

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica-Eléctrica y
Mecatrónica



“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIO PARA UN PROYECTO DE SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN EN 22.9KV Y SS.EE. TIPO CASETA DE 1.2MVA PARA LA EMPRESA VAQUA S.A.C. EN EL DISTRITO DE SAN JUAN DE SIGUAS, AREQUIPA”

Tesis Presentada por el Bachiller:
Rojas Mazuelos, Welvid Valois
Para optar el Título Profesional de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Asesor:
Ing. Rivera Acosta Víctor

Arequipa - Perú
2022

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA MECANICA, MECANICA-ELECTRICA Y MECATRONICA
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 03 de Noviembre del 2021

Dictamen: 004195-C-EPIMMEM-2021

Visto el borrador del expediente 004195, presentado por:

2013400291 - ROJAS MAZUELOS WELVID VALOIS

Titulado:

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIO PARA UN PROYECTO DE SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN EN 22.9KV Y SS.EE. TIPO CASETA DE 1.2MVA PARA LA EMPRESA VAQUA S.A.C. EN EL DISTRITO DE SAN JUAN DE SIGUAS, AREQUIPA

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**1470 - CASTILLO CACERES CESAR PIO
DICTAMINADOR**



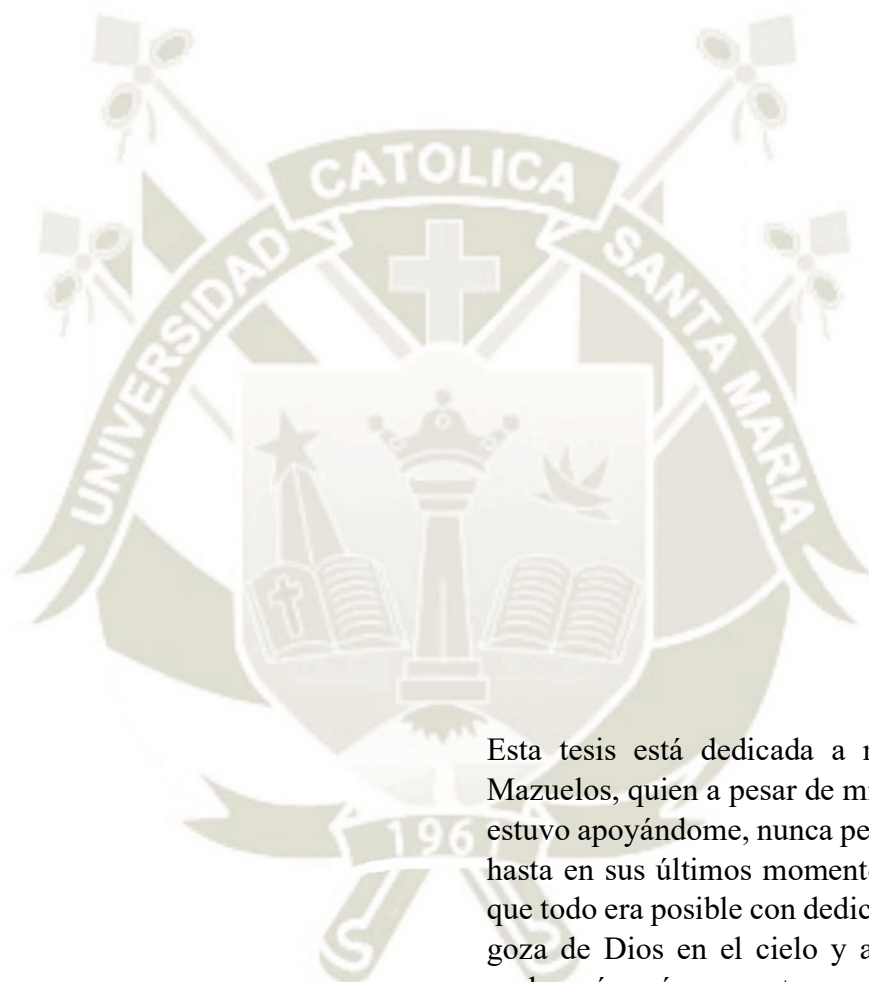
**2107 - CHANI OLLACHICA DEIDAMIA GIOVANNA
DICTAMINADOR**



**2337 - CHIRINOS APAZA LUIS ADRIAN
DICTAMINADOR**



DEDICATORIA



Esta tesis está dedicada a mi Madre Viola Mazuelos, quien a pesar de mis caídas siempre estuvo apoyándome, nunca perdió la fe en mí y hasta en sus últimos momentos, me enseñó, a que todo era posible con dedicación, más ahora goza de Dios en el cielo y aunque no pueda verla más, sé que estuvo presente en cada capítulo de la realización de este Proyecto. A mi tío Divo Mazuelos quien, a pesar de no ser mi Padre biológico, siempre me apoyó mucho mejor que uno. A mis hermanos Caroline y Leonardo quienes fueron mi motor y motivo por salir adelante así apoyarlos. Y a mi Novia Diana Becerra quien me enseñó que siempre podía dar mucho mas de mi en cada paso y así salir adelante culminando satisfactoriamente mi carrera.

RESUMEN

Actualmente existe una red primaria monofásica (MRT), formada por una fase, que deriva de la red trifásica en 22.9KV en la estructura existente de media tensión N° 27048 (*La cual se Reforzaré implementando 02 fases faltantes*) ubicada en el cruce de la carretera AR-727 con Yuramayo la cual viene desde el pueblo de Vitor para alimentar las viviendas unifamiliares que se encuentran ubicadas en la Cuarta Pampa de Yuramayo, perteneciente al distrito de San Juan de Siguan, provincia de Arequipa.

Esta línea de 22.9 KV está formado por postes de concreto CAC de 12m, aisladores de porcelana y poliméricos, con un conductor AAAC de 35 mm².

La ruta de esta red primaria es por zonas agrícolas por medio de accesos carrozables que se encuentran en el medio de los campos de sembrío. Esta red primaria en 22.9 KV tiene una longitud de aproximadamente de 1706.73 mts.

La magnitud de esta obra debe permitir un aumento sustancial en la Producción, incentivar a la creación de pequeñas industrias, elevar el nivel cultural de la población mediante el uso de la energía eléctrica.

El proyecto comprende La implementación de dicha Red Monofásica con 2 fases dejando la última estructura apta para ser el Punto de Diseño del Nuevo Sistema de Utilización que la Empresa VAQUA SAC desea, incluye el suministro de materiales, equipos, transporte, montaje electromecánico, pruebas y puesta en servicio, todo esto aprobado por la Concesionaria Local.

Palabras Clave: Demanda de Energía, Distribución Monofásica, Distribución Trifásica, Mejora Técnica y Económica, Sistema de Utilización, Interruptor de Potencia, Tarifación Eléctrica.

ABSTRACT

Currently there is a single-phase primary network (MRT), formed by one phase, which derives from the three-phase network on 22.9kV in the existing medium voltage structure N°. 27048 (which will be reinforced by implementing 02 missing phases) located at the intersection of the AR- 727 with Yuramayo which comes from the town of Vitor to feed the single-family homes that are located in the Cuarta Pampa de Yuramayo, belonging to the district of San Juan de Sigwas, province of Arequipa.

This 22.9 KV line is made up of 12m CAC concrete poles, porcelain and polymeric insulators, with a 35 mm² AAAC conductor.

The route of this primary network is through agricultural areas by means of carriage accesses that are found in the middle of the sown fields. This primary red at 22.9 KV has a length of approximately 1706.73 meters.

The magnitude of this work should allow a substantial increase in Production, encourage the creation of small industries, raise the cultural level of the population through the use of electricity.

The project includes the implementation of said Single-Phase Network with 2 phases, leaving the last structure suitable to be the Design Point of the New Utilization System that the VAQUA SAC Company wants, includes the supply of materials, equipment, transportation, electromechanical assembly, tests and commissioning, all this approved by the Local Concessioner.

Keywords: Energy Demand, Single-Phase Distribution, Three-Phase Distribution, Technical and Economic Improvement, Utilization System, Power Switch, Electric Pricing.

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT.....	v
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	3
1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.2.1. Delimitación Espacial	4
1.2.2. Delimitación Social.....	4
1.2.3. Delimitación Temporal	4
1.2.4. Delimitación Conceptual	4
1.3. PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	4
1.3.1. Problema Principal.....	4
1.3.2. Problemas Secundarios	5
1.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO	5
1.4.1. Objetivo General.....	5
1.4.2. Objetivos Específicos.....	5
1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROYECTO	6
1.5.1. Justificación	6
1.5.2. Importancia	7
1.6. HIPÓTESIS.....	7
1.6.1. Hipótesis General.....	7
1.6.2. Hipótesis Especifica.....	7
1.7. FACTIBILIDAD DEL PROYECTO.....	8
1.8. ALCANCES Y LIMITACIONES	8
1.8.1. Alcances.....	8
1.8.2. Limitaciones.....	8
1.9. VARIABLES	9
1.9.1. Variable Independiente	9
	vi

1.9.2. Variables Dependientes	9
CAPÍTULO II	12
2. MARCO TEÓRICO	13
2.1. DEFINICIONES GENERALES.....	13
2.1.1. Definición de un Sistema Eléctrico de Potencia.....	13
2.1.2. Sistema de Distribución Primaria	13
2.1.3. Sistema de Utilización en Media Tensión	13
2.1.4. Punto de Diseño	13
2.1.5. Suministro Eléctrico (Suministro)	14
2.1.6. Usuario.....	14
2.1.7. Acometida Aérea y Subterránea Trifásica	14
2.1.8. Subestación Eléctrica	14
2.2. PROCESO ELÉCTRICO.....	16
2.2.1. Generación.....	16
2.2.2. Transmisión.....	16
2.2.3. Distribución.....	16
2.3. TRANSFORMADORES DE POTENCIA	17
2.3.1. Principios de Funcionamiento.....	17
2.3.2. Tipos de transformadores de potencia	19
2.3.3. Sistema de conversación de Aceite.....	19
2.4. APERTURA Y CIERRE EN SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.....	19
2.4.1. Interruptor de Potencia.....	19
2.4.2. Seccionador de Potencia	21
2.5. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICA RETORNO POR TIERRA (MRT) 22	
2.5.1. Características de un Sistema MRT	23
2.6. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	24
2.6.1. Finalidad de las Unidades a Tierra.....	25
2.6.2. Tipos de conductor para puesta a Tierra.....	25
2.7. BASES LEGALES EN LAS QUE SE DISEÑAN LOS PROYECTOS	28
CAPÍTULO III.....	29

3.	ESPECIFICACIONES DE MONTAJE Y EJECUCIÓN DE PROYECTO	30
3.1.	DESCRIPCIÓN DEL ESTADO Y LA UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	30
3.2.	SOLUCIÓN FACTIBLE AL REFUERZO DE RED.....	35
3.3.	DETALLES DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN.....	37
CAPÍTULO IV.....		39
4.	INGENIERÍA DEL PROYECTO, CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS, SELECCIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y OPCIÓN TARIFARIA.	40
4.1.	GENERALIDADES	40
4.2.	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS	40
4.2.1.	Características Básicas de la Línea Monofásica a Reforzar	40
4.2.2.	Características Básicas de la Línea.....	41
4.2.3.	Características Básicas de la Subestación.....	41
4.3.	BASES DEL CALCULO ELECTROMECANICO	42
4.3.1.	Condiciones para los Cálculos Eléctricos:.....	42
4.3.2.	Condiciones para los Cálculos Mecánicos:.....	42
4.4.	CÁLCULOS ELÉCTRICOS	43
4.4.1.	Cálculo de la Máxima Demanda.....	43
4.4.2.	Estudio del Nivel de Aislamiento.	45
4.4.3.	Cálculo de Corrientes Nominales del Sistema de MT.....	49
4.4.4.	Cálculo de la Corriente de Corto Circuito del Sistema.....	50
4.4.5.	Dimensionamiento del Cable Aéreo de MT para el Refuerzo de Red.....	51
4.4.6.	Dimensionamiento del Cable Aéreo de MT para el Nuevo Suministro.	57
4.4.7.	Dimensionamiento del Cable Subterráneo de MT.....	60
4.4.8.	Resumen de caídas de tensión totales del sistema	67
4.4.9.	Dimensionamiento del Cable Aislado de Baja Tensión NYY.....	68
4.4.10.	Cálculo de Puesta a Tierra	71
4.5.	CÁLCULOS MECÁNICOS	74
4.5.1.	Distancias mínimas de seguridad (DMS)	74
4.5.2.	Cálculo Mecánico de Conductores	78
4.5.3.	Cálculo Mecánico de Estructuras.....	85
4.6.	SELECCIÓN DE EQUIPOS	92

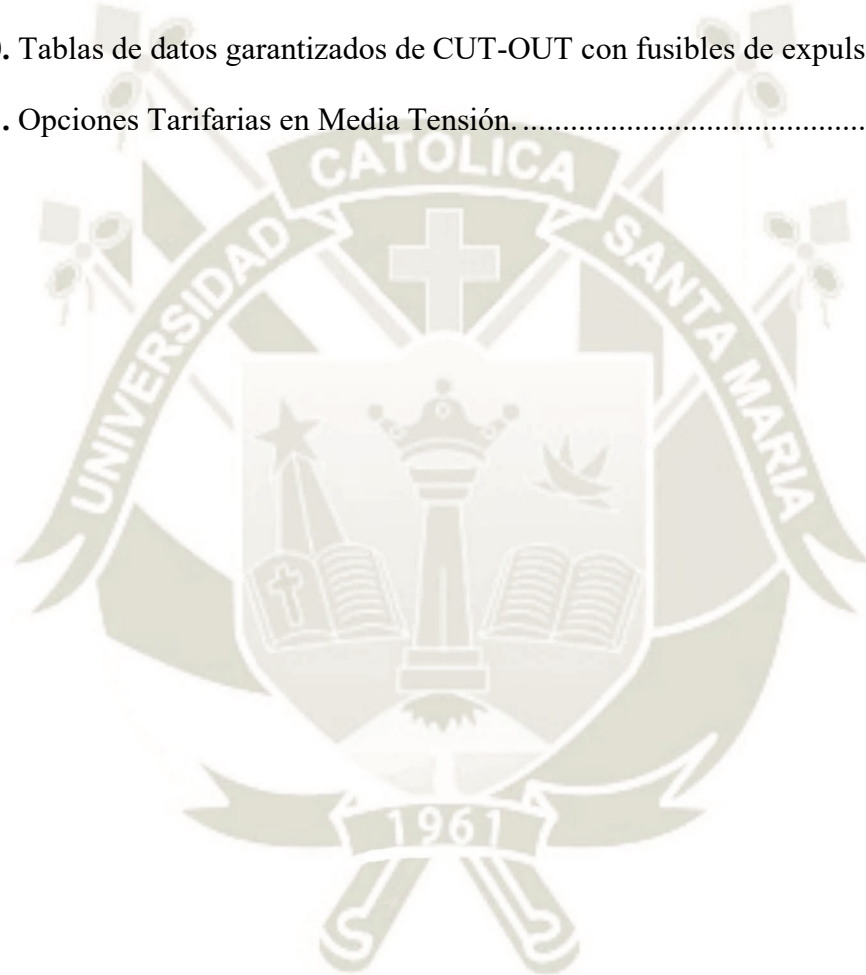
4.6.1. Selección de Aisladores	92
4.6.2. Selección del seccionador CUT-OUT	93
4.6.3. Cálculo de Fusibles para Media Tensión.....	93
4.6.4. Selección del Pararrayos.....	94
4.6.5. Selección del interruptor de potencia.....	95
4.7. CURVA DE DAÑO DEL TRANSFORMADOR DE 1200 KVA Y CORRIENTE INRUSH.....	97
4.8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPOS PREVIAMENTE SELECCIONADOS.....	98
4.8.1. Especificaciones Técnicas de Postes C.A.C.	99
4.8.2. Especificaciones Técnicas de Crucetas Metálicas Angulares de A°G°.....	101
4.8.3. Especificaciones Técnicas de Aisladores tipo PIN Poliméricos de 27kV.....	102
4.8.4. Especificaciones Técnicas de Aisladores tipo Suspensión Poliméricos de 27kV. 104	
4.8.5. Especificaciones Técnicas de Conductores de Aleación de Aluminio.....	106
4.8.6. Especificaciones Técnicas de Conductores Eléctricos Aislados N2XSY.....	108
4.8.7. Especificaciones Técnicas de Conductores Eléctricos Aislados NYY.....	110
4.8.8. Especificaciones Técnicas de Fusibles de Expulsión tipo K.	111
4.8.9. Especificaciones Técnicas de Pararrayos.....	113
4.8.10. Especificaciones Técnicas de la celda de Transformación con transformador. 115	
4.8.11. Especificaciones Técnicas de la celda de Seccionamiento IFTC.	118
4.8.12. Especificaciones Técnicas de la celda de Baja Tensión.	120
4.8.13. Especificaciones Técnicas de Material para puestas a Tierra.....	121
4.9. ELECCIÓN DE LA CORRECTA TARIFA ELÉCTRICA	123
4.9.1. Criterios de Selección de Opción Tarifaria.....	124
4.9.2. Opciones Tarifarias a Usuarios Finales.	125
4.9.3. Elección de Tarifa Inicial.....	126
CAPÍTULO V.....	127
5. DEMOSTRACIÓN DE CÁLCULOS MEDIANTE EL SOFTWARE DLTCAD.....	128
5.1. GENERALIDADES	128
5.2. ALCANCES	128

5.3. DESARROLLO	128
5.3.1. Localización y Trazado de Red en Google Earth Pro.....	128
5.3.2. Visualización del Perfil de Elevaciones.....	130
5.3.3. Procesamiento de Datos de Google Earth a Excel.....	131
5.3.4. Generación y estudio del perfil topográfico.....	132
5.3.5. Cálculo de flecha máxima cumpliendo DMS	133
CAPÍTULO VI.....	136
6. METRADOS Y PRESUPUESTOS GENERALES DEL PROYECTO.....	137
CONCLUSIONES	148
RECOMENDACIONES.....	149
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	150
ANEXOS	155
ANEXO A PLANOS DE DISEÑO Y DETALLES – REFUERZO DE RED MT.....	156
ANEXO B PLANOS DE DISEÑO Y DETALLES – NUEVO SISTEMA DE UT	156

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de Cargas Sistema de Utilización.....	43
Tabla 2. Cuadro de Cargas Refuerzo de Sistema de Distribución.....	44
Tabla 3. Niveles de aislamiento aplicados a redes primarias.....	45
Tabla 4. Niveles de aislamiento aplicados a redes primarias.....	46
Tabla 5. Grados de Contaminación.....	47
Tabla 6. Nivel de aislamiento calculado.....	49
Tabla 7. Datos Técnicos del Conductor AAAC.....	51
Tabla 8. Factores de Corrección en Conductores desnudos.....	52
Tabla 9. Datos Técnicos del Conductor NUEVO AAAC.....	57
Tabla 10. Datos Técnicos de Cable Subterráneo N2XS _Y , 18/30 kV.....	60
Tabla 11. Factor de corrección relativos a la temperatura del suelo.....	61
Tabla 12. Resistividad térmica del suelo en °C cm/W según Comp. y grad de humedad.....	62
Tabla 13. Factor de capacidad de corriente a la resistividad del suelo.....	62
Tabla 14. Factores relativos al tendido en ductos.....	63
Tabla 15. Cálculo total de caída de tensión del sistema (Distribución + Utilización).....	67
Tabla 16. Características Eléctricas del Cable NYY para Baja Tensión.....	68
Tabla 17. Relación de la secc. a la corriente de falla de los conductores de puesta a tierra Lado Primario.....	71
Tabla 18. Sección mínima de los conductores para Distribución Secundaria.....	72
Tabla 19. Resistencia máxima de las conexiones a tierra.....	73
Tabla 20. Selección de aisladores según cálculos.....	92
Tabla 21. Selección Catálogo CUT-OUT - SEMAPI.....	93
Tabla 22. Interruptor de Potencia IFTC de corte en Vacío.....	96
Tabla 23. Comparación de valores para la elección del Interruptor de Potencia.....	97
Tabla 24. Datos Técnicos Garantizados de Postes de Concreto.....	100

Tabla 25. Datos Técnicos Garantizados de los Aisladores PIN Poliméricos de 27kV.....	104
Tabla 26. Datos Técnicos Garantizados de Aisladores Suspensión Poliméricos de 27kV...	106
Tabla 27. Datos Técnicos Garantizados de Cables de Aleación de Aluminio AAAC de 35mm ²	108
Tabla 28. Datos Técnicos Garantizados de Cables N2XSY de 50mm ²	109
Tabla 29. Datos garantizados para cables NYY.	111
Tabla 30. Tablas de datos garantizados de CUT-OUT con fusibles de expulsión tipo K. ...	112
Tabla 31. Opciones Tarifarias en Media Tensión.....	125



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 2.2-1. Proceso Eléctrico.....	17
Figura N° 2.3-1. Principio de funcionamiento de un transformador de potencia.....	18
Figura N° 2.4-1. Interruptor de Potencia en Alta Tensión.....	20
Figura N° 2.4-2. Interruptor de Potencia en Media Tensión.....	20
Figura N° 2.4-3. Seccionador de Potencia Convencional.....	21
Figura N° 2.4-4. Seccionador de Potencia en Vacío.....	22
Figura N° 2.5-1. Sistema Monofásico con Retorno por Tierra (MRT).....	23
Figura N° 2.5-2. Sistema MRT en Perú.....	24
Figura N° 2.5-3. Sistema MRT en Yuramayo.....	24
Figura N° 2.6-1. TN-C.....	25
Figura N° 2.6-2. TN-C-S.....	26
Figura N° 2.6-3. Conexión PBS.....	27
Figura N° 2.6-4. Conexión TT.....	27
Figura N° 2.6-5. Conexión IT.....	27
Figura N° 3.1-1. Plano de Ubicación.....	30
Figura N° 3.1-2. Punto cercano de alimentación.....	31
Figura N° 3.1-3. Vista de Planta de 1706.73m de Red Monofásica.....	32
Figura N° 3.1-4. Punto de Diseño.....	33
Figura N° 3.1-5. 1706 m. de Red Monofásica.....	33
Figura N° 3.1-6. Armado Trifásico con Derivación Monofásica.....	34
Figura N° 3.1-7. Vista de Planta de Red Trifásica con Derivación Monofásica.....	35
Figura N° 3.2-1. Vista de Planta de mejoramiento de Red.....	36
Figura N° 3.2-2. Vista de Planta de Fin de Mejoramiento de Red.....	36
Figura N° 3.2-3. Mejoramiento de Red Ejecutado según Cálculos.....	37
Figura N° 3.2-4. Modificación del Armado en la Última SSEE Existente.....	37
Figura N° 3.3-1. Distribución de EMT para el Sistema de Utilización.....	38
Figura N° 3.3-2. Vista Frontal de la SSEE Caseta.....	38
Figura N° 4.4-1. Distancias entre fases en armado simétrico.....	55
Figura N° 4.7-1. Datos ingresados en Macros para curva de transformadores en aceite.....	97
Figura N° 4.7-2. Curva de daño del transformador en Macros.....	98
Figura N° 4.8-1. Curvas de Protecciones de los Fusibles tipo “k”.....	113
Figura N° 4.8-2. Partes de la Celda c/ interruptor.....	120

Figura N° 4.9-1. Pliegos Tarifarios de OSINERGMIN al 4 de Julio del 2022.	124
Figura N° 5.3-1. Punto de Diseño para la implementación del Sistema de Distribución.....	129
Figura N° 5.3-2. Sistema de Distribución Monofásico Yuramayo.....	130
Figura N° 5.3-3. Perfil de elevaciones con Google Earth.....	131
Figura N° 5.3-4. Orden de Etiquetas para el correcto modelamiento en DLTCAD.....	132
Figura N° 5.3-5. Importación de datos y etiquetas al DLTCAD.....	133
Figura N° 5.3-6. Perfil Topográfico con Etiquetas y Atributos.....	133
Figura N° 5.3-7. Vanos que no cumplen con las DMS establecidas	134
Figura N° 5.3-8. Conductores cumplen con las DMS establecidas.....	135



INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como propósito: Implementar una red de distribución primaria **monofásica a trifásica** para el diseño de un Sistema de Utilización en media tensión en 22.9kV y subestación tipo caseta de 1.2 MVA para la planta-criadero de ganado de la empresa VAQUA S.A.C. del distrito de San Juan de Siguan, Arequipa.

Para analizar esta problemática es necesario mencionar su causa, la cual es abastecer la demanda de energía. La planta y criadero de la presente empresa está compuesta por equipos de alto consumo de energía, dentro de los cuales se tiene un completo sistema de comederos accionados por motores trifásicos, grandes depósitos de agua accionados por las diferentes bombas distribuidas en toda la planta, equipos de montaje, desmontaje de los comederos como también el sistema de fajas transportadoras para la comida del ganado, ya que dichos equipos energizados con tarifas de baja tensión representarían un gran gasto económicamente hablando debido a sus altas tarifas eléctricas, es por ello, a lo expuesto y en función a las necesidades de la empresa es que se decide realizar el diseño de un Sistema de Utilización y Subestación Eléctrica para la planta y criadero a la tarifa en Media Tensión más económica dado por el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. (Vargas, 2020)

Sin embargo, nada de esto podría ser posible sin el adecuado **Sistema de Distribución Primario TRIFÁSICO**, el cuál para el siguiente proyecto **NO ES** el adecuado ya que el circuito alimentador de los campos de irrigación Yuramayo consta de un **Sistema de Distribución Primario MONOFÁSICO**, el cual se debe de reforzar mediante cálculos mecánicos usando el programa DLTCAD y cálculos eléctricos en todo el tramo a fin de implementar una Segunda y Tercera fase para satisfacer las necesidades de la empresa VAQUA S.A.C.



CAPÍTULO I.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La empresa VAQUA S.A.C. es una empresa nacional dedicada al desarrollo de los sectores lácteos y alimenticios, mediante la agroindustria, transporte y servicios; todos ellos focalizados en la calidad del producto o servicio que se entrega al consumidor en todo momento, haciendo que su producto esté al alcance de la economía de toda la comunidad Arequipeña. (Vaqua S.A.C, 2022)

En su plan de trabajo del presente año, se tiene ya concebida una expansión de la planta con criaderos amplios para el ganado para así garantizar productos naturales, frescos y nutritivos de la más alta calidad ofreciendo productos cárnicos 100% peruanos producidos en nuestra granja y planta. Dicha planta-criadero tiene contemplada la crianza de 250 cabezas de ganado vacuno, 200 cabezas de ganado ovino y 200 cabezas de ganado caprino, en detalles de ingeniería la planta está compuesta por equipos de alto consumo de energía, dentro de los cuales se tiene un completo sistema de comederos accionados por motores trifásicos, grandes depósitos de agua accionados por las diferentes bombas distribuidas en toda la planta, equipos de montaje, desmontaje de los comederos como también el sistema de fajas transportadoras para la comida del ganado, no dejando de lado el sistema de iluminación siempre presente en toda la planta.

Debido a la gran magnitud del proyecto como de sus equipos proyectados a instalar, la empresa VAQUA S.A.C, requiere conectarse a una Red de Distribución Primaria TRIFÁSICA cercana para abastecer su planta-criadero. Sin embargo, debido a la escasa expansión de los Sistemas de Distribución en media tensión para los pueblos alejados de la ciudad debido a la poca demanda de energía es que SOLO se cuenta con una Red de Distribución Primaria MONOFÁSICA, Por tal motivo, el propósito de la presente tesis es el de reforzar mediante cálculos mecánicos y eléctricos el Sistema de Distribución Monofásico existente añadiendo una segunda y tercera fase al circuito alimentador de los campos de irrigación Yuramayo, para finalmente diseñar el tan necesitado Sistema de Utilización en Media Tensión en 22.9kV y subestación tipo caseta de 1.2 MVA, con interruptor automático de corte en Vacío.

1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Delimitación Espacial

El desarrollo del proyecto se realizará en el distrito de San Juan de Siguan, en la provincia y departamento de Arequipa.

1.2.2. Delimitación Social

El desarrollo del proyecto proveerá 60 puestos de trabajo de ambos sexos para la población de Yuramayo y Vitor, garantizando productos naturales, frescos y nutritivos de la más alta calidad ofreciendo productos cárnicos 100% peruanos producidos en nuestra granja y planta

1.2.3. Delimitación Temporal

El proyecto se tiene contemplado a ejecutar dentro de los primeros 22 días del mes de agosto del presente año 2021.

1.2.4. Delimitación Conceptual

El presente proyecto tiene una cobertura a nivel del Ministerio de Energía y Minas Dirección General de Electricidad (CNE, 2011), Tomo IV: Sistema de Distribución y Tomo V: Sistema de Utilización

Se enfoca en el diseño, cálculos eléctricos y mecánicos como también en la selección de equipos y/o materiales para el refuerzo de la Red de Distribución Primaria MONOFÁSICA existente y el nuevo Sistema de Utilización en Media Tensión, la elaboración del presente proyecto de tesis constará de una planilla de metrado para estructuras, también no se considera el presupuesto de la obra que incluye materiales y mano de obra, y la elaboración de un cronograma de obra para la ejecución del proyecto. (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

1.3. PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1. Problema Principal

- ¿Cuáles son las dimensiones del cable alimentador y las cargas mecánicas en las estructuras a reforzar en la Red de Distribución Primaria existente? La cual dotará 1.2 MVA al Sistema de Utilización.

1.3.2. Problemas Secundarios

- ¿Cuáles son las dimensiones y el material del cual estarán diseñadas las crucetas que soportarán las 02 fases a añadir al Sistema de Distribución Primario existente?
- ¿Cuáles son las especificaciones de los aisladores a utilizar en toda la Red de Distribución Primaria a reforzar?
- ¿Cuál será el arreglo de la estructura del Punto de Diseño en Media Tensión para el nuevo Sistema de Utilización según las Distancias Mínimas de Seguridad?
- ¿Cuáles son las dimensiones y el tipo del cable alimentador para el nuevo Sistema de Utilización en Media Tensión? Entre el tramo aéreo y subterráneo de entrada a la Subestación tipo caseta.
- ¿Cuáles son las características del interruptor de potencia a instalar como sistema de protección del Sistema de Utilización en Media Tensión?
- ¿Cuáles serán las dimensiones de alimentador en baja tensión del Transformador de Potencia al tablero general? Evitando grandes caídas de tensión.

1.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1. Objetivo General

- Reforzar un Sistema de Distribución Primario MONOFÁSICO, implementando una segunda y tercera fase en Media Tensión en 22.9kV, ya existente, que servirá como punto de diseño para finalmente diseñar el tan necesitado Sistema de Utilización con SS.EE. tipo caseta de 1.2MVA.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Diseño de las estructuras trifásicas a implementar en la línea de media tensión monofásica existente.
- Detalle de especificaciones técnicas de materiales y/o equipos que intervendrán en el refuerzo de la línea monofásica de acuerdo a la norma DGE.

- Cálculos justificativos mecánicos y eléctricos tanto de la Red a reforzar como del Nuevo Sistema de Utilización de acuerdo a la Norma DGE, justificados por medio del Software DLTCAD.
- Diseño de Subestación Eléctrica de 1.2MVA (1200KVA) 22.9/0.38-0.23kV la cual se alimentará de una acometida subterránea mediante buzones de concreto hasta los postes CAC que llevarán al conductor aéreo para alimentarse de la última estructura monofásica reforzada a trifásica.
- Detalle del montaje electromecánico del refuerzo de la Red de Distribución como también del Nuevo Sistema de Utilización, incluyen materiales y/o equipos en la subestación.
- Diseño de las unidades a tierra tanto para el sistema de medición (PMI), ferretería eléctrica y subestación eléctrica.
- Diseño de planos eléctricos, tanto de planimetría de la línea a reforzar como del sistema de utilización que se alimentará de este, detalles de los armados a intervenir y su ubicación; como el plano civil de la misma subestación tipo caseta y sus detalles de la acometida subterránea y diagrama unifilar.
- Elección de la tarifa adecuada a la cual se registrará el nuevo cliente.

1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROYECTO

1.5.1. Justificación

El presente proyecto de tesis servirá como sustento técnico detallado para finalmente proceder con la formulación y elaboración de un expediente técnico, el cual será presentado a la concesionaria SEAL S.A., cuya función como entidad es el de supervisar y suministrar de energía eléctrica a Sistemas Utilización en Media Tensión, Distribución Primaria, Secundaria y Alumbrado Público en la zona Sur Oeste, la cual según las normas del estado, se dará aprobación, inicio de obra, inspección, pruebas eléctricas y conexión a la Red de Distribución Primaria mostrado en el Plano “UCSM-VAQUA-GN-002”.

