Vapor de Mercurio Halogenuro	250	18000	72	24000
	400	24000	67	24000
Vapor de Sodio	100	9500	95	24000
	150	13500	90	24000
	250	25000	100	24000
	400	47000	118	24000

En el cuadro anterior, se observa que las lámparas de vapor de Sodio y fluorescentes son las que tienen mayor rendimiento que significa un alto flujo luminoso con una menor potencia eléctrica, en comparación con las demás lámparas.

Estas lámparas son utilizadas como alternativa de reemplazo; con estos cambios, se logra reducir el consumo de energía eléctrica y al mismo tiempo se mejorará el nivel de iluminación en cada uno de los ambientes de trabajo.

Análisis de reemplazo de lámparas de iluminación y utilización de sensores de proximidad

El sistema de iluminación de la Central Hidroeléctrica Huinco, cuenta con diferentes tipos de lámparas; tales como vapor de sodio de 400 W., 250 W., 160 W., fluorescentes rectos de 40 W.; fluorescentes recto de 75 W., fluorescentes circulares de 32 W, etc.

Para mejorar la eficiencia en éste sistema, se tendrá que reemplazar las lámparas instaladas de bajo rendimiento; el criterio que se empleará para el análisis, será la comparación de flujos luminosos entre las distintas lámparas

para mantener un nivel de iluminación adecuada en las zonas de trabajo, teniendo siempre en cuenta los lúmenes iniciales de diseño.

Para el análisis respectivo, se considera el diseño inicial de alumbrado en los ambientes de la central: es decir, con el total de lámparas existentes (operativas). Por lo tanto, el flujo total que emiten las lámparas actuales se mantendrá para este análisis, pero con el reemplazo propuesto se mejoraría aún más el nivel de iluminación.

La inversión inicial por compra de nuevos equipos de fluorescentes y lámparas ahorradores de energía, se considera por costo de equipo completo.

Para el análisis ha sido necesario cuantificar el número aproximado de lámparas existentes en la actualidad de la central Huinco.

Definición, Ventajas y Características de las Lámparas LED

LED son las siglas en inglés para "Diodo Emisor de Luz" así que está claro por su nombre que es un dispositivo electrónico que emite luz, son básicamente pequeños diodos que producen luz cuando una corriente eléctrica pasa a través del material semiconductor del que están hechos, a diferencia de una bombilla eléctrica convencional, estos no tienen una resistencia que pueda romperse o quemarse, lo cual los hace muy durables y confiables.

La vida media de una lámpara LED es de 100,000 horas, frente a las 1000 de una bombilla estándar. Esto son 35 años a 8 horas diarias de utilización, esto es especialmente importante en entornos en el que es difícil o complicado cambiar bombillas o llevar a cabo mantenimiento.

- No contienen tungsteno como las bombillas normales, ni mercurio como la iluminación fluorescente, son reciclables y cumplen con la normativa europea de sustancias contaminantes.
- A diferencia de una bombilla estándar, la tecnología LED no desperdicia energía en crear calor, lo cual permite instalar luz en sitios muy complejos, con poco espacio o en sitios enemigos de calor.
- Al tener una vida larga, los productos LED no necesitan ningún mantenimiento.

Reemplazar las lámparas actuales por otras tipo LED se justifica por:

- Las ventajas de las luminarias LED comparándolas con lámparas de sodio de alta presión y cualquier otro tipo de lámpara convencional por ende, son enormes.
- Importante ahorro de energía - Utilizando la energía ultra alta, el alto brillo de las lámparas LED, junto con la fuente de alimentación eficaz, puede ahorrar hasta un 70% de energía de las lámparas convencionales de sodio y haluro.
- Larga vida útil, hasta 50.000 horas - Trabajando 8 horas al día, puede ser utilizada por más de 17 años, entre 5 y 10 veces más que una lámpara tradicional de sodio o haluro.
- Alta eficacia luminosa – Las lámparas convencionales en las condiciones actuales tienen una eficiencia de 75 lúmenes/w, La eficacia luminosa de las luminarias LED llega a 150 lúmenes/w la lámpara. Por eso ahorran mucha energía.

- Mejor espectro fotométrico: - El espectro luminoso que tienen los LEDs se adapta mucho mejor a la sensibilidad del ojo humano comparadas por ejemplo con lámparas de sodio de alta presión.
- Razón por la cual con el mismo lumen de luz las lámparas de LED parecen ser 2 a 3 veces más brillosas. Una lámpara LED de 112W de consumo que tiene 8400 lumen de luz reemplaza en iluminación fácilmente a una lámpara de sodio alta presión de 250W con sus 24000 lumen de luz.
- Ningún reflejo adverso - Elimina el reflejo causado por el fulgor ordinario adverso de las luces, la fatiga e interferencia visual de la vista, mejorando la seguridad del conductor, reduce la posibilidad de los accidentes de tránsito. Este producto es confiable y garantiza una tecnología orientada a la seguridad de las personas.
- No tiene alto voltaje - No se produce adsorción de polvo - Eliminando el alto voltaje reduce la adsorción de polvo manteniendo la pantalla limpia, asegurando que la lámpara puede entregar eficientemente su capacidad de brillo.
- Amplio voltaje de trabajo - En las lámparas tradicionales el brillo y la vida útil se reduce si el voltaje baja o sube más allá del 7%. Las LED no se afectan por un cambio de esta naturaleza.
- Partida sin demora - Alcanza el brillo normal al instante, eliminando el proceso largo de partida de las lámparas tradicionales. Incluso pueden partir a bajas temperaturas (-20°C).

Análisis y Calculo Energético de la Iluminación Actual de los Ambientes de la Central Huinco y el uso de sensores de presencia.

En los siguientes cuadros se presenta el ahorro energético producto del cambio de tecnología LED y la utilización de sensores de presencia.

Cuadro 52.

Consumo Total de Energía Instalada por Iluminación y la Proyección con Detectores de Proximidad Instalados.

ILUMINACIÓN CASA MÁQUINAS (TIPO, NUMERO LAMPARAS, POTENCIA INSTALADA, HRS DE SERVICIO, ENERGIA CONSUMIDA)									
AMBIENTES	Situación Actual (algunos ambientes se encienden y se apagan, otros permanecen permanentemente prendidos)							Proyectado con Sensor de Presencia	
	AMB	MA	MA	MA	MA	MA	MA	AMB	MA
CONSUMO TOTAL (Kwh.)							TOTAL:	1750.73	1100.89

Es decir el ahorro energético o eficiencia energética por el montaje proyectado de Detectores de proximidad es de 649.84 Kwh. /día, lo cual representa un 37.12% de Ahorro de Energía respecto al valor actual

En la siguiente tabla se muestra el consumo total de la Energía por la Iluminación LED a reemplazar punto a punto respecto al actual sistema instalado, sumándole el montaje previo de Detectores de Proximidad, en 683.48 Kwh./día. El actual sistema de iluminación instalado consume un total de energía de 1,750.73 Kwh. por día (referencia el cuadro 52).

Cuadro 53

Consumo Total de Energía Proyectada por reemplazo de Iluminación con Lámparas LED e instalación de Detectores de Proximidad en los diferentes ambientes de la Central Hidroeléctrica Huinco.

ILUMINACIÓN CASA/MAQUINAS (TIPO, NÚMERO LAMPARAS, POTENCIA INSTALADA, HRS DE SERVICIO, ENERGÍA CONSUMIDA)		PROYECCIÓN CON USO DE LAMPARAS AHORRADORAS TIPO LED					
AMBIENTES	Proyectado con Sensor de Presencia + Reemplazo por Lámparas Ahorradoras de Tecnología LED (menor potencia, mayor vida útil, mayor eficiencia luminosa) = Cantidad de Lámparas originales						
	TIPO	Nº Total Lámparas	Lámparas Lámparas	Lámparas Ambiente	Pot. MW Lámparas	Horas de uso / día	Energía Kwh/día
CONSUMO TOTAL (Kwh/día)						TOTAL:	

Podemos concluir que el ahorro energético al migrar hacia la tecnología de lámparas LED y Detectores de Proximidad a instalar en los ambientes de la central Huinco, reemplazando la actual iluminación de tecnología convencional; representa un ahorro energético tomando la diferencia del consumo total de 1750.73 Kwh./día con lámparas convencionales, menos el consumo total de 683.48 Kwh./día con lámparas LED y Detectores de Proximidad, que resulta en 1067.25 Kwh./día; es decir el ahorro energético es del 60.96% respecto al consumo de energía por la iluminación actual.

Para el reemplazo de lámparas se utilizara la siguiente relación:

$$ECA = (N^{\circ} \text{ lámparas}) * (\text{Watt} + \text{pérdidas}) * (\text{kWh/año}) / 1000$$

Donde:

ECA = Energía consumida anual en (kWh/año)

Redistribución de luminarias en la central Huinco:

Reducción de la máxima demanda = 22.45 kW

Ahorro de energía = 173 478 kWh / año

Ahorro económico = US \$ 7 467/ año

Inversión = US \$ 5 400

Retorno de la Inversión = 8.5 meses

Aporte al programa de reducción de costos = 12.60%

Reducción de la máxima demanda

Utilizando lámparas de 40 W, se tiene:

$$P = 0.04 * 1.3 * 1745 = 90.7 \text{ kW}$$

Utilizando las lámparas de 32 W, se tiene:

$$P = 0.032 * 1745 = 55.84 \text{ kW}$$

Luego, se tiene una reducción en la máxima demanda:

$$P = (90.70 - 55.84) \text{ kW}$$

$$P = 34.86 \text{ kW}$$

El ahorro en potencia activa (AP), será:

$$AP = 34.86 \text{ kW} * 5.30625 \text{ S/./kW-mes} * 12 \text{ meses}$$

$$AP = 2 217 \text{ US \$/año}$$

$$\mathbf{A E \text{ total} = 11 603 \text{ US \$/ año}}$$

Como se puede observar, se tiene un ahorro económico de 11 603 US \$/ año; el ahorro que se obtiene es relativamente alto debido al número elevado de lámparas de 40 W existente en las instalaciones de la Central Hidroeléctrica de Huinco; la evaluación de ésta mejora demuestra la conveniencia de utilizar lámparas de 32 W en las instalaciones del sistema de iluminación; en éste caso no se realizará el análisis para la determinación del tiempo de recuperación de la inversión; en razón de que esta mejora, se puede realizar como una actividad

programada de mantenimiento de las instalaciones eléctricas del sistema de iluminación de la central, cuya inversión debe estar presupuestada por la empresa EDEGEL S.A.A.

En conclusión en mejoras por iluminación en la central hidroeléctrica Huinco nos brindaría los siguientes resultados:

Reducción de potencia= 70kW

Ahorro de energía= 808 708 kWh/ año

Ahorro económico = US \$ 32,800/ año

Aporte al programa de reducción de costos = 51.2 %

Inversión= 190,000 US \$

5.5 Mejoras en el Sistema de Climatización y Agua de Refrigeración

a) DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA DE HUINCO

Nivel del piso

- Área del Planta energética: 4800 m²
- 04 generadores de una potencia de 262 Mw.
- 04 transformadores de 85,000 KVA.

Nivel del sótano 1

- Área de tuberías de ingreso de agua a las turbinas.
- 08 tuberías de acero de 0.8m de diámetro.
- 08 ruedas Pelton.
- 05 bombas de agua para enfriamiento de generadores.

Nivel del sótano 2

- Sistema de control de caudal de agua a las turbinas.
- 08 válvulas servo accionadas hidráulicamente.

Áreas administrativas y control

- 02 oficinas y baños del segundo piso.
- Sala de control de mando centralizado.

b) ESTIMACIÓN APROXIMADA DE LA DEMANDA TÉRMICA

Carga de calor por climatización de la edificación

Carga por ganancias de calor por las paredes del edificio, radiación solar, infiltración de aire, personas u artefactos eléctricos comunes incluida la iluminación. Según RNE

$$4,800 / 33.45 = 143 \text{ T.R.}$$

Carga por calentamiento de los 04 generadores

Potencia total de 260 MW. Incluye cojinetes lubricados.

$$260 \times 0.01 = 2.6 \text{ MW.} = 2\,600\,000 \text{ vatios} \times 3.413 = 8\,873\,800 \text{ BTUH} = 739 \text{ T.R. (asumida con agua turbinada helada natural)}$$

Carga por calentamiento de los transformadores (12 u)

$$85,000 \text{ KVA} \times 3 = 255,000 \text{ KVA}$$

$$255 \times 0.01 = 2.55 \text{ MVA} = 2\,550\,000 \times 3.413 = 8\,703\,150 \text{ BTUH} = 725 \text{ T.R. (asumida con agua turbinada helada natural)}$$

c) Condiciones de Temperatura de diseño Exterior (TDE) y (TDI)

Exterior

TBS = 25°C

H.R. = 40%

Interior

TBS = 22°C

H.R. = 50%

d) Recomendaciones para el ahorro de energía

- 1) El Funcionamiento parcial del turbo refrigerador del sistema de climatización, por intervalos de 6 horas de operación y 6 horas de parada, y así sucesivamente. Ahorrando un 50% de la energía que consume durante las 24 horas el Turbo refrigerador. De acuerdo a esta propuesta, no habrían problemas cuando deje de funcionar el turbo compresor de aire acondicionado, considerando que el agua helada debe pasar por el fan coil principal de modo que sigue el enfriamiento de la sala de máquinas y válvulas. La temperatura de los generadores permanece igual ya que dependen principalmente del agua helada turbinada que se seguirá bombeando, posiblemente aquí también se podría reducir el caudal de las bombas ya que la temperatura de los generadores es de 36°C.

Cálculo de los ahorros económicos: Considerando que el consumo de energía mensual del turbo refrigerador del sistema de climatización es de 17 917 kWh, se estima un ahorro de 8 959 kWh/mes.

Ahorro económico = 107 502 kWh/año x 0.0348 US \$/kWh

AE = 3 741 US \$./año

Para la implementación de este proyecto se requiere de un periodo de monitoreo, considerando que no habría problemas de aumento excesivo de la temperatura ambiente y humedad relativa, ya que las bombas de agua fría y caliente continuarían operando de forma continua.

Inversión

No se considera inversión, ya que las labores de monitoreo y ajuste de los parámetros a las nuevas condiciones ambientales, se puede realizar como parte de las labores de mantenimiento.

- 2) Disminuir los caudales de bombeo hacia los generadores y los transformadores, de manera que sin llegar a las temperaturas que pongan en riesgo su seguridad y duración, permitan ahorro en el bombeo de agua hasta en un 20% por cada grupo equivalente a un 18% (33,6 l/seg) respecto al total general, tal como se puede apreciar en el siguiente cuadro.

Cuadro 54.

Reducción de caudal de bombeos.

Descripción	Cantidad (l/seg)	Cantidad de grupos	Total por grupos (l/seg)	Reducción del caudal de agua de refrigeración(l/seg)
Refrigeración aire generador	27,9	4	111,6	22,32
cojinetes alternador	5	4	20,0	4
Regulador	1	4	4,0	0,8
Transformadores monofásicos	6,5	4	26,0	5,2
Acondicionadores aire celdas trafos.	1,6	4	6,4	1,28
Acondicionamiento aire trafos servicios internos	2,5	1	2,5	
Climatización caverna	12,5	1	12,5	
TOTAL GENERAL			183,0	33,6

Cálculo de los ahorros económicos: Considerando que el consumo de energía mensual del sistema SAR es de 36 209 kWh, se estima un ahorro de 7 242 kWh/mes.

Ahorro económico = 86 904 kWh/año *0.0348 US \$/kWh.

$$\mathbf{AE = 3\ 024\ US\ \$/año}$$

Para la implementación de este proyecto se requiere de un periodo de monitoreo, considerando que no habría problemas de recalentamiento ya que los transformadores en el peor de los casos trabajan hasta 70°C de temperatura exterior, se ha verificado que actualmente están trabajando a una temperatura de 28°C, existe un amplio rango de posibilidad de disminuir el flujo de agua de refrigeración (según recomendaciones del texto de Enrique Ras “Transformadores de Potencia” pagina 210, la temperatura para transformadores de potencia puede estar entre 55°C a 65°C como máximo).

Inversión

No se considera inversión, ya que las labores de monitoreo se puede realizar como parte de las labores de mantenimiento.

- 3) Automatizar con interruptores con célula fotoeléctrica y/o sensores de presencia para accionar los extractores de aire acondicionado de las oficinas del 2do. Piso del área de oficinas y otras por estar siempre prendidas sin la presencia de personas.

- 4) Encender un menor número de lámparas reflectoras en la sala de máquinas, sin perjuicio de la Humedad Relativa. Con un 50% de las lámparas apagadas no afectaría a la humedad relativa, beneficiaria a la humedad relativa elevar en algo las temperaturas de los transformadores y generadores. Es necesario verificar los datos de fabricación de los transformadores y de los generadores antes de su implementación y de acuerdo a esta información dar los pasos con mayor seguridad; sin embargo, se puede afirmar que los datos de fabricación si permiten un incremento de la temperatura exterior de estos sin perjuicio de su duración. Se sugiere una etapa de monitoreo de los parámetros eléctricos y ambientales durante su implementación.

Producto de las pruebas en campo podemos indicar que el detalle exacto de los ahorros de energía serán materia de estudios más profundos, en los cuales necesitamos datos de fabricación de los transformadores y generadores. Así mismo, el detalle del control de la humedad relativa en general de los ambientes de modo que no se mojen los componentes de generación, será motivo de un estudio preciso de la psicrometría de la central.

La temperatura de diseño exterior e interior será motivo así mismo de un estudio preciso ya que con una temperatura ligeramente más alta en el ambiente se consigue una humedad relativa más baja.

Realizar un estudio mediante el cual todo proceso de enfriamiento de máquinas y ambientes de oficina se realice con el agua turbinada a una temperatura entre 8°C a 12°C, mediante una UMA centralizada y el proceso de calentamiento del agua con fines de bajar la humedad relativa se realice con ayuda del agua que pasa por las máquinas con cierto calor enviándolas a un pozo térmico aislado, y de allí se sacara el agua un

sistema de calentamiento con energía solar en el exterior mediante un sistema de mangueras en circuitos paralelos de pequeño diámetro así como se hace en ciertas minas para climatizar las piscinas. De modo que el uso del equipo de refrigeración se reduzca a la mínima expresión estamos hablando de un 10% de uso del equipo de frío.

5.6 Mejoras en el sistema de Agua de Refrigeración (SAR)

5.6.1 Derivación de agua desde la tubería forzada para el tanque elevado de agua refrigeración.

Para evaluar esta alternativa se ha considerado comparar la energía y potencia que se dejaría de consumir por las bombas del SAR versus la potencia y energía dejada de generar con el agua derivada desde la tubería forzada para el tanque elevado de agua de refrigeración.

a) Parámetros utilizados para los cálculos

Los parámetros utilizados para los cálculos fueron los siguientes:

- Hb Altura Bruta en metros: 1298.7m.
- Ze Cota del traductor ó transmisor de presión: 1879.85 m.s.n.m.
- Zs Cota del punto de impacto del chorro sobre los (Dato de planos de CH HUINCO): 1877.42 m.s.n.m.
- Pe Lectura del traductor ó transmisor de presión en unidad de Cota: 123.6bar.
- Q Caudal turbinado en m³/s: 6.25 m³/s.
- De Diámetro medio al ingreso de la turbina en metros: 2860mm

η_t Eficiencia de la Turbina obtenida de las curvas características de la turbina:

Aprox. 90%

η_g Eficiencia del Generador obtenida del protocolo de recepción del generador:

Aprox. 98%.

b) Análisis y cálculo de la cota promedio de embalse

La altura bruta de la central hidroeléctrica fue calculada en función de la cota de casa de máquinas referidas al eje de inyector de las turbinas y la cota promedio en el nivel de espejo aguas arriba de la central, de acuerdo a la ecuación (a).

$$\boxed{H_b = CPE - CEI} \dots\dots\dots (a)$$

Donde:

H_b : Altura bruta (1298,7) dato.

CPE : Cota promedio de embalse (3150,19) calculado.

CEI : Cota de eje inyector (1877,42) dato.

Con estos datos se ha procedido a obtener la altura neta para determinar la potencia efectiva.

c) Análisis y cálculo de la altura neta

La altura neta para turbinas Pelton de eje vertical está determinado por la ecuación (b).

$$H_n = (Z_e - Z_s) + (P_e - Z_e) + 1.6211(Q^2/De^4) / 2g \dots\dots\dots (b)$$

Donde:

H_n : Altura Neta en metros.

Z_e : Cota del traductor ó transmisor de presión.

Z_s : Cota del punto de impacto del chorro sobre los (Dato proporcionado por EDEGEL).

P_e : Lectura del traductor ó transmisor de presión en unidad de Cota.

Q : Caudal turbinado en m^3/s .

De : Diámetro medio al ingreso de la turbina en metros.

g : Valor de la Gravedad dependiendo de la latitud y altitud de operación de la turbina en m/s^2 .

$Z_e = 1\ 879.85$ msnm

$Z_s = 1\ 877.42$ msnm

$P_e = 3\ 150.19$ msnm

$Q = 6.25$ m^3/s (Dato)

$De = 2.86$ m

$g = 9.7803 \times (1 + 0.0053 \times \text{Sen}^2(\text{Latitud})) - 3 \times 10^{-6}$ (Altitud)

(Ref. Norma IEC-41)

$g = 9.7771 \text{ ms}^{-2}$ (valor de la gravedad aproximado).

El valor de eficiencia del generador es de 0.98 (dato considerado de los protocolos de entrega) y la eficiencia del rodete 0.90 proporcionadas por EDEGEL.

Reemplazando los datos en la ecuación (b), obtenemos la altura neta del Grupo N° 01, igual a: $H_n = 1\,272.82 \text{ m}$.

