

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA**

TEMA:

Estudio y diseño eléctrico para el cambio de la matriz energética de la autogeneración a la conexión de la red eléctrica pública, utilizando un analizador de redes eléctricas AEMC 8335 en la cantera Luzagui.

AUTOR:

GRANIZO RUIZ, HERNÁN FABRIZIO

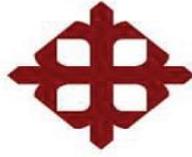
Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
Ingeniero en Eléctrico Mecánica con mención en gestión empresarial industrial.

TUTOR:

Ing. Edgar Raúl Quezada Calle, MSc.

Guayaquil – Ecuador

2019



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Granizo Ruiz, Hernán Fabrizio**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero en Eléctrico Mecánico con mención en gestión empresarial industrial**.

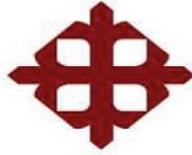
TUTOR

f. _____
Ing. Edgar Raúl Quezada Calle, MSc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____
Ing. Heras Sánchez, Miguel, MSc.

Guayaquil, 19 de marzo del 2019



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA**

Yo, Granizo Ruiz, Hernán Fabrizio

DECLARO QUE:

El trabajo de titulación **Estudio y diseño eléctrico para el cambio de la matriz energética de la autogeneración a la conexión de la red eléctrica pública, utilizando un analizador de redes eléctricas AEMC 8335 en la cantera Luzagui**, previo a la obtención del título de Ingeniero en Eléctrico Mecánica con mención en gestión empresarial industrial ha sido desarrollado respetando los derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

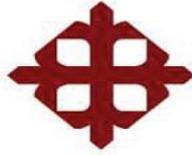
En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, 19 de marzo del 2019

EL AUTOR

f. _____

Tlg. Granizo Ruiz Hernán Fabrizio



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESAROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA**

AUTORIZACIÓN

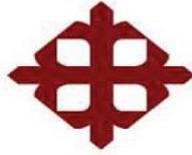
Yo, **Granizo Ruiz, Hernán Fabrizio**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Estudio y diseño eléctrico para el cambio de la matriz energética de la autogeneración a la conexión de la red eléctrica pública, utilizando un analizador de redes eléctricas AEMC 8335 en la cantera Luzagui**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mí exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 19 de marzo del 2019

EL AUTOR

Tlg. Granizo Ruiz Hernán Fabrizio



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO MECÁNICA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

Ing. Manuel Romero Paz MSc.

DECANO

f. _____

Ing. Heras Sánchez, Miguel MSc.

DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

Ing. Héctor Pacheco Bohórquez MSc.

OPONENTE

REPORTE URKUND

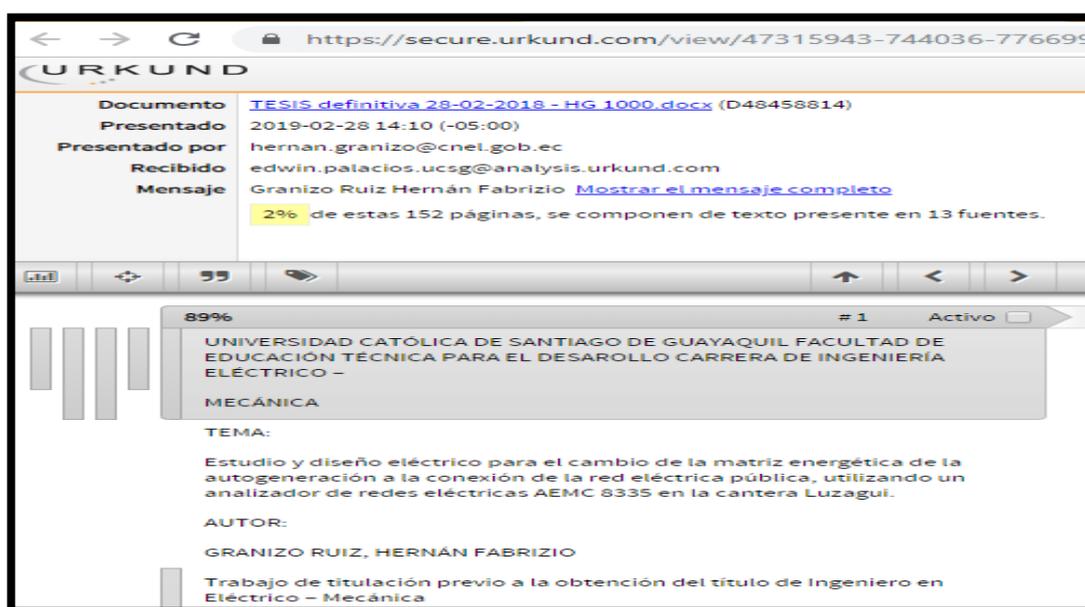
Documento: Trabajo de titulación

Título del trabajo: Estudio y diseño eléctrico para el cambio de la matriz energética de la autogeneración a la conexión de la red eléctrica pública, utilizando un analizador de redes eléctricas AEMC 8335 en la cantera Luzagui.

Carrera: Ingeniería en Eléctrico Mecánica

Estudiante: Granizo Ruiz Hernán

Semestre: A – 2019



Conclusión: La revisión de coincidencias del resultado de la revisión, considera la desactivación de la información de texto de los formatos de presentación de trabajos de titulación de la U.C.S.G. Se adjunta documento de Reporte URKUND de la revisión final en medio digital. Porcentaje de coincidencia final del 2%

Atentamente,

Ing. Edgar Raúl Quezada Calle, MSc.
Docente – Tutor

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme a lo largo de la existencia, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A mis padres Francisco (+) y Rosario, por ser los principales promotores de esta realidad, por confiar y creer en esta expectativa, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

A mi esposa la Ab. Amarilis Chuqui por su amor incondicional y apoyo moral para la realización de esta tesis.

Al MSc. Edgar Quezada Calle tutor de este trabajo de titulación, por su valiosa guía y su asesoramiento, y a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

Tlg. Granizo Ruiz, Hernán Fabrizio

DEDICATORIA

Esta investigación la dedico principalmente a Dios, quién supo guiarme por el buen camino, dándome fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas, enseñándome a encarar las adversidades, sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

Para mis padres Francisco (+) y Rosario por su apoyo, consejos, comprensión, amor, y ayuda en los momentos difíciles, a mi esposa Amarilis por su ayuda incondicional en todos los aspectos para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos Arturo, Evelin y Panchito, por su constante fraternidad y amor.

Tlg. Granizo Ruiz, Hernán Fabrizio

“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”.

Thomas Chalmers

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT	XV
CAPÍTULO 1	2
INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. Justificación y alcance	2
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Hipótesis	3
1.5. Tipo de investigación.....	3
1.6. Metodología	4
1.6.1. Tipo y métodos de estudio.....	4
1.6.2. Métodos de investigación.....	4
CAPITULO 2	5
GENERALIDADES DEL SISTEMA ELÉCTRICO.....	5
2.1. Cantera y sus agregados.....	5
2.2. Matriz energética	6
2.3. Tipos de centrales de generación eléctrica.	6
2.3.1. Fuentes de energía primaria o energía renovable.....	7
2.3.2. Fuente de energía secundaria o energías no renovables.....	11
2.4. Sistema eléctrico de potencia.....	13
2.5. Red eléctrica pública.....	15
2.5.1. Sistema de distribución industrial	16
2.5.2. Sistema de distribución comercial.....	16
2.5.3. Sistema de distribución residencial	16
2.6. Elementos para la red eléctrica pública	16
2.6.1. Postes.....	16
2.6.2. Aisladores.....	17
2.6.3. Crucetas	18

2.6.4. Transformador eléctrico	19
2.7. Redes de media tensión.....	23
2.8. Sistema de puesta a tierra.....	24
2.9. Pararrayos	24
2.10. Redes de baja tensión	25
2.11. Cuartos de transformación	26
2.11.1. Características constructivas.....	27
2.12. Generación de energía eléctrica con motores a diésel	28
2.13. Transferencia eléctrica	30
2.14. Factor de potencia	30
2.15. Analizador de redes eléctrico	32
2.15.1. Funciones de los controles	33
2.15.2. Display del analizador	34
2.15.3. Puesta en marcha	35
2.15.4. Configuración	35
2.15.5. Instalación de conductores.....	36
2.15.6. Procedimiento de conexión.....	37
CAPÍTULO 3	39
ESTUDIO Y DISEÑO ELÉCTRICO	39
3.1. Datos generales de la cantera Luzagui.....	39
3.2. Ubicación y localización de la cantera Luzagui.	40
3.2.1. Ubicación.....	40
3.2.2. Localización geo referencial de la cantera Luzagui.	41
3.3. Situación energética actual de la cantera	42
3.4. Levantamiento de la información técnica.....	42
3.5. Diseño eléctrico actual.....	44
3.6. Análisis y cálculos eléctricos.....	47
3.6.1. Análisis registrado por el analizador de redes AEMC 8335.	47
3.7. Cálculos eléctricos.	55
3.8. Propuesta del diseño eléctrico.....	57
3.9. Análisis costo beneficio del proyecto	63
CAPITULO 4	66
Conclusiones y Recomendaciones	66

4.1. Conclusiones.....	66
4.2. Recomendaciones	66
GLOSARIO.....	67
ANEXOS.....	69
1. Pliego Tarifario – Tarifa aplicada para la industria.....	69
2.- Facturación de consumos CNEL GLR.....	70
BIBLIOGRAFÍA.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1. Clasificación de canteras.....	5
Tabla 2. 2. Estructura del Sistema Eléctrico de un país.....	14
Tabla 2. 3. Dimensiones del cuarto según su capacidad.....	27
Tabla 3. 1. Coordenadas UTM - Cantera Luzagui.....	41
Tabla 3. 2. Generadores eléctricos instalados en la cantera Luzagui.....	42
Tabla 3. 3. Generador para trituradora secundaria y terciaria.....	43
Tabla 3. 4. Generador para trituradora primaria.....	43
Tabla 3. 5. Generador máquina proceso de asfalto.....	44
Tabla 3. 6. Generador para trituradora alterna.....	44
Tabla 3. 7. Sumatoria total generador N°1 - secundaria y terciaria.....	48
Tabla 3. 8. Sumatoria total generador N°2 - primaria.....	50
Tabla 3. 9. Sumatoria total generador N°3 - proceso de asfalto.....	51
Tabla 3. 10. Sumatoria total generador N°4 - alterna.....	53
Tabla 3. 11. Sumatorio total de los 4 generadores.....	54
Tabla 3. 12. Cálculo de demanda total.....	55
Tabla 3. 13. Cálculo de la corriente principal.....	56
Tabla 3. 14. Costo de mantenimiento total de los 4 generadores.....	63
Tabla 3. 15. Consumo promedio mensual estimado.....	64
Tabla 3. 16. Tarifa aplicada de acuerdo al Arconel.....	64
Tabla 3. 17. Simulación de planilla de energía eléctrica.....	64
Tabla 3. 18. Ahorro mensual por el cambio de matriz energética.....	64
Tabla 3. 19. Ahorro energético anual.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1. Clasificación de las fuentes de energía según su origen.	7
Figura 2. 2. Fuentes de energía renovables.	8
Figura 2. 3. Esquema básico de una instalación solar	9
Figura 2. 4. Energías no renovables	13
Figura 2. 5. Producción, transporte y distribución de energía eléctrica.	14
Figura 2. 6. Poste para tendido eléctrico	17
Figura 2. 7. Tipos de Aisladores.....	18
Figura 2. 8. Tipos de crucetas.....	19
Figura 2. 9. Esquema básico de un transformador	20
Figura 2. 10. Transformador de potencia	23
Figura 2. 11. Funcionamiento del pararrayo	25
Figura 2. 12. Revisión técnica del medidor.....	26
Figura 2. 13. Cuarto de transformación según su tipo de acometida.	28
Figura 2. 14. Motor generador eléctrico a diésel.....	29
Figura 2. 15. Banco de capacitores.....	31
Figura 2. 16. Analizador de redes eléctrico AEMC 8335	32
Figura 2. 17. Funciones de los controles del analizador	33
Figura 2. 18. Display del analizador de redes	34
Figura 2. 19. Configuración del analizador de redes.....	35
Figura 2. 20. Conexión de sensores en el analizador	36
Figura 2. 21. Configuración del conexionado según su carga.....	37
Figura 2. 22. Instalación del analizador de redes eléctrico	38
Figura 3. 1. Letrero de constructora Luzagui	40
Figura 3. 2. Vista panorámica de la cantera Luzagui	40
Figura 3. 3. Ubicación satelital de la cantera Luzagui	41
Figura 3. 4. Detalle actual del predio	46
Figura 3. 5. Potencia activa del generador N°1	47
Figura 3. 6. Potencia reactiva del generador N°1	48
Figura 3. 7. Potencia activa del generador N°2.....	49
Figura 3. 8. Potencia reactiva del generador N°2.....	49
Figura 3. 9. Potencia activa del generador N°3.....	50
Figura 3. 10. Potencia reactiva del generador N°3.....	51

Figura 3. 11. Potencia activa del generador N°4.....	52
Figura 3. 12. Potencia reactiva del generador N°4.....	52
Figura 3. 13. Potencia activa total de los 4 generadores	53
Figura 3. 14. Potencia reactiva de los 4 generadores	54
Figura 3. 15. Bajante trifásica hacia el cuarto de transformación	59
Figura 3. 16. Medición en media tensión con estructura de doble remate.	60
Figura 3. 17. Detalle del diseño de la subestación a instalar.....	61
Figura 3. 18. Diagrama unifilar proyectado	62
Figura 3. 19. Comparación de gasto anual entre las 2 matrices de energía.....	65

RESUMEN

Se presentan alternativas y perspectivas de desarrollo del sistema energético ecuatoriano, realizando un análisis de la matriz energética actual y las posibilidades de mejorarla, destacándose en particular, la hidroelectricidad, por la importancia de la misma en el abastecimiento de las demandas energéticas del país.

El presente trabajo permitirá desarrollar el cambio de la matriz energética de la auto transformación a la conexión de la red eléctrica en la cantera Luzagui, utilizando un analizador de redes eléctrico AEMC 8335, el mismo que permitirá identificar los valores técnicos eléctricos para la correcta implementación del cambio de matriz energética.

El estudio costo beneficio permitirá comprobar si es viable el cambio de la matriz energética actual comparando los gastos actuales por generación propia a la conexión de la red eléctrica pública suministrada por CNEL, además se especifican los requerimientos técnicos para la presentación de un proyecto eléctrico a la empresa distribuidora de energía eléctrica para su implementación en la cantera, donde se minimizaría los costos de producción.

Palabras claves: Analizador de redes, matriz energética, red eléctrica pública, autogeneración.

ABSTRACT

Alternatives and prospects for development of Ecuador's present energy system. Conducting an analysis of the current energy matrix and the possibilities of improving highlighting, in particular, hydropower, because of the importance of the supply of the energy demands of the country.

This work will allow development for the change of the energy matrix for self-transformation in the connection of the mains at the quarry Luzagui, using a network Analyzer electrical AEMC 8335, which will identify the technical values Electric for the correct implementation of the change of energy matrix.

The study cost-benefit allows a check of whether it is feasible to change the current energy matrix. When comparing current expenditures by generation to the connection from the public mains supplied provided by CNEL, in addition, the technical requirements for the presentation of an electrical project to the electricity distribution company are specified for its implementation in the quarry, where production costs would be minimized.

Keywords: Network analyzer, energy matrix, public electricity network, autogeneration.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación y alcance

Este tema plantea la propuesta para la realización de un estudio y diseño eléctrico, cambiando la matriz energética actual de la autogeneración a la conexión de la red eléctrica pública utilizando para el estudio un analizador de redes eléctrico AEMC 8335 y determinar los distintos parámetros eléctricos de la cantera Luzagui.

Luego de la realización del estudio y diseño eléctrico, se podrá implementar el proyecto a la empresa Distribuidora de energía eléctrica para su aplicación del cambio de la matriz energética, donde se minimizarán los costos de producción.

1.2. Planteamiento del problema

La cantera Luzagui desde su inicio en la actividad comercial, ha sido suministrada eléctricamente mediante la autogeneración, estos generadores provocan que la combustión del oxígeno y la del combustible no sea completa, ya que parte del combustible queda sin quemarse, y debido a las altas presiones y temperaturas usadas por este tipo de motores, el nitrógeno se combina con el oxígeno no quemado.

En la actualidad existen instalados cuatro generadores eléctricos, uno para cada área de producción, éstos producen como consecuencia el uso desproporcionado de combustible, ocasionando efectos nocivos y perjudiciales para la salud de los empleados y del medio ambiente; al realizar el cambio de esta matriz desaparecerán las siguientes repercusiones tales como:

- La inhalación de anhídrido carbónico, proveniente de los generadores provoca irritación ocular y afectaciones en las vías respiratorias.
- El sonido perturbador de los generadores supera los 65 decibeles permitidos por la OMS, afectando serios problemas de salud, como alteraciones del sueño o pérdida auditiva.

Además, del pago recurrente por combustible, el cambio de repuestos en los generadores y del pago al personal externo calificado para los mantenimientos periódicos.

Los generadores eléctricos que la cantera posee son vetustos y su nivel de operación no es el óptimo, por lo cual se plantea que la cantera Luzagui cambie este sistema a la conexión de la red eléctrica pública, con lo que minimizará la contaminación ambiental obteniendo una mejor eficiencia energética.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar el modelo energético de la cantera Luzagui, utilizando un analizador de redes eléctricas con la finalidad de realizar el cambio de la matriz energética de autogeneración a la conexión de la red eléctrica pública, para minimizar los costos de producción y la contaminación ambiental.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar la capacidad instalada y las necesidades eléctricas futuras para el cambio de matriz energética en la cantera Luzagui.
- Diseñar el proyecto eléctrico para realizar el cambio de la matriz energética.

1.4. Hipótesis

Al cambiar la matriz energética de autogeneración a la conexión de la red eléctrica pública, en la cantera Luzagui se minimizarán los costos de producción y por ende se reducirá la contaminación ambiental.

1.5. Tipo de investigación

La investigación es de tipo descriptiva, debido a que se enuncia el antecedente y el marco referencial, fundamentándose en el desarrollo de la investigación, (Cazau, 2006) ya que se describen las características y la capacidad instalada de los generadores eléctricos que posee la cantera Luzagui, identificando las necesidades eléctricas futuras para el cambio de matriz energética, dando a conocer la

características del diseño eléctrico para el cambio de matriz energética; y el aporte que este proyecto generará en la cantera Luzagui en términos económicos y ambientales.

1.6. Metodología

1.6.1. Tipo y métodos de estudio

Para desarrollar el presente estudio se plantea el método científico, pues es “el procedimiento de la ciencia para obtener explicación de las cosas”. (Ruiz, 2007); Esto significa que es preciso seguir una estructura de investigación ordenada que permita obtener información adecuada y especializada respecto a la red eléctrica en la cantera Luzagui, para justificar el cambio de matriz energética de la autogeneración a la conexión de la red eléctrica pública.

1.6.2. Métodos de investigación

Se aplica el método analítico pues se enunciará la situación energética actual y mediante el análisis se identificarán los aspectos relevantes, ya que a partir de información cuantitativa obtenida se analizarán las relaciones y estructura de la demanda energética actual y futura, para llegar a conclusiones objetivas, para establecer los beneficios que el proyecto eléctrico generará en términos económicos y ambientales. (Rivero, 2008)

CAPITULO 2

GENERALIDADES DEL SISTEMA ELÉCTRICO

2.1. Cantera y sus agregados.

Se la define como el sitio geográfico de donde se extrae o explota agregados pétreos para la industria de la construcción o para toda obra civil, usando diferentes procesos de extracción dependiendo del tipo y origen de los materiales. (Luna, 2018).

Su clasificación depende del tipo de explotación, del material que se extrae y de su origen; en la tabla N°. 2.1 se detallan sus conceptos.

Tabla 2. 1. Clasificación de canteras.

CLASIFICACIÓN DE CANTERAS	
Según el tipo de explotación	Canteras a cielo abierto:
	En laderas, cuando la roca se arranca en la falda de un cerro. En corte, cuando la roca se extrae de cierta profundidad en el terreno.
Según el material a explotar	De materiales consolidados o roca.
	De materiales no consolidados como suelo, arcilla.
Según su origen	Canteras aluviales, cantera de roca o peña.

Fuente: (Beltran, 2015)

Los agregados también conocidos como (áridos), se refiere a cualquier combinación de arena, grava o roca triturada en su estado natural o procesado.

Son generalmente encontrados en ríos y valles, donde han sido depositados por la corriente de agua o yacimientos de rocas. (Taype Matamoros, 2016)

En lo que se relaciona con la industria de la construcción, junto a la minería constituyen una fuente atractiva siempre y cuando, se mantenga la normativa legal para la explotación de las extracciones de agregados (Cerrini, 2001)

2.2. Matriz energética

Es una radiografía de cómo está balanceado el consumo de energía eléctrica entre las distintas fuentes en un determinado tiempo.

La definición de la matriz energética para cada nación depende de la disponibilidad de los recursos naturales y de sus políticas públicas, desde siempre está relacionada con dos fuentes naturales tales como: El agua y el petróleo; entonces, diversificada con fuentes de energía requiere de mayor seguridad energética y garantías que no hagan vulnerables el suministro de energía eléctrica a largo y mediano plazo. Las hidroeléctricas han sido los principales proyectos realizados, ya que obtienen energía mediante una fuente renovable y es amigable con el medio ambiente. Sin embargo, se puede mejorar su matriz energética mediante una correcta combinación de todos sus tipos de generación de energía.

