

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE
SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

TEMA:

Estudio técnico dentro del plan de expansión del sistema playas, para una nueva subestación de 69 kv en la Comuna Engabao del cantón Playas

AUTOR:

Fausto Antonio Pacho Puertas

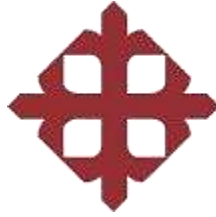
Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO ELÉCTRICO

TUTOR:

Ing. Miguel Armando Heras Sánchez

GUAYAQUIL, ECUADOR

2024



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente componente práctico del examen complejo, fue realizado en su totalidad por PACHO PUERTAS FAUSTO ANTONIO, como requerimiento para la obtención del título de Ing. Eléctrico.

TUTOR

f. _____

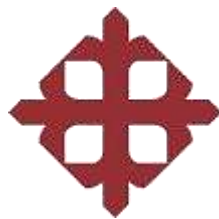
Ing. MIGUEL ARMANDO HERAS SANCHEZ

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

ING. CELSO BAYARDO BOHÓRQUEZ ESCOBAR. PHD.

Guayaquil, 6 de septiembre del 2024



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Pacho Puertas Fausto Antonio:

DECLARO QUE:

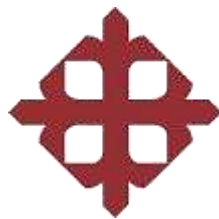
El componente práctico del examen complejo, Estudio Técnico dentro del Plan de Expansión del Sistema Playas, para una Nueva Subestación de 69 Kv en la Comuna Engabao del Cantón Playas, previo a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias bibliográficas. En consecuencia, 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, 6 de septiembre de 2024

EL AUTOR

f. 
Pacho Puertas Fausto Antonio



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

AUTORIZACIÓN

Yo, Pacho Puertas Fausto Antonio:

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, Estudio Técnico dentro del Plan de Expansión del Sistema Playas, para una Nueva Subestación de 69 kV en la Comuna Engabao del Cantón Playas, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 6 de septiembre de 2024

EL AUTOR

f. 

Pacho Puertas Fausto Antonio

REPORTE COMPILATIO



Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación “Estudio Técnico Dentro del Plan de Expansión del Sistema Playas, Para Una Nueva Subestación de 69 kV en la Comuna Engabao del Cantón Playas”, presentado por el estudiante Pacho Puertas Fausto Antonio, fue enviado al Sistema Anti Plagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 4%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

f. _____

Ing. MIGUEL ARMANDO HERAS SANCHEZ



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

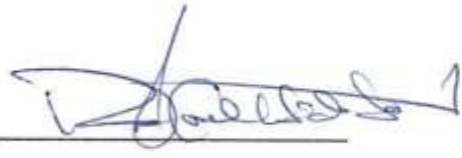
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

ING. BOHÓRQUEZ ESCOBAR, CELSO BAYARDO. PhD.
DIRECTOR DE LA CARRERA

f. 

ING. UBILLA GONZÁLEZ, RICARDO XAVIER. MSC.
COORDINADOR DE TITULACIÓN

f. 

ING. HIDALGO AGUILAR, JAIME RAFAEL. MSC.
OPONENTE



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios, cuyo poder y amor han sido las fuerzas motrices detrás de cada uno de mis logros. A lo largo de este viaje académico, su presencia fue una fuente inagotable de inspiración y guía. En los momentos más oscuros cuando las dificultades amenazaban con abrumarme, fue su luz que iluminó mi camino y me dio la determinación para preservar. Es muy difícil para mí expresar con palabras, lo profundo agradecido que estoy por su presencia en mi vida, por lo que dedico este trabajo a su gloria y honor.

A mi familia a quien debo todo lo que soy, les expreso mi más profundo agradecimiento por su amor, comprensión y apoyo que han sido los pilares sobre los cuales he construido mi vida académica y personal. A lo largo de este proceso, su fe en mis capacidades logró la motivación constante hasta llegar a cumplir todas mis metas que me propuse. Este logro es de mi familia como mío, y espero que sepan todo lo significativo que han sido en mi vida.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO**

CARRERA INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación, primero y ante todo a Dios, quien ha sido mi guía y sostén en cada momento de este recorrido que a lo largo de cada proceso me ha concedido la fortaleza para superar los obstáculos y darme sabiduría para tomar las decisiones correctas. Su presencia constante ha sido un faro en los momentos de incertidumbre, y su amor incondicional me ha llenado de fortaleza para seguir adelante cuando las dificultades parecían insuperables. Es a Él a quien debo todo lo que he alcanzado y esta dedicatoria es una humilde muestra de mi eterna gratitud por su gracia infinita.

También quiero dedicar este esfuerzo a mi familia, quienes con su amor y apoyo incondicional han sido un pilar incondicional en mi vida, su paciencia, comprensión y palabras de aliento fueron mi motivo en este camino de superación. A cada uno de ellos les dedico este trabajo, como un pequeño tributo a todo lo que han hecho por mí, les agradezco por su constancia y su presencia en mi vida.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	2
2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
2.1.- Descripción de la situación actual del área de intervención del estudio técnico del proyecto.	4
2.2.- Identificación, Descripción y Diagnóstico del Problema	4
3.- JUSTIFICACIÓN.....	6
4.- OBJETIVOS.....	7
4.1.- OBJETIVO GENERAL	7
4.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
5.- METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	7
5.1.- PROPUESTA	8
CAPÍTULO II	10
MARCO TEÓRICO	10
2.1.- CONDICIONES DE DISEÑO PARA SUBESTACIÓN EN PLAYAS	10
2.2.- SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.....	10
2.2.1.- POR SU INSTALACIÓN	11
2.2.2.- POR LA CORRIENTE DE OPERACIÓN.....	11
2.2.3.- POR LA FUNCIÓN QUE DESEMPEÑAN.....	12
2.2.4.- POR SU CONSTRUCCIÓN.....	12
2.2.4.2.1.- Celda de Medición.....	13
2.2.4.2.2.- Celda de Cuchillas de Prueba.	13
2.2.4.2.3.- Celda de Interruptor.....	13
2.2.4.2.4.- Celda de Acoplamiento.....	14
2.2.4.3.- Subestación eléctrica interior blindada en Hexafluoruro de Azufre.	14
2.2.4.4.- Subestación Eléctrica Intemperie Convencional.....	14
2.3.- Elementos principales de una Subestación Eléctrica.....	15
2.3.1.- Transformador.	15
2.3.2.- Transformadores de potencia.	15
2.3.2.1.- Clasificación de los transformadores:	15
2.3.2.3.- De distribución.	16
2.3.2.4.- De instrumento.	16
2.3.2.5.- Por el número de fases.....	16
2.3.2.6.- Por el medio refrigerante.	16

2.3.3.- Interruptor de Potencia.....	16
2.3.4.- Restaurador. —.....	17
2.3.5.- Cuchillas Fusibles	17
2.3.6.- Cuchillas Desconectores	18
2.3.7.- Pararrayos.....	18
2.3.9.- Transformadores de instrumento.....	19
2.3.10.- Cajas Derivadoras.....	19
2.3.11.- Fusibles	19
2.3.12.- Barras Colectoras	19
2.3.13.- Tablero de Control	19
2.3.13.1.- Tableros de doble frente o dúplex.	20
2.3.13.2.- Tableros separados por mando y protección.....	20
2.3.13.3.- Tableros Tipo Mosaico.	20
2.3.14.- Transformadores de Instrumento.....	20
2.3.14.1.- Transformadores de Corriente.....	20
2.3.14.2.- Transformador de Potencial.	20
2.3.15.- Equipo de Medición	20
2.3.16.- Aisladores Imagen	21
2.3.16.1.- De Suspensión.	21
2.3.16.2.- De puesta a Tierra.....	21
2.3.16.3.- De Horquilla.....	21
2.3.16.4.- De Apoyo.	22
2.3.17.- Conectores.....	22
2.3.18.- Sistema de Tierra.....	22
2.3.19.- Seccionador de Tres Polos para Operación en grupo a 69 KV.	22
2.3.20.- Descargador a 60 KV	23
2.3.21.- Disyuntor en SF6 para 69 KV	23
2.3.21.1.- Tensión de Trabajo.	24
2.3.21.2.- Intensidad Nominal.	24
2.3.21.3.- Poder de Corte.....	24
2.3.21.4.- Poder de Cierre.....	25
2.3.22.- Número de Polos.	25
2.3.23.- Potencial de Calentamiento de los GEIs.....	25
2.3.24.- Interruptores en SF6	25
2.3.25.- Descargadores a 12 KV.....	26
2.3.26.- Relé de Protección Diferencial	26
2.3.27.- Relé de Protección de Sobre Corriente	27

2.3.28.- Relé de Bloqueo	27
2.3.29.- Anunciador de Alarmas	29
2.3.30.- Interruptores de Apertura y Cerrado	29
2.3.30.1.- Voltaje nominal.	30
2.3.30.2.- Corriente inicial cortocircuito.	30
2.3.30.3.- Corriente de ruptura.....	30
2.3.30.4.- Voltaje de restablecimiento.	30
2.3.30.5.- Capacidad de interrupción.	30
2.3.30.6.- Ciclo de trabajo.	30
2.3.31.- Resistencia de Aislamiento	31
2.3.32.- Resistencia de contacto.....	31
2.3.33.- Luces Indicadoras de Estado	31
2.3.34.- Botonera.....	32
2.3.35.- Celdas de Media Tensión	32
2.3.36.- Tableros de Medición.....	33
2.3.37.- Conductores.....	33
2.3.38.- Hilo de Guarda	33
2.3.39.- Aisladores de Suspensión	34
2.3.39.1.- Características Generales.....	34
2.3.39.2.- Características Particulares	35
2.3.40.- Aisladores Line Post o Tipo Poste	36
2.3.40.1.- Características Particulares	36
2.3.41.- Conductor de Aluminio: Especificaciones Técnicas	37
2.3.42.- Accesorios de Aluminio: Características Generales	37
2.3.43.- Características Particulares de los Accesorios de Aluminio	37
2.3.44.- Hilo de Guarda y Accesorios	38
2.3.44.1.- Cable ACAR de 10,51 mm de diámetro para Hilo de Guarda.....	38
2.3.44.2.- Cable de Acero Galvanizado para Tensor.....	39
2.3.45.- Galvanizado de los Herrajes	39
2.3.46.- Postes y Anclas de Hormigón Armado Tipo H de Sección Rectangular	40
2.4.- Obras Civiles y Cuarto de Control.....	41
2.4.1.- Topografía del terreno.....	42
2.4.2.- Cimentación.	42
2.4.3.- Muros y techos.	42
2.4.4.- Instalaciones sanitarias y eléctricas.	42
2.5.- Operación de Subestaciones	42
2.6.- Condiciones Operacionales de línea.....	43

2.6.1.- Sobrecarga.....	43
2.6.2.- Sobre voltaje.....	43
2.7.- Cargas	44
CAPITULO III	45
RECURSOS DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	45
3.1.- Entidad Ejecutora	45
3.2.- Cobertura y Localización.....	45
3.3.- Inversión	47
3.4.- Plazo de Ejecución Tabla 2.....	47
3.5.- Sector y Tipo de Intervención (SENPLADES).....	47
3.6.- Fase del Proyecto, Tipo y Estado de la Obra	47
3.7.- Tipo, Sector y Cobertura Eléctrica del Proyecto de Estudio	48
3.8.- DIAGNOSTICO Y PROBLEMA	49
3.8.1.- Descripción de la situación actual del área de intervención del Estudio Técnico.....	49
3.9.- Identificación, Descripción y Diagnóstico del Problema	49
3.10.- Línea Base del Proyecto	50
3.11.- Análisis de Oferta y Demanda 3.11.1.- Demanda	50
3.11.1.1.- Población de Referencia.	50
3.11.1.2.- Población Demandante Potencial.....	51
3.11.1.3.- Población Demandante efectiva.	51
3.12.- Oferta	51
3.13.- Identificación y Caracterización de la población Objetivo (Beneficiarios)	51
3.14.- Objetivos del Estudio Técnico.....	52
3.14.1.- Objetivo General	52
3.14.2.- Objetivos Específicos o Componentes.....	52
3.15.- Indicadores de Resultado.....	52
3.16.- Matriz de Marco Lógico.....	53
3.17.- Viabilidad y Plan de Sostenibilidad 3.17.1.- Viabilidad Económica.....	54
3.18.- Metodología utilizada para el cálculo de Inversión Total, Costos de Operación, Mantenimiento y Beneficios.	55
3.19.- Identificación y Valoración de la Inversión Total, Costos de Operación y mantenimiento, Ingresos y Beneficios.	57
3.19.2.- Ingresos	57
3.19.3.- Egresos:.....	57
3.20.- Flujos Financieros y Económicos	57
3.20.1.- Ingreso por Venta de Energía.....	57
3.20.2.- Ingreso por Demanda Sustituta.....	57
3.21.- Egreso por Costos de Operación y Mantenimiento	58

3.22.- Indicadores económicos y sociales (TIR, VAN, RBC y Otros).....	58
3.23.- Evaluación Económica	58
3.24.- Análisis de Sostenibilidad.....	58
3.24.1.- Análisis del Impacto Ambiental y de Riesgos.....	58
3.24.2.- Sostenibilidad Social: Equidad, Género, Participación ciudadana	58
3.25.- Presupuesto Detallado y Fuentes de Financiamiento	59
Son treinta y ocho mil cientos ochenta y siete 89/100 dólares.....	60
3.26.- Estrategia de Ejecución 3.26.1.- Estructura Operativa	61
3.26.2.- Arreglos Institucionales y Modalidad de Ejecución.....	62
3.27.- Cronograma Valorado por Componentes y Actividades.....	62
3.28.- Estrategia de Seguimiento y Evaluación 3.28.1.- Monitoreo de la Ejecución.....	64
3.29.- Evaluación de Resultados e Impactos.....	64
3.30.- Actualización de la Línea de Base	65
3.31.- Línea de Subtransmisión a 69 Kv 3.31.1.- Subestación Chiva Negra	65
3.32.- Objeto del Estudio.....	66
3.33.- Normas Técnicas de INECCEL Aplicables para el Caso.....	66
3.34.- Selección del Conductor a Utilizarse.....	67
3.35.- Separación entre Conductores de Fase e Hilo de Guarda y altura del Poste.....	67
3.36.- Parámetros Físicos y Eléctricos de la Línea. 3.36.1.- Resistencia Eléctrica	68
3.36.2.- Inductancia de la Línea.....	69
3.36.3.- Impedancia de la Línea.....	69
3.36.4.- Máxima Capacidad de Transporte de la Línea	69
3.37.-Efecto Corona	70
3.38.- Tensión Crítica Disruptiva	71
3.39.- Cálculo de la Perdictancia por Efecto Corona	72
3.40.- Determinación del Aislamiento de la Línea.....	73
3.41.- Regulación de Voltaje	75
3.42.- Pérdida de Potencia en Máxima Demanda	75
3.43.- Eficiencia de la Línea	75
3.44.- Detalle De Las Estructuras A Utilizarse Para La Construcción De La Línea A 69 Kv De La Subestación Chiva Negra	76
4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
4.1.- CONCLUSIONES	79
4.2.- RECOMENDACIONES	80
BIBLIOGRAFÍA	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cobertura	45
Tabla 2 Plazo de Ejecución	47
Tabla 3 Sector y Tipo de Inversión.....	47
Tabla 4 Fase del Proyecto	47
Tabla 5 Sector del Proyecto	48
Tabla 6 Matriz de Marco Lógico.....	53
Tabla 7 Viabilidad Económica	55
Tabla 8 Viabilidad Económica	55
Tabla 9 Vida Útil del Proyecto	56
Tabla 10 Vida útil del estudio.....	56
Tabla 11 Presupuesto.....	59
Tabla 12 Cronograma por componentes y Actividades.....	62
Tabla 13 Origen de los Insumos.....	63
Tabla 14 Normas Técnicas.....	66
Tabla 15 Línea de Subtransmisión	77

ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1 Subestación Eléctrica	14
Ilustración 2 Transformador	15
Ilustración 3 Interruptor de Potencia.....	17
Ilustración 4 Cuchillas Fusibles	17
Ilustración 5 Cuchillas desconectores.....	18
Ilustración 6 Pararrayos	18
Ilustración 7 Equipo de Medición.....	21
Ilustración 8 Seccionador de tres Polos.....	23
Ilustración 9 Disyuntor en SF6	24
Ilustración 10 Relé de protección diferencial.....	27
Ilustración 11 Relé de bloqueo.....	28
Ilustración 12 Anunciador de Alarmas	29
Ilustración 13 Interruptores de Apertura y Cerrado	31
Ilustración 14 Luces indicadoras de estado	32
Ilustración 15 Hilos de Guarda	34
Ilustración 16 Localización.....	46
Ilustración 17 Línea base del Proyecto	50
Ilustración 18 Estructura Operativa	62
Ilustración 19 Recorrido de Línea.....	65
Ilustración 20 Detalle de la estructura.....	76

RESUMEN

El documento Estudio Técnico dentro del Plan de Expansión del Sistema Playas, para una Nueva Subestación de 69 Kv en la Comuna Engabao del Cantón Playas, es un análisis preliminar de una propuesta ejecutable para remediar la necesidad por la constante problemática con que reciben la energía eléctrica en Engabao y sus alrededores, por encontrarse distante del alimentador principal del área de servicio, como es la Subestación Posorja del Cantón Playas.

Este estudio preliminar nos indica el lugar exacto donde se ejecutaría la obra de construcción de la subestación, además expresa las características y los elementos que se requieren para la puesta en marcha. Este trabajo es un proyecto netamente de tipo social, por cuanto se beneficiarán los habitantes de la comunidad y su alcance será en beneficio de la Empresa Eléctrica Pública Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP.

Además, con este Estudio, se detalla la asignación de postes de hormigón armado y ruta que seguirá la línea de alta tensión que parte desde la Subestación Playas y que tiene aproximadamente 4225 m. de extensión, donde se ejecutaría la obra, con sus respectivas coordenadas donde se ubicaran cada uno de ellos.

El documento describe los procedimientos e investigaciones que se han realizado, pasando desde el Capítulo I, donde se describen los Objetivos y su problemática. A continuación, puntualizamos todos los aspectos conceptuales en el Capítulo II del Marco Teórico, mismos que fueron suscritos de investigaciones, libros y vivencias propias del sector eléctrico, y por último enmarcamos la Metodología y su respectiva propuesta, donde se involucra los aspectos técnicos y económicos para la construcción de esta subestación eléctrica.