Para el cálculo de las pérdidas de carga se utiliza la ecuación (c).

$$\boxed{P_c = H_b - H_n} \dots\dots\dots (c)$$

Donde:

P_c : Pérdidas de carga

H_b : Altura Bruta

H_n : Altura Neta

Remplazando los valores del ejemplo:

$$\text{Pérdidas de carga Grupo N° 01} = H_b - H_n = 1\,298.7 - 1\,272.82 = 25,88 \text{ m}$$

Para el caso del caudal con derivación para el SAR (180 l/seg), se tiene

$$\text{Pérdidas de carga Grupo N° 01} = H_b - H_n = 1\,298.7 - 1\,272.77 = 25,93 \text{ m}$$

d) Análisis y cálculo de la potencia efectiva del caudal de agua de derivación para el SAR de la central hidroeléctrica Huinco

Para el cálculo de la potencia efectiva que se dejaría de generar por la derivación de una porción del caudal (0.18 m³/seg) de la tubería forzada para el sistema de agua de refrigeración de los equipos y climatización (SAR) se ha aplicado la siguiente metodología.

Fórmula para determinar la Potencia en el conjunto Turbina –Generador.

$$P_g = \gamma \cdot Q \cdot H_n \cdot \eta_t \cdot \eta_g \quad \dots\dots\dots (d)$$

Donde:

P_g : Potencia en Bornes de generación;

γ : Gravedad específica, obtenida mediante la corrección especificada en la norma CEI-41 (Valor constante para todos los cálculos $\gamma = 9.7771 \text{m.s}^{-2}$).

Q : Caudal turbinado por el grupo.

H_n : Altura neta; la cual está en función de las alturas geométricas, piezométrica y de velocidad del flujo turbinado (1272.77m).

η_t : Eficiencia de la Turbina obtenida de las curvas características de la turbina (0.90).

η_g : Eficiencia del Generador obtenida del protocolo de recepción del generador (0.98).

Aplicando la fórmula (b), se obtiene finalmente las potencias cuyos resultados se muestran en la tabla 1.

Cuadro 55.

Calculo de la Altura Neta y Potencia efectiva.

CALCULOS DE LAS ALTURAS NETAS Y POTENCIAS DE LA C. H. HUINCO Altura bruta promedio de HUINCO = 1 298,7 m			
Parámetros	Total Grupo 1	Grupo 1 con derivación SAR	Con Caudal SAR
Ze	1879,85	1879,85	1879,85
Zs	1877,42	1877,42	1877,42
Pe	3150,19	3150,19	3150,19
Q	6,25000	6,07000	0,18000
D	2,86	2,86	2,86
G	9,7771	9,7771	9,7771
Eficiencia Grupo	0,882	0,882	0,882
H. neta (m)	1272,82	1272,82	1272,82
Perdida Carga (m)	25,88	25,88	
Pot.. calculada x grupo (kW)	68600,16	66624,33	1975,83
Pot.. teorica x grupo (kW)	68600,0	68600,0	
Eficiencia Generador	0,9800	0,9800	0,9800
Eficiencia Rodete	0,9000	0,9000	0,9000

La potencia que se dejaría de generar aplicando esta modificación es en promedio de 1975 kW.

Podemos concluir que Comparando el consumo de las 4 electro bombas del SAR cuya demanda en promedio es de 72 kW versus la potencia que se dejaría de generar (1975 kW), no resulta viable la propuesta de derivar parte del caudal para el tanque elevado de agua de refrigeración.

5.6.2 Sustitución del sistema motor – bomba actual por otra de mayor eficiencia.

La mayor parte de las bombas centrífugas en operación trabajan con bajo nivel de eficiencia por diversas circunstancias, entre las que destacan:

- Por tratarse de una bomba vieja, desgaste de los impulsores.
- Porque las condiciones de operación cambiaron (carga, caudal, pérdidas en las tuberías, por posible disminución de la sección de las tuberías de agua).
- Por una sustitución inadecuada.
- Procedimiento de Evaluación.

Datos de la bomba:

- Marca = KSB
- Q = 90 l/seg
- RPM = 1780
- ADT = 16.5 m
- Distancia de tubería = 60 m
- Diámetro de tubería = 14"

Datos motor eléctrico

- Potencia = 35 HP
- Tensión = 220 V
- Fases = 3
- Frecuencia = 60 Hz

Para satisfacer esta demanda de agua de refrigeración se necesita operar actualmente 4 bombas, sin embargo, de acuerdo a comentarios realizados por personal de Edegel, hasta hace algunos años, solamente se operaba 3 bombas para satisfacer la demanda de agua de refrigeración, por lo cual se deduce que la eficiencia del sistema haya disminuido considerablemente asociado a la disminución de la eficiencia de las bombas por desgaste y mayores pérdidas en las tuberías por obstrucción de las mismas.

Sobre la base de que el sistema de bombeo actual posiblemente opera con baja eficiencia, se recomienda realizar los siguientes pasos para la evaluación de esta medida de ahorro de energía:

- Caracterizar el sistema de bombeo actual.
- Determinar el punto o puntos de operación de la bomba nueva.
- Determinar la eficiencia de la bomba nueva.
- Determinar la potencia en la flecha.
- Determinar la potencia requerida por el nuevo conjunto bomba-motor.
- Evaluar la disminución en demanda y el ahorro en consumo de energía.
- Calcular el ahorro económico.
- Realizar la evaluación económica de la medida de ahorro (determinar el tiempo de recuperación, valor presente neto y tasa interna de retorno).

Asimismo, el tipo y la calidad de los sellos de bomba pueden afectar significativamente la eficiencia de las bombas debido a la fricción entre el eje y el sello, y a la pérdida del líquido que se bombea, cuyo defecto se observó en una de las bombas del SAR.

5.6.3 Sustitución de los motores eléctricos antiguos del SAR por motores de alta eficiencia

Los motores estándar que actualmente se fabrican poseen una buena eficiencia respecto a los motores de hace 20 años, pero éstos son superados por los motores denominados de alta eficiencia.

La sustitución de un motor en operación por uno de alta eficiencia resulta más atractiva en aquellos casos en que el motor actual opera con bajo factor de carga y en consecuencia, con baja eficiencia y bajo factor de potencia; en este caso los motores están operando casi a plena carga, sin embargo dada la antigüedad de dichos motores eléctricos >20 años, se ha considerado su sustitución progresiva cuando le toca un mantenimiento mayor o rebobinado, por otro motor de alta eficiencia.

Se ha evaluado la sustitución de un motor de 35 HP por otro de alta eficiencia, bajo 2 modalidades:

Caso 1: Sustitución inmediata del motor existente por otro de alta eficiencia, se considera una inversión aproximada de 2 478 dólares, siendo el periodo de retorno de la inversión 6 años.

Cuadro 56.

Datos del motor a reemplazar por uno de alta eficiencia.

Potencia Nominal (HP)	Potencia Registrada (KW)	Factor de Utilización Y (%)	Eficiencia del motor usado (%)	Pérdidas ter. Cálculo (kW)	Eficiencia con la carga actual (%)	Eficiencia Premium (%)	Ahorro en Potencia (KW)
35	24,0	80,9%	88,00%	2,9	88,1%	94,0%	1,5

Horas de operación anual	Ahorro en energía (KWh)	Ahorro económico en US\$	Inversión Motor nuevo alta eficiencia	Costo anual de capital	Costo de energía ahorrada	Payback en años
6000	9 036	410	2 478	332	0,037	6,0

Caso 2: Sustitución del motor existente cuando se requiere el rebobinado del motor versus otro motor de alta eficiencia nuevo, se considera una inversión diferencial aproximada de US\$ 1 611,00 dólares, siendo el periodo de retorno de la inversión 3.7 años.

Cuadro 57.

Datos del motor cuando requiere rebobinado a reemplazar por uno de alta eficiencia.

Potencia Nominal (HP)	Potencia Registrada (KW)	Factor de Utilización Y (%)	Eficiencia del motor usado (%)	Pérdidas fer. Cálculo (KW)	Eficiencia con la carga actual (%)	Eficiencia Premium (%)	Ahorro en Potencia (KW)
35	24,0	80,9%	88,00%	2,9	88,1%	94,0%	1,5

Horas de operación anual	Ahorro en energía (kWh)	Ahorro económico en US\$	Inversión parcial (Nuevo - Rebobinado)	Costo anual de capital	Costo de energía ahorrada	Payback en años
6000	8 036	410	1611	332	0,037	3,7

Nota: Se ha considerado US\$ 867.00 como costo de rebobinado equivalente al 35% del costo del motor nuevo.

Considerando 3 motores se tiene un ahorro de 4.5 kW y 1230 kWh, la inversión es de US\$ 4 833,00 y el periodo de retorno de la inversión es 3.7 años.

5.6.4 Sustitución de la bomba + motor eléctrico actual del SAR por uno de mayor eficiencia

Las bombas que actualmente se fabrican poseen una mejor eficiencia respecto a las motobombas de hace 40 años.

Se ha evaluado la sustitución de un motor de 35 HP + la bomba de 90 l/seg, por una electrobomba sumergible de alta eficiencia, con lo cual se estima

aumentar la eficiencia en 10% (6% en el motor eléctrico y 4% en la bomba mecánica), bajo esta consideración se estima los siguientes ahorros:

El consumo de energía mensual del SAR es de 36 209 kWh/mes, considerando el 10% de ahorro se tiene un ahorro anual de 43 451 kWh/año.

Luego, el ahorro económico anual en energía, será:

$$AE = 43451 \text{ kWh/año} * 0.0348 \text{ US\$/ kWh}$$

$$AE = 1512 \text{ US \$/ año}$$

Reducción de la máxima demanda.

Utilizando 2 electro bombas de alta eficiencia, se estima una reducción de la potencia de 7 kW, se tiene:

El ahorro en potencia activa (AP), será:

$$AP = 7.0 \text{ kW} * 5.30625 \text{ S/./kW-mes} * 12 \text{ meses}$$

$$AP = 446 \text{ US \$/año}$$

$$AE \text{ total} = 1958 \text{ US \$/ año}$$

Inversión:

Se estima una inversión de US\$ 30 000,00 dólares americanos en 2 bombas siendo el periodo de retorno de la inversión de 15 años. Asociado a esta inversión está en la renovación de la tubería de agua entre la batería de bombas y el tanque elevado (60 metros).

Refrigeración directa mediante bombas del SAR

Se ha realizado la evaluación de utilizar un sistema de bombeo directo al sistema de refrigeración, para lo cual se ha considerado la siguiente estructura de consumo de agua de refrigeración:

Cuadro 58.

Consumo de agua de refrigeración

Descripción	Cantidad (l/seg)	Cantidad de grupos	Total por grupos (l/seg)
Refrigeración aire generador	27,9	4	111,6
cojinetes alternador	5	4	20,0
Regulador	1	4	4,0
Transformadores monofásicos	6,5	4	26,0
Acondicionadores aire celdas trafos.	1,6	4	6,4
Acondicionamiento aire trafos servicios internos	2,5	1	2,5
Climatización caverna	12,5	1	12,5
TOTAL GENERAL			183,0
Consumo de energía mensual			36 209

Sobre esta estructura de consumo de agua y las alturas de bombeo del sistema SAR (ver Figura 42 adjunto), se ha considerado el bombeo directo a las diferentes áreas de la central, para lo cual se requiere realizar las siguientes consideraciones.

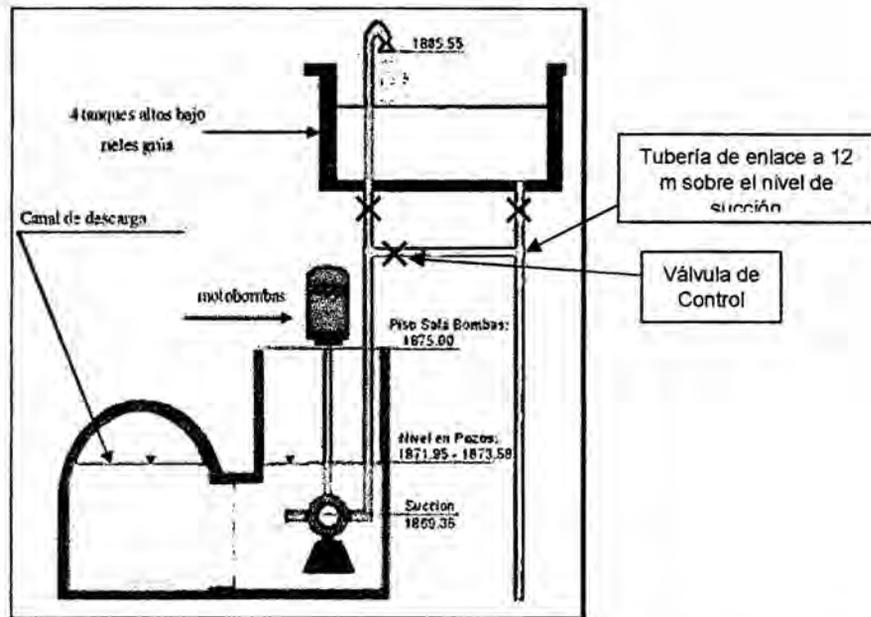


Figura 42. Estructura de consumo de agua y las alturas de bombeo del sistema SAR. Adaptado de estudio CENERGIA para empresa EDEGEL. (2010).

Dado que la altura de bombeo es aproximadamente 16,2 m, el hecho de realizar el bombeo directo involucra modificar el sistema, variando el modo de operación de las bombas de acuerdo al consumo de agua de refrigeración de cada grupo, a una presión constante con una altura de bombeo de 12 m.

Se ha considerado los siguientes modos de operación:

Caso 1: Considerando la operación a máxima carga con las 4 bombas operando (183 l/seg),

Caso 2: Considerando la operación a 75% de máxima carga con tres bombas operando (141 l/seg).

Caso 3: Considerando la operación a 50% máxima carga con 2 bombas operando (100 l/seg).

El bombeo directo implica variar las condiciones iniciales de la altura de bombeo de 16,2m a 12 m lo cual implica una disminución de 2 a 5 % en el consumo de energía, sin embargo esta propuesta implica modificaciones en las instalaciones de las tuberías de bombeo (Ver Figura 42), se estima una inversión de US\$ 4 500 dólares americanos y un ahorro anual de US\$ 500,00 dólares americanos, siendo el periodo de retorno de la inversión de 9 años.

Finalmente, se ha definido el ámbito del estudio referido a las cargas que definen el comportamiento del diagrama de carga, influencia de cada carga y las mejoras a implementarse

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contratación de las hipótesis con los resultados

La hipótesis planteada fue:

La planificación de la eficiencia energética para los Servicios Auxiliares permitirá mayor rentabilidad de la central hidroeléctrica Huinco en la economía y el medioambiente.

De los estudios revisados y de la información obtenida en los resultados en el estudio de los servicios auxiliares, sistema de Iluminación Central Hidroeléctrica Huinco, se pudo comprobar que:

Resultados económicos:

Para estos indicadores económicos se ha utilizado los ingresos totales y la inversión total para la implementación de las mejoras:

Cuadro 59.

Resultados económico

WACC (%)	8.3%
VAN (a 10 Años)	182
TIR (%)	23.3%
PAYBACK	Año 5

Resultados ambientales:

Para calcular las toneladas de CO₂, se utiliza un valor de 3 Ton de CO₂ x KW generado, se aplica el principio de generación de energía eléctrica de fuente fósil, desplazada por energía eléctrica de fuente hidráulica para este caso de la Central Huinco, producto del ahorro en el consumo de energía eléctrica en los servicios auxiliares de la central, la que se estaría inyectando a la red del SEIN.

Cuadro 60.
Resultados ambientales.

Emisiones de CO2	
<i>1 Año</i>	<i>20 Años</i>
254 ton	5070 ton

SE DEMUESTRA QUE:

En los casos planteados, Podemos observar que los indicadores económicos muestran una rentabilidad económica en la aplicación del plan energético con las propuestas de implementación y se puede apreciar que se tiene una rentabilidad ambiental con la reducción de toneladas de emisiones de CO2, por desplazamiento de una central contaminante por una central menos contaminante, principio tomado del concepto de los bonos CERs utilizados en el no ratificado protocolo de Kioto, CONCLUIMOS QUE LA HIPOTESIS QUEDA CONTRASTADA.

6.1.1 Contratación de la hipótesis 1:

La sub hipótesis planteada fue:

El planteamiento de estrategias para mejorar la eficiencia energética en los SSAA de la central hidroeléctrica Huinco, permitirá reducir costos operativos.

Entre las estrategias planteadas tenemos:

1. Reemplazo de lámparas actualmente instaladas por lámparas de mayor rendimiento

Las lámparas con bajo rendimiento, se pueden reemplazar por lámparas de mayor rendimiento, para ello se realizó una comparación de las características principales de las lámparas posibles a reemplazar. En el Cuadro 51, se muestran las características de las diferentes lámparas utilizadas en sistemas de iluminación.

Cuadro N° 51

Tipos y características principales de equipos de iluminación

Tipo	Potencia(W)	Flujo luminoso(Lumen)	Rendimiento (Lumen/W)	Vida útil (Horas)
Incandescente	100	1350	45	1000
Fluorescente	40	1300	35	7500
Mixta	250	5250	21	5000
	500	14000	28	5000
Vapor de Mercurio	250	13500	54	24000
	400	23000	58	24000
Vapor de Mercurio Halogenuro	250	18000	72	24000
	400	24000	67	24000
Vapor de Sodio	100	9500	95	24000
	150	13500	90	24000
	250	25000	100	24000
	400	47000	118	24000

En el cuadro anterior, se observa que las lámparas de vapor de Sodio y fluorescentes son las que tienen mayor rendimiento que significa un alto flujo luminoso con una menor potencia eléctrica, en comparación con las demás lámparas.

Estas lámparas son utilizadas como alternativa de reemplazo; con estos cambios, se logra reducir el consumo de energía eléctrica y al mismo tiempo se mejorará el nivel de iluminación en cada uno de los ambientes de trabajo.

2. Análisis de reemplazo de lámparas de iluminación y utilización de sensores de proximidad

El sistema de iluminación de la Central Hidroeléctrica Huinco, cuenta con diferentes tipos de lámparas; tales como vapor de sodio de 400 W., 250 W., 160 W., fluorescentes rectos de 40 W.; fluorescentes recto de 75 W., fluorescentes circulares de 32 W, etc.

Para mejorar la eficiencia en éste sistema, se tendrá que reemplazar las lámparas instaladas de bajo rendimiento; el criterio que se empleará para el análisis, será la comparación de flujos luminosos entre las distintas lámparas para mantener un nivel de iluminación adecuada en las zonas de trabajo, teniendo siempre en cuenta los lúmenes iniciales de diseño.

Para el análisis respectivo, se considera el diseño inicial de alumbrado en los ambientes de la central: es decir, con el total de lámparas existentes (operativas). Por lo tanto, el flujo total que emiten las lámparas actuales se mantendrá para este análisis, pero con el reemplazo propuesto se mejoraría aún más el nivel de iluminación.

La inversión inicial por compra de nuevos equipos de fluorescentes y lámparas ahorradores de energía, se considera por costo de equipo completo.

Para el análisis ha sido necesario cuantificar el número aproximado de lámparas existentes en la actualidad de la central Huinco.

3. Definición, Ventajas y Características de las Lámparas LED

LED son las siglas en inglés para "Diodo Emisor de Luz" así que está claro por su nombre que es un dispositivo electrónico que emite luz, son básicamente

pequeños diodos que producen luz cuando una corriente eléctrica pasa a través del material semiconductor del que están hechos, a diferencia de una bombilla eléctrica convencional, estos no tienen una resistencia que pueda romperse o quemarse, lo cual los hace muy durables y confiables.

La vida media de una lámpara LED es de 100,000 horas, frente a las 1000 de una bombilla estándar. Esto son 35 años a 8 horas diarias de utilización, esto es especialmente importante en entornos en el que es difícil o complicado cambiar bombillas o llevar a cabo mantenimiento.

- No contienen tungsteno como las bombillas normales, ni mercurio como la iluminación fluorescente, son reciclables y cumplen con la normativa europea de sustancias contaminantes.
- A diferencia de una bombilla estándar, la tecnología LED no desperdicia energía en crear calor, lo cual permite instalar luz en sitios muy complejos, con poco espacio o en sitios enemigos de calor.
- Al tener una vida larga, los productos LED no necesitan ningún mantenimiento.

Reemplazar las lámparas actuales por otras tipo LED se justifica por:

- Las ventajas de las luminarias LED comparándolas con lámparas de sodio de alta presión y cualquier otro tipo de lámpara convencional por ende, son enormes.
- Importante ahorro de energía - Utilizando la energía ultra alta, el alto brillo de las lámparas LED, junto con la fuente de alimentación eficaz,

puede ahorrar hasta un 70% de energía de las lámparas convencionales de sodio y haluro.

- Larga vida útil, hasta 50.000 horas - Trabajando 8 horas al día, puede ser utilizada por más de 17 años, entre 5 y 10 veces más que una lámpara tradicional de sodio o haluro.
- Alta eficacia luminosa – Las lámparas convencionales en las condiciones actuales tienen una eficiencia de 75 lúmenes/w, La eficacia luminosa de las luminarias LED llega a 150 lúmenes/w la lámpara. Por eso ahorran mucha energía.
- Mejor espectro fotométrico: - El espectro luminoso que tienen los LEDs se adapta mucho mejor a la sensibilidad del ojo humano comparadas por ejemplo con lámparas de sodio de alta presión.
- Razón por la cual con el mismo lumen de luz las lámparas de LED parecen ser 2 a 3 veces más brillosas. Una lámpara LED de 112W de consumo que tiene 8400 lumen de luz reemplaza en iluminación fácilmente a una lámpara de sodio alta presión de 250W con sus 24000 lumen de luz.
- Ningún reflejo adverso - Elimina el reflejo causado por el fulgor ordinario adverso de las luces, la fatiga e interferencia visual de la vista, mejorando la seguridad del conductor, reduce la posibilidad de los accidentes de tránsito. Este producto es confiable y garantiza una tecnología orientada a la seguridad de las personas.