Una gran parte de la matriz depende de los recursos petrolíferos, en los que el sector del transporte consume dos tercios de estos recursos, seguido del gas para uso doméstico y la generación de electricidad con derivados de petróleo. (Glynn, 2010)

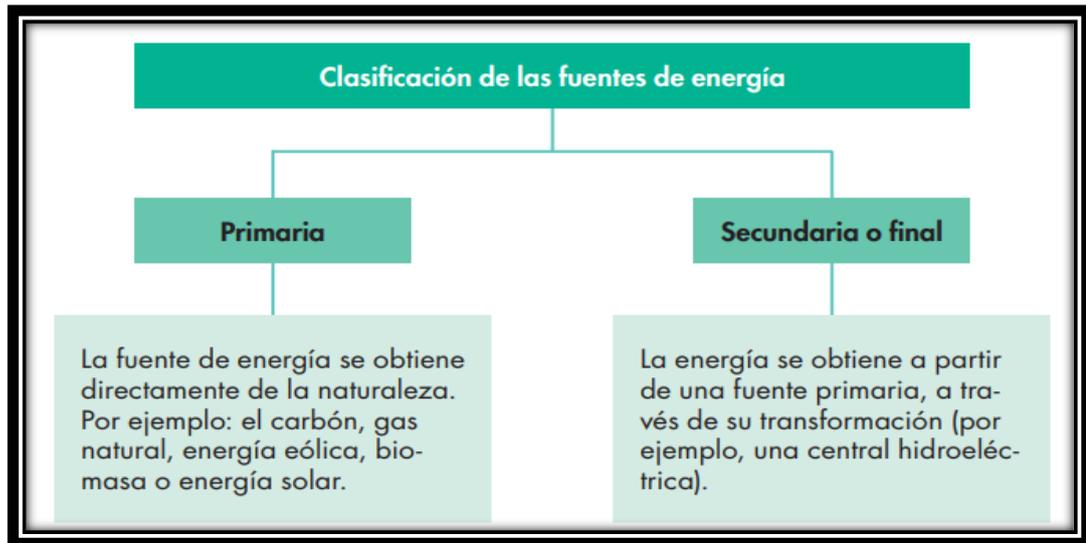
Ante tal problemática, un país decide en emplear un plan nacional de eficiencia energética, llamado cambio de la matriz energética enfocándose en varios ejes como el:

- Residencial, comercial y público
- Industrial
- Transporte

Por lo tanto, el consumo energético está ligado a las necesidades económicas y sociales de la población.

2.3. Tipos de centrales de generación eléctrica.

Se pueden realizar varias clasificaciones de las fuentes de energía, de acuerdo a diversos criterios. La figura N° 2.1 indica la clasificación de la energía en función de su origen.



*Figura 2. 1. Clasificación de las fuentes de energía según su origen.
Fuente: Granizo Ruiz, Hernán*

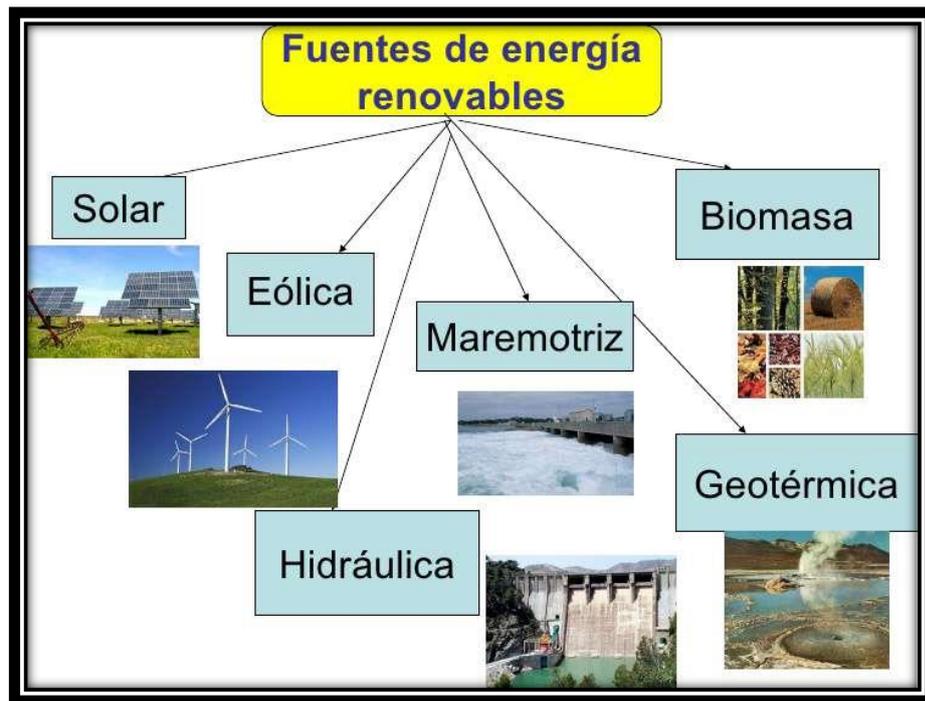
A continuación, se detallan sus especificaciones:

2.3.1. Fuentes de energía primaria o energía renovable

La energía primaria es aquella que se encuentra en la naturaleza y se agrupa en energías no renovables tales como: El petróleo, el carbón, el gas, el uranio; y, en la energía renovable: Biomasa, eólica, solar e hidráulica (Carta González, 2012)

Por la presencia de fuerzas físicas están en continua renovación. La energía primaria se convierte para luego ser suministrada al consumidor, es decir, llegar a ser energía final a través de distintas fuentes: Acción del viento o del agua, etc.; la producción de energía está acompañada de una planificación para cuidar el medio ambiente y reducir las emisiones de CO₂.

La energía secundaria es aquella que proviene de la transformación de una fuente primaria o secundaria. Las fuentes secundarias son por ejemplo el petróleo, la gasolina, el calor producido por un gas en una caldera, el hidrógeno que se obtiene del agua. (Pérez, 2016) En la figura N°2.2 se visualiza las fuentes de energía renovables.



*Figura 2. 2. Fuentes de energía renovables.
Fuente: (Carta González, 2012).*

Las energías renovables que se pueden transformar en energía eléctrica se describen a continuación:

2.3.1.1. Energía solar

Es la energía contenida en la radiación solar, que se transforma mediante dispositivos, en forma térmica o eléctrica. El panel solar se encarga de captar la radiación solar y transformarla en energía eléctrica este puede ser de dos clases: Captadores solares térmicos y módulos fotovoltaicos. (Fenercom, 2006)

Los componentes para el sistema de la energía solar son:

- Radiación solar
- Captador o panel solar
- Acumulador
- Agua

En la figura N°2.3 se detalla el esquema básico para su instalación.

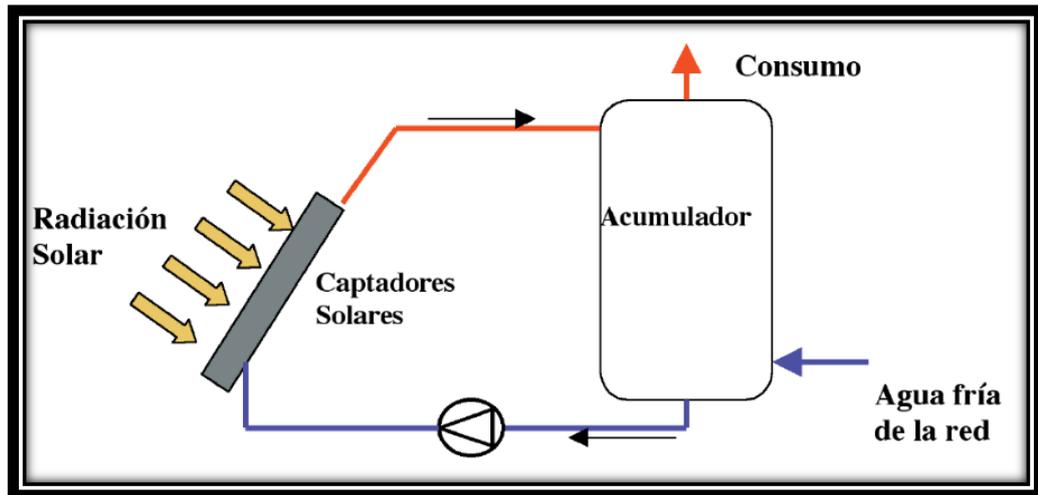


Figura 2. 3. Esquema básico de una instalación solar
Fuente: (Fenercom, 2006)

2.3.1.2. Energía Hidráulica

Su misión es convertir la energía potencial y cinética del agua en energía eléctrica disponible, basándose en el aprovechamiento de la caída del agua desde una cierta altura.

El agua circula por las turbinas acoplándose a un generador donde se inicia su transformación en energía eléctrica. (Garzón, 2010)

Está conformada por los siguientes elementos que intervienen en su transformación.

- Elementos de retención del agua como el embalse.
- Elementos de conducción hidráulica, tales como, cámaras de carga, tuberías, canales, tuberías, entre otros.
- Elementos de apertura y cierre del paso del agua como sus compuertas y válvulas.
- Equipamiento hidráulico: Turbina, rejas y limpia rejas.
- Equipamiento eléctrico: Transformador, generador, líneas eléctricas.
- Equipamiento de control y de protección: Interruptores, seccionadores, red de tierras.
- Casa de máquinas.

Para el análisis de una central hidroeléctrica hay que considerar dos aspectos fundamentales: Su obra civil y el equipamiento electromecánico.(Osorio, 2008)

2.3.1.3.Energía Térmica

La turbina es movida gracias a un chorro de vapor a presión obtenido del calentamiento del agua. Según el origen de la energía, pueden ser:

- Térmicas clásicas que toma la energía de la combustión de combustibles fósiles (carbón, gas natural) o sus derivados (fuel-oil).
- Centrales de biomasa: Obtienen la energía de residuos forestales.
- Centrales de incineración: De residuos sólidos urbanos como basura tratada.
- Nucleares: obtienen la energía a partir de reacciones de fisión de átomos de uranio.
- Termosolares: Calientan el agua concentrando la energía procedente del sol.
- Geotérmicas: Aprovechan el calor procedente del interior de la Tierra. (Haug, 2017).

2.3.1.4.Energía Eólica

Se centra en el aprovechamiento de la energía cinética a través de aerogeneradores. Estas máquinas rotativas de variadas dimensiones, captan la energía mediante un rotor que se encuentra unido a unos alabes, provocando el giro en torno a un mismo eje. (Velilla, 2005)

Se clasifican en:

- Microturbinas (Pequeños consumidores de energía potencias menores a 3 KW)
- Pequeños aerogeneradores (Consumidores <50 KW)
- Grandes aerogeneradores (Consumidores < 850 KW)

Las principales ventajas de la energía eólica son que:

- No hay emisión de gases contaminantes.
- No requiere procesos de extracción subterránea ni de residuos sólidos, como ocurre en la geotérmica.

- No implican riesgos ambientales.

2.3.1.5. Energía Mareomotriz

Es una fuente de energía renovable limpia e inagotable; las mareas se fundamentan en transformar la energía que contienen para producir energía eléctrica.

Se basan en el aprovechamiento cinético de las olas y corrientes submarinas, en las diferencias térmicas existentes entre los distintos niveles del agua de mar (energía gradiente térmico) o en los ascensos y descensos de las mareas (energía hidrostática). La forma de generar electricidad se basa posteriormente en la activación de grupos turbinas – generadores, ya sea mediante ciclos termodinámicos o simplemente por principios hidráulicos. (Velilla, 2005)

Esta energía es limitada, para obtener efectividad en su explotación, la amplitud de los mares debe ser superior a los 5 metros, lo que implica prácticamente el 80% de la energía. La explotación de este tipo de energía no es muy usual, debido a su alto costo de implementación con respecto a su rendimiento. (Garzón, 2010)

2.3.2. Fuente de energía secundaria o energías no renovables.

Son aquellas que dependen de un recurso natural con vida limitada, de forma que al ritmo de consumo actual pueden acabarse en un periodo de tiempo relativamente corto.

La energía fósil se obtiene a partir de la combustión de ciertas sustancias que proceden de restos vegetales y otros organismos vivos. (Villalba Hervás, 2015)

A continuación, se detalla el principio de funcionamiento de las energías no renovables:

2.3.2.1. Carbón

La combustión del carbón, además de energía, produce la emisión de sustancias contaminantes, provenientes de la materia mineral contenida del combustible, es fundamental un buen diseño de la caldera y un conocimiento de los mapas térmicos.

El principio de funcionamiento es a partir de la combustión (Altamirano, 2008) mediante un generador de vapor de alta presión y de alta temperatura.

2.3.2.2. Gas natural

Es una importante fuente de energía no renovable, formada por una mezcla de gases ligeros que se encuentra en yacimientos de petróleo o en depósitos de carbón, éste produce inferior CO₂ que otros combustibles como los derivados del petróleo, además es un combustible que se quema limpia y eficazmente.

2.3.2.3. Petróleo y sus derivados

Es el producto energético notable de todos los que empleamos, no solo como energía básica, sino como materia prima para la obtención de subproductos básicos para la industria. (Viloria, 2012) El principio para generar electricidad, se basa en el uso de restos fósiles.

2.3.2.4. Nuclear

Entre los combustibles limitados no renovables tenemos a los nucleares convencionales como el plutonio y al uranio.

Su funcionamiento se basa en la transformación del agua en vapor de alta presión, provocando el giro de una turbina, que está conectada a un generador eléctrico mediante el cual se transforma en energía eléctrica.

Entre sus principales ventajas tenemos:

- La producción continua de energía eléctrica.
- Ausencia de emisiones de gases de efecto invernadero, durante su funcionamiento. (Editorial Macro, 2015)

En la figura N° 2.4 podremos observar los distintos tipos de energías no renovables.

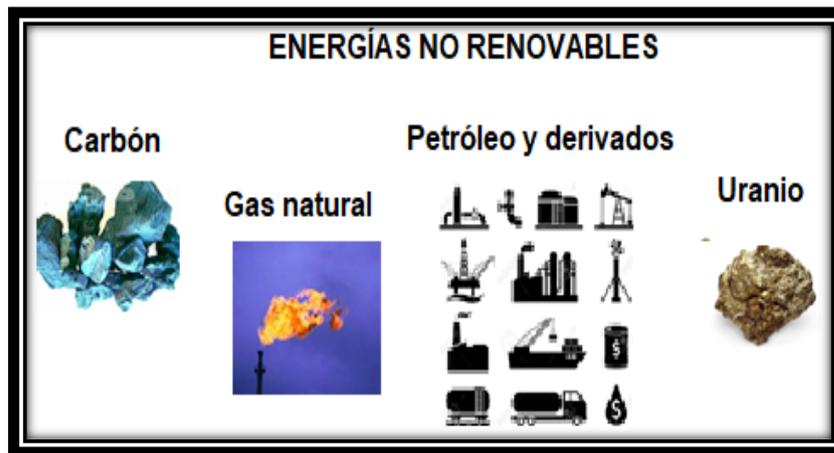


Figura 2. 4. Energías no renovables
Fuente: (Carta González, 2012).

2.4. Sistema eléctrico de potencia.

Para que las industrias de un país trabajen correctamente se debe tener un sistema eléctrico de potencia adecuado, es innegable resaltar la importancia que tiene la electricidad como forma de energía en la industria, así como en los hogares.

La producción de grandes cantidades de energía eléctrica, así como la transformación de las mismas y su transporte a largas distancias, es algo que impulsa el crecimiento de los procesos industriales.

Un sistema eléctrico de potencia corresponde al resultado de la producción de energía eléctrica en las centrales de generación térmicas e hidráulicas, y distribuidas hasta los centros de consumos (poblaciones grandes y pequeñas, sectores industriales, turísticos, comerciales, de la salud), entre otros, por lo que ante tal demanda es necesario generar electricidad bajo los parámetros de alta calidad y seguridad para el usuario. (Estrella Suárez, 2014).

Todo sistema eléctrico de un país dispone de producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. En la tabla N° 2.2, se muestra la función de cada uno de estos subsistemas.

Tabla 2. 2. Estructura del Sistema Eléctrico de un país.

Estructura del sistema eléctrico de un país		
Subsistema de producción	Subsistema de transmisión	Subsistema de distribución
Se encarga de generar la energía eléctrica	Comprende desde el centro de producción hasta las subestaciones de transformación	Se encarga de repartir la energía eléctrica a todos los consumidores

Fuente: (Carta González, 2012).

Como se muestra en la figura N° 2.5, se simplifica un esquema de la estructura del sistema eléctrico, donde constan las centrales generadoras de electricidad, como la solar (paneles solares), eólica (molinos de viento), plantas hidroeléctricas (agua) y termoeléctrica (combustibles fósiles).

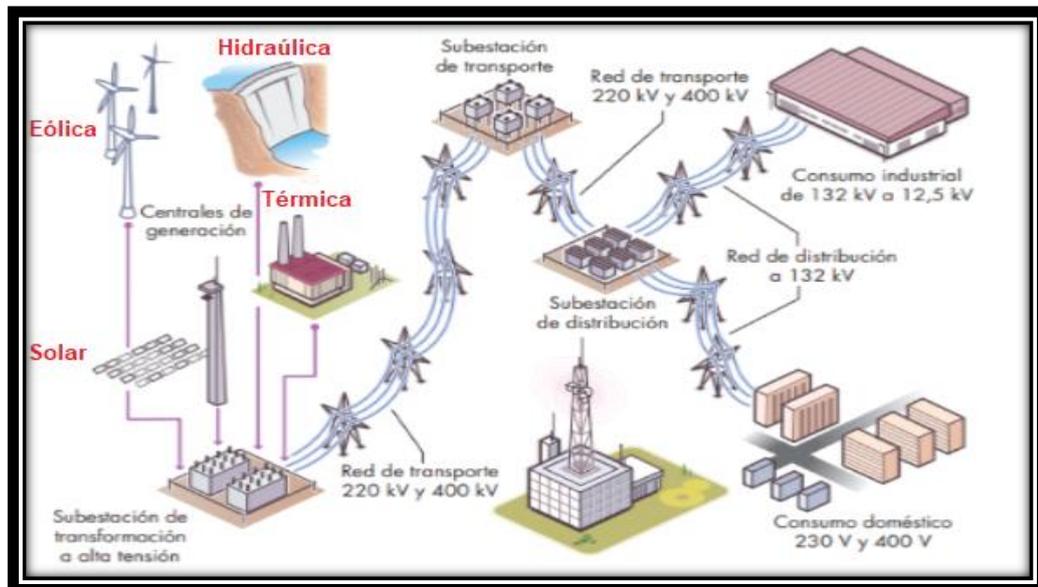


Figura 2. 5. Producción, transporte y distribución de energía eléctrica.
Fuente: (Carta González, 2012).

Las redes de distribución son una parte importante de los sistemas de potencia, considerando que toda la potencia generada se debe distribuir entre los usuarios, asumiendo que éstos están localizados en diferentes sectores de una manera dispersa dentro de una región o un país. Para cubrir toda esa demanda de manera eficiente, la generación se efectúa en bloques considerablemente grandes, por lo que se requiere contar con plantas de generación de alta capacidad y distribución convenientemente planificada para atender a todos los usuarios con cargas de diferentes capacidades. (Valdivieso, 2013).

Para que un sistema de potencia tenga una operación óptima del sistema, se requiere disponer de información de parámetros como demanda conectada, a cada sector proveedor, y la generación que se dispone en las mismas, entre otros aspectos, solo utilizando esta información de los parámetros es posible elaborar una programación para la distribución adecuada en las diferentes unidades de generación, de esta manera se podrá cumplir la demanda en cualquier momento que se requiera. (Ayala, 1998).

Lo fundamental de un sistema eléctrico de potencia es que exista un equilibrio permanente entre lo que significa la generación y la demanda sin importar la necesidad, ya que solo de esta manera será posible disponer de calidad y continuidad en el servicio de suministro considerando la tensión y la frecuencia.

2.5. Red eléctrica pública.

Es un conjunto de equipos que permiten energizar en forma segura y confiable un número determinado de cargas, en distintos niveles de tensión, ubicados generalmente en diferentes lugares.

Las redes de las empresas eléctricas tienen como punto de partida las denominadas subestaciones de distribución primaria, cuyo objetivo es el de reducir el voltaje desde el nivel de transporte al de alta tensión de distribución.

Las redes de alta tensión de distribución son llamadas comúnmente alimentadoras, las que pueden ser tanto aéreas como subterráneas, y que, a la vez, pueden alimentar directamente a clientes de gran consumo que cuentan con transformadores propios llamados clientes de alta tensión o bien, a sub redes por medio de transformadores de baja tensión de distribución, a las que se conectan clientes que poseen niveles de potencias bajos y medianos. (Sanclemente, 2010)

Las redes de distribución de energía eléctrica comprenden los niveles de alta, media y baja tensión y se clasifican en: Industriales, comerciales y residenciales.