SUMMARY

This document that I present below, as it is the Technical Study Within the Expansion Plan of the Playas System, for a New 69 Kv Substation in the Engabao Commune of the Cantón Playas, is a preliminary analysis of an executable proposal to remedy the need for the constant problems with which Engabao and its surroundings receive electrical energy, due to being far from the main feeder of the service area, such as the Posorja Substation of the Cantón Playas.

This preliminary study indicates the exact place where the substation construction work would be carried out, and also expresses the characteristics and elements required for start- up. This work is a purely social project, since the inhabitants of the community will benefit and its scope will benefit the Public Electric Company National Electricity Corporation CNEL EP.

In addition, this Study details the assignment of reinforced concrete poles and the route that the high voltage line that starts from the Playas Substation and which is approximately 4225 m will follow. of extension, where the work would be executed, with their respective coordinates where each of them would be located.

This document describes the procedures and investigations that have been carried out, starting from Chapter I, where the Objectives and their problems are described. Next, we point out all the conceptual aspects in Chapter II of the Theoretical Framework, which were based on research and books and experiences specific to the electrical sector, and finally we frame the Methodology and its respective proposal, which involves the technical and economic aspects. for the construction of this electrical substation.

INTRODUCCIÓN

Playas, es un balneario turístico único de la Provincia del Guayas, que tiene 280 Km² y una población aproximada de 60.000 habitantes, con lugares hermosos que los podemos encontrar en recintos como Data de Villamil, El Arenal, San Vicente, San Antonio, Comuna Engabao y General Villamil que es su cabecera Cantonal.

Al norte de General Villamil, se encuentra la Comuna Engabao, un pueblo de pescadores donde el Surf y la pesca deportiva son uno de sus atractivos principales. Tiene una población de aproximadamente 4.600 habitantes y su crecimiento sigue en auge debido a su ubicación costera y a su infraestructura vial que realiza el Concejo Provincial en esta localidad de la provincia del Guayas.

Partiendo de estos datos importantes, se indica que la implementación de una subestación eléctrica para la Comuna Engabao, que tiene aproximadamente 2000 abonados, se debe a que este servicio que recibe de CNEL E.P. llega a esta localidad del Cantón muy reducida, por encontrarse en un punto muy alejado, que muchas veces causa problemas por los constantes cortes que se dan en el servicio a nivel nacional a los abonados de Engabao.

El estudio técnico dentro del plan de expansión del sistema Playas, para una nueva subestación de 69 KV en la comuna Engabao del cantón Playas, permitirá mejorar el servicio de dotación de energía a los habitantes de esta zona, conociendo de su altísimo crecimiento poblacional y turístico, además terminaría con los cortes e interrupciones que se dan en la actualidad y podrían vincularse en el futuro.

En cada región del país existen las plantas generadoras de electricidad encargadas de transportar dicha energía con líneas de alto voltaje que llegan a las Subestaciones que transforman ese voltaje menor, para el requerimiento de industrias, fábricas y hogares.

La importancia que conlleva la creación de esta Subestación de electricidad para el Cantón Playas, conlleva a que se deben involucrar todas las autoridades de CNEL EP, autoridades gubernamentales, locales y comunidad en general, puesto que minimizará la problemática de abastecimiento eléctrico en la Comuna Engabao y sus alrededores.

Es fundamental conocer que la subestación de 69 Kv, permitirá a los habitantes de la Comuna Engabao y sus alrededores, tener un servicio óptimo confiable de calidad, rapidez y eficacia. Considerando que este sector va a disponer de un servicio eléctrico para el suministro de energía con vida útil de unos 50 años, analizando registros de mantenimiento y monitoreo.

2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

EL Cantón Playas, desde sus inicios como parroquia rural del Cantón Guayaquil, recibía el servicio de generación eléctrica por intermedio de la Empresa Eléctrica Península de Santa Elena (EMEPE), a través de una subestación que se encuentra ubicada en esta zona, la misma que carecía de estabilidad y eficacia en su rendimiento, porque el Cantón Playas y sus alrededores crecía de una manera acelerada por su ubicación y por ser uno de los mejores balnearios del país.

De acuerdo a los índices de crecimiento poblacional y a su constante desarrollo turístico, pesquero y comercial, la generación eléctrica viene soportando en la misma medida este crecimiento, por lo tanto, la Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP, que abastece de energía eléctrica a todas las grandes ciudades, y pueblos del Ecuador, también presenta ciertas debilidades en su sistema de generación, por diversos motivos principalmente debido a la falta o desabastecimiento de agua en sus reservas o represas, lo que impide que este servicio llegue de manera continua a los hogares de los ecuatorianos.

En la actualidad, este servicio es proporcionado por la Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP, que llega a todos los rincones del país y por ende a esta

Ciudad, abasteciendo de forma permanente el sistema eléctrico que reciben todos los hogares, zonas industriales, camaroneras, ganaderas, comerciales que se encuentran en la Comuna Engabao y sus alrededores. Por ello, es necesario que se implemente esta subestación transformadora de electricidad, dentro de esta área que tiene aproximadamente 30.000 abonados en su territorio.

2.1.- Descripción de la situación actual del área de intervención del estudio técnico del proyecto.

La situación actual del área de intervención del estudio técnico dentro del Plan de Expansión del Sistema Playas, para una nueva subestación de 69 kV en la comuna Engabao del cantón Playas, es la siguiente:

- a. En la división Playas hay 60.000 habitantes aproximadamente, con un total de viviendas de casi 11.000, según el Censo de Población y Vivienda.
- b. En la actualidad hay una actividad comercial inusitada, gracias al esfuerzo de sus habitantes, donde se han instaurados muchas empresas comerciales, industriales, camaroneras, entre otras.
- c. El comercio es una actividad complementaria para atender al turista, así como para cubrir las necesidades internas del Cantón, al igual que el turismo que se ha desarrollado en gran medida, pero carece de planificación y ordenamiento.

2.2.- Identificación, Descripción y Diagnóstico del Problema

El Cantón Playas, se sirve de energía eléctrica a través de CENEL EP, mediante el alimentador de 80 Kv de la Subestación que se encuentra en la Parroquia del Morro dando servicio a la ciudad y debido al constante crecimiento de recintos y parroquias de Playas, en muchas ocasiones provoca bajos niveles de voltaje y pérdida de energía, esto hace que el suministro eléctrico sea deficiente y se requiera de un estudio para la implementación de una Subestación, la misma que se alimentará de una línea de subtransmisión a 69 Kv. que permitiría la entrega de energía eléctrica con mejores índices de calidad y servicio.

Se puede establecer que la mayor parte de los problemas existentes se deben a la falta de cobertura del servicio de energía eléctrica, y por ende es importante éste estudio y posterior montaje de la planta, de lo contrario surgirían una serie de acciones como:

Causas:

- a. El crecimiento desordenado de los asentamientos humanos que afecta gravemente calidad ambiental.
- b. Aumento de la demanda actual de la energía eléctrica y a su desmesurado conflicto de acometidas desordenadas e ilegales que afectan el desarrollo de la población.
- c. Los daños de artículos eléctricos, cierre de locales comerciales, entre otras por las continuas desconexiones a los usuarios de esta localidad, por mantenimiento o transferencias emergentes.
- d. Imposibilita el desarrollo económico y bienestar de la localidad y lugares aledaños por el aumento del turismo lo que hace que la carga eléctrica aumente y se pierda la energía.
- e. Limitada accesibilidad a los servicios básicos en la ciudad.
- f. La alimentación eléctrica es baja, porque Engabao está lejos de la subestación principal.

Consecuencias:

- a. Altos índices de malestar por problemas en la generación eléctrica en los habitantes de la Comuna Engabao y sus alrededores.
- b. Pérdidas económicas, por la falta de suministro energético en áreas comerciales, industriales y turísticas.

- c. Incapacidad de gestión por parte de administradores y personal del área eléctrica de CNEL, para contrarrestar el alto índice de suministro eléctrico con todos los abonados de Engabao.

Por consiguiente, el presente trabajo pretende dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación. ¿Cómo incide el estudio técnico dentro del Plan de Expansión del Sistema Playas, para una nueva Subestación de 69 kv en la Comuna Engabao del Cantón Playas, Ecuador?

3.- JUSTIFICACIÓN

Este proyecto está orientado a mejorar el proceso de distribución eléctrica para los habitantes de la Comuna Engabao, a través de la implementación de un estudio técnico para una Planta o Subestación de energía que se ajuste a la necesidad de la zona, que conllevaría a motivar y remediar la problemática del sector eléctrico mencionado.

Este estudio técnico de una Subestación eléctrica para la Comuna Engabao es importante, debido al crecimiento progresivo de los abonados en esta zona, en el cual la problemática de abastecimiento eléctrico en el área descrita, mejoraría considerablemente, dando fin a su constante racionamiento energético.

La elaboración de este documento pretende beneficiar exclusivamente a la Comuna Engabao y sus alrededores en el Cantón Playas, si se considera viable y CENEL EP destine los recursos que se necesitan para su ejecución, considerando la importancia en el desarrollo integral de esta comunidad.

Con la ejecución de esta Subestación, se podrá mejorar la capacidad del proceso de abastecimiento eléctrico en el lugar, situación que hasta este momento se considera crítico e inestable, tomando en cuenta su gran viabilidad en el aspecto social, económico y de desarrollo para la ciudadanía.

Por ello es que este Estudio Técnico para una Subestación se considera factible desde diversos criterios como económico, político, ambiental, institucional, demográfico y de desarrollo, estableciendo nuevos parámetros en el sistema eléctrico de la Comuna Engabao, la ciudad de Playas y de sus habitantes.

4.- OBJETIVOS

De acuerdo a la descripción en detalle de lo que se va a plantear en la investigación, se pueden describir cada objetivo que se apega a la realidad de los requerimientos en el documento.

4.1.- OBJETIVO GENERAL

Establecer un Estudio Técnico para la implementación de una Subestación Eléctrica para dotar de electricidad a la Comuna Engabao, considerando la alternativa más adecuada para su ubicación, con el propósito de mejorar la calidad de energía y el servicio eléctrico en cada barrio de esta localidad.

4.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Describir los recursos que se necesitan para un Estudio Técnico de una Subestación en el sector de la comuna Engabao del Cantón Playas.
- b. Diagnosticar la situación actual del sector eléctrico en el Cantón Playas y sus alrededores y el beneficio que brindaría la ejecución de este estudio con la implementación de la Subestación en la Comuna Engabao.
- c. Expresar los alcances y limitaciones que tendría el estudio Técnico y su posible ejecución en Playas, General Villamil.

5.- METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Partiendo de los objetivos estructurados en este documento, se puede describir cada acontecimiento mismo de como estará planteada nuestra investigación en este estudio técnico para la posible puesta en marcha de la subestación eléctrica en el sector de la Chiva Negra.

Los resultados obtenidos básicamente se reflejaron de diferentes fuentes y en su mayoría fueron obtenidas de experiencias personales en el área de electricidad por razones de trabajo, agregando toda la información obtenida de especialistas y técnicos en la materia que pertenecen a la empresa eléctrica de la zona, misma que es de fiabilidad para este trabajo.

Para ello es necesario indicar que se siguen los principios de la metodología descriptiva, puesto que la información más relevante ha sido tomada de fuentes como observaciones, entrevistas y documentos relacionados con el tema, para llegar a obtener los resultados requeridos en la investigación.

Esta metodología va a ayudar para determinar y establecer la relación costo – beneficio del estudio técnico para una posible ejecución de la subestación mencionada, con perspectivas claras de incrementar la oferta eléctrica en el área de influencia, conociendo la situación actual de la misma en todos estos años involucrado en el sector eléctrico y relacionados en el vivir de los ciudadanos con el servicio que recibe de la empresa eléctrica, que se detallan en la problemática en la zona de influencia del estudio.

Se establece que esta investigación se la puede considerar también proyectiva, por cuanto se pretende solucionar el problema energético que tiene en estos momentos Engabao y sus alrededores relacionados con la energía que recibe y su posible solución a mediano plazo.

Bajo estas circunstancias se puede indicar que el estudio tiene un diseño de campo, por tener información real que fueron obtenidas de especificaciones técnicas de los entes que trabajan en este sector.

5.1.- PROPUESTA

En este estudio técnico planteado, luego de obtener información relevante y conociendo la problemática en que recibe la energía eléctrica la comuna de Engabao y sus alrededores, por los continuos cortes de energía y cuya solución está basada en mejorar la calidad en que reciben el servicio eléctrico los usuarios de la zona, por la

posible construcción de una planta distribuidora de energía como es una subestación que viene acompañada de una línea de 69 Kv. que beneficiarían a todos los involucrados en el estudio.

Esta propuesta en primer lugar describe la construcción de la subestación, que estará ubicado al Oeste de la ciudad de General Villamil, junto a la vía que conduce a Engabao. Con un cerramiento de hormigón armado en cuyo interior estarán ubicados todos los componentes físicos que se necesita para una subestación que fueron descritos en el Marco Teórico. Cada componente ayudará a que pueda realizarse sin inconvenientes la generación y transformación de la energía que llega desde la subestación de Playas y así suministrar el flujo de la misma hacia los sectores que se propone, lo que permitiría a futuro que la problemática expuesta pueda terminar.

La propuesta también describe la manera de llegar con una Línea de 69 Kv que llegará a la subestación a través de un sistema interconectado por medio de cables de alta y media tensión a través de postes que estarán ubicados a lo largo de las vías que se detallan en la parte de construcción de la misma.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.- CONDICIONES DE DISEÑO PARA SUBESTACIÓN EN PLAYAS

Para establecer estas condiciones hay que tener en cuenta las necesidades requeridas en esta localidad y de cómo es más conveniente el tipo de subestación viable en este estudio técnico. Se puede considerar aspectos como condiciones ambientales, espacio requerido para la misma, cantidad de voltaje, aumento de usuarios en la zona, entre otros.

Es necesario indicar que, ligado a todos estos aspectos hay que considerar los costos y aumentos continuos de los equipos, mano de obra, características del lugar, para pensar en la mejor opción para la puesta en marcha de una Subestación en dicho lugar. Además, la subestación tiene que ser confiable, económica y segura con diseño lo más sencillo posible, pero que garantice un servicio optimo al momento de transformar y generar la corriente eléctrica a sus usuarios y, agregando además el continuo mantenimiento de equipos y líneas de distribución, lo que permitiría un servicio continuo sin interrupciones ni riesgos para los operadores o personal técnico de la misma.

2.2.- SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.

Una subestación Eléctrica, es un sistema de dispositivos constituidos por máquinas, circuitos, cableados y una serie de elementos que tienen como función modificar los parámetros de la potencia eléctrica, corriente y tensión como también proveer un medio de interconexión que va a permitir suministrar y alimentar las líneas de transmisiones existentes en un área determinada. (Trashorras, 2015).

Elementalmente se puede decir que el objetivo de una Subestación eléctrica es garantizar el servicio y fluidez del suministro energético a un lugar determinado con el correspondiente control de la misma para poder realizar la desconexión por motivos de control, medición y mantenimiento en un determinado sector.

Estas Subestaciones eléctricas se pueden clasificar de acuerdo a su corriente, a su tensión, a su instalación o a su construcción. (Cárdenas & Moreno, 2012)

2.2.1.- POR SU INSTALACIÓN

2.2.1.1.- Subestación Eléctrica Intemperie. - Como su nombre lo indica, se encuentran al aire libre expuestas a las condiciones climáticas adversas, se utilizan para sistemas de Alta y Extra Alta Tensión.

2.2.1.2.- Subestación Eléctrica Interior. – Operan generalmente en el interior de edificios, ocupando espacios reducidos y generalmente con potencias relativamente bajas.

2.2.1.3.- Subestación Eléctrica Blindada. – Generalmente se encuentran ubicadas en lugares de alto riesgo, de áreas peligrosas y sus componentes como equipos y maquinarias se encuentran protegidas como también están situadas en lugares reducidos.

2.2.2.- POR LA CORRIENTE DE OPERACIÓN

Podemos indicar que este tipo de subestaciones se las puede clasificar de la siguiente manera:

2.2.2.1.- Corriente Directa Rectificadora. – Están encargadas de transformar la corriente alterna en Directa, pueden ser de gran capacidad o de baja capacidad que son empleadas en industrias. Son importantes porque nos proporcionan costos económicos reducidos, bajas pérdidas y se utilizan generación local para su rectificación.

2.2.2.2.- De Corriente Inversa. - su función es convertir la corriente directa a alterna, para el suministro de energía al consumidor.

2.2.2.3.- Subestación de Corriente Alterna. - Es de las más utilizadas en nuestro medio, la distribución se realiza con corriente alterna pues involucra generación, distribución y utilización; la energía eléctrica se genera con tensiones que fluctúan

entre los 5 a 25 KV, que en su momento se pueden elevar a tensiones apropiadas y posteriormente reducirlas a valores óptimos de distribución. (Rubio, 2015).

2.2.3.- POR LA FUNCIÓN QUE DESEMPEÑAN

2.2.3.1.- Eléctricas elevadoras. – Son importantes porque pueden transmitir la energía eléctrica a menor costo, con un mínimo de pérdidas. Generalmente se localizan dentro de una planta generadora modificando los valores de tensión y corriente de generación. (Naranjo, 2022).

2.2.3.2.- Subestaciones Reductoras o Receptoras Primarias. – son alimentadas por las líneas de transmisión y sus niveles de transmisión se reducen de Subtransmisión a Distribución o a veces a utilización. Aquí se emplean esquemas con doble juego de barras colectoras a su vez con interruptores que van en paralelo. (Serpa, 2022).

2.2.3.3.- Subestaciones Reductoras o Receptoras Secundarias. – Están alimentadas directamente por líneas de subtransmisión, aquí se utilizan interruptores tripolares de gran capacidad lo que evita problemas de suministro en caso de desconexión por fallas técnicas o eléctricas.

2.2.3.4.- Subestaciones eléctricas de Distribución. - Se utilizan generalmente para distribuir la energía en áreas de abastecimiento específicas y con niveles de tensión adecuados. Son importantes por tener siempre unidos los Sistemas de Potencia, sin que sea necesaria transformar los valores de tensión y corriente. (Rubio, 2015).

2.2.4.- POR SU CONSTRUCCIÓN

2.2.4.1.- Subestación Interior Convencional. – Son las que tienen sus equipos en el interior de un local para protegerlos de las condiciones climáticas y atmosféricas, se caracterizan por que las barras colectoras son desnudas, por lo que a mayores tensiones ocupan grandes áreas. Son elaboradas por estructuras metálicas galvanizadas, hecho que hace que puedan ser modificados de acuerdo a su crecimiento o ampliación. Y una de sus desventajas es el riesgo que tienen las personas involucradas en estas subestaciones, ya que al tener contacto con su estructura podrían tener descargas en su cuerpo. (Calle & Castillo, 2020).