La metodología de cálculo mecánico y eléctrico cumplirá con todas las normas del Ministerio de Energía y Minas antes mencionado, donde se determinan las bases de cálculos mínimos y máximos, los cuales se aplican en el presente proyecto de

tesis. Este contará con el diseño electromecánico detallado como también con los cálculos mecánicos y eléctricos; de la red aérea y acometida subterránea para la subestación tipo caseta, en donde, se detalla el diseño de la trinchera eléctrica de concreto para el recorrido de los cables de conexión en media y baja tensión. (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

1.5.2. Importancia

La expansión de la planta ha surgido no solo como necesidad de aportar una solución para satisfacer la demanda de energía de manera confiable y segura, creando 60 puestos de trabajo; si no también **optimizar** la red existente MONOFÁSICA en 22.9 KV, que alimentan a los Campos de Irrigación YURAMAYO en Media Tensión para el **incremento de la cobertura del servicio eléctrico** a la población no atendida, y la mejora técnica y económica de los sistemas eléctricos existentes que brindan un servicio deficiente y no permiten el desarrollo de actividades productivas. (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

1.6. HIPÓTESIS

1.6.1. Hipótesis General

El diseño del proyecto de implementación de la Red de Distribución Primaria Existente aplicando los conocimientos adquiridos en previos cursos de ingeniería. No solo como necesidad de aportar una solución para satisfacer la demanda de energía de manera confiable y segura, creando puestos de trabajo; si no también optimizar la red existente MONOFÁSICA, para el incremento de la cobertura del servicio eléctrico a la población no atendida, y la mejora técnica y económica de los sistemas eléctricos existentes.

1.6.2. Hipótesis Especifica

- a) Mediante el uso del Software DLT CAD, se calcularán los esfuerzos mecánicos
- b) Mediante las bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural, aprobados por la resolución directoral N°018-2003-EM/DGE, se harán los cálculos eléctricos necesarios para garantizar los niveles mínimos de seguridad para las personas, propiedades y el cumplimiento de los requisitos exigidos para un sistema económicamente adaptado.

- c) La factibilidad positiva del presente proyecto creará una cantidad de puestos de trabajo considerable, apoyando al sector de San Juan de Siguan.
- d) La viabilidad del proyecto mejorará la actual red que brinda un servicio deficiente y no permiten el desarrollo de actividades productivas

1.7. FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

Este proyecto es factible, ya que de acuerdo a lo establecido en la Ley de Concesiones Eléctricas **Art. 34° Inc d**, menciona que **se permite** la utilización de sus sistemas por parte de terceros, para suministrar energía a usuarios que no tengan el carácter de Servicio Público de electricidad, ubicados dentro o fuera de su zona de concesión. Aparte de que **se cuentan** con los recursos económicos y materiales necesarios para realizar el proyecto. (Diario Oficial El Peruano, 1992)

1.8. ALCANCES Y LIMITACIONES

1.8.1. Alcances

Comprenderá el rediseño de Red Primaria existente monofásica aérea con la instalación de una segunda y tercera línea para que sea una Red primaria trifásica.

En los presentes capítulos se ha desarrollado el estudio de ingeniería para optimizar la red existente monofásica en 22.9 KV, que alimentan a los Campos de Irrigación YURAMAYO, con la adición de la carga solicitada por la Empresa VAQUA S.A.C., la cual es de 1200KVA, juntamente con la coordinación de protecciones de acuerdo a las características de los equipos tales como interruptor de potencia, seccionadores fusibles CUT-OUT, etc. Dicha red Monofásica en 22.9 KV actualmente tiene una longitud aproximada de 1706.73 m. lineales.

1.8.2. Limitaciones

Para el presente proyecto de tesis, están referidas a la respuesta POSITIVA de la factibilidad de suministro de 1.2MVA concedida por SEAL S.A., para proceder con la aplicación de los cálculos eléctricos y mecánicos de los conductores, elaboración de la planilla final de estructuras como resultado de la implementación de la red primaria (teniendo en cuenta que las estructuras existentes fueron instaladas para soportar UN SOLO conductor.

1.9. VARIABLES

1.9.1. Variable Independiente

1.9.1.1. Red de Distribución Primaria en Media Tensión

“Un sistema de distribución primario incluye los elementos de las redes primarias aéreas y subterráneas tales como conductores, cables, postes, aisladores, retenidas y accesorios, así como distancias mínimas de seguridad” (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018).

1.9.2. Variables Dependientes

1.9.2.1. Sistema de Utilización en Media Tensión

“Es un conjunto de instalaciones destinado a llevar energía eléctrica suministrada a cada usuario, desde el punto de entrega hasta los diversos artefactos eléctricos en los que se produzca su transformación en otras formas de energía” (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018).

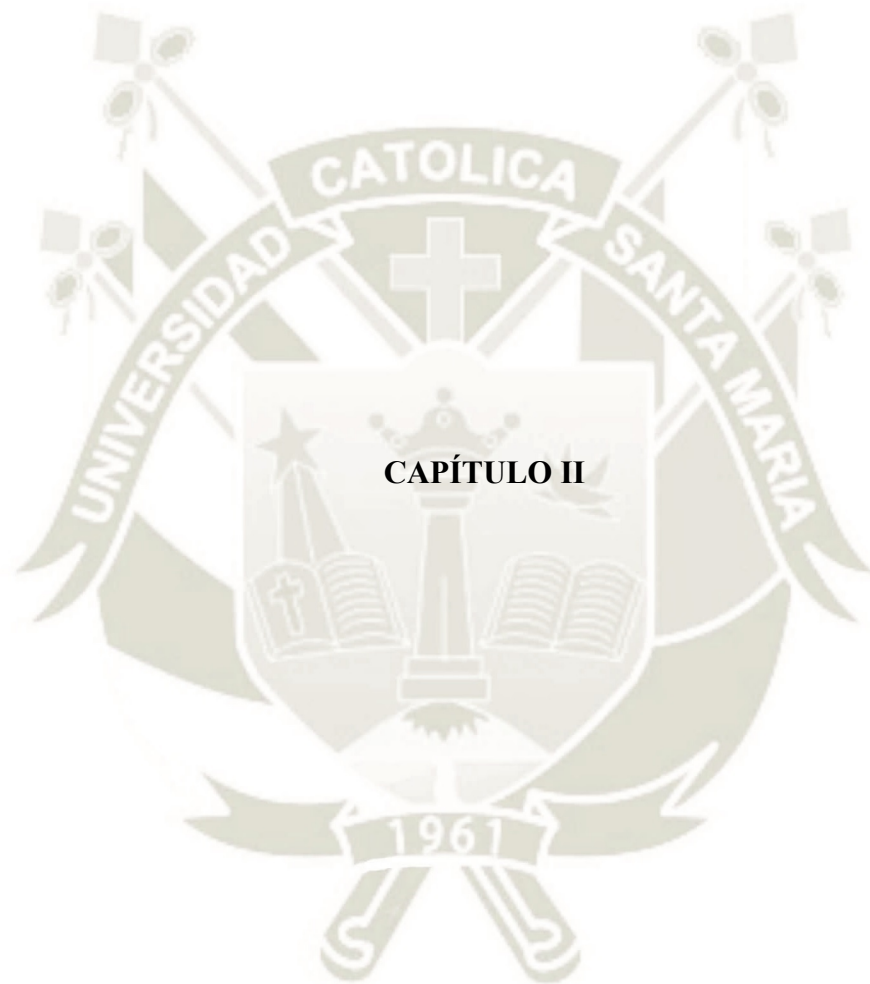
MATRIZ DE CONSISTENCIA

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIO PARA UN PROYECTO DE SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN EN 22.9KV Y SS.EE. TIPO CASETA DE 1.2MVA PARA LA EMPRESA VAQUA S.A.C. EN EL DISTRITO DE SAN JUAN DE SIGUAS, AREQUIPA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES
<p>PROBLEMA PRINCIPAL ¿Cuáles son las dimensiones del cable alimentador y las cargas mecánicas en las estructuras a reforzar en la Red de Distribución Primaria existente? La cual dotará 1.2 MVA al Sistema de Utilización.</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Reforzar un Sistema de Distribución Primario MONOFÁSICO, implementando una segunda y tercera fase en Media Tensión en 22.9kV, ya existente, que servirá como punto de diseño para finalmente diseñar el tan necesitado Sistema de Utilización con SS.EE. tipo caseta de 1.2MVA.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL El diseño del proyecto de implementación de la Red de Distribución Primaria Existente aplicando los conocimientos adquiridos en previos cursos de ingeniería. No solo como necesidad de aportar una solución para satisfacer la demanda de energía de manera confiable y segura, creando puestos de trabajo; si no también optimizar la red existente MONOFÁSICA, para el incremento de la cobertura del servicio eléctrico a la población no atendida, y la mejora técnica y económica de los sistemas eléctricos existentes.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE Mejora de la Red de Distribución Primaria en Media Tensión. INDICADORES Nivel Trifásico de Tensión Refuerzo de estructuras Confiability</p>
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>a) ¿Cuáles son las dimensiones y el material del cual estarán diseñadas las crucetas que soportarán las 02 fases a añadir al Sistema de Distribución Primario existente?</p> <p>b) ¿Cuáles son las especificaciones de los aisladores a utilizar en toda la Red de Distribución Primaria a reforzar?</p> <p>c) ¿Cuál será el arreglo de la estructura del Punto de Diseño en Media Tensión para el nuevo Sistema de Utilización</p>	<p>OBJETIVO ESPECÍFICOS</p> <p>a) Diseño de las estructuras trifásicas a implementar en la Red de media tensión monofásica existente.</p> <p>b) Detalle de especificaciones técnicas de materiales y/o equipos que intervendrán en el refuerzo de la línea monofásica de acuerdo a la norma DGE.</p> <p>c) Cálculos justificativos mecánicos y eléctricos tanto de la Red a reforzar como del Nuevo Sistema de Utilización de acuerdo a la Norma DGE, justificados por medio del Software DLTCAD.</p> <p>d) Diseño de Subestación Eléctrica de 1.2MVA (1200KVA) 22.9/0.38-0.23kV la cual se alimentará de una acometida</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>a) Mediante el uso del Software DLT CAD, se calcularán los esfuerzos mecánicos para el refuerzo de las estructuras ya existentes a reforzar.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE Sistema de Utilización en Media Tensión. INDICADORES Potencia trifásica confiable.</p>

<p>según las Distancias Mínimas de Seguridad?</p> <p>d) ¿Cuáles son las dimensiones y el tipo del cable alimentador para el nuevo Sistema de Utilización en Media Tensión? Entre el tramo aéreo y subterráneo de entrada a la Subestación tipo caseta.</p> <p>e) ¿Cuáles son las características del interruptor de potencia a instalar como sistema de protección del Sistema de Utilización en Media Tensión?</p> <p>f) ¿Cuáles serán las dimensiones de alimentador en baja tensión del Transformador de Potencia al tablero general? Evitando grandes caídas de tensión.</p>	<p>subterránea mediante buzones de concreto hasta los postes CAC que llevarán al conductor aéreo para alimentarse de la última estructura monofásica reforzada a trifásica.</p> <p>e) Detalle del montaje electromecánico del refuerzo de la Red de Distribución como también del Nuevo Sistema de Utilización, incluyen materiales y/o equipos en la subestación.</p> <p>f) Diseño de las unidades a tierra tanto para el sistema de medición (PMI), ferretería eléctrica y subestación eléctrica.</p> <p>g) Diseño de planos eléctricos, tanto de planimetría de la línea a reforzar como del sistema de utilización que se alimentará de este, detalles de los armados a intervenir y su ubicación; como el plano civil de la misma subestación tipo caseta y sus detalles de la acometida subterránea y diagrama unifilar.</p> <p>h) Elección de la tarifa adecuada a la cual se registrará el nuevo cliente.</p>	<p>b) Mediante las bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural, aprobados por la resolución directoral N°018-2003-EM/DGE, se harán los cálculos eléctricos necesarios para garantizar los niveles mínimos de seguridad para las personas, propiedades y el cumplimiento de los requisitos exigidos para un sistema económicamente adaptado.</p> <p>c) La factibilidad positiva del presente proyecto creará una cantidad de puestos de trabajo considerable, apoyando al sector de San Juan de Sigvas.</p> <p>d) La viabilidad del proyecto mejorará la actual red que brinda un servicio deficiente y no permiten el desarrollo de actividades productivas.</p>	
--	---	--	--

Fuente: Bravo Revilla Víctor Andree, (2018)



2. MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIONES GENERALES

2.1.1. Definición de un Sistema Eléctrico de Potencia.

La función del sistema eléctrico de potencia es abastecer a todos los usuarios con energía eléctrica tan económicamente como sea posible, en la cantidad deseada y con un nivel aceptable de calidad, seguridad y confiabilidad” Conjunto de instalaciones y equipos para producir, transportar y distribuir energía eléctrica a los usuarios de una zona, ciudad, región o país. (Sanchez, 2022)

2.1.2. Sistema de Distribución Primaria

Conjunto de conductores, elementos de instalación y accesorios, proyectado para operar a tensiones normalizadas de Distribución Primarias, que, partiendo de un Sistema de Generación o de un Sistema de Transmisión, está destinado a alimentar/interconectar una o más Subestaciones de Distribución; abarca los terminales de salida desde el sistema alimentador hasta los de entrada a la Subestación alimentada. (Ministerio de Energía y Minas, 2022)

2.1.3. Sistema de Utilización en Media Tensión

Constituido por el conjunto de instalaciones eléctricas de Media Tensión, comprendida desde el punto de entrega de energía (Punto de Diseño) hasta los bornes de Baja Tensión del transformador, destinado a suministrar energía eléctrica a un predio según Estas instalaciones pueden estar ubicadas en la vía pública o en propiedad privada, excepto la subestación, que siempre deberá instalarse en la propiedad del Interesado. (Ministerio de energía y minas, 2012)

2.1.4. Punto de Diseño

“Es el lugar asignado por el Concesionario a partir del cual se debe iniciar el proyecto del Sistema de Distribución o Sistema de Utilización en Media Tensión” (Ministerio de Energía y Minas, 2022).

2.1.5. Suministro Eléctrico (Suministro)

“Abastecimiento regular de energía eléctrica del Concesionario al usuario dentro del régimen establecido por la Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento” (Ministerio de Energía y Minas, 2022).

2.1.6. Usuario

“Persona natural o jurídica que ocupa un predio y está en capacidad de hacer uso legal del suministro eléctrico correspondiente; es el responsable de cumplir con las obligaciones técnicas y económicas que se derivan de la utilización de la electricidad” (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018).

2.1.7. Acometida Aérea y Subterránea Trifásica

Las acometidas son los recorridos que van desde la red de distribución eléctrica hasta el medidor electrónico, instalado en los predios del usuario del servicio. Estas se dividen en: aéreas y subterráneas. En la acometida aérea, las líneas de distribución van por el aire, desde el poste hasta el tubo de la bajante de dirección al Traformix, normalmente se usa cable de Aleación de Aluminio. En la acometida subterránea, las líneas de alimentación van por ducto y bajo tierra mediante buzones de concreto, el cable subterráneo mayormente del tipo N2XSY va por ductos de concreto o PVC. Estas instalaciones pueden estar ubicadas en la vía pública o en propiedad privada, excepto la subestación, que siempre deberá instalarse en la propiedad del Interesado. (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

2.1.8. Subestación Eléctrica

Endesa señala que son instalaciones que se encargan de realizar transmisiones de tensión, número de fases, frecuencia, conexiones de dos o más circuitos, estas se ubican cerca de las centrales de generación, a la periferia, de las zonas de consumo o en los mismos edificios, en su interior o exterior. Generalmente las subestaciones de las ciudades se encuentran dentro de los edificios de forma que se ahorre espacio, así también como la reducción de la contaminación.

Tipo Caseta, son aquellas construidas a base de muros de concreto y losa de concreto armado, para su diseño se utiliza como referencia las especificaciones mediante el CNE, estas permiten proteger y mantener en condiciones óptimas de

operación los equipos y componentes que la integran, las mismas que no deben quedar expuestas a la intemperie y a las condiciones ambientales. (Endesa, 2021)

2.1.8.1. Clasificación de Subestaciones

De acuerdo a su funcionalidad según se clasifican en:

- Transformadoras elevadoras: Esta subestación incrementa la tensión que se genera a altos niveles para poder transportarla.
- Transformadoras de bajada: Esta subestación eléctrica disminuye la tensión a niveles mucho menores para poder distribuirla
- De maniobra: Aquellas que conectan más de un circuito, no se incrementa ni tampoco se baja la tensión, sirve a modo de nodo en el sistema eléctrico. (Vargas, 2020)

De acuerdo a su instalación según se clasifican en:

- Tipo intemperie: Instalaciones de sistemas de alta y muy alta tensión generalmente y están habilitadas para resistir las diversas condiciones atmosféricas.
- Tipo blindado: Variante del tipo interior, se instalan en edificios que disponen de espacios con poco espacio para alojarlas, sus componentes se encuentran bastante protegidos. (Zuñiga, 2020)

De acuerdo con Ministerio de Energía y Minas, se clasifican en:

- Subestaciones aéreas
- Subestaciones de caseta o interiores
- Subestaciones compactas. (Ministerio de Energía y Minas, 2022)

2.1.8.2. Características Básicas

De acuerdo con Ministerio de Energía y Minas, se tienen las siguientes prescripciones de instalación:

- Los elementos con tensión primaria y secundaria y los dispositivos de maniobra y protección deberán estar separados entre sí por medio de tabiques de alturas correctas.

- Todo equipo que tenga aislamiento de aceite, deberá ser instalado en una celda limitada por dos paredes de estructura y resistencia suficiente para evitar que existan daños.
- El local que tenga la subestación debe ser construido por material no combustible, lo que debe protegerse de la humedad y las filtraciones, Así también no se debe atravesar por ningún canal o tubería de agua potable, negras, pluviales, ni con ductos de celulares. (Ministerio de Energía y Minas, 2022)

2.2. PROCESO ELÉCTRICO

2.2.1. Generación

La electricidad es creada en centrales con la capacidad de obtener energía a partir de fuentes primarias. Se conocen dos tipos, las renovables y las no renovables, estas venden energía a las compañías que comercializan la energía. En nuestro país la energía que se crea, en un 56% es de centrales hidroeléctricas, el 44% de centrales térmicas, algunas de las principales empresas son Enersur, Edegel y Electroperú. (Ministerio del ambiente MINAM, 2018)

2.2.2. Transmisión

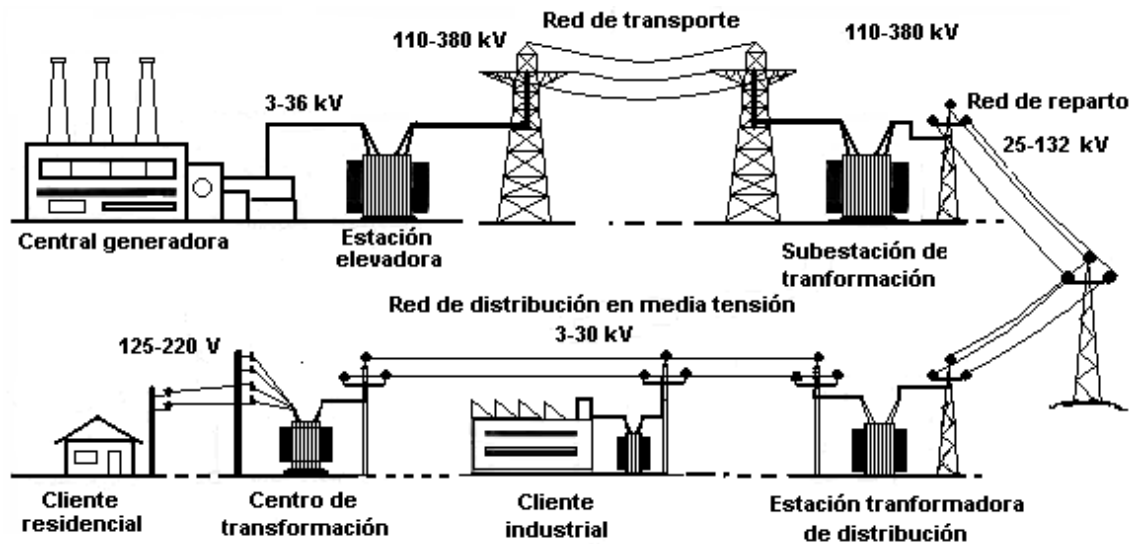
De acuerdo con Ministerio del ambiente MINAM se refiere a la transmisión de energía desde las centrales eléctricas hacia las subestaciones de distribución por lo que la energía recorre una gran distancia a través del territorio peruano, este se encuentra conformado por conexiones como cables conductores por medio de un conjunto de líneas, en nuestro país existen diez empresas que brindan servicios de transmisión, manejando un total de 2263.7 km de líneas de transmisión, siendo: Transmantaro, Red de Energías del Perú, Abengoa. (Ministerio del ambiente MINAM, 2018)

2.2.3. Distribución

De acuerdo con Ministerio del ambiente MINAM esta se realiza a través de las empresas que se encargan de la distribución, estas reciben la energía de las generadoras y la llevan al usuario final en condiciones controladas a fin de que sea un suministro confiable. Estas empresas se encargan de además de distribuir la

energía de realizar el mantenimiento de las líneas de distribución, dan lectura a los medidores y manejan los pagos y recibos, por lo que transfieren el dinero que corresponde a las empresas generadoras y transmisoras. (Ministerio del ambiente MINAM, 2018)

Figura N° 2.2-1. Proceso Eléctrico.



Fuente: Seymour, J., & Horsley, T, (2021)

2.3. TRANSFORMADORES DE POTENCIA

Jiménez & Gómez, (2016) lo definen como una maquina eléctrica capaz de aumentar o disminuir tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, lo que permite mantener la frecuencia, la potencia ingresa al equipo en el caso de un transformador ideal, sin pérdidas.

RTE De México, (2020) señala que estos se usan en las subestaciones con la finalidad de concentrar la transformación de energía en alta y media tensión para subtransmisión y transmisión. Por otro lado, Unisalia señala que: “son usados en la red de transmisión generalmente con el fin de disminuir o aumentar el nivel de voltaje” (Unisalia, 2022).

2.3.1. Principios de Funcionamiento

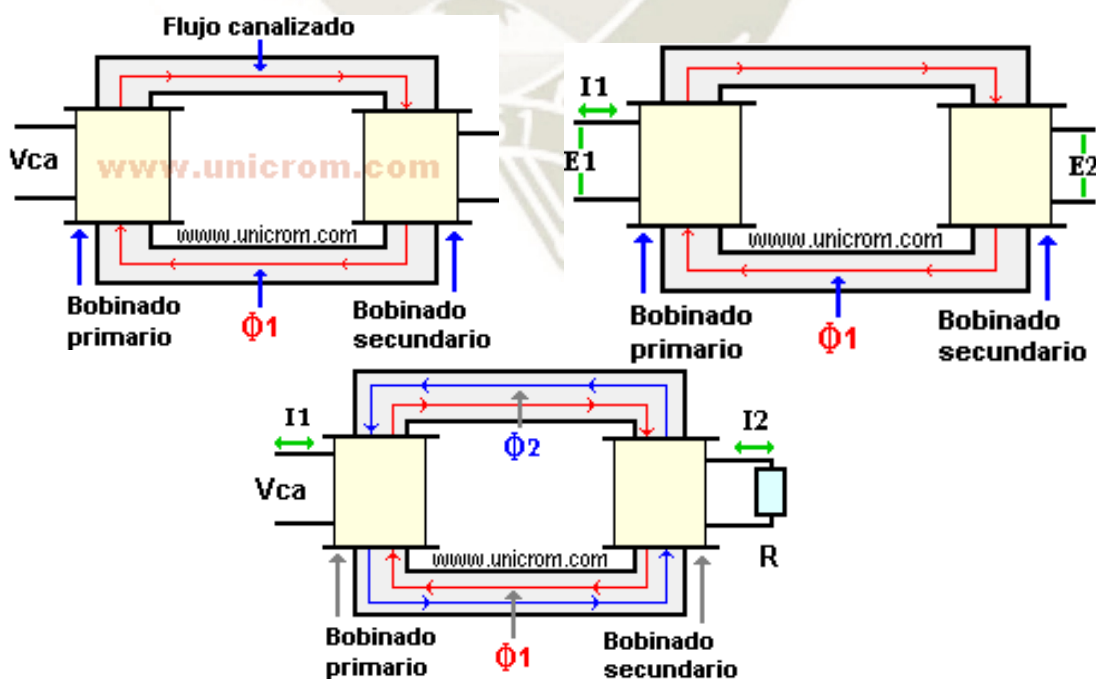
Para poder comprender como es el principio de funcionamiento de un transformador Electrónica Unicrom, (2021) señala que se debe examinar la construcción más elemental, un circuito magnético formado por dos culatas y dos columnas en las que se enrollaron los dos circuitos eléctricos. El primario se

encuentra constituido por una bobina de N_1 espiras, esta se conecta a una fuente de corriente alterna, El secundario está compuesto de un bobinado de N_2 espiras, permite conectar a sus bornes un circuito eléctrico de utilización de carga.

Cuando al bobinado primario se le alimenta con una fuente de voltaje alterno, circulará a través de él una corriente eléctrica alterna (I_1), esta producirá una fuerza magnetomotriz que provocará un flujo de líneas de fuerza alterna (Φ_1) en el circuito magnético del transformador. Luego, el flujo (Φ_1) inducirá en las espiras del bobinado secundario una fuerza electromotriz (E_2) ya que se encuentra canalizado en el núcleo.

Las espiras del bobinado primario se encuentran bajo la influencia del Φ_1 , esto inducirá una fuerza contraelectromotriz (E_1), la cual se opondrá al voltaje de alimentación, lo que provocará la disminución de la intensidad de corriente I_1 . Por lo que se observa el incremento de la corriente en el secundario (I_2), esto provoca al mismo tiempo el incremento de la corriente en I_1 , sin la necesidad de que exista conexión eléctrica entre ambos bobinados. La fuerza (E_1) se encuentra directamente proporcional al flujo inductor (Φ_1), por lo que al disminuir éste, por la contraposición del Φ_2 , se da un incremento en la corriente I_1 . (Electrónica Unicrom, 2021)

Figura N° 2.3-1. Principio de funcionamiento de un transformador de potencia.



Fuente: Electrónica Unicrom, (2021)

2.3.2. Tipos de transformadores de potencia

De acuerdo a su uso según Unisalia, según su uso existen los siguientes transformadores:

- Transformador de distribución: Estos se utilizan para distribuir electricidad para usos comerciales y domésticos Tienen un tamaño menor en comparación con el transformador de potencia y la instalación es fácil, sus clasificaciones de baja tensión y potencia están por debajo de los 200 MVA usualmente. Su eficiencia se encuentra por debajo del 70% porque nunca funcionan a plena carga.
 - Transformador de aislamiento: Estos se usan para aislar eléctricamente un dispositivo de red a fin de evitar una descarga. Si por alguna situación alguien toca un conductor desnudo en el lado secundario, no existirá flujo de corriente.
- Otra manera de clasificar los transformadores de potencia:

- Transformador electromagnético: Transformador con un alambre enrollado.
- Transformador de voltaje de condensador (CVT): Transformador que usa un circuito divisor de voltaje de condensador.
- Transformador óptico: Transformador que se basa en la propiedad eléctrica de los materiales ópticos. (Unisalia, 2022)

2.3.3. Sistema de conversión de Aceite

Consiste en un tanque que tienen una expansión circular que se conecta a través de tubos al tanque del transformador. El tanque conservador cuenta con indicador de nivel y puede equiparse con Relé Bounholz y respiradero deshidratante lleno de pastillas de silicagel. (Unisalia, 2022)

2.4. APERTURA Y CIERRE EN SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

2.4.1. Interruptor de Potencia

Ingelmec, señala que son un elemento central de las subestaciones aisladas en aire y aisladas en gas. Este dispositivo se encarga a desconectar una carga o una parte del sistema eléctrico, tanto en condiciones de operación normal como en condiciones de cortocircuito. Su operación puede ser accionada por una señal de

un relé o también manual, este relé se encargará de vigilar la correcta operación del sistema eléctrico.

Las formas para energizar circuitos de control son diversas, por lo que, para obtener una alta confiabilidad, estos circuitos se conectan a bancos de baterías. Es forma de energizar si bien es cierto incrementa la confiabilidad, también incrementa el costo y los requerimientos de mantención exigidos por las baterías. 48 y 125 V son las tensiones que se emplean más para este tipo de circuitos, además es común energizar los circuitos de control por medio de transformadores de servicios auxiliares, estos se conectan a las barras de la central generadora o también de la subestación. Con un voltaje secundario estrella de 400/231 Volts. (Ingelmec, 2017)

Figura N° 2.4-1. Interruptor de Potencia en Alta Tensión.



Fuente: Ingelmec, (2017)

Figura N° 2.4-2. Interruptor de Potencia en Media Tensión.

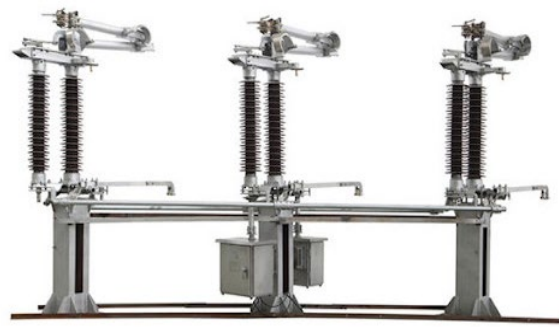


Fuente: Elaboración propia

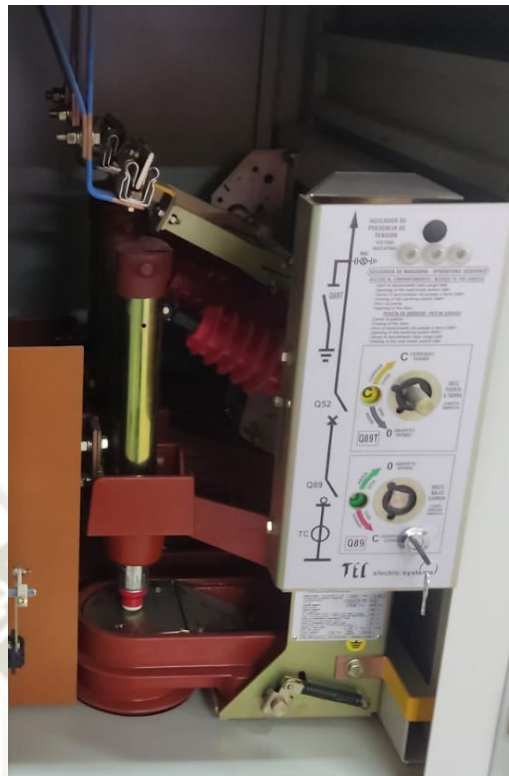
2.4.2. Seccionador de Potencia

De acuerdo con Tito son dispositivos electromagnéticos de maniobra que tienen la capacidad de interrumpir en formas visibles la continuidad del circuito, esto garantizaría una adecuada distancia de aislamiento eléctrico, se pueden maniobrar bajo tensión, y hasta sin corriente, ya que se poseen una capacidad interruptora casi nula. A diferencia de un interruptor de potencia no posee el mismo mecanismo de supresión del arco eléctrico por lo que no tiene la capacidad de realizar un corte. (Tito, 2021)

Figura N° 2.4-3. Seccionador de Potencia Convencional.



Fuente: TECKOM, (2020)

Figura N° 2.4-4. Seccionador de Potencia en Vacío.