2.5.1. Sistema de distribución industrial

Comprenden los grandes consumidores de energía eléctrica, tales como las industrias del acero, químicas, entre otros, generalmente reciben el suministro eléctrico en alta tensión, es decir para voltajes en el punto de entrega mayor a 40 KV y hasta 138 KV. (Sanclemente, 2010)

2.5.2. Sistema de distribución comercial

Comprende a los consumidores de complejos comerciales, tales como bancos, supermercados, hospitales, entre otros, que generalmente reciben el suministro eléctrico en media tensión, es decir para voltajes en el punto de entrega entre 600 V y 40 KV.(Sanclemente, 2010)

2.5.3. Sistema de distribución residencial

Distribuye de energía eléctrica a poblaciones y centros urbanos de gran consumo, pero con una densidad de cargas pequeñas, generalmente reciben el suministro en el punto de entrega inferiores a 600 V.(Sanclemente, 2010)

2.6. Elementos para la red eléctrica pública

Es la parte fundamental para suministrar de energía eléctrica desde la subestación de distribución hasta los usuarios finales, entre los elementos que conforman las redes eléctricas públicas tenemos:

2.6.1. Postes

También conocidos como elementos de montaje, deben cumplir con pruebas mecánicas tales como: La carga que representa el viento, deben resistir la acción corrosiva de los agentes atmosféricos y también poco pesados para facilitar el transporte, su instalación o su sustitución, pueden tener distintas formas de acuerdo a su aplicación y, desde el punto de vista del material, pueden estar contruidos de:

- **Acero.** – Son usados por sus propiedades mecánicas, cuando se emplean en ambientes corrosivos.

- **Hormigón armado.** - Tienen la ventaja de tener una larga duración sin requerir de mantenimiento.
- **Aluminio.** - Reduce la dificultad descriptiva, no requieren de mantenimiento, una de las desventajas es su costo en comparación con los antes descritos. Su utilización se ve reflejada en los diferentes tipos de alumbrados de las ciudades, y del soporte de las redes eléctricas. (Inen, 2018)



Figura 2. 6. Poste para tendido eléctrico
Fuente: (Inen, 2018)

2.6.2. Aisladores

Su principal funcionamiento es la de soportar los conductores eléctricos brindando apoyo mecánico, además de constar con el aislamiento eléctrico entre los conductores y su estructura. Por lo general, los aisladores para redes aéreas son de vidrio o de porcelana. A continuación, se describen los tres tipos de aisladores que normalmente se utilizan:

2.6.2.1. Aislador tipo tensor

Este tipo de aislador es construido típicamente de porcelana, es de forma cilíndrica con dos agujeros y ranuras transversales, se utiliza como soporte aislador entre el poste y el suelo, para tensar líneas aéreas y estructuras de distribución. (Cruz, 2014)

2.6.2.2. Aislador tipo pin

Su utilización es aplicable en las redes de distribución en las estructuras de paso para soportar los conductores. Se ubican encima de las crucetas y en su interior tienen un orificio roscado que permite su adhesión a ellas y sobre sí mismos pasa el conductor. (Cruz, 2014)

2.6.2.3. Aislador tipo suspensión

También llamado de disco, proporcionan soporte mecánico a los conductores en líneas de transmisión de energía, donde estos van suspendidos del aislador. Están diseñados para ser acoplados a más aisladores y formar así una cadena cuya longitud será determinada por el nivel de tensión. (Cruz, 2014)



*Figura 2. 7. Tipos de Aisladores
Fuente: (Maderplast, 2019)*

2.6.3. Crucetas

Su principal utilización es la de soportar los conductores que van sobre los postes, éstas son construidas con perfiles de acero galvanizado, unidos mediante pernos. Los tipos más conocidos de crucetas son las de tipo bóveda, utilizadas para suspensión, y las rectas cuya aplicación fundamental es el amarre. (Estrella Suárez, 2014).

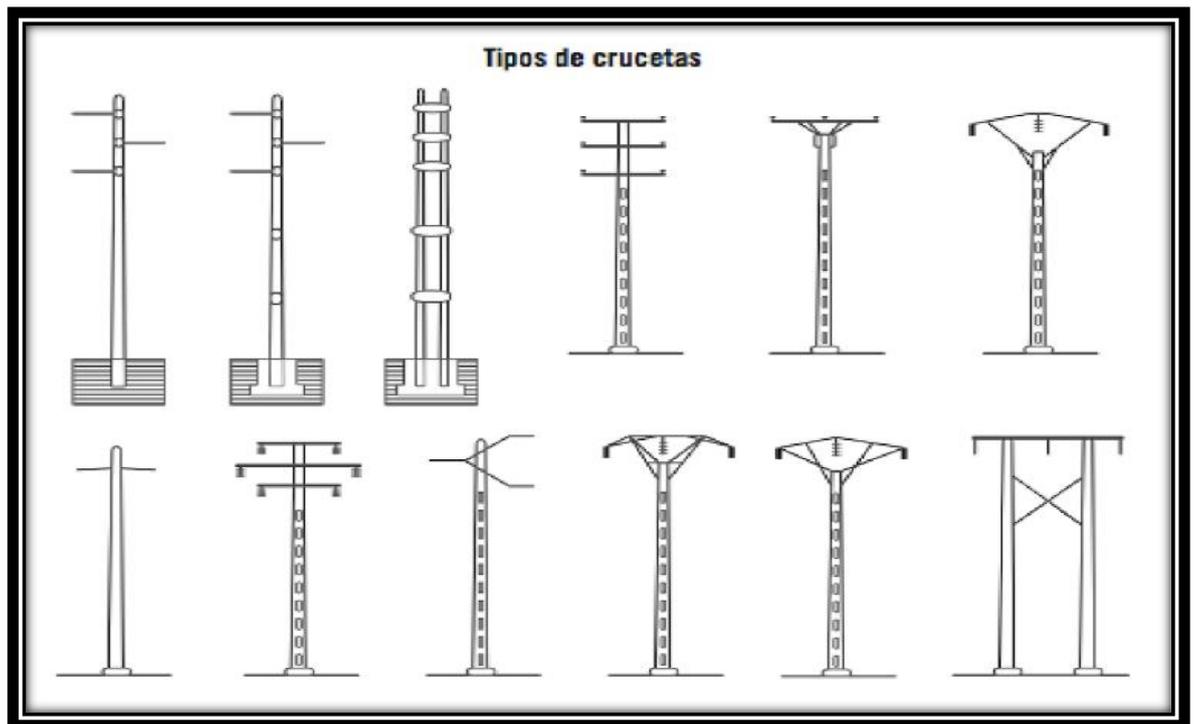


Figura 2. 8. Tipos de crucetas
Fuente: (González, 2013)

2.6.4. Transformador eléctrico

Es un dispositivo estático que consta de uno o más devanados, con o sin núcleo magnético para introducir un acoplamiento mutuo entre circuitos eléctricos, permiten modificar la potencia eléctrica con un determinado valor de tensión.

Los transformadores tienen su uso muy extenso en los sistemas eléctricos de transmisión y distribución de energía eléctrica, cuando se requiere transportar energías desde las centrales eléctricas hacia los centros de consumo. (López & Palau, 2017)

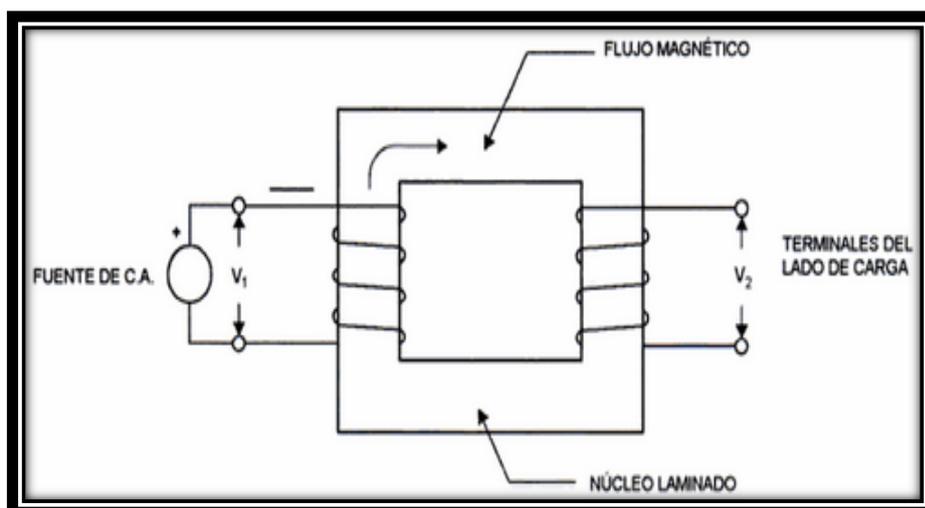


Figura 2. 9. Esquema básico de un transformador
Fuente: (Harper, 2005)

Su principio de funcionamiento se basa en que la potencia que ingresa al equipo debe de ser igual a la que sale, aunque en la realidad puede tener pequeñas pérdidas por transformación. Cuando se emplean transformadores monofásicos y trifásicos deben estar protegidos por cortocircuitos, fusible y pararrayos tipo válvula. (Estrella Suárez, 2014)

A continuación, se detallan los tipos de transformadores:

2.6.4.1. Transformadores de distribución

Reducen la tensión de subtransmisión a tensiones aplicables en zonas de consumo. (Pérez, 2001) tales como residencias, edificios entre otros; por lo general, su montaje es en postes.

Según las condiciones de servicio se pueden clasificar de la siguiente manera:

2.6.4.2. Transformadores monofásicos

Básicamente formados por un núcleo compuesto de láminas de hierro y dos bobinados, denominados primario y secundario. Su principio de funcionamiento se basa en la acción mutua entre fenómenos eléctricos y magnéticos, y no contienen partes móviles. (López & Palau, 2017).

Estos transformadores suministran el voltaje adecuado al usuario final y están conformados por los de tipo poste convencionales y tipo poste auto protegidos.

- **Tipo convencionales**

Su aplicación es la distribución de la energía eléctrica, disminuyendo el voltaje de las líneas de transmisión en media tensión a los niveles de baja tensión para uso residencial o industrial, usualmente se utiliza aceite mineral como aislante.(López & Palau, 2017)

- **Tipo autoprotegidos**

Su utilización es en cargas de servicios residenciales y donde la Distribuidora de energía eléctrica requiera un control de la carga.

Desde su diseño, comprende elementos de protección contra sobretensiones, sobrecargas y elementos para aislarlo de la red en caso de fallas internas o externas, se fabrican desde los 10 hasta los 75 KVA monofásicos. (López & Palau, 2017)

2.6.4.3.Transformadores trifásicos

Son conectados a las tres fases y pueden estar o no conectados a un neutro común o tierra. Estos transformadores tienen tres devanados de alta y tres de baja tensión; conformados por los siguientes tipos de transformadores trifásicos:(López & Palau, 2017)

- **Tipo subestación**

Está diseñado para operar bajo techo o a la intemperie. Se utiliza para proporcionar energía eléctrica en edificios, e instalaciones que necesitan un elevado grado de seguridad. Permiten ser instalados cerca de los centros de consumo, minimizando la pérdida de potencia y los costos de instalación. Pueden ser sumergidos en aceite aislante o en fluido incombustible de silicona. (Benitez, 2014) en la figura N° 2.10 se observa un modelo.

- **Tipo sumergible**

Se los destina para instalarse en cámaras subterráneas, donde es posible trabajar bajo inmersión ocasional con agua, podrán estar sumergidos hasta 12 horas, sin que se presenten filtraciones, debido a que son totalmente compactos y presentan características resistentes a ambientes corrosivos, están compuestos de aceite mineral o vegetal. (Benitez, 2014)

- **Tipo pedestal**

También conocido con pad mounted, diseñado para proveer servicio eléctrico en sistemas de distribución subterráneos y para ser instalados al exterior de zonas residenciales. (López & Palau, 2017)

- **Tipo seco**

Se utilizan para reducir las tensiones de distribución suministradas por la Distribuidora de energía eléctrica a niveles de baja tensión, son ideales para su aplicación en áreas administrativas o industriales, porque pueden ser ubicados cerca del punto de utilización de la potencia, lo cual permitirá optimizar el sistema de diseño. (López & Palau, 2017)

- **Auto transformador**

Es un aparato que funciona en forma semejante al transformador, sólo que la transferencia de energía se hace por inducción magnética y conducción eléctrica, debido que los devanados están unidos eléctricamente.



Figura 2. 10. Transformador de potencia
Fuente: Granizo Ruiz, Hernán

2.7. Redes de media tensión

Corresponde a aquella que transporta 13.8 KV y suministra a los usuarios que la requieren en concordancia con la carga que tienen. Este tipo de redes no sobrepasa los 25 KM. y generalmente se distribuye a usuarios industriales mediante un sistema. (Sánchez, 2012). Una red de media tensión (MT), es el conjunto de instalaciones de distribución con tensión nominal comprendida entre 1 KV y 36 KV (MEE, 2002).

El Distribuidor suministrará el servicio eléctrico a nivel de media tensión en los siguientes casos:

- a) Sistema Monofásico a $13,800/\sqrt{3}$ voltios, cuando la demanda del predio sea mayor a 30 kW y menor a 90 KW y su capacidad total instalada no exceda de 100 KVA monofásico.
- b) Sistema Trifásico a 13,800 V, cuando la demanda trifásica del predio sea mayor a 30 kW y menor a 1,000 KW. (Natsim, 2012)

Las redes de distribución en áreas urbanas para media tensión se instalan conforme a la infraestructura existente, situación que debe ser tomada en cuenta con el propósito de establecer el punto de conexión. En las zonas urbanas con muchos árboles o donde se necesite compactar la red para apearse a las normativas locales en cuanto a distancias de seguridad, se empleará red cubierta con sus respectivos herrajes (CENS , 2016).

2.8. Sistema de puesta a tierra

En todo circuito eléctrico es imprescindible tener en cuenta las normas de seguridades eléctricas, considerando que toda estructura pueda estar en contacto con el ser humano, el potencial eléctrico debe ser igual a cero o también conocido como “Tierra”, con el propósito de que, al existir alguna descarga eléctrica o accidente de trabajo eléctrico, no se vea afectado algún ser humano ni las instalaciones.(Quezada, 2017)

2.9. Pararrayos

Las instalaciones donde se encuentran montados los transformadores (Subestaciones) están sujetas a sobre voltajes debidos a descargas atmosféricas, maniobras o a fallas en los circuitos del sistema al cual el transformador está conectado.

Los pararrayos son los principales medios para proteger no solo al transformador, sino a los demás equipos contra dicho sobre voltajes. (Barrios & Loor, 2011)

Estos elementos de protección están divididos en tres clasificaciones.

- Tipo subestación (684 KV)
- Intermedios (hasta 120 KV)
- Tipo distribución (hasta 30 KV)



Figura 2. 11. Funcionamiento del pararrayo
Fuente: (Youbioit , 2017)

Siendo los de tipo subestación, los que representan mayor protección y costo. El tipo de pararrayo más utilizado es el tipo válvula.

2.10. Redes de baja tensión

Son aquellas que proporcionan energía a los usuarios finales, utilizando una red secundaria destinada para el uso en viviendas, áreas comerciales o edificios. Su longitud máxima de recorrido es de 1 KM desde su conexión. (Barrero, 2004). La red de Baja tensión (BT), corresponde al conjunto de instalaciones de distribución con tensión nominal hasta 1 KV (MEE, 2002).

El Distribuidor proporcionará el servicio eléctrico a nivel de baja tensión en los siguientes segmentos:

a) Sistema Monofásico:

120 Voltios – 2 hilos monofásicos. Para demandas hasta 3 kW.

120/240 Voltios - 3 hilos monofásico. Para demandas hasta 30 kW.

120/208 Voltios - 3 hilos monofásico. Para demandas hasta 30 kW en los sectores donde se disponga de un sistema trifásico a 120/208 V. (Natsim, 2012)

b) Sistema Trifásico

120/240 Voltios - triángulo 4 hilos trifásico con neutro bien aterrizado. Para cargas trifásicas mayores a 4 kW.

120/208 Voltios - estrella 4 hilos trifásico con neutro sólidamente aterrizado. Para condiciones similares a las descritas en el literal anterior. Las cargas monofásicas deben ser balanceadas entre las fases. (Natsim, 2012)

Las mediciones en baja tensión se efectuarán en forma directa utilizando medidores auto contenidos tipo socket y en forma directa utilizando transformadores de medición.



Figura 2. 12. Revisión técnica del medidor
Fuente: (EPM, 2018)

2.11. Cuartos de transformación

Si la demanda total de cuarto inmueble excede los 30 KW, se deberá habilitar un cuarto el mismo que será destinado para alojar uno o un banco de transformadores particulares, siendo el usuario final el que provea sus respectivos equipos de protección y accesorios.

El cuarto de transformadores estará ubicado a nivel de la planta baja del inmueble, en un sitio con fácil y libre acceso desde la vía pública. (Natsim, 2012)

2.11.1. Características constructivas

Éste será construido con paredes de hormigón o de mampostería y columnas de hormigón armado, la losa estará ubicada a una altura mínima de 2.5 M. diseñada para soportar una carga máxima de acuerdo a su utilización.

Para evitar la corrosión de la base de los transformadores, se deberá construir sobre el piso una base de hormigón de 10 cm de espesor, diseñada para soportar los transformadores.

El cuarto deberá contar con una ventilación adecuada que no exceda los 40° C, y la puerta de entrada tendrá dimensiones mínimas de 2.00 metros por 1.00 metros de ancho construida en plancha metálica de 1/16” de espesor. (Natsim, 2012)

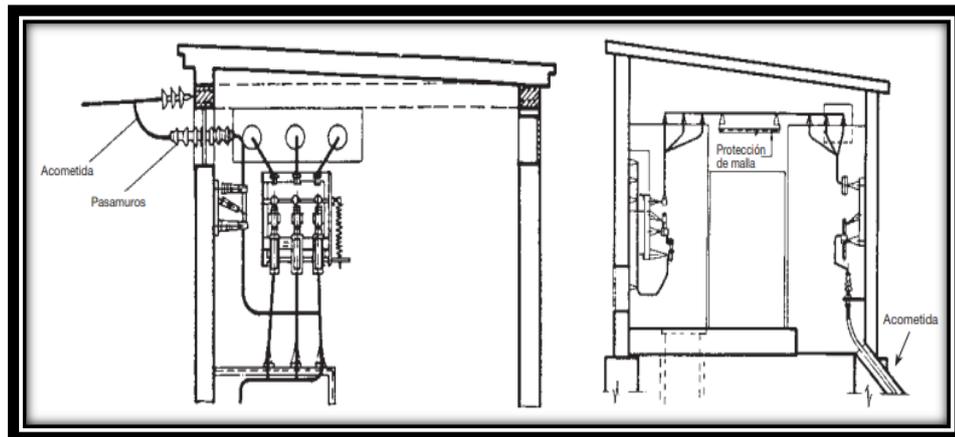
En la tabla N° 2.3. se especifican las dimensiones del cuarto de acuerdo a la capacidad de los transformadores trifásicos.

Tabla 2. 3. Dimensiones del cuarto según su capacidad

Dimensiones del cuarto	Capacidad transformadores trifásicos
2.5 x 2.5 m	Hasta 100 KVA (1 solo transformador)
3 x 2.5 m	Hasta 150 KVA (1 solo transformador)
3 x 3 m	Hasta 300 KVA (1 solo transformador)
3.5 x 3.5	Hasta 750 KVA (1 solo transformador)
4 x 4 m	Hasta 1000 KVA (1 solo transformador)

Fuente: (Natsim, 2012)

En la figura N°2.13, se describe un cuarto de transformación según su acometida:



*Figura 2. 13. Cuarto de transformación según su tipo de acometida.
Fuente: (MHE, 2015)*

La estructura del cuarto debe contar con una ventilación adecuada dispuesta en la edificación de tal forma que se reduzca el calentamiento del transformador, permitiendo que de esta manera este puede trabajar al máximo de su aprovechamiento. Lo recomendable es que el sistema de ventilación del transformador sea natural, formado por dos rejillas laterales para el ingreso de aire del exterior y una rejilla perimetral en la parte superior, para la salida del aire caliente del interior. (Hernández, 2011)

2.12. Generación de energía eléctrica con motores a diésel

Se caracteriza por utilizar la compresión para la ignición, es decir que es un motor de combustión interna. No requiere una ignición artificial, como sería el caso de por ejemplo bujías para la combustión. Cuando se comprime el aire dentro del cilindro por la carrera de compresión del pistón, hay un aumento de la temperatura lo que resulta suficiente para la inflamación del combustible inyectado. (Cáceres, 2015)

Los motores diésel convencionales se basan en la ignición por compresión de un chorro de combustible líquido atomizado mismo que se inyecta en la cámara o pre cámara de compresión de un motor de movimiento alternativo tomando en cuenta la compresión, en el interior del cilindro hacia el final de la carrera de compresión se encuentra a alta temperatura y alta presión lo que trae como resultado en el momento de la inyección de la combustión del combustible en el momento de la inyección (Montaño, 2016)

En su aplicación en la generación eléctrica, se debe a la forma de conversión práctica de la energía del combustible en electricidad eficiente, tal es el caso que cada vez hay un mayor porcentaje de eficiencia, ello es un contraste con el precio debido a su valor. (Montaño, 2016)



Figura 2. 14. Motor generador eléctrico a diésel
Fuente: Granizo Ruiz, Hernán

Este tipo de motores producen niveles de ruido elevados, entendiéndose como ruido industrial al sonido continuo en un determinado período de tiempo analizado, ocasionado por instalaciones mecánicas estacionarias en áreas de producción. Comprende el sonido de turbinas, motores, bombas de extracción o impulsión, hornos, compresores, calderas, ductos, escapes de vapor o gases, ventiladores, y otros. (Leizán, Cervantes, Melchor, Medina, & Cisnero, 2010)

Las partículas que emiten los gases de los motores a diésel son de naturaleza y toxicidad muy particular, porque contienen compuestos reconocidos como cancerígenos. Las partículas de carbón emitidas al ambiente por estos motores, son de diámetro inferior a $0,1 \mu\text{m}$ y adsorben en su superficie otros hidrocarburos que se originan en los líquidos condensados, así como sulfatos por el contenido de azufre del combustible. Considerando posibles aglomeraciones de las partículas, no se llegan a alcanzar diámetros superiores a los $0,8 \mu\text{m}$, es decir, ultra fina y respirable. (INSHT, 2013)

2.13. Transferencia eléctrica

Un sistema eléctrico industrial tiene la posibilidad de conectarse a la red pública y a sistemas independientes de autogeneración. Estos últimos están destinados a proporcionar energía a instalaciones eléctricas en forma independiente de la red pública o en combinación con ésta, ya sea en situaciones normales o en casos de emergencia, por lo que entrarán en operación “cuando la energía de la red pública no esté disponible, se requerirá para la entrada en servicio de un sistema de partida y un sistema de transferencia, que pueden ser de accionamiento manual o automático” (SEC , 2003). Se entiende por transferencia al proceso de traspaso de carga desde la red pública al sistema de autogeneración o viceversa.