2.2.4.2.- Subestación Interior Compacta. – Son subestaciones que están caracterizadas porque sus componentes se encuentran contenidos en gabinetes de láminas estiradas en frío, por consiguiente, cada uno de estos aparatos se encuentran en el interior para contrarrestar las inclemencias propias de agentes atmosféricos conocidos, dichos gabinetes están aislados de la parte viva y entrelazados eficazmente a tierra. Brindando seguridad a las personas ante cualquier contacto a estos, por lo que todas las maniobras que se realizan, se hacen por medio de palancas en tableros aislados de ellos.

Este tipo de Subestación, están constituidos por una serie de elementos que se encuentran en gabinetes independientemente, podemos mencionar entre ellos:

2.2.4.2.1.- Celda de Medición.

Unidades normalizadas para distribuir la energía eléctrica a un determinado nivel de tensión. Pueden ser utilizadas en centrales de generación, así como en estaciones transformadoras de tensión y en subestaciones de distribución.

2.2.4.2.2.- Celda de Cuchillas de Prueba.

Generalmente se utilizan en la comprobación de tensiones en circuitos eléctricos de bajo voltaje. Son elementos básicos para el mantenimiento de estos circuitos. Se componen en los extremos de pinzas o ganchos, que se conectan a cada polo para la comprobación del voltaje y verificación de corriente que por allí circula. También ayuda a verificar fallas permitiendo verificar si hay paso de corriente o no en ese sitio del circuito.

2.2.4.2.3.- Celda de Interruptor.

Su principal función es realizar de forma segura la protección eléctrica en cada transformador de media tensión, haciéndolo ante fallas de sobrecarga, del circuito. También se puede agregar algunas protecciones avanzadas que representan una mayor inversión, pero nos asegura beneficios ante posibles errores y mantenimiento. (Sarmiento, 2022).

2.2.4.2.4.- Celda de Acoplamiento.

Tienen la particularidad de servir como un acople al transformador y a una subestación. Presentan en el interior de sus celdas unas soleras que están hechas de cobre donde se puede conectar el transformador.

2.2.4.3.- Subestación eléctrica interior blindada en Hexafluoruro de Azufre.

Tiene como características principales que todos sus componentes están se encuentran aislados de este componente Químico Inorgánico, debido a su alta rigidez dieléctrica de este compuesto y a su propiedad de absorber los electrones producidos durante el arco. (Rivera, 2023).

Estas Subestaciones tienen las siguientes ventajas:

- a) Alta seguridad para el personal que maniobra sus instalaciones.
- b) Protege todo su campo de los efectos de la contaminación ambiental
- c) Disminuye los efectos de la Subestación eléctrica con el ambiente, evitando la radio interferencia, disminuyendo el ruido, debido a las operaciones con respecto a los interruptores.

2.2.4.4.- Subestación Eléctrica Intemperie Convencional

Se caracterizan porque sus componentes están en lugares visibles, por lo tanto, están a las inclemencias atmosféricas. Se usan particularmente en tensiones que pueden ser muy altas debido a las distancias entre conductores y puesta a tierra.

Figura 1

Ilustración Subestación Eléctrica



Nota: Estructura de subestación Playas.

Autor: Fausto Pacho

2.3.- Elementos principales de una Subestación Eléctrica

Una Subestación Eléctrica, para su funcionamiento es necesario que tenga entre sus componentes o dispositivos más importantes los siguientes elementos:

2.3.1.- Transformador.

Encargado de la transferencia eléctrica de un circuito a otro con una frecuencia constante, trabaja gracias a un principio de inducción electromagnética con una serie de circuitos eléctricos que se conectan magnéticamente y aislados eléctricamente. Existen de diversas capacidades y son utilizados de acuerdo a las necesidades de cada zona. (Lozano & Melgar, 2019).

Figura 2

Ilustración Transformador



Nota: Transformador de subestación Playas.

Autor: Fausto Pacho

2.3.2.- Transformadores de potencia.

Es el equipo más importante de una subestación, además de ser el equipo más grande, pesado y complejo, agregándole su alto costo económico. Transforman el voltaje de un nivel a otro además del flujo de potencia a una parte del sistema o hacia la carga. (Almachi, 2018).

2.3.2.1.- Clasificación de los transformadores:

2.3.2.2.- De Potencia.

Transforman potencias de ciertas consideraciones alimentados con tensiones fijas, utilizados en subestaciones de generación.

2.3.2.3.- De distribución.

Están considerados en este grupo aquellos que generalmente están ubicados en postes y llevan la corriente básicamente a comerciales, granjas, edificios, viviendas, centros comerciales, entre otros. (Rubio, 2020).

2.3.2.4.- De instrumento.

Aquellos que pueden conectarse a un sistema eléctrico de alta tensión en forma directa o indirecta.

2.3.2.5.- Por el número de fases.

- a. **Monofásico.** – Están diseñados para destinar corriente alterna monofásica.
- b. **Trifásico.** – Funcionan con corriente de alimentación alterna trifásica

2.3.2.6.- Por el medio refrigerante.

- a. **Aceite.** – Utilizan aceite como medio de refrigeración y se utilizan cuando se da niveles de potencia altos con riesgo de incendio bajos.

2.3.3.- Interruptor de Potencia.

Sirven para interrumpir y dar continuidad al circuito eléctrico, que generalmente se debe efectuar con carga o corriente de cortocircuito. Impide el sobrecalentamiento de la instalación eléctrica, lo que permite proteger a una vivienda, edificio o lugar de un posible incendio por causa de una sobrecarga. (Bustamante, 2022).

Existen diferentes clases y las más comunes son: Según su medio de extinción, el tipo de mecanismo y la ubicación de cámaras.

Figura 3

Ilustración Interruptor de Potencia



Nota: Interruptor de Potencia, tomado de subestacion Playas. Autor: Fausto Pacho

2.3.4.- Restaurador. –

Es un interruptor de aceite que tiene sus tres contactos dentro de un mismo tanque, operando con capacidades interruptivas bajas

2.3.5.- Cuchillas Fusibles

Son elementos de conexión y desconexión de circuitos eléctricos, tienen dos funciones conectar - desconectar y la otra de protección, cuando existen problemas de sobrecarga de energía.

Figura 4

Ilustración Cuchillas Fusibles



Nota: imagen de cuchillas fusibles
Fuente: Subestación Playas. Autor: Fausto Pach

2.3.6.- Cuchillas Desconectadores

Sirven para desconectar físicamente un circuito eléctrico, por lo general operan sin carga, pero existe cierto grupo que lo hacen con un tipo de carga hasta cierto grado. Funcionan de manera manual o mecánica.

Figura 5

Ilustración Cuchillas desconectadores



Nota: imagen de cuchillas desconectadores.

Fuente: Subestación Playas. Autor: Fausto Pacho

2.3.7.- Pararrayos

Es un dispositivo de seguridad, encargado de neutralizar las descargas atmosféricas. Se encuentra conectado permanentemente en el sistema, descarga la corriente a tierra cuando se presenta una tensión de cierta magnitud, evitando accidentes a usuarios y operarios de la planta. (Peralta, 2022).

Figura 6

Ilustración 6 Pararrayos



Nota: Imagen de Pararrayo.

Fuente: Subestación Playas. Autor: Fausto Pacho

2.3.9.- Transformadores de instrumento

Son aquellos que transforman las tensiones eléctricas y sus intensidades a medida que pueden ser manejadas por las líneas a que se distribuyen. En otras palabras, se puede decir que cambian el valor de la corriente en su primario a otro en el secundario es decir transformar los valores de voltaje sin tomar en cuenta la corriente. Estos datos sirven como lecturas en tiempo real, para instrumentos de medición, control o protección que requieran señales de corriente o voltaje. (Rubio, 2020).

2.3.10.- Cajas Derivadoras

Son terminales de conexión por fase, permiten las derivaciones subterráneas para que continúe las líneas, alimentación de zonas

2.3.11.- Fusibles

Son una alternativa de protección eléctrica, que pueden suplantar al interruptor debido a su costo más económico. Su función básicamente es interrumpir circuitos cuando se produce una sobre corriente y soportar la tensión de recuperación que se produce posteriormente en ese lugar.

2.3.12.- Barras Colectoras

Son un conjunto de conductores eléctrico para conectar circuitos en una Subestación. (Santillán, 2021).

Pueden estar formadas por los siguientes elementos:

Aisladores. -

- a. Conductores eléctricos
- b. Conectores y Herrajes, que unen diferentes tramos de conductores y sujetar al conductor aislador.

2.3.13.- Tablero de Control

Tienen como función, soportar los aparatos de control, de medición y de protección, pudiendo agregar al sistema de alarma. (Villamizar & Gutierrez, 2016). En nuestro medio se pueden encontrar diferentes modelos, los más sobresalientes pueden

ser:

2.3.13.1.- Tableros de doble frente o dúplex.

Utilizados en Subestaciones medianas, se acostumbra instalar en frente los elementos de control, medición y señalización.

2.3.13.2.- Tableros separados por mando y protección.

Son usados de tamaño muy grande, debido al complejo sistema de protección, siendo fácilmente visible y accesible para el operador. aquí pueden ser instalados, los elementos de control, aparatos de medición, indicadores luminosos y de maniobra.

2.3.13.3.- Tableros Tipo Mosaico.

Son instalados generalmente en subestaciones operadas a control remoto, son sumamente compactos

2.3.14.- Transformadores de Instrumento

Son aquellos empleados en alimentación de equipos de medición, control o protección. Son de dos tipos:

2.3.14.1.- Transformadores de Corriente.

Son importantes en los sistemas eléctricos de potencia, distribución e industrial. Además, en cantidades grandes de tensión y corriente.

2.3.14.2.- Transformador de Potencial.

Su importancia radica en transformar los valores de tensión manejables, esto es 220 V y 110 V, sirven para alimentar los instrumentos de medición, control y protección. (Almachi, 2018).

2.3.15.- Equipo de Medición

Se entiende por Equipo de Medición, al conjunto de diferentes elementos conectados a los secundarios de los transformadores de instrumento de corriente y potencial, que se encargan de medir las magnitudes de diferentes parámetros eléctricos de instalaciones de baja y alta tensión

Figura 7

Ilustración Equipo de Medición



Nota: Es un Equipo de Medición, tomado de subestación Playas.

Autor: Fausto Pacho

2.3.16.- Aisladores Imagen

Son elementos importantes en una Subestación eléctrica, pues garantizan la seguridad y el buen funcionamiento de las instalaciones eléctricas. Su función es importante porque impiden el flujo de corriente entre dos puntos. Los podemos encontrar de diferentes tipos:

2.3.16.1.- De Suspensión.

Especialmente utilizados en líneas de distribución y líneas de alta tensión, están diseñados para soportar cargas mecánicas y eléctricas lo que hace posible el paso de la corriente sin estar en contacto con estructuras de soporte.

2.3.16.2.- De puesta a Tierra.

Están contruidos para proteger las instalaciones eléctricas y equipos contra las descargas y sobretensiones, lo que hace que conecten las estructuras metálicas a tierra.

2.3.16.3.- De Horquilla.

Son utilizados en líneas de media y baja tensión y su función es sostener y aislar los conductores en postes y torres de distribución y están diseñados para estas cargas mecánicas y eléctricas en con menor tensión.

2.3.16.4.- De Apoyo.

Generalmente son utilizados para soportar y aislar equipos en subestaciones eléctricas garantizando la estabilidad mecánica y seguridad de los sectores eléctricos, lo que hace que eviten cortocircuitos y una serie de fallas en el sistema de la subestación.

2.3.17.- Conectores.

Los conectores sirven para realizar las conexiones con el cableado eléctrico, así como también entre cableado eléctrico y algún elemento que se encuentra en el circuito, que al unirse hace que fluya la corriente eléctrica, esto hace que se minimice el costo, la mano de obra y el tiempo en una subestación. Generalmente tienen un extremo macho y otro hembra que se conectan entre sí.

2.3.18.- Sistema de Tierra.

Estos sistemas se caracterizan por ser los encargados de la protección de las personas que están encargadas de una subestación, así como también permitir el cuidado de los equipos en este lugar. (Muñoz, 2023).

Entre las funciones más significativas podemos describir las siguientes:

- a. Garantizar la seguridad de las personas
- b. Servir de referencia al sistema eléctrico
- c. Permitir a los equipos de protección control de fallas
- d. Conducir y disipar con mucha capacidad las fallas en la corriente estática y de rayos
- e. Realizar la conexión de baja resistencia con la tierra y con puntos de referencia de equipos.

2.3.19.- Seccionador de Tres Polos para Operación en grupo a 69 KV.

Es un equipo de la subestación que permite la apertura del circuito eléctrico en maniobras de mantenimiento. Y se puede diferenciar de un interruptor porque la apertura la hace bajo carga. (Boada & Endara, 2013). Estos seccionadores están constituidos por:

- a. Base metálica
- b. Cuchilla, que puede ser vertical u horizontal

c. Pantógrafo

Figura 8

Ilustración Seccionador de tres Polos



Nota: Imagen de Seccionador de tres Polos, tomado de subestación Playas.

Autor: Fausto Pacho

2.3.20.- Descargador a 60 KV

Estos instrumentos tienen la propiedad de proteger los equipos y dispositivos contra sobrevoltajes en los sistemas eléctricos de un área de trabajo. Podemos encontrar diferentes tipos de ellos, pero los más usados son aquellos elaborados con óxido de zinc (Zn O).

Estos descargadores de sobretensión han sido desarrollados con el fin de proteger instalaciones eléctricas contra sobretensiones de origen atmosférico que llegan a las instalaciones de una subestación de forma directa o indirecta.

2.3.21.- Disyuntor en SF6 para 69 KV

Son elementos que sirven para la protección de dispositivos y personal que trabaja en estas plantas alimentadoras de energía. Es un interruptor que se encarga de cortar el paso de la corriente eléctrica en determinadas condiciones. (Salcedo, 2020).

Es un equipo para transmisión eléctrica de alto voltaje usado en redes de distribución eléctrica. tiene la capacidad de abrir o cerrar la corriente nominal y corriente de falla cuando realiza la protección. Esta elaborado a base de Hexafluoruro

de Azufre (SF_6), que es un gas inodoro, incoloro y no tóxico que debido a sus cualidades dieléctricas es el principal fluido que tienen los aparatos electrotécnicos.

Figura 9

Ilustración Disyuntor en SF_6



Nota: Imagen de Disyuntor de Hexafluoruro de Azufre, tomado de subestación Playas.

Autor: Fausto Pacho

Características:

Tenemos que observar las siguientes condiciones de beneficios:

2.3.21.1.- Tensión de Trabajo.

La tensión es igual a la presión dada en voltios y se la puede describir como una fuente de energía de un circuito, impulsando la corriente a través de un conductor para producir luz.

2.3.21.2.- Intensidad Nominal.

Se describe como el suministro de corriente para que una unidad pueda funcionar, de manera óptima y segura.

2.3.21.3.- Poder de Corte.

Es el más alto valor de corriente que un interruptor puede interrumpir con claridad, es decir es un valor de intensidad de cortocircuito que un elemento es capaz de cesar en

una tensión dada, sin que sufran desperfectos estos aparatos.

2.3.21.4.- Poder de Cierre.

Es un valor máximo de intensidad de corriente que puede cerrar correctamente un interruptor o relé en un sistema.

2.3.22.- Número de Polos.

Es un dato de la frecuencia para que funcione un motor a intervalos en número de a par y mientras mayor número de polos más lento es el movimiento del motor.

Los Disyuntores pueden ser:

- a. Térmico
- b. Magnético
- c. Magnetotérmico
- d. Diferencial

2.3.23.- Potencial de Calentamiento de los GEIs

Es una medida de la capacidad para la retención del calor en la atmósfera pues no todos los gases tienen esa capacidad de absorción de infrarrojos. El potencial de calentamiento global define el efecto del calentamiento a lo largo del tiempo. Es más utilizado generalmente en la industria eléctrica. Los gases de efecto invernadero son los componentes gaseosos de la atmósfera tanto naturales como antropogénicos, que se encargan de absorber y emitir radiaciones en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarrojo emitido por la superficie de la tierra, la atmósfera y las nubes.

2.3.24.- Interruptores en SF₆

El hexafluoruro de azufre es un gas inerte artificial que tiene óptimas propiedades de aislamiento, así como excelente estabilidad térmica, química y medio de extinción en interruptores de media y alta tensión.

El interruptor de interrupción de carga SF₆ es un excelente interruptor de carga que tiene una larga vida eléctrica y fuerza de ruptura, con similares características del

interruptor de carga al vacío. (Castro, 2021).

Con él es fácil lograr tres posiciones de trabajo como son conectadas, desconectadas y fundamentadas, tiene características como:

- a. Fuerte resistencia a condiciones ambientales severas
- b. Es adecuado en la aplicación de redes de distribución de voltaje medio, urbano y rural.
- c. Es un dispositivo de conmutación con dispositivo de extinción de arco simple.
- d. Como aislamiento y medio de extinción.

2.3.25.- Descargadores a 12 KV

Son dispositivos que tienen la función de proteger los equipos de niveles de alta tensión, protección de líneas eléctricas de distribución contra sobretensiones de origen atmosférico. Son importantes por su bajo nivel de aislamiento y puesta a tierra.

Su uso responde a dos aspectos básicos:

- a. Ser efectivo en la protección y capacidad para manejar las solicitudes energéticas de las sobretensiones.
- b. Las respuestas se traducen en la especificación del descargador y su ubicación en la red.

2.3.26.- Relé de Protección Diferencial

Una de sus características principales es asegurar la protección de equipos e instalaciones y además de las personas contra los contactos indirectos de corriente, también podemos decir que supervisa de manera continua al transformador de poder. Esto hace posible que el Relé Diferencial, almacene todos los registros dentro y fuera de su rango establecido ejerciendo seguridad y un tiempo de vida útil mucho mayor.

Funciones de protección más importantes del Relé:

- a. Protección contra sobre corriente
- b. Se usará la protección de sobre corriente, contra fallos por cortocircuito y sobre cargas pesadas.
- c. Protección contra desequilibrio de corriente.
- d. Protección contra pérdida a tierra.

- e. Protección contra sobre carga térmica.
- f. Protección contra fallo de Disyuntor.
- g. Protección contra fallo de Arco.

Figura 10

Ilustración Relé de protección diferencial



Nota: Imagen de Relé de Protección Diferencial tomada de subestación Playas.