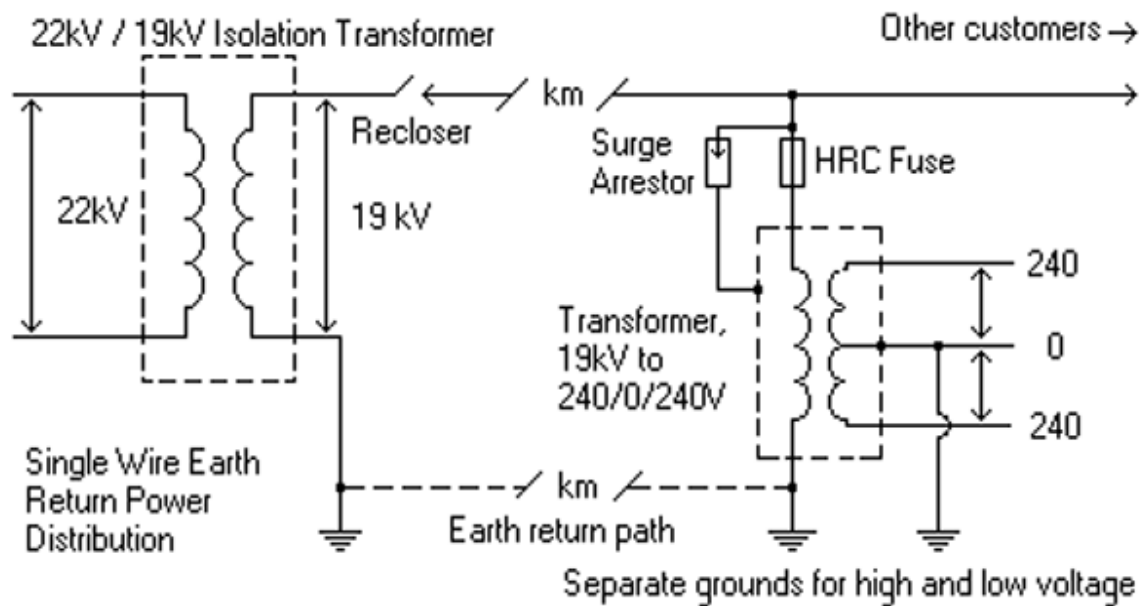
Fuente: Elaboración propia

2.5. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICA RETORNO POR TIERRA (MRT)

Este sistema posee solo un cable como línea de transmisión que suministra energía eléctrica monofásica a través de una red eléctrica a áreas remotas a un bajo costo, una de sus principales características es que la tierra o un cuerpo de agua son usados como vía de retorno de la corriente, de esta forma se evita usar un segundo hilo que funcione como vía de retorno. El retorno a tierra es usado principalmente en zonas rurales, así como para cargas aisladas grandes, como bombas de agua, Esto también se usa en corriente continua de alta tensión en cables de alimentación submarina. (Sector Electricidad, 2018)

De acuerdo con Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN, un sistema de distribución MRT es relativamente más económico que un sistema corrido, esto se paga con la inestabilidad que tiene el servicio eléctrico, debido a que los sistemas de protección se activan cuando hay tormentas eléctricas. (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN, 2010)

Figura N° 2.5-1. Sistema Monofásico con Retorno por Tierra (MRT).



Fuente: Sector Electricidad, (2018)

2.5.1. Características de un Sistema MRT

- **Seguridad:** Este tipo de sistema se usa en varios países para electrificar zonas rurales, por lo que, frente a corrientes de falla, esta baja a tierra por un solo punto lo que genera gradientes de potencial peligrosos.
- **Calidad de energía:** La calidad de energía no es muy buena debido a que posee solo una fase.
- **Capacidad de demanda:** Usualmente el tipo de consumo en zonas rurales es de baja demanda.
- **Confiabilidad:** Este sistema es inestable con respecto al servicio eléctrico.
(Sector Electricidad, 2018)

Figura N° 2.5-2. Sistema MRT en Perú.



Fuente: Esolutions, (2016)

Figura N° 2.5-3. Sistema MRT en Yuramayo.



Fuente: Elaboración propia

2.6. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Cirprotec CPT, indica que es una parte básica de cualquier instalación eléctrica, este tiene un conductor o punto neutro o común conectado de forma intencional a la tierra.

Debido a condiciones de costo esta conexión se realiza usualmente cerca de donde se

unen los tres enrollados individuales de un transformador trifásico, es decir un punto neutro. Este tipo de conexión reduce las fluctuaciones de voltaje y los desequilibrios que se podrían suscitar. (Cirprotec CPT, 2016)

2.6.1. Finalidad de las Unidades a Tierra

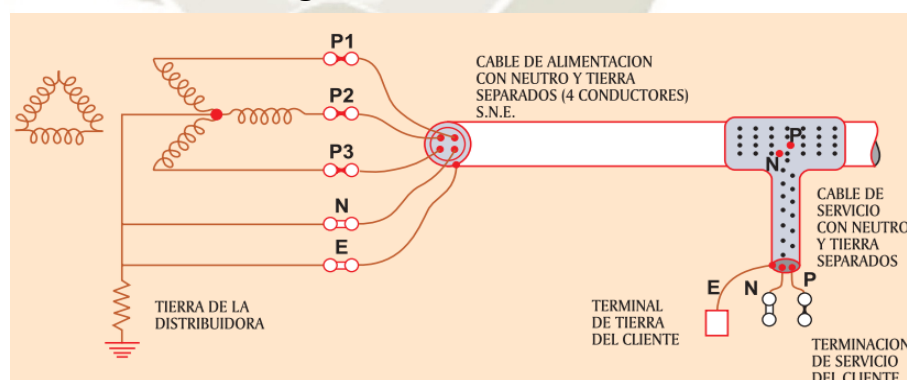
Según Cirprotec CPT, su finalidad es limitar la tensión que presentan las masas metálicas respecto a tierra, eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material eléctrico usado, asegurar actuación de las protecciones. (Cirprotec CPT, 2016)

2.6.2. Tipos de conductor para puesta a Tierra

De acuerdo con Procobre, existen diversos metodos para efectuar una conexión a tierra, se identifican de acuerdo con las siguientes letras: N:Neutro, C: Combinada, S: Separada y T: Tierra, conexión directa a tierra

- **TN-S:** El neutro de la fuente tiene un único punto de conexión a tierra, en el transformador de alimentación. Usualmente, el conductor de neutro es un cuarto conductor y el conductor de tierra forma una vaina o cubierta protectora (conductor PE). Este era el arreglo estándar antes de la introducción de los sistemas de puestas a tierra de protección múltiple. (Procobre, 2015)

Figura N° 2.6-1. TN-C.



Fuente: Procobre, (2015)

- **TN-C-S:** En este tipo, el neutro de la alimentación se pone a tierra en varios puntos. El cable de alimentación tiene una pantalla metálica externa que combina neutro y tierra, con una cubierta de PVC (se denominan cables CNE). La pantalla que combina neutro y tierra es el conductor tierra de protección neutro (conductor PEN). El fabricante proporciona un terminal de tierra, que

está conectado al neutro de la alimentación. La alimentación en el interior de la instalación del cliente debiera ser TN-S, es decir, el neutro y la tierra deben estar separados, conectados sólo en la posición de servicio. Debido a que se permite al cliente usar el terminal de tierra, el proveedor debe asegurarse que todos los elementos metálicos internos, normalmente expuestos (tales como tuberías de agua, de gas, calefacción, etc.) se conecten juntos en la forma prescrita en las normas. (Procobre, 2015)

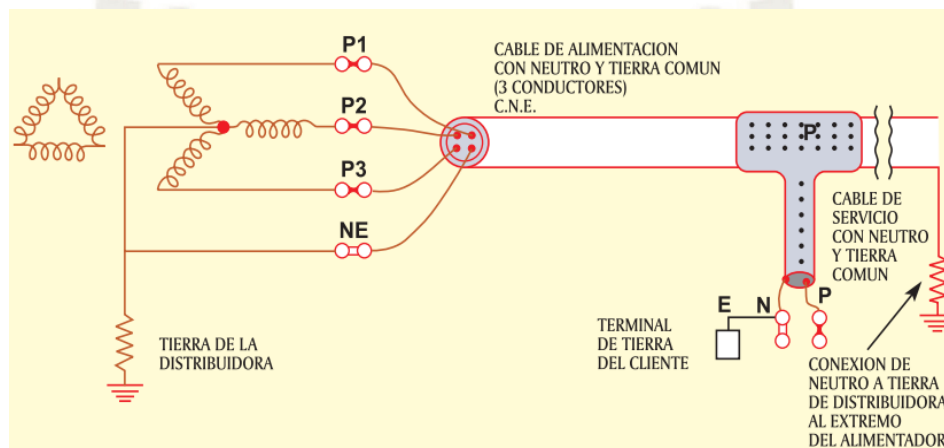
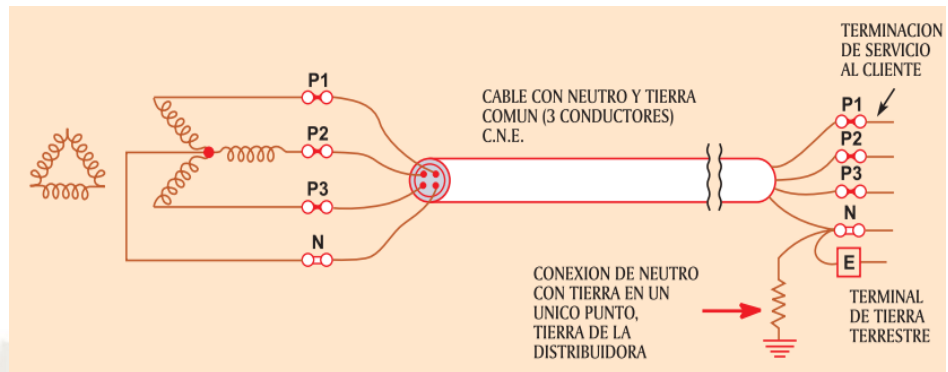


Figura N° 2.6-2. TN-C-S

Fuente: Procobre, (2015)

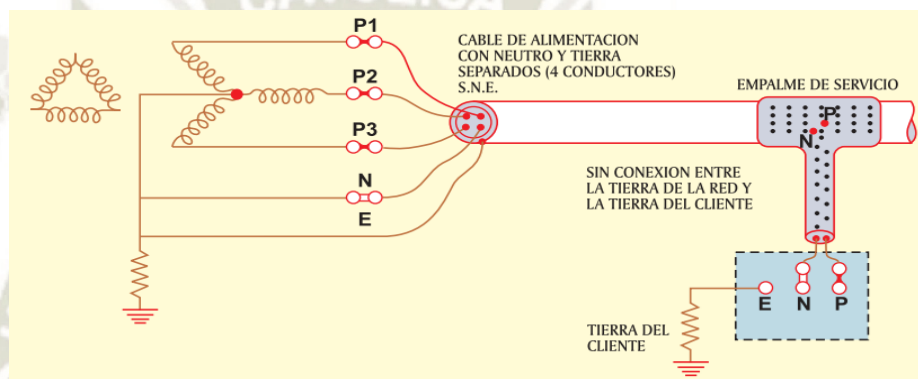
- **PBS:** Conexión a neutro de protección. Este es una variación del sistema TN-C-S en que el cliente dispone de un terminal de tierra conectado al neutro de la alimentación, pero el neutro se conecta a tierra en un único punto, normalmente cerca del punto de alimentación al cliente. Se reserva el uso de este arreglo cuando el cliente tiene un transformador particular.
- **TT:** Este es un sistema donde la alimentación se pone a tierra en un único punto, pero la pantalla del cable y las partes metálicas expuestas de la instalación del cliente están conectadas a tierra vía un electrodo separado que es independiente del electrodo de alimentación. (Procobre, 2015)

Figura N° 2.6-3. Conexión PBS



Fuente: Procobre, (2015)

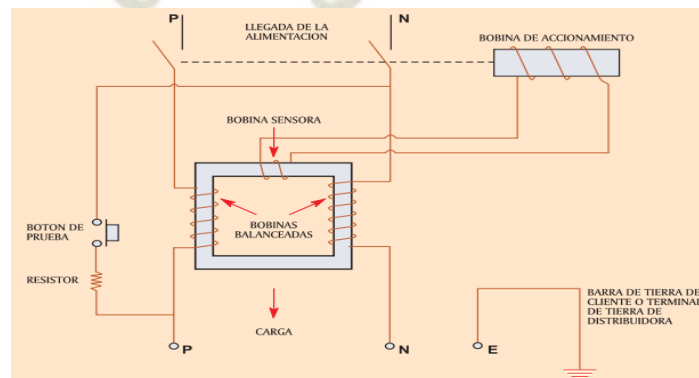
Figura N° 2.6-4. Conexión TT



Fuente: Procobre, (2015)

- **IT:** Este es un sistema que no tiene conexión directa entre partes vivas y tierra, pero con las partes conductoras expuestas de la instalación conectadas a tierra. Algunas veces se proporciona una conexión a tierra de alta impedancia para simplificar el esquema de protección requerido para detectar la primera falla a tierra. (Procobre, 2015)

Figura N° 2.6-5. Conexión IT



Fuente: Procobre, (2015)

2.7. BASES LEGALES EN LAS QUE SE DISEÑAN LOS PROYECTOS

Resolución Directoral R.D. N° 018-2002-EM/DGE “Norma de Procedimientos para la Elaboración de Proyectos y Ejecución de Obras en Sistemas de Distribución y Sistemas de Utilización en Media Tensión en Zonas de Concesión de Distribución” (Ministerio de Energía y Minas, 2022).



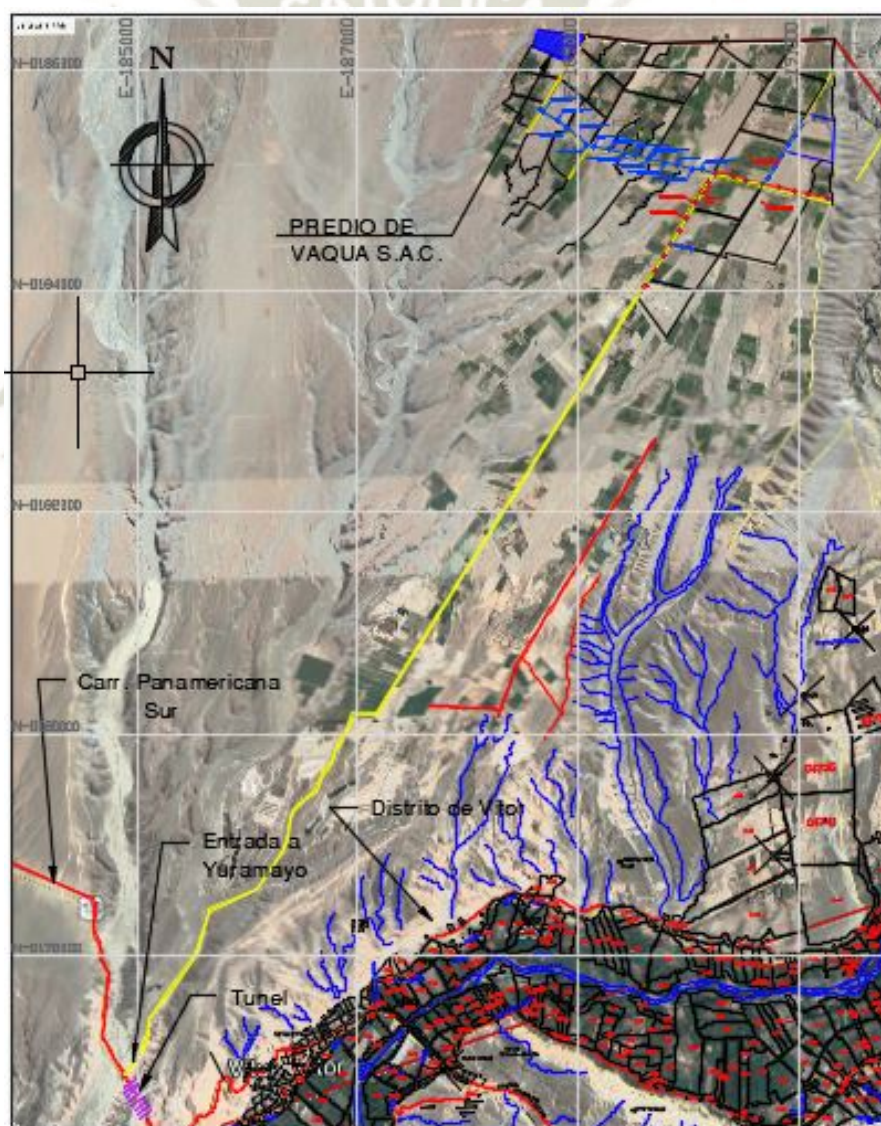


3. ESPECIFICACIONES DE MONTAJE Y EJECUCIÓN DE PROYECTO

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ESTADO Y LA UBICACIÓN DEL PROYECTO.

La Planta está localizada en los campos de irrigación Yuramayo, Cuarta Pampa, distrito de San Juan de Siguan, provincia y departamento de Arequipa. Uno de los accesos hacia el predio es por el cruce de la carretera AR-727 (resaltada en Amarillo) con la Carretera Panamericana Sur, pasando el túnel (resaltado en Morado) que se encuentra a la salida del distrito de Vitor donde se adentra un aproximado de 10km por la carretera AR-727 donde inician los campos de irrigación Yuramayo.

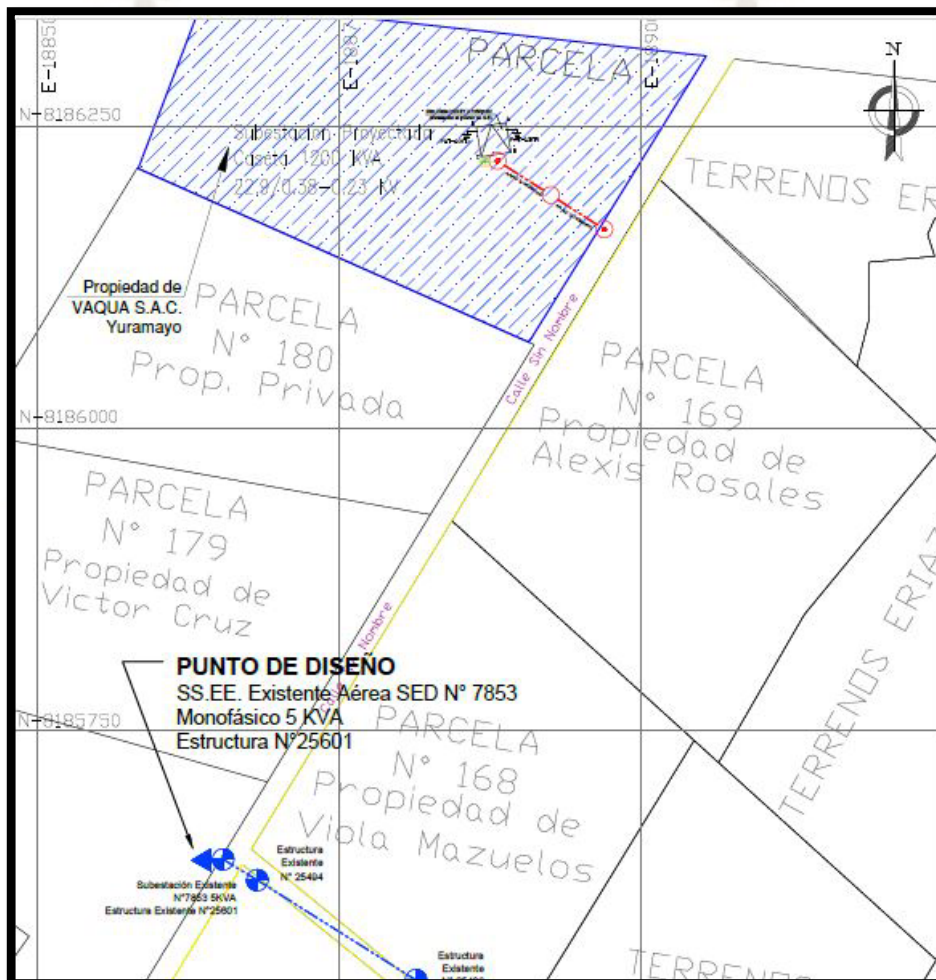
Figura N° 3.1-1. Plano de Ubicación.



Fuente: Elaboración propia

Para obtener el suministro eléctrico en media tensión que requiere la empresa, es necesario solicitar una Factibilidad y Punto de Diseño a la Concesionaria Local como se detalla en el Primer Capítulo. Sin embargo, la principal problemática y la razón de este proyecto de tesis, es que no se cuenta con un Punto de Alimentación Trifásico CERCANO, solo encontrándose una EMT Monofásica a unos 692 metros del Predio, a consecuencia **se deberá acondicionar** dicha Red Monofásica implementando una 2da y 3ra fase desde el punto de derivación donde se divide dicha Red.

Figura N° 3.1-2. Punto cercano de alimentación.



Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la **Figura N° 3.1-7**, la Red Trifásica cuenta con una derivación Monofásica en dirección al Predio de la empresa VAQUA S.A.C. La cual se extiende por unos 1706.73 metros lineales lugar donde se ubica una Subestación Monofásica de Alumbrado Público y Servicio particular para los lotes aledaños como se aprecia en las

Figuras N° 3.1-3 y 3.1-4, quedando el predio de la empresa en mención a unos 692.07 metros **Figura N° 3.1-2**, en los cuales se instalará el Nuevo Sistema de Utilización que se requiere.

Figura N° 3.1-3. Vista de Planta de 1706.73m de Red Monofásica.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 3.1-4. Punto de Diseño



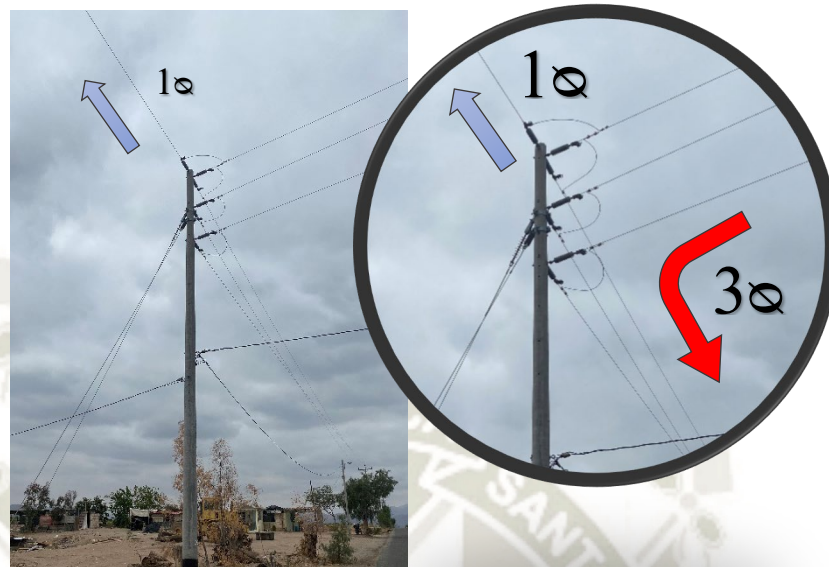
Figura N° 3.1-5. 1706 m. de Red Monofásica



Fuente: Elaboración propia

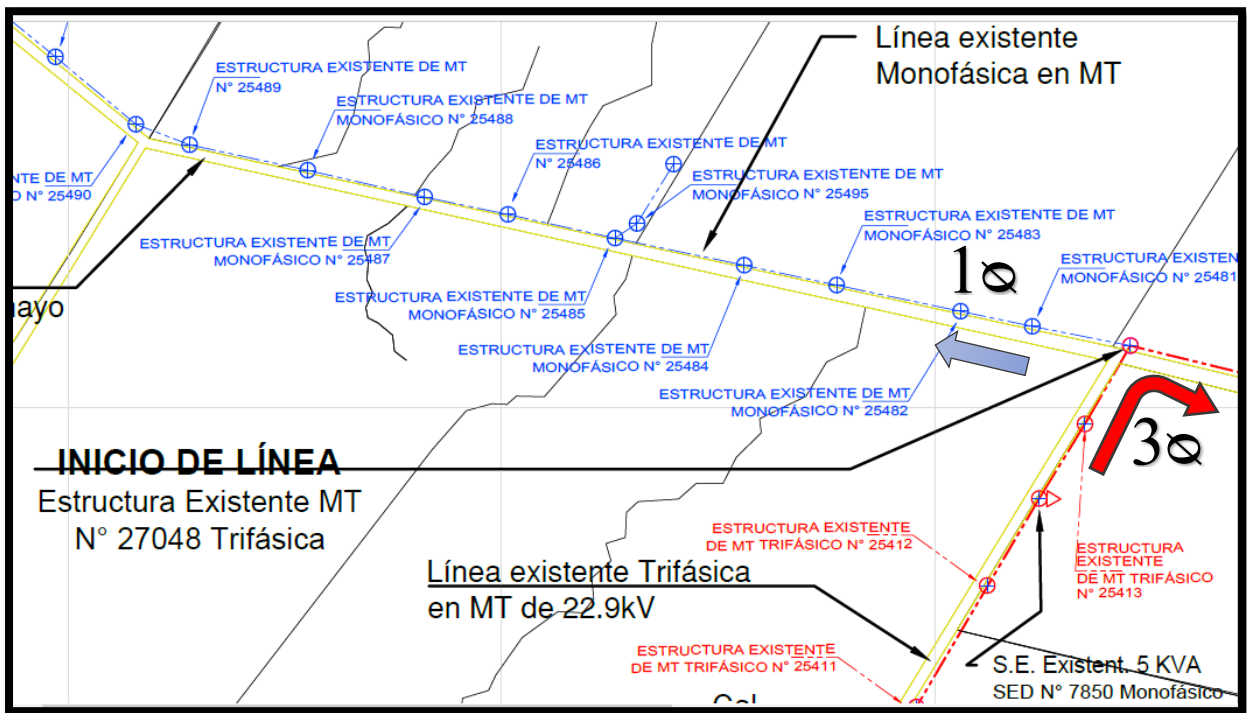
El nivel de voltaje al cual trabaja la red en Media Tensión es de 22.9 kV, el sistema eléctrico en esta zona está compuesto por una subestación al final de la línea de 5KVA destinada al alumbrado público y servicio particular en las zonas aledañas las cuales fueron consideradas para el cálculo eléctrico de la red a implementar.

Figura N° 3.1-6. Armado Trifásico con Derivación Monofásica.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 3.1-7. Vista de Planta de Red Trifásica con Derivación Monofásica.

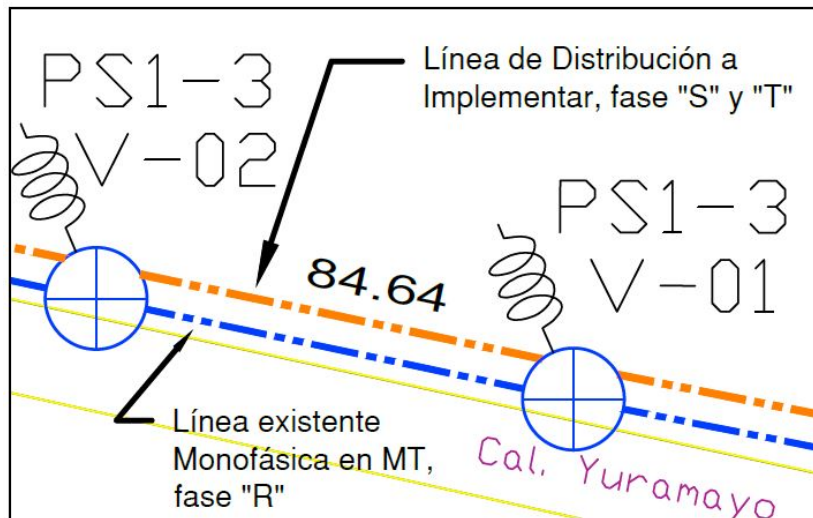


Fuente: Elaboración propia

3.2. SOLUCIÓN FACTIBLE AL REFUERZO DE RED.

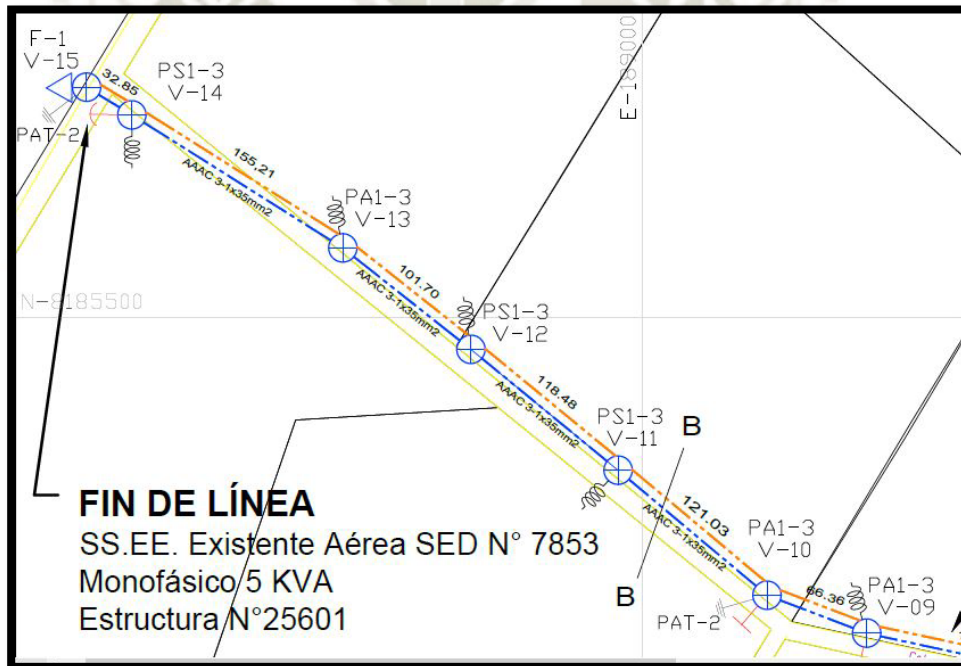
En vista de que la problemática principal es la necesidad de una EMT Trifásica cercana, se ha optado por el refuerzo de la Red Monofásica Existente añadiendo las fases correspondientes como se indica en el **Punto 3.1** en la Pg. 26, es por ello que se procede a los diferentes cálculos justificativos (*respetando los DMS y estructuras existentes*) que se detallarán en el siguiente capítulo para llegar a tener una Red correctamente dimensionada para la carga que se solicita a la Concesionaria Local.

Figura N° 3.2-1. Vista de Planta de mejoramiento de Red.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 3.2-2. Vista de Planta de Fin de Mejoramiento de Red.



Fuente: Elaboración propia

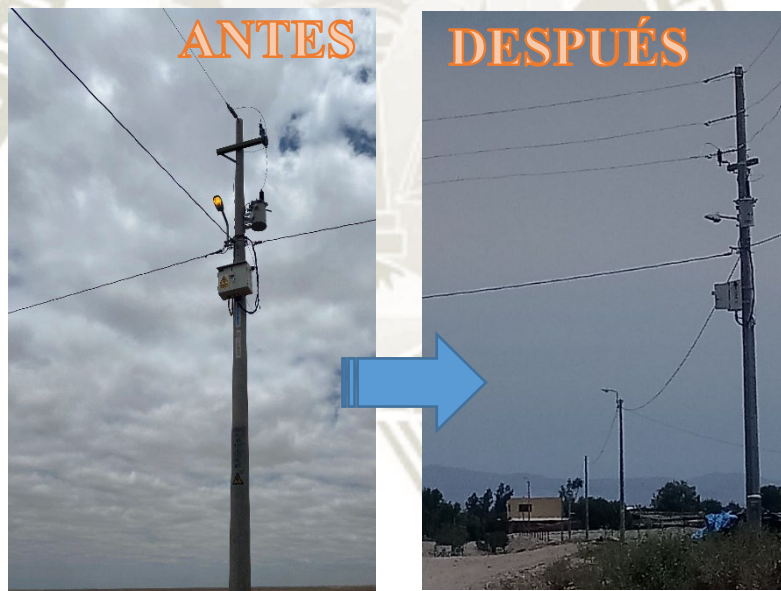
Si bien es cierto se deben tener en consideración los DMS (Distancias Mínimas de Seguridad) las cuales se especifican en el **Capítulo IV**, y se evidenciarán utilizando el Software **DLTCAD** en el **Capítulo V** para el sustento y aprobación del Presente Proyecto ante la concesionaria, se deberá tener en cuenta el tamaño de la estructura existente y las Crucetas a instalar las cuales se mencionarán en el Capítulo 4, acondicionándolas con sus respectivos aisladores según la distancia del vano y el vértice que formen entre estas.

Figura N° 3.2-3. Mejoramiento de Red Ejecutado según Cálculos.