- No tiene alto voltaje - No se produce adsorción de polvo - Eliminando el alto voltaje reduce la adsorción de polvo manteniendo la pantalla limpia, asegurando que la lámpara puede entregar eficientemente su capacidad de brillo.
- Amplio voltaje de trabajo - En las lámparas tradicionales el brillo y la vida útil se reduce si el voltaje baja o sube más allá del 7%. Las LED no se afectan por un cambio de esta naturaleza.
- Partida sin demora - Alcanza el brillo normal al instante, eliminando el proceso largo de partida de las lámparas tradicionales. Incluso pueden partir a bajas temperaturas (-20°C).

4. Sustitución del sistema motor – bomba actual por otra de mayor eficiencia.

La mayor parte de las bombas centrífugas en operación trabajan con bajo nivel de eficiencia por diversas circunstancias, entre las que destacan:

- Por tratarse de una bomba vieja, desgaste de los impulsores.
- Porque las condiciones de operación cambiaron (carga, caudal, pérdidas en las tuberías, por posible disminución de la sección de las tuberías de agua).
- Por una sustitución inadecuada.
- Procedimiento de Evaluación.

Datos de la bomba:

- Marca = KSB
- Q = 90 l/seg
- RPM = 1780
- ADT = 16.5 m

- Distancia de tubería = 60 m
- Diámetro de tubería = 14"

Datos motor eléctrico

- Potencia = 35 HP
- Tensión = 220 V
- Fases = 3
- Frecuencia = 60 Hz

Para satisfacer esta demanda de agua de refrigeración se necesita operar actualmente 4 bombas, sin embargo, de acuerdo a comentarios realizados por personal de Edegel, hasta hace algunos años, solamente se operaba 3 bombas para satisfacer la demanda de agua de refrigeración, por lo cual se deduce que la eficiencia del sistema haya disminuido considerablemente asociado a la disminución de la eficiencia de las bombas por desgaste y mayores pérdidas en las tuberías por obstrucción de las mismas.

Sobre la base de que el sistema de bombeo actual posiblemente opera con baja eficiencia, se recomienda realizar los siguientes pasos para la evaluación de esta medida de ahorro de energía:

- Caracterizar el sistema de bombeo actual.
- Determinar el punto o puntos de operación de la bomba nueva.
- Determinar la eficiencia de la bomba nueva.
- Determinar la potencia en la flecha.
- Determinar la potencia requerida por el nuevo conjunto bomba-motor.

- Evaluar la disminución en demanda y el ahorro en consumo de energía.
- Calcular el ahorro económico.
- Realizar la evaluación económica de la medida de ahorro (determinar el tiempo de recuperación, valor presente neto y tasa interna de retorno).

Asimismo, el tipo y la calidad de los sellos de bomba pueden afectar significativamente la eficiencia de las bombas debido a la fricción entre el eje y el sello, y a la pérdida del líquido que se bombea, cuyo defecto se observó en una de las bombas del SAR.

5. Sustitución de los motores eléctricos antiguos del SAR por motores de alta eficiencia

Los motores estándar que actualmente se fabrican poseen una buena eficiencia respecto a los motores de hace 20 años, pero éstos son superados por los motores denominados de alta eficiencia.

La sustitución de un motor en operación por uno de alta eficiencia resulta más atractiva en aquellos casos en que el motor actual opera con bajo factor de carga y en consecuencia, con baja eficiencia y bajo factor de potencia; en este caso los motores están operando casi a plena carga, sin embargo dada la antigüedad de dichos motores eléctricos >20 años, se ha considerado su sustitución progresiva cuando le toca un mantenimiento mayor o rebobinado, por otro motor de alta eficiencia.

Se ha evaluado la sustitución de un motor de 35 HP por otro de alta eficiencia, bajo 2 modalidades:

Caso 1: Sustitución inmediata del motor existente por otro de alta eficiencia, se considera una inversión aproximada de 2 478 dólares, siendo el periodo de retorno de la inversión 6 años.

Cuadro 56.

Datos del motor a reemplazar por uno de alta eficiencia.

Potencia Nominal (HP)	Potencia Registrada (KW)	Factor de Utilización Y (%)	Eficiencia del motor usado (%)	Pérdidas 1er. Cálculo (KW)	Eficiencia con la carga actual (%)	Eficiencia Premium (%)	Ahorro en Potencia (KW)
35	24,0	80,9%	88,00%	2,9	88,1%	94,0%	1,5

Horas de operación anual	Ahorro en energía (KWh)	Ahorro económico en US\$	Inversión Motor nuevo alta eficiencia	Costo anual de capital	Costo de energía ahorrada	Payback en años
6000	9 036	410	2 478	332	0,037	6,0

Caso 2: Sustitución del motor existente cuando se requiere el rebobinado del motor versus otro motor de alta eficiencia nuevo, se considera una inversión diferencial aproximada de US\$ 1 611,00 dólares, siendo el periodo de retorno de la inversión 3.7 años.

Cuadro 57.

Datos del motor cuando requiere rebobinado a reemplazar por uno de alta eficiencia.

Potencia Nominal (HP)	Potencia Registrada (KW)	Factor de Utilización Y (%)	Eficiencia del motor usado (%)	Pérdidas ter. Cálculo (kW)	Eficiencia con la carga actual (%)	Eficiencia Premium (%)	Ahorro en Potencia (kW)
35	24,0	80,9%	88,00%	2,9	88,1%	94,0%	1,5

Horas de operación anual	Ahorro en energía (kWh)	Ahorro económico en US\$	Inversión parcial (Nuevo - Rebobinado)	Costo anual de capital	Costo de energía ahorrada	Payback en años
6000	9 036	410	1611	332	0,037	3,7

Nota: Se ha considerado US\$ 867.00 como costo de rebobinado equivalente al 35% del costo del motor nuevo.

Considerando 3 motores se tiene un ahorro de 4.5 kW y 1230 kWh, la inversión es de US\$ 4 833,00 y el periodo de retorno de la inversión es 3.7 años.

6. Sustitución de la bomba + motor eléctrico actual del SAR por uno de mayor eficiencia

Las bombas que actualmente se fabrican poseen una mejor eficiencia respecto a las motobombas de hace 40 años.

Se ha evaluado la sustitución de un motor de 35 HP + la bomba de 90 l/seg, por una electrobomba sumergible de alta eficiencia, con lo cual se estima aumentar la eficiencia en 10% (6% en el motor eléctrico y 4% en la bomba mecánica), bajo esta consideración se estima los siguientes ahorros:

El consumo de energía mensual del SAR es de 36 209 kWh/mes, considerando el 10% de ahorro se tiene un ahorro anual de 43 451 kWh/año.

Luego, el ahorro económico anual en energía, será:

$$AE = 43451kWh/año * 0.0348US\$ / kWh$$

$$AE = 1 512 US \$ / año$$

Reducción de la máxima demanda.

Utilizando 2 electro bombas de alta eficiencia, se estima una reducción de la potencia de 7 kW, se tiene:

El ahorro en potencia activa (AP), será:

$$AP = 7.0 \text{ kW} * 5.30625 \text{ S/./kW-mes} * 12 \text{ meses}$$

$$AP = 446 \text{ US \$/año}$$

$$AE \text{ total} = 1\,958 \text{ US \$/ año}$$

Inversión:

Se estima una inversión de US\$ 30 000,00 dólares americanos en 2 bombas siendo el periodo de retorno de la inversión de 15 años. Asociado a esta inversión está en la renovación de la tubería de agua entre la batería de bombas y el tanque elevado (60 metros).

SE DEMUESTRA QUE:

En los casos planteados, se puede determinar que planteamiento de estrategias para mejorar la eficiencia energética en los SSAA de la central hidroeléctrica Huinco, ha permitido reducir costos operativos.

6.1.2 Contratación de la hipótesis 2:

La sub hipótesis planteada fue:

El plan de concientización sobre eficiencia energética al personal de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica Huinco, permitirá racionalizar el uso energético.

Se mencionan los puntos más importantes a implementar con el plan de concientización:

1. Mientras no se aplica el plan de implementación de las mejoras en iluminación se recomienda en los ambientes con número reducido de lámparas y uso temporal; tales como SS.HH, depósitos, archivadores, pasadizos, escaleras, espacio confinado, área de transformador, sala de baterías, sala de convertidores, bodega, grupo diésel, sala mando presa, etc.), se recomienda instalar avisos junto a los interruptores con una inscripción de color negro con el slogan siguiente:

ENCENDER DE SER NECESARIO, APAGAR AL TERMINAR - GRACIAS" ó, APAGUE AL SALIR - GRACIAS".

2. EDEGEL, a través de su Oficina de Mantenimiento en coordinación con la Oficina de comunicaciones, se recomienda intensificar una campaña de charlas de sensibilización para que el personal de operación y mantenimiento, adopte actitudes y medidas que conlleven al ahorro de la energía eléctrica, especialmente en el sistema de iluminación y prevenciones de riesgos eléctricos; para tal fin, en la medida posible, se recomienda implementar una oficina de Eficiencia y Uso Racional de la Energía y Prevención de Riesgos Eléctricos (COMITÉ DE ENERGÍA); en la cual, se puedan determinar acciones de modificación e innovación técnica para reducir los consumos de energía eléctrica desde el punto de vista de aumento de eficiencia y prevenciones de

riesgos eléctrico, o al menos colocar dentro de las funciones de un área la gestión de eficiencia energética en las centrales hidroeléctricas.

3. Dentro de programa de mantenimiento correctivo; a fin de reducir el consumo de energía eléctrica en el sistema de iluminación utilizando lámparas con igual o mayor flujo luminoso que las actuales, pero con potencias eléctricas mucho menores; se recomienda reemplazar los fluorescentes de 40 W existentes por los de 32 W, esto si no se toma la decisión de cambio de luminarias convencionales por tipo LED.

SE DEMUESTRA QUE:

Del plan de concientización planteado sobre eficiencia energética al personal de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica Huinco, ha permitido racionalizar el uso energético.

6.1.3 Contrastación de la hipótesis 3:

La sub hipótesis planteada fue:

Implantando un sistema de medición y control para la gestión de eficiencia energética permitirá aplicar la NORMA UNE - ISO 50001.

El Sistema de Gestión Energética es la parte del sistema de gestión de una organización dedicada a desarrollar e implantar su política energética, así como a gestionar aquellos elementos de sus actividades, productos o servicios que interactúan con el uso de la energía (aspectos energéticos).

La norma UNE-EN ISO 50001: establece los requisitos que debe poseer un Sistema de Gestión Energética, con el fin de realizar mejoras continuas y sistemáticas del rendimiento energético de las organizaciones.

La certificación de un sistema de gestión energética asegura por tercera parte el control y seguimiento sistemático de los aspectos energéticos y la mejora continua del desempeño energético. Ello contribuye a un uso de la energía más eficiente y más sostenible, otorgando confianza en el sistema de gestión.

SE DEMUESTRA QUE:

Utilizando las tecnologías aplicadas, se ha Implantado un sistema de medición y control para la gestión de eficiencia energética que nos ha permitido aplicar la NORMA UNE - ISO 50001.

VII. CONCLUSIONES

7.1 CONCLUSIONES GENERALES

- ✓ La presente tesis nos ha permitido identificar importantes potenciales de ahorro económicos en la CENTRAL HIDROELECTRICA HUINCO; los cuales, son factibles de implementar; algunas de ellas no requieren de inversión; otros requieren de mediana inversión. Para tal fin, es necesario que la empresa aplique el plan energético planteado y ejecute la implementación de mejoras a corto y mediano plazo conducentes a optimizar el consumo de energía eléctrica. Aquellas acciones que no requieran de estudios detallados, se pueden ejecutar inmediatamente como una acción de mantenimiento correctivo y para los casos que se requieran mayor análisis de ingeniería, se elaborarán los proyectos a nivel de ingeniería detalle para su posterior ejecución.

- ✓ Las mejoras identificadas para ahorrar energía eléctrica y reducir los costos operativos, están referidos principalmente al sistema de iluminación, reducción de las pérdidas eléctricas en el sistema de distribución de energía eléctrica mediante la implementación de un programa de mantenimiento preventivo correctivo, reemplazo de los fluorescentes existentes por tecnología LED y aplicando domótica mediante sensores de presencia, contadores de energía y redistribución de la carga.

- ✓ Durante la etapa de trabajos de campo en las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huinco, se ha observado que los equipos de iluminación en la gran mayoría de ambientes de la central, éstas, se encuentran encendidas durante

-las horas de operación de la central; observándose falta de sensibilización del personal de operaciones en medidas de ahorro de energía en el sistema de iluminación.

- ✓ Los niveles de iluminación en los diversos ambientes de la central, se encuentran dentro de los valores recomendados.

7.2 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO REALIZADO

- ✓ Se concluye que la aplicación de plan energético presentado en los servicios Auxiliares de la central Huinco muestran valores de rentabilidad económica y ambiental positivo.
- ✓ El ahorro global a obtenerse es del orden de los US\$ 63,683 al año. Y la reducción de energía es de 1'096,381.00 kWh.
- ✓ Del análisis de los datos estadísticos de consumo y facturación de la energía eléctrica de la Central Hidroeléctrica Huinco, efectuados por la Concesionaria LUZ DEL SUR, se concluye que no existe variaciones significativas de la máxima demanda leída respecto a la máxima demanda facturada. Se ha verificado el comportamiento del diagrama de carga y su calificación como cliente fuera de punta (calificación tarifaria promedio = $0.37 < 0.5$). Así mismo, considerando los registros y mediciones efectuadas, la proyección de la demanda y consumo de energía eléctrica mensual y anual calculada, corrobora la facturación efectuada por la Concesionaria LUZ DEL SUR.
- ✓ Del análisis y evaluación de los parámetros eléctricos, en las tomas (tomacorrientes) del sistema estabilizado y convencional, no se ha detectado

anomalías en el sistema eléctrico; los valores de los voltajes medidos, se encuentran dentro de los valores permisibles; sin embargo, a fin de mejorar la confiabilidad y continuidad del flujo eléctrico y reducir los riesgos eléctricos para el personal de mantenimiento y usuarios en general, se debe elaborar un Programa de mantenimiento correctivo y preventivo de las instalaciones eléctricas de la Central Hidroeléctrica Huinco.

- ✓ Las instalaciones eléctricas de la Central Hidroeléctrica Huinco, producto de las pruebas en campo no presentan perturbaciones (armónicas y flicker) que excedan los rangos de tolerancia que dan las normas vigentes del sistema eléctrico, pero esto no elimina la posibilidad de que existan en el futuro.

VIII. RECOMENDACIONES

Las principales recomendaciones producto de esta investigación se mencionan a continuación:

- ✓ Se recomienda implementar un programa de acciones preventivas y predictivas del comportamiento de las instalaciones eléctricas (equipos, redes, accesorios; etc.) que tengan en cuenta la vida útil de los mismos, innovaciones tecnológicas, equipos de alta eficiencia con menores consumos de energía eléctrica; etc.; a fin de reducir el consumo de energía eléctrica, reducir los riesgos eléctricos al personal de operación y mantenimiento y mejorar la continuidad y confiabilidad de la alimentación de los equipos consumidores de energía eléctrica; observándose éstos aspectos en el sistema eléctrico de los Servicios auxiliares de la central; tales como tableros eléctricos antiguos, equipos de iluminación en algunos ambientes muy deteriorados, cables de alimentación de los equipos de iluminación; etc. El programa debe incluir además actividades tales como prueba de los contactos y limpieza de los mismos para evitar la permanencia de polvo, pelusa y falsos contactos, control periódico de los niveles de corriente y tensión de las cargas y alimentadores principales, llevando un registro sistematizado de las anomalías encontradas por equipo, cuyo objetivo será prevenir posibles daños que puedan causar estas anomalías en los diferentes equipos consumidores de energía eléctrica e instalaciones en general, verificación de fusibles, puestas a tierra y nivel de aislamiento de los cables y conductores eléctricos, limpieza general de todos los tableros, subtableros

existentes en la planta, limpieza de todos los accesorios de iluminación (luminarias, lámparas, etc.).

- ✓ En los ambientes Cámara de válvulas, Sala Mando Zona Posterior Panel, Taller Mecánico, Sala de Relés y Sala de Comunicaciones de acuerdo a la evaluación referentes a la cantidad de lámparas, modo de operación y acceso de personal a éstos ambientes, se recomienda para la implementación de mejoras en el sistema de iluminación, que siempre se debe acompañarse con el cambio de tecnología de las lámparas convencionales por lámparas led, con la implementación de un equipamiento de control del encendido de los equipos de iluminación, permitirá obtener ahorros muy significativos. El equipo a instalarse censará la presencia de una persona para el encendido automático de las lámparas; y su control de apagado se realizará cuando no exista ninguna persona en dichos ambientes; estos equipos se puede programar para su apagado después de 2 segundos hasta 30 minutos; sin embargo, se recomienda programar el apagado de las luminarias después de 5 minutos de la salida de la persona.
- ✓ Mientras no se aplica el plan de implementación de las mejoras en iluminación se recomienda en los ambientes con número reducido de lámparas y uso temporal; tales como SS.HH, depósitos, archivadores, pasadizos, escaleras, espacio confinado, área de transformador, sala de baterías, sala de convertidores, bodega, grupo diésel, sala mando presa, etc.), se recomienda instalar avisos junto a los interruptores con una inscripción de color negro con el slogan siguiente:

- ✓ **ENCENDER DE SER NECESARIO, APAGAR AL TERMINAR - GRACIAS" ó, APAGUE AL SALIR - GRACIAS".**
- ✓ EDEGEL, a través de su Oficina de Mantenimiento en coordinación con la Oficina de comunicaciones, se recomienda intensificar una campaña de charlas de sensibilización para que el personal de operación y mantenimiento, adopte actitudes y medidas que conlleven al ahorro de la energía eléctrica, especialmente en el sistema de iluminación y prevenciones de riesgos eléctricos; para tal fin, en la medida posible, se recomienda implementar una oficina de Eficiencia y Uso Racional de la Energía y Prevención de Riesgos Eléctricos (COMITÉ DE ENERGIA); en la cual, se puedan determinar acciones de modificación e innovación técnica para reducir los consumos de energía eléctrica desde el punto de vista de aumento de eficiencia y prevenciones de riesgos eléctrico, o al menos colocar dentro de las funciones de un área la gestión de eficiencia energética en las centrales hidroeléctricas.
- ✓ Dentro de programa de mantenimiento correctivo; a fin de reducir el consumo de energía eléctrica en el sistema de iluminación utilizando lámparas con igual o mayor flujo luminoso que las actuales, pero con potencias eléctricas mucho menores; se recomienda reemplazar los fluorescentes de 40 W existentes por los de 32 W, esto si no se toma la decisión de cambio de luminarias convencionales por tipo LED.
- ✓ Finalmente, como parte del Programa de Renovación de la Central Hidroeléctrica Huinco, teniendo en cuenta la vida útil de las instalaciones, se

recomienda implementar el Proyecto de Remodelación del equipamiento eléctrico de las instalaciones de los Servicios Propios de la Central Hidroeléctrica Huinco; el mismo que tendrá los siguientes alcances:

- ✓ implementación de cables de alimentación de los tableros eléctricos de distribución del sistema de iluminación.
- ✓ implementación de cables de alimentación de los equipos de iluminación.
- ✓ implementación de los equipos de protección y control de los circuitos alimentadores de los equipos de iluminación.
- ✓ Selección y distribución de los equipos de iluminación.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

a) Libros:

- CAMINOS, JORGE A., “**Criterios de Diseño en Iluminación y Color**”, Santa Fe: Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional, 2011.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI y otros. **Metodología de la investigación**, México: Editorial McGraw-Hill, Quinta Edición, 2010.
- DMX TECNOLOGIAS, “**Manual de Alumbrado Público de LEDs de Alta Intensidad**”, Monterrey, 2012.
- GOMEZ GARCIA, EVER, “**Iluminación de Estado Sólido**”, Colombia: Edición Op Soluciones Gráficas, 2012.
- LEY DE CONCESIONES ELECTRICAS, **Decreto Ley N° 25844**, 1992
- MARTIN MONROY, MANUEL, “**Manual de Iluminación**”, España, Edición del Ayuntamiento de las Palmas, Primera Edición, 2006.
- MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS DEL PERU, **Norma DGE: Alumbrado de Vías Públicas en Áreas Rurales**, 2003.
- O'DONELL, BEATRIZ M. y otros. **Manual de Iluminación Eficiente**. Argentina. Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional. Primera Edición. 2006.
- PLAN PARA EL AHORRO DE ENERGIA, **Ministerio de Energia y Minas**, 1993
- BOCANEGRA, A.MANUEL. **Gestión y Auditoria de la Energia Eléctrica en la Empresa** (3ª ed.), Tecsup, 2006.
- FRED R, DAVID. **Conceptos de Administración Estratégica**. Lima: Editorial Libros y Publicaciones, 2013.