Autor: Fausto Pacho

2.3.27.- Relé de Protección de Sobre Corriente

Son dispositivos de protección eléctrica diseñados para abrir o disparar un circuito cuando la corriente que lo atraviesa supera cierto nivel del lado superior. Se pueden utilizar para la protección de fallas a tierra, fallas de fase a fase o fallas de fase a tierra. Estos Relés son una alternativa económica en la protección de circuitos de distribución contra daños por acción de altas corrientes. (Moscoso & Silva, 2021).

Tiene ventajas como:

- a. Ayuda a proteger contra fallas eléctricas al eliminar fácilmente el fallo de corriente.
- b. Son dispositivos relativamente simples

Sus desventajas pueden ser:

- a. Pueden provocar disparos falsos, lo que hace una pérdida de tiempo para su reactivación.
- b. A veces no proporciona protecciones contra todo tipo de fallas eléctricas

2.3.28.- Relé de Bloqueo

Son dispositivos que se encargan de bloquear cualquier actividad de error en el sistema. Es ultrarrápido y se utiliza para conmutar simultáneamente hasta 24 contactos

de 25 amperios y 50 contactos de 20 amperios. En caso de emergencia o caso crítico este relé marca la diferencia entre una simple avería o destrucción total de equipos. Este elemento está en contacto en la detención de fallas del interruptor. Sus características principales son:

- a. Alta resistencia a choques y vibraciones
- b. Sistema de contacto con efectos deslizantes.
- c. Elevada resistencia mecánica.
- d. Tratamientos superficiales de alta resistencia.

Figura 11

Ilustración 11 Relé de bloqueo



Nota: Imagen de Relé de Bloqueo, tomada de subestación Playas.

Autor: Fausto Pacho

2.3.29.- Anunciador de Alarmas

Su función es alertar sobre las condiciones anormales en el proceso de la planta. Está formado por indicadores visuales identificando la variable monitoreada y el dispositivo auditivo. Esto hace que el operador reciba señales visuales y acústicas ante algún problema en el sistema, lo que hace posible corregir errores rápidamente y poder volver de forma segura a operar estos dispositivos. Las características que más sobresalen del Anunciador de alarmas son:

- a. Cantidad y claridad en la información que presenta.
- b. Memorización.
- c. Rapidez.
- d. Confiabilidad

Figura 12

Ilustración Anunciador de Alarmas



Nota: Imagen de Anunciador de Alarmas, tomada de subestación Playas.

Autor: Fausto Pacho

2.3.30.- Interruptores de Apertura y Cerrado

Son utilizados para proteger sistemas eléctricos ante la detección de anomalías, como perturbaciones en el sistema eléctrico. La función principal de estos elementos es permitir el flujo de corriente, ante condiciones normales. Si se presenta una falla hace que interrumpa la corriente en tiempos de milisegundos.

A veces se presentan fallas en estos elementos, por su degradación a través del tiempo de uso, pero también pueden ser por asuntos mecánicos, así como también por asuntos de mantenimiento predictivo u operaciones inadecuadas que se realizan en el dispositivo. Es necesario tener en cuenta ciertos parámetros para su perfecto funcionamiento:

2.3.30.1.- Voltaje nominal.

Es un valor indicado en el transformador que generalmente viene indicado en Kv, y ayuda a verificar el voltaje que se necesita en un equipo para su funcionamiento normal.

2.3.30.2.- Corriente inicial cortocircuito.

Cuando se conecta el circuito a la red el condensador que este descargado actúa como cortocircuito y la corriente puede llegar a ser muy grande.

2.3.30.3.- Corriente de ruptura.

Es la máxima corriente de cortocircuito que se puede interrumpir sin causar daños mayores

2.3.30.4.- Voltaje de restablecimiento.

Se trata del voltaje que aparece en terminales de un disyuntor después de que se interrumpe la corriente

2.3.30.5.- Capacidad de interrupción.

Es la corriente de falla máxima que puede interrumpir un interruptor sin que se de fallas en él. Dicho en otras palabras, es la cantidad máxima de amperios que interrumpe un interruptor automático

2.3.30.6.- Ciclo de trabajo.

Trata sobre la relación del tiempo en que un circuito está encendido, en comparación con su apagado o es el porcentaje del tiempo de activación de ese circuito.

Figura 13

Ilustración Interruptores de Apertura y Cerrado



Nota: Imagen de Interruptores de Apertura y Cerrado, tomada de subestación Playas.

Autor: Fausto Pacho

2.3.31.- Resistencia de Aislamiento

Es la resistencia eléctrica ofrecida por un material aislante, cuando pasa la corriente a través de este. En otras palabras, es un valor que mide la capacidad del material aislante para resistir el flujo de corriente que pasa por él. Para mejorar la resistencia del aislamiento hay que utilizar aislantes de alta calidad.

El aislamiento de corriente es importante porque evita fuga de corriente, que puede ocasionar problemas graves como incendios, electrocución o fallos en equipos.

2.3.32.- Resistencia de contacto

Es la resistencia al flujo de corriente en las conexiones eléctricas, por incoherencias superficiales en interfases entre materiales. Depende del material utilizado y la calidad de la conexión. La resistencia depende de varios factores al momento de trabajo:

- a. la sección del elemento conductor
- b. la longitud del conductor
- c. la naturaleza del conductor

La Resistencia se determina con la participación de un Micrómetro, por tener más efectividad que el multímetro.

2.3.33.- Luces Indicadoras de Estado

Se utiliza generalmente para reflejar el estado de funcionamiento del circuito, el estado de funcionamiento del circuito y el estado de posición. Se puede describir el

indicador de las luces en dependencia del color que emiten, es decir:

- a. luz roja, indica que está en funcionamiento el equipo
- b. luz verde, expresa que está fuera de servicio el equipo
- c. luz blanca, canaliza que se encuentra en estado de prueba el equipo
- d. off, da a conocer que el dispositivo está desenergizado

Figura 14

Ilustración Luces indicadoras de estado



Nota: Imagen de Luces Indicadoras de Estado, tomada de subestación Playas.

Autor: Fausto Pacho

2.3.34.- Botonera

Son dispositivos electrónicos que llevan conexiones eléctricas, distribuidos por botones o teclas, que al momento de ser pulsados accionan el paso de la corriente eléctrica, caso contrario vuelve a su estado de reposo al no estar ninguna tecla accionada

2.3.35.- Celdas de Media Tensión

Distribuyen la energía eléctrica a un nivel de tensión con un rango de 14.4 – 13.2 – 16 Kv, pueden ser utilizadas en centrales de generación para conectar los generadores a los transformadores de potencia, así como a las estaciones transformadoras y en subestaciones de distribución. (Sarmiento, 2022).

2.3.36.- Tableros de Medición

Es un gabinete que contiene varios dispositivos utilizados para conexiones, maniobras, comando, protección, medición, alarmas y señalización, que son conectados en soportes para que funcionen todos los dispositivos en un sistema eléctrico propiamente dicho. También se puede decir que es componente en un sistema eléctrico de distribución. (Villamizar & Gutierrez, 2016).

2.3.37.- Conductores

Son elementos que conducen la electricidad a una menor o mayor tensión, es decir permiten el flujo de electrones de un lugar a otro por un conducto a un punto de tensión. Pueden ser cables eléctricos o también láminas de aluminio o barras de cobre.

Características de un conductor eléctrico:

- a. son buenos conductores de la electricidad
- b. Núcleos unidos
- c. Equilibrio electrostático
- d. Resistentes, aislantes y maleables

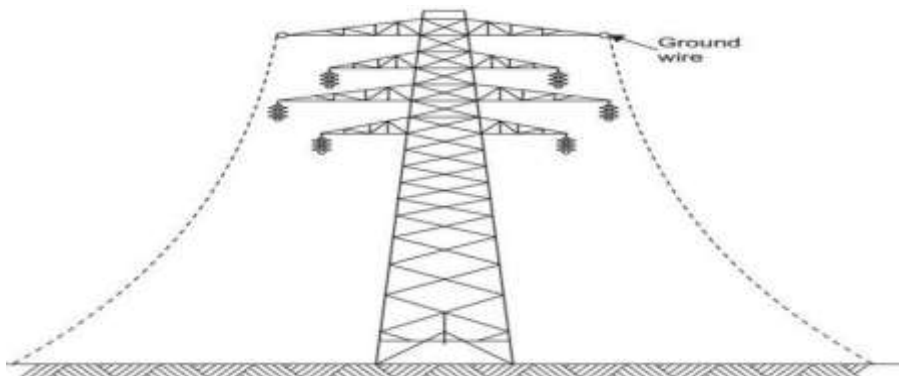
2.3.38.- Hilo de Guarda

Son utilizados para proteger las torres o estructuras eléctricas contra descargas ubicadas en lugares más altos de subestaciones, que se encuentran formados por siete hilos y cada uno tiene una matriz o núcleo de acero recubiertos de aluminio. En condiciones normales no conducen la corriente, están diseñados para conducir eventualmente corrientes de rayo.

Los hilos crean un apantallamiento alrededor de la subestación, lo que hace que exista una protección ante agentes físicos naturales. Si el rayo cae en ella, se originan dos ondas con la mitad de intensidad, dirigiéndose en sentido opuestos hacia los hoyos por los cuales se descargan

Figura 15

Ilustración Hilos de Guarda



Nota: Imagen de Hilo de Guarda

Autor: Fausto Pacho

2.3.39.- Aisladores de Suspensión

En vista de que los aisladores de Suspensión de Porcelana, así como los de vidrio templado son demasiados pesados, no resultan una alternativa práctica para la construcción de líneas de Subtransmisión en donde existen vanos pequeños, por lo cual se ha pensado inicialmente en el uso de Aisladores Poliméricos modernos, que tienen similares y podemos decir mejores características técnicas que los Aisladores antes mencionados, además de que su peso y costo son menores. Otra característica que abona a su favor es el hecho de que prácticamente son indestructibles, mientras que los de porcelana y los de vidrio, resultan ser frágiles para el manipuleo, además resultan ser una tentación para los vándalos, debo agregar que, de acuerdo a indagaciones en el medio eléctrico consultados a técnicos y conocedores del sector, es recomendable el uso de Aisladores de Porcelana por razones de salinidad y corrosión de la zona donde se va a instalar esta línea de 69 Kv.

2.3.39.1.- Características Generales

Los Aisladores de Suspensión serán del tipo porcelana con un cuerpo cerámico. La porcelana eléctrica posee excelentes propiedades para ser utilizada como aislante eléctrico, así como alta resistencia dieléctrica, alta resistencia mecánica, elevado punto de fusión, inercia química, entre otras características.

Estas propiedades se obtienen mediante la adecuada combinación de materiales

cerámicos, especialmente arcilla, feldespato y cuarzo. La arcilla permite una buena plasticidad que facilita la formación del aislador; el feldespato desempeña el papel de fundente y provoca la vitrificación de la porcelana y el cuarzo permite controlar el coeficiente térmico de expansión de la misma.

Además de las propiedades del material aislante, debe agregarse una tecnología de diseño que asegure a las piezas las condiciones necesarias para soportar severos esfuerzos electromecánicos sin perder sus propiedades, a la penetración de humedad y el agua en general. En los aspectos técnicos estarán en conformidad con las Normas ANSI C29,2 o su revisión más reciente.

Existen Aisladores de Suspensión para formar cadenas del tipo pasador y de tipo sócalo, los primeros se usan más para Subestaciones, mientras que los segundos para Líneas de Transmisión y Subtransmisión como es el caso que nos ocupa en el desarrollo del presente estudio. Por tanto, se utilizarán Aisladores de Porcelana de Suspensión tipo disco bola.

Las campanas se fabrican de acero forjado, hierro maleable o Aluminio. Las partes ferrosas, distintas del acero inoxidable, se deben galvanizar según las especificaciones existentes para galvanizado en caliente de herrajes en hierro y acero.

2.3.39.2.- Características Particulares

- a. Referencia: SANTANA catalogo DI 43C33
- b. Voltaje Ensayo: 10 Kv
- c. Longitud total: 1296 mm
- d. Rotura electromecánica combinada: 70 KN
- e. Rotura de impacto: 11 KN
- f. Voltaje de flameo en seco: 100 Kv
- g. Voltaje de flameo en húmedo: 60 Kv
- h. Voltaje de flameo a impulso positivo: 150 Kv
- i. Voltaje de flameo a impulso Negativo: 160 Kv
- j. Adaptador del extremo Superior: Ball & Socket (pasador – ojal)
- k. Adaptador del extremo Inferior: Bola ANSI

1. Máximo esfuerzo Mecánico: 35000 N

2.3.40.- Aisladores Line Post o Tipo Poste

Los aisladores serán de porcelana del tipo de proceso en húmedo o vidrio templado de altas propiedades aislantes, alta resistencia mecánica, alta inercia química, elevado punto de fusión, esmalte color café o gris, porosidad nula. El Line Post en los aspectos técnicos estará en conformidad a las normas establecidas para el sector eléctrico.

Toda la superficie expuesta del aislador debe cubrirse con esmalte de tipo compresión duro, liso, brillante, impermeable a la humedad que le permita mantenerse fácilmente libre de polvo o suciedad residuales ocasionada por la contaminación ambiental por medio de lavado natural o de las aguas lluvias.

El material utilizado en la fabricación de las campanas metálicas y los pernos debe cumplir con las normas ASTM A47 o A536 según se trate de hierro maleable o hierro dúctil, y las normas NTC 1576, NTC 1920 cuando se trate de acero. Las chavetas deben de ser de austenítico inoxidable, bronce o latón y deben tener sección aproximadamente semicircular.

La fijación de las partes metálicas y de porcelana, cuando se requiera, deben hacerse mediante una capa de cemento uniforme y homogénea, que no reaccione químicamente con las partes metálicas ni produzca rotura por las expansiones o se afloje por contracciones que pueden presentarse durante el servicio. Deberá estar de acuerdo con las normas NTC.

Los aisladores tipo poste deberán ser de núcleo sólido, para instalación vertical u horizontal sobre crucetas de madera o metálicas con base metálica de material altamente resistente a la corrosión.

2.3.40.1- Características Particulares

Según Referencia: Santana catálogo PL - 42883

Voltaje Ensayo: 44 Kv

Separación del Poste: 1805 mm

Máximo esfuerzo Mecánico: 2800 libras

Voltaje de Flameo en seco: 250 Kv

Voltaje de Flameo en Húmedo: 215 Kv

Distancia entre centros de los orificios de montaje: 31 ½ " = 80 cm

2.3.41.- Conductor de Aluminio: Especificaciones Técnicas

Se recomienda conductor de aluminio tipo ACAR calibre 300 MCM, que tiene las siguientes características técnicas:

Calibre: 300 MCM

Composición: 15/4 hilos

Diámetro Externo: 15,95 mm

área: 152 mm²

peso: 0,0418 Kg

tensión de Rotura: 2948 Kg

resistencia a 20° C: 0,1994 ohmios/Km

capacidad de Corriente: 459 Amps.

2.3.42.- Accesorios de Aluminio: Características Generales

Los accesorios de aluminio a ser suministrados cuando sea aplicable, dispondrán de pernos U. o de pernos rectos tipo máquina, entre otros, provistos de sus respectivas arandelas de presión de hierro galvanizado por inmersión en baño de zinc caliente, clase B (doble capa de galvanizado).

2.3.43.- Características Particulares de los Accesorios de Aluminio

Referencia: Anderson Catálogo # PG – 70 - S

Es recomendable Grapa de Retención tipo pistola, apropiada para conductor calibre 300 MCM, provista del adaptador correspondiente, capaz de soportar un esfuerzo mecánico de hasta 15000 libras.

Grapa Basculante de suspensión, apropiada para usarse con Aislador Line Post, y también adecuada para recibir conductos provisto de varillas de armar con diámetro exterior de entre 0,25" y 1,06".

Conector de ranuras paralelas, apropiado para recibir conductor de cobre al aire libre de 300 MCM ACAR tanto para el conductor principal como para la derivación, construido de aleación de aluminio # 356 T6, provisto de dos pernos U para sujeción de acero galvanizado dotados de sus correspondientes tuercas y arandelas de presión del mismo material.

Juego de varillas preformadas para conductor libre 300 MCM ACAR, apropiadas para utilizarse con conductor desde 0,607 hasta 0,630". Cada juego estará constituido de 14 varillas de 0,146 θ

Empalme de aluminio para unión de conductores a plena tensión, apropiado para usarse con conductor 300 MCM ACAR, que estará provisto del compuesto auto corrosivo correspondiente

Manguito de reparación formado de dos piezas deslizantes que encajen perfectamente alrededor del conductor, apropiado para usarse con conductor calibre 300 MCN ACAR

Compuesto Universal para conexiones en botella plásticas de 400 gramos de capacidad

2.3.44.- Hilo de Guarda y Accesorios

2.3.44.1.- Cable ACAR de 10,51 mm de diámetro para Hilo de Guarda

Las principales características técnicas del Hilo de Guarda a ser utilizado fueron tomadas de fabricantes de las Normas Técnicas de fabricantes para estos tipos de conductores.

Sección Total: 67,44 mm

Diámetro: 10,51 mm

Composición: 4/3 Hilos

Peso: 0,186 Kg/m

Tensión de Rotura (TR): 1501 Kg

Máxima resistencia eléctrica (Ohm/Km) = 0,4545

2.3.44.2.- Cable de Acero Galvanizado para Tensor

Cable de acero galvanizado de ½” de diámetro, grado HIGH STRENGTH con una tensión mínima de rotura de 8545 Kg. El cable está formado por 7 hilos dispuestos helicoidalmente. La construcción del cable y la capa del galvanizado cumplirán con las normas establecidas y el recubrimiento será clase C con triple capa de galvanizado. Terminal Preformado de acero para cable tensor de ½” de diámetro

2.3.45.- Galvanizado de los Herrajes

Los materiales de hierro galvanizado deberán cumplir con las Normas INEN 2483 para abrazaderas, crucetas, pie amigos de hierro, ángulo y pernos en sus diferentes dimensiones. El recubrimiento de capa de galvanizado debe ser continuo, razonablemente liso y uniforme, tanto para espesor como en tamaño y forma.

El rechazo de la capa de galvanizado se hará únicamente en aquellas piezas que tengan un exceso evidentemente visible, donde puede haber falta de adherencia al hierro. La rugosidad de la superficie es un término relativo, no será rechazada la capa de galvanizado cuando su aspereza sea menor.

Las piezas galvanizadas no pueden tener áreas sin revestir (manchas negras), burbujas, marca de flujo de zinc, ni escoria, lo que hace que serán rechazadas. El recubrimiento de zinc debe estar adherido fuertemente al metal base. Con métodos de ensayo aceptados en todo lugar, no debe ser posible desprender parte del recubrimiento, se podrán desprender únicamente pequeñas partículas del mismo. Para este ensayo deberán utilizarse cuchillas o navajas, cinta adhesiva y/o martillo pivotado.