Para la transferencia eléctrica es necesario la implementación de un tablero de control y transferencia el mismo permite el funcionamiento continuo de la industria de forma automática, es el encargado de alternar entre la energización de la Distribuidora y el generador para suplir una carga definida, así como monitorear los distintos parámetros del generador para proteger el equipo, además de controlar su operación.

La característica principal de la instalación auxiliar es que ésta debe complementarse a la instalación eléctrica normal de la industria para establecer los circuitos derivados de emergencia. Estos circuitos de emergencia deben funcionar inicialmente conectados a la red de energía normal, pero cuando ocurre una falla que provoque la interrupción de energía eléctrica, ésta debe estar prevista para recibir energía eléctrica de fuentes independientes como el generador. (Santander, 2017)

2.14. Factor de potencia

Es la relación entre la potencia activa (KW) y la potencia aparente (KVA), determinada en el sistema o en uno de sus componentes, a continuación, se indica su fórmula:

$$\mathbf{Cos\varnothing = \frac{Potencia\ activa}{Potencia\ aparente}}$$

Para los sistemas de distribución se fija un valor mínimo de 0.92 para el factor de potencia, de contar con un valor inferior a éste, se deberá corregir por cuenta del usuario.

El factor de potencia se corrige mediante la instalación de bancos de condensadores en las acometidas de los usuarios cuyas cargas así lo requieran, o en los circuitos primarios. Es importante calcular correctamente los KVAR a compensar y la ubicación de los condensadores dentro del sistema. (Castaño, 2004)

De acuerdo a lo estipulado en el pliego tarifario emitido por el Arconel, se penalizarán a los clientes que tengan un factor potencia (F.P.) igual o inferior a 0.92 y cuando el valor medio del factor potencia sea inferior a 0.60 la Distribuidora, previa notificación, podrá suspender el servicio público de energía eléctrica hasta que el consumidor adecue sus instalaciones a fin de superar dicho límite, en la figura N° 2.15 observamos un tablero que contiene un capacitor para la corrección del factor de potencia.



Figura 2. 15. Banco de capacitores
Fuente: (OLIDE, 2016)

Estos equipos, en sus mejores versiones “permiten comunicar, a un sistema que supervisa, ciertos parámetros eléctricos como: tiempo de funcionamiento, el valor del FP, las entradas y salidas de los pasos, tensiones, las corrientes, entre otros” (Yero & Rodriguez, 2018)

Cada banco está diseñado para contener un cierto “número de capacitores colocados en el mismo gabinete (contenedor). Los capacitores pueden ser ordenados en grupos en paralelo y conmutados con contactores” (Espinoza & Pérez, 2015)

2.15. Analizador de redes eléctrico

Este equipo está enfocado principalmente para ser utilizado como una herramienta para el estudio de las alteraciones de calidad de la energía en sistemas eléctricos, tales como: Alteraciones de las variaciones de voltaje y relación con la conexión a tierra en los equipos sensibles, análisis de las armónicas y sus efectos, variaciones alteradas de los transitorios de voltaje, aplicación de capacitores en los sistemas eléctricos. (López & Esparza, 2003) en la figura N° 2.16 podemos observar el analizador.



*Figura 2. 16. Analizador de redes eléctrico AEMC 8335
Fuente: Granizo Ruiz Hernán*

Obteniendo formas de ondas instantáneas de las principales características de una red eléctrica y también monitorear sus variaciones en el tiempo, a continuación, se detallan sus características:

- Medición de voltajes RMS
- Mediciones de corrientes RMS
- Medición de frecuencia

- Cálculo de corriente neutro en configuraciones Y
- Cálculo de factor K en transformadores
- Medición de la potencia activa reactiva, aparente
- Cálculo del factor de potencia

2.15.1. Funciones de los controles

La figura N° 2.17 se detalla el funcionamiento de los controles de analizador de redes AEMC 3945 para su aplicación.

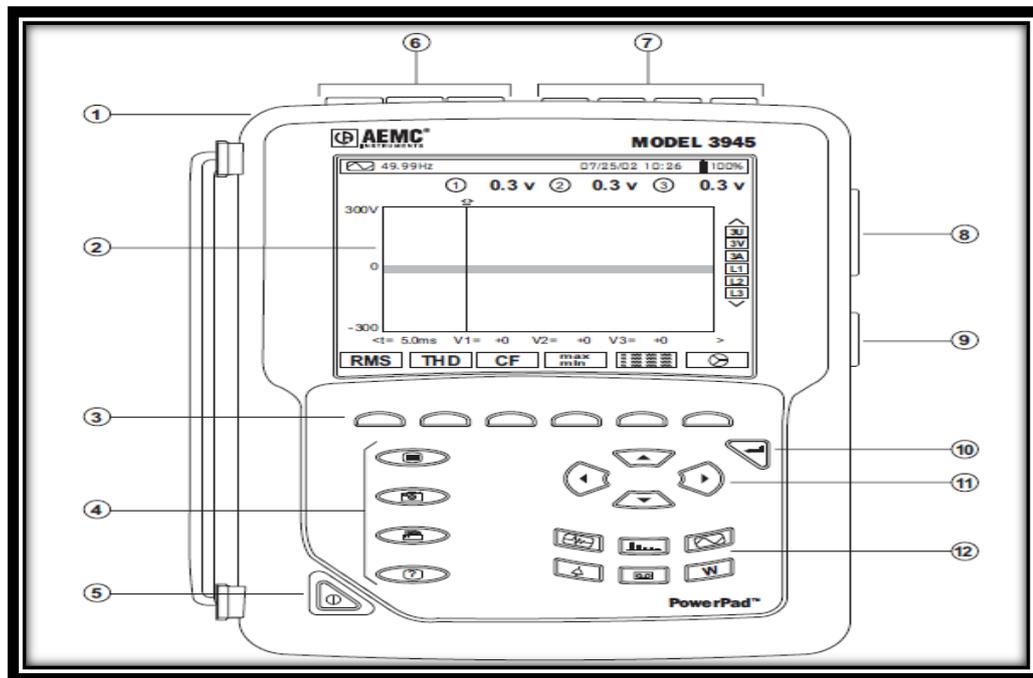


Figura 2. 17. Funciones de los controles del analizador
Fuente: AEMC, 2006)

1. Caja protectora moldeada
2. Pantalla LCD en color con presentación gráfica de parámetros del sistema y mediciones.
3. Seis (6) botones de funciones para cambiar el modo de presentación.
4. Cuatro (4) botones de funciones que permiten al usuario, acceder a los parámetros de ajuste, tomar una instantánea de la pantalla actual, imprimir los resultados y obtener ayuda sobre la función actual.
5. Botón de encendido

6. Tres (3) entradas de corriente en la cubierta del instrumento
7. Cuatro (4) entradas de voltajes
8. Salida ópticamente aislada bidireccional RS-232 para la transferencia de datos a un PC.
9. Alimentación de línea C.A.
10. Botón de ingreso
11. Cuatro botones que permiten el movimiento del cursor.
12. Botones que permiten el acceso a los seis (6) modos de presentación.

2.15.2. Display del analizador

La figura N° 2.18 detalla las diversas funcionalidades que el display del analizador de redes permite visualizar para una mejor optimización de los análisis.

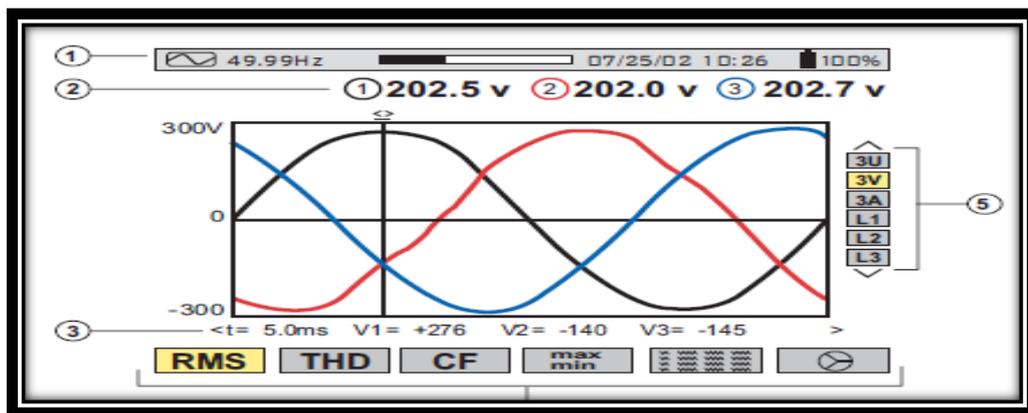


Figura 2. 18. Display del analizador de redes
Fuente: AEMC, 2006)

1. Barra superior del display indica el símbolo de ensayo, su frecuencia, capacidad de memoria, fecha y hora actual y el estado de la carga de la batería.
2. Valores RMS medidos asociados a las formas de onda.
3. Valores de las señales en un instante “t”.
4. Selección de la medición:
 - RMS (Medición del valor efectivo)
 - THD (Distorsión armónica total)
 - CF (Factor de cresta)
 - Max/min (Valores máximo y mínimo)

Presentación simultánea de las diferentes mediciones.

Diagrama fasorial.

5. Selección de la forma de onda a presentar.

2.15.3. Puesta en marcha

A continuación, se detallarán los pasos para la puesta en marcha del analizador de redes:

1. El instrumento comenzará a funcionar presionando el botón de encendido, tendrá una carga de duración de 4 horas, y si no está conectado el adaptador de carga se apagará.
2. Después de comprobar el software, se visualiza la pantalla de inicio y aparece la versión del software, así como su número de serie.

2.15.4. Configuración

Para su configuración se deberá presionar el botón que simboliza una llave, y las teclas direccionales para seleccionar el parámetro a modificarse, tal como se muestra en la figura N° 2.19.

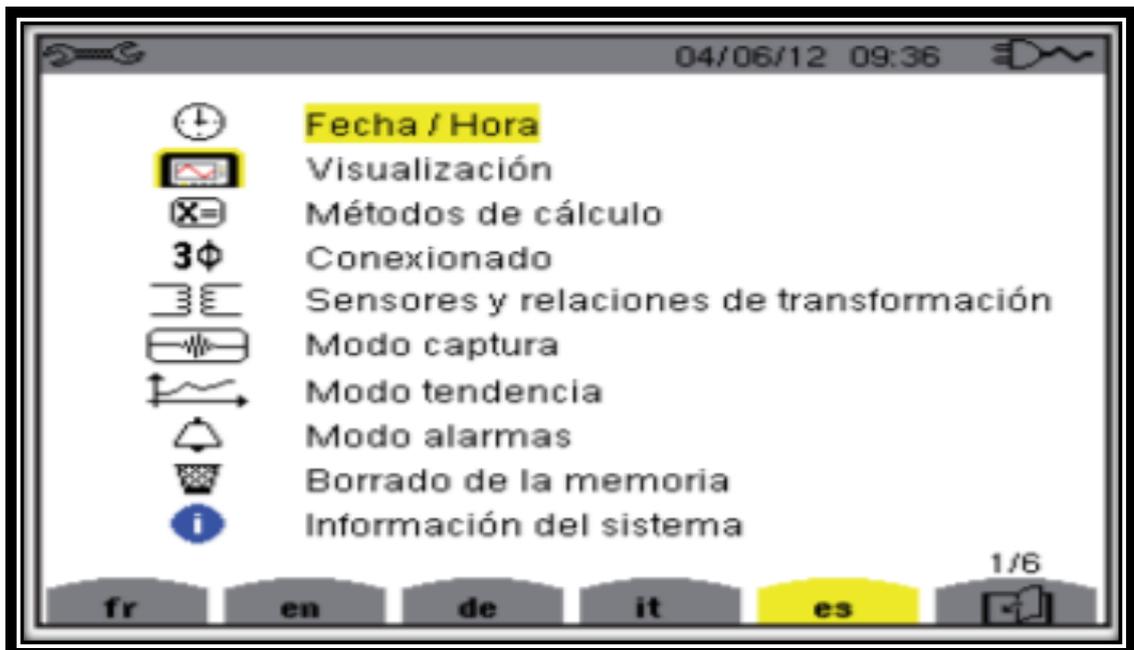


Figura 2. 19. Configuración del analizador de redes
Fuente: AEMC, 2006)

Posteriormente, se deberán adaptarse a cada medida los siguientes parámetros, a continuación, se detallan los utilizados frecuentemente:

- Definir el método de cálculo
- Seleccionar el sistema de distribución (monofásico a trifásico), así como el método de conexión.
- Según el tipo de sensor de corriente
- Programar los niveles de tensión
- Definir los valores a registrar

2.15.5. Instalación de conductores

Los conductores van conectados en el lado lateral del analizador, los conductores de tensión y de corriente deben estar debidamente codificados para que no exista confusión en la instalación, al utilizar el tipo de pinzas C se debe modificar la relación de corriente de su transformación, en los sensores de voltaje se debe tomar en consideración de que exista un buen punto de contacto, ya que puede ocasionar perturbaciones en los registros.

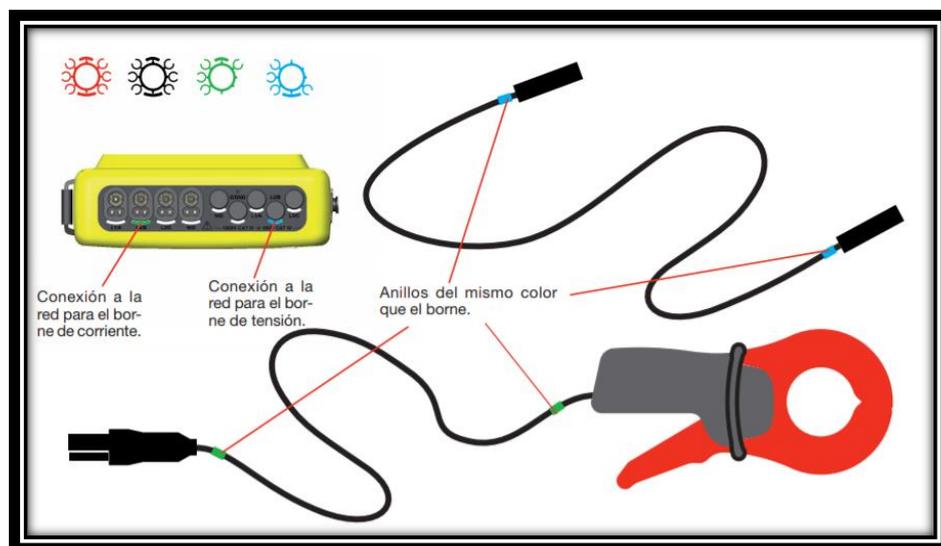


Figura 2. 20. Conexión de sensores en el analizador
Fuente: AEMC, 2006)

Para realizar una medida, se debe programar lo siguiente:

- El método de cálculo
- La conexión

- Rangos en los sensores

Los sensores de voltaje y de corriente se conectan al equipo analizador de redes en fase, en conformidad con los esquemas detallados en la opción de Conexionado, se analizará que tipo de conexión es la ideal.

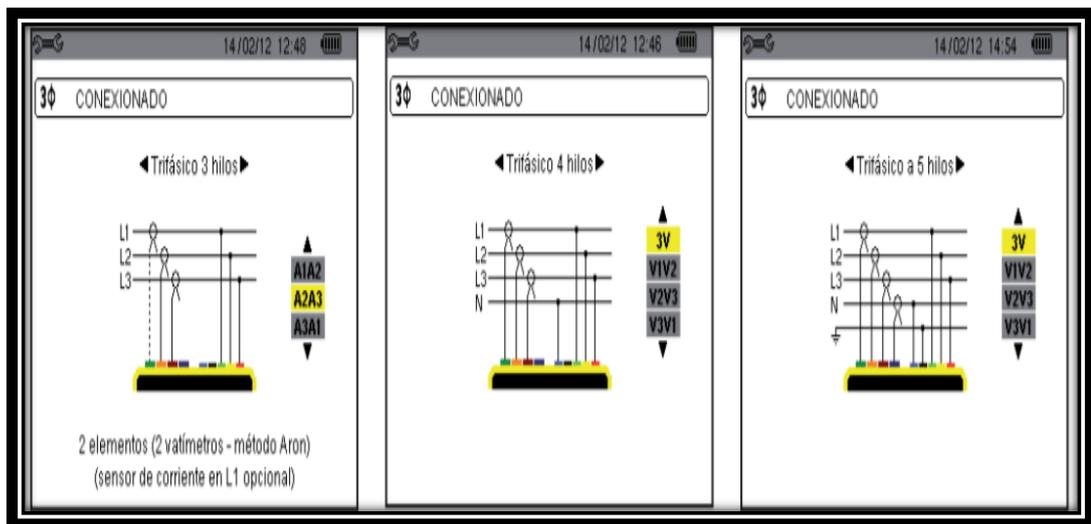


Figura 2. 21. Configuración del conexionado según su carga
Fuente: AEMC, 2006)

2.15.6. Procedimiento de conexión.

Para el correcto funcionamiento del equipo se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Verifique los niveles de voltaje en el circuito eléctrico.
- Configure el instrumento en función del análisis solicitado.
- Conecte los sensores de tierra y neutro a la red.
- Conecte los sensores de voltaje y de corriente al instrumento debidamente en fase.
- Revise las distintas selecciones del equipo y corrobore con un equipo adicional los valores de voltaje y corriente, para determinar su correcto funcionamiento.
- Programe el equipo de acuerdo al tiempo requerido para su análisis.

Para la desconexión se deberá proceder de manera inversa al orden antes descrito, desconecte los cables y apague el equipo.

Para la descarga de información se la deberá realizar mediante el programa Power pad el mismo que se lo podrá descargar con el modelo y serie del equipo en internet.



Figura 2. 22. Instalación del analizador de redes eléctrico
Fuente: Granizo Ruiz, Hernán

CAPÍTULO 3

ESTUDIO Y DISEÑO ELÉCTRICO

3.1. Datos generales de la cantera Luzagui.

Es una empresa que provee agregados pétreos, materiales de construcción, suministro, logística, asistencia técnica y servicio de primera calidad para desarrollar todo tipo de proyectos de construcción.

Entre los productos que ofrece la constructora Luzagui se destacan los siguientes minerales como: Piedra, cisco, doble riego, arena, piedra base, piedra bola, cascajo fino, cascajo mediano, cascajo grueso, asfalto y hormigón de alta resistencia, bajo diseños específicos, además del alquiler de equipo caminero y obras civiles de infraestructura.

Cuentan con el servicio de extracción y dragado de arenas para la industria, arenas para la construcción, ripio y gravilla.

En la constructora se destaca la amplia experiencia en la venta de material pétreo, de hormigón y asfalto, así como la experiencia en proveer material para proyectos dedicados a represas hidroeléctricas, ampliaciones de vías y construcciones de parques.

Posteriormente la constructora tendrá un grupo de profesionales calificados dedicados a los proyectos de ingeniería civil, eléctrica y arquitectura para satisfacer las necesidades en el ámbito de la construcción.

La misión de la constructora es ser una empresa productora de agregados preferida por los clientes y proveedores principales en todos los mercados.

La visión es ser una compañía por excelencia en la producción y suministro de agregados de calidad para la industria de la construcción y desarrollo de proyectos.



*Figura 3. 1. Letrero de constructora Luzagui
Fuente: Granizo Ruiz, Hernán*

3.2. Ubicación y localización de la cantera Luzagui.

3.2.1. Ubicación.

La cantera Luzagui se encuentra ubicada en el Km. 8 de la vía al cantón Salitre en la provincia del Guayas, en la figura N° 3.2 observamos una panorámica.



*Figura 3. 2. Vista panorámica de la cantera Luzagui
Fuente: Granizo Ruiz, Hernán*

3.2.2. Localización geo referencial de la cantera Luzagui.

Mediante un equipo GPS portátil, se pudo establecer las coordenadas geo referenciales del ingreso a la cantera y de la explotación de los agregados, las mismas que se detallan en la tabla N° 3.1.

Tabla 3. 1. Coordenadas UTM - Cantera Luzagui

Coordenadas (UTM) Cantera Luzagui			
Punto	X metros - Este	Y metros - Norte	Ubicación
Inicio	625.282,39	9'779.270,37	Ingreso a la cantera
Final	625.176,08	9'779,299,03	Explotación de agregados

Fuente: Granizo Ruiz, Hernán

En la figura N° 3.3 se visualiza la ubicación satelital de la cantera Luzagui, mediante las coordenadas obtenidas.