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 3.2-4. Modificación del Armado en la Última SSEE Existente

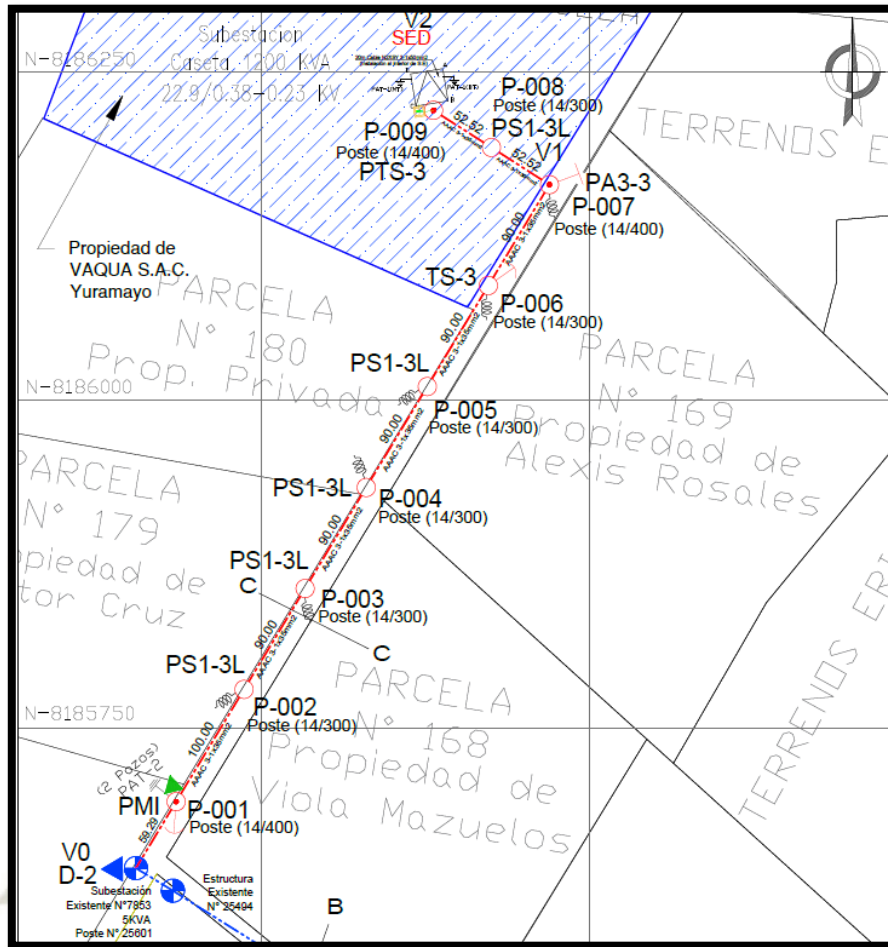


Fuente: Elaboración propia

3.3. DETALLES DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN.

Luego del refuerzo de la Red antes mencionada, contaremos ya con la EMT apta para el Inicio del sistema de Utilización hacía el predio de la empresa VAQUA, comenzando con la apertura de huecos para la instalación de los postes.

Figura N° 3.3-1. Distribución de EMT para el Sistema de Utilización.



Fuente: Elaboración propia

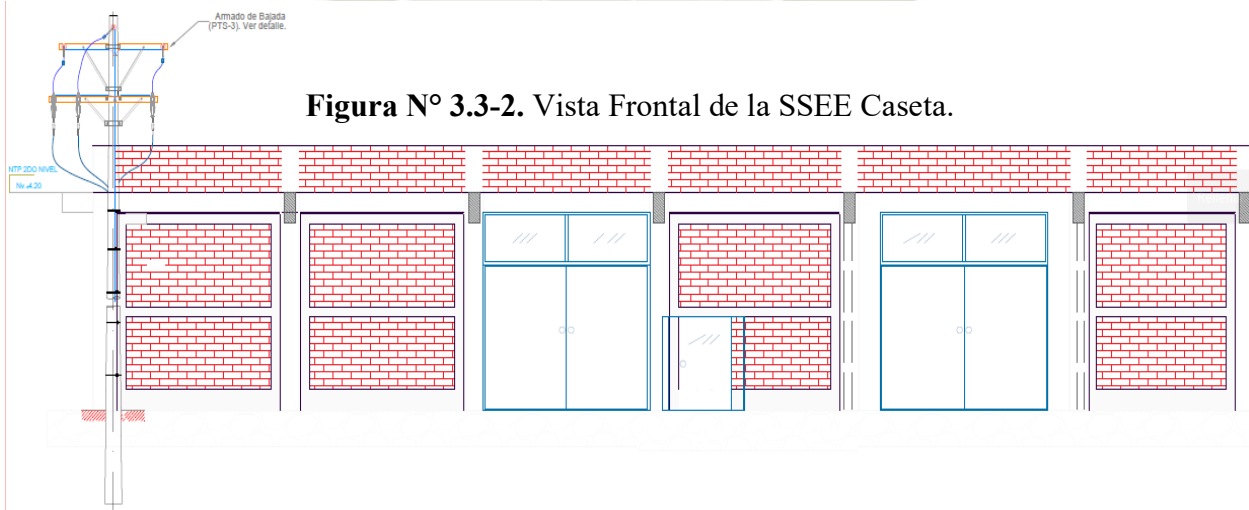


Figura N° 3.3-2. Vista Frontal de la SSEE Caseta.

Fuente: Elaboración propia



4. INGENIERÍA DEL PROYECTO, CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS, SELECCIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y OPCIÓN TARIFARIA.

4.1. GENERALIDADES

El siguiente capítulo define los cálculos y condiciones mínimas a cumplir para el refuerzo de la red de monofásica a trifásica como también al diseño de la nueva red aérea y subestación eléctrica tipo caseta para la empresa VAQUA SAC, a manera de que por medio de estos se garantice el cumplimiento de las diferentes normativas, dadas por el Código Nacional de Electricidad, DGE/MEM y CEI.

El presente diseño comprende como primera etapa, el cálculo de la Máxima Demanda Eléctrica para nuevo Sistema de Utilización el cual se beneficia del refuerzo de la Red de Distribución Monofásica a Trifásica.

4.2. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

4.2.1. Características Básicas de la Línea Monofásica a Reforzar

Las redes eléctricas de distribución primaria a reforzar tienen las siguientes características:

- Tensión Nominal : Monofásico, proyectado a Trifásico en 22.9kV
- Frecuencia : 60 Hz.
- Factor de potencia : 0.9
- Numero de fases existentes : 01
- Numero de fases proyectadas: 02
- Tipo : Aéreo
- Longitud : 1706.73 Metros lineales.
- Conductores : AAAC cableado de 7 hilos de 35 mm²
- Soportes : Postes de CAC 12/300, 12/200
- Aisladores : Aisladores Poliméricos tipo PIN de 27kV.
Aisladores Poliméricos suspensión de 27kV.

4.2.2. Características Básicas de la Línea

Las redes eléctricas de distribución primaria proyectada tendrán las siguientes características:

- Tensión Nominal : 22.9KV, Trifásico
- Número de fases : 03
- Sistema Adoptado : Aéreo y Subterráneo.
- Longitud total : 717.07 m.
- Longitud Aérea : 692.07 m.
- Longitud Subterránea : 25 m.
- Conductor Aéreo : AAAC cableado de 7 hilos de 35 mm²
- Conductor Subterráneo: N2XSJ de 3-1x50mm² 18/30kV.
- Soportes : Postes de CAC 14/400, 14/300
- Aisladores : Aisladores Poliméricos tipo PIN de 27kV.
Aisladores Poliméricos tipo suspensión de 27kV.

4.2.3. Características Básicas de la Subestación

El transformador tendrá la siguiente característica:

- Tension Nominal
 - AT : 22.9kV, Trifásico
 - BT : 0.40-0.22 kV
- Regulación : 22.9±2x2.5%/0.40-0.23 kV.
- Potencia Nominal del Transf: 1200kVA
- Grupo de Conexión : Dyn5.
- Estructura de Subestación : Caseta de 4m x 4m.
- Soporte de Bajada : Poste de CAC de 14/400.
- Equipo de Protección en AT : Interruptor de Potencia en Vacío.

- Equipo de Protección en BT : Tablero de distribución con interruptor regulable de 1500A a 2000A para 400V.

4.3. BASES DEL CALCULO ELECTROMECHANICO

4.3.1. Condiciones para los Cálculos Eléctricos:

Para el cálculo eléctrico, perteneciente al refuerzo de la red de media tensión como del sistema de utilización se deben tomar como base las siguientes condiciones de diseño, estipuladas por el Código Nacional de Electricidad y SEAL.

- Tensión Nominal de la red : 22.9kV, Trifásico
- Máxima Tensión de Servicio : 25kV
- Potencia de Corto Circuito (Por SEAL): 200MVA
- Máxima caída de Tensión admisible : 5% sin regulación
- Factor de potencia : 0.85
- Factor de simultaneidad : variable
- Máximas Pérdidas de Potencia : 3%
- Máximas Pérdidas de Energía : 1.5 %

4.3.2. Condiciones para los Cálculos Mecánicos:

Para el cálculo mecánico, perteneciente al refuerzo de la red de media tensión como del sistema de utilización se deben tomar como base las siguientes condiciones de diseño, estipuladas por el Código Nacional de Electricidad y SEAL.

- Temperatura mínima : 5 °C
- Temperatura media ambiental : 40°C
- Temperatura Máxima de operación : 50°C
- Velocidad del viento : 90 Km/h
- Coeficiente mínimo de conductores : 3
- EDS Inicial del tiro de Rotura : 18 %
- EDS Final del tiro de rotura : 13% y 15%

- Coeficiente de seguridad de postes en
 - Condiciones anormales : 2.5
 - Condiciones normales : 2.0

4.4. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

4.4.1. Cálculo de la Máxima Demanda

4.4.1.1. M.D. y Potencia Instalada para el Sistema de Utilización.

El suministro de Energía eléctrica para el predio de predio “VAQUA S.A.C.”, alimenta ambientes de comederos, oficinas, servicios comunes, talleres y los diferentes equipos de la granja. La máxima demanda calculada es de 939 KW que será suministrada a una tensión de 380-220 voltios. La máxima demanda está determinada por la carga establecida de acuerdo al Código Nacional de Electricidad con un factor de potencia es de 0.85 inductivo. (Vaqua S.A.C, 2022)

Tabla 1. Cuadro de Cargas Sistema de Utilización.

CUADRO DE CARGAS SUBESTACION 1200KVA VAQUA SAC - YURAMAYO					
ITEM	CARGAS TRIFASICAS MAQUINAS Y/O EQUIPOS	CANT.	POTENCIA (Kw)	F.D	POTENCIA TOTAL (Kw)
1	Motor Trifásico Comedero	13	33	0.9	386.1
2	Motor Trifásico	12	27	1	324
3	Motor Trifásico Planta Agua 1	6	12.5	1	75
4	Motor Trifásico Planta Agua 2	6	9	1	54
5	Otros motores	6	12	1	72
TOTAL DE CARGAS TRIFASICAS DE 380V EN KW					911.1
ITEM	CARGAS TRIFASICAS MAQUINAS Y/O EQUIPOS	CANT.	POTENCIA (Kw)	F.D	POTENCIA TOTAL (Kw)
1	Carga Administrativa	15	1	1	15
2	Luminarias tipo fluorescentes	30	0.18	1	5.4
3	Tomacorrientes	25	0.5	0.6	7.5
TOTAL DE CARGAS MONOFASICAS DE 220V EN KW					27.9
1	POTENCIA TOTAL EN KW				939
2	FACTOR DE SIMULTANEIDAD				0.9
3	FACTOR DE POTENCIA				0.85
4	FACTOR DE SEGURIDAD (20%)				1.2
5	DEMANDA SOLICITADA EN KVA				1193.08
POTENCIA ESTÁNDAR EN KVA					1200.00

Fuente: Elaboración Propia

Se obtiene como resultado una demanda solicitada de 1193.08 KVA, por lo que se necesitará de una Subestación tipo caseta de 1200 KVA, el cual dosificará de energía la demanda necesitada por el predio de VAQUA SAC.

4.4.1.2. M.D. y Potencia Instalada para el Refuerzo de la Red de Distribución Primaria.

La máxima demanda ha sido determinada en función del consumo bruto previsto y las horas de utilización asumida. (Vaqua S.A.C, 2022)

La máxima demanda será la suma todas las máximas demandas de cada subestación que actualmente son alimentados por esta red primaria monofásica donde se involucra el transformador que alimenta las viviendas Unifamiliares. Las cargas de los clientes particulares. También se incluye la nueva carga futura solicitada por la empresa VAQUA SAC.

El resumen de máxima demanda del sistema eléctrico del anexo de YURAMAYO se presenta en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Cuadro de Cargas Refuerzo de Sistema de Distribución

CUADRO DE MAXIMA DEMANDA					
ITEM	CARGAS TRIFASICAS MAQUINAS Y/O EQUIPOS	CANT.	POTENCIA (Kw)	F.D	POTENCIA TOTAL (Kw)
1	Subestación en el anexo de Yuramayo	1	4.35	0.9	3.915
2	Carga VAQUA S.A.C. - Yuramayo	1	1043.334	0.9	939.0006
TOTAL DE CARGAS TRIFASICAS EN MEDIA TENSIÓN (22.9 kV) EN KW					942.9156
1	POTENCIA TOTAL EN KW				942.9156
2	FACTOR DE SIMULTANEIDAD				0.9
3	FACTOR DE POTENCIA				0.85
4	FACTOR DE SEGURIDAD (40%)				1.4
5	DEMANDA SOLICITADA EN KVA				1397.73
POTENCIA ESTÁNDAR EN KVA					1400.00

Fuente: Elaboración Propia

4.4.2. Estudio del Nivel de Aislamiento.

4.4.2.1. Criterios para la selección del nivel de aislamiento

El presente estudio es utilizado para determinar el nivel de aislamiento para la selección de Aisladores poliméricos tipo PIN y Suspensión, como también para los seccionadores poliméricos de expulsión CUT OUT.

Para la determinación del nivel de aislamiento (BIL) este será castigado por varios factores como la altura a la que el equipo trabaja, se han considerado los siguientes aspectos, según la Norma IEC 71-1:

- Sobretensiones a frecuencia industrial en seco
- Sobretensiones atmosféricas
- Contaminación ambiental

En la **Tabla 3** se muestra los niveles de aislamiento que se aplicarán a la línea, redes primarias en condiciones standard. (Vaqua S.A.C, 2022)

Tabla 3. Niveles de aislamiento aplicados a redes primarias.

Tensión nominal entre fases (kV)	Tensión máxima entre fases (kV)	Tensión de sostenimiento a la onda 1.2/50 entre fases y fase a tierra (kVp)	Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase-tierra (kV)
22.9/13.2	25/14.5	125	50
22.9	25	125	50

Fuente: Ministerio de energía y minas, (2003)

4.4.2.2. Condiciones de operación del sistema:

- Tensión nominal del sistema : 22.9 kV
- Tensión máxima del sistema : 25 kV
- Contaminación ambiental del área del proyecto : Medio
- Altitud máxima sobre el nivel del mar : 1583 m.s.n.m.

Para determinar el nivel de aislamiento mínimo requerido para las líneas primaria, además de los criterios señalados, se ha considerado la capacidad de aislamiento del concreto y la madera para determinar la tensión crítica disruptiva

(CFO) total en las estructuras de la línea primaria, a fin de garantizar una adecuada protección contra sobretensiones inducidas por descargas atmosféricas indirectas. (Ministerio de energía y minas, 2003)

4.4.2.3. Factor de corrección por altura

Los niveles de aislamiento consignado en la **Tabla 3** son válidas para condiciones atmosféricas estándares, “1 atm y 20°C”

Según las recomendaciones de la **Norma IEC 71-1**, para instalaciones situadas a altitudes superiores a 1000 m.s.n.m., la tensión máxima de servicio deberá ser multiplicada por un factor de corrección igual a:

$$F_c = 1 + 1.25 (h - 1000) \times 10^{-4} \quad (\text{Ec. 4.4.1})$$

Donde:

h : Altitud sobre el nivel del mar, [m].

Fc : Factor de Corrección.

El factor de corrección por altura aplicado a 1583msnm según fórmula, nos da como resultado:

$$F_c = 1.0729$$

Aplicando el factor de corrección por altitud se obtienen los siguientes resultados en la **Tabla 4**. (Ministerio de energía y minas, 2003)

Tabla 4. Niveles de aislamiento aplicados a redes primarias.

Tensión nominal entre fases (kV)	Tensión máxima entre fases (kV)	Tensión de sostenimiento a la onda 1.2/50 entre fases y fase a tierra (kVp)	Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase-tierra (kV)
22.9	25	134.1125	53.6450

Fuente: Elaboración Propia

4.4.2.4. Sobretensiones a Frecuencia Industrial (Vfi)

Según la Norma MEM/DEP 501 la tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase-tierra, en condiciones estándar, para una línea de nivel de tensión 22,9 kV debe ser igual a **50 kV**, como se aprecia en la **Tabla 3**.

Aplicando el factor de corrección por altura como se aprecia en la **Tabla 4**, nos resulta. (Ministerio de energía y minas, 2003)

$$F_{fi} = 54 \text{ kV}$$

4.4.2.5. Sobretensiones Atmosféricas

El nivel básico de aislamiento (BIL) requerido por las líneas primarias, de acuerdo a la Norma MEM/DEP 501, es 125 kVp, como se aprecia en la **Tabla 3**.

Aplicando el factor de corrección, la tensión crítica disruptiva a la onda de impulso 1.2/50 ms. (Ministerio de energía y minas, 2003)

Será de:

$$BIL = 135 \text{ kVp}$$

4.4.2.6. Contaminación Ambiental

La zona del proyecto presenta un ambiente con escasa contaminación ambiental y producción de lluvias constantes en los meses de verano.

De acuerdo a la Norma IEC 815 en la **Tabla 5**, el área del proyecto se considera con un nivel de contaminación Medio. (Ministerio de energía y minas, 2003)

Tabla 5. Grados de Contaminación

Nivel de Contaminación	Descripción del Ambiente	Distancia de fuga Nominal mínima
		mm/kV
Ligero Nivel I	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas sin industrias y con baja densidad de casas equipadas con calefacción. • Áreas con baja densidad de industrias o casas, pero sujetas a frecuentes vientos o lluvia. • Áreas agrícolas. • Áreas montañosas. • Todas las áreas situadas de 10km a 20km del mar y no expuestas a vientos directos provenientes del mar. 	16
Medio Nivel II	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas con industrias que no producen humo contaminante y/o con densidad moderada de casas equipadas con calefacción. • Áreas con alta densidad de casas, pero sujetas a frecuentes vientos y/o lluvia. • Áreas expuestas a vientos del mar, pero no cercanas a la costa (al menos varios kilómetros de distancia). 	20
Alto Nivel III	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas con alta densidad de industrias y suburbios de grandes ciudades con alta densidad de casas con calefacción que generen contaminación. 	25

	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas cercanas al mar o expuestas a vientos relativamente fuertes procedentes del mar. 	
Muy Alto Nivel IV	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas generalmente de extensión moderada, sujetas a contaminantes conductivos, y humo industrial, que produzca depósitos espesos de contaminantes. • Áreas de extensión moderada, muy cercanas a la costa • Áreas desérticas, caracterizadas por falta de lluvia 	31

Fuente: Instituto ecuatoriano de normalización, (2013)

De acuerdo a la **Tabla 5** de la mencionada Norma, para estas condiciones, se asume una línea de fuga específica mínima de 20 mm/kV.

La mínima línea de fuga total (L_f) a considerar, será el resultado del producto de la mínima longitud de fuga específica por la máxima tensión de servicio entre fases, considerando el factor de corrección determinado:

$$L_{fuga} = L_{fo} \times V_{max} \times f_c \quad (\text{Ec. 4.4.2})$$

Donde:

L_{fuga} : Longitud mínima de fuga fase-tierra [mm].

L_{fo} : Longitud de fuga unitaria mínima fase-fase [mm/kV].

V_{max} : Tensión máxima de servicio entre fases [kV].

f_c : Factor de corrección por altura [-]. (Instituto ecuatoriano de normalización, 2013)

Para ello reemplazando los valores; la longitud mínima de fuga fase-tierra obtenida nos da como resultado:

$$L_{fuga} = 537 \text{ mm}$$

4.4.2.7. Nivel de aislamiento calculado requerido

El nivel de aislamiento exterior, calculado según las recomendaciones de la Norma IEC 71-1, para la red primaria se puede observar en la **Tabla 6**.

Tabla 6. Nivel de aislamiento calculado.

Descripción	Unidad	Valor
Tensión nominal del sistema	kV	22.9
Tensión máxima entre fases	kV	25
Tensión de sostenimiento a la onda 1.2/50 entre fases y fase-tierra.	kVp	135
Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase-tierra.	kV	54
Línea de fuga total.	mm	537

Fuente: Elaboración Propia

4.4.3. Cálculo de Corrientes Nominales del Sistema de MT

Según la norma DGE “Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural”, se calcula la corriente nominal en condiciones normales de operación con la siguiente formula, cabe resaltar que se realizarán los cálculos tanto para el refuerzo de la red de distribución como para el sistema de utilización:

- DT = Sistema de Distribución Primaria (Red a reforzar con 2 fases).
- UT = Sistema de Utilización nuevo a instalar en el Predio. (Ministerio de energía y minas, 2003)

4.4.3.1. Refuerzo de Red Primaria

Para este primer cálculo se considerará la suma de las corrientes del sistema de distribución a reforzar y la corriente del nuevo sistema de utilización a implementar.

$$I_{d-(DT+UT)} = \frac{S_{(DT+UT)}}{\sqrt{3}xV} \quad (\text{Ec. 4.4.3})$$

Donde:

$I_{d-(DT+UT)}$: Intensidad de corriente a transmitir DT + UT, [A].

$S_{(DT+UT)}$: Potencia Aparente Total DT+UT, [kVA].

V : Tensión Nominal de la red primaria, [kV].

La suma de la potencia aparente total que **soportará el refuerzo de red** será la potencia de los transformadores que se alimentan de esta más la potencia de la nueva subestación y por recomendación de la Concesionaria se le da un factor

de seguridad del 40% por tratarse de una Red de Distribución Primaria, como se aprecia en la **Tabla 2**.

$$S_{(DT+UT)} = 1400 \text{ kVA}$$

$$V = 22.9 \text{ kV}$$

Aplicándolo a la ecuación Ec. 3.4-3, nos da como resultado el valor total de la corriente nominal:

$$I_{d-(DT+UT)} = 35.2542 \text{ A}$$

4.4.3.2. Para el Nuevo Sistema de Utilización.

Para este cálculo solo se considerará la potencia de la Subestación Caseta a instalar del nuevo sistema de utilización a implementar.

$$I_{d-UT} = \frac{S_{UT}}{\sqrt{3}xV} \quad (\text{Ec. 4.4.4})$$

Donde:

I_{d-UT} : Intensidad de corriente a transmitir en el nuevo UT, [A].

S_{UT} : Potencia Aparente UT, [kVA].

V : Tensión Nominal de la red primaria, [kV].

Según la potencia aparente de la subestación la cual se aprecia en la **Tabla 1**, se toma el valor:

$$S_{UT} = 1200 \text{ kVA}$$

Aplicándolo a la ecuación **Ec. 4.4.4**, nos da como resultado el valor total de la corriente nominal:

$$I_{d-UT} = 30.2542 \text{ A}$$

4.4.4. Cálculo de la Corriente de Corto Circuito del Sistema

La corriente de corto circuito para sistemas trifásicos deberá ser menor a la intensidad de corriente admisible por cada cable tanto para tramos aéreos como subterráneos y es dada por la siguiente expresión:

$$I_{cc} \equiv \frac{P_{ssc}}{\sqrt{3} \cdot V} \quad (\text{Ec. 4.4.5})$$

Donde:

I_{CC} : Corriente de Corto Circuito permanente, [A].

P_{SSC} : Potencia de corto circuito presumible, [MVA].

V : Tensión Nominal de la red primaria, [kV].

Teniendo en cuenta que, la Potencia de Corto Circuito nos es dada por la concesionaria SEAL como se detalla en el punto 3.3.1, se tiene que:

$$P_{SSC} = 200 \text{ MVA}$$

Reemplazando los datos de la ecuación 4.4.5 nos da como resultado la corriente de corto circuito del sistema:

$$I_{cc} \equiv 5.0424 \text{ kA}$$

4.4.5. Dimensionamiento del Cable Aéreo de MT para el Refuerzo de Red.

4.4.5.1. Selección del conductor aéreo

Debido a que nuestro conductor existente en la Red Monofásica es de 35mm² se deberán evaluar sus características eléctricas para certificar que dicho conductor será el apropiado para implementarlo en una 2da y 3ra fase en el Sistema de Distribución Primaria existente.

Tabla 7. Datos Técnicos del Conductor AAAC

Sección Nominal	Formación Hilos x Diám.	Diámetro Exterior	Carga de Rotura	Resistencia Máxima		Capacidad de Corriente	Peso Total
				20°C c.c	75°C c.a		
mm ²	Nº x mm	mm	KN	Ohm/Km		Amp	Kg/Km
25	7 x 2.13	6.4	7.90	1.370	1.640	134	68
35	7 x 2.52	7.6	11.06	0.979	1.173	166	95
50	7 x 3.02	9.1	15.89	0.681	0.816	208	136
70	7 x 3.57	10.7	21.19	0.488	0.585	257	190
70	19 x 2.17	10.9	21.57	0.486	0.582	259	192
95	19 x 2.52	12.6	29.08	0.361	0.432	312	259
120	19 x 2.84	14.2	36.9	0.284	0.34	363	329
150	19 x 3.17	15.8	46.3	0.226	0.27	417	412
185	19 x 3.52	17.6	57.1	0.184	0.22	477	509
240	19 x 4.01	20.0	71.8	0.142	0.17	563	660

Fuente: Conductores y cables del Perú, (2022)

Como se aprecia en la **Tabla 7**, las características del cable AAAC de 35mm² a utilizar son las siguientes:

- Tipo : AAAC
- Sección : 35 mm²
- Corriente Admisible : 166 A
- Diámetro exterior del Conductor : 7.6 mm
- Resistencia (Ohm/Km) 20°C : 0.979 Ohm/Km
- Resistencia (Ohm/Km) 75°C : 1.173 Ohm/Km
- Carga de Rotura : 11.06 KN

4.4.5.2. Factor de Corrección para cable aéreo desnudo.

Según la **Tabla 7**, los datos están sujetos a tolerancias normales de manufactura a una temperatura ambiente de 30°C, sin embargo, el comportamiento de la intensidad de corriente será afectada por la temperatura de trabajo.

Para el proyecto se tiene registrado en Yuramayo que la temperatura es de 40°C por ende se necesitará el factor de corrección de la siguiente Tabla.

Tabla 8. Factores de Corrección en Conductores desnudos.

Temperatura ambiente (°C)	28	30	35	40	45	50
Factor de Corrección	1.06	1.00	0.94	0.89	0.82	0.76

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2020)

De la Tabla 3.4-8, se toma el factor de corrección para 40°C el cual es de 0.89.

$$I = 166 A * 0.89$$

Por consecuencia el valor corregido de la intensidad de corriente admisible por el conductor AAAC será:

$$I = 147.74 A$$

4.4.5.3. Cálculo de la mínima sección del Conductor Desnudo AAAC

Se tienen los siguientes criterios para saber si la sección del conductor desnudo será el adecuado para el refuerzo de red:

- Por Corriente Admisible
- Por Caída de tensión.

Por corriente admisible se determina que el conductor será capaz de soportar la corriente de diseño.

$$I_{Adm} = 147.74 A > I_{d.MT} = 35.2542 A$$

Por Caída de tensión del cable AAAC se debe de considerar el recorrido del conductor desde el punto de diseño hasta la última estructura a reforzar conformada por la SSEE Monofásica N° 7853, como se detalla a continuación:

- Tensión Nominal : Proyectado a Trifásico en 22.9kV
- Factor de potencia : 0.9
- Longitud : 1706.73 Metros lineales.
- Conductores : AAAC cableado de 7 hilos de 35 mm²
- D. exterior del Conductor : 7.6 mm
- Resistencia 20°C : 0.979 Ohm/Km
- Resistencia 75°C : 1.173 Ohm/Km

Para sistemas Trifásicos se consideran las siguientes formulas según el CNE (Código Nacional Electricidad)

$$\Delta V(\%) \equiv P * L * \frac{(r + xtg\phi)}{10(V)^2} \quad (\text{Ec. 4.4.6})$$

Donde:

$\Delta V\%$: Caída de tensión, [-].

P : Potencia, [kW].

L : Longitud del tramo de línea en MT, [km].

r : Resistencia del conductor AAAC, [Ohm/km].

x : Reactancia del conductor AAAC, [Ohm/km].

φ : Ángulo del factor de potencia, [°].

V : Tensión nominal de la red, [kV]. (Ministerio de energía y minas, 2003)

Para una mayor comprensión se puede separar la **ecuación 4.4.6** en un factor, llamado **factor de caída de tensión** como se muestra a continuación:

$$Kt = \frac{(r+xtg\phi)}{10(V)^2} \quad (\text{Ec. 4.4.7})$$

Como es conocido, **la resistencia del conductor aumentará** con la temperatura, por ende, para una temperatura de trabajo diferente se utilizará la siguiente ecuación:

$$R_{op} = R_{20^\circ}[1 + \alpha(t_2 - t_1)] \quad (\text{Ec. 4.4.8})$$

Donde:

R_{op} : Resistencia a la temperatura máxima de operación, [Ohm/km].

R_{20° : Resistencia a 20°C en catálogo CEPER, [Ohm/km].

t_1 : Temperatura inicial en catálogo, [°C].

t_2 : Temperatura final de operación, [°C].

α : Coeficiente de temperatura del material, [-]. (Ministerio de energía y minas, 2003)

Reemplazando los datos de operación y catálogo en la **ecuación 4.4.8**, se tiene el siguiente resultado:

$$R_{20^\circ} = 0.979 \text{ Ohm/km}$$

$$t_1 = 20^\circ C$$

$$t_2 = 40^\circ C$$

$\alpha = 0.0036$, para el conductor Aleación de Aluminio

$$R_{op} = 1.0495 \frac{\text{Ohm}}{\text{km}}$$

Para el cálculo de la Reactancia inductiva, que es la oposición al paso de la intensidad de corriente debido a la inductancia entre conductores, la cual se halla de la siguiente manera:

$$x = 2\pi f \frac{1}{t} \left[\frac{1}{2n} + 4.6 \log \frac{DMG}{r} \right] 10^{-4} \quad (\text{Ec. 4.4.9})$$

Donde:

x : Reactancia Inductiva p/sistema trifásico, [Ohm/km].

f : Frecuencia, [Hz].

t : Numero de ternas, [-].

n : Número de conductores por fase, [-].

DMG : Distancia media geométrica entre ejes de fases, [m].

r : Radio del conductor, [m]. (Ministerio de energía y minas, 2003)

Para hallar la distancia media geométrica entre ejes de las fases, estos se identifican en la **Figura 4.4-1** y con la siguiente ecuación:

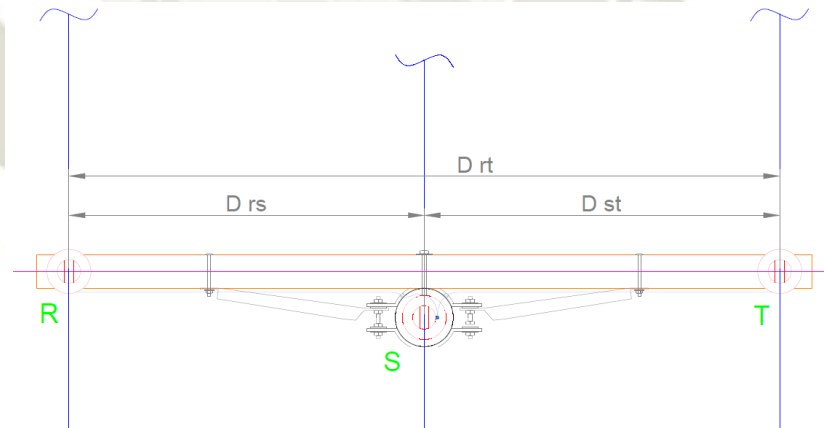


Figura N° 4.4-1. Distancias entre fases en armado simétrico.

Fuente: Elaboración Propia

$$DMG = \sqrt[3]{D_{RS} \times D_{ST} \times D_{RT}} \quad (\text{Ec. 4.4.10})$$

Donde:

D_{RS} : Distancia entre la fase “r” y “s”, [m].

D_{ST} : Distancia entre la fase “s” y “t”, [m].

D_{RT} : Distancia entre la fase “r” y “t”, [m].