El espesor de la capa de galvanizado de las piezas debe ser de por lo menos de 90 micras, cuyas medidas se las hace utilizando medidor magnético de espesores.

2.3.46.- Postes y Anclas de Hormigón Armado Tipo H de Sección Rectangular

Los postes para suministrarse serán de hormigón armado y vibrado, la armadura de los mismos será adecuada para desarrollar el esfuerzo Útil especificado a 25 cm de la punta en cada caso. El hormigón simple a los 28 días de fundido tendrá una fatiga de 300 Kg/cm².

Los postes pueden ser del tipo tronco cónico – piramidal con alveolos a lo largo de los mismos dando una sección típica en doble T, con nervaduras a lo largo del poste, no obstante, en los 2,4 metros superiores al poste tendrá una sección rectangular, llevando en el resto del poste un refuerzo cada 90 cm, lo que hace que en estos puntos las secciones también sean rectangulares. La conicidad del poste será la que se indica a continuación:

Conocidad cara Ancha: 16,7 mm/m

Conocidad Cara Angosta: 9,1 mm/m

El poste tendrá 22 perforaciones estándar de 13/16 diámetro, tanto en la cara ancha como en la cara angosta. En la cara ancha la primera perforación se efectuará 20 cm de la punta, mientras que en la cara angosta la primera perforación estará ubicada a 10 cm de la punta, de tal manera que en ningún caso se crucen.

Cada poste dispondrá de una conexión para puesta a tierra, la superior para aterrizar el hilo de guarda y la inferior para aterrizar el poste propiamente dicho. Cada toma de tierra dispondrá del perno de acero galvanizado correspondiente, cuyos hilos vendrán intactos, libres de salpicaduras de cemento. Estos pernos se suministran por separados con una cantidad en exceso del 20% de lo requerido, para evitar que sean sustraídos y/o se pierdan durante el transporte.

Los hilos de la tuerca fundida en el hormigón del poste estarán totalmente limpios de oxido, de cemento o de cualquier otro material que impida su utilización, por lo cual el orificio de la tuerca vendrá provisto del tapón correspondiente, que garantice estos requerimientos. El poste dispondrá de una placa de características en la que entre otras cosas se indique lo siguiente:

Nombre del fabricante

Altura y clase del poste

Esfuerzo útil

Fecha de fabricación

Número de serie

Para que esta placa no pueda ser sustraída deberá estar instalada a por lo menos 4 m de la base inferior o pie del poste.

Las características particulares se refieren tanto a la longitud como al esfuerzo útil del poste, parámetros que se indican en la lista de materiales, pues no todos los postes tienen la misma longitud ni el mismo esfuerzo útil. Que se va a detallar en cada caso:

Referencia: INTELLI modelo IH858

Bloque de anclaje de hormigón armado de 50 x 50 x 20 cm, construido por varillas de 1/1" de diámetro, formando cocos de 15 cm de diámetro. El hormigón simple tendrá una fatiga de 220 Kg/cm² a los 28 días de fraguado. Tendrá un orificio central de 13/16" de diámetro para permitir la utilización de una barra de anclaje de 3/4" de diámetro.

Varillas de puesta a tierra de 5"x 8 pies de longitud, de alta camada con un espesor del recubrimiento de cobre de 250 micras.

Suelda exotérmica, apropiada para soldar el conductor de cobre con la varilla de puesta a tierra. Estará compuesta de: pólvora, ignición y disco metálico, misma que estará acta para ser usada al momento de su requerimiento.

Conductor de cobre electrolítico semiduro, estirado en frío # 2 AWG de 7 hilos, que tiene las siguientes especificaciones técnicas:

Diámetro Total: 7,41 mm

Resistencia CC a 20°C: 0,54 Ohmios/Km

Capacidad de conducción de corriente: 230 Amperios

2.4.- Obras Civiles y Cuarto de Control

Con respecto a la obra civil se puede decir que trata sobre todo lo que se necesita para el montaje de una Subestación eléctrica, entre ellos se puede describir los cimientos, estructuras, techos, cerramientos y la Electromecánica entre otros. Estas obras generalmente estarán a cargo de un especialista como el Ingeniero Civil. Los principales aspectos a considerar son:

2.4.1.- Topografía del terreno.

Se simplifica este término caracterizando a las condiciones en que se encuentra el lugar donde se puede construir la subestación, siempre dando relativa importancia a su tamaño, relieve, altura, condiciones atmosféricas, físicas, económicas y a su vialidad con respecto a los lugares donde se dará el servicio de energía.

2.4.2.- Cimentación.

Estas cimentaciones pueden ser superficiales o profundas, en dependencia de las estructuras que se necesiten para la adecuación del terreno. Se puede describir el tipo de estructuras requeridas en la subestación para que brinde un mejor servicio pudiendo ser madera, metálicas o de hormigón armado.

2.4.3.- Muros y techos.

Estará de acuerdo a la infraestructura requerida, debe de implantarse a lo largo y ancho del terreno en cada sección donde sea requerido.

2.4.4.- Instalaciones sanitarias y eléctricas.

Aquí están incluidas los sistemas de agua potable, drenaje, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales. Todos estos sistemas deben estar acoplados perfectamente a las instalaciones de la subestación, además deben tener sus respectivos ejes de mantenimiento y protección de las mismas. Otros sistemas son: Electromecánica:

- a. Transformadores
- b. Celdas de media y alta tensión
- c. Sistema de control y Protección
- d. Puesta en marcha

2.5.- Operación de Subestaciones

Para obtener buenos resultados en la parte operativa de una Subestación es necesario considerar varios aspectos que conllevan la excelente credibilidad a su factibilidad de puesta en marcha, unido a las condiciones geográficas y ambientales adecuadas para la misma.

Podemos señalar varios factores para su ejecución, dando prioridad a la parte de seguridad y a todo lo que conlleva con el mejoramiento del sistema operativo de la misma. Entre ellos están:

- a. Sistemas de mantenimiento de equipos en excelente estado para asegurar una buena maniobra de puesta a tierra
- b. Se necesita barreras de protección a distancia y un buen aislante eléctrico para evitar los contactos directos o indirectos con conductores.
- c. El Sistema de puesta a tierra debe ser con los mejores materiales para contrarrestar accidentes con operadores del sistema.
- d. Dotar de carteles de avisos y vallas de protección en equipos de riesgo, así como restricciones a personas no autorizadas en zonas de peligro.
- e. El monitoreo del sistema, debe estar a cargo de personas con experiencia en el área y deben estar con sus respectivos equipos protección

En estas obras civiles para una subestación el costo será mayor mientras más eficiente sea la planta y sus equipos de mejor calidad. Esto hace que mejore el servicio para la entrega de energía a los contribuyentes unido a la capacidad de generación de las centrales de distribución para esa área.

2.6.- Condiciones Operacionales de línea

Tenemos varias condiciones de operación las líneas de transmisión de energía en dependencia de los factores que se sigan en su proceso de distribución que están ligados a condiciones operacionales de:

2.6.1.- Sobrecarga.

Es cuando la demanda de energía supera los parámetros de energía para un circuito eléctrico establecidos desde un principio. Esto hace que se calienten los circuitos y pueda ocurrir desperfectos en los equipos.

2.6.2.- Sobre voltaje.

Cuando la tensión de una línea se eleva desorbitadamente en forma anormal cuando hay interrupción.

- a. Cortocircuito
- b. Mecánicos

La productividad de líneas de distribución largas está limitada por restricciones de estabilidad, la caída de tensión y a una pérdida de energía mientras más largo de su recorrido, por lo contrario, las líneas cortas lo hacen con mayor eficiencia gracias a su capacidad térmica que depende de la temperatura máxima permitida por el conductor referente.

2.7.- Cargas

Se puede definir a una carga como la capacidad o cantidad de electricidad que atraviesa un conductor pudiendo ser positiva o negativa. Las cargas eléctricas no pueden crearse ni destruirse. Dicho de otra manera, es la energía que atraviesan por conductores no aislantes que se dirige a través de ellos hacia un lugar determinado. Las cargas pueden ser Lineales o No Lineales, las primeras están en operación estable con impedancia constante a determinadas fuentes de poder en cada ciclo de voltaje dado por lo tanto tiene una relación constante entre voltaje y la corriente. Las segundas demandan corrientes discontinuas durante ese ciclo de forma de voltaje alterno aplicado, es decir es una relación entre voltaje que se aplica y la corriente que demanda.

CAPITULO III

RECURSOS DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

Para la ejecución del proyecto que se hace referencia, se puede señalar nuestros objetivos planteados, donde se presentan las alternativas posibles para la construcción de la subestación para brindar servicio a la Comuna Engabao.

El Estudio Técnico para mejorar el servicio eléctrico mediante la construcción e implementación de líneas de subtransmisión y subestación está ubicado en el Cantón Playas en la cabecera cantonal General Villamil, provincia del Guayas en la zona denominada Chiva Negra.

El Estudio Técnico para el diseño de la puesta en marcha de la Subestación Chiva Negra y Línea de 69 Kv para incrementar la oferta de energía eléctrica en la Comuna Engabao y sus alrededores, cuya construcción se evalúa y se delimita en la problemática identificada a través de la interacción de la oferta y demanda, utilizando los criterios técnicos que se detallan en este documento.

Para tal efecto se presenta un análisis detallado en el estudio que se realiza, tratando de que se ajusten a las normas y procesos establecidos en el sector eléctrico, ambiental, social, económico, urbanístico, para los sectores beneficiados en este proyecto de investigación.

3.1.- Entidad Ejecutora

La entidad que podría ser la ejecutora de este proyecto de estudio técnico será la Empresa Eléctrica Pública Estratégica Nacional de Electricidad CNEL EP, que brinda el servicio de dotación a la ciudad de General Villamil Playas.

3.2.- Cobertura y Localización

Tabla 1

Cobertura

Proyecto Chiva Negra

Zona	5
Región	Costa
Cobertura Geográfica	Cantonal
Coordenada X	562181

Coordenada Y	9710327
---------------------	---------

Nota: Autor Fausto Pacho

Como podemos observar en la tabla, el proyecto Chiva Negra se encuentra en la ciudad de General Villamil, Provincia del Guayas, de la Región Litoral y su cobertura será en los límites del Cantón Playas.

Figura 16

Ilustración Localización



Nota: Planimetría de Cerramiento de Subestación que se propone

Autor: Fausto Pacho

3.3.- Inversión

La inversión aproximada para la puesta en marcha de este estudio es \$ 3.605.726,21 (tres millones seiscientos cinco mil setecientos veintiséis con 21/00) dólares de los Estados Unidos de Norte América, incluido IVA.

3.4.- Plazo de Ejecución

Tabla 2

Plazo de Ejecución

Fecha inicio estimada	Fecha final estimada	Meses de duración
01/10/2024	01/03/2025	06

Autor: Fausto Pacho

3.5.- Sector y Tipo de Intervención (SENPLADES)

Tabla 3

Sector y Tipo de Inversión

Sector y Tipo de Intervención	
Sector de Intervención	Recursos Naturales y Energía
Tipo de Intervención: Fiscal	Generación, Transformación y Distribución eléctrica Subtransmisión I.- Línea de Subtransmisión II.- Subestación

Nota: Autor Fausto Pacho

3.6.- Fase del Proyecto, Tipo y Estado de la Obra

Tabla 4

Fase del proyecto

Fase del Proyecto, Tipo y Estado de la Obra	
Fase del Proyecto	Factibilidad
Tipo de Obra	Construcción e Implementación
Estado de la Obra	Nuevo con Prioridad

Nota: Autor Fausto Pacho

3.7.- Tipo, Sector y Cobertura Eléctrica del Proyecto de Estudio

Tabla 5

Sector del Proyecto

Tipo, Sector y Cobertura del Proyecto de Estudio	
Tipo de Proyecto	Líneas de Subtransmisión, Subestación
Sector Proyecto	Urbano

Autor: Fausto Pacho

3.8.- DIAGNOSTICO Y PROBLEMA

3.8.1.- Descripción de la situación actual del área de intervención del Estudio

Técnico.

La situación actual del área de intervención del estudio técnico CHIVA NEGRA, localizada en el Cantón Playas, de la Cabecera Cantonal General Villamil, provincia del Guayas es la siguiente:

En la división Playas hay aproximadamente 63.353 habitantes, con un total aproximado de viviendas de 12.151, según el censo Poblacional y Vivienda del 2022. En la actualidad hay una actividad comercial inusitada, gracias al apoyo de su población y además se han asentado muchas empresas comerciales, industriales, camaroneras, atuneras y agrícolas.

El comercio es la actividad complementaria para atender al turista, así como para cubrir las necesidades internas. El turismo, aunque desarrollado en gran medida, carece de una implementación de servicios acorde con la importancia de un cantón que tiene como a este sector de una mejor opción para obtener sus ingresos económicos.

3.9.- Identificación, Descripción y Diagnóstico del Problema

Se puede establecer que la mayor parte de los problemas existentes se deben a la falta de cobertura del servicio de energía eléctrica y generan las siguientes situaciones:

- a. El crecimiento desordenado de los asentamientos humanos afecta gravemente la calidad ambiental.
- b. Aumento de la demanda actual de la energía eléctrica
- c. Afectación por las desconexiones a los usuarios de esta localidad, por mantenimiento o transferencias emergentes.
- d. Imposibilita el desarrollo económico y social de la localidad y lugares aledaños.

- e. Limitada accesibilidad a los servicios básicos en la Comuna Engabao y sus alrededores.

Los problemas mencionados pueden ser superados en gran medida con la ejecución del proyecto con el estudio técnico de la Subestación y Línea de distribución Chiva Negra, que coadyuvará a la disminución de índices de reclamos por interrupciones en el servicio de energía, cubriendo la demanda de los usuarios, dando cabida al desarrollo económico de la localidad, aportando al mejoramiento en la calidad de vida de los habitantes contribuyendo al cumplimiento de las metas del Plan Nacional para el Buen Vivir.

3.10.- Línea Base del Proyecto

Se analizará la posibilidad de la construcción de la Línea 69 Kv y la Subestación, en la Ciudad de Playas, de la zona Chiva Negra, para la localidad de la Comuna Engabao y sus alrededores, provincia del Guayas.

Figura 17

Ilustración Línea base del Proyecto



Nota: Imagen de línea base para su conexión con subestación Chiva Negra

Autor: Fausto Pacho

3.11.- Análisis de Oferta y Demanda

3.11.1.- Demanda

El análisis de la Demanda se refiere a los siguientes conceptos:

3.11.1.1.- Población de Referencia.

La población total del área de influencia del estudio Técnico de este proyecto

es aproximadamente 63.000 habitantes y un total de abonados de 30.000 usuarios

3.11.1.2.- Población Demandante Potencial.

La población potencialmente demandante será en un aproximado de 6.000 habitantes que se beneficiaran de este estudio técnico que se pretende establecer.

3.11.1.3.- Población Demandante efectiva.

La población que requiere y demanda efectivamente de energía eléctrica son todos los habitantes del Cantón Playas, con un total de aproximación de 63.000 usuarios.

3.12.- Oferta

El Estudio Técnico en mención, está en el área de concesión de CNEL EP, siendo la única empresa eléctrica que puede ofertar el servicio de distribución de energía eléctrica que demanda todo este sector.

3.13.- Identificación y Caracterización de la población Objetivo (Beneficiarios)

La provincia del Guayas, es una de las 25 regiones de la República del Ecuador, se encuentra en la zona central de la región Litoral o Costa, sus límites son:

- a. Al Norte: Con las provincias de Manabí y los Ríos
- b. Al Sur: Con las provincias El Oro, Azuay y el Golfo de Guayaquil
- c. Al Este: Con las provincias de Los Ríos, Bolívar, Chimborazo, Cañar y Azuay
- d. Al Oeste: Con las provincias de Manabí, Santa Elena y el Océano Pacífico.

Guayas es la provincia que más riquezas vierte sobre la economía nacional. Su industria, agricultura y comercio, son tres de los motores que han contribuido al desarrollo económico de este país.

El Cantón Playas, pertenece a la provincia del Guayas, situada en el Sur Oeste del País, a orillas del Océano Pacífico, situado a solo 96 Km de la ciudad de Guayaquil su principal afluente turístico. El turismo es su principal actividad generadora de ingresos, también se destaca la pesca y la elaboración y

comercialización de artesanías a base de madera, churos y conchas y en pequeñas proporciones podemos destacar la agricultura, como la caña de azúcar, y muchos frutos propios de la zona. La pesca en Playas se ha desarrollado y tecnificado al pasar de los años siendo una actividad que se destaca en la provincia.

3.14.- Objetivos del Estudio Técnico

Los objetivos que se esperan en la ejecución del estudio están enfocados en mejorar la calidad del servicio de energía eléctrica a este sector, lo que genera las siguientes expectativas:

- a. Controlar y organizar el crecimiento demográfico disminuyendo así la contaminación ambiental.
- b. Incrementar la capacidad de distribución de energía eléctrica para cubrir la demanda de los usuarios de Engabao y sus alrededores.
- c. Disminuir la afectación por las desconexiones, ya sea por mantenimiento o por transferencias emergentes mediante el intercambio de cargas entre subestaciones cercanas.
- d. Desarrollo económico y social de la zona
- e. Mejorar la accesibilidad a los servicios básicos.

3.14.1.- Objetivo General

Garantizar la calidad del servicio que brinda CNEL EP mediante la construcción de línea de 69 Kv y Subestación, mejorando la calidad de servicio del fluido eléctrico en cada zona de esta comunidad.

3.14.2.- Objetivos Específicos o Componentes

Contratación de materiales, mano de obra, transporte y Fiscalización; ejecución del proyecto de acuerdo a sus alcances en la localidad de Playas.

3.15.- Indicadores de Resultado

Se dará al concluir la ejecución del programa, donde los usuarios del sector recibirán un buen servicio de energía eléctrica.

3.16.- Matriz de Marco Lógico

Matriz de Marco Lógico para el Estudio Técnico de la Construcción de la Línea 69 Kv y Subestación, denominada Chiva Negra.