- CINYDE SAC. **Informe de Medición de Niveles de Iluminación en Instalaciones de EDEGEL SAA, 2011.**

b) Publicaciones web:

- Enewable Energy: **Led Roadway Lighting: I-35w Bridge,** http://www1.eere.energy.gov/buildings/ssl/pdfs/gateway_i-35w_phaseII.pdf
- THE U.S. DEPARTMENT OF ENERGY, Office of Energy Efficiency & Enewable Energy: **Kansas City Report,** http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/ssl/2013_gateway-msslc_kc.pdf

ANEXOS

Tema: "EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS COMO FACTOR DE RENTABILIDAD EN CENTRALES HIDROELÉCTRICAS – CASO C.H. HUINCO - PERÚ"					
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>General: ¿Cómo afecta la falta de eficiencia energética en los Servicios Auxiliares en la central hidroeléctrica Huinco, en la mejora de la rentabilidad económica y ambiental?</p> <p>Específicas: -¿Cómo reducir las pérdidas de energía en el consumo de los Servicios Auxiliares de la central hidroeléctrica Huinco?</p>	<p>General: Desarrollar la planificación de la eficiencia energética en los Servicios Auxiliares de la central hidroeléctrica Huinco.</p> <p>Específicas: - Plantear las mejoras a realizar en los Servicios Auxiliares de la Central hidroeléctrica Huinco, orientadas a reducir los consumos de energía eléctrica, costos operativos, alineados a los objetivos estratégicos de la corporación.</p> <p>- Determinar un plan de concientización al personal de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica Huinco.</p>	<p>Principal: La planificación de la eficiencia energética para los Servicios Auxiliares permitirá mayor rentabilidad de la central hidroeléctrica Huinco en la economía y el medioambiente.</p> <p>Específicas: -El planteamiento de estrategias para mejorar la eficiencia energética en los SSAA de la central hidroeléctrica Huinco, permitirá reducir costos operativos</p>	<p>Variable Dependiente: Rentabilidad económica y medioambiental</p> <p>Variable Independiente: Planificación C.H</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ahorro económico y Energético. - TIR y VAN - EMISIONES DE CO2/KW generado - Diseño del plan. - Revisión de objetivos. 	<p>General: -Según el objeto de estudio la presente investigación es aplicada. -Según la fuente de información es Mixta, la cual participa de la naturaleza de la investigación de campo y de la investigación documental. -El nivel de la investigación es Descriptivo-Correlacional.</p> <p>Específicas: -Pruebas estandarizadas. -Análisis documental. -Análisis de Contenido. -Tecnología de la investigación.</p>
<p>-¿Cómo concientizar al personal de Operación & Mantenimiento que todas las actividades se orienten a una cultura de eficiencia y ahorro energético?</p>	<p>- El plan de concientización sobre eficiencia energética al personal de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica Huinco, permitirá racionalizar el uso energético.</p>	<p>-El plan de concientización sobre eficiencia energética al personal de operación y mantenimiento de la central hidroeléctrica Huinco, permitirá racionalizar el uso energético.</p>			

<p>eficiencia energética para la central Huinco?</p>	<p>para la gestión de eficiencia energética tomando referencia la NORMA UNE - ISO 50001.</p>	<p>para la gestión de eficiencia energética permitirá aplicar la NORMA UNE - ISO 50001.</p>			
--	--	---	--	--	--

ANEXO 2: EVALUACION DEL SISTEMA DE ILUMINACION EN LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA HUINCO

1. GENERALIDADES

La iluminación artificial con energía eléctrica, cumple un papel importante para el desarrollo de la Central Hidroeléctrica Huinco, sin embargo requiere de una correcta utilización con un adecuado control de operación en forma eficiente y económica. Asimismo, el avance tecnológico ha evolucionado a sistemas de alumbrado capaces de adaptarse a las exigencias actuales y que, a su vez, son más eficientes energéticamente y que pueden ser implementados en los sistemas de iluminación de la Central Hidroeléctrica Huinco.

La iluminación representa para la Central Hidroeléctrica Huinco un porcentaje importante, del consumo total de energía eléctrica. La potencia instalada y la cantidad de lámparas existentes en la Central, se muestran en el Cuadro No 2, donde se aprecia que la potencia instalada en los sistemas de iluminación de la central es de 107.99 kW. Por tanto, existe un gran potencial de ahorro, energético y económico, alcanzable mediante el empleo de equipos eficientes, unido al uso de sistemas de regulación y control adecuados a las necesidades del ambiente a iluminar.

Una correcta iluminación eléctrica facilita una serie de situaciones y mejoras en la visión humana, se consigue trabajar mejor, se ven los objetos normalmente, la fatiga ocular disminuye, se percibe mejor nuestro entorno y además se evitan accidentes que pueden ser causados por una mala iluminación.

El problema de alumbrado sea interior o exterior es obtener una buena iluminación, con una adecuada distribución y a un menor costo de energía eléctrica.

La iluminación interna o externa, depende de algunos factores como: exigencia del tipo de trabajo a realizar, orientación del lugar de trabajo, construcción de los ambientes de trabajo, etc. considerando para esto: eficiencia luminosa, estética y economía.

2. EVALUACION DEL CONSUMO DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

La energía consumida por una instalación de iluminación depende de la potencia del sistema de alumbrado instalado y del tiempo que está encendida. Ambos aspectos son importantes ya que sus variaciones pueden afectar a la eficiencia energética de la instalación. Es importante conocer el consumo de energía de una instalación (existente o futura) cuando se considera el coste-efectividad de medidas para mejorar su eficiencia energética. Tales medidas requerirán una Inversión económica, pero reducirán el consumo de energía en el futuro.

Para calcular el consumo energético de una instalación es necesario considerar los siguientes factores: Potencia instalada y Horas de Uso.

Potencia Instalada: La potencia instalada se calcula multiplicando el número de lámparas por su potencia unitaria, teniendo en cuenta que en la potencia de la lámpara es necesario incluir la potencia del equipo auxiliar (en caso de que la lámpara lo requiera).

Horas de Uso: Las horas de uso de una instalación dependen de los patrones de ocupación del espacio, la luz natural disponible y el sistema de control usado.

Consumo Energético: El consumo energético se calcula multiplicando la Potencia Instalada por las Horas de Uso.

El cambio de una instalación de alumbrado existente por una energéticamente más eficiente (sistemas de control, lámparas más eficientes, etc.) supondrá una inversión inicial pero, en un futuro, los costes de operación y mantenimiento se verán reducidos. Para evaluar el costo de una instalación de iluminación, no se debe tener en cuenta únicamente el costo inicial, sino también los costos de explotación previstos, ya que el costo de la energía eléctrica facturada es muy importante en el costo global de la instalación. Por lo tanto, para realizar un análisis de costos se requieren los siguientes datos:

- Número y tipo luminarias necesarias.
- Precio de la luminaria.

- Número y tipo de lámparas necesarias.
- Precio de la lámpara.
- Consumo por luminaria/reflector, incluyendo las pérdidas de los equipos.
- Tarifas de energía eléctrica del suministrador de energía.
- Vida útil de la lámpara.
- Horas de funcionamiento anual de la instalación.
- Financiación y amortización.

3. TIPOS DE LAMPARAS DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA HUINCO

Actualmente en el alumbrado artificial se emplean casi con exclusividad las lámparas eléctricas. Existen distintos tipos de fuentes de luz, la elección de un tipo u otro depende de las necesidades concretas de cada aplicación.

A continuación se describen los distintos tipos de lámparas utilizadas en la Central Hidroeléctrica Huinco:

Lámparas fluorescentes tubulares: Son lámparas de vapor de mercurio a baja presión de elevada eficacia y vida. Las cualidades de color y su baja luminancia las hacen idóneas para interiores de altura reducida.

Lámparas fluorescentes compactas: Poseen el mismo funcionamiento que las lámparas fluorescentes tubulares y están formadas por uno o varios tubos fluorescentes doblados. Son una alternativa de mayor eficacia y mayor vida a las lámparas incandescentes. Algunas de estas lámparas compactas llevan el equipo Auxiliar incorporado (lámparas integradas) y pueden sustituir directamente a las lámparas incandescentes en su portalámparas.

Lámparas de halogenuros metálicos: Este tipo de lámpara posee halogenuros metálicos además del relleno de mercurio por lo que mejoran considerablemente la capacidad de reproducir el color, además de mejorar la eficacia.

Lámparas de vapor de sodio a baja presión: En estas lámparas se origina la descarga eléctrica en un tubo de vapor de sodio a baja presión produciéndose una radiación

prácticamente monocromática. Actualmente son las lámparas más eficaces del mercado, es decir, las de menor consumo eléctrico; sin embargo, su uso está limitado a aplicaciones en las que el color de la luz (amarillento en este caso) no sea relevante como son autopistas, túneles, áreas industriales, etc. Además, su elevado tamaño para grandes potencias implica utilizar luminarias excesivamente grandes.

Lámparas de vapor de sodio a alta presión: Las lámparas de sodio a alta presión mejoran la reproducción cromática de las de baja presión y, aunque la eficacia disminuye su valor, sigue siendo alto comparado con otros tipos de lámparas. Además, su tamaño hace que el conjunto óptica-lámpara sea muy eficiente. Actualmente está creciendo su uso al sustituir a las lámparas de vapor de mercurio, ya que presentan una mayor vida útil con una mayor eficacia. Este tipo de lámparas se emplean en instalaciones exteriores de tráfico e industriales, e instalaciones interiores industriales y comercios.

4. SISTEMAS DE ILUMINACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA HUINCO

Los sistemas de iluminación de la Central Hidroeléctrica Huinco existentes están conformados por diferentes fuentes de luz (lámparas), que incluyen sus equipos auxiliares y sus correspondientes luminarias, que cumplen funciones energéticas, mecánicas, térmicas y estéticas, al distribuir espacialmente la luz generada por las fuentes de luz.

Las principales características para definir las fuentes de luz son las siguientes:

Potencia: Potencia eléctrica de alimentación (W) necesaria para el funcionamiento de las lámparas.

Eficacia Luminosa: La eficacia luminosa de una lámpara es el flujo de luz que emite dividida por la potencia eléctrica consumida en su obtención.

$$\text{Eficacia luminosa (lm/l,V)} = \text{Flujo emitido (lm)} / \text{Potencia consumida (W)}$$

Indica la eficiencia con la que la energía eléctrica es transformada en luz.

El flujo luminoso emitido por las lámparas utilizadas en la Central Huinco, sufren una depreciación del flujo luminoso emitido a lo largo de su vida útil, por lo que es importante determinar cuando deja de ser funcional, pues suele ser mucho tiempo antes de dejar de funcionar.

Teniendo en cuenta lo anterior se establecen dos conceptos:

Vida media. indica el número de horas de funcionamiento a las cuales la mortalidad de un lote representativo de fuentes de luz del mismo tipo alcanza el 50% en condiciones estandarizadas.

Vida útil (económica): indica el tiempo de funcionamiento en el cual el flujo luminoso de la instalación ha descendido a un valor tal que la fuente de luz no es rentable y es recomendable su sustitución, teniendo en cuenta el costo de la lámpara, el precio de la energía consumida y el costo de mantenimiento.

A continuación se muestran en el cuadro No 1, valores representativos de estos tiempos;

Cuadro N° 1
Tiempos de Vida Útil

Lampara	Vida Media (horas)	Vida Util (horas)
Incandescencia	1.000	1.000
Incandescencia halógena	2.000	2.000
Fluorescencia tubular	12.500	7.500
Fluorescencia compacta	8.000	8.000
Vapor de mercurio a alta	24.000	12.000
Luz mezcla	9.000	6.000
Vapor de sodio a baja	22.000	12.000
Vapor de sodio a alta presión	20.000	15.000

Para el análisis del sistema de iluminación en los diferentes ambientes de la Central de Hidroeléctrica Huinco, se realizó un inventario del tipo y cantidad de lámparas existente, en las distintas áreas de la Central Hidroeléctrica Huinco, identificando la cantidad de lámparas por cada ambiente, tanto en iluminación interior como exterior.

Se tomaron las características de cada lámpara, identificando los tipos de luminarias y lámparas de cada ambiente de trabajo, potencia por lámpara, etc.

Se realizaron mediciones de niveles de iluminación por ambientes, utilizando un luxómetro como instrumento de medida. Se ubicaron en lugares donde se requiere mejorar la iluminación, tomando en cuenta el lugar y la importancia de cada área de trabajo. Para obtener un óptimo resultado las mediciones se tomaron varias mediciones puntuales, ambiente por ambiente.

Las mediciones de niveles de iluminación efectuadas en los diferentes ambientes son muy variados, lo cual indica que existen zonas con bajos niveles de iluminación y otros con alto grado de iluminación, debido a la cantidad de equipos de iluminación utilizados, la mayoría de bajo rendimiento luminoso, o tienen una mala distribución y sobre todo la falta de mantenimiento.

La iluminación exterior se realiza básicamente con lámparas de vapor de sodio de 160W 250 W y reflectores de vapor de sodio de 400 W.

La iluminación artificial en toda la central es generalmente mediante fluorescentes de 40 W que en cantidad llegan a un 90% aproximadamente y representan el 65% de la potencia instalada total en la central. La iluminación por zonas podemos apreciar que el 77% de la potencia instalada de las luminarias es de la Caverna, seguido de Casa Aparatos y Presa Huinco con 7% y 5% respectivamente.

En la mayoría de los casos se observó que las lámparas se encuentran encendidas las 24 horas tanto en la Caverna, Casa Aparatos y Presa Huinco principalmente.

Se evaluó el diseño de los ambientes de las instalaciones de Central Hidroeléctrica Huinco, tanto paredes como techos para verificar la existencia de tragaluces y ventanas, las cuales solo existen en Casa Aparatos y Presa Huinco en muy pocos ambientes.

En el Cuadro N° 2, se muestra el resumen de los tipos de lámparas utilizados, la potencia instalada y la cantidad de lámparas existentes en la Central Hidroeléctrica Huinco.

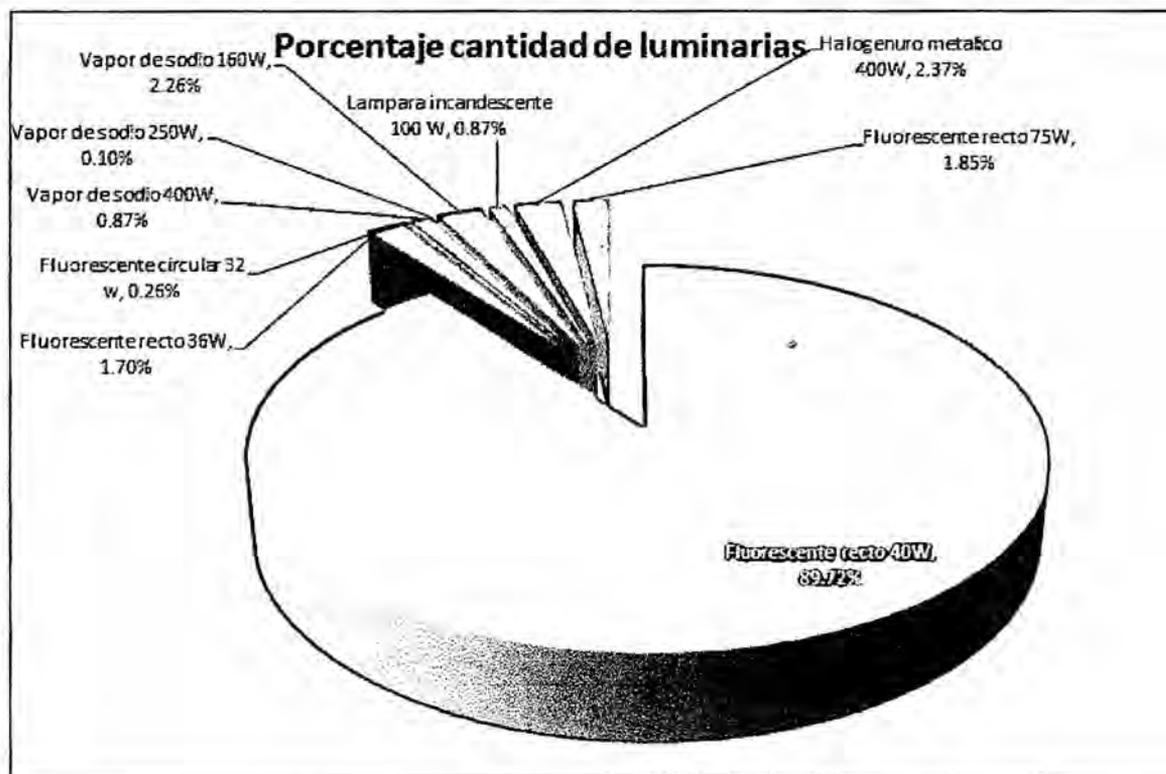
Cuadro N° 2
Resumen de Tipo de Lámparas, Cantidad de Luminarias y Potencia instalada
por Tipo de Luminaria

Tipo de luminaria	Cantidad de luminarias	Porcentaje cantidad de luminarias (%)	Potencia instalada por tipo de luminaria (kW)	Porcentaje potencia instalada por tipo de luminaria (%)
Fluorescente circular 32W	5	0.26	0.16	0.15
Fluorescente recto 36W	33	1.70	1.19	1.10
Fluorescente recto 40W	1745	89.72	89.80	64.64
Fluorescente recto 46W	36	1.85	2.70	2.50
Fluorescente recto 46W	46	2.37	18.40	17.04
Fluorescente recto 46W	17	0.87	1.40	1.30
Fluorescente recto 70W	44	2.26	7.04	6.52
Fluorescente recto 70W	2	0.10	0.50	0.46
Halogenuro Metalico 400W	17	0.87	6.80	6.30
Lampara incandescente 100W				
Vapor de Sodio 160W				
Vapor de Sodio 2500W				
Vapor de Sodio 400W				
TOTAL GENERAL	1945	100.00	107.99	100.00

En el Gráfico N° 1, se muestra la participación en porcentaje de la Cantidad de Luminarias por tipo de lámpara utilizado en los sistemas de iluminación en la Central Hidroeléctrica Huinco.

Gráfico N° 1

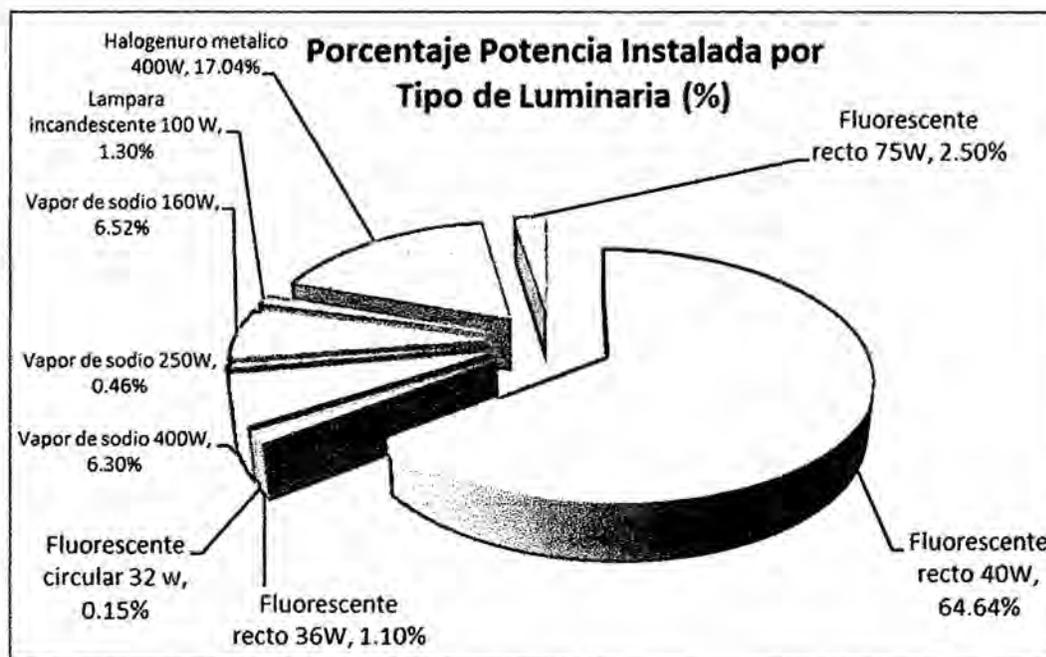
Participación (%) de la Cantidad de Luminarias por tipo de Lámpara del Sistema de iluminación de la Central Hidroeléctrica Huinco



En el Gráfico N° 2, se muestra la participación en porcentaje de la potencia instalada por tipo de lámpara utilizado en los sistemas de iluminación en la Central Hidroeléctrica Huinco.

Gráfico N° 2

Participación (%) de la Potencia instalada (kW) por tipo de Lámpara del Sistema de iluminación de la Central Hidroeléctrica Huinco



Se puede apreciar que las lámparas del tipo Fluorescentes Rectos tienen la mayor participación en Potencia instalada (kW) en la Central Hidroeléctrica Huinco en sus diferentes áreas con una participación del 68.54%, seguida de las lámparas de Vapor de Sodio con 30.39%.

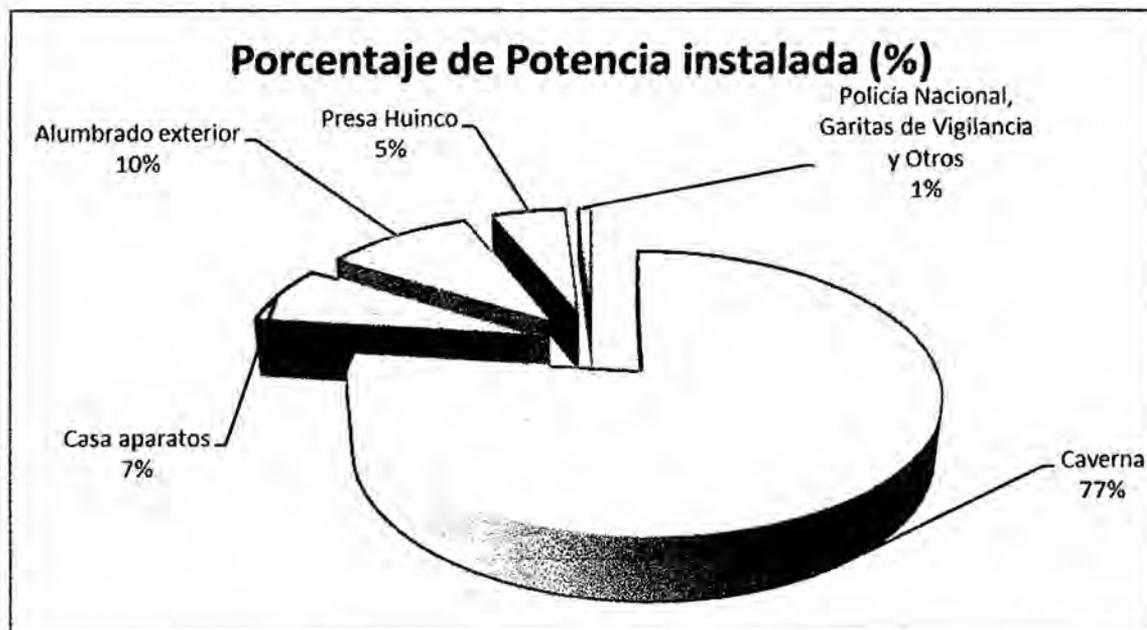
En el Cuadro N° 3, se muestra el resumen de las zonas existentes que se dividieron para este Estudio en la Central Hidroeléctrica Huinco.