Reemplazando los datos en la **ecuación 4.4.10**, con las distancias entre fases sabiendo que la cruceta metálica mide 2.40m y que la distancia mínima del 1er aislador a un extremo de la cruceta es de 0.1m, por ende, D_{rs} y $D_{st}=1.1$ m nos da como resultado que la DMG es:

$$DMG = 1.3859 \text{ m}$$

Reemplazando los datos obtenidos en la **ecuación 4.4.9** de Reactancia Inductiva del Cable AAAC, nos da como resultado:

$$t = 1$$

$$n = 1$$

$$DMG = 1.3859 \text{ m}$$

$$D = \frac{7.6 \text{ mm}}{2} \Rightarrow r = 3.8 \text{ mm} = 0.0038 \text{ m}$$

$$x = 0.4631 \text{ Ohm/km}$$

A su vez reemplazando en la **Sub Ecuación Principal de Factor de caída de tensión** para Sistemas Trifásicos **Ec. 4.4.7**,

$$Kt = 2.5491 \times 10^{-4}$$

Finalmente hallamos la caída porcentual de tensión en la **Ecuación Principal 4.4.6**, la cual con los datos siguientes nos da como resultado:

$$P = 1400 \text{ KVA} \approx 1190 \text{ kW}$$

$$L = 1706.73 \text{ m} \approx 1.7067 \text{ km}$$

$$\Delta V_I(\%) \equiv 0.5177 \%$$

Comprobándose que el cable AAAC de 35mm² para el refuerzo de red de tramo de 1706.73m. solo tendrá una caída total del 0.52% **cumpliendo con lo permitido** por el CNE de hasta el 3.0%.

4.4.6. Dimensionamiento del Cable Aéreo de MT para el Nuevo Suministro.

4.4.6.1. Selección del conductor aéreo

Considerando el uso de un Conductor AAAC de 35mm², para lo cual evaluaremos sus características eléctricas para certificar que dicho conductor será el apropiado para el nuevo suministro que partirá desde la última estructura ya reforzada con el mismo conductor para un nuevo tramo aéreo de 692.07 m.

Tabla 9. Datos Técnicos del Conductor NUEVO AAAC

Sección Nominal	Formación Hilos x Diám.	Diámetro Exterior	Carga de Rotura	Resistencia Máxima		Capacidad de Corriente	Peso Total
				20°C c.c	75°C c.a		
mm ²	N° x mm	mm	KN	Ohm/Km		Amp	Kg/Km
25	7 x 2.13	6.4	7.90	1.370	1.640	134	68
35	7 x 2.52	7.6	11.06	0.979	1.173	166	95
50	7 x 3.02	9.1	15.89	0.681	0.816	208	136
70	7 x 3.57	10.7	21.19	0.488	0.585	257	190
70	19 x 2.17	10.9	21.57	0.486	0.582	259	192
95	19 x 2.52	12.6	29.08	0.361	0.432	312	259
120	19 x 2.84	14.2	36.9	0.284	0.34	363	329
150	19 x 3.17	15.8	46.3	0.226	0.27	417	412
185	19 x 3.52	17.6	57.1	0.184	0.22	477	509
240	19 x 4.01	20.0	71.8	0.142	0.17	563	660

Fuente: Conductores y cables del Perú, (2022)

Como se aprecia en la **Tabla 9**, las características del cable AAAC de 35mm² a utilizar son las siguientes:

- Tipo : AAAC
- Sección : 35 mm²
- Corriente Admisible : 166 A
- Diámetro exterior del Conductor : 7.6 mm
- Resistencia (Ohm/Km) 20°C : 0.979 Ohm/Km
- Resistencia (Ohm/Km) 75°C : 1.173 Ohm/Km
- Carga de Rotura : 11.06 KN

4.4.6.2. Factor de Corrección para cable aéreo desnudo.

Según la **Tabla 9**, los datos están sujetos a tolerancias normales de manufactura a una temperatura ambiente de 30°C, sin embargo, el comportamiento de la intensidad de corriente será afectada por la temperatura de trabajo.

Para el proyecto se tiene registrado en Yuramayo que la temperatura es de 40°C por ende se necesitará el factor de corrección de la siguiente Tabla.

De la **Tabla 8**, se toma el factor de corrección para 40°C el cual es de 0.89.

$$I = 166 A * 0.89$$

Por consecuencia el valor corregido de la intensidad de corriente admisible por el conductor AAAC será:

$$I = 147.74 A$$

4.4.6.3. Cálculo de la mínima sección del Conductor Desnudo AAAC

Se tienen los siguientes criterios para saber si la sección del conductor desnudo será el adecuado para el nuevo suministro de red:

- Por Corriente Admisible
- Por Caída de tensión.

Por corriente admisible se determina que el conductor será capaz de soportar la corriente de diseño.

$$I_{Adm} = 147.74 A > I_{d.MT} = 30.2542 A$$

Por Caída de tensión del cable AAAC se debe de considerar el recorrido del conductor desde el punto de diseño dado por SEAL (Última estructura reforzada) hasta la SSEE tipo caseta Proyectada, como se detalla a continuación:

- Tensión Nominal : 22.9kV
- Factor de potencia : 0.85
- Longitud : 692.07 Metros lineales.
- Conductores : AAAC cableado de 7 hilos de 35 mm²
- D. exterior del Conductor : 7.6 mm

- Resistencia 20°C : 0.979 Ohm/Km
- Resistencia 75°C : 1.173 Ohm/Km

Para la misma temperatura de trabajo y distribución de aisladores utilizaremos los mismos valores corregidos para la Resistencia y la Reactancia Inductiva en el **Punto 4.4.5**.

Datos de operación del **Punto 4.4.5**:

$$R_{op} = 1.0495 \frac{Ohm}{km}$$

$$DMG = 1.3859 m$$

$$x = 0.4631 Ohm/km$$

Para sistemas Trifásicos volveremos a utilizar la **Ecuación 4.4.6** antes detallada y la **ecuación 4.4.7**, llamado **factor de caída de tensión**, teniendo los valores:

$$Kt = 2.5491 \times 10^{-4}$$

Finalmente hallamos la caída porcentual de tensión en la **Ecuación Principal 4.4.6**, la cual con los datos siguientes nos da como resultado:

$$P = 1200 KVA \approx 1020 kW$$

$$L = 692.07 m \approx 0.6921 km$$

$$\Delta V_{II}(\%) \equiv 0.17995 \%$$

Siendo la caída de tensión del 0.18% en el 2do tramo aéreo para el nuevo suministro de 1200KVA, pero sumando ambas caídas de tensión se tendrá el valor total de todo el tramo aéreo desde el punto de diseño I donde iniciaba la red monofásica (reforzada a trifásica) pasando por el punto de diseño II donde termina la estructura existente y se proyecta el tramo nuevo hasta la SSEE caseta, dando como resultado:

$$\Delta V_I(\%) \equiv 0.5177 \%$$

$$\Delta V_{II}(\%) \equiv 0.17995 \%$$

$$\Delta V_{TOTAL}(\%) \equiv 0.6977 \%$$

Comprobándose que el cable AAAC de 35mm² para el **NUEVO** suministro de 1200KVA y de tramo de 692.07m. tendrá una caída total del 0.7% contando ya con la caída de tensión en el **tramo anterior, cumpliendo con lo establecido** por el CNE de caída máxima de tensión de **hasta el 3.0%**.

4.4.7. Dimensionamiento del Cable Subterráneo de MT.

4.4.7.1. Selección de Cable Subterráneo

Para el ingreso de energía a la Subestación tipo caseta de 1200KVA, se utilizará el cable de cobre electrolítico recocido subterráneo, llamado N2XSY, cuyas características son:

Temperatura del conductor de 90°C para operación normal, 130°C para sobrecarga de emergencia y 250°C para condiciones de corto circuito. Excelentes propiedades contra el envejecimiento por calor. Resistencia al impacto y a la abrasión. Resistente a la luz solar, intemperie, humedad, ozono, ácidos, álcalis y otras sustancias químicas a temperaturas normales. Retardante a la llama. (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

Tabla 10. Datos Técnicos de Cable Subterráneo N2XSY, 18/30 kV.

SECCIÓN NOMINAL	RESISTENCIA DC a 20°C	RESISTENCIA AC		REACTANCIA INDUCTIVA		Ampacidad Enterrado (20°C)		Ampacidad Aire (30°C)	
		(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(A)	(A)	(A)
mm ²	Ohm/km	Ohm/km	Ohm/km	Ohm/km	Ohm/km	(A)	(A)	(A)	(A)
50	0.387	0.494	0.494	0.2761	0.1711	250	230	280	245
70	0.268	0.342	0.342	0.2638	0.1622	305	280	350	300
95	0.193	0.247	0.247	0.2528	0.1539	365	330	425	365
120	0.153	0.196	0.196	0.2439	0.1471	410	375	485	420
240	0.0754	0.098	0.098	0.2211	0.1317	580	545	720	630
300	0.0601	0.078	0.08	0.2143	0.1278	645	610	815	720
500	0.0366	0.05	0.052	0.2004	0.1194	770	765	1015	930

Fuente: INDECO, (2022).

(A)= 3 cables unipolares en formación tripolar, tendidos paralelos con una separación de 7 cm.
(B)= 3 cables unipolares en formación tripolar, tendidos, agrupados en triángulo, en contacto.

BAJO LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

- Temperatura del suelo = 20°C
- Temperatura del aire = 30°C

- Resistividad del suelo = 1k.m/w
- Profundidad de instalac. = 700 mm. (INDECO, 2022)

4.4.7.2. Factor de corrección para el cable Subterráneo

Así como en el cable aéreo AAAC, el cable N2XS_Y es afectado por varios factores de corrección, como se tiene a continuación:

$$F_{Eq} = F_{ts} \times F_{rts} \times F_{pt} \times F_{td} \quad (\text{Ec. 4.4.11})$$

Donde:

F_{ts} : Factor de corrección por temperatura del suelo, [-].

F_{rts} : Factor por resistividad térmica del suelo, [-].

F_{pt} : Factor de corrección por diferente profundidad, [-].

F_{td} : Factor de corrección por estar tendido en ducto, [-].

El **Factor de corrección por temperatura** del suelo, según indica el Código Nacional es el siguiente detallado en la **Tabla 11**. (Ministerio de energía y minas, 2003)

Tabla 11. Factor de corrección relativos a la temperatura del suelo

Máx. temp. admisible de los conductores del cable °C	Temperatura del suelo °C									
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
80	1.12	1.08	1.04	1.00	0.96	0.91	0.87	0.82	0.76	0.71
75	1.13	1.09	1.05	1.00	0.95	0.90	0.85	0.79	0.73	0.67
70	1.14	1.09	1.05	1.00	0.95	0.89	0.84	0.77	0.71	0.63
65	1.15	1.10	1.05	1.00	0.94	0.88	0.82	0.75	0.67	0.58
60	1.16	1.11	1.06	1.00	0.93	0.87	0.79	0.71	0.61	0.50

Fuente: Ministerio de energía y minas, (2012)

Tomando como referencia el peor de los escenarios, para una temperatura máxima de 80°C del conductor y tomando una temperatura del suelo de 35°, ya que el conductor bajará de la última estructura de “fin de la línea” y estará expuesto hasta entrar al tubo de F°G°, dando como resultado:

$$F_{ts} = 0.87$$

El segundo factor se llama “**Factor de corrección por resistividad del suelo**”, y este se toma de las siguientes **02 tablas** a continuación:

Tabla 12. Resistividad térmica del suelo en °C cm/W según Comp. y grad de humedad.

Composición	GRADO DE HUMEDAD				
	Muy húmedo saturado	Húmedo	Semi-húmedo	Seco	Muy seco
Arcilla y humus (tierra de cultivo) de fácil compactación	50	60	80	120	120
Arena y arcilla con algo de humus, semicompactado	60	80	100	150	180
Arena y arcilla con piedras pequeñas. Terrenos calcáreos de poca	-	100	120	180	220
Arena, algo de arcilla y piedras medianas, sin compactación.	-	-	150	200	250
Arena y piedras grandes, imposibles de compactar	-	-	-	250	280
Acumulación de rocas en la que no existe retención de arena o arcilla.	-	-	-	-	300

Fuente: Ministerio de energía y minas, (2012)

Teniendo en cuenta que en los campos de irrigación de Yuramayo el terreno corresponde a la Composición de “Arena y arcilla con algo de humus, semicompactado” y el clima que se vive la mayor parte del tiempo es seco; nos da una Resistividad térmica del suelo de **150 °C cm/W**, la cual usaremos como dato de ingreso en la siguiente tabla.

Tabla 13. Factor de capacidad de corriente a la resistividad del suelo

Sección del conductor mm ²	Resistividad térmica del suelo °C cm/W								
	50	70	80	100	120	150	200	250	300
Cables multipolares con aislamiento termoplástico									
Hasta 25	1.18	1.10	1.07	1.00	0.95	0.89	0.8	0.74	0.69
35 - 95	1.24	1.12	1.08	1.00	0.94	0.87	0.77	0.70	0.65
120 - 300	1.25	1.13	1.08	1.00	0.93	0.86	0.76	0.69	0.64
Sistemas de cables unipolares con aislamiento termoplástico									
6 - 500	1.39	1.17	1.11	1.00	0.92	0.83	0.73	0.65	0.60
Cables multipolares con aislamiento de papel									
Hasta 25	1.19	1.09	1.06	1.00	0.96	1.91	0.83	0.77	0.73
35 - 95	1.20	1.10	1.07	1.00	0.96	0.90	0.81	0.75	0.71
120 - 300	1.23	1.12	1.08	1.00	0.95	0.88	0.79	0.73	0.68
Sistemas de cables unipolares con aislamiento de papel									
Hasta 25	1.25	1.13	1.07	1.00	0.97	0.91	0.84	0.78	0.74
35 - 95	1.26	1.14	1.08	1.00	0.97	0.90	0.83	0.76	0.72
120 - 300	1.28	1.16	1.09	1.00	0.96	0.89	0.81	0.74	0.70

Fuente: Ministerio de energía y minas, (2012)

De la resistividad térmica del suelo de **150°C cm/W** hallada de la **Tabla 12**, se ingresa a la **Tabla 13** junto con la Sección del conductor y teniendo en cuenta el aislamiento del cable unipolar, nos da como resultado:




$$F_{rts} = 0.83$$

El **tercer factor** es llamado “**Factor relativo a la profundidad de tendido**”, según el Código Nacional de electricidad el factor es considerado con el valor de “1” siempre y cuando no se exceda de una profundidad de 1.20m, por ende, según el CNE se toma el valor de:

$$F_{pt} = 1$$

El cuarto y último factor se llama “**Factor por tendido de ductos**”, el cual varía por como estará distribuido el cable subterráneo a través de la cantidad de ductos los cuales se rigen de acuerdo a la **Tabla 14** a continuación:

Tabla 14. Factores relativos al tendido en ductos

Tendido en ductos	Sección mm2	Cable multipolar	Sistema de cables unipolares
<u>Un solo ducto</u> 	Hasta 50	0.81	0.81
	70 - 150	0.8	0.79
	185 - 400	0.79	0.76
	500 o más		0.69
Tres ductos (no ferroso)			
<u>En línea horizontal</u> 	Hasta 50	-	0.82
	70 - 150	-	0.80
	185 - 400	-	0.77
	500 a más	-	0.70
<u>En triángulo</u> 	Hasta 50	-	0.83
	70 - 150	-	0.81
	185 - 400	-	0.78
	500 a más	-	0.71

Fuente: Ministerio de energía y minas, (2012)

Por sugerencia de la concesionaria SEAL, estipula que en casos de acometidas de media tensión subterráneas el tendido de cable debe ser en **configuración triángulo** añadiendo un ducto extra de reserva, llamando a esta **nueva configuración “trébol”**.

$$F_{td} = 0.83$$

Reemplazando los valores hallados, en la **ecuación 4.4.11**, nos da como resultado el factor equivalente:

$$F_{Eq} = 0.60$$

4.4.7.3. Cálculo de la sección del conductor

Se tienen los siguientes criterios para saber si la sección del conductor Aislado N2XSY será el adecuado para el nuevo suministro de red:

- Por Corriente Admisible
- Por Caída de tensión.
- Por Corriente de corto circuito.

Por corriente admisible se determina que el conductor será capaz de soportar la corriente de diseño, mediante las siguientes ecuaciones:

$$I_{Adm} = I_{N2XSY} * F_{eq} \quad (\text{Ec. 4.4.12})$$

$$I_{Adm} > I_{d.MT} \quad (\text{Ec. 4.4.13})$$

Donde:

I_{Adm} : Corriente admisible Final por el cable N2XSY, [A].

I_{N2XSY} : Corriente admisible por el cable N2XSY según Catálogo, [A].

F_{eq} : Factor de corrección equivalente, [-].

$I_{d.MT}$: Corriente de diseño del sistema, [A].

Reemplazando en las **ecuaciones 4.4.12** y **4.4.13** se tienen los siguientes resultados finales:

$$I_{Adm} = I_{N2XSY} * F_{eq} = (230 \text{ A}) * (0.6) = 138 \text{ A}$$

$$I_{Adm} = 138 \text{ A} > I_{d.MT} = 30.2542 \text{ A}$$

Dando como resultado que la corriente admisible es mayor a la corriente de diseño del sistema **siendo factible el uso** el cable **N2XSY de 50mm²**.

Por Caída de tensión del cable Aislado N2XSY se debe de considerar el recorrido del conductor desde el Poste de Fin de línea hasta el ingreso al interruptor de potencia y transformador dentro de la subestación tipo caseta, como se detalla a continuación:

- Tensión Nominal : 22.9kV
- Potencia del transformador : 1200 kVA
- Factor de potencia : 0.85
- Longitud : 25 Metros lineales.
- Conductores : N2XSY
- Sección del conductor : 50 mm².
- Resistencia 20°C : 0.387 Ohm/Km
- Resistencia 75°C : 0.494 Ohm/Km
- Reactancia Inductiva : 0.1711 Ohm/Km

Para sistemas Trifásicos volveremos a utilizar la **Ecuación 4.4-6** antes detallada y la **ecuación 4.4-7**, llamado **factor de caída de tensión**, teniendo los valores:

$$Kt = 1.1442 \times 10^{-4}$$

Hallamos la caída porcentual de tensión en la **Ecuación Principal 4.4-6**, la cual con los datos siguientes nos da como resultado:

$$P = 1200 \text{ KVA} \approx 1020 \text{ kW}$$

$$L = 25 \text{ m} \approx 0.025 \text{ km}$$

$$\Delta V_{III}(\%) \equiv \mathbf{0.002918 \%}$$

El cual sumando con la caída de tensión del 2do tramo (Tramo donde inicia el sistema de utilización), obtendremos la caída total para el nuevo suministro, la cual será importante indicar al momento de presentar el proyecto ante la concesionaria SEAL.

$$\Delta V_{II}(\%) \equiv \mathbf{0.17995 \%}$$

$$\Delta V_{III}(\%) \equiv \mathbf{0.002918 \%}$$

$$\Delta V_{SubTOTAL}(\%) \equiv 0.1829 \%$$

Comprobándose que el Sistema de Utilización comprendido entre el 2do tramo de 692.07m de cable desnudo AAAC de 35mm² y el 3er tramo de 25m de cable aislado N2XSY de 50mm², para el **NUEVO** suministro de 1200KVA tendrá una caída total del 0.18%, lo que nos indica que este **se encuentra dentro de los límites permitidos** por la norma para sistemas de media tensión.

Finalmente, ante cualquier imprevisto se debe calcular la **corriente de corto circuito** que debe soportar el cable aislado por un ligero tiempo de duración, la cual se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_{km} = \frac{K(S)}{\sqrt{t}} \quad (\text{Ec. 4.4.14})$$

Donde:

I_{km} : Corriente de corto circuito admisible por el cable, [KA].

k : Constante del material y revestimiento del cable, [-].

S : Sección del cable subterráneo, [mm²].

t : Tiempo de duración del corto circuito, [s].

Para hallar la constante k:

- k=0.143 Para conductores de Cu con revestimiento XLPE
- k=0.094 Para conductores de Al con revestimiento XLPE

Con los siguientes datos reemplazados en la **ecuación 4.4.14**, tendremos como resultado:

- Longitud : 37 Metros lineales.
- Conductores : N2XSY
- Sección del conductor : 50 mm².
- Constante del material “k” : 0.143
- Duración de corto circuito: 0.2 s.

$$I_{km} = 15.9879 \text{ kA}$$

El resultado de la corriente de corto circuito soportada por el cable N2XSY, deberá ser mayor a la corriente de corto circuito del sistema, calculado en el punto 3.4.4, como se detalla:

$$I_{km} = 15.9879 \text{ kA} > I_{CC} = 5.0424 \text{ kA}$$

Del resultado se llega a la conclusión de que el dimensionamiento del cable subterráneo N2XSY de 50mm², es el correcto para el presente proyecto, ya que este será capaz de soportar todas las corrientes de trabajo.

4.4.8. Resumen de caídas de tensión totales del sistema

Para la presentación de nuestro expediente a la concesionaria SEAL deberá ser imperativo el cálculo de caída de tensión tanto para el refuerzo de red monofásica a trifásica como para el Nuevo Sistema de Utilización a instalarse en el predio de la Empresa VAQUA S.A.C.

Tabla 15. Cálculo total de caída de tensión del sistema (Distribución + Utilización)

"VAQUA S.A.C. – YURAMAYO SUBESTACION ELECTRICA EN 22.9kV								
Tramo	P(kVA)	P(Kw)	L(Km)	In(A)	f.c.t.	S(mm ²)	ΔV (%)	ΣΔV (%)
I	1400	1190	1.70673	35.2965	0.0002549	35	0.5176	0.7020
II	1200	1020	0.69207	30.2542	0.0002549	35	0.1799	0.1843
III	1200	1020	0.025	30.2542	0.0001144	50	0.0043	0.0043

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo en cuenta de que ya existe una caída de tensión en el **Primer tramo** (tramo monofásico reforzado con 02 fases) y sumándolo a nuestro Subtotal, tendremos la **CAÍDA TOTAL** de todo nuestro proyecto de tesis.

$$\Delta V_I(\%) \equiv 0.5177 \%$$

$$\Delta V_{II}(\%) \equiv 0.17995 \%$$

$$\Delta V_{III}(\%) \equiv 0.004317 \%$$

$$\Delta V_{TOTAL}(\%) \equiv 0.70 \%$$

Como resultado Final de caída de tensión del Proyecto de Tesis podremos decir que, el refuerzo del sistema monofásico a trifásico y el Nuevo Sistema de

Utilización, **cumplen con lo establecido** por el CNE de caída máxima de tensión de **hasta el 3.0%**.

4.4.9. Dimensionamiento del Cable Aislado de Baja Tensión NYY

4.4.9.1. Selección del Cable de BT Aislado

Para el paso de energía del lado de baja tensión del transformador al Tablero General, utilizaremos el cable aislado unipolar NYY 3x(3-1x300mm²), cuyas características eléctricas se presentan a continuación.

Tabla 16. Características Eléctricas del Cable NYY para Baja Tensión

Sección Nominal (mm ²)	Resistencia Conductor (Ohm/Km)		Reactancia Inductiva Ohm/Km a 60 Hz	Capacidad de Corriente (Amp)	
	c.c. a 20°C	c.a. a 80°C		Aire Libre 30°C	Enterrado
					Temp=20°C 100°C-cm/W
2,5	7,41	9,16	0,182	31	43
4	4,61	5,73	0,173	41	56
6	3,08	3,83	0,164	52	70
10	1,83	2,27	0,152	71	94
16	1,15	1,43	0,143	94	121
25	0,727	0,903	0,138	126	156
35	0,524	0,651	0,132	156	187
50	0,387	0,481	0,128	192	222
70	0,268	0,334	0,124	241	272
95	0,193	0,241	0,122	300	325
120	0,153	0,192	0,119	349	370
150	0,124	0,156	0,119	402	415
185	0,0991	0,126	0,118	464	467
240	0,0754	0,097	0,117	553	540
300	0,0601	0,079	0,116	636	606
400	0,0470	0,064	0,114	742	686
500	0,0366	0,053	0,113	851	768

Fuente: Conductores y cables del Perú, (2022)

4.4.9.2. Cálculo de la sección del conductor

Se tienen los siguientes criterios para saber si la sección del conductor Aislado Unipolar NYY será el adecuado:

- Por Corriente Admisible
- Por Caída de tensión.

Por corriente admisible se determina que el conductor será capaz de soportar la corriente de diseño de baja, mediante las siguientes ecuaciones:

$$I_{d-BT} = \frac{S_T}{\sqrt{3}xV} \quad (\text{Ec. 4.4.15})$$

Donde:

I_{d-BT} : Intensidad de corriente en Baja Tensión, [A].

S_T : Potencia Aparente Transformador, [kVA].

V : Tensión Nominal del lado secundario en BT, [kV].

Según la potencia aparente del transformador, se toma el valor:

$$S_T = 1200 \text{ kVA}$$

Aplicándolo a la ecuación **Ec. 4.4.15**, nos da como resultado el valor total de la corriente nominal del lado secundario:

$$I_{d-BT} = 1823.2114 \text{ A}$$

Calculando por Amperaje máximo del conductor:

$$I_{NYY} > I_{d.BT} \quad (\text{Ec. 4.4.16})$$

Donde:

I_{NYY} : Corriente admisible por el cable NYY según Catálogo, [A].

$I_{d.BT}$: Corriente de diseño del lado de Baja Tensión, [A].

Reemplazando en la **ecuación 3.4.16**, usando **03 Ternas del cable NYY 3-1x300mm²** se tiene el siguiente resultado final:

$$I_{NYY} = 3 * 636 \text{ A} = 1908 \text{ A} > I_{d.MT} = 1823.2114 \text{ A}$$

Dando como resultado que la corriente admitida por el cable NYY usando 3 trenas es mayor a la corriente del lado secundario del transformador **siendo este capaz de soportar la intensidad** a plena carga.

Por Caída de tensión del cable Aislado NYY se debe de considerar el recorrido del conductor desde la salida del lado secundario del transformador (lado de baja tensión) hasta la entrada al Tablero General, dentro de la subestación tipo caseta, como se detalla a continuación:

- Tensión Nominal Secundario : 380V
- Potencia del transformador : 1200 kVA
- Factor de potencia : 0.85
- Longitud : 15 Metros lineales.
- Conductores : NYY
- Sección del conductor : 300 mm².
- Resistencia 20°C : 0.0601 Ohm/Km
- Resistencia 80°C : 0.079 Ohm/Km
- Reactancia Inductiva : 0.116 Ohm/Km

Según la Norma CNE, para sistemas Trifásicos en cálculos de caída de tensión para Baja se utilizará la **Ecuación 4.4.17**, reemplazando los siguientes los valores:

$$\Delta V_{BT}(\%) = \frac{\sqrt{3} * L * I * \cos \phi}{\gamma * S} \quad (\text{Ec. 4.4.17})$$

Donde:

$\Delta V_{BT} \%$: Caída de tensión en BT, [%].

I : Intensidad de corriente, [A].

L : Longitud del cable BT del transformador al TG, [m].

γ : Conductividad del material, [m/Ω.mm²].

S : Sección del conductor, [mm²].

ϕ : Ángulo del factor de potencia, [°].

Hallamos la caída porcentual de tensión en la **Ecuación 4.4.17**, la cual con los datos siguientes nos da como resultado:

$$I = 1823.2114 \text{ A}$$

$$L = 15 \text{ m}$$

$$S = (300 \text{ mm}^2) * 3 \text{ ternas}$$

$$\gamma = 58 \text{ m}/\Omega. \text{ mm}^2$$

$$\Delta V_{BT}(\%) \equiv \mathbf{0.7713 \%}$$

Como resultado de caída de tensión del cableado de Baja se comprueba que este **cumple con lo establecido** con el CNE de caída máxima de tensión de **hasta el 3.0%**.

4.4.10. Cálculo de Puesta a Tierra

4.4.10.1. Determinación de la sección del conductor

Por recomendación de la Concesionaria SEAL el cable para puesta a tierra debe ser de Cobre Desnudo e ir por dentro del poste al momento de la instalación así el conductor irá protegido por el Poste C.A.C.

4.4.10.2. Determinación de la Sección del conductor

Como es sabido en la subestación tipo caseta y en el armado de medición PMI se deberá contar con 02 puestas a tierra tanto para Media Tensión (lado primario) como para Baja (lado secundario).

Tabla 17. Relación de la secc. a la corriente de falla de los conductores de puesta a tierra Lado Primario

Tiempo de duración de la falla (s)	Sección (mm ²)/Corriente de falla (kA)		
	Conductor Solo	Con uniones empernadas	Con uniones soldadas
30	20	33	25
4	7	12	10
1	3.5	6	5
0.5	2.5	4	3

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2020)

Como lo descrito en la Norma, se deberá de utilizar la **Tabla 17** para hallar el factor de sección del conductor por corriente de falla, para una duración de falla en segundos de 0.5 s, la cual al ser operada por la corriente de corto circuito del sistema nos dará la sección mínima del conductor a utilizar, como se aprecia en la **Ecuación 4.4-18**.

$$\frac{S}{I_{CC}} = f_{SC} \quad (\text{Ec. 4.4.18})$$

Donde:

I_{CC} : Intensidad de corriente, [kA].

f_{SC} : Factor de sección por corriente, [mm²/kA].

S : Sección del conductor mínimo, [mm²].

Utilizando la ecuación antes mencionada se logra designar el valor que se muestra en la **Tabla 4.4-17**, junto con la corriente de corto circuito hallada en el **Punto 4.4.4** a continuación.

$$S = 4 \frac{mm^2}{kA} * 5.0424 kA$$

$$S_{MT} = 20.17 mm^2$$

Para el lado secundario, la sección mínima del conductor de cobre para el sistema a tierra debe ser obtenido de la **Tabla 18**, según se detalla en la norma CNE.

Tabla 18. Sección mínima de los conductores para Distribución Secundaria.

Sección de los Conductores Activos (cobre equivalente)	Sección Mínima del conductor de Cu equivalente
Hasta 120 mm ²	No menor que la mitad de la sección del conductor activo, y en cualquier caso no menor que 35 mm ² .
Mayor de 120 mm ²	No menor que un cuarto de la mayor sección del conductor activo, y en cualquier caso no menor que 70 mm ²

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2020)

De la **Tabla 18** se halla que la sección mínima del conductor de Cu para una sección de los conductores activos de hasta 120 mm² será:

$$S_{BT} = 35 mm^2$$

4.4.10.3. Resistencia máxima permitida a tierra

Luego de hallar la sección mínima del cable de Cu tanto para el lado primario y secundario, se halla la Determinación de resistencia máxima.

Tabla 19. Resistencia máxima de las conexiones a tierra.

Nivel de Tensión	Potencial del Transformador KVA	Resistencia Máxima a tierra (ohms)
PRIMARIO	--	25
SECUNDARIOS	Hasta 50	25
	De 51 a 500	15
	Mayor de 500	10

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2020)

Este valor se toma de la **Tabla 19** de resistencia máxima de las conexiones a tierra para el lado Primario como también para el lado Secundario.

Teniendo en cuenta el Potencial del Transformador a uno Mayor de 500KVA, para el Lado Primario se deberá tener una Resistencia Máxima a tierra de 25Ohms, mientras que para el lado secundario nos da una Resistencia Máxima a tierra de 10Ohms.

$$R_{BT} = 25 \Omega$$

$$R_{MT} = 10 \Omega$$

4.4.10.4. Resistencia de la varilla de puesta a tierra

Se seleccionará las varillas de puesta a tierra de acuerdo al terreno en DISPOSICION VERTICAL, mediante la siguiente ecuación **4.4.19**.

$$R_V = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \left(\frac{2L}{D} \times \sqrt{\frac{3L+4t}{L+4t}} \right) \quad (\text{Ec. 4.4.19})$$

Donde:

R_V : Resistencia de Varilla, [Ω].

ρ : Resistividad del Terreno, [Ω/m].

L : Long de Varilla, [m].

t : Distancia a la superficie del suelo, [m].

D : Diámetro de la Varilla, [m].

Reemplazando los datos en la presente ecuación con lo siguiente:

$$\rho = 100 \Omega/\text{m.}$$

$$L = 2.40 \text{ m}$$

$$t = 0.3 \text{ m}$$

$$D = \frac{3}{4}'' = 0.01905 \text{ m}$$

$$\mathbf{R_V = 39.48 \Omega}$$

Podemos observar que la resistencia máxima permitida calculada en el Ítem 3.4.10.3 es sobrepasada por la resistencia calculada de la varilla, por ende, esta resistencia debe ser reducida mediante los siguientes métodos:

- Uso de una varilla de cobre puro.
- Mezcla de tierra de chacra con Sal Industrial en terreno.
- Añadir Cemento Conductivo a todo el borde de la varilla.