Tabla 6

Matriz de Marco Lógico

Resumen Narrativo de Objetivos	Indicadores Verificables Objetivamente	Medios de Verificación	Supuestos (o riesgos)
Fin: Mejorar la calidad de vida de usuarios de CNEL EP	A mediados del 2025 CNEL EP se ajustará al plan Nacional del Buen vivir	1.- INEC 2.- índice de pobreza 3.- Necesidades Básicas insatisfechas 4.- MEER: Subsecretaría de distribución y comercialización	Operación y mantenimiento oportuno, planificado y emergente
Propósito: Garantizar la calidad del servicio que brinda CNEL EP, mediante la construcción de la línea de 69 Kv y Subestación	Al concluir la ejecución del proyecto los 6.000 usuarios quedarán con un buen servicio de energía eléctrica	1.- INEC 2.- índice de pobreza 3.- Necesidades Básicas insatisfechas 4.- MEER: Subsecretaría de distribución y comercialización 5.- ARCONEL 6.- CNEL	Atención de la población a la implementación del Estudio Técnico, para la construcción de la línea de distribución y Subestación Eléctrica
Componentes:		ARCONEL	1.- Instrumentos

1.-Contratación de materiales, mano de obra y transporte 2.- Fiscalización	Al concluir la ejecución del Estudio, se podrá construir la Línea de 69 Kv y la Subestación Chiva Negra	CNEL EP INCOP Contraloría General del Estado Auditoría Interna	del contratista 2.- Mercado de materiales eléctricos saturado 3.- Condiciones climáticas
Actividades: 1.1.- Etapa precontractual 1.2.- Etapa contractual 2.1.- Etapa precontractual 2.2.- Etapa contractual	1.- \$ 3.141.542,18 2.- \$ 116.046.01 Subtotal: 3257.588,19 IVA: 348.138.02 Total: \$ 3.605.726,21	1.- Acta de liquidación provisional 2.- Administrador de contrato 3.- Fiscalizador del Proyecto.	1.- Inestabilidad del mercado de insumos eléctricos 2.- asignación oportuna de recursos 3.- Insuficientes oferentes

Nota: Matriz de Marco Lógico

Autor: Fausto Pacho

3.17.- Viabilidad y Plan de Sostenibilidad

3.17.1.- Viabilidad Económica

Los resultados obtenidos en este análisis, si bien por sus características no son ingresos de tipo económico, sin embargo, generan bienestar a los habitantes de los lugares beneficiados, impulsando su desarrollo económico y social, para alcanzar el Buen Vivir, bajo las consideraciones el estudio es viable como se puede observar en el siguiente cuadro:

Tabla 7*Viabilidad Económica*

Viabilidad Económica TD = 12%	
VAN	\$ 929.003,65
TIR	15,97 %
RBC	1.11
Estudio	Es Viable

Nota: Autor, Fausto Pacho

Para el análisis de viabilidad económica y financiera se consideraron los siguientes parámetros:

Tabla 8*Viabilidad Económica*

Tasa de descuento Privada	12 %
Tasa de descuento Social	12 %
Costo de operación y mantenimiento	9 %
Número de usuarios	63.353
Periodo de análisis	20 años es el tiempo de vida útil del proyecto a partir del 2025
Consumo Kw/h mes por usuario	25
Inversión total	\$ 3.605.726,21
Promedio costo demanda sustituida \$ Kw/h	1,88

Nota. Autor Fausto Pacho

3.18.- Metodología utilizada para el cálculo de Inversión Total, Costos de Operación, Mantenimiento y Beneficios.

Para el cálculo de la inversión total del proyecto, inicialmente se realizó un diagnóstico de la situación actual en la que se encuentran las localidades del área de concesión de la Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP. Luego se procede a la determinación de los usuarios beneficiarios que requieren el servicio, la elaboración del diseño de las redes de

distribución y la elaboración del respectivo presupuesto, de donde se obtiene el valor total de la inversión para cada etapa del Estudio Técnico. Los costos de operación y mantenimiento se calcularán de acuerdo a los lineamientos proporcionados por ARCONEL, los mismos que para el proyecto CHIVA NEGRA, serán los siguientes con respecto al valor de la inversión.

Tabla 9

Vida Útil del Proyecto

Vida Útil de los Proyectos por Etapas Funcionales	
Etapas Funcional	Vida Útil (años)
Alimentadores Primarios	35
Transformadores de Distribución	30
Redes Secundarias	35
Alumbrado Público	25
Acometidas y Medidores	20
Instalaciones Generales	10

Nota: autor Fausto Pacho

Tabla 10

Además, para la vida útil del estudio utilizamos:

Etapas Funcional	Índices (%)
Sistema de Transmisión	3
Líneas de Subtransmisión	3
Subestaciones de Distribución	4
Alimentadores Primarios	6
Transformadores de Distribución	9
Redes Secundarias	9
Alumbrado Público	9
Acometidas y Medidores	9

Nota: autor Fausto Pacho

3.19.- Identificación y Valoración de la Inversión Total, Costos de Operación y mantenimiento, Ingresos y Beneficios.

3.19.1.- Inversión

La inversión total del Estudio Técnico para la puesta en marcha de Subestación y Línea de Distribución de 69 Kv, es de origen Fiscal.

3.19.2.- Ingresos

- a. Venta de Energía de CNEL EP al cliente
- b. Demanda sustituta, se consideró la demanda sustituta para viviendas que no disponen de servicio eléctrico. Valor que los usuarios dejarían de pagar por la compra de velas, pilas, baterías, combustible, entre otros.

3.19.3.- Egresos:

- a. Compra de energía, de CNEL EP al Mercado Eléctrico Mayorista
- b. Gastos de Operación y Mantenimiento

3.20.- Flujos Financieros y Económicos

La evaluación económica (social), de este Estudio Técnico, provoca una serie de flujos de fondos: por compra y venta de energía eléctrica, por demanda sustituta, por costos de operación y mantenimiento, durante la vida útil del estudio. Los cálculos utilizados se muestran a continuación:

3.20.1.- Ingreso por Venta de Energía

(Consumo en Kw/h x mes) x (costo de venta de energía en USD/Kw/h) x (12 meses).

3.20.2.- Ingreso por Demanda Sustituta

(costo de demanda sustituta en USD/mes) x (viviendas sin servicio) x (12 meses)

3.20.3.- Ingreso por compra de energía al MEN (Mercado Eléctrico Mayorista)

(consumo en Kw/h x mes) x (costo de compra de energía en USD/Kw-h) x (12 meses)
x (número de clientes)

3.21.- Egreso por Costos de Operación y Mantenimiento

Para la vida útil del proyecto en estudio, los costos de operación y mantenimiento, se proyectaron linealmente.

$O\&M = \text{Inversión total} \times \text{Índice de operación y mantenimiento (\%)}$.

3.22.- Indicadores económicos y sociales (TIR, VAN, RBC y Otros)

Para el estudio técnico de este proyecto se han calculado:

- a. El Valor Actual Neto (VAN)
- b. La Tasa Interna de Retorno (TIR)
- c. La Relación Beneficio Costo (RBC)
- d. Indicadores suficientes para el análisis del estudio propuesto.

3.23.- Evaluación Económica

El proyecto en estudio, está ubicado en un sector rural con población aislada, lo que hace pensar que es buena la aportación del mismo, ya que tiene mayores ingresos que egresos, siendo por esta causa un proyecto financieramente rentable y al ser eminentemente social ha sido evaluado considerando variables de tipo social y así obtener resultados viables en proyecciones de energía sustituta.

3.24.- Análisis de Sostenibilidad

El plan requiere del estudio de impactos ambientales y de riesgo

3.24.1.- Análisis del Impacto Ambiental y de Riesgos

Al tratarse del Estudio de un proyecto que pertenece a la categoría 3 de Impacto Ambiental, y que puede afectar moderadamente al medio ambiente, y cuyos impactos que ocasiona pueden ser fácilmente solucionables, se requiere un estudio de Impacto Ambiental.

3.24.2.- Sostenibilidad Social: Equidad, Género, Participación ciudadana

Este estudio contribuye al mantenimiento e incremento del capital social de su área de influencia. Es un proyecto que está en comunión con la sostenibilidad social, puesto que se interesa por:

- a. Derechos Humanos
- b. Educación
- c. Empleo

- d. Empoderamiento de las mujeres
- e. Transparencia
- f. Participación ciudadana
- g. Cohesión social
- h. Identidad cultural
- i. Diversidad
- j. Solidaridad
- k. Sentido de comunidad
- l. Tolerancia
- m. Humildad
- n. Pluralismo
- o. Honestidad y Ética

3.25.- Presupuesto Detallado y Fuentes de Financiamiento

El financiamiento del presupuesto del Plan de Expansión 2024 de CNEL EP, está dado por el Gobierno Nacional del Ecuador, del presupuesto general del estado. El MEER (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable), gestionará ante el Ministerio de Finanzas, la entrega de recursos económicos que permitirán llevar adelante la ejecución de los proyectos en este estudio técnico planteado, así como también por componentes y actividades propuestas para la ejecución del mismo.

Tabla 11

Presupuesto

PRESUPUESTO DE OBRA CIVIL				
RUBRO	U	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
01 MOVIMIENTO DE TIERRA				
01.1 Excavación	m³	54.54	7.5	409.05
SUBTOTAL				409.05
02 MUROS				
02.1 Muros de Piedra Base 0,20*0,60	ml	220.94	15.00	3314.10
SUBTOTAL				3314.10

03 CIMENTACION			
03.1 Replanteo (esp) 5 cm (en plinto)	m ²	46.08	281.09
03.2 Plintos	m ³	9.22	3074.13
03.3 Riostras	m ³	8.84	3376.88
SUBTOTAL			6732.10
04 ESTRUCTURAS			
04.1 Pilares	m ³	11.12	6222.42
04.4 Vigas de Cerramiento	m ³	8.68	5199.06
SUBTOTAL			11421.48
05 MAMPOSTERIA			
05.1 Paredes	m ²	635.70	10330.13
SUBTOTAL			10330.13
06 Puerta			
06.1 Puerta Metálica	m ²	1.00	1000.00
SUBTOTAL			1000.00
SUBTOTAL GENERAL			33206.86
IVA 15%			4981.03
TOTAL			38187.89

**Son treinta y ocho mil cientos ochenta y siete 89/100
dólares**

Fuentes de Financiamiento

Fuentes de Financiamiento							
Externas				Internas			
	Crédito (USD)	Cooperación (USD)		Fiscales	Recursos Propios	Usuarios	Subtotal (USD)
Componentes 1							

Contratación de materiales, mano de obra y transporte				3.489.680,20			3.489.680,20
2.- Etapa Precontractual							
3.- Etapa Contractual							
Componentes							
2							
2.-							
Fiscalización							
2.1 Etapa Precontractual				116.046,01			116.046,01
2.2.- Etapa Contractual							
Total				3.605.726,21			3.605.726,21

Nota: Autor Fausto Pacho

3.26.- Estrategia de Ejecución

3.26.1.- Estructura Operativa

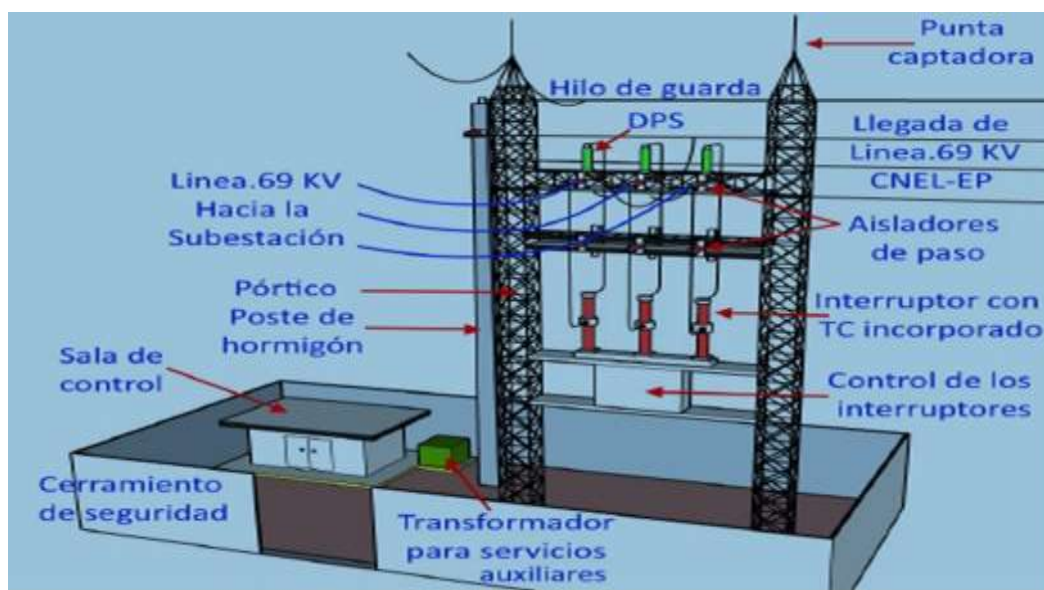
Como estrategia operativa para la puesta en marcha del Estudio Técnico del proyecto, se ha previsto realizar:

Ejecutar el proyecto bajo el sistema de compras públicas, realizando las respectivas contrataciones de materiales, mano de obra, transporte y fiscalización por parte de CNEL EP

Coordinar con la comunidad la implementación de los procesos para la ejecución del proyecto, en lo que a la participación ciudadana corresponda.

Figura 18

Ilustración Estructura Operativa



Nota: Enfoque de subestación Chiva Negra.

Autor: Fausto Pacho

3.26.2.- Arreglos Institucionales y Modalidad de Ejecución

La construcción del proyecto de estudio técnico se realizará mediante el programa para lo cual CNEL EP mantendrá una alianza estratégica con las instituciones estatales:

- MICSE
- MEER
- MEF
- ARCONEL
- SENPLADES

3.27.- Cronograma Valorado por Componentes y Actividades

Tabla 12

Cronograma Valorado por componentes y Actividades

Componentes/ Actividad	I Trimestre (USD)	II Trimestre (USD)	III Trimestre (USD)	IV Trimestre (USD)	Subtotal (USD)

1.-Contratación de materiales, mano de obra y transporte		1.744.840,10	872420,05	872420,05	3489680,20
1.1.- Etapa precontractual					
1.2.- Etapa Contractual					
Componentes 2					
2.Fiscalización					
2.1 Etapa Precontractual		58023,01	29011,50	29011,50	116046,01
2.2 Etapa Contractual					
Total (USD)		1802863,10	901431,55	901431,55	3605726,21

Nota: Autor Fausto Pacho

Tabla 13

Origen de los Insumos

Componentes/	Tipo de	Nacional		Importado		
Rubros	Bien			Subtotales		
		%	USD	%	USD	
Componentes 1						
1 contratación de materiales, mano de obra y transporte	Bienes y Servicios	96.78	3489680,20			3489680,2
Actividad 1.1 Etapa Precontractual	Bienes y Servicios	0.00	0.00			0.00

Actividad 1,2 1.2 Etapa Contractual	Bienes y Servicios	96,78	3489680.2			3489680.2
Componente 2 2Fiscalización	Consultoría	3,22	116046,01			116046,01
Actividad 2.1 2.1 E. Precontractual	Consultoría	0.00	0.00			0.00
Actividad 2.2 2.2 E. Contractual	Consultoría	3,22	116046,01			116046,01
Total (USD)		100	3605726,21			3605726,21

Nota: Autor Fausto Pacho

3.28.- Estrategia de Seguimiento y Evaluación

3.28.1.- Monitoreo de la Ejecución

- a. Las acciones previstas durante la ejecución del proyecto de estudio técnico son: La fiscalización de la Dirección Técnica y Auditoría Interna. CNEL EP realizará y evaluará el proceso de la ejecución del proyecto.
- b. La Dirección de Supervisión y Control del ARCONEL, realizará el seguimiento y evaluación del programa.

3.29.- Evaluación de Resultados e Impactos

Una vez concluido el Estudio Técnico de este proyecto, CNEL EP realizará la liquidación del Programa, considerando los indicadores establecidos en la Matriz de Marco Lógico, con el propósito de alcanzar las metas establecidas en el Plan Nacional para el Buen Vivir.

3.30.- Actualización de la Línea de Base

CNEL EP una vez concluido el proyecto, se encargará de actualizar las redes de distribución construidas en el estudio, en el GIS de la región y en el SISDAT del ARCONEL.

3.31.- Línea de Subtransmisión a 69 Kv

3.31.1.- Subestación Chiva Negra

Ubicación: Se pretende establecer como punto de referencia el sector Sur Oeste de Cantón Playas, en el sitio denominado Chiva Negra, en donde se construirá la Subestación del mismo nombre, para dar servicio a este Importante sector de esta ciudad.

Figura 19

Ilustración Recorrido de Línea



Nota: Recorrido de la Línea de 69 Kv desde subestación Playas, hasta Chiva Negra

Autor: Fausto Pacho

3.32.- Objeto del Estudio

El presente documento tiene por objeto determinar los parámetros y principales características técnicas bajo las cuales se construirá la Línea de subtransmisión a 69 Kv, que llegará a la Subestación Chiva Negra. Esta Subestación recibirá de la línea de subtransmisión Playas ubicada en la ciudadela Enrique Torbay al Este de la ciudad de Playas, que hay una longitud entre ambas de 4.225 mts, según plano topográfico que se presenta.

3.33.- Normas Técnicas de INECEL Aplicables para el Caso.

Las Normas Técnicas de INECEL, relacionadas con estructuras de tipo para Líneas de Subtransmisión a 69 Kv, recomiendan la utilización de postes de hormigón armado de 15 hasta 18 metros de longitud para Líneas Urbanas y Rurales, sin que esto signifique limitación alguna, porque de acuerdo a la importancia de la zona que se pretende dotar el servicio y considerando que en la misma Postería pueden ir circuitos de alta, media y baja tensión, la longitud del poste puede ser incrementada hasta 21 metros para mantener la separación adecuada entre circuitos paralelos.

Las normas mencionadas recomiendan la utilización de Aisladores Line Post para líneas urbanas y Conductores de aleación de aluminio o de aluminio reforzado con acero de las siguientes secciones y capacidades:

Tabla 14

Normas Técnicas

CLAVE	CALIBRE	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN
Quail	2/0 ACSR	235 Amps
Partridge	266,8 MCM	355 Amps
Hawk	477,0 MCM	540 Amps

Nota: Autor Fausto Pachó

Como la Subestación Chiva Negra va a tener una capacidad inicial de 10 MVA y habiendo la posibilidad de que de la misma línea se derive otro circuito a 69 Kv, se podría pensar en la utilización del conductor Partridge de 266,8 MCM, que es el conductor estándar de INECEL para esta carga.

Por tratarse de una zona eminentemente salina por su cercanía al mar, no conviene la

utilización del conductor Partridge que dispone de alma de acero, razón por la cual es necesario la utilización del conductor 300 MCM clave ACAR, que no dispone de núcleo de acero que pueda ser afectado por este compuesto químico, que es el cloruro de sodio (Na Cl), llamado sal común, en consecuencia, este dispone de un núcleo de aleación de aluminio # 6201 altamente resistente a la corrosión.