**Cuadro No 3: Resumen por Zonas en la Central Hidroeléctrica Huinco por
Potencia Instalada**

Zonas	Potencia instalada Total de iluminación (kW)	Porcentaje de Potencia Instalada (%)
Alumbrado exterior	11.04	10.22
Casa aparatos	7.89	7.31
Caverna	82.89	76.76
Policía nacional, garitas de vigilancia y otros	0.83	0.77
Presa Huinco	5.34	4.94
TOTAL GENERAL	107.99	100

Gráfico No 3

Participación (%) de la Potencia Instalada (kW) por Zonas en la Central
Hidroeléctrica Huinco



4.1. EVALUACION DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE LA CENTRAL HUINCO POR ZONAS

AI CAVERNA

En el Cuadro No 4, se muestra el resumen de los tipos de lámparas utilizados, la potencia instalada y la cantidad de lámparas existentes en la Caverna.

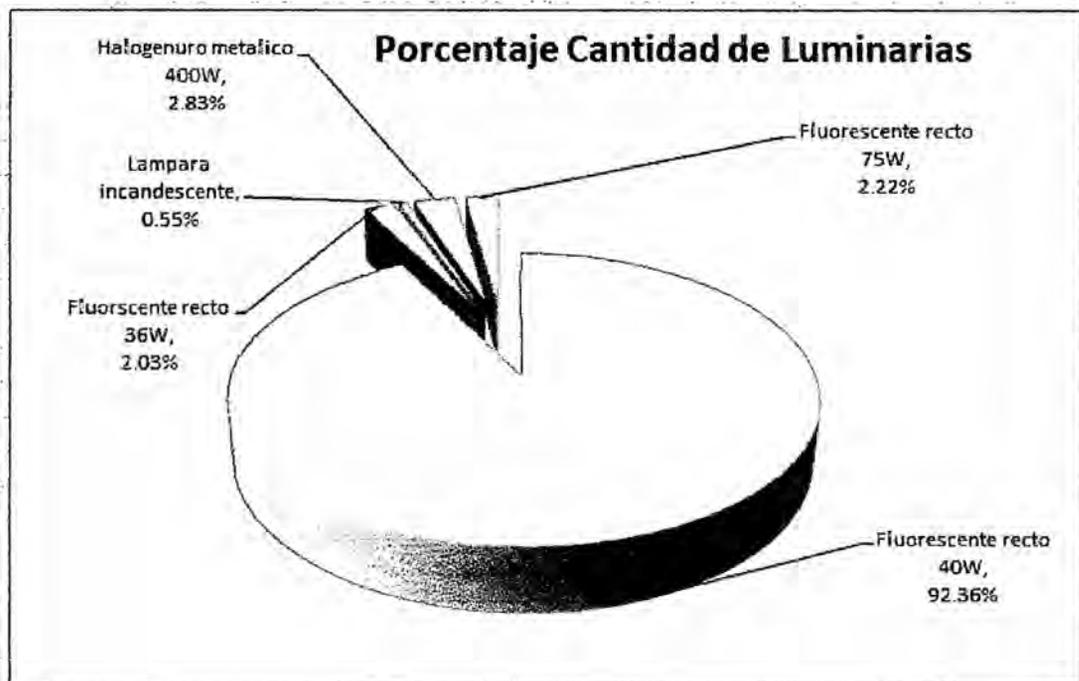
Cuadro No 4: Resumen de Tipo de Lámparas, Cantidad de Luminarias y Potencia Instalada por Tipo de Luminaria

Tipo de Luminaria	Cantidad de Luminarias	Porcentaje Cantidad de Luminarias (%)	Potencia Instalada por Tipo de Luminaria (KW)	Porcentaje Potencia Instalada por Tipo de Luminaria (%)
Fuorescente Recto 36W	33.00	2.03	1.19	1.43
Fuorescente Recto 40W	1500.00	92.36	60.00	72.39
Fuorescente Recto 75W	36.00	2.22	2.70	3.26
Halogenuro Metálico 400W	46.00	2.83	18.40	22.20
Lampara Incandescente 100W	9.00	0.55	0.60	0.72
Total General	1624	100.00	82.89	100.00

En el Gráfico No 4, se muestra la participación porcentual de la potencia instalada por tipo de lámpara utilizado en los sistemas de iluminación en la zona de Caverna.

Gráfico N° 4

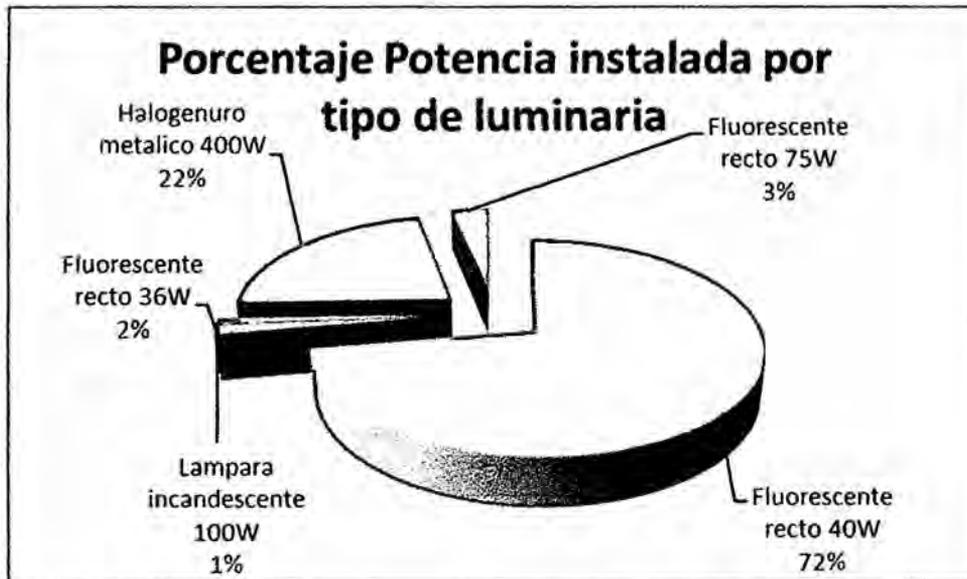
Participación (%) de la cantidad de Luminarias por tipo de Lámpara del Sistema de Iluminación de la Caverna



En el Gráfico N° 5, se muestra la participación en porcentaje de la potencia trasladada por tipo de lámpara utilizado en los sistemas de iluminación de la Caverna.

Gráfico N° 5

Participación (%) de la Potencia Instalada (kW) por tipo de Lámpara del Sistema de Iluminación de la Caverna



Se puede apreciar que los fluorescentes de 40W, tienen la mayor participación en potencia instalada en la Caverna con 72%, para la iluminación en interiores, seguido de las lámparas de Vapor de sodio de 400W con una participación de 22%.

En el Cuadro N° 5, se muestra el resumen de las áreas existentes en la Caverna.

Cuadro No 5:

Resumen por Áreas de la Caverna por potencia Instalada

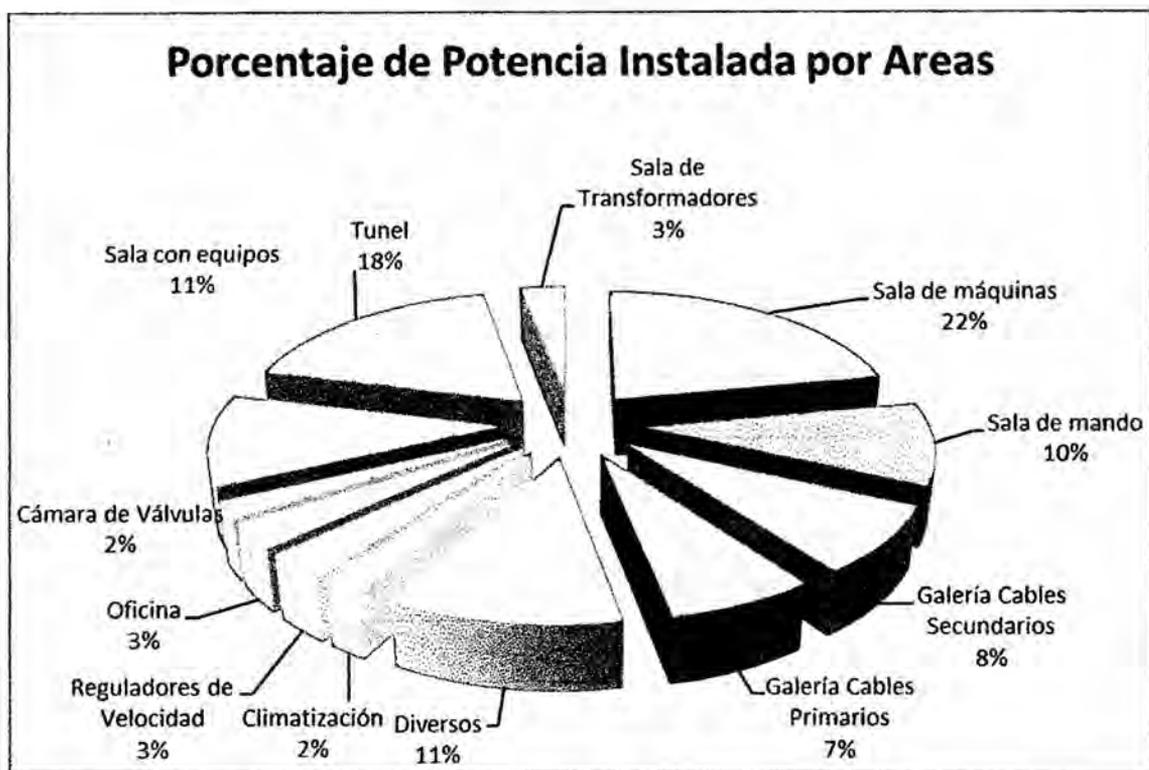
Area	Potencia instalada por áreas ((kW)	Porcentaje Potencia instalada por áreas (%)
Climatización	1.48	1.79
Diversos	8.87	10.70
Galería cables primarios	5.80	7.00
Galería cables secundarios	6.44	7.77
Sala de mando	8.26	9.97
Sala de maquinas	18.40	22.20

Sala de transformadores	2.52	3.04
Túnel	15.48	18.68
Sala con equipos	8.92	10.76
Camara de válvulas	1.52	1.83
Oficina+	2.88	3.47
Reguladores de velocidad	2.32	2.80
TOTAL GENERAL	82.89	100

En el Gráfico N° 6, se muestra la participación en porcentaje de la potencia instalada por áreas en los sistemas de iluminación de la Caverna.

Gráfico No 6

Participación (%) de la Potencia Instalada (kW) por Áreas de la Caverna



Entiéndase por las áreas diversos a los servicios higiénicos, espacios confinados, bodegas, etc.

B) CASA APARATOS

En el Cuadro N° 6, se muestra el resumen de los tipos de lámparas utilizados, la potencia instalada y la cantidad de lámparas existentes en Casa Aparatos.

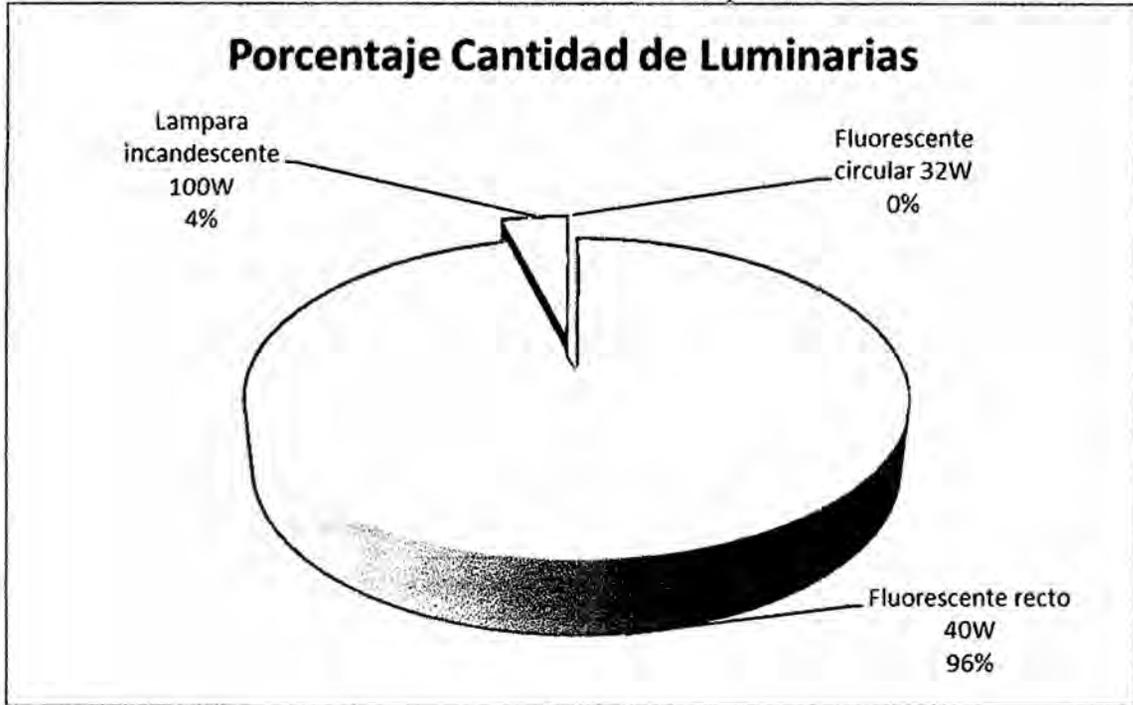
Cuadro No 6
Resumen de Tipo de Lámparas, Cantidad de Luminarias y Potencia Instalada
por tipo de Luminaria

Tipo de luminaria	Cantidad de luminarias	Porcentaje Cantidad de luminarias (%)	Potencia instalada por tipo de luminaria (kW)	Porcentaje potencia instalada por tipo de luminaria (%)
Fluorescente recto 40W	179	96.72	18.40	22.69
Lampara incandescente 100W	7	3.74	60.00	72.98
Fluorsecente circular 32W	1	0.53	2.70	3.33
TOTAL GENERAL	187	100.00	81.10	100.00

En el Gráfico N° 7, se muestra la participación porcentual de la potencia instalada por tipo de lámpara utilizado en los sistemas de iluminación en la zona de Casa Aparatos. "

Gráfico N° 7

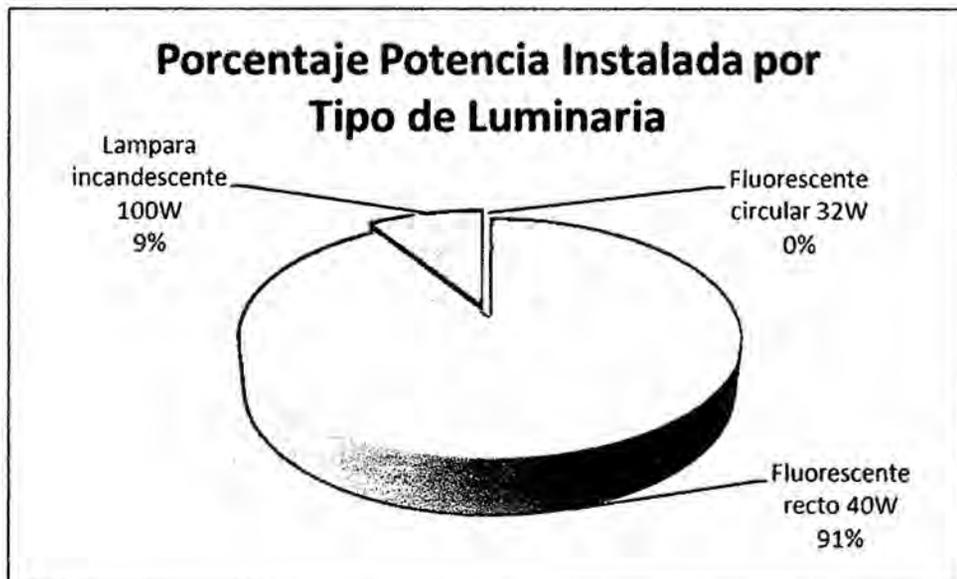
Participación (%) de la Cantidad de Luminarias por tipo de Lámpara
Sistema de Iluminación Casa Aparatos



En el Gráfico N° 8, se muestra la participación en porcentaje de la potencia instalada por tipo de lámpara utilizado en los sistemas de iluminación de Casa Aparatos.

Gráfico N° 8

Participación (%) de la Potencia Instalada (kW) por tipo de Lámpara del Sistema de Iluminación de Casa Aparatos



Cuadro N° 7:

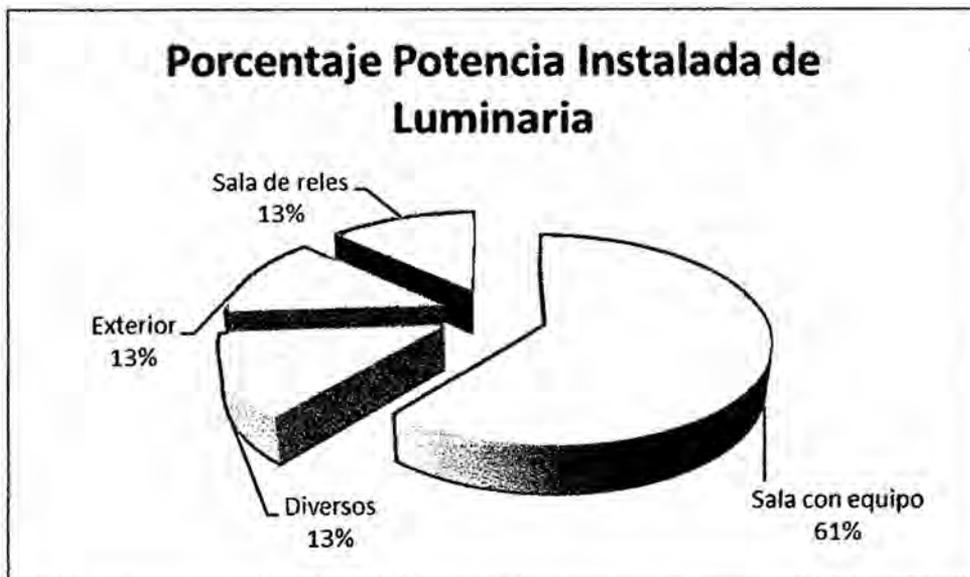
Resumen por Áreas de Casa Aparatos por potencia instalada

Area	Potencia instalada por áreas ((kW)	Porcentaje Potencia instalada por luminaria (%)
Diversos	1.04	13.18
Sala con equipos	4.80	60.82
Sala de reles	1.04	13.18
Exterior	1.01	12.82
TOTAL GENERAL	7.89	100.00

En el Gráfico N° 9, se muestra la participación en porcentaje de la potencia instalada por áreas en los sistemas de iluminación de la Caverna.

Cuadro N° 9:

Participación (%) de la Potencia Instalada (kW) por Aras de Casa Aparatos



Entiéndase por las áreas diversos a los servicios higiénicos, bodegas, etc.

A) PRESA HUINCO

En el Cuadro N° 8, se muestra el resumen de los tipos de lámparas utilizados, la potencia instalada y la cantidad de lámparas existentes en la Prensa Huinco.

Cuadro N° 8:

Resumen por tipo de lámpara, cantidad de luminarias y potencia instalada por tipo de luminaria Prensa Huinco

Tipo de luminaria	Cantidad de luminarias	Porcentaje Cantidad de luminarias (%)	Potencia instalada por tipo de luminaria (kW)	Porcentaje potencia instalada por tipo de luminaria (%)
Vapor de Sodio 400W	7	11.67	2.8	52.43
Fluorescente Recto 40W	51	85.00	2.04	38.20
Vapor de Sodio 250W	2	3.33	0.5	9.36
TOTAL GENERAL	60	100.00	5.34	100.00

En el Gráfico N° 10, se muestra la participación porcentual de la potencia instalada por tipo de lámpara utilizado en los sistemas de iluminación en la zona de Prensa Huinco.

Cuadro N° 10:

Participación (%) de la Cantidad de Luminarias por tipo de lámpara Sistema de Iluminación de Prensa Huinco

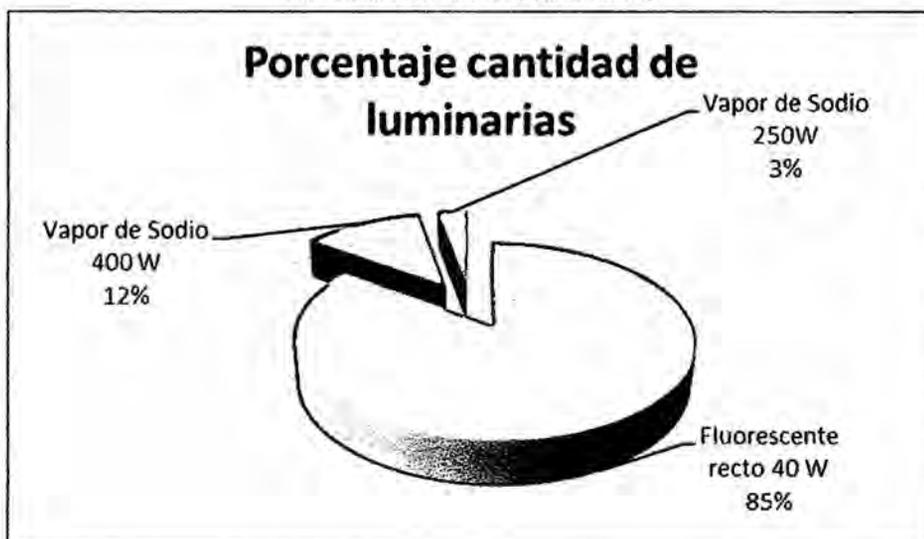
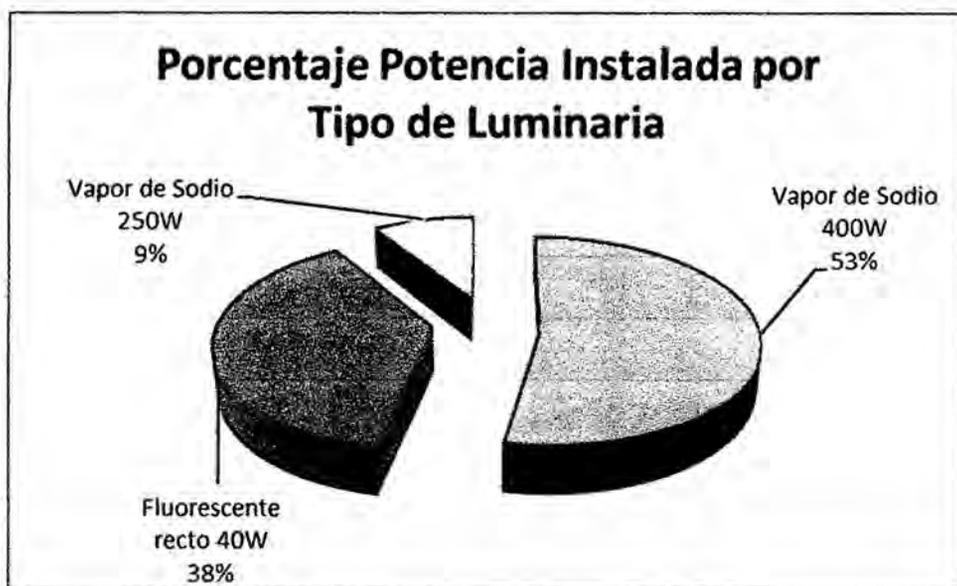


Gráfico N°11

Participación (%) de la Potencia Instalada (kW) por tipo de Lámpara del Sistema de Iluminación de la Presa Huinco



Se puede apreciar que las lámparas de vapor de sodio de 400W, tienen la mayor participación en potencia instalada en la Caverna con una participación del 53%, para la iluminación exterior, seguido de los fluorescentes de 40W con una participación de 38% para la iluminación interior.