Figura 3. 3. Ubicación satelital de la cantera Luzagui
Fuente: Google Earth

3.3. Situación energética actual de la cantera

En la cantera Luzagui se encuentran instalados cuatro generadores eléctricos junto a cada sector de producción laboral, en la tabla N°3.2 se detallan sus capacidades y su utilización.

Tabla 3. 2. Generadores eléctricos instalados en la cantera Luzagui

Generador N°	Marca	Capacidad (KW)	Voltaje (V)	Utilización
1	Kohler	450	480	Trituradora secundaria y terciaria
2	Caterpillar	276	480	Trituradora primaria
3	Caterpillar	320	480	Máquina de asfalto
4	Volvo	323	480	Trituradora alterna

Fuente: Granizo Ruiz, Hernán

Desde su inicio en la actividad comercial, ha sido suministrada mediante este tipo de matriz energética, debido a que en el sector no existían redes eléctricas. Actualmente existe instalado una red primaria trifásica para energizar a un cliente llamado Hormilitoral que se encuentra junto a la cantera.

Debido al cambio de matriz energética que se ha implementado en nuestro país, es imprescindible el cambio de la auto transformación a la conexión de la red eléctrica pública, aprovechando así la capacidad energética del país, reduciríamos la emisión de gases contaminantes que afectan al medio ambiente y a la salud de los empleados.

3.4. Levantamiento de la información técnica

Se procedió a recopilar datos e información actual del sistema eléctrico, con el propósito de identificar los problemas existentes, mediante la técnica de la observación y de los requerimientos por parte del personal administrativo – técnico de la cantera. Detectando ciertas falencias como:

1. Debido al proceso industrial, los motores soportan gran cantidad de polvo y agua ocasionando una afectación en su funcionamiento.
2. El mantenimiento de los mismos, solo se lo aplica de manera correctiva.

3. El ruido que genera los generadores provocan problemas auditivos y se imposibilita la comunicación entre los trabajadores en la zona de producción, ya que así se minimizarían los riesgos laborales.

A continuación, se detalla la carga instalada para cada sector laboral, que provee de suministro eléctrico cada generador, especificando su potencia (HP) y sus voltajes de operación.

Tabla 3. 3. Generador para trituradora secundaria y terciaria.

GENERADOR N°1 - CARGA INSTALADA				
Cantidad	Descripción	Potencia (HP)	Voltaje	KW
1	Motor Zaranda	50	440	37,3
1	Motor Cono	50	440	37,3
1	Motor Cono	100	440	74,6
6	Motores para banda transportadora	28	440	125,328
4	Reflectores	2	240	5,968
			TOTAL KW=	280,496

Fuente: Granizo Ruiz, Hernán

Tabla 3. 4. Generador para trituradora primaria.

GENERADOR N°2 - CARGA INSTALADA				
Cantidad	Descripción	Potencia (HP)	Voltaje	KW
1	Motor Zaranda	30	440	22,38
1	Motor Cono	30	440	22,38
1	Motor Cono	30	440	22,38
4	Motores para banda transportadora	10	440	29,84
2	Reflectores	1	240	0,746
			TOTAL KW=	97,726

Fuente: Granizo Ruiz, Hernán

Tabla 3. 5. Generador máquina proceso de asfalto

GENERADOR N°3 - CARGA INSTALADA				
Cantidad	Descripción	Potencia (HP)	Voltaje	KW
1	Motor proceso asfalto	50	440	37,3
1	Motor mezclador	50	440	37,3
2	Motor equipos hidráulicos	50	440	74,6
10	Motores convencionales	10	440	74,6
2	Reflectores	1	240	0,746
TOTAL KW=				224,546

Fuente: Granizo Ruiz, Hernán

Tabla 3. 6. Generador para trituradora alterna

GENERADOR N°4 - CARGA INSTALADA				
Cantidad	Descripción	Potencia (HP)	Voltaje	KW
1	Motor Zaranda	30	440	22,38
1	Motor Cono	30	440	22,38
1	Motor regulador	20	440	14,92
4	Motores para banda transportadora	10	440	29,84
2	Reflectores	1	240	0,746
TOTAL KW=				90,266

Fuente: Granizo Ruiz, Hernán

3.5. Diseño eléctrico actual

Para la presentación de un diseño eléctrico a la Distribuidora de energía es indispensable que el Ingeniero proyectista especifique en los planos los detalles de la obra, dicho diseño deberá cumplir con las normas técnicas establecidas de calidad y de seguridad, ejecutándose de esta manera un trabajo seguro y un adecuado servicio a los usuarios.

El diseño eléctrico deberá contemplar las siguientes especificaciones técnicas:

- Los motores generadores eléctricos instalados con su ubicación.
- Datos técnicos como: Capacidad (KW), y el voltaje de operación
- El recorrido de las líneas primarias existentes y una vista general para el estudio de factibilidad para la implementación del cambio de la matriz energética.

- Simbología de los elementos instalados.

Para la elaboración del diseño eléctrico es fundamental precisar las necesidades energéticas de la industria ya que nos permitirá modificar nuestra estructura a la conveniente.

Como se puede visualizar en el siguiente plano, se detallan las capacidades técnicas de los generadores instalados y su ubicación actual, además del recorrido de líneas primarias existentes que energizan a otro usuario, además se detallan los conceptos de las simbologías utilizadas.

Por tal motivo, se tomará como referencia el último poste instalado, para realizar una derivación eléctrica hacia la cantera Luzagui, instalando un equipo de medición en media tensión, tal como se detalla en planos posteriores.

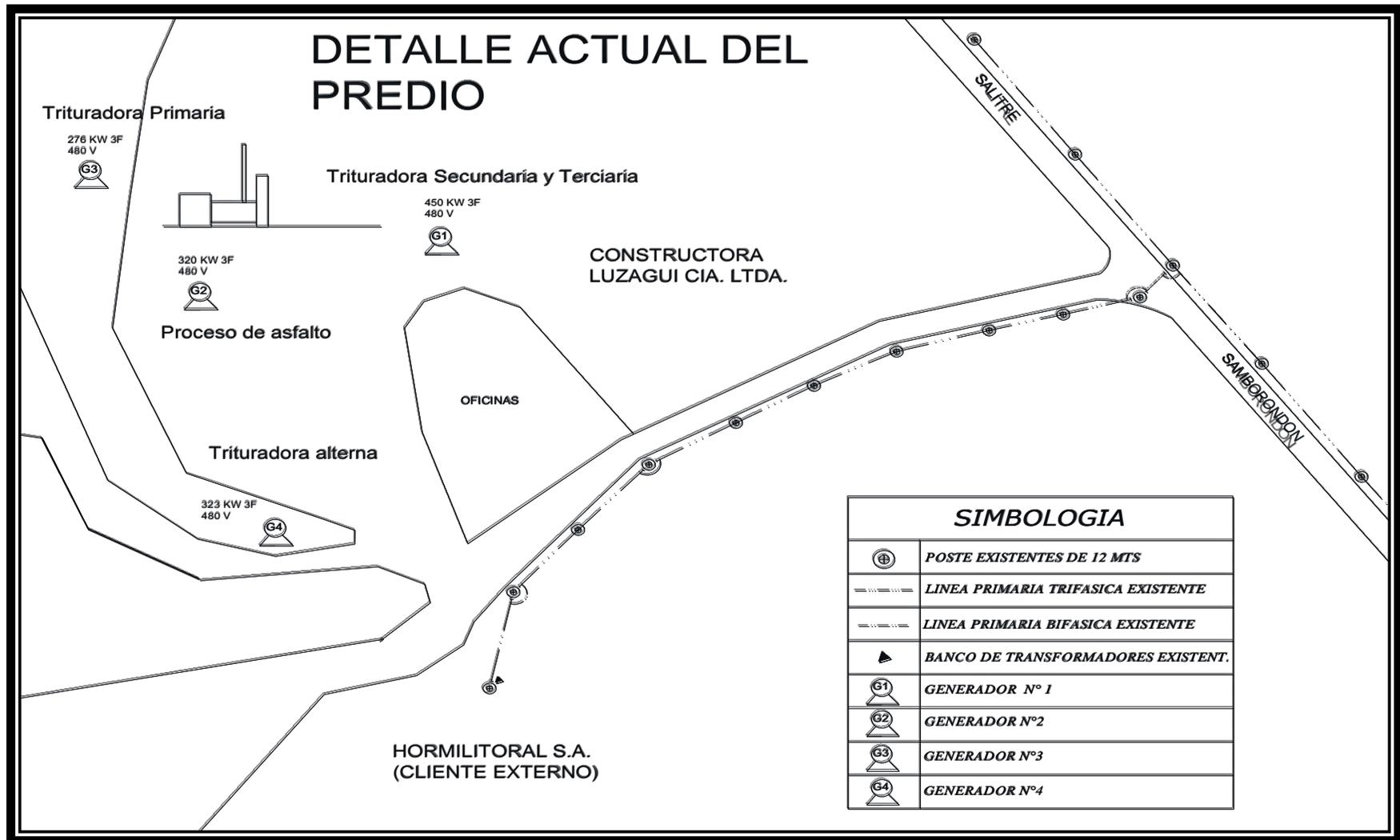


Figura 3. 4. Detalle actual del predio
Fuente: Granizo Ruiz, Hernán

3.6. Análisis y cálculos eléctricos

3.6.1. Análisis registrado por el analizador de redes AEMC 8335.

En las siguientes gráficas podremos observar el comportamiento de las potencias activas (KW) y reactivas (KVAR), registradas por el analizador de redes por un periodo de 8 días instalado en cada generador eléctrico, para su respectivo análisis de los distintos parámetros que ofrece el analizador de redes tales como, voltajes, corrientes, potencias activas y reactivas, factor de potencias; podremos realizar los cálculos eléctricos para las nuevas instalaciones que respecta al cambio de matriz energética.

Área de Trituradora secundaria y terciaria – Generador N°1

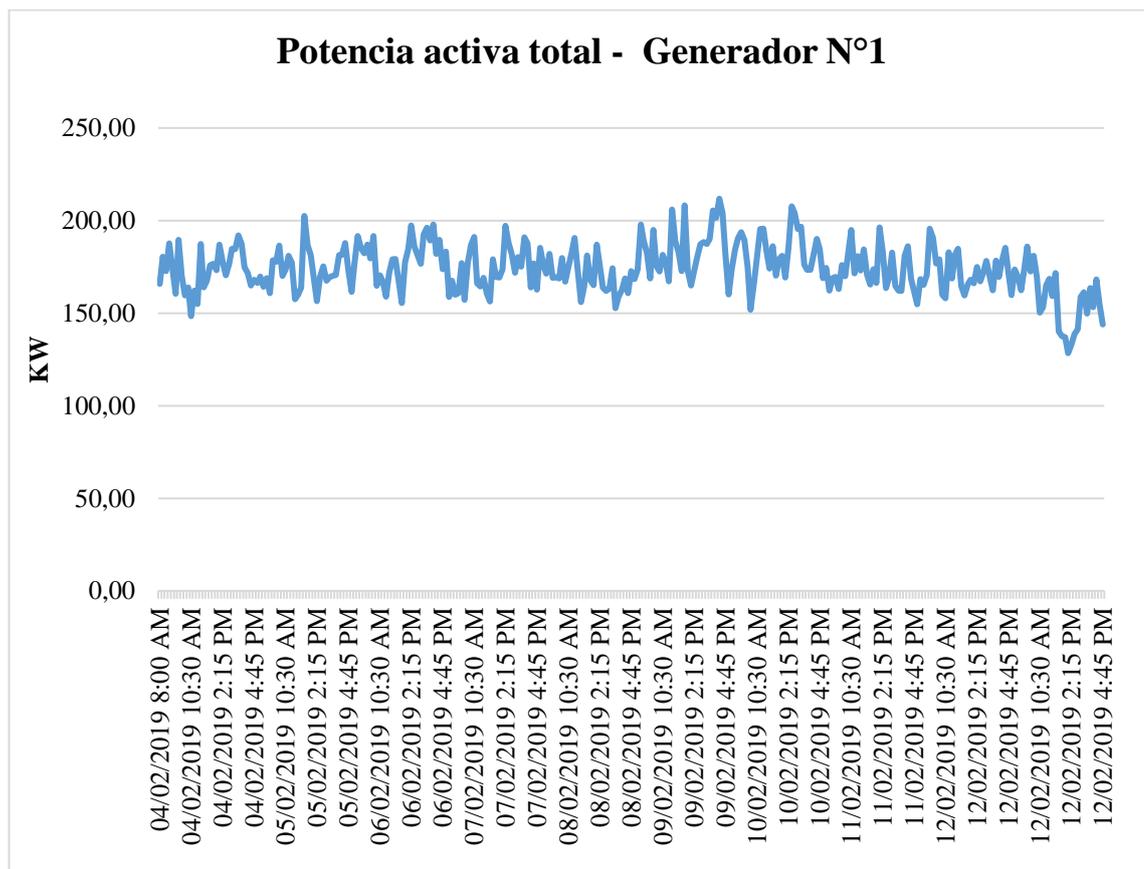


Figura 3. 5. Potencia activa del generador N°1

Fuente: Granizo Ruiz Hernán

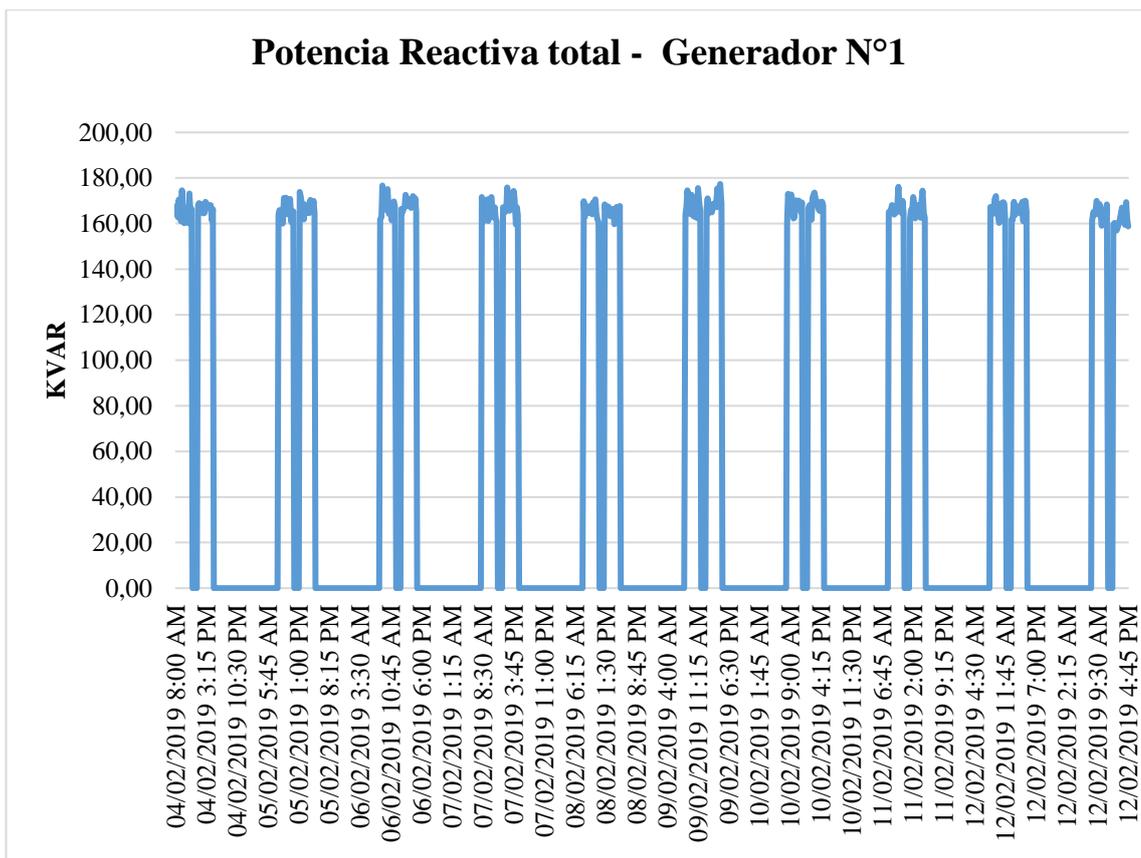


Figura 3. 6. Potencia reactiva del generador N°1

Fuente: Granizo Ruiz Hernán

Tabla 3. 7. Sumatoria total generador N°1 - secundaria y terciaria

Datos totales Generador 1		
Potencia Total Activa del área de trituración secundaria y terciaria	211,81	Kw
Potencia Total Reactiva del área de trituración secundaria y terciaria	177,38	Kvar
Potencia Total Aparente del área de trituración secundaria y terciaria	281,07	Kva

Fuente: Granizo Ruiz Hernán

Tabla 3. 8. Sumatoria total generador N°2 - primaria

Datos totales Generador 2		
Potencia Total Activa del área de trituración secundaria y terciaria	79,80	Kw
Potencia Total Reactiva del área de trituración secundaria y terciaria	88,88	Kvar
Potencia Total Aparente del área de trituración secundaria y terciaria	100,08	Kva

Fuente: Granizo Ruiz Hernán

Proceso máquina de asfalto Generador N° 3

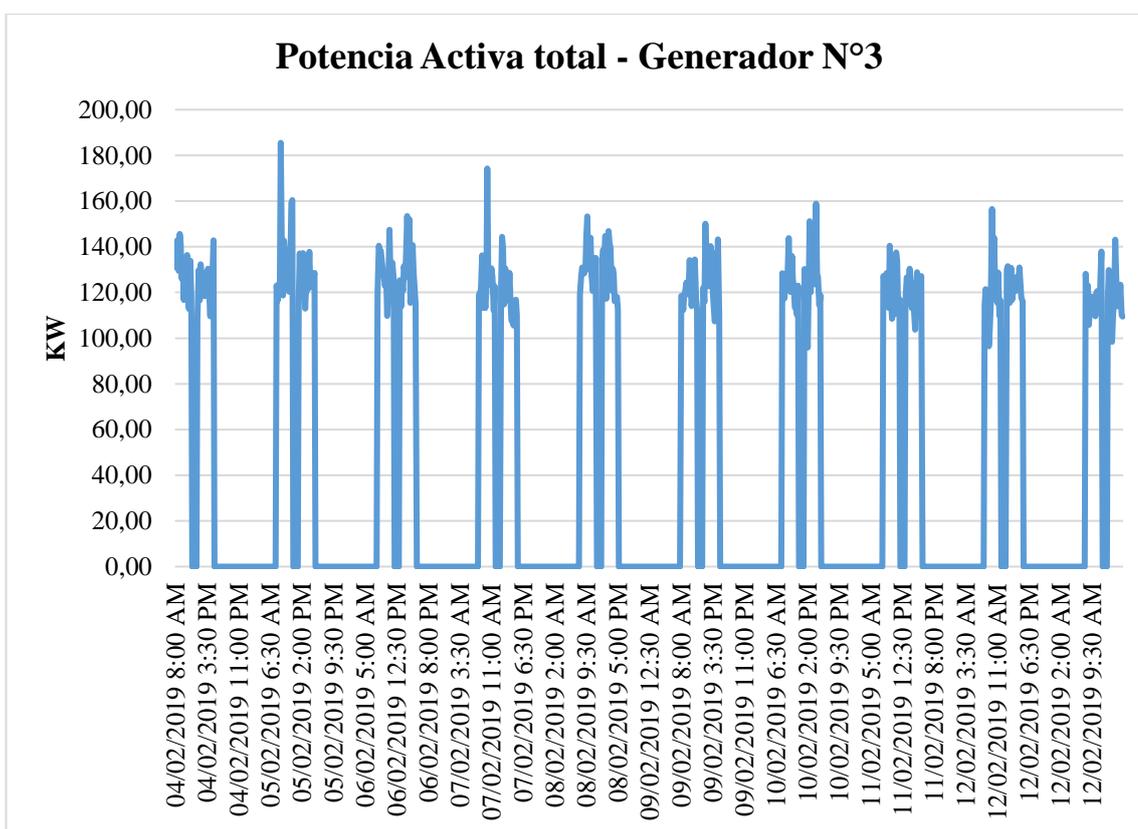


Figura 3. 9. Potencia activa del generador N°3

Fuente: Granizo Ruiz Hernán

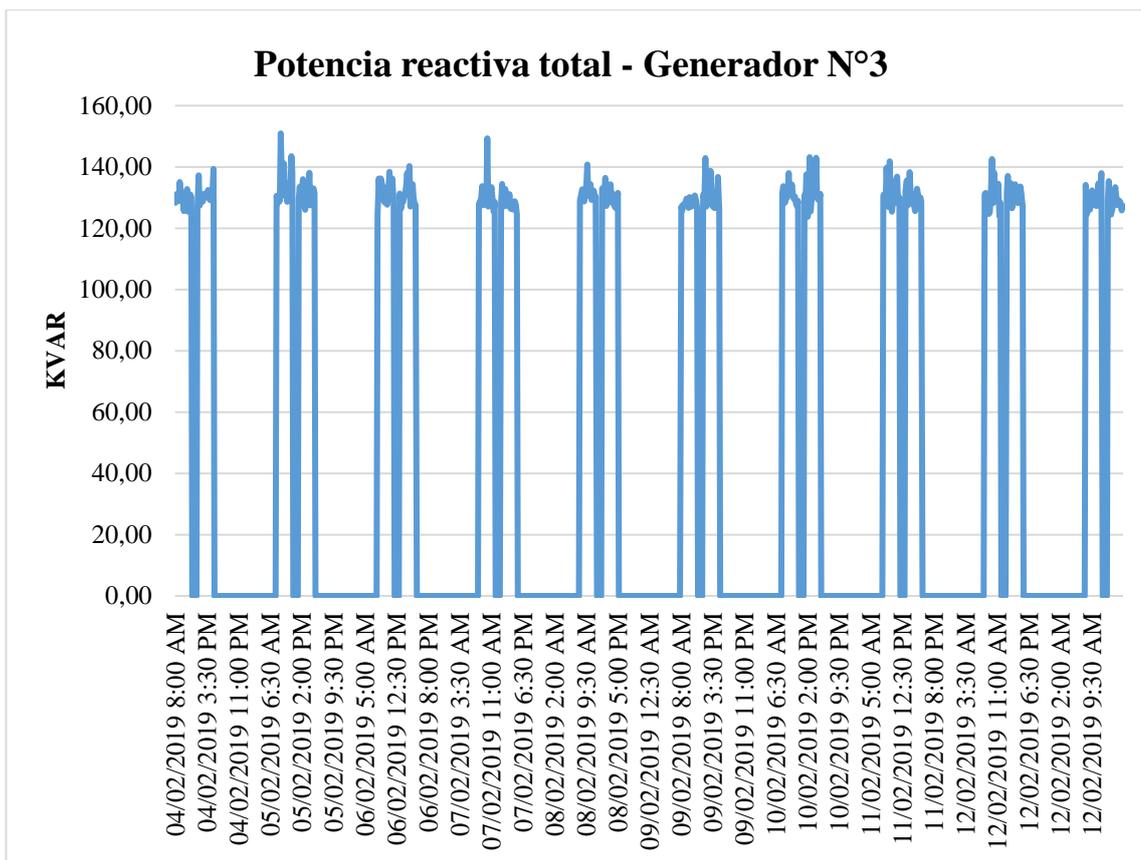


Figura 3. 10. Potencia reactiva del generador N°3

Fuente: Granizo Ruiz Hernán

Tabla 3. 9. Sumatoria total generador N°3 - proceso de asfalto

Datos totales Generador 3		
Potencia Total Activa del área de trituración secundaria y terciaria	185,50	Kw
Potencia Total Reactiva del área de trituración secundaria y terciaria	150,94	Kvar
Potencia Total Aparente del área de trituración secundaria y terciaria	260,79	Kva