3.34.- Selección del Conductor a Utilizarse

De la comparación de los parámetros técnicos como:

- a. Resistencia
- b. Peso
- c. Capacidad de conducción de corriente

Se puede observar que el Conductor ACAR calibre 300 MCM, es el más conveniente de los dos, por la misma razón se recomienda que la Línea a 69 Kv subestación Chiva Negra, sea construida con este tipo de conductor que garantizaría un mejor alcance en su vida útil.

El Conductor ACSR, está bien aplicado en lugares donde no existe corrosión salina y en zonas quebradas, en donde los vanos son largos, mayores de 300 m. como en la sierra ecuatoriana, aunque existen lugares como en Santo Domingo de Los Tsáchilas utilizan el conductor ACAR, porque resulta más liviano que el ACSR particular que compensa su menor carga de rotura.

3.35.- Separación entre Conductores de Fase e Hilo de Guarda y altura del Poste

De acuerdo a características aplicadas en la Subestación Playas, se puede observar que la separación entre fases y el Hilo de Guarda es de 1,4 m. Esta selección resulta más acertada todavía, si consideramos que la vía por la cual va a pasar la línea, tiene un buen movimiento vehicular, donde circulen vehículos livianos y pesados, algunos de los cuales llevan cargas altas, que eventualmente podrían acercarse peligrosamente a los Conductores de fase, y es necesario evitar que esto ocurra por consiguiente se considera necesario utilizar postes de 21 m. de longitud como alternativa de respuesta a este tipo de peligros en estos casos.

La separación mínima entre conductores (S, C), la podríamos obtener, utilizando la siguiente ecuación:

$$, = v(f+\lambda) + U/150 \text{ mts.}$$

$K=0,6$ para líneas de primera categoría, con ángulos de oscilación de hasta 40°

f = flecha máxima en mts. En áreas urbanas con vanos de hasta 140 m. $f=1,3$ Max

λ = longitud cadenas de aisladores, para aisladores de Line Post, $\lambda=0$

$$S; C = 0,6 \sqrt{1,3 + 69/150} = 0,6 \times 1,14 = 0,684 + 0,46 = 1,144 \text{ mts.} < 1,4 \text{ mts.}$$

Para calcular la separación mínima entre conductores energizados y sus respectivos apoyos (S.C.A) utilizamos la siguiente ecuación:

$$S:C:A = 0,1 + U/150 = 0,1 + 69/150 = 0,56 \text{ mts.}$$

La distancia entre el conductor de la fase A y el Hilo de Guarda = 1,4 mts.

El Hilo de Guarda se encuentra a potencial de tierra, de tal manera que para el caso de la estructura mencionada esa distancia es de 1,4 mts $> 0,56$ mts. La longitud del aislador Line Post seleccionado en principio es un (Ohio Brass # 47041), es de 30 %, es decir 0,781 mts. $> 0,56$ mts.; por tanto, no se avizora problema alguno y la estructura seleccionada resulta adecuada.

La distancia de seguridad entre conductores y el terreno (D. S. T) se determina de la siguiente forma: D. S. T. = $5,3 + U/150 = 5,3 + 69/150 = 5,76$ mts. Razón por la cual INCEL estipula que la distancia al suelo debe ser 6 mts.

3.36.- Parámetros Físicos y Eléctricos de la Línea.

3.36.1.- Resistencia Eléctrica

La Resistencia eléctrica de un conductor se expresa en Ohmios por Km y se la encuentra fácilmente en tablas elaboradas por el fabricante. Para el caso del Conductor 360 MCM, clave ACAR la podemos expresar de esta manera:

$$R = 0,1994 \Omega/\text{Km} \text{ resistencia obtenida para } 20^\circ \text{ C}$$

Para el cálculo de la regulación de voltaje y las pérdidas de energía esta resistencia debe ser determinada para una temperatura de 60° C

La ecuación para el cálculo de la resistencia eléctrica del conductor en función del incremento de temperaturas la expresamos de la siguiente manera:

$$R_t' = R_t (1 + \alpha \Delta t) \text{ donde:}$$

R_t' = Resistencia del conductor a la temperatura deseada en (Ω)

R_t = Resistencia del conductor a 20° C en este caso particular

$$\alpha = \text{Coeficiente de temperatura del ACSR} = 0,004 / ^\circ \text{ C}$$

Δt = Incremento de temperatura en °C

Si consideramos una temperatura ambiente media de 30° C, $\Delta t = 10^0$ C; por tanto:

$$R t' = 0,1994 (1 + 0,004 \times 40) = 0,2313 \Omega / \text{Km}$$

3.36.2.- Inductancia de la Línea

La separación media geométrica “ D” para la Línea se obtiene de la siguiente manera:

$$D = \sqrt[3]{(D1 - 2 \times D2 - 3 \times D3 - 1)} \text{ mts.}$$

En la estructura que se pretende tendíamos:

$$D = \sqrt[3]{(1,4 \times 1,4 \times 2,8)} \text{ mts.}$$

$$D = \sqrt[3]{5,488} \text{ mts.} = 1,764 \text{ m}$$

Podemos agregar que, para una Línea Trifásica, compuesta de una sola terna y con un solo conductor por fase, el coeficiente de Autoinducción / Km está expresado por la siguiente ecuación:

$$Lk = \{ 0,5 + 4,6 \log (D/r) \} \times 10^{-7} \text{ H} / \text{Km}$$

El conductor calibre 300 MCM, clave ACAR tiene un diámetro de 15,95 mm por tanto, $r = 7,975 \text{ mm}$.

$$Lk = (0,5 + 4,6 \log 1764 / 7,975) \times 10^{-7} \text{ H} / \text{Km}$$

$$Lk = \{ 0,5 + 4,6 \log (221,19) \} \times 10^{-7} \text{ H} / \text{Km} = (0,5 + 4,6 \times 2,34476) 10^{-7} \text{ H} / \text{Km}$$

$$Lk = 11,286 \times 10^{-7} \text{ H} / \text{km.}$$

$$Xk = 2 \pi f L = 377 \times 11,286 \times 10^{-7} \Omega / \text{Km}$$

3.36.3.- Impedancia de la Línea

$$Zk = Rk + j Xk$$

$$Zk = (0,1994 + j 0,4255) \Omega / \text{Km} = 0,4699 \angle 72, 10^0 \Omega / \text{Km}$$

Si la longitud de la línea es 0,4699 Km, al valor anterior tenemos que multiplicarle por dicha cantidad para obtener la impedancia (Z); parámetros que nos permitirá calcular la regulación de voltaje y las pérdidas por efecto Joule, entre otras, de tal manera que podemos expresar lo siguiente:

$$Z = 4,225 \times Zk = 1,8622 \angle 72, 10^0 \Omega$$

3.36.4.- Máxima Capacidad de Transporte de la Línea

Para que el conductor de la línea se conserve en el tiempo es necesario no rebasar la densidad de corriente aconsejada por las normas técnicas, a fin de que no se recosa el material del cual está formado.

Según el reglamento Español de Líneas Eléctricas Aéreas, en su Art. 22 proporciona ciertas guías para el efecto, que se describen a continuación:

En conductores de aleación de aluminio de 160 mm^2 la densidad de corriente es de $2,50 \text{ Amp/mm}^2$

El Coeficiente de reducción para conductores de $6 + 1$ hilos es $0,941$

Por tanto, nuestro conductor deberá trabajar con una densidad máxima de corriente $DMC = 2,5 \times 0,941 = 2,3525 \text{ Amp / mm}^2$

El conductor ACAR calibre 300 MCM tiene una superficie de aluminio igual a 152 mm^2 por tanto $I = 2,3525 \times 152 = 357,58 \text{ Amp}$

En estas condiciones la Máxima Capacidad de Transporte de la Línea (P_{max}) será $P_{max} = 1,732 \times 367,58 \times 69 \times 0,9 = 38,46 \text{ MW}$

3.37.-Efecto Corona

Cuando los conductores de una línea de transmisión por efecto de las sobretensiones de maniobra o por acción de los reguladores de voltaje alcanzan potenciales suficientemente grandes, tal que rebasan la rigidez dieléctrica del aire, se producen pérdidas de energía debido a corrientes de fuga que atraviesan el medio aislante; como si el aire se hubiera tornado conductor.

Éste fenómeno se produce generalmente en zonas altas y en condiciones de mal tiempo, pero también puede presentarse en zonas bajas en presencia de humedad extrema. Si la condición extrema se presenta durante la noche es posible visualizar fluidos azulados alrededor de los conductores que se asemejan a coronas, por lo que el fenómeno se lo conoce con el nombre de Efecto Corona, mismo que también da lugar al incremento de las pérdidas de energía y a la generación de radio interferencias junto a las líneas de energía.

El voltaje con el cual comienzan a producirse las pérdidas de energía a través del aire se denomina Tensión Crítica Disruptiva, la misma que tiene un valor menor

que la Tensión Crítica Disruptiva Visual, que es aquella con la cual este fenómeno se hace visible.

Por lo expuesto en una línea bien diseñada, se deben tomar las medidas correctivas necesarias para evitar la ocurrencia de tal fenómeno que ocasionan el incremento en las pérdidas de energía, para lo cual es indispensable que el máximo voltaje de la línea sea menor que la Tensión Crítica Disruptiva del aire en condiciones extremas.

3.38.- Tensión Crítica Disruptiva

La Tensión Crítica Disruptiva (V_c) para una línea Trifásica compuesta de un solo conductor por fase, la podemos obtener utilizando la siguiente expresión:

$$V_c = 84 m_c d m_t r \log (D/r) K_v$$

donde:

m_c = coeficiente de rugosidad del conductor, cuyos valores son:

$m_c = 1$ para hilos de superficie lisa

$m_c =$ de 0,93 a 0,98 para hilos oxidados

$m_c =$ de 0,83 a 0,87 para cables, conductores de 7 hilos o más

d = Factor de corrección de la densidad del aire, en función de la presión barométrica e

inversa de la temperatura absoluta del medio ambiente.

$$d = 3,926 h / (273 + g)$$

h = Presión barométrica en centímetros de columna de mercurio. Para el caso del Cantón Playas que se encuentra a una altitud de 10 m. sobre el nivel del mar

$$h = 76 \text{ mmHg.}$$

g = Temperatura media en grados centígrados correspondiente a la altitud de la zona considerada en el estudio, en nuestro caso es 30° C

m_c = Coeficiente para tener en cuenta el efecto que produce la lluvia haciendo descender

el valor de V_c :

$m_c = 1$ para tiempo seco

$m_c = 0,8$ para tiempo lluvioso

r = radio del conductor en cm. Para nuestro caso $r = 0,7975$ cm.

D = Distancia Media Geométrica en cm. Para nuestro caso $D = 176,4$ cm.

En estas condiciones para calcular V_c además de sustituir los coeficientes respectivos en la ecuación mencionada, primero tenemos que determinar el factor de corrección de la densidad del aire:

Recordemos que $d = 3,926 \text{ h} / (273 + g)$

$$d = (3,926 \times 76) / (273 + 30) = 0,9847$$

el coeficiente V_c tiene un valor para tiempo seco y otro para tiempo húmedo, para lo cual procedemos al cálculo de ambos casos:

Tiempo Seco:

$$V_c = 84 \times 0,85 \times 0,9847 \times 1 \times 0,7975 \log (176,4 / 0,7975) \text{ Kv}$$

$$V_c = 56,07 \times 221,19 = 56,07 \times 2,3448 = 131,47 \text{ Kv}$$

Tiempo húmedo:

$$V_c = 84 \times 0,85 \times 0,9847 \times 0,8 \times 0,7975 \log (176,4 / 0,7975) \text{ Kv}$$

$$V_c = 44,856 \times \log 221,19 = 44,856 \times 2,344 \text{ Kv} = 105,18 \text{ Kv} > 75,9 \text{ Kv}$$

En una Línea Trifásica 69 Kv alimentada desde Transformadores provisto de regulación bajo carga, el máximo voltaje que puede recibir es 110 % del voltaje nominal, ósea 75,9 Kv, particular que puede producirse en pocas ocasiones y que difícilmente puede coincidir con tiempo húmedo.

Esto significa que el fenómeno conocido como Efecto Corona, no va a presentarse a menos que existan partículas de sal, que puedan venir del mar arrastradas por el viento que ionicen el aire que separa a los conductores de fase.

Si no se presenta el Efecto Corona, no se tendrán pérdidas de potencia por causa de este fenómeno.

3.39.- Cálculo de la Perdiciencia por Efecto Corona

Las pérdidas antes mencionadas se evalúan en KW / Km utilizando la siguiente ecuación

$$P = (241 / d) (f + 25) \{ (r / D) \}^{1/2} (v - v_c) \uparrow \times 10^{-6} \text{ I}^0 / \text{Km}$$

Sustituyendo los valores de los parámetros obtenidos, la ecuación anterior arrojará las pérdidas de potencia por Efecto Corona, que se describen a continuación:

$$P = (241 / 0,9884) (60 + 25) (7,975 / 1764)^{1/2} (75,9 - 105,18) \uparrow \times 10^{-6} \text{ KW} / \text{Km}$$

$$P = 244,74 \times 85 \times 0,06724 \times 857,32 \times 10^{-6} \text{ KW} / \text{Km} = 0,012 \text{ KW} / \text{Km}$$

Podemos analizar la situación y nos damos cuenta que esto significa que en

este caso la pérdida de potencia es despreciable. Todos los parámetros indicados en esta ecuación ya han sido definidos anteriormente con excepción de la frecuencia que en este caso es igual a 60 Hz.

3.40.- Determinación del Aislamiento de la Línea

Para determinar el aislamiento de la línea existen varios criterios técnicos que deben ser tomados en cuenta porque el aislamiento de la línea tiene relación directa con la continuidad del servicio.

Según la Comisión Federal de Electrificación de México utiliza los siguientes criterios técnicos básicos para determinar el aislamiento de las Líneas de hasta 69 Kv, mismos que se complementan con otros más rigurosos que toman en cuenta el grado de seguridad que se le quiere proporcionar a la línea debido a su importancia, así como por el Nivel Cerámico de la zona por donde se desplaza la línea, que no es otra cosa que el número de días al año en los cuales se escuchan truenos. Estos criterios básicos se indican a continuación:

El voltaje de flameo en húmedo a frecuencia industrial de los aisladores utilizados debe ser aproximadamente 5 veces el voltaje nominal al neutro de la línea. Cuando se trata de cadenas de aisladores, el aislador próximo a los conductores debe cumplir con la regla anterior, excepto que para este caso el coeficiente de seguridad es 4.0

El voltaje de flameo a impulso debe ser igual o superior al de la clasificación de la línea.

Como generalmente una línea de transmisión pasa por diferentes climas y terrenos, a los voltajes se los debe dividir por el factor de corrección calculado, a fin de considerar la disminución de la capacidad dieléctrica del aislamiento por efectos de la altura y densidad del aire.

Si nos damos cuenta de esto, el Cantón Playas se encuentra a una altura de 10 m. sobre el nivel del mar con una temperatura ambiental de 30° C. Anteriormente ya calculamos el factor corrección $(d) = 0,9847$.

Consideramos que el aislador Line Post seleccionado tiene las siguientes características técnicas, que debería llevar esta línea de 69 Kv que se indica en este

estudio técnico para la puesta en marcha de este plan a un futuro cercano.

- a. Voltaje de Flameo en húmedo a baja Frecuencia: 270 Kv
- b. Voltaje de Flameo en Seco a Baja Frecuencia: 330 Kv
- c. Voltaje de Flameo a Impulso Positivo: 390 Kv
- d. Voltaje a Flameo e Impulso Negativo: 550 Kv
- e. Distancia de Fuga: 68 pulgadas o 172,72 cm.
- f. Longitud del Aislador = 30 % = 0,781 m.

A continuación, comprobaremos la bondad de la selección utilizando los tres criterios posibles en este ámbito, indicado por la entidad antes mencionada.

a.- Primer Criterio

Voltaje corregido de flameo en húmedo de la cadena = $5(69 / 1,732) / 0,9847 = 202,3$ Kv. Según la escala se determina el valor más próximo al calculado es de 215 Kv que corresponde a una cadena de 5 aisladores.

b.- Segundo Criterio

Con un coeficiente de seguridad igual a 4 el voltaje corregido de flameo en húmedo = $4(69 / 1,732) / 0,9847 = 161,83$ Kv, que es similar a 170 Kv que es el voltaje de Flameo en húmedo para una cadena de 4 aisladores. Es este caso de acuerdo a la escala, el voltaje que soporta el primer aislador de la cadena que está próximo al conductor es 31 % del voltaje fase tierra, es decir $0,31 \times 39,84 = 12,35$ Kv como voltaje de Flameo en húmedo de un aislador de suspensión a frecuencia industrial es 50 Kv > a 12,35 Kv el aislador soporta el voltaje al que será sometido. Por tanto, el aislador resiste y se cumple con el segundo criterio.

c.- Tercer Criterio

El voltaje de Flameo a impulso de la cadena de aisladores debe ser igual o superior al de la clasificación de la Línea. Para una cadena de 5 aisladores de suspensión el voltaje de Flameo a impulso según la escala antes descrita es de 685 Kv. El BIL corregido para 69 Kv = $300 / 0,9847 = 355,44$ Kv. Como 685 Kv > 375,66 Kv estaríamos cumpliendo con el criterio.

Conviene indicar que no es aconsejable sobredimensionar demasiado el aislamiento de la línea aumentando innecesariamente el número de aisladores de la cadena, porque en el caso de que exista una caída de rayos de alta intensidad es

preferible que fallen uno o dos aisladores Line Post y/o cadenas de suspensión, antes de que se destruyan los bushings y peor el bobinado de los transformadores de fuerza.

3.41.- Regulación de Voltaje

La línea para servicio de la Subestación Chiva Negra tiene una longitud de 4.225 Km aproximadamente. Por lo tanto, si recordamos que $Z_k = (0,437 + j0,4981) \Omega / \text{Km}$

$$Z = 4225 (0,1994 + j0,4255) \Omega$$

$$Z = (0,7364 + j1,5714) \Omega$$

En un circuito reactivo inductivo como es el caso de una línea de corta longitud tenemos que:

$$V_s = (V_r + R I \cos \theta + X I \sin \theta) \text{ volt.}$$

Para una demanda máxima de 15000 KW a factor de potencia 0,85 la intensidad de la corriente es:

$$I = 147,66 \text{ Amps}; \quad v_r = 69000/1,732 = 39839,34 \text{ vol}; \text{ por lo tanto:}$$

$$V_s = 39839,34 + 0,7364 \times 147,66 \times 0,85 + j1,5714 \times 147,66 \times 0,5268 = (39939,77 + j122,23) \text{ volt.}$$

$$V_s = 39930,96 \angle 0,1949^\circ \Omega$$

% Regulación = $100(39930,96 - 39838,34) / 39838,34 = 0,2325 \%$; lo cual es satisfactorio.