Por experiencias en la construcción y mantenimiento de Pozos a Tierra, luego de este tratamiento la resistencia se verá **reducida en un 80%**, dando una resistencia total.

$$\mathbf{R_T = 7.896 \Omega}$$

Ahora si cumpliendo con lo calculado en el Ítem 4.4.10.3 y estipulado por la Norma CNE tanto para el lado Primario como para el lado Secundario.

$$\mathbf{R_{BT} = 25 \Omega > R_T = 7.896 \Omega}$$

$$\mathbf{R_{MT} = 10 \Omega > R_T = 7.896 \Omega}$$

4.5. CÁLCULOS MECÁNICOS

4.5.1. Distancias mínimas de seguridad (DMS)

Sobre la base de las Normas indicadas anteriormente, se considera como distancias mínimas de seguridad, tomando en cuenta las condiciones meteorológicas de la zona del Proyecto y la tensión de la red en 22.9kV, lo siguiente. (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

4.5.1.1. Separación mínima horizontal o vertical entre conductores de un mismo circuito en los apoyos

Según la tabla 235-1 del CNE – Suministro 2011, nos da las distancias de seguridad entre conductores y cables:

Entre 11kV hasta 50kV, las distancias serán de 400mm+10mm/kV en exceso de 11kV.

$$D = 400[mm] + \left(10 \left[\frac{mm}{kV}\right] * \Delta V[kV]\right)$$

- $\Delta V=22.9kV - 11kV$ $D = 400[mm]+10[mm/kV](11.9kV)$
- $\Delta V=11.9kV$ $D = 510[mm] = 0.51m.$

Esta distancia es válida tanto para la separación entre dos conductores de fase como entre un conductor de fase y uno neutro. (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

4.5.1.2. Distancia mínima entre los conductores y sus accesorios bajo tensión y elementos puestos a tierra

Según el documento de “**Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural**” para redes en **22.9kV**, publicado mediante la Resolución Directoral, **N°018-2003-EM/DGE** nos hace referencia en el **punto (2.2)** que *la distancia mínima entre los conductores y sus accesorios bajo tensión y elementos puestos a tierra es de:*

- $D = 0,25 \text{ m}$

Esta distancia no es aplicable a conductor neutro. (Ministerio de energía y minas, 2003)

4.5.1.3. Distancia horizontal mínima entre conductores de un mismo circuito a mitad de vano

$$D = 0.0076 * U * F_C + 0.65\sqrt{f}$$

Donde:

- U : Tensión nominal entre fases, [kV]
- FC : Factor de corrección por altitud
- f : Flecha del conductor a la temperatura máxima prevista, [m]

$$F_C = 1 + \frac{1.25 * (h - 1000)}{10000}$$

Donde al realizar los cálculos resulta:

$$h = 1583 \text{ msnm}$$

$$F_C = 1.0729$$

De los cálculos mecánicos de conductor (DLTCAD) sacamos la flecha máxima en el vano de mayor longitud en la hipótesis de máxima temperatura es de 3.76m.

Luego Obtenemos

$$D = 1.4471m$$

La separación horizontal a mitad de vano ha sido verificada, a fin de mantener el espaciado eléctrico mínimo exigido. Esta distancia de separación es uno de los factores que limita la longitud del vano, especialmente donde existe cambio de configuración de armados. (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

4.5.1.4. Distancia vertical mínima entre conductores de un mismo circuito a mitad de vano

- Para vanos hasta 100 m : 0,70 m
- Para vanos entre 101 y 300 m : 1,00 m
- Para vanos entre 301 y 600 m : 1,20 m
- Para vanos mayores a 600 m : 2,00 m

En estructuras con disposición vertical de conductores, donde todos los armados estén ubicados en un plano Vertical, solo se ha tomado en cuenta la separación horizontal de conductores en los armados de seccionamiento y subestaciones de distribución. (América Móvil Perú S.A.C, 2009)

4.5.1.5. Distancia horizontal mínima entre conductores de diferentes circuitos

En caso sea necesario, se aplicará la misma fórmula consignada en el ítem c).

Para la verificación de la distancia de seguridad entre dos conductores de distinto circuito debido a una diferencia de 40% de las presiones dinámicas de viento, deberá aplicarse las siguientes fórmulas:

$$D = 0,00746 (U) (F_C), \text{ pero no menor que } 0,20 \text{ m}$$

Donde:

U = Tensión nominal entre fases del circuito de mayor tensión, en kV

F_C = Factor de corrección por altitud. (América Móvil Perú S.A.C, 2009)

4.5.1.6. Distancia vertical mínima entre conductores de diferentes circuitos

Esta distancia se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$D = 1,20 + 0,0102 (F_C) (kV1 + kV2 - 50)$$

Donde:

kV1: Máxima tensión entre fases del circuito de mayor tensión, [kV]

kV2: Máxima tensión entre fases del circuito de menor tensión, [kV]

Para líneas de 22,9 kV y 22,9/13,2 kV, esta tensión será 27 kV

F_C: Factor de corrección por altitud

La distancia vertical mínima entre líneas de 22,9 kV y líneas de menor tensión será de 1,00 m.

Para nuestro estudio no tenemos caso que demande análisis. (América Móvil Perú S.A.C, 2009)

4.5.1.7. Distancias verticales mínimas a la superficie del terreno

- Lugares accesibles solo a peatones : 5,0 m
- Laderas no accesibles a vehículos o personas :
3,0 m
- Lugares con circulación de maquinaria agrícola : 6,0 m
- Al cruce de carreteras, calles y avenidas : 7,0 m
- A lo largo de carreteras y calles : 6,0 m

- Distancia vertical entre el conductor inferior y los árboles : 2,5 m
 - Distancia radial entre el conductor y los árboles laterales : 0,5 m
 - Distancia radial entre el conductor y paredes y otras estructuras no accesibles. : 2,5 m.
- (América Móvil Perú S.A.C, 2009)

4.5.1.8. Distancias mínimas a carreteras

En áreas que no sean urbanas, las líneas primarias recorrerán fuera de la franja de servidumbre de las carreteras.

Las distancias mínimas del eje de la carretera al eje de la línea primaria serán las siguientes:

- En carreteras importantes : 25 m
- En carreteras no importantes : 15 m. (América Móvil Perú S.A.C, 2009)

4.5.2. Cálculo Mecánico de Conductores

4.5.2.1. Consideraciones de diseño

El cálculo mecánico de conductores permite determinar los esfuerzos máximos y mínimos a los que se someterá el conductor en las diferentes hipótesis planteadas, así como determinar las flechas máximas resultantes, dimensionar la estructura a utilizar y distribuirlas en el perfil topográfico levantado.

Para el cálculo mecánico de conductores se ha considerado las características climáticas representativas de la zona del proyecto.

Las condiciones climatológicas del área del proyecto son sustentadas con información de temperaturas, velocidades de viento, obtenida de SENAMHI sin presencia de hielo y de información de campo. (América Móvil Perú S.A.C, 2009)

4.5.2.2. Características mecánicas de Conductor de Aleación de Aluminio

- Sección (mm²) 35
- N° de Alambres 7

- Diámetro exterior (mm) 7,5
- Diámetro alambres (mm) 2,5
- Masa total (kg/m) 0,094
- Coef. de expansión térmica (1/°C) $2,3 \times 10^{-6}$
- Módulo de Elasticidad Final (N/mm²) 60760
- Esfuerzo en rotura (N/mm²) 295,8
- Tiro de Rotura (Kg) 1110. (América Móvil Perú S.A.C, 2009)

4.5.2.3. Formulación de hipótesis de cálculo

Las hipótesis de carga que rigen el cambio de estado del conductor seleccionado, para las Redes Primarias, se establecen sobre la base de la visita de campo, zonificación del territorio del Perú, información de SENAMHI y las cargas definidas por el Código Nacional de Electricidad Suministro 2011, estas hipótesis son las siguientes:

HIPOTESIS 1: Condición de mayor duración (EDS inicial)

- EDS inicial : 18 %
- Temperatura : 20 °C
- Velocidad de viento : nula
- Sobrecarga de hielo : nula

HIPOTESIS 2 : De mínima temperatura

- Temperatura : 0 °C
- Velocidad de viento : 0
- Sobrecarga de hielo : nula

HIPOTESIS 3: De máxima velocidad del viento

- Temperatura : 5 °C
- Velocidad de viento : 90 km/h

- Sobrecarga de hielo : nula

HIPOTESIS 4: De máxima Temperatura

- Temperatura : $40\text{ }^{\circ}\text{C} + \text{CREEP}$
- Velocidad de viento : nula
- Sobrecarga de hielo : nula. (América Móvil Perú S.A.C, 2009)

4.5.2.4. Esfuerzos admisibles

De acuerdo a normas vigentes, el esfuerzo máximo admisible (tangencial) en los conductores, no debe ser superior al 60% del esfuerzo de rotura del conductor “Sr”. Para el conductor de AAAC, se tiene:

- Esfuerzo Mínimo de Rotura : $Sr = 2.15\text{ kg/mm}^2$
- Esfuerzo Máximo Admisible : $S_{max} = 6.86\text{ kg/mm}^2$

Para el presente proyecto se ha considerado un esfuerzo inicial EDS tal que el esfuerzo final EDS resultante sea menor o igual a 6.86 kg/mm^2 . En las siguientes hojas se presentan los resultados obtenidos del cálculo con el programa DLTCAD, en el cual se aprecia la variación del esfuerzo inicial y final, como resultado de diferentes corridas se concluye que para obtener un esfuerzo EDS final de 6.86 kg/mm^2 se deberá tener un esfuerzo EDS inicial de 2.15 kg/mm^2 (18% del esfuerzo de rotura). Con las consideraciones mencionadas, en este proyecto se considera como esfuerzo EDS inicial el 18 % de la capacidad de rotura del conductor, con los valores resultantes se ha calculado las prestaciones de las estructuras. La distribución de estas se efectuó considerando el esfuerzo EDS final, el cual depende de los vanos y oscila entre el 10 y 13% del esfuerzo de rotura. (América Móvil Perú S.A.C, 2009)

4.5.2.5. Consideraciones para el cálculo

“El régimen de tensado de los conductores corresponde básicamente a las condiciones de EDS o tracción media de cada día, de temperatura mínima, esfuerzo máximo, formación de hielo y de flecha máxima” (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

4.5.2.5.1. Condiciones de Esfuerzo Medio (EDS):

“Se considerará como esfuerzo inicial, para los conductores de Aleación de Aluminio (AAAC) en condiciones medias (EDS), el 18 % del esfuerzo de rotura” (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018).

4.5.2.5.2. Condición de Temperatura Mínima:

“Corresponde al esfuerzo que se da en las condiciones de mínima temperatura ambiente, con una presión de viento nulo y sin sobrecarga de hielo” (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018).

4.5.2.5.3. Condición de Viento Máximo:

En esta condición se considera la mínima temperatura ambiente y presión por viento máxima. Esta condición define usualmente el límite de las prestaciones mecánicas de las estructuras seleccionadas; cuyos valores corresponden a las condiciones límites en que se dan los esfuerzos longitudinales producidos por los conductores, esto es hasta el 60 % de esfuerzo de rotura. (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

4.5.2.5.4. Condición de Temperatura Máxima o Flecha Máxima:

Esta condición corresponde a la máxima dilatación térmica que se prevé en los conductores, con la máxima temperatura y sin considerar sobrecarga de viento. (América Móvil Perú S.A.C, 2009)

Carga unitaria resultante del conductor: (W_r)

$$W_r = [(W_c + 0.0029(C^2 + \phi_c C))^2 + (P_v(\phi_c + 2C)/1000)^2]^{1/2}$$

$$P_v = K \times v^2$$

Donde:

W_c : Peso propio del conductor

v : Velocidad del viento

ϕ_c : Diámetro exterior del conductor

C : Espesor de hielo sobre el conductor

P_v : Carga adicional debido a la presión del viento

K : Constante de los Conductores de Superficie Cilíndrico (0,041). (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

Ecuación de Cambio de Estado:

$$T_{02}^3 - [T_{01} - \frac{d^2 E W_{R1}^2}{24 S^2 T_{01}^2} - \alpha E (t_2 - t_1)] T_{02} = \frac{d^2 E W_{R2}^2}{24 S^2}$$

Donde:

T_{01} : Esfuerzo horizontal en el conductor para la condición 1

T_{02} : Esfuerzo horizontal en el conductor para la condición 2

d : Longitud del vano

E : Módulo de Elasticidad del conductor

S : Sección del conductor

W_{R1} : Carga resultante del conductor en la condición 1

W_{R2} : Carga resultante del conductor en la condición 2

t_1 : Temperatura del conductor en la condición 1

t_2 : Temperatura del conductor en la condición 2

α : Coeficiente de expansión térmica, en $1/^\circ\text{C}$. (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

Esfuerzo del conductor en el extremo superior derecho: (T_D)

$$T_D = T_0 \text{Cosh}(X_D/p)$$

Donde:

$$p = T_0 * S / W_R, \text{ y:}$$

W_r : Carga resultante del conductor

X_D : Distancia del punto más bajo de la catenaria al apoyo derecho

S : Sección del conductor. (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

Esfuerzo del conductor en el extremo superior izquierdo: (T_I)

$$T_D = T_0 \text{Cosh}(X_I/p)$$

Angulo del conductor respecto a la línea horizontal en el apoyo derecho: (θ_D)

$$\theta_D = \cos^{-1} (T_0 / T_D)$$

Angulo del conductor respecto a la línea horizontal en el apoyo izquierdo: (θ_I)

$$\theta_I = \cos^{-1} (T_0 / T_I)$$

Distancia del punto más bajo de la catenaria al apoyo izquierdo: (X_I)

$$X_I = -p \left[\sinh^{-1} \left(\frac{h/d}{\left(\left(\sinh \left(\frac{d}{p} \right) \right)^2 - \left(\cosh \left(\frac{d}{p} \right) - 1 \right)^2 \right)^{1/2}} \right) - \tanh^{-1} \left(\frac{\cosh \left(\frac{d}{p} \right) - 1}{\sinh \left(\frac{d}{p} \right)} \right) \right]$$

Donde:

$$p = T_0 * S / W_R , y:$$

W_r : Carga resultante del conductor

S : Sección del conductor

T : Esfuerzo en la hipótesis considerada

d : Vano

h : Desnivel del vano. (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

Distancia del punto más bajo de la catenaria al apoyo izquierdo: (X_D)

$$X_D = d - X_I$$

Longitud del conductor: (L)

$$L = \{ [2 p \operatorname{Senh}(d/2p)]^2 + h^2 \}^{1/2}$$

Flecha del conductor: (f)

$$f = p \left[\frac{\operatorname{Cosh}(X_I / p) - \operatorname{Cosh}(d - X_I) / p}{2} \right] + h$$

Saeta del conductor: (s)

$$s = p \left[\operatorname{Cosh}(X_I / p) - 1 \right]$$

Vano - Peso: (Vp)

$$Vp = X_D(i) + X_I(i+1)$$

Vano - Medio: (VM)

$$VM = \frac{d(i) + d(i+1)}{2}$$

Cálculo del vano básico (V_b)

El vano básico o equivalente será igual a cada vano real para estructuras con aisladores rígidos tipo PIN. En estructuras con cadena de aisladores tipo Suspensión, el vano equivalente será único para los tramos comprendidos entre estructuras de anclaje, y a este vano equivalente, le corresponde un esfuerzo horizontal constante. (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

La fórmula empleada es la siguiente:

$$V_b = \left[\frac{\sum (L_i^3 \operatorname{Cos} \Psi)}{\sum (L_i / \operatorname{Cos} \Psi)} \right]^{1/2}$$

4.5.2.5.5. Resultados en Software DLTCAD

Con las consideraciones de diseño descritas, se ha realizado el cálculo mecánico de conductores empleando un programa de cómputo especializado (DLTCAD), el cual analiza desde el punto de vista técnico y económico, considerando las curvas de deformación unitaria de los conductores

empleados, las diferentes hipótesis de cálculo planteadas, que pudieran suscitarse teniendo en cuenta las características geográficas del terreno. En la siguiente hoja se presentan los resultados de los cálculos mecánicos. (América Móvil Perú S.A.C, 2009)

4.5.3. Cálculo Mecánico de Estructuras

4.5.3.1. Consideraciones de diseño

Estos cálculos tienen por objeto determinar las cargas mecánicas en postes, cables de retenida y sus accesorios, de manera que, en las condiciones más críticas, no se supere los esfuerzos máximos previstos en las normas indicadas en el ítem 1 y demás normas vigentes. Para el cálculo mecánico de estructuras se ha considerado las siguientes cargas. (América Móvil Perú S.A.C, 2009)

4.5.3.1.1. Cargas Horizontales

Carga debida al viento sobre los conductores y las estructuras y carga debido a la tracción del conductor en ángulos de desvío topográfico, con un coeficiente de seguridad de 2,2. Solamente para condiciones normales (Hipótesis I) y la de máxima carga de viento (Hipótesis III). (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

4.5.3.1.2. Cargas Verticales

Carga vertical debida al peso de los conductores, aisladores, crucetas, peso adicional de un hombre con herramientas y componente vertical transmitida por las retenidas en el caso que existieran. Se determinará el vano peso en cada una de las estructuras y para cada una de las hipótesis de diseño (I, II, III, y IV), el cual definirá la utilización de una estructura de suspensión o de anclaje. (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

4.5.3.1.3. Cargas Longitudinales

“Cargas producidas por cada uno de los vanos a ambos lados de la estructura y para cada una de las hipótesis de diseño (I, II, III, y IV)” (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018).

4.5.3.1.4. Deflexión del poste

“Se calculará para todas las estructuras verificando no superar la deflexión máxima de 4% de la longitud libre del poste en la hipótesis EDS” (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018).

4.5.3.2. Tipos de estructuras

Las estructuras de las Redes primarias están conformadas por uno, dos o tres postes, y tienen la configuración de acuerdo con la función que van a cumplir.

Los parámetros que definen la configuración de las estructuras y sus características mecánicas son:

- Distancia mínima al terreno en la condición de hipótesis de mayor flecha
- Distancias mínimas de seguridad entre fases en la condición de máxima temperatura.
- Angulo de desvío topográfico
- Vano – viento
- Vano – peso.

Según la función de la línea, las estructuras serán seleccionadas como sigue. (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

4.5.3.2.1. Estructuras de alineamiento

“Se usarán fundamentalmente para sostén de la línea en alineaciones rectas. También se considera estructuras de alineamiento a una estructura situada entre dos alineaciones distintas que forman un ángulo de desviación de hasta 5°” (América Móvil Perú S.A.C, 2009).

4.5.3.2.2. Estructuras angulares

“Se usarán para sostén de la línea en los vértices de los ángulos que forman dos alineaciones distintas cuyo ángulo de desviación excede de 5°” (América Móvil Perú S.A.C, 2009).

4.5.3.2.3. Estructuras terminales

“Se utilizará para resistir en sentido de la línea el tiro máximo de todos los conductores de un mismo lado de la estructura” (América Móvil Perú S.A.C, 2009).

4.5.3.2.4. Estructuras de Retención o Anclaje

“Se utilizarán como estructura rompe tramo” (América Móvil Perú S.A.C, 2009).

4.5.3.2.5. Estructuras especiales

“”Serán aquellas que tienen una función diferente a las estructuras definidas anteriormente, entre ellas tenemos las estructuras de derivación utilizada para derivar la línea en dirección transversal a su recorrido principal o estructuras que serán utilizadas para vanos mayores” (América Móvil Perú S.A.C, 2009).

4.5.3.3. Hipótesis de cálculo

“En el presente proyecto, tratándose de redes primarias de electrificación rural, se considera para los cálculos de las estructuras, solo las condiciones normales; por tanto, no se considerará hipótesis de rotura de conductor, de acuerdo a la Norma MEM/DEP 501” (América Móvil Perú S.A.C, 2009).

4.5.3.4. Factores de seguridad

Los factores de seguridad para estructuras y crucetas serán las siguientes:

- Postes de CAC : 2,0
- Cruceta de madera: 4,0
- Retenidas : 2,0

4.5.3.5. Cargas previstas (PARA EL REFUERZO DE RED)

Para el cálculo de las prestaciones mecánicas de estructuras, de acuerdo al tipo de estructura, se ha previsto las siguientes cargas:

Estructuras de alineamiento: PS1

- Conductores sanos

- Viento máximo perpendicular al eje de la línea. (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

Estructuras de ángulo (5° - 30°): PA1

- Conductores sanos
- Resultante angular del tiro máximo
- Carga del viento correspondiente al estado de tiro máximo en la dirección de la resultante. (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

Estructuras de Retención/Suspensión: PR3

- Conductores sanos
- Tiro Máximo de todos los conductores
- Carga del viento correspondiente al estado de tiro máximo en dirección a la línea. (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

Estructuras de Fin de línea: F-1

- Conductores sanos
- Tiro Máximo de todos los conductores
- Carga del viento correspondiente al estado de tiro máximo en dirección a la línea. (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

4.5.3.6. Cargas previstas (PARA EL NUEVO SISTEMA DE UTILIZACIÓN)

Para el cálculo de las prestaciones mecánicas de estructuras, de acuerdo al tipo de estructura, se ha previsto las siguientes cargas:

Estructuras de alineamiento: PS1-3L

- Conductores sanos
- Viento máximo perpendicular al eje de la línea

Estructuras de ángulo (60° - 90°): PA3-3

- Conductores sanos
- Resultante angular del tiro máximo

- Carga del viento correspondiente al estado de tiro máximo en la dirección de la resultante. (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

Estructuras de Fin de línea: TS3

- Conductores sanos
- Tiro Máximo de todos los conductores
- Carga del viento correspondiente al estado de tiro máximo en dirección a la línea. (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

4.5.3.7. Características de los postes de concreto EXISTENTES

La estructura de soporte de la red primaria será de poste de concreto centrifugado, con las siguientes características:

- Tipo de poste : CAC
- Longitud de poste (m) : 12
- Circunferencia en la punta (cm) : 50.3/56.5
- Circunferencia en la línea de empotramiento (cm) : 98.3/104.6
- Carga de rotura en la cabeza (kg) : 200/300
- Longitud de empotramiento (m) : 1,80
- Altura de aplicación de la carga de rotura (m) : 0,15. (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

4.5.3.8. Características de los postes de concreto NUEVA RED UTILIZACIÓN

La estructura de soporte de la red primaria será de poste de concreto centrifugado, con las siguientes características:

- Tipo de poste : CAC
- Longitud de poste (m) : 14
- Circunferencia en la punta (cm) : 59.7/65.9
- Circunferencia en la línea de empotramiento (cm) : 118.4/127.2
- Carga de rotura en la cabeza (kg) : 300/400

- Longitud de empotramiento (m) : 2,00
- Altura de aplicación de la carga de rotura (m) : 0,15. (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

4.5.3.9. Consideraciones para el cálculo

a) Momento debido a la carga del viento sobre los conductores:

$$MVC = (Pv) (d) (\varnothing c) (\Sigma hi) \text{Cos } \alpha/2$$

b) Momento debido a la carga de los conductores en estructuras de alineamiento y ángulo:

$$MTC = 2 (Tc) (\Sigma hi) \text{Sen } (\alpha/2)$$

c) Momento debido a la carga de los conductores en estructuras terminales:

$$MTC = (Tc) (\Sigma hi)$$

d) Momento debido a la carga del viento sobre la estructura:

$$MVP = [(Pv) (hl)^2 (Dm + 2 Do)] / 600$$

e) Momento debido al desequilibrio de cargas verticales:

$$MCW = (Bc) [(Wc) (d) (Kr) + WCA + WAD]$$

f) Momento total para hipótesis de condiciones normales en estructuras de alineamiento y ángulo sin retenidas:

$$MRN = MVC + MTC + MCW + MVP$$

g) Momento total en estructuras terminales:

$$MRN = MTC + MVP$$

h) Esfuerzo del poste de madera en la línea de empotramiento en hipótesis de condiciones normales:

$$R_H = \frac{MRN}{3,13 \times 10^{-5} \times C^3}$$

i) Carga crítica en el poste de madera debida a cargas de compresión:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{(kL)^2}$$

j) Deflexión máxima del poste de CAC:

$$\delta = \frac{MRN}{3 \times E \times I}$$

$$I = \frac{\pi \times D_m \times D_o}{64}$$

k) Esfuerzo de flexión en crucetas de madera:

$$R_c = \frac{M_a}{W_s}$$

$$M_a = \frac{b (hc)^2}{6}$$

$$M_a = (\Sigma Qv) \times (B_c)$$

Donde:

Pv: Presión de viento sobre superficies cilíndricas en Pa

D : Longitud del vano viento en m

Tc : Carga del conductor en N

Øc : Diámetro del conductor en m

∞ : Angulo de desvío topográfico

Do : Diámetro del poste en la punta en cm

Dm: Diámetro del poste en la línea de empotramiento en cm

hl : Altura libre del poste en m

hi : Altura de la carga i en la estructura con respecto al terreno en m

Bc : Brazo de la cruceta en m

Kr : Relación entre el vano peso y vano viento

Rc : Peso del conductor en N/m

WCA: Peso de la cruceta, aisladores y accesorios en N

WAD: Peso de un hombre con herramientas igual a 1 000 N

C : Circunferencia del poste en la línea de empotramiento en cm

E : Módulo de elasticidad del poste en N/cm²

I : Momento de inercia del poste en cm⁴

k : Factor que depende de la forma de fijación de los extremos del poste

l : Altura respecto al suelo del punto de aplicación de la retenida en m

hc : Lado de la cruceta paralelo a la carga en cm

b : Lado de la cruceta perpendicular a la carga en cm

ΣQ_v : Sumatoria de cargas verticales en N

Con las premisas y consideraciones de cálculo establecidas, se efectuó el cálculo de estructuras, cuyo resultado se presenta en el siguiente capítulo. (América Móvil Perú S.A.C, 2009)

4.6. SELECCIÓN DE EQUIPOS

4.6.1. Selección de Aisladores

Luego de los cálculos realizados se selecciona los aisladores con las siguientes características, que cumplen con lo calculado.

Tabla 20. Selección de aisladores según cálculos.

Descripción	Unidad	Valor	Aislador Seleccionado PIN	Aislador Seleccionado Suspensión
Tensión nominal del sistema	kV	22.9	22.9	22.9
Tensión máxima entre fases	kV	25	27	27
Tensión de sostenimiento a la onda 1.2/50 entre fases y fase-tierra.	kVp	135	170	225
Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase-tierra.	kV	54	90	100
Línea de fuga total.	mm	537	760	620

Fuente: Global Electric Solar E.I.R.L, (2022)

Como resultado y por recomendación de la concesionaria supervisora SEAL *utilizaremos Aisladores tipo PIN y Suspensión Poliméricos de 27kV.*

4.6.2. Selección del seccionador CUT-OUT

Basados en la práctica Corriente de la mayoría de los países Latinoamericanos y en algunos otros países, es que se da la siguiente **Tabla 21**, donde se muestran las características de los CUT-OUT a trabajar a diferentes niveles de Tensión.

Tabla 21. Selección Catálogo CUT-OUT - SEMAPI

Vn de servicio (kV) Valor eficaz	Vmax de servicio (kV) Valor eficaz	Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo Valor eficaz	Tensión soportada nominal a frecuencia industrial de corta duración Valor eficaz	Flameo a baja frecuencia en seco Valor eficaz	Nivel básico de aislamiento (BILL)	Numero de campanas 1 grup – 2 grup
6	9	20	10	60	95	4 - 4
10	12	40	20	70	110	5 - 5
13.2	15	60	28	70	110	5 - 5
22.9 (*)	25	75	38	90	150	6 - 6
	27	80	40	90	150	6 - 6
33	35	95	50	120	150	8 - 8
60	65	145	70	145	150	8 - 8

Fuente: ENCOEL S.R.L, (2022)

(*) Cut-Out seleccionado. Por sugerencia de la Concesionaria se elige un CUT OUT de 27KV.

4.6.3. Cálculo de Fusibles para Media Tensión

Para la celda de seccionamiento Aérea CUT-OUT considerando una tensión de 22.9KV y potencia de 1200KVA, se tienen los siguientes valores para el cálculo de los fusibles tipo K.

De la **Ecuación 4.4.4**, hallada en el **Ítem 4.4.3.1**, se tiene el valor:

$$I_{d-UT} = 30.2542 A$$

Por consideraciones del Código Nacional de Electricidad el valor obtenido de la corriente nominal deberá ser multiplicado por el 50% del mismo, para la selección de los Fusibles

$$I_f = I_{d-UT} * 1.5 \quad (\text{Ec. 4.6.1})$$

Donde:

I_f : Intensidad del fusible, [A].

I_{d-UT} : Intensidad de diseño del Sistema, [A].

Reemplazando en la ecuación nos da como resultado:

$$I_f = 45.3812 A$$

Para los seccionadores tipo CUT OUT, seleccionamos los **fusibles tipo K de 45 A**.

4.6.4. Selección del Pararrayos

Para la selección de pararrayos se tomaron en cuenta los niveles de tensión empleados en el proyecto (22.9 kV - trifásico aterrado). La máxima sobretensión temporal que ocurren en un sistema debido a fallas, puede ser determinadas de la siguiente ecuación:

$$TOV_{SIST} = k \cdot U_{MAX} \quad (\text{Ec. 4.6.2})$$

Donde:

TOV_{SIST} : Máxima tensión de operación, [A].

k : Factor de sobretensión o factor de aterramiento (depende del tipo de aterramiento del neutro del sistema), [-].

U_{MAX} : Máxima tensión de operación fase tierra del sistema, [A].

El factor de sobretensión consiste en la relación la máxima sobretensión fase tierra a frecuencia fundamental durante una falla fase tierra en cualquier punto del sistema y el valor eficaz de la tensión fase tierra en condiciones normales, utilizando los siguientes valores de factor de aterramiento reemplazando en la **ecuación 4.6.2**, nos dará como resultado:

- Para sistemas aterrados, $k = 1,4$
- Para sistemas aislados, $k = 1,9$ kV

Reemplazando valores tenemos:

$$TOV_{SIST} = 1.4(14.4338) = 20.2073 KV$$

Se concluye que, para el nivel de tensión de 22.9 kV, la máxima tensión de operación TOV es de 14.4338 kV, **seleccionándose el de 24 kV**, siguiendo las recomendaciones y experiencias de la empresa concesionaria del área del proyecto. (Ministerio de Energía y Minas, 2020)

4.6.5. Selección del interruptor de potencia

Para la selección del Interruptor de Potencia de corte en Vacío, este se determinará mediante la **ecuación de Corriente de Choque** o Corriente cortocircuito asimétrica y la no menos importante la **Corriente Térmica** debido al corto circuito:

$$I_{CH} = T * \sqrt{2} * I_{CC} \quad (\text{Ec. 4.6.3})$$

Donde:

I_{CH} : Corriente de Choque o Corriente cortocircuito asimétrica, [kA].

T : Constante de relación entre Resistencia y Reactancia, [-].

I_{CC} : Corriente cortocircuito simétrica, [kA].

Mediante la **ecuación 4.6.3** reemplazando con los siguientes valores, se obtendrá la **corriente de choque**:

$$T = 2.88$$

$$I_{CC} = 5.0424 \text{ kA}$$

$$I_{CH} = 20.5374 \text{ kA}$$

Para la **Corriente Térmica**, la cual será afectada debido al corto circuito que se producirá en cualquier siniestro, esta someterá a nuestro interruptor de potencia a efectos de los cambios bruscos de temperatura, los cuales se calculan mediante la siguiente expresión:

$$I_T = I_{CC} \sqrt{m + n} \frac{1}{t} \quad (\text{Ec. 4.6.4})$$

Donde:

I_T : Corriente térmica debido al corto circuito, [kA].

t : Tiempo de falla, [s].

m : Influencia de la componente continua de corriente, [-].

n : Influencia de la componente alterna de corriente, [-].

I_{CC} : Corriente cortocircuito simétrica, [kA].

Reemplazando valores en la **ecuación 4.6.4** con los siguientes valores, nos da como resultado la **corriente térmica** debido al corto circuito:

$$I_{CC} = 5.0424 \text{ kA}$$

$$m = 0.1 \text{ y } m = 1$$

$$t = 1 \text{ s}$$

$$I_T = 5.2885 \text{ kA}$$

Con los datos obtenidos de las **ecuaciones (4.6.3), (4.6.4)** y los calculados en la **Tabla 6**, presentados a continuación nos servirán para seleccionar el Interruptor de Potencia adecuado comparando con la Tabla del fabricante:

Tabla 22. Interruptor de Potencia IFTC de corte en Vacío.