Fuente: Granizo Ruiz Hernán

Trituradora alterna Generador N°4

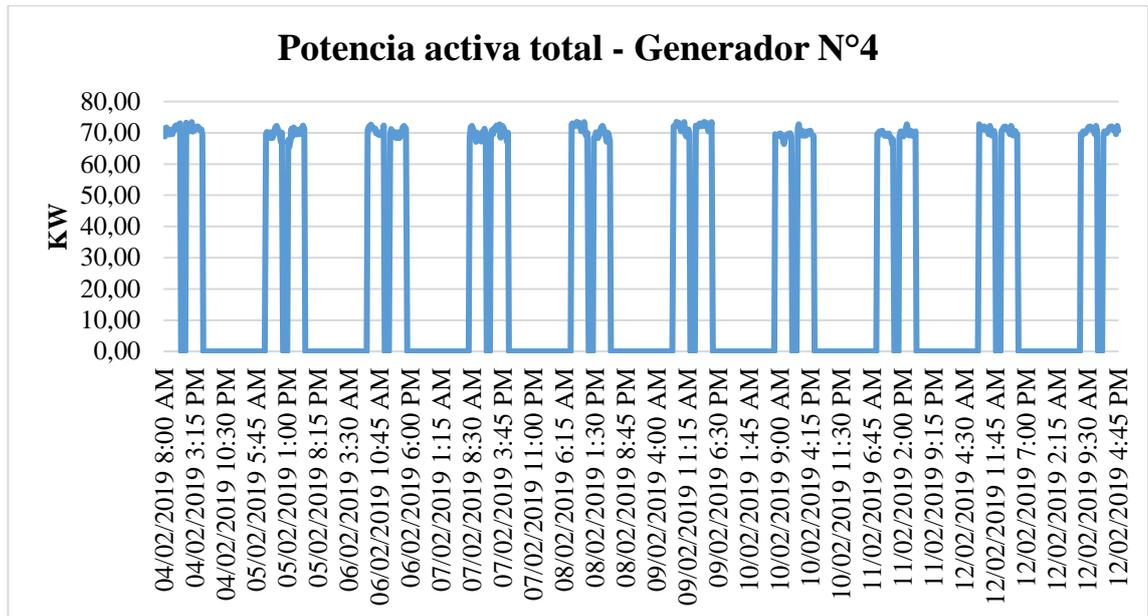


Figura 3. 11. Potencia activa del generador N°4
 Fuente: Granizo Ruiz Hernán

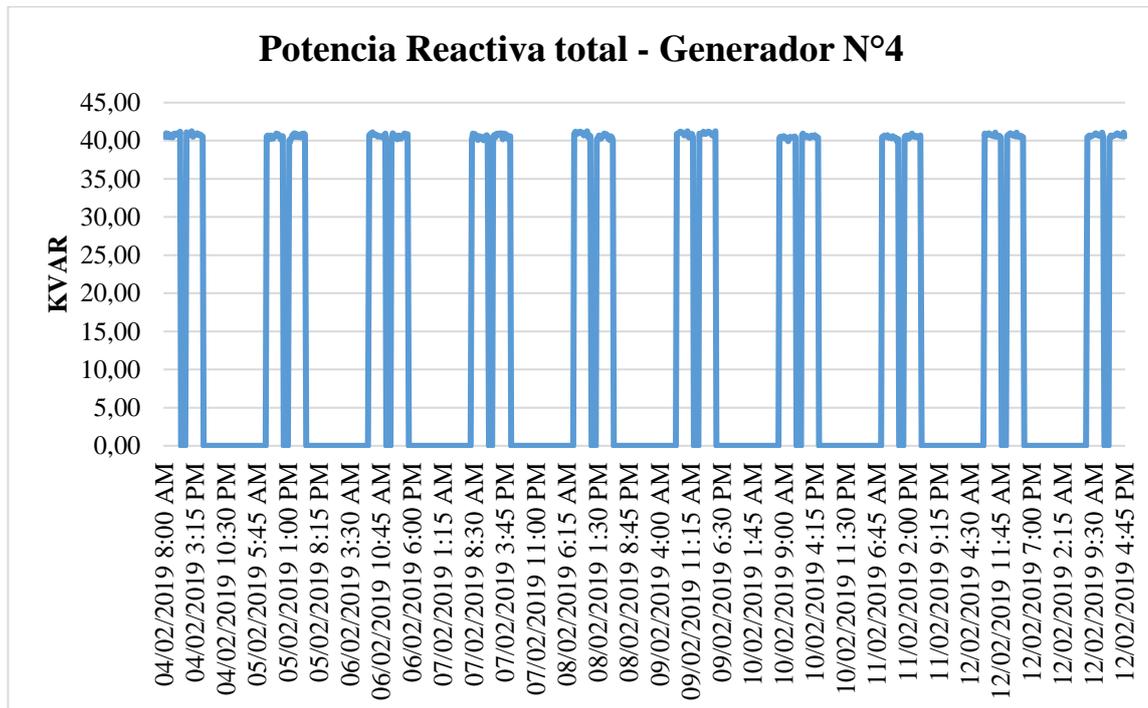


Figura 3. 12. Potencia reactiva del generador N°4
 Fuente: Granizo Ruiz Hernán

Tabla 3. 10. Sumatoria total generador N°4 - alterna

Datos totales Generador 4		
Max. Potencia Activa - trituradora alterna	73,51	Kw
Max. Potencia Reactiva - trituradora alterna	41,25	Kvar
Max. Potencia aparente - trituradora alterna	89,25	Kva

Fuente: Granizo Ruiz Hernán

A continuación, se muestra la gráfica promedio de las potencias activas y reactivas de los 4 generadores.

Datos generales de la Cantera

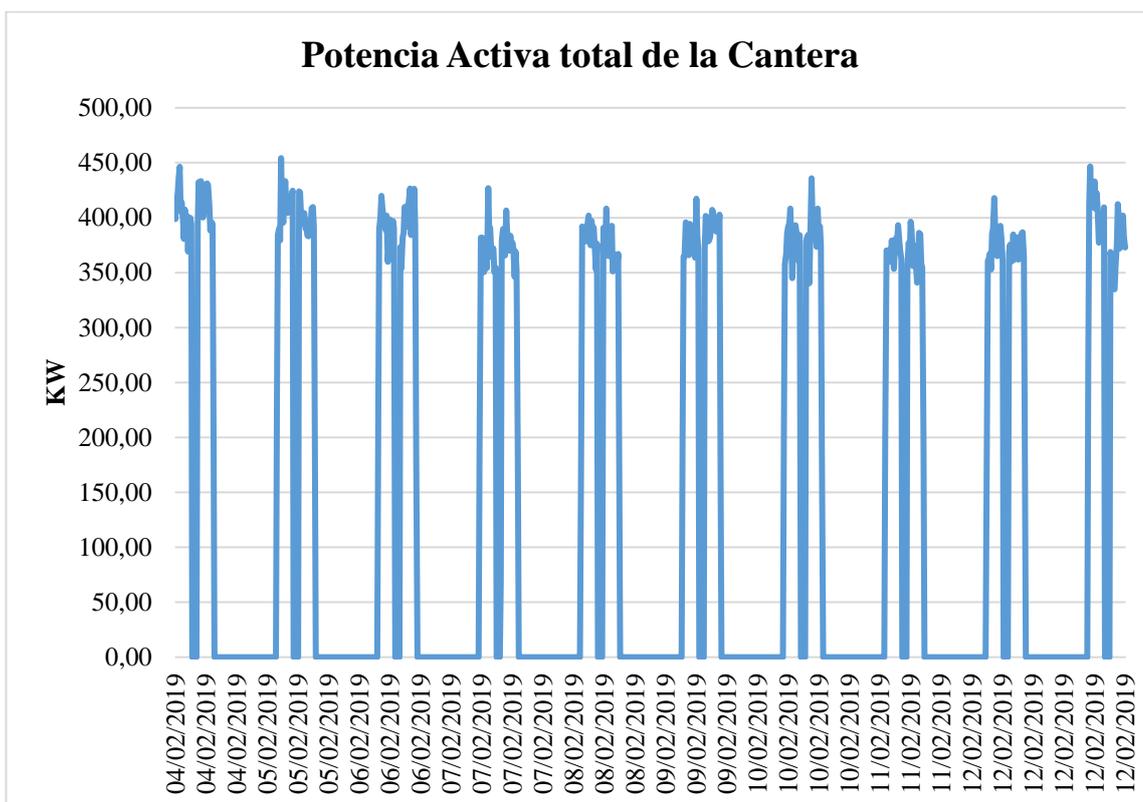


Figura 3. 13. Potencia activa total de los 4 generadores

Fuente: Granizo Ruiz Hernán

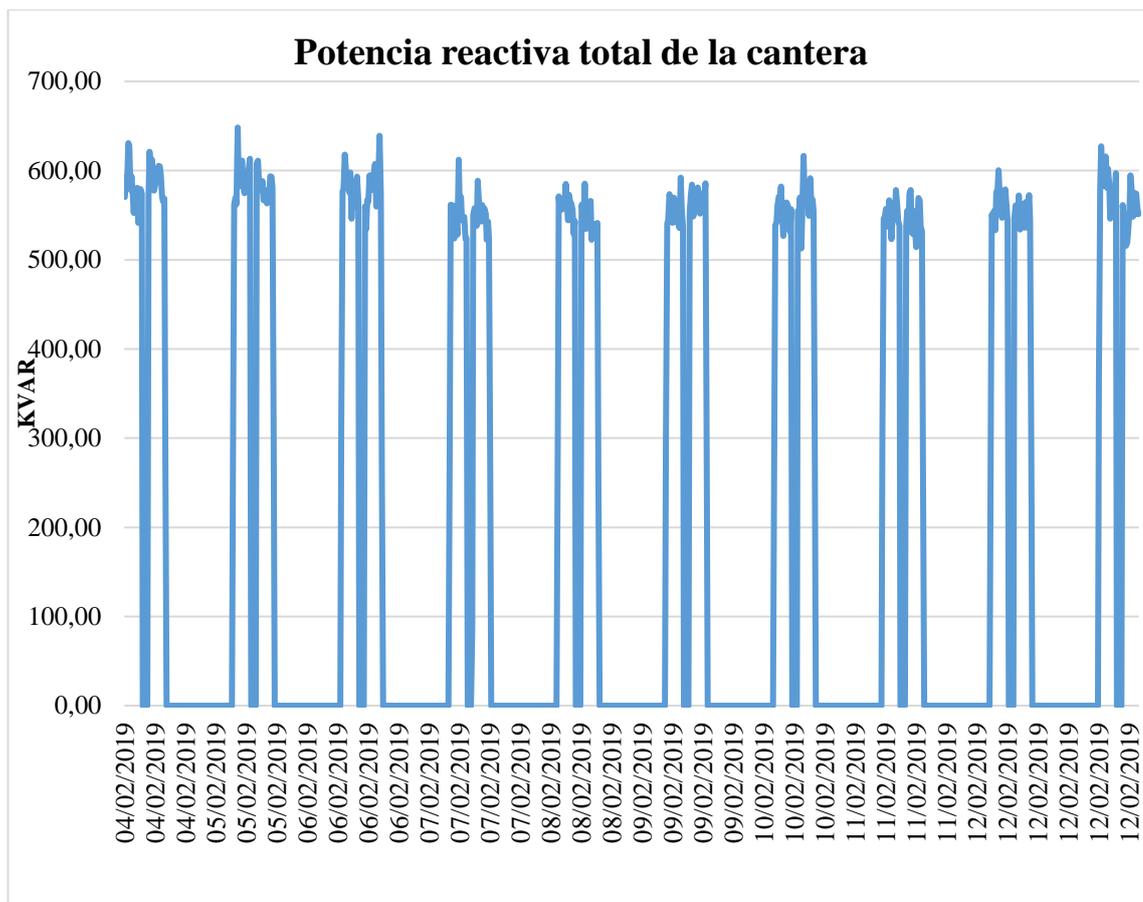


Figura 3. 14. Potencia reactiva de los 4 generadores
Fuente: Granizo Ruiz Hernán

Tabla 3. 11. Sumatoria total de los 4 generadores

Datos registrados por el analizador de redes		
Generador	KW (activa)	KVAR (reactiva)
1	211,81	177,38
2	79,8	88,88
3	185,5	150,94
4	73,51	41,25
Total	550,62	458,45

Fuente: Granizo Ruiz Hernán

3.7. Cálculos eléctricos.

- **POTENCIA TRIFÁSICA TOTAL**

$$P_{3F} = P_{G1} + P_{G2} + P_{G3} + P_{G4}$$

$$P_{3F} = 73,51 \text{ KW} + 211,81 \text{ KW} + 79,8 \text{ KW} + 185,5 \text{ KW}$$

$$P_{3F} = 550,62 \text{ KW} \times \text{FACTOR DE COINCIDENCIA (0,5)}$$

$$P_{3F} = 275,31 \text{ KW}$$

Tabla 3. 12. Cálculo de demanda total

CÁLCULO DE LA DEMANDA		
Generador N°	Potencia	Unidad
1	211,81	KW
2	79,8	KW
3	185,5	KW
4	73,51	KW
Total Potencia 3Ø	550,62	KW
Factor de coincidencia	0,5	
Demanda 3Ø Máxima Estimada	275,31	KW

Fuente: Granizo Ruiz Hernán

- **INTENSIDAD TOTAL**

Cálculo de corriente monofásica.

$$I_{1F} = \frac{KW \ 1F}{220 \text{ V} \times FP}$$

$$I_{1F} = \frac{10 \text{ KW}}{220 \text{ V} \times 1}$$

$$I_{1F} = 41,67 \text{ A} \times \text{FACTOR (1.25)}$$

$$I_{1F} = 52,08 \text{ A}$$

Cálculo de corriente trifásica.

$$I_{3F} = \frac{KW\ 3F}{440\ V \times \sqrt{3} \times FP}$$

$$I_{3F} = \frac{275,31\ KW}{440\ V \times \sqrt{3} \times 0,95}$$

$$I_{3F} = 380,71\ A \times FACTOR\ (1.25)$$

$$I_{3F} = 475,89\ A$$

Tabla 3. 13. Cálculo de la corriente principal

Cálculo de la corriente principal		
Demanda monofásica	10000,00	W
Tensión	240,00	V
Corriente principal	41,67	A
Breaker principal monofásico	52,08	A
Breaker comercial	50,00	A
Demanda trifásica	275310,00	W
Tensión	440,00	V
Factor potencia	0,95	
Corriente principal	380,71	A
Breaker principal trifásico	475,89	A
Breaker comercial	500,00	A
BREAKER PRINCIPAL	422,38	A
Factor 1.25	527,98	A
Breaker comercial a instalarse	500,00	A

Fuente: Granizo Ruiz Hernán

Cálculo del breaker principal.

$$I_{PRINCIPAL} = I_{MONOFASICA} + I_{TRIFASICA}$$

$$I_{PRINCIPAL} = 52,08\ A + 475,89\ A$$

$$I_{PRINCIPAL} = 527,98\ A$$

3.8. Propuesta del diseño eléctrico

El procedimiento para la propuesta del diseño o proyecto eléctrico en la Distribuidora de energía eléctrica CNEL, es el siguiente:

El Ing. Eléctrico responsable deberá solicitar mediante escrito a la sección de servicio al cliente la revisión y consulta del proyecto eléctrico, para lo cual se adjuntarán tres documentaciones completas del mismo debidamente sellado y firmado, además indicará en la solicitud, el número del código catastral municipal del solar donde se realizará la obra.

El proyecto eléctrico presentado en la sección de Servicio al Cliente será remitido para su revisión y aprobación a la sección de Diseño cuando la demanda total sea menor o igual a 30 KW, a la Sección Diseño y Presupuesto área de Consultas y Proyectos cuando la demanda total sea mayor a 30 KW y menor o igual a 1,000 KW y a la Sección Estudios Eléctricos cuando la demanda total sea mayor a 1,000 KW.

El proyecto eléctrico para demandas totales hasta 1,000 KW contendrá lo siguiente:

- Ubicación Geográfica del inmueble.
- Plano de implantación general de la obra, incluyendo ubicación del o los cuartos para transformadores y recorrido de las canalizaciones para los alimentadores de media y baja tensión.
- Diagrama unifilar general que contendrá la acometida principal, transformadores, tableros de medidores, alimentadores en baja tensión y paneles de distribución.
- Planillas de paneles y circuitos derivados.
- Detalles de los cuartos de transformadores.
- Detalle de conexión y capacidad de los transformadores.
- Detalles de ubicación, diseño y montaje de los tableros de medidores.
- Estudio de las demandas parciales por panel de distribución, por usuario y de la demanda total del proyecto.
- Memoria Técnica descriptiva del proyecto, incluyendo las características técnicas de los equipos eléctricos a instalarse.

Aprobado el proyecto, se devolverá al cliente un informe técnico con dos juegos completos con los respectivos sellos de aprobación.

La aprobación otorgada por el Distribuidor mantendrá su vigencia de hasta dos años, siempre y cuando no se modifiquen las características del mismo o la reglamentación que sirvió para su aprobación. Vencido este plazo, deberá ser actualizado.

Si por motivos de construcción fuera necesario modificar el proyecto, el mismo deberá ser actualizado y presentado al Distribuidor para su nueva aprobación.

En los siguientes planos se detallan las debidas instalaciones respetando las normas técnicas vigentes, tales como Natsim y el NEC; se especifican los siguientes planos:

- Bajante trifásica para el cuarto de transformadores
- Instalación de la medición en media tensión en estructura.
- Detalle del diseño de la sub estación a instalar.
- Diagrama unifilar de la constructora con respecto al cambio de matriz.