En el Cuadro N° 9, se muestra el resumen de las áreas existentes en la Presa Huinco.

Cuadro No 9:

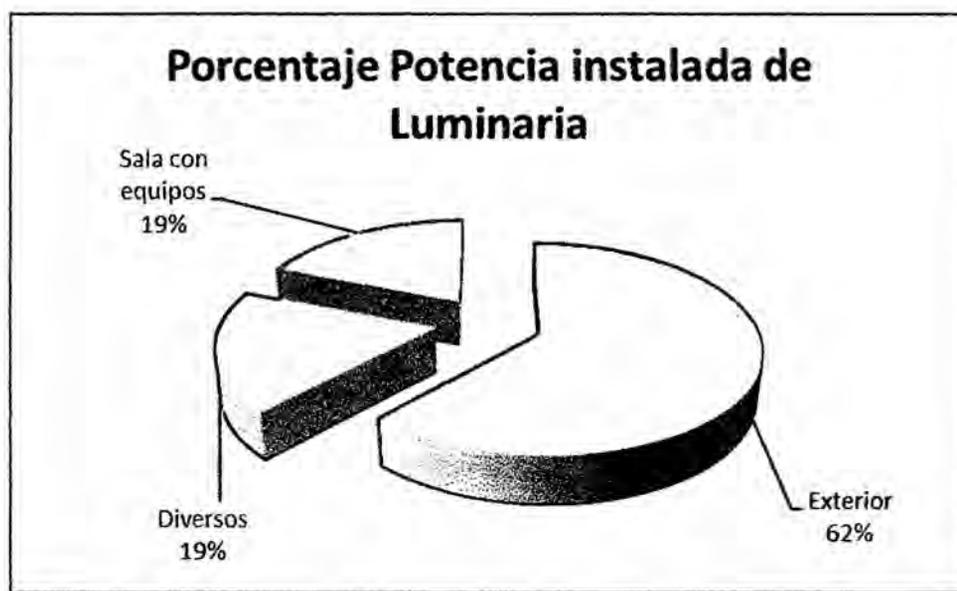
Resumen por Áreas de la Presa Huinco por potencia instalada

Area	Potencia instalada de luminaria ((kW)	Porcentaje Potencia instalada de luminaria (%)
Diversos	1	18.73
Sala con equipos		18.73
Exterior	3.34	62.55
TOTAL GENERAL	5.34	100.00

En el Gráfico N° 12, se muestra la participación en porcentaje de la potencia instalada por área en los sistemas de iluminación de la Presa Huinco.

Gráfico No 12

Participación (%) de la Potencia instalada (kW) por Áreas de la Presa Huinco



Entiéndase por las áreas diversos a los servicios higiénicos, espacios confinados, bodegas, etc.

D) POLICIA NACIONAL, GARITAS DE VIGILANCIA Y OTROS

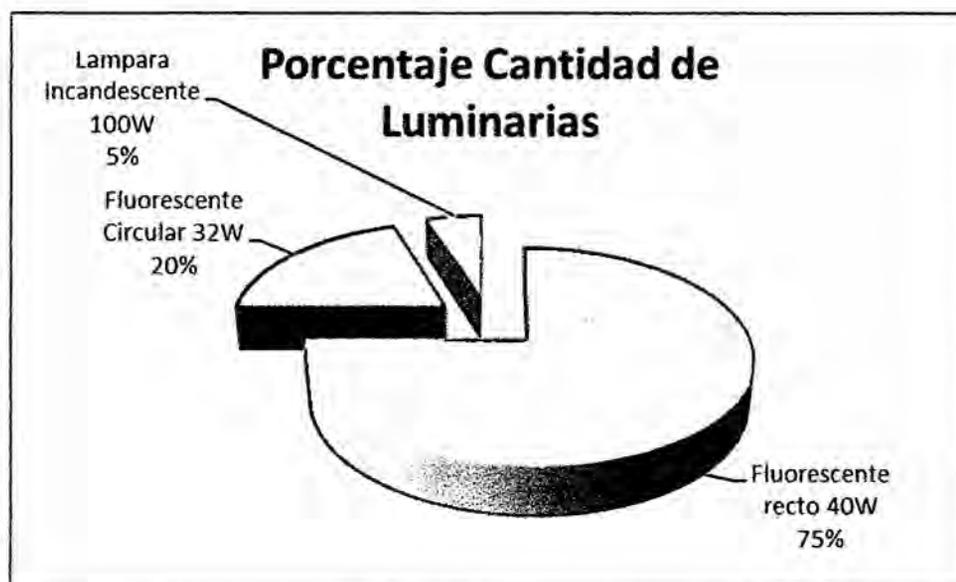
En el Cuadro N° 10, se muestra el resumen de los tipos de lámparas utilizados, la potencia instalada y la cantidad de lámparas existentes en los ambientes de la Policía Nacional, Garitas de Vigilancia y Otros.

Cuadro No 10
Resumen de Tipo de Lámparas, Cantidad de Luminarias y Potencia instalada
por Tipo de Luminaria en la PNP, Garitas de Vigilancia y Otros

Tipo de luminaria	Cantidad de luminarias	Porcentaje Cantidad de luminarias (%)	Potencia instalada por tipo de luminaria (kW)	Porcentaje potencia instalada por tipo de luminaria (%)
Fluorescente recto 40W	15	75.00	0.6	72.46
Lámpara incandescente 100W	1	5.00	0.1	12.08
Fluorescente circular 32W	4	20.00	0.128	15.46
TOTAL GENERAL	20	100.00	0.83	100.00

En el Gráfico N° 13, se muestra la participación porcentual de la potencia instalada por tipo de lámpara utilizado en los sistemas de iluminación en la zona de la Policía Nacional, Garitas de Vigilancia y Otros.

Gráfico N° 13
Participación (%) de la Cantidad de Luminarias por tipo de Lámpara
Sistema de Iluminación de la Policía Nacional, Garitas de Control y Otros



En el Gráfico N° 14, se muestra la participación en porcentaje de la potencia instalada por tipo de lámpara utilizado en los sistemas de iluminación de la Policía Nacional, Garitas de Vigilancia y otros.

Gráfico N° 14

Participación (%) de la Potencia Instalada (kW) por tipo de Lámpara del Sistema de Iluminación de la Policía Nacional, Garitas de Vigilancia y Otros



Se puede apreciar que los fluorescentes de 40W, tienen la mayor participación en potencia instalada en la Policía Nacional, Garitas de Vigilancia y Otros, con una participación del 73%, para la iluminación en interiores, seguido de las lámparas fluorescentes de tipos circulares e incandescentes con 15% y 12% respectivamente.

En el Cuadro N° 11, se muestra el resumen de las áreas existentes en la PNP, Garita de Vigilancia y Otros.

Cuadro N° 11:

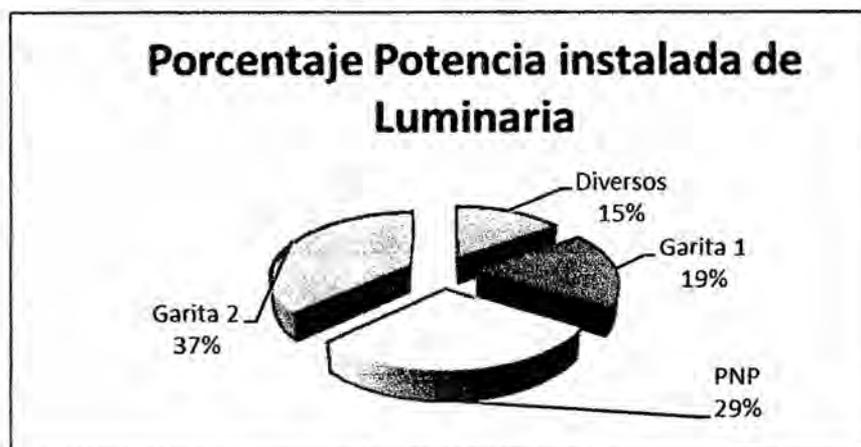
Resumen por Áreas de la PNP, Garitas de Vigilancia y Otros.

Area	Potencia instalada de luminaria ((kW)	Porcentaje Potencia instalada de luminaria (%)
Diversos	0.12	14.49
Garita 1	0.16	19.32
Garita 2	0.31	37.20
PNP	0.24	28.99
TOTAL GENERAL	0.83	100

En el Gráfico N° 15, se muestra la participación en porcentaje de la potencia instalada por área en los sistemas de iluminación de la Policía Nacional, Garitas de Vigilancia y Otros.

Cuadro N° 15:

Participación (%) de la Potencia Instalada (kW) por Áreas de la PNP, Garitas de Vigilancia y Otros



Las áreas diversas, están referidas a los ambientes, tales como los servicios higiénicos, bodegas, almacenes, etc.

E) ALUMBRADO EXTERIOR

En el Cuadro N° 12, se muestra el resumen de los tipos de lámparas utilizados, la potencia instalada y la cantidad de lámparas existentes en el Alumbrado Exterior.

Cuadro N° 12:

Resumen por tipo de lámpara, cantidad de luminarias y potencia instalada por tipo de luminaria del alumbrado exterior

Tipo de luminaria	Cantidad de luminarias	Porcentaje Cantidad de luminarias (%)	Potencia instalada por tipo de luminaria (kW)	Porcentaje potencia instalada por tipo de luminaria (%)
Vapor de Sodio 400W	10	18.52	4	36.23
Vapor de Sodio 160W	44	81.48	7.04	63.77
TOTAL GENERAL	54	100.00	11.04	100.00

En el Gráfico N° 16, se muestra la participación porcentual de la potencia instalada por tipo de lámpara utilizado en los sistemas de iluminación en el alumbrado exterior.

Cuadro N° 16:

Participación (%) de la Cantidad de Luminarias por tipo de lámpara Sistema de Iluminación del alumbrado exterior



En el Gráfico N° 17, se muestra la participación en porcentaje de la potencia instalada por tipo de lámpara utilizado en los sistemas de iluminación del alumbrado exterior.

Gráfico N°17

Participación (%) de la Potencia Instalada (kW) por tipo de Lámpara del Sistema de Iluminación del alumbrado exterior



Se puede apreciar que las lámparas de vapor de sodio de 160W, tienen la mayor participación en potencia instalada en el alumbrado exterior con una participación del 64%, seguido con una participación de 36% de las lámparas de Vapor de Sodio de 400W.

En el Cuadro N° 13, se muestra el resumen de las áreas existentes en la parte exterior.

Cuadro No 13:

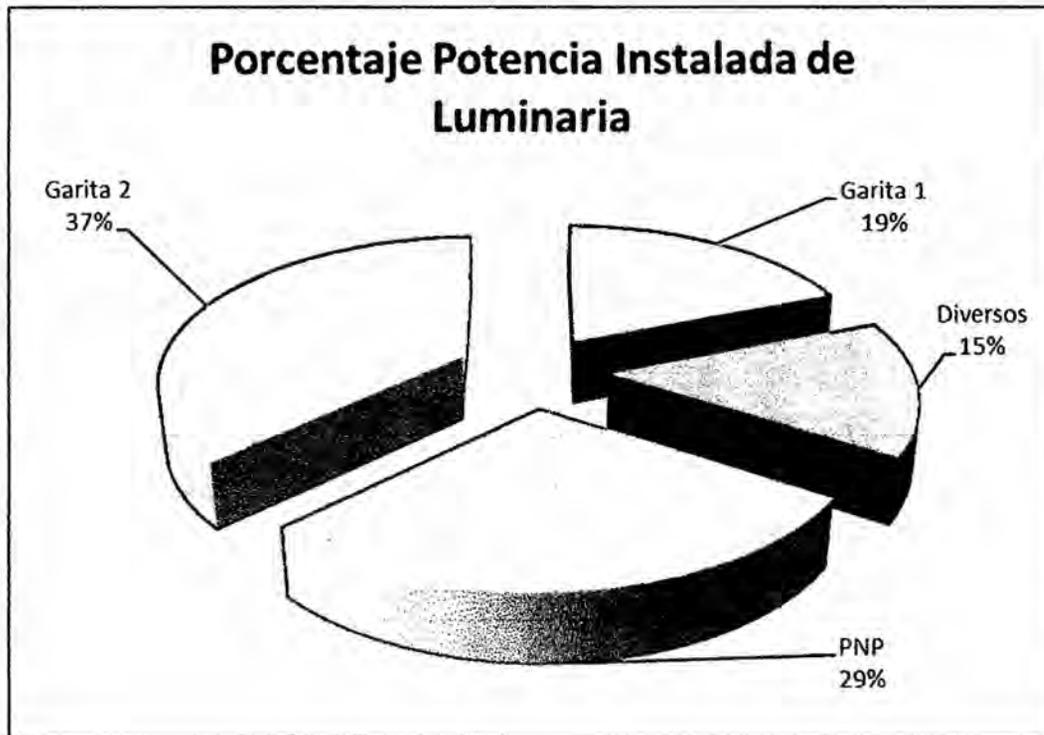
Resumen por Áreas del alumbrado exterior por potencia Instalada

Area	Potencia instalada de luminaria ((kW)	Porcentaje Potencia instalada de luminaria (%)
Acceso desde pueblo	7.04	63.77
Patio de llaves	4.00	36.23
TOTAL GENERAL	11.04	100.00

En el Gráfico N° 18, se muestra la participación en porcentaje de la potencia instalada por área en los sistemas de iluminación del alumbrado exterior.

Gráfico N°18

Participación (%) de la Potencia Instalada (kW) por áreas del alumbrado exterior



En el Cuadro N° 14, se muestra los niveles de iluminación medidos en los diferentes ambientes de la Caverna.

Cuadro N° 14

Niveles de iluminación de los diferentes ambientes de área de Caverna

Área	Descripción	Nivel de Iluminación Promedio (Lux)
Camara de Válvulas	VALVULA ESFERICA PRIMER PISO	120.00
	VALVULA ESFERICA ZOTANO	85.00
Climatización	SALA DE CLIMATIZACIÓN	43.00
Diversos	AREA DE CABLES	72.57
	COMEDOR	336.25
	ESCALERA DE ZOTANO A 2do. PISO	48.25
	ESCALERA HACIA PASADIZO GRUA	109.87
	ESPACIO CONFINADO LADO S.H. 2do PISO	77.40
	ESPACIO CONFINADO LADO SALA DE RELES	163.00
	ESPACIO CONFINADO PURGA TANQUE REFRIG	79.25
	PASADIZO DD 2	21.53
	PASADIZO DE ORINAS	177.00
	SALA BATERIA DE RELU	185.00
SERVICIOS HIGIENICOS	161.87	
TUNEL OIB30	32.50	
Galeria Cables Primarios	GALERIA CABLES PRIM. LADO 12.5 KV	30.50
Galeria Cables Secundarios	GALERIA CABLES SECUNDARIOS DESDE ALMACEN 3	92.00
Oficinas	OFICINA DE ARCHIVOS	291.50
	OFICINA SUPERVISIÓN OPERACIÓN	291.50
	SALA DE COMUNICACIONES	282.00
	SALA DE REUNIONES	198.75
Reguladores de Velocidad	REGULADORES DE VELOCIDAD	92.00
Sala con Equipos	BOMBAS AGUA FRESCA (SBATERIAS)	56.87
	GALERIA AREA DE CABLES	38.67
	SALA DE 12.5 KV	63.40
	SALA DE BATERIAS	245.33
	SALA DE COMPRESORAS	34.50
	SALA DE CONVERTIDORES	74.00
	SALA DE PUNTAS MANTENIDAS	49.25
	SALA DE RELES	121.00
	SERVICIOS AUXILIARES CAVERNA	58.40
	SISTEMA AGUAS REFRIGERACIÓN	139.25
TALLER MECANICO	203.00	
Sala de Mando	ESPACIO CONFINADO SALA MANDO LADO DHHO	40.00
	SALA DE MANDO PRINCIPAL 1	79.75
	SALA DE MANDO PRINCIPAL 2	373.00
	SALA MANDO ZONA POSTERIOR PANEL	38.00
Sala de Máquinas	SALA DE MAQUINAS	65.58
Sala de Transformadores	TRANSFORMADOR 1 U	37.00
	TRANSFORMADOR 1 V	36.33
	TRANSFORMADOR 1 W	34.30
	TRANSFORMADOR 2 U	34.00
	TRANSFORMADOR 2 W	30.50
	TRANSFORMADOR 2 V	31.00
	TRANSFORMADOR 3 U	32.00
	TRANSFORMADOR 3 V	31.00
	TRANSFORMADOR 3 W	32.00
	TRANSFORMADOR 4 U	33.00
	TRANSFORMADOR 4 V	34.00
	TRANSFORMADOR 4 W	35.00
	TRANSFORMADOR E 1	17.17
	TRANSFORMADOR E 2	18.00
TRANSFORMADOR F. DE RESERVA	32.33	
TRANSFORMADOR T 6	36.50	
Tunel	ENTRADA SALA DE MAQUINAS	60.00
	TUNEL DE ACCESO A LA CAVERNA	40.40

En el Cuadro N° 15, se muestra los niveles de iluminación medidos en los diferentes ambientes del área de Casas Aparatos.

Cuadro N° 15

Niveles de iluminación de los diferentes ambientes del área de Casa Aparatos

Área	Descripción	Nivel de Iluminación Promedio (Lux)
Diversos	PASADIZO PRIMER PISO	44.67
Diversos	PASADIZO SEGUNDO PISO	129
Sala con Equipos	COMPRESORAS 1 Y 2	110.67
	DISTRIBUCIÓN Y CONTROL 220 V	111.80
	GRUPO DIESEL	54.50
	SALA DE 10 KV	58.67
	SALA DE BATERIAS	66.00
	SALA DE COMUNICACIONES 1	83.00
	SALA DE COMUNICACIONES 2	115.75
	SALA SERVICIOS AUXILIARES	158.67
	TANQUES 3 Y 4 DE COMPRESORAS	77.50
	TRANSFORMADOR E 3	47.67
TRANSFORMADOR E 4	49.00	
Sala de Reles	SALA DE RELES	735.00

En el Cuadro N° 16, se muestra los niveles de iluminación, medidos en los diferentes ambientes del área de Presa Huinco.

Cuadro N° 16

Niveles de iluminación de los diferentes ambientes de área de Presa Huinco.

Área	Descripción	Nivel de Iluminación Promedio (Lux)
Diversos	EXTERIOR SALA DE MANDO	75.00
	POZO DE FILTRACIONES	53.25
Sala con Equipos	COMPUERTA DE ADMISION	72.67
	SALA DE 10 KV	58.00
	SALA DE MANDO PRESA	108.33

ANEXO 3

RECOMENDACIONES PARA EL USO EFICIENTE DE EQUIPOS ELECTRICOS

A. RECOMENDACIONES PARA EL USO EFICIENTE DE MOTORES ELECTRICOS

A.1. RECOMENDACIONES PARA REDUCIR LAS PÉRDIDAS EN LOS MOTORES ELECTRICOS

1. Verificar se existen motores sobredimensionados y evaluar la posibilidad de rotar con otras áreas donde más convenga.
2. Para cuando tenga que reemplazar motores, que han sido quemados, sobredimensionados, rebobinados mas tres veces utilice motores de moderna tecnología como los de imanes permanentes (PM) y los de alta eficiencia.
3. Cuando la carga de un motor sea muy variable, se conseguirá buenos ahorros incorporando los variadores de frecuencia para cada tipo de motor evaluado con este tipo de carga.
4. Evitar en lo posible que los motores trabajen a muy baja carga o en vacío.
5. Implementar la Gestión del mantenimiento sistematizado y evaluar permanentemente los parámetros eléctricos más importantes del un motor.
6. Implementar arrancadores de estado sólido en los motores más importantes.
7. Tenga en cuenta que cuando un motor trabaja a muy baja carga o en vacío las pérdidas se incrementa incrementándose los costos operativos.