3.42.- Pérdida de Potencia en Máxima Demanda

Las pérdidas de potencia de la línea se obtienen utilizando la siguiente ecuación:

$$P = (3 \times R I^2) / 1000 \text{ se miden KW}$$

$$P = (3 \times 0,7364 \times 147,66^2) / 1000 = 48,17 \text{ KW}$$

$$P\% = 100 \times 48,17 / 15000 = 0,321 \%$$

3.43.- Eficiencia de la Línea

La Eficiencia de una máquina o de una Línea de energía está dado por la siguiente expresión:

$$\% E_f = 100 \times (\text{potencia de entrada} - \text{Pérdidas}) / \text{sobre potencia de entrada.}$$

Sustituyendo los valores encontrados con anterioridad tenemos que:

$$\% E_f = 100 \times (15000 - 48,17) / 15000 = 99,68 \%$$

3.44.- Detalle De Las Estructuras A Utilizarse Para La Construcción De La Línea A 69 Kv De La Subestación Chiva Negra

Conviene indicar que el cuadro de las estructuras para la Línea mencionada que se muestra a continuación ha sido elaborado considerando la ruta sugerida por el Gobierno Municipal Descentralizado del Cantón Playas, la cual sale desde la Subestación Playas, llega a la avenida Torbay; sigue por la calle 27, luego toma la calle C hasta la estructura E7 cuyas coordenadas se indican en la tabla. De allí quiebra a la izquierda hasta la estructura E; siguiendo las calles que actualmente están siendo construidas por los linderos de los terrenos existentes según el cuadro de coordenadas indicado, hasta llegar al lindero Occidental del colegio Freire Stábile, por donde corre hasta la estructura E18, donde toma el proyecto de continuación de la Avenida Sixto Chang, este tramo también se conoce como Avenida 18. Como se indica en el plano de recorrido de la Línea que se anexa. En este tramo la línea correrá por un costado de la vía hasta cruzar la calle Cristina Orrala, luego de lo cual irá por el parterre central hasta la terminación de la Avenida Sixto Chang. Luego toma la vía a Engabao, por su costado derecho, hasta situarnos en el lote donde se construiría la Subestación Chiva Negra.

Los postes para utilizarse serán de Hormigón Vibrado de 21 m de longitud de sección rectangular. Como esta línea será prácticamente del tipo autosoportantes los postes serán robustos para requerir el mínimo de tensores, además de que en los ángulos pronunciados se ha contemplado la utilización de torres también autosoportantes.

Figura 20

Ilustración Detalle de la estructura



Nota: Detalle de recorrido y estructura Línea de 69 Kv

Autor: Fausto Pacho

El cuadro de distribución de las estructuras de la línea antes mencionada, se indica a continuación:

Tabla 15

Línea de Subtransmisión

CÓDIGO	LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN S/E POSTE PLAYAS - S/E CHIVA NEGRA A 69 KV						
FECHA:							
# de Poste	Tiposteo Poste			VANO	TIPOSTEO D	POSTE	TENSOR
				ADELANTE	ESTRUCTUR	PUESTA A	
						TIERRA	
		ESTE	NORTE	(M)			TT1 TT2
Ee		5,687,700,000	97,086,663,750				
E1	21M-2400Kg	5,687,700,000	97,086,663,750	42	RU1G	1	3
E2	18M-TORRE POSTE	5,687,620,959	97,087,072,622	94	AU30-G	1	
E3	21M-1600KG	5,687,996,844	97,097,934,169	101	SU-1-G	1	
E4	21M-1600KG	5,688,415,800	97,088,852,173	99	SU-1G	1	
E5	21M-1600KG	5,688,734,706	97,089,789,761	106	SU-1-G	1	
E6	21M-1600KG	5,689,087,422	97,090,787,620	97	SU-1-G	1	
E7	18M-TORRE M	5,689,409,500	97,091,698,800	128	AU90-G	1	
E8	18M-TORRE M	5,688,236,127	97,091,197,907	65	AU90-G	1	
E9	21M-1600KG	5,687,967,017	97,091,794,311	64	SU-1-G	1	
E10	21M-2400KG	5,687,528,869	97,092,259,940	67	SU-1-G	1	
E11	21M-2400KG	5,686,947,982	97,092,590,762	23	SU-1-G	1	
E12	18M-TORRE M	5,686,327,856	97,092,575,500	90	AU90-G	1	
E13	21M-1600KG	5,686,237,052	97,093,470,908	91	SU-1-G	1	
E14	18M TORRE POSTE	5,686,145,240	97,094,376,264	90	AU30-G	1	
E15	18M-TORRE POSTE	5,686,380,000	97,095,250,000	122	AU30-G	1	
E16	18M-TORRE M	5,686,296,000	97,096,469,700	24	AU90-G	1	
E17	18M-TORRE M	5,686,078,574	97,096,580,684	18	AU90-G	1	
E18	18M-TORRE M	5,685,896,959	97,096,545,455	41	AU90-G	1	
E19	18M-TORRE M	5,685,593,993	97,096,822,781	113	AU90-G	1	
E20	21M-2400Kg	5,684,514,792	97,096,505,054	124	SU-1-G	1	

CÓDIGO								
FECHA:	LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN S/E POSTE PLAYAS - S/E CHIVA NEGRA A 69 KV							
# de PosteOste	Tiposteo PosteOste			VANO	TIPOSTEO D	POSTE	TENSOR	
				ADELANTE	ESTRUCTUR	PUESTA A		
						TIERRA		
		ESTE	NORTE	(M)			TT1	TT2
E21	18M-TORRE POSTE	5,683,299,298	97,096,251,392	94	AU30-G	1		
E22	18M-TORRE POSTE	5,682,485,744	97,095,778,285	46	AU30-G	1		
E23	21M-2400Kg	5,682,027,934	97,095,782,213	71	SU-1-G	1		
E24	21M-2400Kg	5,681,329,162	97,095,668,935	100	SU-1-G	1		
E25	21M-1600KG	5,680,332,547	97,095,586,719	90	SU-1-G	1		
E26	21M-1600KG	5,679,460,693	97,095,487,646	100	SU-1-G	1		
E27	21M-1600KG	5,678,312,885	97,095,353,804	101	SU-1-G	1		
E28	21M-1600KG	5,677,307,889	97,095,223,668	100	SU-1-G	1		
E29	21M-1600KG	5,676,315,823	97,095,097,993	111	SU-1-G	1		
E30	21M-1600KG	5,675,210,977	97,095,003,573	100	SU-1-G	1		
E31	21M-1600KG	5,674,215,328	97,094,874,021	100	SU-1-G	1		
E32	21M-1600KG	5,673,219,683	97,094,741,014	103	SU-1-G	1		
E33	18M-TORRE M	5,672,201,271	97,094,608,165	54	SU-1-G	1		
E34	18M-TORRE POSTE	5,671,703,395	97,094,402,948	105	SU-1-G	1		
E35	21M-1600KG	5,670,664,836	97,094,235,147	132	SU-1-G	1		
E36	21M-1600KG	5,669,359,039	97,094,078,426	90	SU-1-G	1		
E37	21M-1600KG	5,668,467,707	97,093,958,834	111	SU-1-G	1		
E38	21M-2400Kg	5,667,371,804	97,093,828,468	91	SU-1-G	1		
E39	21M-2400Kg	5,666,456,704	97,093,803,149	112	SU-1-G	1		
E40	21M-2400Kg	5,665,333,088	97,093,835,162	79	SU-1-G	1		
E41	18M-TORRE M	5,664,558,654	97,093,973,633	77	AU90-G	1		
E42	21M-2400Kg	5,663,987,547	97,094,493,458	98	SU-1-G	1		
E43	21M-2400Kg	5,663,133,296	97,094,980,327	109	SU-1-G	1		
E44	21M-1600KG	5,662,135,370	97,095,430,682	101	SU-1-G	1		
E45	21M-1600KG	5,661,210,755	97,095,828,283	107	SU-1-G	1		
E46	21M-1600KG	5,660,223,758	97,096,235,655	119	SU-1-G	1		
E47	21M-2400Kg	5,659,127,076	97,096,699,577	60	RU1G	1	3	
E48	21M-2400Kg	5,658,881,574	97,096,152,103			1		

Nota: Autor Fausto Pachó

4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.- CONCLUSIONES

Quiero terminar este trabajo de investigación expresando que, en cada momento al estar presente en las inspecciones de campo, donde se puede observar la realidad de la problemática que se ha descrito con anterioridad se puede resaltar que en innumerables situaciones vividas personalmente con los habitantes de la comunidad que podrían beneficiarse por el estudio técnico del proyecto en mención, en el lugar donde se proyecta ejecutar la construcción de esta Subestación de generación de electricidad, como los continuos reclamos por la falta de cobertura y constantes cortes de la energía eléctrica que en este lugar existen. Por consiguiente, al determinar los requerimientos que se debe llevar a cabo en la implementación de la Subestación y Línea de distribución en la propuesta de este estudio, considerando y tomando como base la orientación a la mejora de la calidad de servicio que se va a dar por parte de la empresa involucrada debo resaltar lo siguiente:

Que, de darse el servicio de energía eléctrica mejorado por la construcción de la Subestación de Distribución y Línea de transferencia de 69 Kv en esta zona, tendrá un impacto positivo, considerando todos los beneficios que recibiría la población y los lugares circundantes, por un servicio constante de energía eléctrica adecuado y oportuno sin los terribles cortes e interrupciones que se dan en la actualidad, por parte de CNEL EP en la ciudad de Playas.

El crecimiento de la demanda continua de energía por el desarrollo de la zona y el constante aumento de usuarios en la misma, es uno de los indicadores para la toma de decisiones al momento de evaluar la factibilidad del estudio que se pretende dar como herramienta de inicio en este análisis que se presenta.

Puedo recalcar que los índices de la calidad de energía que recibe la ciudad de General Villamil y sus comunidades en el Cantón Playas están a límite de su saturación, pero con la construcción de la Subestación de Distribución se podrán reducir lo que conllevaría a obtener una eficacia en la entrega del servicio a los

usuarios por parte de la empresa eléctrica encargada de esta zona de la provincia del Guayas.

El Estudio Técnico de este proyecto se lo considera factible económicamente y socialmente, porque generará mejores ingresos a la Empresa CNEL EP por el aumento en la demanda de usuarios hecho que conllevaría a mejoras sus actuales recaudaciones económicas rentables; y socialmente porque mejoraría la calidad de vida de los habitantes que recibirán este servicio. Además, la recuperación de la inversión por el costo de la implementación puede darse aproximadamente en 15 años, considerando que no es un proyecto económico si no socialmente amigable con la comunidad y con el ambiente.

De implementarse este Estudio Técnico, podría dar paso a un análisis exhaustivo por parte de las autoridades pertinentes para tomar decisiones que lleven a una posible solución de la problemática descrita, mismas que tomarían las decisiones evaluando en detalle todos los criterios posibles para concluir o descartar las posibilidades reales de una puesta en marcha del documento presentado.

4.2.- RECOMENDACIONES

Es necesario expresar en detalle las principales recomendaciones derivadas de esta investigación realizada y la propuesta presentada, para dar en detalle las principales recomendaciones:

Que se establezcan los parámetros necesarios en la recopilación de licencias ambientales, permisos de autorización y ejecución de la obra civil y gubernamental, previo a la construcción de la Línea de 69 Kv y de la Subestación Chiva Negra en el Cantón Playas, de parte de los entes responsables en el mismo.

Realizar un análisis experimental de estudios de Corto Circuito con la correspondiente Línea de conexión respectiva y así lograr una perfecta coordinación al momento de la puesta en marcha del proyecto, para brindar un servicio confiable y seguro a los habitantes de este hermoso lugar de la Costa ecuatoriana.

Se recomienda realizar una proyección a la demanda para el futuro, en el caso particular de esta investigación se dará a 15 años, puesto que los beneficios indicados serán netamente sociales y en su medida económicamente rentables a todos los involucrados en el área y en particular a toda nuestra comunidad en el Cantón Playas.

Se recomienda establecer lineamientos necesarios, que establezcan limitaciones y alcances a la hora de la toma de decisiones por parte de todos los involucrados en el Estudio que se presenta.

La Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional De Electricidad CNEL EP, por ser la encargada de dotar de energía eléctrica a nuestro sector, será la encargada si fuera necesario de dotar los pertinentes estudios para las condiciones de operación de la Planta de Distribución, en el caso de que existieran daños o modificaciones de la misma.

BIBLIOGRAFÍA

- Bustamante, L. (2022). *Análisis de factibilidad técnica y económica para la instalación de transformadores de potencial con alimentación para servicios auxiliares en subestaciones de seccionamiento*. Ambato. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Boada, E. & Endara, F. (2013). *Manual de Procedimientos técnicos y estudio comparativo del montaje electromecánico de una bahía GIS de línea y otra convencional de nivel de tensión de 69 v en la S/E Ibarra*. Quito. Universidad Técnica del Norte.
- Calle, H.& Castillo, P. (2020). *Evaluación y Prevención de Riesgos Eléctricos en una Subestación*. Guayaquil. Escuela Politécnica del Litoral.
- Cardenas, S. & Moreno, P. (2012). *Implementación de la Subestación Vilcabamba al Sistema SCADA de la Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A.* Cuenca. Universidad Politécnica Salesiana.
- Castro, A. (2021). *Diseñar un Manual Técnico para el manejo y operación de la nueva Subestación Alpachaca 69 kv de la Empresa Eléctrica Regional del Norte S.A.* Quito. Universidad Técnica del Norte.
- Enriquez, G. (2016). *Elementos de Diseño de Subestaciones*. Editorial Limusa. Segunda Edición. México
- Garzón, D. (2018). *Diseño eléctrico de la Subestación Zumbahua 69/13,8 kv para la Empresa Eléctrica de Cotopaxi ELEPCO S.A.* Quito. Escuela Politécnica Nacional.
- Lozano, J. & Melgar, D. (2019). *Confiabilidad en sistemas con transformadores de potencia con devanado de compensación interna o aterramiento ficticio externo mediante transformador Zig-Zag*. Perú. Universidad Continental.
- Moscoso, V. & Silva, N. (2021). *Diseño e Implementación de un Sistema de Protección contra Sobrecorriente en una Red de Distribución mediante el uso de Relé SEL-751 Y SEL-3530 RTAC*. Guayaquil. Universidad Politécnica Salesiana.

- Naranjo, F. (2022). *Diseño de una subestación eléctrica AIS 693,8 kv a 16/24 mva mediante el Software SAP 2000*. Guayaquil. Universidad Politécnica Salesiana.
- Rivera, V. (2023). *Conceptos Básicos de Subestaciones Blindadas Aisladas en Gas Sf*. México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Salcedo, J. (2020). *Elaborar un Plan de Gestión del Proyecto Reposición de Seccionadores en la Subestación CHINU 110 kv*. San José. Costa Rica. Universidad para la Cooperación Internacional.
- Sarmiento, G. (2022). *Criterios de instalación y mantenimiento de una subestación eléctrica móvil 230/69 kv*. Guayaquil. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Santillan, H. (2021). *Optimización Multiobjetivo de consumo de Energía Eléctrica en la Programación de la demanda*. Quito. Universidad Politécnica Salesiana.
- Serpa, D. (2022). *Control Remoto de Subestación Eléctrica para reducir problemas por sobrecarga en transformador de potencia de Subestación de Transmisión OROPESA-CUSCO*. Perú. Universidad Nacional Centro del Perú.
- Trashorras, J. (2015). *Substaciones Eléctricas*. Madrid. España. Ediciones Paraninfo S.A.
- Villamizar, C., & Gutierrez, C. (2016). *Diagnostico de la subestación eléctrica y tableros principales en baja tensión del edificio la Cúpula Chata, Palacio de Gobierno de Norte de Santander en base en el reglamento técnico electricista y normas Cens. Colombia*. Universidad Francisco de Paula Santander.

REFERENCIAS TECNICAS:

Norma ISO 9001:2000 Sistemas de Gestión de la Calidad-Requisitos.

Regulación CONELEC 004/01 (Calidad del Servicio).

Regulación CONELEC 004/02 (Transacciones kVAR en el MEM).

Regulación CONELEC 004/03 (Medición Comercial).

Regulación CONELEC 006/00 (Procedimiento de Despacho y Operación).

Regulación CONELEC 007/00 (Procedimiento del MEM).

Normas de la construcción de Líneas y Redes de Distribución EMELNORTE Ibarra
2010



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Pacho Puertas Fausto Antonio**, con C.C: # **0914042627** autor del trabajo de Integración Curricular: **Estudio técnico dentro del plan de expansión del sistema playas, para una nueva subestación de 69 kv en la comuna Engabao del cantón playas**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Electricidad** 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.- Autorizo 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, 06 de septiembre de 2024

f. _____

Pacho Puertas Fausto Antonio

C.C: 0914042627

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Estudio técnico dentro del plan de expansión del sistema de playas, para una nueva subestación de 69 kv en la comuna Engabao del cantón Playas		
AUTOR(ES)	Pacho Puertas Fausto Antonio		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Heras Sánchez Miguel Armando		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Electricidad		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Electricidad		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	Guayaquil, 06 septiembre 2024	No. DE PÁGINAS:	83
ÁREAS TEMÁTICAS:	Electricidad, Proyecto y Potencia		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Alimentadores, transformadores de potencia, Electricidad y Energía		

RESUMEN:

El documento presenta un estudio técnico preliminar para la construcción de una nueva subestación eléctrica de 69 kV en la comuna Engabao, del cantón Playas. Esta propuesta busca solucionar los problemas de suministro eléctrico en la zona, causada por su lejanía de la subestación Posorja, la principal fuente de energía actual. El estudio identifica el lugar exacto de la obra, detalla las características técnicas necesarias para su implementación y destaca el beneficio social del proyecto, dirigido tanto a los habitantes de Engabao como a la Corporación Nacional de Electricidad (CNEL EP). Además, se describe la planificación de una línea de alta tensión de 4225 metros desde la subestación Playas, con ubicación específica de postes de hormigón armado. El informe se estructura en capítulos que abordan los objetivos del proyecto, el marco teórico basado en investigaciones y experiencia en el sector eléctrico, y la metodología técnica y económica para llevar a cabo la obra.

ADJUNTO PDF:	☒ SI	☐ NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0990824814	E-mail: faustopacho1973@hotmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Ing. Bohórquez Escobar Celso Bayardo PhD.	
	Teléfono: 0995147293	
	E-mail: celso.bohorquez@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):	