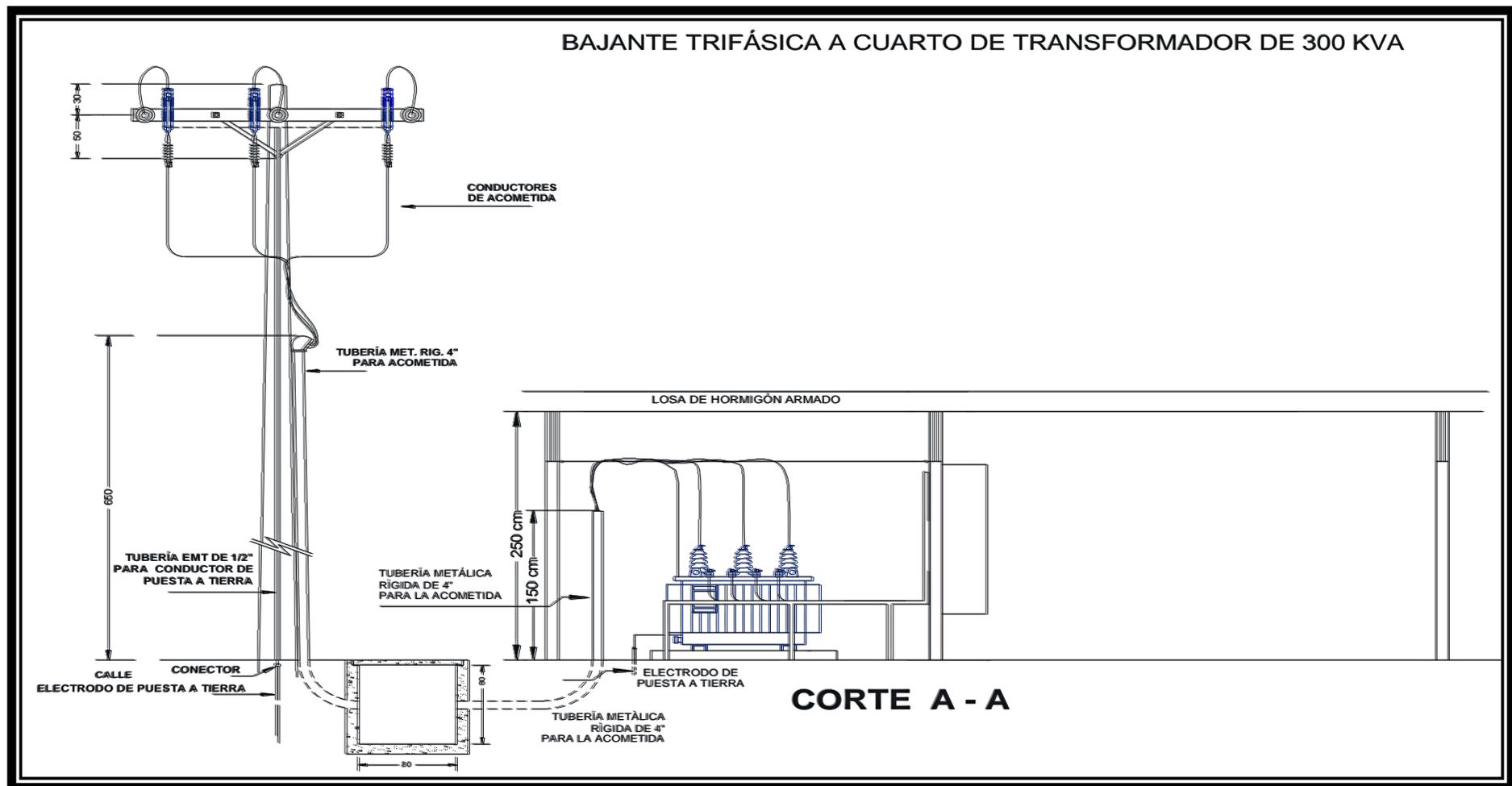


Figura 3. 15. Bajante trifásica hacia el cuarto de transformación
 Fuente: (Natsim, 2012)

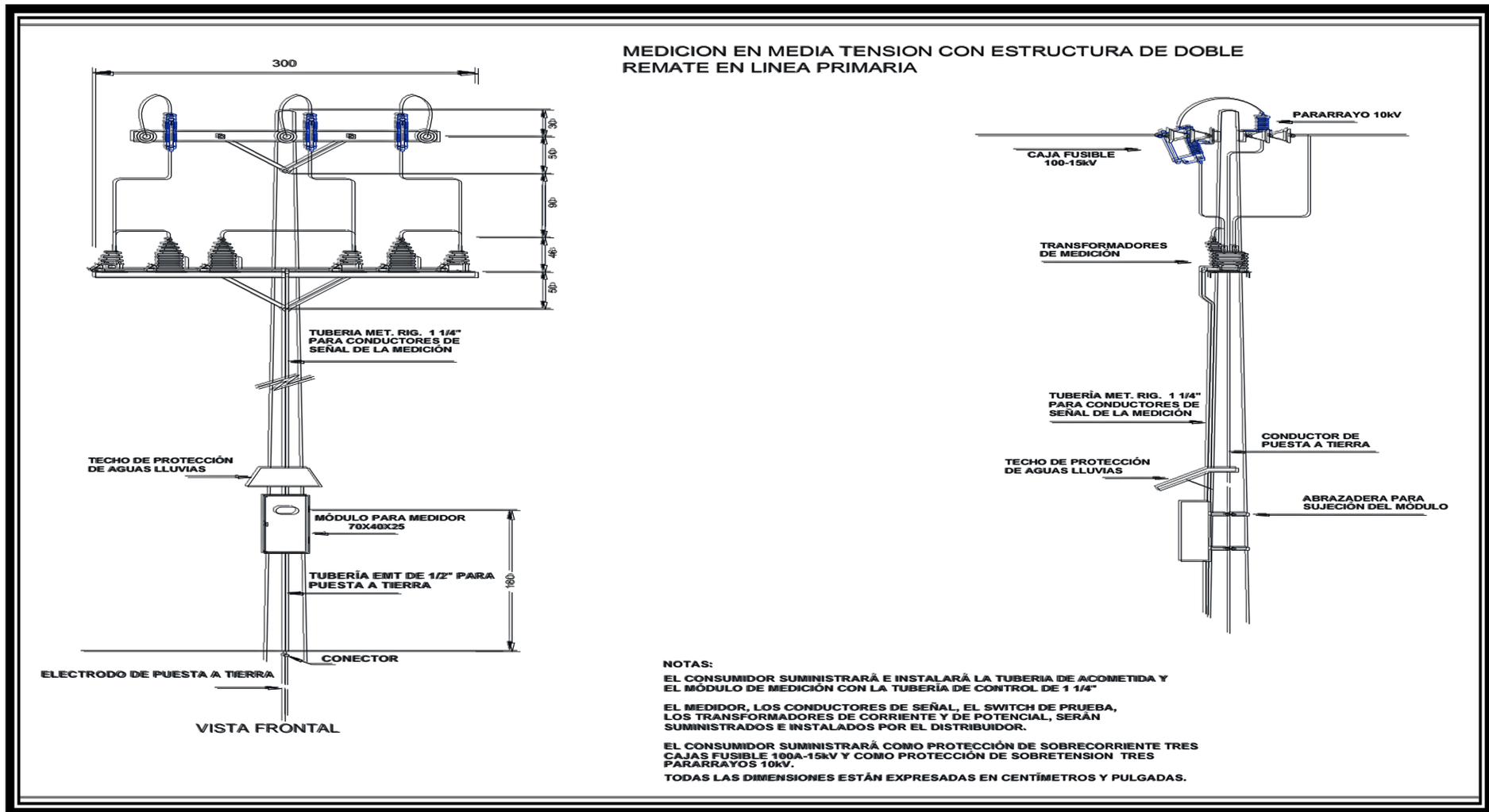


Figura 3. 16. Medición en media tensión con estructura de doble remate.

Fuente: (Natsim, 2012)

DETALLE DEL DISEÑO DE LA SUB ESTACIÓN A INSTALAR

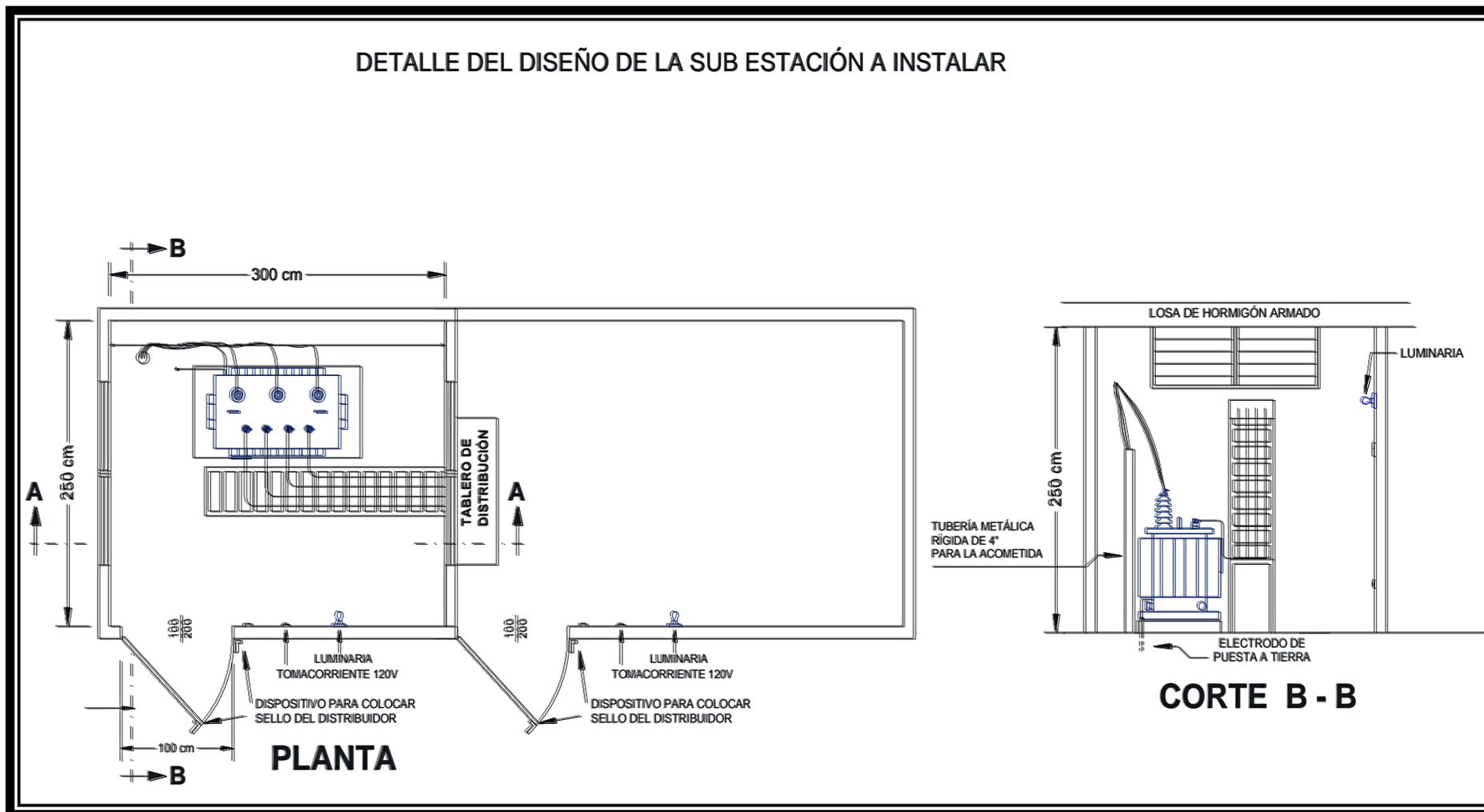


Figura 3. 17. Detalle del diseño de la subestación a instalar
Fuente: (Natsim, 2012)

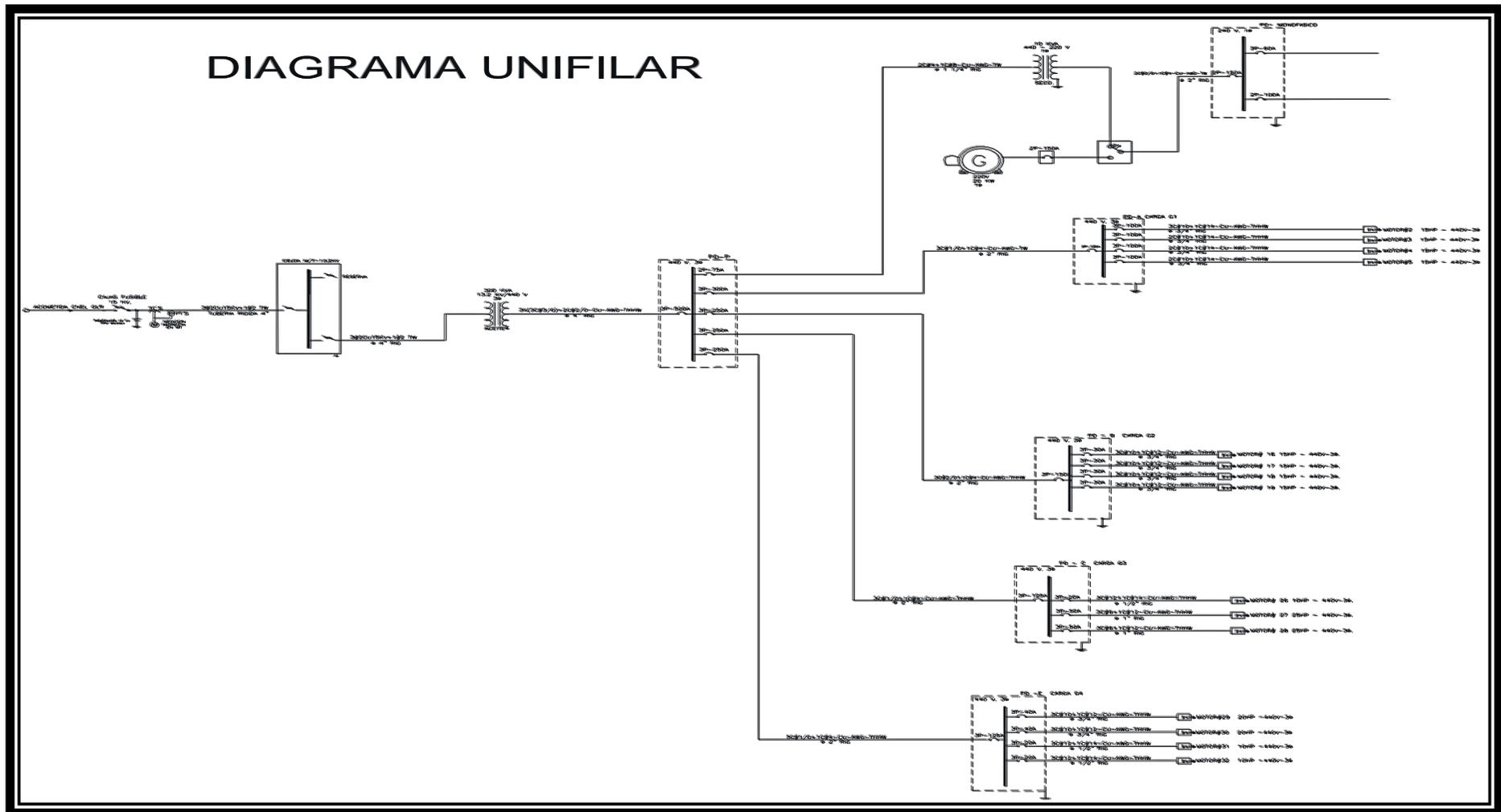


Figura 3. 18. Diagrama unifilar proyectado
Fuente: Granizo Ruiz Hernán

3.9. Análisis costo beneficio del proyecto

Se debe al retorno financieros, imprescindible para nuestra toma de decisiones, debido a que permite que nuestro proyecto sea viable en su planificación.

Es fundamental conocer los diversos gastos que la constructora Luzagui tiene con respecto al tipo de matriz actual.

En la tabla N° 3.14 se detallan los distintos gastos de operación mensual y anual, los mismos que fueron proporcionados por la administración de la constructora y del personal técnico de planta.

Tabla 3. 14. Costo de mantenimiento total de los 4 generadores.

MANTENIMIENTO GENERAL DE LOS 4 GENERADORES								
Descripción	Presentación	Unidad	PVP	Costo unitario	Utilización mensual de los 4 generadores	Utilización anual de 4 generadores	Gasto mensual	Gasto anual
Aceite AW 40	55	Galones	\$ 650,00	\$ 11,82	10	120	\$ 118,18	\$ 1.418,18
Grasa industrial	200	Kg	\$ 1.100,00	\$ 5,50	2	24	\$ 11,00	\$ 132,00
Filtro de aceite	4		\$ 120,00	\$ 30,00	4	48	\$ 120,00	\$ 1.440,00
Filtro de combustible	4		\$ 120,00	\$ 30,00	4	48	\$ 120,00	\$ 1.440,00
Filtro de agua	4		\$ 140,00	\$ 35,00	4	48	\$ 140,00	\$ 1.680,00
Filtro de aire	4		\$ 560,00	\$ 140,00	0	4	\$ 46,67	\$ 560,00
Refrigerante	4	Galón	\$ 72,00	\$ 18,00	2	24	\$ 36,00	\$ 432,00
Cambio de repuestos	2		\$ 2.000,00	\$ 1.000,00	0	2	\$ 166,67	\$ 2.000,00
Revisión electrónica	4		\$ 1.000,00	\$ 250,00	0	4	\$ 250,00	\$ 1.000,00
Revisión mecánica	4		\$ 2.000,00	\$ 500,00	0	4	\$ 166,67	\$ 2.000,00
Baterías	4		\$ 800,00	\$ 200,00	0	8	\$ 133,33	\$ 1.600,00
Combustible - diesel	55	Galón	\$ 1,34	\$ 73,92	1344	16128	\$ 1.806,34	\$ 21.676,03
						TOTAL	\$ 3.114,85	\$ 35.378,21

Fuente: Granizo Ruiz Hernán

La siguiente fórmula es aplicable para el cálculo de la energía considerando los intervalos de tiempo de analizador y los días del análisis:

$$\begin{aligned}
 & \text{Máximo registro del analizador} \\
 & = \text{Potencia (KW)} * 0.5 \text{ (factor de coincidencia)} \\
 & * 4 \text{ (intervalos de registro)} * 20 \text{ (días)}.
 \end{aligned}$$

Tabla 3. 15. Consumo promedio mensual estimado

Consumo promedio mensual estimado acorde al monitoreo del analizador de redes		
Consumo del mes	18171,6	KWH
Demanda	227,14	KW
Reactiva	3200	KVARH

Fuente: Granizo Ruiz Hernán

Tabla 3. 16. Tarifa aplicada de acuerdo al Arconel

Acorde al pliego tarifario de CNEL Guayas - Los Ríos	
Tipo de tarifa	Industrial con demanda horaria
Punto de entrega	Media tensión
Punto de medición	Media tensión

Fuente: Granizo Ruiz Hernán

Tabla 3. 17. Simulación de planilla de energía eléctrica

Rubros	VALOR
Energía	\$ 1.272,01
Demanda	\$ 231,22
Comercialización	\$ 7,07
Impuesto bomberos	\$ 50,88
Alumbrado público	\$ 63,60
TOTAL	\$ 1.624,78

Fuente: Granizo Ruiz Hernán

Tabla 3. 18. Ahorro mensual por el cambio de matriz energética

Valor estimado mensual de planilla CNEL	Valor actual del costo por generación propia	Ahorro mensual
\$1.624,78	\$3.114,85	\$1.490,07

Fuente: Granizo Ruiz Hernán

Tabla 3. 19. Ahorro energético anual

Ahorro anual (Comparación de matrices de energía)	
Gasto proyectado con red eléctrica pública	\$ 19.497,36
Gasto actual con generación propia	\$ 37.378,20
Ahorro anual sería	\$ 17.880,84

Fuente: Granizo Ruiz Hernán

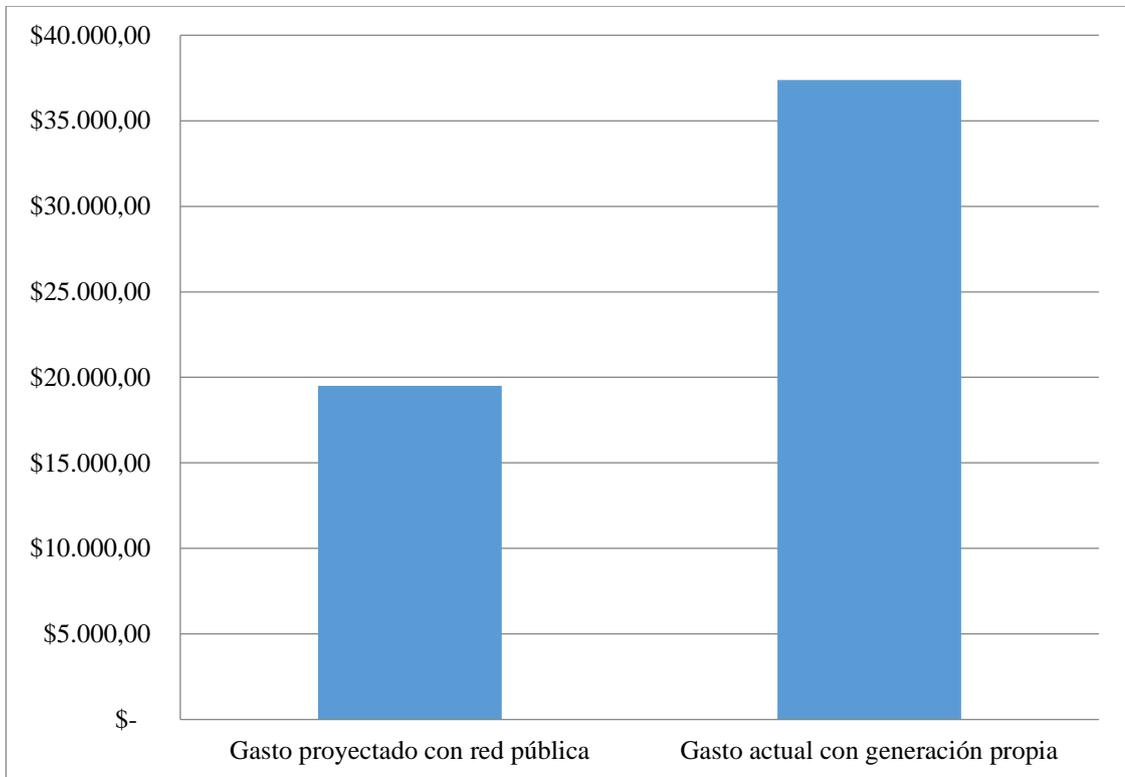


Figura 3. 19. Comparación de gasto anual entre las 2 matrices de energía

Fuente: Granizo Ruiz Hernán

CAPITULO 4

Conclusiones y Recomendaciones

4.1. Conclusiones

- La alternativa propuesta para cambiar la matriz energética, se debe a que se eliminará el consumo desproporcionado de combustible, el mismo que está afectando la rentabilidad de la empresa, la salud de los trabajadores y al medio ambiente.
- De acuerdo al análisis realizado se pudo determinar que al cambiar de matriz energética se obtendrá grandes beneficios económicos, minimizando los costos de producción.
- Se determinó que la capacidad total instalada para proveer de servicio eléctrico a la cantera será de 300 KVA, instalando una medición en media tensión.