DISEÑO:

- a. Acero Eléctrico:
 - Volumen
 - Permeabilidad magnética
 - Diseño de ranuras
- b. Bobinados:
 - Factor de devanado
 - Factor de relleno
- c. Mecánico:
 - Rodamientos y lubricación
 - Ventilador
 - Transferencia de calor
 - Disipación térmica

1. PROCESO DE FABRICACION:

- a. Automatización de procesos
- b. Control de Calidad
- c. Precisión de maquinados
- d. Fundición
- e. Balanceo
- f. Materia Prima

2. ALIMENTACION ELECTRICA:

- a. Calidad en la señal
- b. Tensión
- c. Frecuencia

3. INSTALACION MECANICA:

- a. Acoplamientos (ajustes)
- b. Tensión en banda
- c. Sujeción mecánica
- d. Alineación
- e. Ventilación

4. INSTALACION ELECTRICA:

- a. Conexión eléctrica
- b. Tierras

5. SELECCIÓN:

- a. Nivel de carga
- b. Tipo de operación

- c. Temperatura ambiente
- d. Altitud

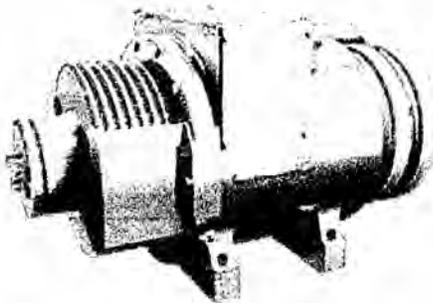
A.4 Motores Con Imanes Permanentes (PM) Motores eliminando cajas de reducción Sistema de Accionamiento

Tradicional

Sistema de Accionamiento

Moderno

- Menos Componentes, No hay Caja Reductora
- Mejor Eficiencia del Sistema
- Menos Mantenimiento Instalación más Simple
- No hay Unidades de Lubricación
- No hay Monitoreo de Caja reductora
- Menos Repuestos
- Menos Espacio



TRADICIONAL



(PM) MODERNO

PM Motores

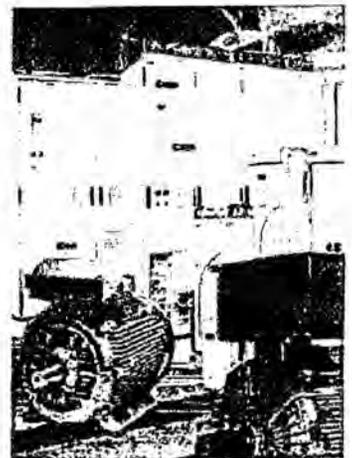
Diseñado exclusivamente para VDF's

Frames 280 - 560

Rango de Salida 1000 - 50 000 Nnr

0 - 224 r/min, 17 - 1120 kW at 22A r/min

0 = 300 rimin, 25 - 1600 kW at 300 r/min



0 - 430 r/min, 38 - 2240 kW at 430 r/min
0 - 600 r/min, 57 - 2500 kW at 600 r/min

- Voltajes hasta 690 V
- Motores de Media tensión usando Accionamientos mas grandes están disponibles

PM Motores

Diseñado exclusivamente para VDF's
Frames 280 - 560

Rango de Satida 1000 - 50 000 Nm

0 - 22A r/min. 17 - 1120 kW at 220 r/min

0 - 300 r/min. 25 - 1600 kW at 300 r/min

0 - 430 r/min. 38 - 2240 kW at 430 r/mrn

0 - 600 r/min. 57 - 2500 kW at 600 r/min

- Voltajes hasta 690 V,
- Motores de Media tensión usando Accionamientos mas grandes están disponibles

Aplicaciones para PM Motores? Donde?

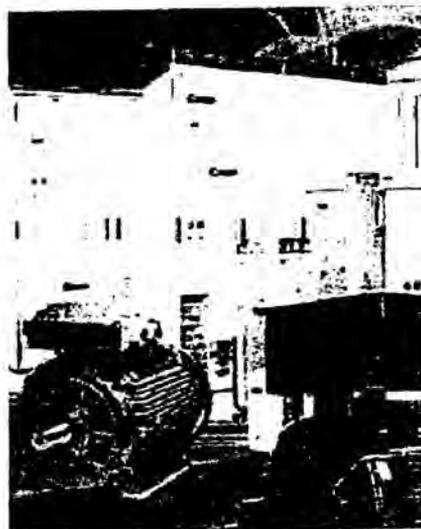
Velocidad Variable

Velocidad Nonlinal 100 - 850 r/min

idealmente entre 300 - 600 r/min

Torque 1000 - 50 000 Nm

Sobrecarga Máx. 150%,



Aplicación de Torque Constante o Cuadrático

Potencia Constante en el Rango de Velocidad, Máx. Velocidad 50% sobre valor nominal

En todos los casos donde una solución convencional es costosa o problemática

En todos los casos donde hay una limitación de peso o espacio

Sugerencias de aplicación de PM Motores

Bombas de Baja Velocidad

- Agua y Agua Turbia
- Bombas de gran tamaño grande
- Bombas Slurry

En Generación

- Viento
- Agua

Máquinas de papel

Ventiladores de baja velocidad

Extruders

Elevadores



A-5 Uso de variadores de velocidad (VFD) en compresoras

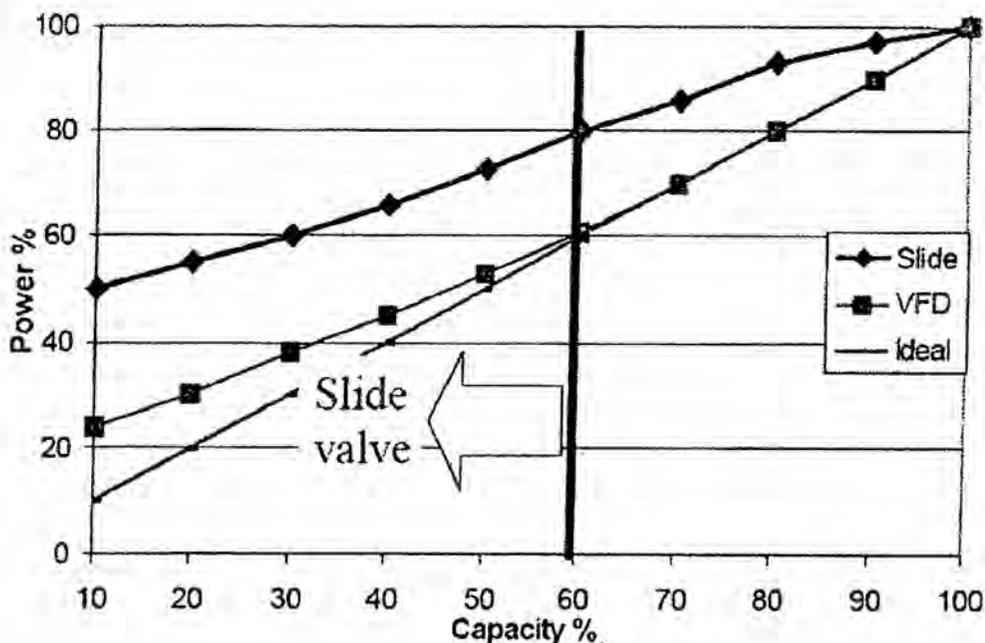
A través de variar la frecuencia, los esquemas de control VFD varían automáticamente la velocidad del motor del compresor; esto nos permite hacer un modulado fino de la capacidad del compresor y, por lo tanto, podremos responder fielmente y de forma precisa a las fluctuaciones de la demanda.

Los VFD se pueden instalar en casi cualquier compresor, pero, por sus características, los mejores resultados se obtienen aplicándolos en los compresores rotativos tipo tornillo, sobre todo cuando se tienen demandas fluctuantes, ya que tienen una excelente respuesta a picos de carga.

Los esquemas de control VFD eliminan el modo de operación 'sin-carga', por lo que se eliminan las pérdidas estimadas del 15% al 35% que se tienen por operar en vacío el compresor; además, al poder medir la presión con gran exactitud, nos permiten ajustar la velocidad en forma automática.

En el siguiente gráfico se observa el potencial de ahorro entre una compresora con control de válvula slide (carga/descarga) versus uso de variador de velocidad VSD.

Gráfico de Curva característica de operación de compresora con válvula Carga/descarga versus VSD



B. RECOMENDACIONES PARA EL USO EFICIENTE DE EQUIPOS DE ILUMINACION

B.1. USO EFICIENTE EN SISTEMAS DE ILUMINACION

a) Aprovechamiento adecuado de la iluminación natural

Se deberá mantener abiertas las persianas a fin de aprovechar mejor la luz del día y evitar el encendido de las lámparas durante el día en los lugares que sea posible.

b) Sistemas de regulación y control de los sistemas de alumbrado

Esta mejora consiste en instalar en las áreas que cuentan con gran cantidad de luminarias y, son de poco tránsito de personal dentro de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Huinco como son sistemas de regulación y control que apaguen, enciendan y regulan la luz utilizando detectores de movimiento y presencia, células fotosensibles o calendarios y horarios preestablecidos. Lo que permitirá un mejor aprovechamiento de la energía consumida, reduciendo los costes energéticos y de mantenimiento, además de dotar de flexibilidad al sistema de iluminación.

Los sistemas de regulación y control apagan, encienden y regulan la luz según interruptores, detectores de movimiento y presencia, células fotosensibles o calendarios y horarios preestablecidos. Permiten un mejor aprovechamiento de la energía consumida, reduciendo los costes energéticos y de mantenimiento, además de dotar de flexibilidad al sistema de iluminación. El ahorro energético conseguido al instalar este tipo de sistemas puede ser de hasta un 70%.

Como no todas las zonas requieren el mismo tratamiento, es importante controlar las luminarias de cada zona mediante circuitos independientes. Por ejemplo, las luminarias que se encuentren próximas a las ventanas deben poder regularse en función de la luz natural de distinta forma que el resto de las luminarias de una determinada área como es el caso de Casa Aparatos y Presa Huinco principalmente.

El sistema de control más sencillo es el interruptor manual. Su uso conector, apagando la iluminación en periodos de ausencia de personas, permite ahorros significativos, más aún cuando en una misma sala hay varias zonas controladas por interruptores distintos de forma que una pueda estar apagada aunque otras estén encendidas.

Existen interruptores temporizados que apagan la iluminación tras un tiempo programado y que son más convenientes en lugares donde las personas permanecen un tiempo limitado.

Los detectores de presencia o movimiento encienden la iluminación cuando detectan movimiento y lo mantienen durante un tiempo programado. Son muy útiles para zonas de paso o permanencia de personas durante poco tiempo.

Illuminancias Recomendadas para Interiores (I.E.C., 1975)

Intervalo	Illuminancia recomendada (lux)	Clase de actividad
A.- Iluminación general en zonas pocas frecuentadas o que tienen necesidades visuales sencillas	20	Zonas públicas con alrededores oscuros.
	30	
	50	Únicamente como simple orientación en vistas de corta duración.
	75	
	100	Lugares no destinados para trabajo continuo.
	150	
200		
B.- Iluminación general para trabajo en interiores	300	Tareas con necesidad visual limitadas (maquinarias pesadas, salas de conferencias).
	500	Tareas con necesidad visual normal (maquinarias media, oficinas).
	750	
	1000	Tareas con necesidad visual especial (grabado, inspección textil).
	1500	
	2000	Tareas prolongadas que requieren precisión (electrónica, relojería).
	3000	
C.- Iluminación adicional en tareas visuales exactas	5000	Tareas visuales excepcionalmente exactas (montaje microelectrónico).
	7500	
	10000	Tareas visuales muy especiales (operaciones quirúrgicas).
	15000	
	20000	

Niveles de Iluminación según Reglamento de Seguridad e Higiene Minera

NIVELES DE ILUMINACION

Áreas de Trabajo	Expresado en Lux
1. Pasillos, bodegas, salas de descanso, comedores, servicios higiénicos, salas de trabajo con iluminación suplementaria sobre cada máquina, salas que no exigen discriminación de detalles finos o donde hay suficiente contraste:	150
2. Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecánico con cierta discriminación de detalles, moldes en funciones y trabajos similares:	300
3. Salas y paneles de control:	300 - 500
4. Trabajos con pocos contrastes, lectura continuada en tipo pequeño, trabajo mecánico que exige discriminación de detalles finos, maquinarias, herramientas y trabajos similares:	500
5. Revisión prolija de artículos, corte y trazado:	1000
6. Trabajo prolongado con discriminación de detalles finos, montaje y revisión de artículos con detalles pequeños y poco contraste:	1500 - 2000.
Para iluminación de oficinas, se tendrá en cuenta los siguientes parámetros:	
1. Ambientes pequeños	: 500 - 700
2. Ambientes grandes	: 750 - 1000
3. Salas de reuniones	: 500 - 700
4. Salas de dibujo (mínimo)	: 1000
5. Aulas de clases	: 300 - 500
6. Salas de conferencias y auditorios	: 300 - 500
Para iluminación de hospitales:	
1. Sala de enfermeros	: 100 - 300
2. En quirófanos	: 2000
3. Sala de cuidados intensivos	: 300
4. Sala de Rayos X	: 10 - 30
5. En pasillos de día	: 200 - 300
6. En pasillos de noche	: 3 - 5
Para iluminación de hoteles, comedores:	
1. En pasillos y escaleras	: 200
2. En habitaciones	: 150
3. En baños	: 300

ANEXO 3

CATALOGO DE EQUIPOS DE ILUMINACION

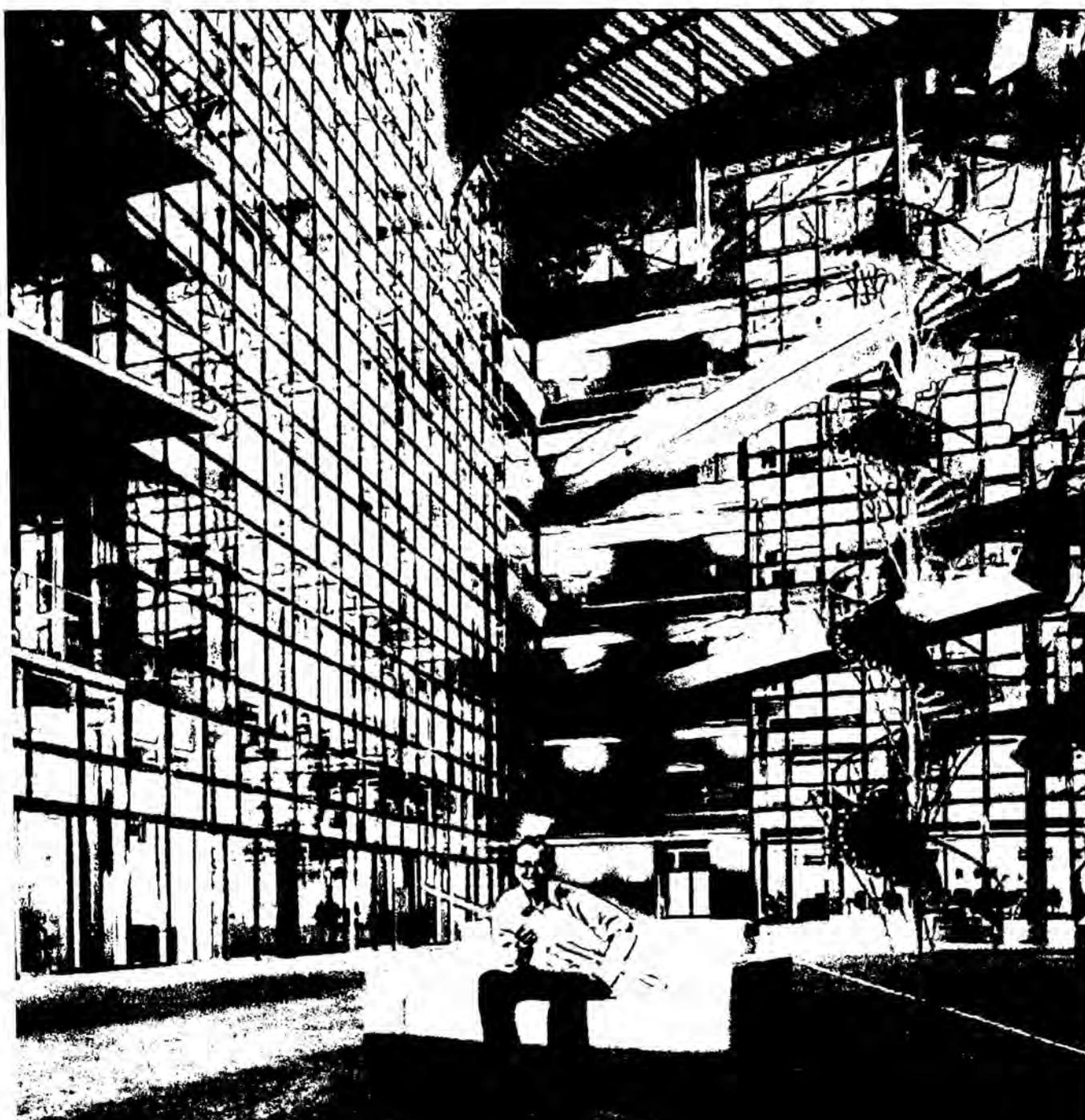
- **LAMPARAS**
- **FLUORESCENTES**
- **SENSORES DE PRESENCIA**



Lámparas Eco ahorradoras

Gama de lámparas Eco de Philips. Alumbrado eficiente para
ahorrar dinero y mucho más. asimpleswitch.com

PHILIPS



La iluminación consume en torno al 20% de toda la electricidad del planeta, contribuyendo en gran medida al calentamiento global. El 75% del alumbrado de oficinas europeo utiliza sistemas anticuados energéticamente ineficientes. Un edificio de oficinas típico (2.000m²), ocupado por 100 empleados e iluminado con tecnología obsoleta de baja eficiencia, podría evitar la emisión de 15.000 kg de CO₂ y ahorrar 3.000 euros en costes de operación cada año si actualizara su alumbrado con los últimos avances tecnológicos.

Anime a sus clientes a sustituir sus antiguas lámparas fluorescentes por un alumbrado eficiente y estará contribuyendo a proteger nuestro planeta. El encarecimiento energético y la presión para reducir las emisiones de CO₂ son asuntos de especial relevancia para muchas organizaciones, por no mencionar el impacto del uso de la energía en el cambio climático. La tecnología de alumbrado fluorescente es la más extendida en el mercado, y por tanto ofrece amplias posibilidades de ahorro de energía. No obstante, son numerosas las organizaciones que no terminan de entender la importancia de sus instalaciones de iluminación.

La importancia de un simple cambio de lámparas

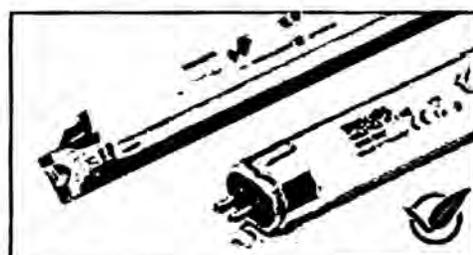
Aplicaciones de interior, típicamente oficinas y colegios



Philips MASTER TL-D Eco

- Sustituya sus lámparas T8 por las nuevas lámparas MASTER TL-D Eco y ahorre más de un 10% de energía (lámparas intercambiables directamente en todo tipo de luminarias)

Instalaciones nuevas:



Lámpara y equipo Philips MASTER TL5

- Sustituya los sistemas T8 con balasto EM por T5 en sus instalaciones de alumbrado y ahorre hasta un 28% de energía (o incluso el 75% usando sistemas de control)

Más de un 10% de ahorro con Philips MASTER TL-D Eco

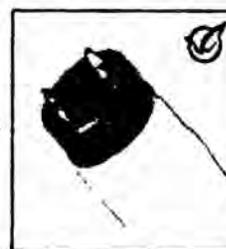


RESULTADOS

- Nuevos fósforos especiales para ahorrar más de un 10% de energía
- Amortización de un año
- Ruido luminoso similar al de las lámparas MASTER TL-D Super 80
- Vida útil prolongada y fiable: 12.000 horas con equipo electromagnético y 17.000 con equipo de alta frecuencia (HF)
- Buen rendimiento en color ($R_a > 80$)
- Mínimo contenido en mercurio: 2 mg



Lámpara fluorescente TB de 18W
 Lámpara fluorescente TB de 36W
 Lámpara fluorescente TB de 58W
 Lámpara fluorescente TB de 70W



Lámpara MASTER TL-D Eco de 16W
 Lámpara MASTER TL-D Eco de 32W
 Lámpara MASTER TL-D Eco de 51W
 Lámpara MASTER TL-D Eco de 63W

La instalación no puede ser más sencilla



No hay más que retirar la lámpara TB actual.



y sustituirla por la Philips MASTER TL-D Eco

Información de aplicaciones

- Apropriada para aplicaciones de interior (temperatura de la sala $\geq 20^{\circ}\text{C}$)
- MASTER TL-D Eco son lámparas optimizadas para el uso con equipos electromagnéticos. Cuando se usa con equipo de alta frecuencia existe un ahorro de energía del sistema aunque puede ser menor.

* Para más información, por favor póngase en contacto con Philips.

Calcule usted mismo el ahorro.

	Lámpara TB Standard 36W	MASTER TL-D Super 40 36W	MASTER TL-D Eco 32W
Potencia (W)	36	36	32
Precio de compra (€)	2,88	4,80	6,84
Vida útil (horas) con BM	6.000	12.000	12.000
Costes iniciales (€)	2,88	4,80	6,84
Costes de lámpara por año (€)	1,44	1,20	1,71
Costes de energía por año (€)	18,80	18,80	9,60
Costes de mantenimiento por año (€)	1,38	0,69	0,69
Costes totales por año (€)	12,12	12,69	12,00
Emissiones de CO ₂ por año (kg)	45,36	45,36	40,32

Número de lámparas: 1
 Precio del kWh: 0,10
 Horas de funcionamiento al año: 3.000
 Costes de reposición de lámparas: 2,75

La anterior comparación posee sólo carácter orientativo. Si desea comparaciones más concretas o información adicional, póngase en contacto con su representante local de Philips.

Visite la dirección www.philips.com/eco y haga sus propios cálculos. Incluso podrá guardarlos en su disco duro o enviarlos directamente por correo electrónico a sus clientes.