4.2. Recomendaciones

- Con la incorporación de la red eléctrica pública en la cantera, se obtendrá un servicio eléctrico de calidad.
- Es recomendable que el presente estudio técnico sea presentado a la empresa Distribuidora de energía eléctrica de tal forma que se inicie el proyecto para la implementación de esta nueva matriz energética.
- De acuerdo al análisis técnico realizado en esta investigación, es recomendable realizar la inversión para la implementación del proyecto eléctrico.

GLOSARIO

CNEL: Corporación Nacional de Energía eléctrica – Distribuidora de energía

OMS: Organización Mundial de la Salud.

Anhídrido carbónico:

Perniciosos: Que causa mucho daño o es muy perjudicial

Nano partículas: Partícula que es inferior a 100 nanómetros, transportan anticuerpos.

Dióxido de Nitrógeno: Compuesto químico contaminante formado por el nitrógeno y el oxígeno

Información cuantitativa: Está relacionado con la cantidad.

Geo referencial: Uso de coordenadas para asignar una ubicación espacial a entidades cartográficas.

UTM: Universal Transverse Mercator (Coordenadas basadas en la proyección cartográfica transversa).

Emisiones de CO₂: Dióxido de carbono, gas incoloro, denso y poco reactivo, tiene gran impacto en el medio ambiente.

Traslapan: Cubrir total o parcialmente algo con otra cosa

KV: Símbolo de Kilovoltio

KW: Símbolo de Kilovatio, unidad para medir la potencia eléctrica.

KVA: Es la unidad de la potencia aparente

KVAR: Símbolo de Kilovoltio

FP: Relación entre la potencia activa y la aparente

BT: Baja tensión

MT: Media tensión.

AT: Alta tensión

Demanda energética: Es la suma de las potencias de todas las maquinarias

μM: Micrómetro, unidad equivalente a una millonésima parte de un metro.

HP: Horsepower, medida de potencia

Natsim: Normas de acometida y transformadores para el sistema de medición

NEC: Norma ecuatoriana de la construcción

ARCONEL: Agencia de regulación y control de electricidad.

ANEXOS

1. Pliego Tarifario – Tarifa aplicada para la industria.

	Agencia de Regulación y Control de Electricidad	PLIEGO TARIFARIO PARA LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN	Página 13 de 18
Período: Enero – Diciembre 2018			

En el caso de los consumidores de asistencia social, beneficio público y culto religioso, se aplica la misma estructura tarifaria indicada anteriormente. El nivel tarifario está indicado en los Cuadros Tarifarios anexos a este Pliego Tarifario.

5.2. TARIFA GENERAL DE MEDIA TENSIÓN CON REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA (EXCEPTO PARA CONSUMIDORES INDUSTRIALES)

Se aplica a los consumidores que disponen de un registrador de demanda horaria, que les permite identificar la demanda de potencia y los consumos de energía en los períodos horarios de punta, media y base. No se aplica para los consumidores industriales,

El consumidor debe pagar:

- a) Un cargo por comercialización en USD/consumidor-mes, independiente del consumo de energía.
- b) Un cargo por demanda en USD/kW-mes, por cada kW de demanda mensual facturable, indicada en el numeral 8.1; como mínimo de pago, independiente del consumo de energía, multiplicado por un factor de gestión de la demanda (FGD) señalado en el numeral 9.1.
- c) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de 07h00 hasta las 22h00, que corresponde al cargo por energía de la tarifa general de media tensión con demanda (numeral 5.1. literal c).
- d) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida, en el período de 22h00 hasta las 07h00.

En el caso de los consumidores de asistencia social y beneficio público, se aplica la misma estructura tarifaria indicada anteriormente. El nivel tarifario está indicado en los Cuadros Tarifarios anexos a este Pliego Tarifario.

5.3. TARIFA GENERAL DE MEDIA TENSIÓN PARA SISTEMAS DE BOMBEO DE AGUA POTABLE SIN FINES DE LUCRO Y PARA USOS AGRÍCOLAS EN COMUNIDADES CAMPESINAS DE ESCASOS RECURSOS ECONÓMICOS

Se aplica para todos los sistemas de bombeo de agua potable sin fines de lucro y para usos agrícolas que prestan servicios a comunidades campesinas de escasos recursos económicos. A estos consumidores se aplica la estructura y nivel tarifario indicado en el numeral 4.4.2.

5.4. TARIFA GENERAL DE MEDIA TENSIÓN CON REGISTRADOR DE DEMANDA HORARIA PARA CONSUMIDORES INDUSTRIALES

Se aplica a los consumidores industriales que disponen de un registrador de demanda horaria que les permite identificar la demanda de potencia y los consumos de energía en los períodos horarios de punta, media y base.

El consumidor debe pagar:

- a) Un cargo por comercialización en USD/consumidor-mes, independiente del consumo de energía.
- b) Un cargo por demanda en USD/kW-mes, por cada kW de demanda mensual facturable, indicada en el numeral 8.1; como mínimo de pago, independiente del consumo de energía, multiplicado por un factor de gestión de la demanda (FGDI) señalado en el numeral 9.2.
- c) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de lunes a viernes, de 08h00 hasta las 18h00.
- d) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de lunes a viernes, de 18h00 hasta las 22h00.
- e) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de lunes a viernes de 22h00 hasta las 08h00; incluyendo la energía de sábados, domingos y feriados, en el período de 22h00 a 18h00.
- f) Un cargo por energía en USD/kWh, en función de la energía consumida en el período de sábados, domingos y feriados, en el período de 18h00 hasta las 22h00.

2.- Facturación de consumos CNEL GLR.

 Agencia de Regulación y Control de Electricidad				PERIODO: ENERO - DICIEMBRE *				
EMPRESAS ELÉCTRICAS: CNEL EL ORO-CNEL ESMERALDAS-CNEL GUAYAS LOS RÍOS-CNEL LOS RÍOS-CNEL MANABÍ-CNEL MILAGRO-CNEL SANTA ELENA-CNEL SANTO DOMINGO-CNEL SUCUMBIOS-GALÁPAGOS				EMPRESAS ELÉCTRICAS: CNEL EL ORO-CNEL ESMERALDAS-CNEL GUAYAS LOS RÍOS-CNEL LOS RÍOS-CNEL MANABÍ-CNEL MILAGRO-CNEL SANTA ELENA-CNEL SANTO DOMINGO-CNEL SUCUMBIOS-GALÁPAGOS				
CARGOS TARIFARIOS ÚNICOS				CARGOS TARIFARIOS ÚNICOS				
JUNIO - NOVIEMBRE **				DICIEMBRE - MAYO **				
RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/kWh-mes)	ENERGÍA (USD/kWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/Consumidor)	RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/kWh-mes)	ENERGÍA (USD/kWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/Consumidor)	
CATEGORÍA RESIDENCIAL				CATEGORÍA RESIDENCIAL				
NIVEL TENSIÓN BAJA Y MEDIA TENSIÓN				NIVEL TENSIÓN BAJA Y MEDIA TENSIÓN				
1-50		0,081	1,414	1-50		0,081	1,414	
61-100		0,083						
101-150		0,085						
161-200		0,087						
201-250		0,089						
261-300		0,101						
301-350		0,103						
361-400		0,105						
601-700		0,126						
701-1000		0,1460						
1001-1500		0,1709						
1601-2500		0,2762						
2601-3500		0,4380						
Superior		0,8812						
RESIDENCIAL TEMPORAL								
		0,1285						
CATEGORÍA GENERAL								
NIVEL TENSIÓN BAJA TENSIÓN SIN DEMANDA								
COMERCIAL								
1-300		0,082	1,414					
Superior		0,103						
E. OFICIALES, ETC. DEPORTIVOS, SERVICIO COMUNITARIO								
1-300		0,082						
Superior		0,083						
BOMBEO AGUA								
1-300		0,072						
Superior		0,083						
BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE								
1-300		0,068						
Superior		0,068						
INDUSTRIAL ARTESANAL								
1-300		0,073						
Superior		0,089						
ASISTENCIA SOCIAL, BENEFICIO PÚBLICO Y CULTO RELIGIOSO								
1-100		0,034						
101-200		0,038						
201-300		0,038						
Superior		0,063						
NIVEL TENSIÓN BAJA TENSIÓN CON DEMANDA								
COMERCIALES								
	4,780	0,080	1,414					
INDUSTRIALES								
	4,780	0,080						
ENTIDADES OFICIALES, ESCENARIOS DEPORTIVOS								
SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES								
	4,780	0,080						
BOMBEO AGUA								
	4,780	0,070						

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, J. Z. (2018). *Análisis de la matriz energética ecuatoriana y plan de desarrollo energético sostenible para la ciudad de Machala*. Machala : Universidad Politécnica de Valencia.
- Ayala, M. A. (1998). *El sistema de transmisión en un mercado desregulado*. Quito: Escuela Politécnica Nacional Facultad de Ingeniería Eléctrica .
- Barrero, F. (2004). *Sistemas de Energía Eléctrica*. Madrid, España: Thomson.
- Beltran, J. L. (2015). *Optimización en la producción de agregados de construcción*. Arequipa, Perú. Recuperado el 11 de Febrero de 2019, de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/172/B2-M-18290.pdf?sequence=1>
- Benitez, N. (04 de mayo de 2014). *Slide Share*. Recuperado el 12 de enero de 2019, de <https://es.slideshare.net/NicolasBenitez1/161513493-transformadoresdedistribucionpdf>
- Bradley, A. (2011). *Capacitor Bank Controller*. Rockwell Automation . Publication 1413-PP001B-EN-P. 2011 Bulletin 1413. Obtenido de URL: rockwellautomation.com.
- Cáceres, F. O. (2015). *Generación de energía eléctrica con un motor de combustión interna usando biodiesel de aceite de piñón (jatropha curcas)*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Carta González, J. A. (11 de febrero de 2012). *Centrales de energías renovables: generación eléctrica con energía renovables*. Buenos Aires: Pearson. Obtenido de Clasificación de las fuentes de energía renovable y no renovable
- Castaño, S. R. (2004). *Redes de distribución de energía*. Manizales, Colombia: Centro de publicaciones Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 17 de 02 de 2019, de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38201935/sistema_trifasicotetra.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1550435285&Signature=1AhDa%2Bv4zr5g1uDDkRWGCPZOboM%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DSistema_trifasicotetra
- Castro, M. (2011). *Hacia una matriz energética diversificada en Ecuador*.

- Cazau, P. (2006). Introducción a la investigación en ciencias sociales. En P. Cazau, *Introducción a la investigación en ciencias sociales* (pág. 27). Buenos Aires.
- CEDA . (2011). *Hacia una matriz energética diversificada en Ecuador* . Quito: Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental .
- CENS . (2016). *CENS Redes de media y baja tensión Cens-norma técnica - cns-nt-03* . Bucaramanga: Centrales Eléctricas del Norte de Santander S.A. .
- Cerrini, R. (2001). *La minería en el contexto de la ordenación de Territorio*. (C. CETEM., Ed.) Río de Janeiro, Brazil: CYTED CETEM.
- Cite . (2016). *Sistema de Pararrayos y su importancia para la seguridad* . Lima, Perú: Cite Energía .
- CNEL . (2018). Obtenido de Historia : <https://www.cnelep.gob.ec/>
- CNEL. (23 de noviembre de 2017). Recuperado el 12 de diciembre de 2018, de Plan estratégico 23 de noviembre de 2017: https://www.cnelep.gob.ec/wp-content/uploads/2018/09/Plan-Estrategico_CNELEP_2017-2021.pdf
- CVM . (2018). *Medida y Control* . Obtenido de Analizadores de redes eléctricas: http://docs.circuitor.com/docs/CT_AnalizadoresFijos_SP.pdf
- Direct industry . (2019). Obtenido de Transformador de potencia/distribución : http://www.directindustry.es/prod/sea/product-19831-1810037.html?utm_source=ProductDetail&utm_medium=Web&utm_content=SimilarProduct&utm_campaign=CA
- EEQ. (2015). Obtenido de Breve descripción histórica de la EEQ : <https://www.eeq.com.ec:8443/nosotros/historia>
- El Comercio. (10 de enero de 2016). Cuatro hidroeléctricas empezarán a generar energía entre febrero y abril. Recuperado el 20 de enero de 2019, de <https://www.elcomercio.com/actualidad/cuatro-hidroelectricas-empezaran-generar-energia.html>
- Ensa . (2006). *Especificaciones Generales Para La Construcción De Líneas Aéreas De Distribución Eléctrica 13.2 kV Y 34.5 kV* . Obtenido de https://www.ensa.com.pa/sites/default/files/02_capitulo_1_normas_de_construccion_aerea_ver.2.2.pdf
- EPM . (23 de diciembre de 2018). Obtenido de EPM Conexión al servicio de energía: https://www.epm.com.co/site/clientes_usuarios/clientes-y-usuarios/hogares-y-

personas/energ%C3%ADa/tr%C3%A1mites/conexi%C3%B3n-al-servicio-de-energ%C3%ADa

- Espinoza, C. J., & Pérez, M. J. (2015). *Metodología para el diseño y dimensionamiento adecuado de banco de capacitores para corrección de factor de potencia en la Empresa Yambersa*. Managua: Universidad Nacional De Ingeniería Facultad De Electrotecnia y Computación.
- Estrella Suárez, M. (2014). *Desarrollo Sustentable: Un nuevo mañana*. (3 ed.). Grupo Editorial Patria.
- Flores, M. V. (2009). *Flores, María Verónica; Evaluación del costo - beneficio de energía eléctrica no servida en el sistema eléctrico ecuatoriano durante el período 2007-2008*. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar - Sede Ecuador.
- Giménez, J. (2015). *Diésel, óxidos de nitrógeno y el caso Volkswagen*. Recuperado el 18 de enero de 2019, de Giménez, Javier, Diésel, óxidos de nitrógeno y el caso Volkswagen 18/10/2015 <https://www.investigacionyciencia.es/blogs/fisica-y-quimica/39/posts/diesel-oxidos-de-nitrgeno-y-el-caso-volkswagen-13617>
- Glynn, H. H. (2010). *Energía ambiental*. Pearson Educación. Universidad Politécnica de Valencia.
- Gratzfeld, J. (2010). *Industrias extractivas en zonas áridas y semi áridas. Planificación y Gestiones Ambientales*. UICN. UICN.
- Haug, C. (2017). *Redes y Sistemas Eléctricos*. La Habana: Facultad de Energética ISPJAE.
- Hernández, M. (2011). *Centro de transformación, línea de baja tensión, instalación eléctrica en baja tensión e infraestructura común de telecomunicaciones para edificio de treinta viviendas, garaje y trasteros*. Cartagena: Universidad Politécnica de .
- INSHT. (20 de julio de 2013). Motores a diesel: emisión de aerosoles de partículas y gases. *Seguridad y salud en el trabajo*, 73(13), 1 - 68.
- Leizán, I., Cervantes, J., Melchor, C., Medina, A., & Cisnero, O. (2010). Gases y ruidos, dos contaminantes de los grupos electrógenos. Estudio de caso: Emplazamiento belleza, Songo-La Maya,. *Ciencia en su PC*, 2(2), 56-65.

- López, J., & Esparza, M. (2003). Analizador de redes eléctricas. *Conciencia Tecnológica*(22,).
- Luna, L. (2018). *Restauración de canteras de roca calcárea en clima semi árido*. . Guayaquil: Universidad de Almería. .
- Maderplast. (2019). Obtenido de Aisladores plásticos: <https://www.maderplast.com/18-materiales-redes-electricas-postes-crucetas-aisladores-electrificadoras.html>
- MEE. (13 de abril de 2002). Definición de Tensión. *Agencia Estatal Boletín Oficial*(89), 14170 - 14176.
- MHE. (2015). *Configuración de los Centros de transformación* . Spains 3 Mhe. Obtenido de <http://spain-s3-mhe-prod.s3-website-eu-west-1.amazonaws.com/bcv/guide/capitulo/8448171489.pdf>
- Mheducación. (2015). *Conceptor eléctricos básicos*. McGraw Hill. Obtenido de <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171578.pdf>
- Montaño, F. (2016). *Centrales de generación basada en motores de combustión interna de doble combustible y su aplicación en el sector industrial* . Santiago de Chile: Universidad técnica Federico Santa Maria Departamento de Ingeniería Mecánica .
- Natsim. (2012). *Normas de Acometidas, Cuarto de Transformación y Sistemas de medición para el suministro de Electricidad 2012*. Guayaquil: Empresa Eléctrica de Guayaquil.
- OLIDE. (diciembre de 2016). Obtenido de Banco de capacitores: <http://olide.com.mx/wp-content/uploads/2016/12/WEG-CAPACITORES.pdf>
- Pérez, J. (2016). *Biocombustibles*. . México: Fondo de Cultura Económica. .
- PND . (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida* . Quito : Consejo Nacional de Planificación .
- Rivero, D. (2008). *Metodología de la investigación*. Barcelona: Shalom.
- Roldán Vilorio, J. (2010). *Instalaciones solares fotovoltaicas*. . Madrid España: Paraninfo.
- Ruiz, R. (2007). *El método científico y sus etapas*. México: Index. Obtenido de El método científico y sus etapas: <http://www.index-f.com/lascasas/documentos/lc0256.pdf>

- Sánchez, J. M. (2012). *Operaciones de Montaje de apoyos en redes eléctricas aéreas* (1 ed.). Málaga, España: IC Editorial.
- SEC . (2003). *Instalaciones de consumo en baja tensión* . NCH. Obtenido de http://www.sec.cl/sitioweb/electricidad_norma4/autogeneracion.pdf
- STMEU . (2013). *Montaje y conexión de un grupo generador* . Recuperado el 25 de enero de 2018, de <http://stmeu.com/capacitacion/montaje-y-conexion-de-un-grupo-generador/>
- Taype Matamoros, E. (2016). *Diseño de explotación de cantera para agregados, Distrito De Huayucachi*. Huancayo, Perú. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4107/Taype%20Matamoros.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Valdivieso, R. (2013). *Modelado y simulación de la distribución de energía eléctrica en sistemas genéricos consistentes en diversas fuentes y múltiples nodos de transmisión*. Alicante: Universidad de Alicante.
- Velilla, J. P. (2005). *Sistemas de energías renovables*. Madrid: Paraninfo.
- Viakon. (2013). *Manual del electricista*. Monterrey, Mexico: Viakon conductores Monterrey. Recuperado el 12 de diciembre de 2018, de <http://www.viakon.com/manuales/Manual%20Electrico%20Viakon%20-%20Capitulo%204.pdf>
- Yero, W., & Rodriguez, R. (2018). Monitoreo, control y diagnóstico en bancos de capacitores automáticos en baja tensión. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 26 (1), 28-42.
- Youbioit . (14 de junio de 2017). Obtenido de Cómo funcionan los pararrayos : https://www.youbioit.com/es/article/18219/como-funcionan-los-pararrayos?size=_original

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Granizo Ruiz Hernán Fabrizio con C.C: # **0923748503**, autor del trabajo de titulación: **“Estudio y diseño eléctrico para el cambio de la matriz energética de la autogeneración a la conexión de la red eléctrica pública, utilizando un analizador de redes eléctricas AEMC 8335 en la cantera Luzagui”**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Eléctrico Mecánica con mención en gestión empresarial industrial**, en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizamos a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 19 de marzo de 2019

f. _____

Nombre: Granizo Ruiz Hernán Fabrizio

C.C:0923748503



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TEMA Y SUBTEMA:	Estudio y diseño eléctrico para el cambio de la matriz energética de la autogeneración a la conexión de la red eléctrica pública, utilizando un analizador de redes eléctricas AEMC 8335 en la cantera Luzagui.		
AUTOR(ES)	TLG. GRANIZO RUIZ HERNÁN FABRIZIO		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	ING. EDGAR RAÚL QUEZADA CALLE MSc.		
INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL		
FACULTAD:	FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO		
CARRERA:	INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA		
TÍTULO OBTENIDO:	INGENIERO ELÉCTRICO MECÁNICO CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	19 DE MARZO/2019	No. DE PÁGINAS:	90
ÁREAS TEMÁTICAS:	ESTUDIO Y DISEÑO ELÉCTRICO		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Analizador de redes, matriz energética, red eléctrica pública, autogeneración.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>Se presentan alternativas y perspectivas de desarrollo del sistema energético ecuatoriano, realizando un análisis de la matriz energética actual y las posibilidades de mejorarla, destacándose en particular, la hidroelectricidad, por la importancia de la misma en el abastecimiento de las demandas energéticas del país.</p> <p>El presente trabajo permitirá desarrollar el cambio de la matriz energética de la auto transformación a la conexión de la red eléctrica en la cantera Luzagui, utilizando un analizador de redes eléctrico AEMC 8335, el mismo que permitirá identificar los valores técnicos eléctricos para la correcta implementación del cambio de matriz energética.</p> <p>El estudio costo beneficio permitirá comprobar si es viable el cambio de la matriz energética actual comparando los gastos actuales por generación propia a la conexión de la red eléctrica pública suministrada por CNEL, además se especifican los requerimientos técnicos para la presentación de un proyecto eléctrico a la empresa distribuidora de energía eléctrica para su implementación en la cantera, donde se minimizaría los costos de producción.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 3801900 EXT. 5350	E-mail: hernan.granizo@cnel.gob.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):::	Nombre: PHILCO ASQUI, LUIS ORLANDO		
	Teléfono: +593-980960875		
	E-mail: luis.philco@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			