PHILIPS
 MASTER
 TL-D Eco 51W/840



Sunldee elige Eco

Sunldee es una consultora que ayuda a las empresas a crear innovación como competencia esencial. Su sede se alberga en un edificio histórico del centro de Amsterdam.

Conscientes del impacto ambiental del alumbrado, recientemente decidieron sustituir sus lámparas TL-D por las nuevas Philips MASTER TL-D Eco. La directora Deborah Niz comenta: "En nuestra calidad de consultores de innovación, obviamente queremos estar nosotros mismos a la vanguardia en este campo. Cuando supimos que sólo con cambiar de lámparas podíamos hacer algo por el medio ambiente, y al mismo tiempo ahorrar dinero, la elección estaba clara. Con las lámparas Philips MASTER TL-D Eco nos ahorramos más de 200 euros cada año".

Datos

Más de 200 euros de ahorro anual en energía.

- Sustitución de lámparas TL-D estándar de 36 W por Philips MASTER TL-D Eco de 32 W
- 100 lámparas
- 250 días de trabajo anuales, 12 horas de funcionamiento diarias



Gama Philips MASTER TL-D Eco

Potencia de lámpara estándar		Philips MASTER TL-D Eco	Temperatura de color (°K)	Clase de eficiencia energética	Código de producto	Cantidad por embalaje
18W		16W	3000	A	268570 40	25
18W		16W	4000	A	268617 40	25
18W		16W	6500	A	268716 40	25
36W		32W	3000	A	264589 40	25
36W		32W	4000	A	264626 40	25
36W		32W	6500	A	264640 40	25
58W		51W	3000	A	264664 40	25
58W		51W	4000	A	264701 40	25
58W		51W	6500	A	264725 40	25
70W		63W	3000	A	268730 40	25
70W		63W	4000	A	268754 40	25

www.philips.com/eco / www.asimplewithit.com



©2008 Koninklijke Philips Electronics N.V.

Reservados todos los derechos. Está prohibida la reproducción total o parcial sin la autorización previa por escrito del titular de los derechos de propiedad intelectual. La información contenida en este documento no forma parte de ningún presupuesto ni contrato, se considera pronta y fiel copia, y puede ser modificada sin previo aviso. El editor no aceptará ninguna responsabilidad por posibles consecuencias derivadas de su uso. Su publicación no implica ninguna reserva de patentes u otros derechos de propiedad industrial o intelectual.

Fecha de publicación: Noviembre 2008 / ES-3222 635 37598
Impreso en: Países Bajos

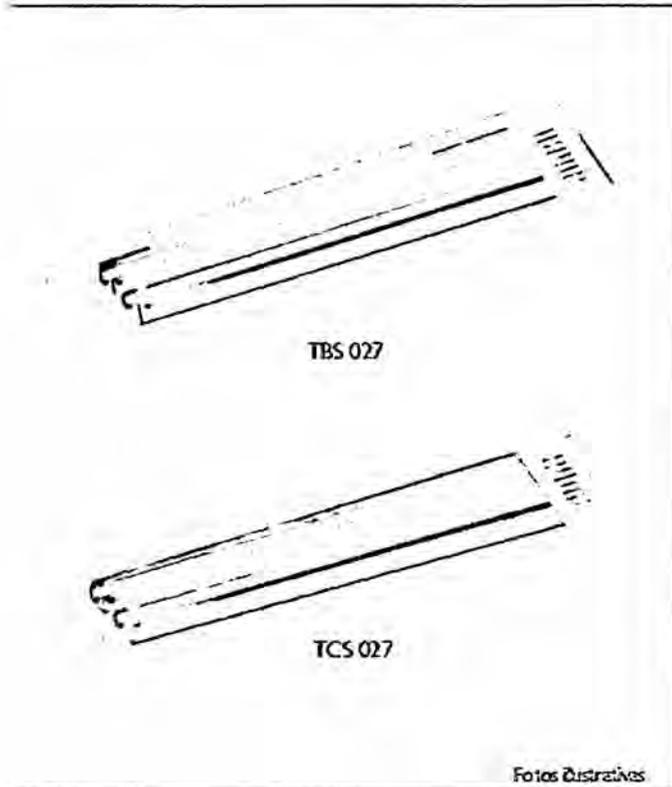
TBS 027 e TCS 027

Apresentação

- Luminárias para interiores, de embutir e sobrepor, próprias para duas lâmpadas fluorescentes tubulares TLD de 16W, 18W, 32W ou 36W e TLT de 20W ou 40W;
- Refletores em chapa de alumínio brilhante sem aletas.
- Ideal para áreas que requerem luz difusa e em grande quantidade sem preocupação com o conforto visual.

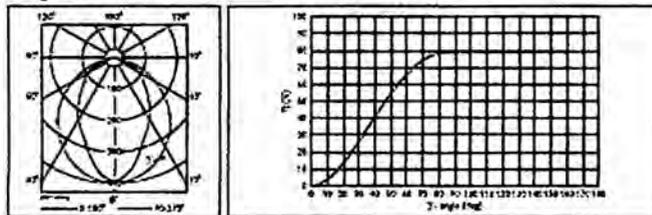
Aplicações

- Iluminação interna de supermercados, escolas, oficinas, postos de gasolina, depósitos, garagens, almoxarifados, corredores, agências bancárias, lojas, shoppings, escritórios etc.



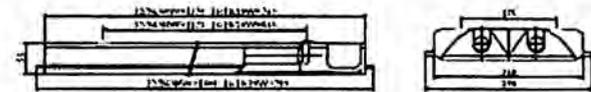
Fotos ilustrativas

Diagramas

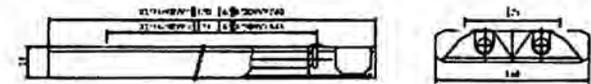


Polar de intensidade

Fluxo zonal



TBS 027



TCS 027

Diagramas de dimensões em mm

Dados do produto

Código	Modelo	Lâmpada	Reator	Inclui lâmpada	Múltiplo
TBS027/216-00	Embutir	2 x TLD 16W	-	-	I
TBS027/232-00	Embutir	2 x TLD 32W	-	-	I
TBS027/232-RBL	Embutir	2 x TLD 32W	Eco MASTER	Sim	I
TCS027/216-00	Sobrepor	2 x TLD 16W	-	-	I
TCS027/232-00	Sobrepor	2 x TLD 32W	-	-	I
TCS027/232-RBL	Sobrepor	2 x TLD 32W	Eco MASTER	Sim	I

Slimline TBS 020 e TCS 020

Apresentação

- Linha de luminárias para embutir e sobrepor, que por seu design "slim" - mais estreitas - trazem uma série de vantagens para o projeto e a instalação, adaptando-se melhor e de forma discreta ao ambiente.
- As TBS e TCS 020 são próprias para lâmpadas fluorescentes tubulares de 16W e 32W.
- São modulares permitindo a utilização de diferentes sistemas ópticos, de acordo com a necessidade de aplicação:
- Sistemas ópticos
 - CI: refletores parabólicos brilhantes com aletas brancas muito bom conforto visual.
 - CS: aletas e refletores parabólicos brilhantes (duplo parabólico); excelente conforto visual.
 - RA: refletores parabólicos brilhantes sem aletas alto rendimento.
 - D: difusor em acrílico transparente texturizado anti-UV; luz difusa.

Aplicações

- Iluminação de supermercados, escolas, oficinas, depósitos, garagens, armazéns, corredores, agências bancárias, lojas, escritórios etc.



TBS 020

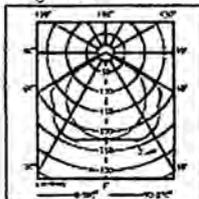


TCS 020

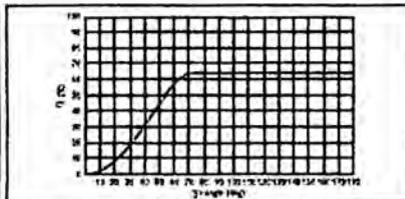
SLIMline

Foto: Distribuidoras

Diagramas



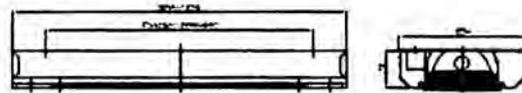
Polar de intensidade



Fluxo zonal



TBS 020



TCS 020

Diagramas de dimensões em mm

Dados do produto

Código	Modelo	Lâmpada	Reator	Inclui lâmpada	Múltiplo
TBS020216C100	Embutir	2 x TLD 16W	-	-	2
TBS020216C500	Embutir	2 x TLD 16W	-	-	2
TBS020216RA00D	Embutir	2 x TLD 16W	-	-	2
TBS020D21600	Embutir	2 x TLD 16W	-	-	2
TBS020232C100	Embutir	2 x TLD 32W	-	-	1
TBS020232C1RL	Embutir	2 x TLD 32W	Eco MASTER	Sim	1
TBS020232C500	Embutir	2 x TLD 32W	-	-	1
TBS020232CSRL	Embutir	2 x TLD 32W	Eco MASTER	Sim	1
TBS020232RA00	Embutir	2 x TLD 32W	-	-	1
TBS020232RARL	Embutir	2 x TLD 32W	Eco MASTER	Sim	1
TBS020D23200	Embutir	2 x TLD 32W	-	-	1
TBS020D232RL	Embutir	2 x TLD 32W	Eco MASTER	Sim	1
TCS020216C100	Sobrepor	2 x TLD 16W	-	-	1
TCS020216C500	Sobrepor	2 x TLD 16W	-	-	1
TCS020216RA00	Sobrepor	2 x TLD 16W	-	-	1
TCS020D21600	Sobrepor	2 x TLD 16W	-	-	1
TCS020232C100	Sobrepor	2 x TLD 32W	-	-	1
TCS020232C1RL	Sobrepor	2 x TLD 32W	Eco MASTER	Sim	1
TCS020232C500	Sobrepor	2 x TLD 32W	-	-	1
TCS020232CSRL	Sobrepor	2 x TLD 32W	Eco MASTER	Sim	1
TCS020232RA00	Sobrepor	2 x TLD 32W	-	-	1
TCS020232RARL	Sobrepor	2 x TLD 32W	Eco MASTER	Sim	1
TCS020D23200	Sobrepor	2 x TLD 32W	-	-	1
TCS020D232RL	Sobrepor	2 x TLD 32W	Eco MASTER	Sim	1

TBS 050 e TCS 050

Apresentação

- Luminárias de embutir e sobrepor próprias para lâmpadas fluorescentes tubulares de 16, 20, 32 ou 40W. A TBS pode ser embutida em qualquer tipo de forro (gesso ou pacote);
- As TBS e TCS 050 são uma linha modular econômica, constituídas por um corpo podendo ser equipado com dois tipos de Sistemas Ópticos:

CI: aletas brancas com refletores brilhantes; muito bom conforto visual.

CS: aletas e refletores parabólicos brilhantes (duplo parabólico); excelente conforto visual.

Aplicações

- Áreas comerciais que requeiram iluminação confortável como: escritórios, lojas, bancos, escolas, hotéis etc.



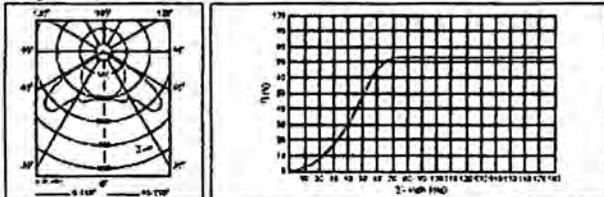
TBS 050



TCS 050

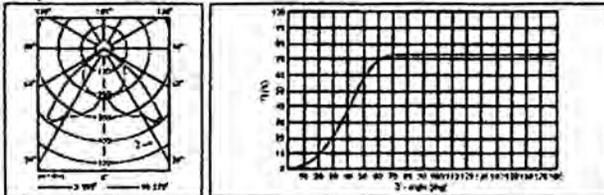
Fotos Destacadas

Diagramas para 2 lâmpadas

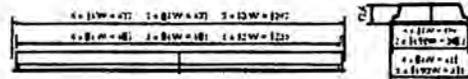


Polar de intensidade Fluxo zonal

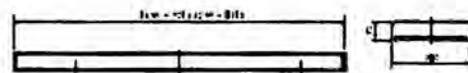
Diagramas para 4 lâmpadas



Polar de intensidade Fluxo zonal



TBS 050



TCS 050

Diagramas de dimensões em mm

Dados do produto

Código	Modelo	Lâmpada	Reator	Inclui lâmpada	Multiplo
TBS050216C100	Embutir	2 x TLD 16W	-	-	2
TBS050216C500	Embutir	2 x TLD 16W	-	-	2
TBS050232C100	Embutir	2 x TLD 32W	-	-	2
TBS050232C1RL	Embutir	2 x TLD 32W	Eco MASTER	Sim	1
TBS050232C500	Embutir	2 x TLD 32W	-	-	2
TBS050232C5RL	Embutir	2 x TLD 32W	Eco MASTER	Sim	1
TBS050416C100	Embutir	4 x TLD 16W	-	-	1
TBS050416C1RL	Embutir	4 x TLD 16W	Eco MASTER	Sim	1
TBS050416C500	Embutir	4 x TLD 16W	-	-	1
TBS050416C5RL	Embutir	4 x TLD 16W	Eco MASTER	Sim	1
TCS050216C100	Sobrepor	2 x TLD 16W	-	-	2
TCS050216C500	Sobrepor	2 x TLD 16W	-	-	2
TCS050232C100	Sobrepor	2 x TLD 32W	-	-	2
TCS050232C1RL	Sobrepor	2 x TLD 32W	Eco MASTER	Sim	2
TCS050232C500	Sobrepor	2 x TLD 32W	-	-	2
TCS050232C5RL	Sobrepor	2 x TLD 32W	Eco MASTER	Sim	2

Iluminação Comercial

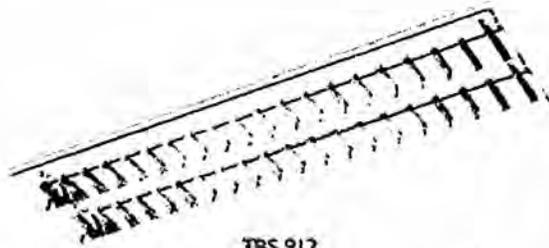
Megalux TBS 912 e TCS 912

Apresentação

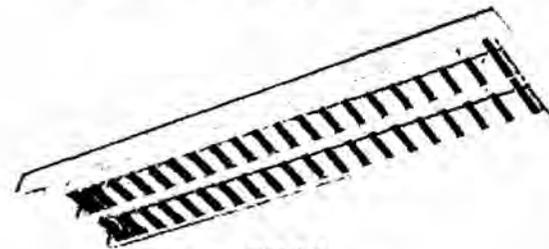
- Luminárias de embutir e sobrepor, próprias para lâmpadas fluorescentes tubulares TLD de 16 ou 32W. A TBS pode ser embutida em qualquer tipo de forro (gesso ou pacote);
 - As TBS e TCS 912 são uma linha modular de alta especificação, constituídas por um corpo podendo ser equipado com diferentes sistemas ópticos de acordo com as distintas exigências em termos de iluminação;
 - Acesso ao reator por baixo sem a necessidade de tirar a luminária do local instalado.
- CI: aletas brancas com refletores brilhantes; muito bom conforto visual.
 CS: aletas e refletores parabólicos brilhantes (duplo parabólico); excelente conforto visual, sendo a melhor luminária Philips para fluorescentes 32/16W.

Aplicações

- Áreas comerciais em geral que requeiram iluminação confortável com produtos elegantes e sofisticados que se integrem com o ambiente: escritórios, lojas, bancos, escolas, hotéis etc.



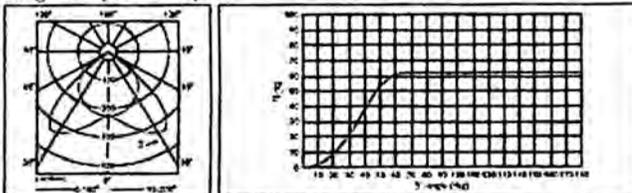
TBS 912



TCS 912

Fotos Ilustrativas

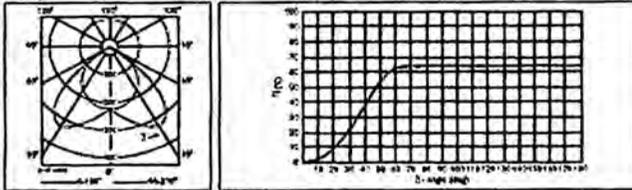
Diagramas para 2 lâmpadas



Polár de intensidade

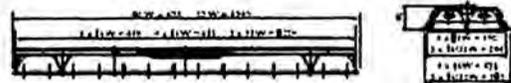
Fluxo zonal

Diagramas para 4 lâmpadas

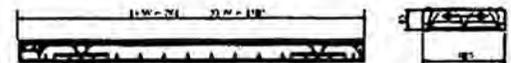


Polár de intensidade

Fluxo zonal



TBS 912



TCS 912

Diagramas de dimensões em mm

Dados do produto

Código	Modelo	Lâmpada	Reator	Inclui lâmpada	Multiplo
TBS912216C100	Embutir	2 x TLD 16W	-	-	
TBS912216C500	Embutir	2 x TLD 16W	-	-	
TBS912232C100	Embutir	2 x TLD 32W	-	-	
TBS912232C1RL	Embutir	2 x TLD 32W	Eco MASTER	Sim	
TBS912232C500	Embutir	2 x TLD 32W	-	-	
TBS912232C5RL	Embutir	2 x TLD 32W	Eco MASTER	Sim	
TBS912416C100	Embutir	4 x TLD 16W	-	-	
TBS912416C1RL	Embutir	4 x TLD 16W	Eco MASTER	Sim	
TBS912416C500	Embutir	4 x TLD 16W	-	-	
TBS912416C5RL	Embutir	4 x TLD 16W	Eco MASTER	Sim	
TCS912216C100	Sobrepor	2 x TLD 16W	-	-	
TCS912216C500	Sobrepor	2 x TLD 16W	-	-	
TCS912232C100	Sobrepor	2 x TLD 32W	-	-	
TCS912232C1RL	Sobrepor	2 x TLD 32W	Eco MASTER	Sim	
TCS912232C500	Sobrepor	2 x TLD 32W	-	-	
TCS912232C5RL	Sobrepor	2 x TLD 32W	Eco MASTER	Sim	

Iluminação Comercial

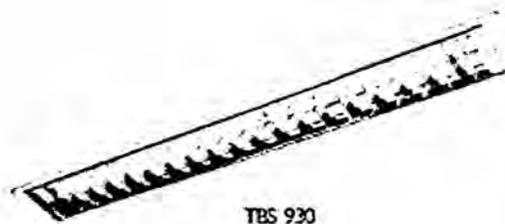
Elegance TBS 930 e TCS 930

Apresentação

- Luminárias de embutir e sobrepor para lâmpadas T5 de 14W, 28W ou 54W;
- Luminárias de dimensões compactas que melhor se integram ao ambiente;
- Duas opções de sistemas ópticos:
CS: refletores e aletas parabólicos brilhantes; excelente conforto visual.
CD: refletores brilhantes e aletas em policarbonato translúcido; conforto aliado a design.

Aplicações

- Áreas comerciais e de escritórios, tais como: lojas, bancos, escolas, hotéis, shoppings, recepções, salas de reunião, supermercados, galerias etc.
- A versão com 2 x 54W permite a utilização desta luminária em instalações com altura superior a 5m.



TBS 930

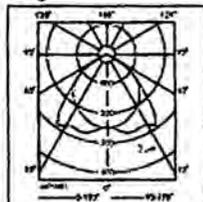


TCS 930

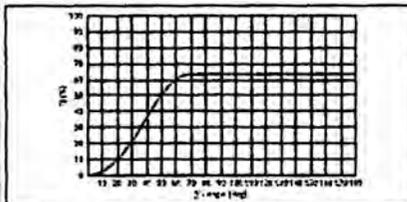


Fotos Ilustrativas

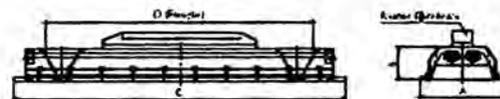
Diagramas



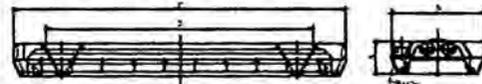
Polar de intensidade



Fluxo zonal



TBS 930



TCS 930

Diagramas de dimensões em mm

Dados do produto

Código	Módulo	Lâmpada	Reator	Inclui lâmpada	Múltiplo
TBS930214CS00	Embutir	2 x T5 14W	-	-	
TBS930214CSRL	Embutir	2 x T5 14W	ED14A	Sim	
TBS930214CD00	Embutir	2 x T5 14W	-	-	
TBS930214CDRL	Embutir	2 x T5 14W	ED14A	Sim	
TBS930228CS00	Embutir	2 x T5 28W	-	-	
TBS930228CSRL	Embutir	2 x T5 28W	ED28A	Sim	
TBS930228CD00	Embutir	2 x T5 28W	-	-	
TBS930228CDRL	Embutir	2 x T5 28W	ED28A	Sim	
TBS930254CSRL	Embutir	2 x T5 54W	HF-P254	Sim	
TBS930254CDRL	Embutir	2 x T5 54W	HF-P254	Sim	
TCS930214CS00	Sobrepor	2 x T5 14W	-	-	
TCS930214CSRL	Sobrepor	2 x T5 14W	ED14A	Sim	
TCS930214CD00	Sobrepor	2 x T5 14W	-	-	
TCS930214CDRL	Sobrepor	2 x T5 14W	ED14A	Sim	
TCS930228CS00	Sobrepor	2 x T5 28W	-	-	
TCS930228CSRL	Sobrepor	2 x T5 28W	ED28A	Sim	
TCS930228CD00	Sobrepor	2 x T5 28W	-	-	
TCS930228CDRL	Sobrepor	2 x T5 28W	ED28A	Sim	
TCS930254CSRL	Sobrepor	2 x T5 54W	HF-P254	Sim	
TCS930254CDRL	Sobrepor	2 x T5 54W	HF-P254	Sim	