Características Eléctricas:				
Tensión nominal (kV)	7,2	12	24	36
Nivel de aislamiento				
50 HZ / 1min (kV eficaz)	20	38	55	70
1,2/50 mseg (kV cresta)	60	95	135	170
Capacidad de ruptura				
Transformador en vacío (A)	16			
Cables en vacío (A)	25			50
Corriente de corta duración (kA/1seg. - Valor Máx.)	25	16/20		
Corriente Nominal (A)	630			
Máxima capacidad de ruptura				
Unidades:				
IM – IMB – IMC	630 A			
QM – QMB	25 kA	20 kA	16 kA	
DM1-A, DM1-D	25 kA	20 kA		
CRV	25 KA			

Fuente: ENCOEL S.R.L, (2022)

Del catálogo del fabricante como se aprecia en la **Tabla 22**, se tomará el valor para una **tensión nominal de 24kV** para compararlos en la siguiente **Tabla 23** con los valores calculados para la selección del Interruptor de Potencia.

Tabla 23. Comparación de valores para la elección del Interruptor de Potencia.

Nº	Características Eléctricas a Comparar	Valor Calculado	Valor de Catálogo
1	Tensión Nominal (KV)	22.9	24
2	Poder de Corte (KA)	5.0424	20
3	Poder de Conexión (KA)	20.5374	50 (=2.5Pdc)
Nivel de Aislamiento			
4	Tensión no disruptiva al Impulso (KV)	135	135
5	Tensión a la frecuencia Industrial (KV)	54	55

Fuente: Elaboración Propia.

Comparando los valores calculados con los del fabricante, se observa que este Interruptor de Potencia podrá cumplir con los requerimientos que exige nuestro tan ansiado sistema de utilización. Seleccionando al **Interruptor de Potencia de corte en Vacío modelo IFT/C** el cual tendrá una celda de remonte para el ingreso de la energía.

4.7. CURVA DE DAÑO DEL TRANSFORMADOR DE 1200 KVA Y CORRIENTE INRUSH

La curva de daño del transformador de potencia de 1200 KVA, se calculó de acuerdo a la norma ANSI C57.109, con los datos siguientes:

CURVA DE DAÑO DE TRANSFORMADORES

Capacidad: KVA

Impedancia Z: %

Tensión primaria: V

Corriente Primaria: **30.25416** A

Tensión secundaria: V

Corriente Secundaria: **1823.211** A

FM:

Z fuente: %

Categoría: **Cat 2**

Mag Inrush:

Enfriamiento:

Tensión de Ref:

Devanados:

Frecuencia de Falla:

Norma a Usar: **ANSI C57.109**




Figura N° 4.7-1. Datos ingresados en Macros para curva de transformadores en aceite.

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, la curva de daño del transformador de potencia de 1200 KVA será el siguiente:

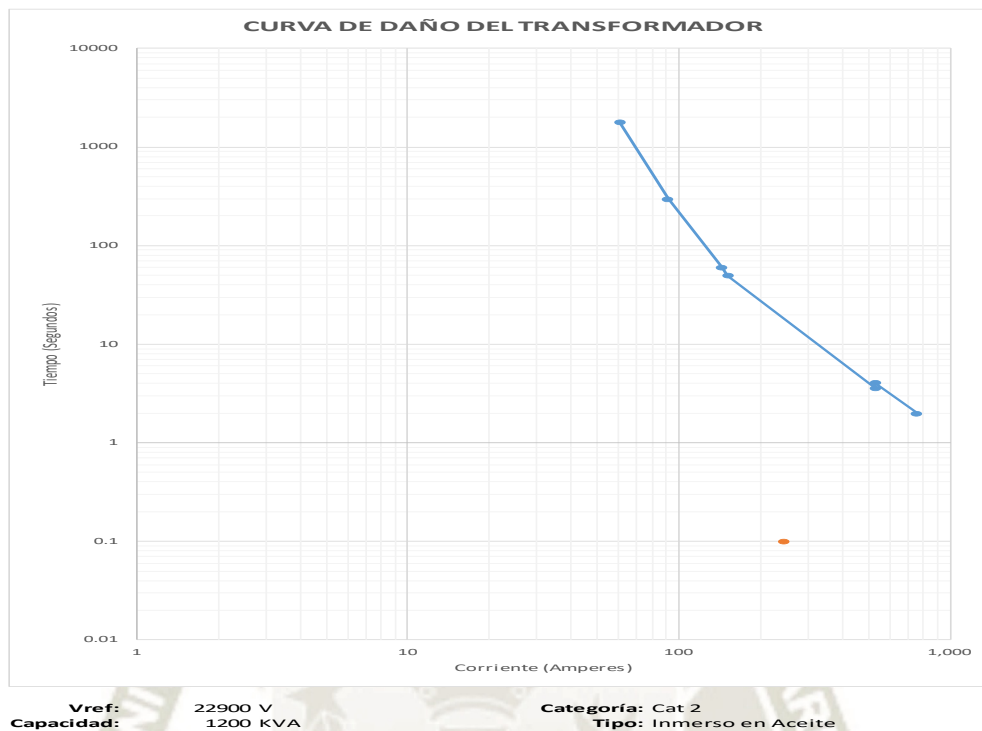


Figura N° 4.7-2. Curva de daño del transformador en Macros.

Fuente: Elaboración propia

4.8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPOS PREVIAMENTE SELECCIONADOS

En esta parte del Capítulo III detallamos condiciones generales que cubren aspectos genéricos a las especificaciones técnicas de diseño, fabricación y características de los diferentes materiales y/o equipos electromecánicos a utilizarse en las Redes Primarias y subestación tipo caseta. Cabe resaltar que dichos materiales y equipos ya fueron seleccionados en el presente capítulo con su respectivo cálculo justificativo. Detallamos a continuación:

- a) Especificaciones Técnicas de Postes C.A.C.
- b) Especificaciones Técnicas de Crucetas Metálicas Angulares de A°G°.
- c) Especificaciones Técnicas de Aisladores tipo PIN Poliméricos de 27kV.
- d) Especificaciones Técnicas de Aisladores tipo Suspensión Poliméricos de 27kV.
- e) Especificaciones Técnicas de Conductores de Aleación de Aluminio.

- f) Especificaciones Técnicas de Conductores Eléctricos Aislados N2XSY.
- g) Especificaciones Técnicas de Conductores Eléctricos Aislados NYY.
- h) Especificaciones Técnicas de Fusibles de Expulsión tipo K.
- i) Especificaciones Técnicas de Pararrayos.
- j) Especificaciones Técnicas de la celda de Transformación con transformador.
- k) Especificaciones Técnicas de la celda de Seccionamiento IFTC.
- l) Especificaciones Técnicas de la celda de Baja Tensión.
- m) Especificaciones Técnicas de Material para puestas a Tierra. (Ministerio de energía y minas, 2003)

4.8.1. Especificaciones Técnicas de Postes C.A.C.

4.8.1.1. Normas a las que se rigen

Los postes materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación:

- INDECOPI NTP 339.027 POSTES DE HORMIGON (CONCRETO) ARMADO PARA LÍNEAS AÉREAS. (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual INDECOPI, 2020)

4.8.1.2. Características Técnicas

Tal como se especifica en la Norma, los postes de concreto armado serán centrifugados y tendrán forma troncocónica; el acabado exterior deberá ser homogéneo, libre de fisuras, cangrejeras y escoriaciones; tendrán las características y dimensiones que se consignan en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

La relación de la carga de rotura (a 0,15 m debajo de la cima) y la carga de trabajo será igual o mayor a 2.

A 3 m de la base del poste, en bajorrelieve, deberá implementarse una marca que permita inspeccionar la profundidad de empotramiento luego de instalado el poste.

Los postes deberán llevar impresa con caracteres legibles e indelebles y en lugar visible, cuando estén instalados, la información siguiente:

a) Marca o nombre del fabricante

b) Designación del poste: $l/c/d/D$; donde:

l = longitud en m

c = carga de trabajo en daN con coeficiente de seguridad 2

d = diámetro de la cima en mm

D = diámetro de la base, en mm

c) Fecha de fabricación

Los agujeros que deben tener los postes, así como sus dimensiones y espaciamientos entre ellos se muestran en las láminas del proyecto. (Ministerio de energía y minas, 2022)

Así mismo los postes serán protegidos con pintura impermeabilizante incolora (sellador a base de polímeros de alto lustre y rápida penetración en concreto), contra la corrosión atmosférica, sustancias alcalinas y químicas débiles, en una longitud de 2.40 m medidos desde su base. (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

Por medio de la Tabla se presentan los datos técnicos para Postes C.A.C. con valores requeridos ya normados.

Tabla 24. Datos Técnicos Garantizados de Postes de Concreto.

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1	FABRICANTE		
2	TIPO		CENTRIFUGADO
3	NORMAS DE FABRICACION		INDECOPI NTP-339-027
4	LONGITUD DEL POSTE	m	9 14 14
5	DIAMETRO EN LA CIMA	mm	120 160 180
6	DIAMETRO EN LA BASE	mm	255 370 390
7	CARGA DE TRABAJO A 0.15 m DE LA CIMA	daN	300 300 400
8	COEFICIENTE DE SEGURIDAD		2
9	MASA DE UNIDAD	Kg	

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2022)

4.8.2. Especificaciones Técnicas de Crucetas Metálicas Angulares de A°G°.

4.8.2.1. Normas a las que se rigen

Las crucetas materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación:

- NTC 1 Ensayo de doblamiento para productos de acero.
- NTC 2 Ensayo de tracción para productos de acero.
- NTC 23 Determinación gravimétrica de carbono por combustión directa en aceros al carbono.
- NTC 24 Determinación del manganeso en aceros al carbono. Método del persulfato.
- NTC 25 Determinación del manganeso en aceros al carbono. Método del bismutato.
- NTC 27 Determinación del azufre en aceros al carbono. Método de evolución.
- NTC 180 Método gasométrico para determinación de carbono por combustión directa en hierros y aceros al carbono.
- NTC 181 Aceros al carbono y fundiciones de hierro. Método alcalimétrico para determinación de fósforo.
- NTC 402 Metalurgia. Perfiles de acero laminados al caliente. Ángulos de alas iguales y ángulos de alas desiguales. Tolerancias en dimensiones y en masa. Segunda revisión.
- NTC 1097 Control estadístico de calidad, inspección por atributo, planeo de muestra única, doble y múltiple.
- NTC 1920 Metalurgia. Acero estructural
- NTC 2076 Electricidad. Galvanizado por inmersión en caliente para herrajes y perfiles estructurales de hierro y acero.
- NTC 2616 Electrotecnia. Crucetas, diagonales y bayonetas metálicas. (Ministerio de energía y minas, 2003)

4.8.2.2. Características Técnicas

Las características técnicas garantizadas de las crucetas metálicas angular en acero galvanizado son las siguientes:

- Dimensiones 75mm x 75mm x 2400mm
- Proceso de galvanizado ASTM 2076
- Certificado de conformidad de producto: Con Norma técnica Con RETIE 11 Certificado de calidad ISO 9001 versión 2008. (Ministerio de Energía y Minas, 2022)

4.8.3. Especificaciones Técnicas de Aisladores tipo PIN Poliméricos de 27kV.

4.8.3.1. Normas a las que se rigen

Los aisladores tipo Line Post, materia de esta especificación, cumplirán, en lo que sea pertinente, con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de convocatoria de la licitación:

- ANSI C29.11 AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR COMPOSITE SUSPENSION INSULATORS FOR OVERHEAD TRANSMISSION LINES TESTS.
- IEC 1109 COMPOSITE INSULATORS FOR A. C. OVERHEAD LINES WITH A NOMINAL VOLTAGE GREATER THAN 1000 V – DEFINITIONS, TEST METHODS AND ACCEPTANCE CRITERIA.
- IEC 815 GUIDE FOR SELECTION OF INSULATORS IN RESPECT OF POLLUTED CONDITIONS.
- ASTM A153 SPECIFICATION FOR ZINC COATING (HOT DIP) ON IRON AND STEEL HARDWARE. (Ministerio de Energía y Minas, 2022)

4.8.3.2. Características Técnicas

a. Núcleo

El núcleo será de fibra de vidrio reforzado con resina epóxica de alta dureza resistente a los ácidos y, por tanto, a la rotura frágil; tendrá forma

cilíndrica y estará destinado a soportar las cargas mecánicas de flexión, compresión y tracción aplicadas al aislador. (Gala Miranda, 2022)

b. Recubrimiento del núcleo

El núcleo de fibra de vidrio tendrá un revestimiento hidrófugo de Goma de Silicón de una sola pieza aplicado por extrusión o moldeo por inyección. Este recubrimiento no tendrá juntas ni costuras, será uniforme, libre de imperfecciones y estará firmemente unido al núcleo; tendrá un espesor mínimo de 3 mm en todos sus puntos. (Undein, 2022)

c. Aletas aislantes

Las aletas aislantes serán, también hidrófugas de Goma de Silicón y estarán firmemente unidas a la cubierta del núcleo de fibra de vidrio por moldeo como parte de la cubierta. Presentarán diámetros uniformes o diferentes y tendrán un perfil diseñado de acuerdo con las recomendaciones de la Norma IEC 815. La longitud de la línea de fuga requerida deberá lograrse mediante la provisión del necesario número de aletas. El recubrimiento y las aletas serán de color gris. (Instituto ecuatoriano de normalización, 2013)

d. Herrajes de los extremos

La base-soporte del aislador Line Post será de acero forjado galvanizado de las dimensiones apropiadas para soportar las cargas mecánicas especificadas en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados; tendrá un agujero roscado de 20,64 mm de diámetro para conectarse a espárrago de 19 mm de diámetro. El extremo terminal para conectarse al conductor será de aleación de aluminio y tendrá la forma y dimensiones aproximadas que se muestran en los planos del proyecto. Los elementos de hierro y acero serán galvanizados de acuerdo con la clase “C”, según la norma ASTM A153. El suministro incluirá los espárragos y braquetes de fijación cuyas dimensiones y características geométricas se muestran en los planos. La capacidad mecánica de estos accesorios será definida por el proveedor y será compatible con la del aislador. (Instituto ecuatoriano de normalización, 2013)

Tabla 25. Datos Técnicos Garantizados de los Aisladores PIN Poliméricos de 27kV.

Nº	CARACTERISTICAS	UND	VALOR REQUERIDO
1	Normas del Aislador Aplicables		IEC-1109, ANSI-29.11
2	Tensión de Diseño	Kv	27
3	Material del Núcleo		Fibra de Vidrio Reforzada
4	Material recubrimiento del Núcleo		Goma de Silicón
5	Material de las Campanas		Goma de Silicón
6	Material del Soporte Base		Acero Forjado
7	Material del Terminal Extremo		Aleación de Aluminio
8	Normal de Galvanización		ASTM 153
DIMENSIONES Y MASA			
9	Longitud de Línea de Fuga	mm	703
10	Distancia de arco en seco	mm	270
	Numero de aletas		7
VALORES DE RESISTENCIA MECANICA			
11	Carga Mecánica de Flexión	KN	10
12	Carga Mecánica de Compresión	KN	8
13	Carga Mecánica de Tracción	KN	---
TENSIONES ELECTRICAS DE PRUEBA			
14	Tensión crítica de flameo al Impulso		
	Positiva	Kv	192
	Negativa	Kv	208
15	Tensión de flameo a baja frecuencia		
	En seco	Kv	124
	Bajo Lluvia	Kv	92

Fuente: Global Electric Solar E.I.R.L, (2022)

4.8.4. Especificaciones Técnicas de Aisladores tipo Suspensión Poliméricos de 27kV.

4.8.4.1. Normas a las que se rigen

Los aisladores materia de esta especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de convocatoria de la licitación:

- ANSI C29.11 AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR COMPOSITE SUSPENSIÓN INSULATORS FOR OVERHEAD TRANSMISSION LINES TESTS
- IEC 1109 COMPOSITE INSULATORS FOR A. C. OVERHEAD LINES WITH A NOMINAL VOLTAGE GREATER THAN 1000 V – DEFINITIONS, TEST METHODS AND ACCEPTANCE CRITERIA.
- IEC 815 GUIDE FOR SELECTION OF INSULATORS IN RESPECT OF POLLUTED CONDITIONS

- ASTM A153 SPECIFICATION FOR ZINC COATING (HOT DIP) ON IRON AND STEEL HARDWARE. (Bravo Revilla Víctor Andree, 2018)

4.8.4.2. Características Técnicas

a. Núcleo

El núcleo será de fibra de vidrio reforzada con resina epóxica de alta dureza, resistente a los ácidos y, por tanto, a la rotura frágil; tendrá forma cilíndrica y estará destinado a soportar la carga mecánica aplicada al aislador. El núcleo deberá estar libre de burbujas de aire, sustancias extrañas o defectos de fabricación. (Undein, 2022)

b. Recubrimiento del núcleo

El núcleo de fibra de vidrio tendrá un revestimiento hidrófugo de goma de silicón de una sola pieza aplicado por extrusión o moldeo por inyección. Este recubrimiento no tendrá juntas ni costuras, será uniforme, libre de imperfecciones y estará firmemente unido al núcleo; tendrá un espesor mínimo de 3 mm en todos sus puntos. (Undein, 2022)

c. Aletas aislantes

Las aletas aislantes serán, también hidrófugas de goma de silicón, y estarán firmemente unidos a la cubierta del cilindro de fibra de vidrio por moldeo como parte de la cubierta; presentarán diámetros iguales o diferentes y tendrán, preferiblemente, un perfil diseñado de acuerdo con las recomendaciones de la Norma IEC 815. La longitud de la línea de fuga requerida deberá lograrse con el necesario número de aletas. El recubrimiento y las aletas serán de color gris. (Undein, 2022)

d. Herrajes de los extremos

Los herrajes extremos para los aisladores de suspensión estarán destinados a transmitir la carga mecánica al núcleo de fibra de vidrio. La conexión entre los herrajes y el núcleo de fibra de vidrio se efectuará por medio de compresión radial, de tal manera que asegure una distribución uniforme de la carga alrededor de este último. Los herrajes para los aisladores tipo

suspensión deberán ser de acero forjado o hierro maleable; el galvanizado corresponderá a la clase “C” según la norma ASTM A153. (Undein, 2022)

Tabla 26. Datos Técnicos Garantizados de Aisladores Suspensión Poliméricos de 27kV.

N°	CARACTERISTICAS	UND	VALOR REQUERIDO
1	Normas Aplicables		IEC-1109, ANSI-29.11
2	Tensión de Diseño	Kv	27
3	Material del Núcleo		Fibra de Vidrio Reforzada
4	Material recubrimiento del Núcleo		Goma de Silicón
5	Material de las Campanas		Goma de Silicón
6	Material del Soporte Base		Acero Forjado
7	Material del Terminal Extremo		Aleación de Aluminio
8	Normal de Galvanización		ASTM 153
DIMENSIONES Y MASA			
9	Longitud de Línea de Fuga	mm	703
10	Distancia de arco en seco	mm	240
	Numero de campanas		7
VALORES DE RESISTENCIA MECANICA			
11	Carga Mecánica de Flexión	KN	70
12	Carga Mecánica de Compresión	KN	---
13	Esfuerzo de torsión	N-m	60
TENSIONES ELECTRICAS DE PRUEBA			
14	Tensión crítica de flameo al Impulso		
	Positiva	Kv	187
	Negativa	Kv	202
15	Tensión de flameo a baja frecuencia		
	En seco	Kv	114
	Bajo Lluvia	Kv	87

Fuente: Global Electric Solar E.I.R.L, (2022).

4.8.5. Especificaciones Técnicas de Conductores de Aleación de Aluminio.

4.8.5.1. Normas a las que se rigen

El conductor de aleación de aluminio, materia de la presente especificación, cumplirá con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación:

Para Inspección y pruebas:

- IEC 61089 ROUND WIRE CONCENTRIC LAY OVERHEAD ELECTRICAL STRANDED CONDUCTORS
- IEC 60104 ALUMINIUM-MAGNESIUM-SILICON ALLOY WIRE FOR OVERHEAD LINE CONDUCTORS

Para fabricación:

- ASTM B398 ALUMINIUM ALLOY 6201-T81 WIRE FOR ELECTRICAL PURPOSES
- ASTM B399 CONCENTRIC-LAY-STRANDED ALUMINIUM ALLOY 6201-T81 CONDUCTORS. (Undein, 2022)

4.8.5.2. Características Técnicas

El conductor de aleación de aluminio será fabricado con alambroón de aleación de aluminio-magnesio-silicio, cuya composición química deberá estar de acuerdo con la Tabla 1 de la norma ASTM B 398; el conductor de aleación de aluminio será desnudo y estará compuesto de alambres cableados concéntricamente y de único alambre central; los alambres de la capa exterior serán cableados en el sentido de la mano derecha y las capas interiores se cablearán en sentido contrario entre sí. El conductor tendrá las características y dimensiones que se indican en la Tablas de Datos Técnicos Garantizados de esta especificación. (América Móvil Perú S.A.C, 2009)

Tabla 27. Datos Técnicos Garantizados de Cables de Aleación de Aluminio AAAC de 35mm².

N°	CARACTERISTICAS	UND	VALOR REQUERIDO
1	Normas Aplicables		ASTM B398, IEC 61089
2	Número de Alambres		7
3	Dimensiones		
	Sección Nominal	mm ²	35
	Sección Real	mm ²	34.36
	Diámetro de los Alambres	mm	2.50
	Diámetro exterior del conductor	mm	7.5
4	Características Mecánicas		
	Masa del conductor	kg/m	0.094
	Carga de rotura mínima	kN	10.35
	Módulo de Elasticidad inicial	kN/mm ²	
	Módulo de elasticidad final	kN/mm ²	60.82
	Coefficiente de dilatación térmica	1/°C	23x10 ⁻⁶
5	Características Eléctricas		
	Resistencia Eléctrica máxima en C.C. a 20°C	Ohm/km	0.966
	Coefficiente Térmico de resistencia eléctrica	1/°C	

Fuente: Catálogo Conductores Pacífico.

4.8.6. Especificaciones Técnicas de Conductores Eléctricos Aislados N2XS_Y.

4.8.6.1. Normas a las que se rigen

La fabricación, métodos y frecuencias de pruebas de estos cables estarán basados en la norma NTP 370.255-1; NTP 370.255-2. (Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias, 2022)

4.8.6.2. Características Técnicas

a. Conductor

Conductor de cobre compactado, clase2, de acuerdo a IEC 60228.

b. Calibre

Cable de energía, N2XS_Y unipolar de 50 mm².

c. Capa semiconductor interna

Compuesto semi-conductivo extruido termoestable de polietileno.

d. Aislamiento

Polietileno reticulado retardante a las arborescencias (XLPE-TR), resistente a la humedad.

e. Capa semiconductor externa

Compuesto semi-conductivo extruido termoestable, fácil de pelar.

f. Pantalla metálica

Hebras de cobre serán aplicadas helicoidalmente más un fleje de cobre en contra espiral.

g. Cubierta

Cubierta extruida de PVC color rojo, retardante a la llama.

h. Información Técnica

Temperatura de servicio : 90°C, Ambiente húmedo y seco

Temperatura de emergencia : 130°C

Temperatura de cortocircuito : 250°C. (Ministerio de Energía y Minas, 2022)

Tabla 28. Datos Técnicos Garantizados de Cables N2XSJ de 50mm²

Nº	CARACTERISTICAS	UND	VALOR REQUERIDO
1.0	CARACTERISTICAS GENERALES		
1.1	Normas Aplicables		NTP 370.255, IEC 60502
1.2	Material del conductor		Cobre recocido
1.3	Material de aislamiento		XLPE
1.4	Altitud de instalación	m.s.n.m	1000
1.5	Máxima Tensión del Servicio (Um)	Kv	36
1.6	Tensión nominal Eo/E	KV	18/30
2.0	PARAMETROS FISICOS		
2.1	Sección Nominal	mm ²	50
2.2	Numero de Hilos		19
2.3	Diámetro del conductor	mm	8.15
2.4	Diámetro exterior del conductor	mm	33.5
2.5	Peso	Kg/km	1367
3.0	CARACTERISTICAS ELECTRICAS		
3.1	Resistencia DC a 20°C	Ohm/km	0.387
3.2	Amperaje enterrado a 20°C	Amp	280

Fuente: INDECO, (2022)

4.8.7. Especificaciones Técnicas de Conductores Eléctricos Aislados NYY.

4.8.7.1. Normas a las que se rigen

La norma de fabricación es: NTP 370.255-1. Para nuestro proyecto utilizamos el cable de 240 mm² con la configuración de 2(3-1x240mm²). Los datos técnicos se apreciaron en los cuadros de características mecánicas y eléctricas.

4.8.7.2. Características Técnicas

a. Aplicaciones

En sistemas Subterráneos o en superficie de distribución secundaria y alimentación. Temperatura de operación 80 °C.

b. Características Particulares

Ligeros y fáciles de instalar. Alta resistencia a la humedad y a gran diversidad de agentes químicos. Cubierta exterior resistente a la abrasión, no propaga la llama. Debido a las características eléctricas y mecánicas de los materiales que intervienen en su construcción, los cables NYY son adecuados para múltiples aplicaciones y condiciones de instalación, pudiendo instalarse sobre bandeja portacables, en canaleta o enterrado directamente y trabajar largo tiempo inclusive sumergido en agua, como puede ocurrir en inundación de ductos o terrenos. (Vsip, 2022)

Tabla 29. Datos garantizados para cables NYY.

Sección Nominal (mm ²)	Resistencia Conductor (Ohm/Km)		Reactancia Inductiva Ohm/Km a 60 Hz	Capacidad de Corriente (Amp)	
	c.c. a 20°C	c.a. a 80°C		Aire Libre 30°C	Enterrado Temp=20°C 100°C-cm/W
2,5	7,41	9,16	0,182	31	43
4	4,61	5,73	0,173	41	56
6	3,08	3,83	0,164	52	70
10	1,83	2,27	0,152	71	94
16	1,15	1,43	0,143	94	121
25	0,727	0,903	0,138	126	156
35	0,524	0,651	0,132	156	187
50	0,387	0,481	0,128	192	222
70	0,268	0,334	0,124	241	272
95	0,193	0,241	0,122	300	325
120	0,153	0,192	0,119	349	370
150	0,124	0,156	0,119	402	415
185	0,0991	0,126	0,118	464	467
240	0,0754	0,097	0,117	553	540
300	0,0601	0,079	0,116	636	606
400	0,0470	0,064	0,114	742	686
500	0,0366	0,053	0,113	851	768

Fuente: Conductores y cables del Perú, (2022).

4.8.8. Especificaciones Técnicas de Fusibles de Expulsión tipo K.

4.8.8.1. Normas a las que se rigen

Los seccionadores fusibles tipo expulsión, materia de la presente especificación, cumplieron con las prescripciones de la siguiente norma, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación:

- ANSI C-37.42 AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR SWITCHGEAR - DISTRIBUTION CUT OUTS AND FUSE LINKS SPECIFICATIONS. (American National Standard For Switchgear, 2022)

4.8.8.2. Características Técnicas

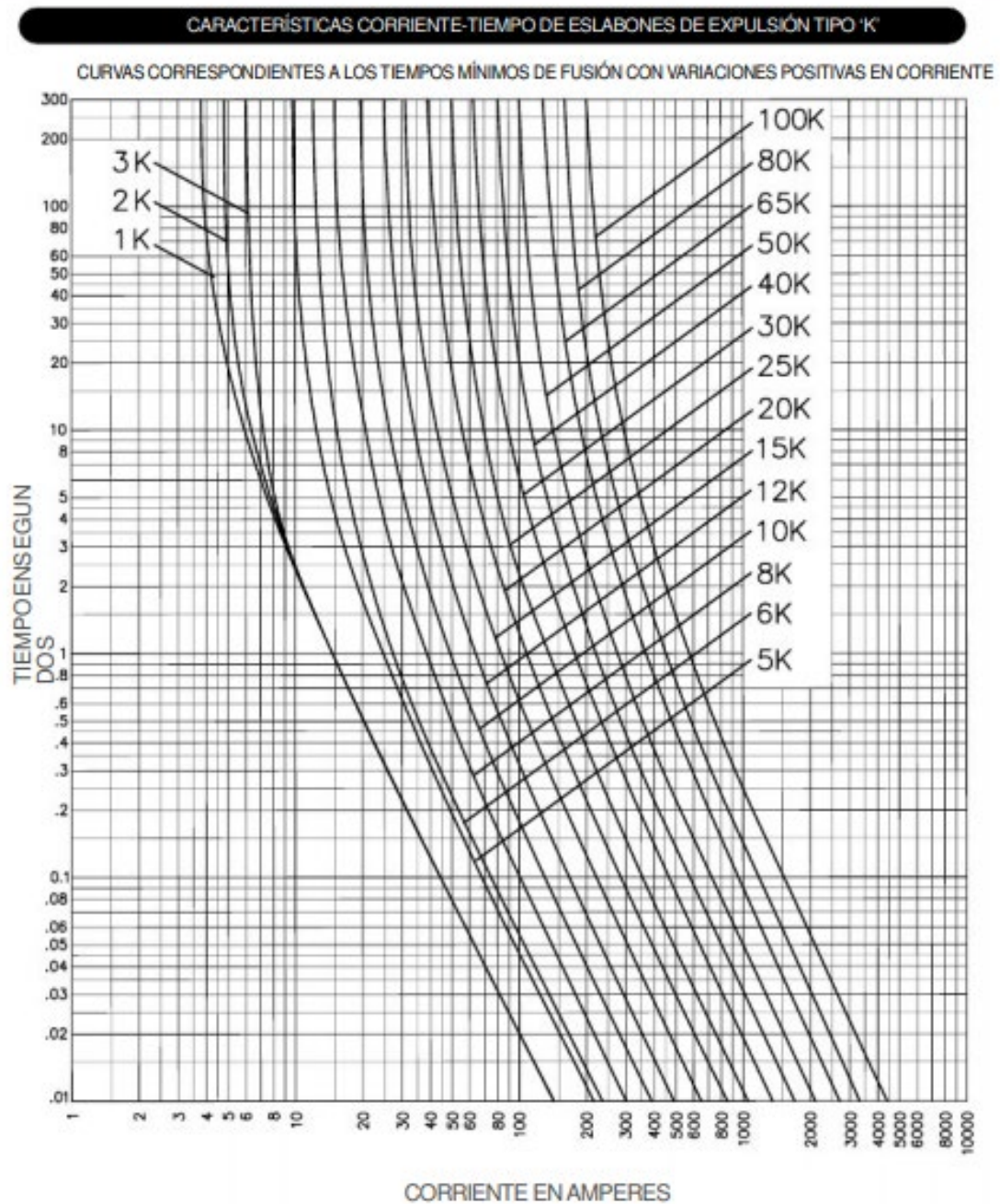
Los seccionadores fusibles tipo expulsión fueron unipolares de instalación exterior en crucetas, de montaje vertical y para accionamiento mediante pértiga. Tienen las características que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados. (Global Electric Solar E.I.R.L, 2022)

Tabla 30. Tablas de datos garantizados de CUT-OUT con fusibles de expulsión tipo K.

N°	CARACTERISTICAS	UND	VALOR REQUERIDO
1.0	CARACTERISTICAS GENERALES		
	Normas de fabricación y pruebas	ANSI	C-7.42
	Instalación		Exterior
	Corriente Nominal	A	30
	Tensión Nominal del Equipo	KV	27
	Corriente de Corto Circuito Simétrica	KA	5.0
	Corriente de Corto Circuito Asimétrica	KA	8.0
2.0	NIVEL DE AISLAMIENTO		
	Tensión de Sostenimiento a la Onda de Impulso (Bil), Entre Fase y Tierra y Entre Fases	KVp	150
	Tensión de Sostenimiento a la Frecuencia Industrial entre Fases, en Seco, 1 Min	KV	70
	Tensión de Sostenimiento a la Frecuencia Industrial Entre Fase y Tierra, Húmedo, 10 seg	KV	60
3.0	Material Aislante del cuerpo del seccionador		Polimérico
4.0	Longitud de Línea de Fuga Mínima	mm	800
5.0	Material del Tubo Portafusible		Fibra de Vidrio

Fuente: Global Electric Solar E.I.R.L, (2022)

Figura N° 4.8-1. Curvas de Protecciones de los Fusibles tipo “k”.



Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2020)

4.8.9. Especificaciones Técnicas de Pararrayos.

4.8.9.1. Normas a las que se rigen

Los pararrayos materia de la presente especificación cumplen con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación:

- IEC 99-1 SURGE ARRESTERS PART 1: NON LINEAR RESISTOR TYPE GAPPED ARRESTERS FOR A.C. SYTEMS
- IEC 99-4 METAL OXIDE SURGE ARRESTERS WITHOUT GAPS FOR A.C. SYSTEMS. (Ministerio de energía y minas, 2022)

4.8.9.2. Características Técnicas

Los pararrayos son del tipo de resistencias no lineales fabricadas a base de óxidos metálicos, sin explosores, a prueba de explosión, para uso exterior y para instalación en posición vertical; serán conectados entre fase y tierra. La columna soporte será de material polimérico color gris a base de goma silicón; estará diseñada para operar en un ambiente medianamente contaminado, con una línea de fuga mínima entre fase-tierra de 625mmm. Las características propias del pararrayos no se modificarán después de largos años de uso; las partes selladas estarán diseñadas de tal modo de prevenir la penetración de agua.

Los pararrayos **cuentan con un elemento para liberar los gases** creados por el arco que se originen en el interior, cuando la presión de los mismos llegue a valores que podrían hacer peligrar la estructura del pararrayos.

Las partes metálicas de hierro o acero deberán estar protegidas contra la corrosión mediante galvanizado en caliente.

Los pararrayos estarán provistos de abrazaderas ajustables para fijarse a cruceta de madera y serán similares los del Tipo B de los seccionadores fusibles tipo expulsión (Norma ANSI C37.42). (Ministerio de Energía y Minas, 2022)

Los bornes aceptan conductores de aleación de aluminio y cobre de 16 a 120mm², y serán del tipo de vías paralelas bimetálicos. Tienen las siguientes características eléctricas:

- | | |
|--|----------|
| • Tipo de montaje | Exterior |
| • Tensión Nominal del Pararrayos | 24KV |
| • Tensión Máxima de Servicio | 25 KV |
| • Corriente Nominal | 100A |
| • Corriente Nominal De Descarga En Onda 8/20 | 10 KA |

- Nivel Básico de Aislamiento (NBA) 150 kv
- Distancia de fuga del aislador del Seccionador 511mm
- Accesorios de fijación Completos. (Ministerio del ambiente MINAM, 2018)

4.8.10. Especificaciones Técnicas de la celda de Transformación con transformador.

4.8.10.1. Normas a las que se rigen

El transformador cumplirá con la siguiente norma de fabricación: IEC 60076
POWER TRANSFORMERS

4.8.10.2. Características Técnicas

a. Celda de Transformación

Son modulares y extensibles por la derecha o izquierda, auto soportadas, fabricadas con estructuras de planchas de fierro LAF dobladas, soportes laterales y estructuras 2.5 mm (si el cliente lo requiere se puede fabricar hasta 3 mm), puerta y tapas de hasta 2mm. El grado de protección estándar es IP2X, de color RAL 7032 o el color especificado por el usuario. Antes del pintado, las superficies metálicas serán sometidas a un proceso de arenado comercial. (International Electrotechnical Commission, 2022)

La celda de transformación contará con dos puertas desmontables y con rejillas de ventilación.

Las dimensiones de la celda de transformación serán:

Ancho : 1900 mm.

Alto : 2200 mm.

Profundidad : 1300 mm.

b. Transformador

El transformador estará diseñado para uso interior sumergido en aceite y refrigeración natural (ONAN). Las condiciones de operación y las

características eléctricas se consignan en la Tabla de Datos Técnicos garantizados. (International Electrotechnical Commission, 2022)

c. Núcleo

El núcleo será fabricado con láminas de acero al silicio de grano orientado, de alto grado de magnetización, bajas pérdidas por histéresis y de alta permeabilidad. Cada lámina estuvo cubierta con material aislante resistente al aceite caliente. El núcleo estuvo formado mediante apilado de las láminas de acero. El armazón que soporta al núcleo será una estructura reforzada que reúne la resistencia mecánica adecuada y no presentará deformaciones permanentes en ninguna de sus partes. (International Electrotechnical Commission, 2022)

d. Arrollamientos

Los arrollamientos de alta tensión serán fabricados con conductores de cobre esmaltados y los arrollamientos de Baja Tensión se fabricarán con conductores de cobre aislados con papel de alta estabilidad térmica y resistencia al envejecimiento; se realizarán a los arrollamientos un baño de barniz con el objeto de aumentar su resistencia mecánica.

Aisladores Pasa tapas

Los Aisladores pasa tapas serán fabricados de porcelana, los cuáles son homogéneos, libre de cavidades o burbujas de aire y de color uniforme. (International Electrotechnical Commission, 2022)

e. Tanque del transformador

El tanque del transformador será construido de chapas de acero de bajo porcentaje de carbón y de alta graduación comercial. Todas las bridas, juntas, argollas de montaje, etc., serán fijadas al tanque mediante soldadura. El tanque será provisto de asas para el izaje adecuados para levantar el transformador lleno de aceite.

El transformador contará con una válvula para el vaciado y toma de muestra de aceite, una válvula de purga de gases acumulados y un conmutador de tomas en vacío, instalados al exterior de la tapa del

transformador. Estos accesorios estarán provistos de sus respectivos dispositivos de maniobra, enclavamiento y seguridad. (International Electrotechnical Commission, 2022)

f. Sistema de conservación de aceite

El transformador trifásico será provisto de un tanque conservador de aceite, éstos serán fabricados con chapas de acero de bajo porcentaje de carbón y alta graduación comercial. El tanque conservador se instalará en la parte lateral y sobre el tanque del transformador. (International Electrotechnical Commission, 2022)

g. Accesorios

Los transformadores tendrán los siguientes accesorios:

- Tanque conservador con indicador visual del nivel de aceite
- Ganchos de suspensión para levantar al transformador completo
- Conmutador de tomas en vacío ubicadas al exterior del transformador
- Válvula de vaciado y toma de muestras en aceite
- Aisladores Pasa tapa de Media Tensión.
- Aisladores Pasa tapa de Baja Tensión.
- Accesorios para maniobra, enclavamiento o seguridad de las válvulas y del conmutador.
- Terminales bimetálicos tipo plano para conductores de Alta Tensión de 25 mm² a 95 mm².
- Placa de características. (International Electrotechnical Commission, 2022)

h. Características:

Las características técnicas eléctricas del transformador serán las siguientes:

Potencia: 1200KVA

Norma de Fabricación: IEC-76/ITINTEC 370.002

Fases: 3

Frecuencia: 60Hz

Regulación: +- 2x2.5%

Grupo de Conexión: Dyn5

Devanado de A.T.: 22.9 Kv

Devanado de B.T.: 0.38-0.22 kv

Bornes de A.T.: 3

Bornes de B.T.: 4

Refrigeración: ONAN

- Altura de Instalación: <2500msnm
- Montaje: Interior en Subestación Eléctrica tipo Caseta.
- Peso: 1100 kg. (International Electrotechnical Commission, 2022)

4.8.11. Especificaciones Técnicas de la celda de Seccionamiento IFTC.

4.8.11.1. Normas a las que se rigen

El suministro de la Celda y los equipos deben elegirse, construirse y probarse en conformidad con las normas IEC.

- Celdas de media tensión IEC 62271-200
- Interruptores Automáticos IEC 62271-100
- Seccionadores y PAT IEC 62271-102
- Aisladores IEC 60137
- Especificación de equipamiento IEC 60694
- Transformadores de Corriente IEC 60044-1
- Transformadores de Tensión IEC 60044-2
- Relés de protección IEC 60255

- Sistema de Calidad ISO 9001:2000

4.8.11.2. Características Técnicas

a. Construcción:

Las Celdas modulares UNISARC son extensibles por la derecha o izquierda, están fabricadas con estructuras de plancha de fierro LAF dobladas, soportes laterales de 2.5mm de espesor, soldada y atornillada para soportar los esfuerzos electrodinámicos y las normales operaciones de funcionamiento. (International Electrotechnical Commission, 2022)

b. Pintura:

Las planchas de acero galvanizado de la puerta y los paneles laterales son sometidos a tratamiento químico de limpieza y como acabado final pintura electrostática color RAL7032.

c. Grado de Protección:

Para envolventes IP3X.

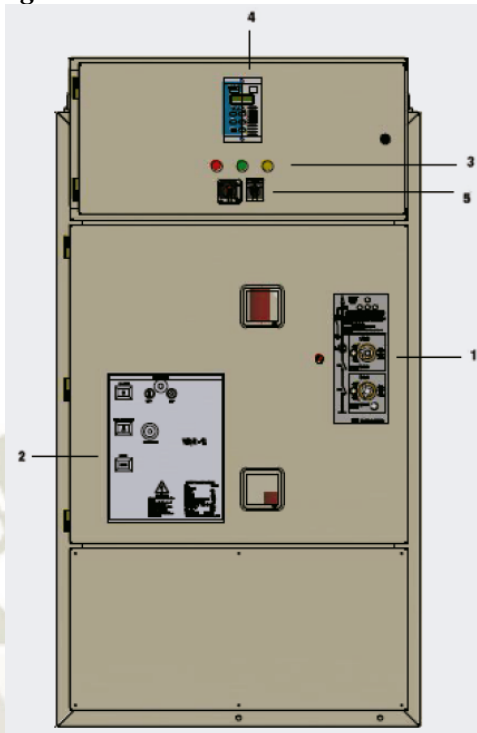
d. Características Eléctricas

Tensión Nominal	24 kV
Tensión a frecuencia industrial	50 kV
Tensión soportada al impulso	125 kV
Frecuencia nominal	60 Hz
Corriente nominal	hasta 630 A
Corriente de cortocircuito	20 kAx1s
Corriente de cierre de cresta	50 kA
Partición Metálica	PM
Clasificación de continuidad de servicio	LSC2A
Grado de protección	IP2X
Color de pintura	RAL 7032
Ingreso de cables	Inferior

Fuente: ENCOEL S.R.L, (2022)

e. Partes de la Celda de Protección con Interruptor

Figura N° 4.8-2. Partes de la Celda c/ interruptor.



Fuente: ENCOEL S.R.L, (2022)

1. Seccionador de potencia.
2. Interruptor de Potencia en Vacío.
3. Lámpara señalizadoras.
4. Relé de Protección
5. Equipos de control (Selector y conmutador)

4.8.12. Especificaciones Técnicas de la celda de Baja Tensión.

4.8.12.1. Características Técnicas (Equipamiento)

- 01 envolvente metálico de Plancha LAF 2mm de espesor, pintado con base sincromato y revestido con pintura anticorrosiva y con protección IP56.
- 01 Interruptor Termomagnético Regulable de 3x2000A (690V), 25 KA
- 01 Sistema de barras de principales 2000A y Aisladores Portabarras de 1KV

4.8.12.2. Pruebas de Fábrica

Se realizarán las siguientes pruebas de fabricación:

1. Inspección general de dimensiones, acabados y accionamientos mecánicos
2. Verificación de las características técnicas de los equipos.
3. Revisión de cableado
4. Pruebas de funcionamiento eléctrico de cada equipo que integran los paneles.
5. Pruebas funcionales del conjunto.
6. Medición de aislamiento con megóhmetro.

4.8.13. Especificaciones Técnicas de Material para puestas a Tierra.

4.8.13.1. Normas a las que se rigen

Los materiales de puesta a tierra, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas:

- NTP 370.251.2003 Conductores Eléctricos. cables para líneas aéreas (desnudos y protegidos) y puestas a tierra.
- UNE 21-056 Electrodo de Puesta a Tierra ABNT NRT 13571
- ANSI C135.14 Staples with rolled of slash points for overhead line construction
- ANSI B18.2.2 American National Standard for Square and Hex Nuts
- UNE 21-159 Elementos de Fijación y Empalme para Conductores y Cables de Tierra de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. (Ministerio de energía y minas, 2012)

4.8.13.2. Características Técnicas

4.8.13.2.1. Conductor

El conductor será de cobre desnudo, cableado y recocado, de las características indicadas en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados. (Ministerio de energía y minas, 2012)

4.8.13.2.2. Electrodo de Puesta a Tierra

Características Generales

El electrodo de puesta a tierra estará constituido por una varilla de acero revestida de una capa de cobre; será fabricado con materiales y aplicando métodos que garanticen un buen comportamiento eléctrico, mecánico y resistencia a la corrosión.

La capa de cobre se depositará sobre el acero mediante cualquiera de los siguientes procedimientos:

- Por fusión del cobre sobre el acero (Copperweld)
- Por proceso electrolítico
- Por proceso de extrusión revistiendo a presión la varilla de acero con tubo de cobre

El diámetro del electrodo de puesta a tierra se medirá sobre la capa de cobre y se admitirá una tolerancia de + 0,2 mm y - 0,1 mm. La longitud se medirá de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto y se admitirá una tolerancia de + 5 mm y 0,0 mm.

Uno de los extremos del electrodo terminará en punta de la forma que se muestra en la lámina adjunta. (Ministerio de energía y minas, 2012)

4.8.13.2.3. Materiales

a) Núcleo

“Será de acero al carbono de dureza Brinell comprendida entre 1300 y 2000 N/mm²; su contenido de fósforo y azufre no excederá de 0,04%” (Ministerio de energía y minas, 2012).

b) Revestimiento

“Será de cobre electrolítico recocido con una conductividad igual a la especificada para los conductores de cobre. El espesor de este revestimiento no deberá ser inferior a 0,270 mm” (Ministerio de energía y minas, 2012).

Conector para el electrodo

El conector para la conexión entre el electrodo y el conductor de puesta a tierra deberá ser fabricado a base de aleaciones de cobre de alta resistencia mecánica, y deberá tener adecuadas características eléctricas, mecánicas y de resistencia a la corrosión necesarias para el buen funcionamiento de los electrodos de puesta a tierra. El conector tendrá la configuración geométrica que se muestra en los planos del proyecto. (Ministerio de energía y minas, 2012)

Plancha doblada (Grapa tipo “J”)

Se utilizará para conectar el conductor de puesta a tierra con los accesorios metálicos de fijación de los aisladores cuando se utilicen postes y crucetas de concreto; se fabricará con plancha de cobre de 3 mm de espesor. Este accesorio se utilizará con postes y crucetas de madera solo en ambientes con presencia de humedad salina. (Ministerio de energía y minas, 2012)

Conector tipo perno partido (Split-bolt)

“Será de cobre y servirá para conectar conductores de cobre de 16 mm² entre sí” (Ministerio de energía y minas, 2012).

4.9. ELECCIÓN DE LA CORRECTA TARIFA ELÉCTRICA

Se debe tener en cuenta los horarios de trabajo en los que la Planta VAQUA SAC estará operando a su máxima demanda, ya que de esto dependerá la elección de la Tarifa eléctrica a la cual se sujetará su facturación; es por ello de que se deberá ingresar a los Pliegos Tarifarios de OSINERGMIN para evaluar la tarifa de Media Tensión bajo la que estará sujeta, como se aprecia en la siguiente Figura.

Figura N° 4.9-1. Pliegos Tarifarios de OSINERGMIN al 4 de Julio del 2022.

	MEDIAS TENSIÓN	UNIDAD	TARIFA
			Sin IGV
TARIFA MT2	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE DOS POTENCIAS 2E2P		
	Cargo Fijo Mensual	S//mes	10.13
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S//kW.h	31.92
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S//kW.h	26.61
	Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S//kW-mes	64.85
	Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S//kW-mes	14.25
	Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S//kW-mes	14.51
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S//kVar.h	4.99
TARIFA MT3	TARIFA CON DOBLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 2E1P		
	Cargo Fijo Mensual	S//mes	10.22
	Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S//kW.h	31.92
	Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S//kW.h	26.61
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S//kW-mes	56.70
	Presentes Fuera de Punta	S//kW-mes	35.52
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S//kW-mes	15.12
	Presentes Fuera de Punta	S//kW-mes	14.90
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S//kVar.h	4.99
TARIFA MT4	TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA ACTIVA Y CONTRATACIÓN O MEDICIÓN DE UNA POTENCIA 1E1P		
	Cargo Fijo Mensual	S//mes	10.22
	Cargo por Energía Activa	ctm. S//kW.h	27.83
	Cargo por Potencia Activa de generación para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S//kW-mes	56.70
	Presentes Fuera de Punta	S//kW-mes	35.52
	Cargo por Potencia Activa de redes de distribución para Usuarios:		
	Presentes en Punta	S//kW-mes	15.12
	Presentes Fuera de Punta	S//kW-mes	14.90
	Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S//kVar.h	4.99

Fuente: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN, (2022)

4.9.1. Criterios de Selección de Opción Tarifaria.

- a. Conocer el proceso productivo.
- b. Programar el funcionamiento de las máquinas y equipos que permita un uso eficaz de la potencia.
- c. Programar actividades de la entidad de forma tal que el consumo entre las 18:00 y 23:00 sea mínimo. Verificar que la opción tarifaria seleccionada sea la más económica.
- d. La potencia contratada debe corresponder con la potencia máxima simultánea.
- e. Evaluar su conexión en media tensión.

- f. Evaluar la posibilidad de contar con más de un suministro cuando los procesos son totalmente independientes.
- g. Evaluar estadística de consumos.
- h. Considerar otras alternativas de suministro para las horas de punta (Grupo Electrónico) (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN, 2013)

4.9.2. Opciones Tarifarias a Usuarios Finales.

Según la Norma OSINERGMIN N° 206-2013-OS/CD establece (02) tipos de usuarios, en Media y Baja Tensión, teniendo como diferencia que los usuarios de Media Tensión necesitan tener un Sistema de Utilización (el que ya fue diseñado en el presente Proyecto de Tesis), teniendo como Tarifas Vigentes: MT2, MT3 y MT4, las cuales se explican en el siguiente cuadro. (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN, 2013)

Tabla 31. Opciones Tarifarias en Media Tensión.

Media Tensión	Tipo de Medición	
MT2	2E, 2P	Energía y Potencia en Horas de Punta y Fuera de Punta
MT3	2E, 1P	Energía en Horas de Punta y Fuera de Punta y Potencia
MT4	1E, 1P	Energía y Potencia

Fuente: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN, (2022)

Según Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN, (2013), nos hace referencia a los Bloques horarios como, por ejemplo: HP (18 – 23h) y HFP (resto no HP); los domingos y feriados regulares y extraordinarios no tiene HP. También indica el Periodo de facturación: Es mensual y no podrá ser inferior a 28 días ni superior a los 33 días calendario.

- No deberá haber más de 12 facturaciones al año.
- Podrá aceptarse para la primera facturación de un nuevo suministro, un periodo de facturación no mayor a 45 días ni menor a 15 días.

- Para los sistemas eléctricos de los sectores típicos 4 y 5 (urbano-rurales y rurales), la facturación puede ser a través de lecturas semestrales.

La potencia variable será determinada como el promedio de las dos mayores demandas máximas del usuario en los últimos seis meses, incluido el mes que se factura. Para usuarios con historial menor a 6 meses, se emplearán el mes o los meses disponibles.

4.9.3. Elección de Tarifa Inicial.

Teniendo en cuenta que la empresa VAQUA S.A.C. estará iniciando sus operaciones luego de la instalación del Trafomix, con una carga inicial del 70% y trabajando en Horas Fuera de Punta, es que se **OPTA** por la **TARIFA MT3** la cuál lectura Energía en Horas de Punta y Fuera de Punta y Potencia.

Nota: Se recomienda un estudio de cargas luego de los 6 meses de inicios de operaciones, para elegir la opción tarifaria que más se acomode a su ritmo de trabajo.



5. DEMOSTRACIÓN DE CÁLCULOS MEDIANTE EL SOFTWARE DLTCAD

5.1. GENERALIDADES

El siguiente capítulo define el modelamiento de la Red de Media Tensión mediante el uso del software DLTCAD, bajo las condiciones mínimas a cumplir para el refuerzo de la red de monofásica a trifásica como también al diseño de la nueva red aérea y subestación eléctrica tipo caseta para la empresa VAQUA SAC, a manera de que por medio de estos se garantice el cumplimiento de las diferentes normativas, dadas por el Código Nacional de Electricidad, DGE/MEM.

5.2. ALCANCES

El presente diseño BASADO EN EL Software DLTCAD nos ayudará a tener una mayor precisión como también a poder observar el comportamiento de la línea en diferentes escenarios climatológicos para que de este modo se cumplan con los DMS establecidos por la norma al utilizar postes ya existentes de 12m. y comprende:

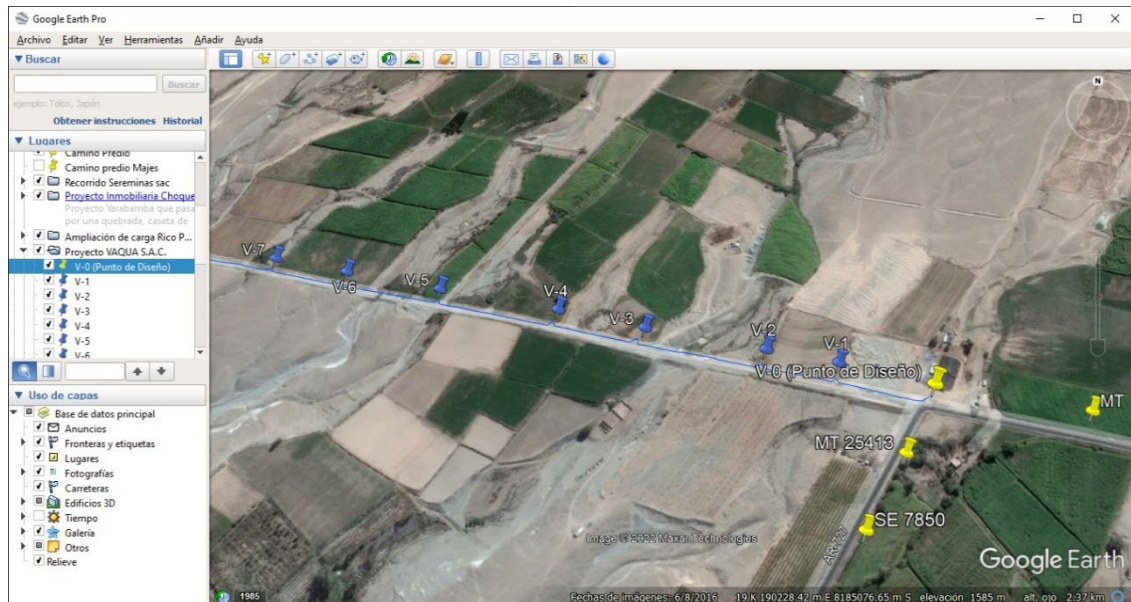
- La localización y trazado de la Red en Google Earth Pro. (Inicio y Final de la Red)
- Visualización del Perfil de Elevaciones. (como también cruces de carreteras y vértices).
- Procesar datos topográficos de Google Earth (KML) a Excel (UTM).
- Generación y estudio del Perfil Topográfico en DLTCAD.
- Cálculos de flecha máxima cumpliendo las DMS al utilizar las estructuras existentes para la implementación de las fases.

5.3. DESARROLLO

5.3.1. Localización y Trazado de Red en Google Earth Pro

Tal como se detalla en los alcances, como primera etapa se hará la localización y trazado de la Red mediante el Software Google Earth Pro, al cual ingresamos datos tomados con un GPS en campo, para poder localizar la ubicación exacta de la Red de Media Tensión y comenzar a trazar la ruta MONOFÁSICA ya existente como se aprecia en la siguiente figura.

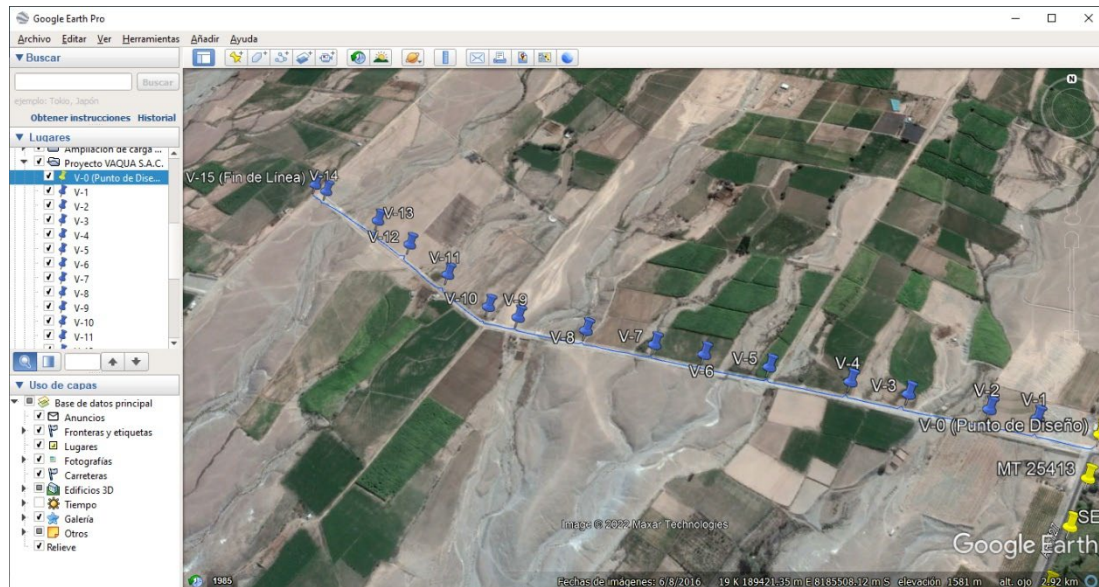
Figura N° 5.3-1. Punto de Diseño para la implementación del Sistema de Distribución



Fuente: Elaboración propia.

En la presente captura de pantalla del programa, se muestran en marcadores de color **Amarillo** las Estructuras de Media Tensión Trifásicas del circuito Alimentador Vitor, como también se puede apreciar en marcadores de color **Azul** las Estructuras de Media Tensión MONOFÁSICAS que derivan del circuito alimentador y continúan dotando de energía a pequeñas subestaciones monofásicas del sector, dicha Red continua por 1.76km como se aprecia en la siguiente captura de pantalla.

Figura N° 5.3-2. Sistema de Distribución Monofásico Yuramay

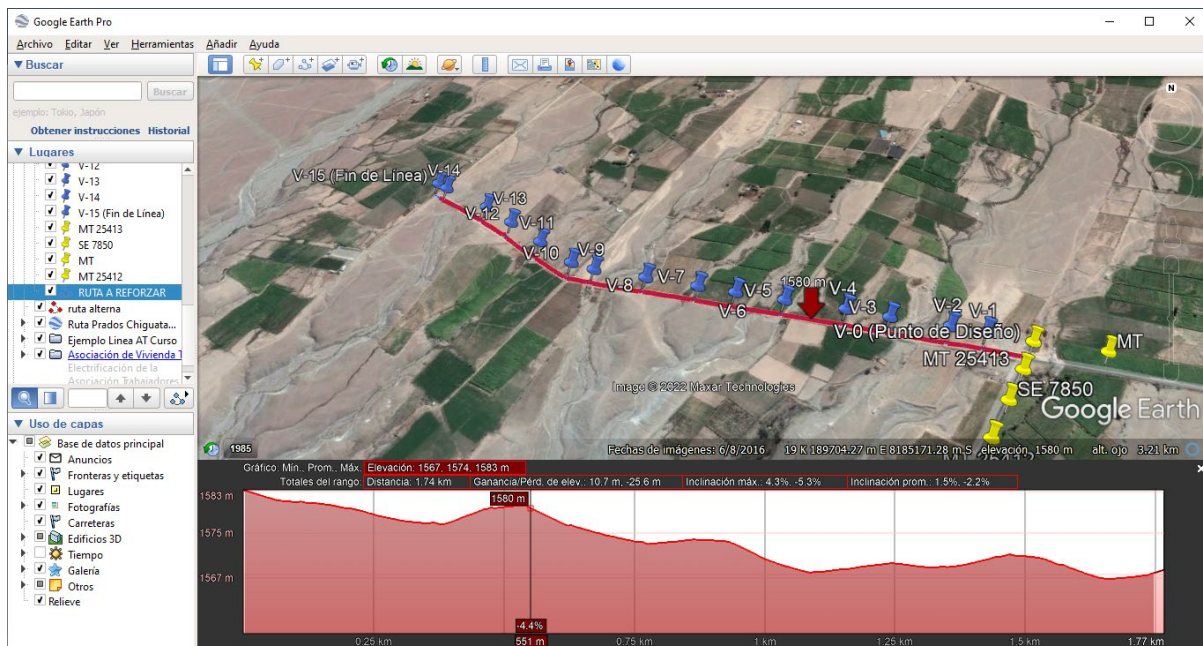


Fuente: Elaboración propia.

5.3.2. Visualización del Perfil de Elevaciones

Como se aprecia en la siguiente figura, Google Earth nos da una vista previa del perfil de elevaciones de la ruta trazada, donde se encuentra nuestro Sistema de Distribución a trabajar, el cual nos servirá más adelante para comparar con el perfil topográfico que nos entregue el DLTCAD y así revisar las DMS del conductor instalado al terreno.

Figura N° 5.3-3. Perfil de elevaciones con Google Earth

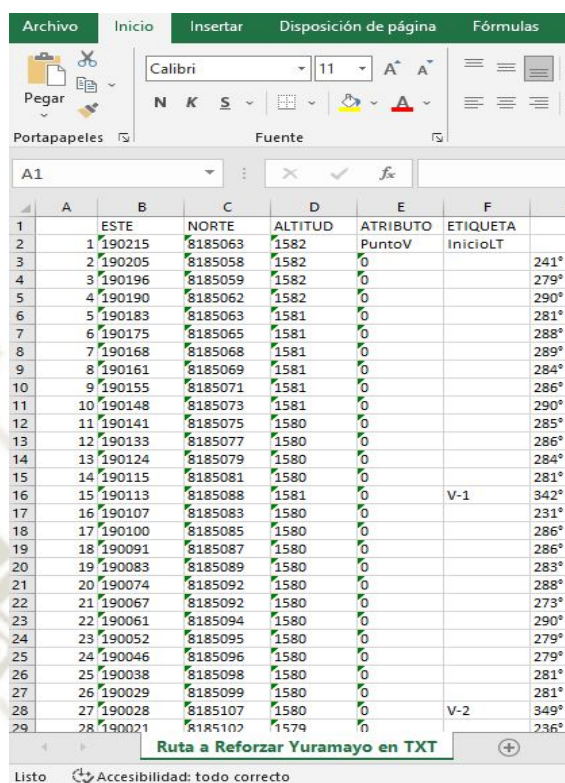


Fuente: Elaboración propia.

5.3.3. Procesamiento de Datos de Google Earth a Excel

Procederemos a guardar la ruta en formato KML un formato universal el cual podremos pasar un Block de notas para finalmente llevarlo a una hoja de cálculo de Excel para poder editar las etiquetas que nos solicitará el programa DLTCAD, como se aprecia en la siguiente figura, deberemos de ordenar las coordenadas en el orden correcto para no tener dificultades a futuro.

Figura N° 5.3-4. Orden de Etiquetas para el correcto modelamiento en DLTCAD



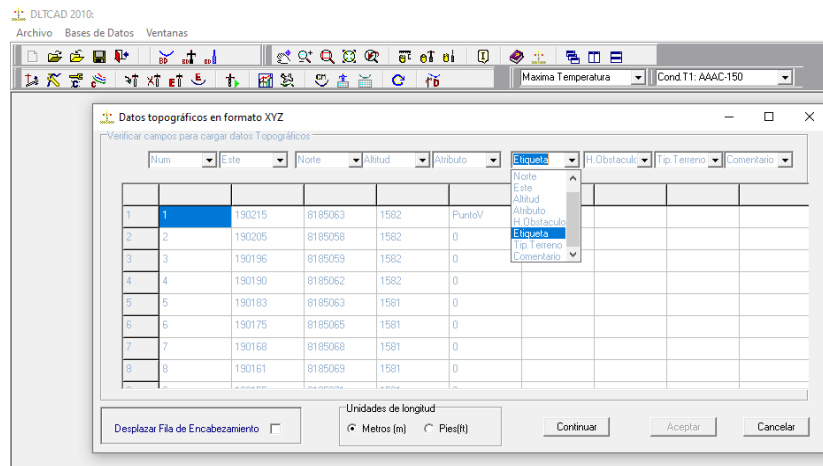
	A	B	C	D	E	F	G
1		ESTE	NORTE	ALTITUD	ATRIBUTO	ETIQUETA	
2	1	190215	8185063	1582	PuntoV	InicioLT	
3	2	190205	8185058	1582	0		241°
4	3	190196	8185059	1582	0		279°
5	4	190190	8185062	1582	0		290°
6	5	190183	8185063	1581	0		281°
7	6	190175	8185065	1581	0		288°
8	7	190168	8185068	1581	0		289°
9	8	190161	8185069	1581	0		284°
10	9	190155	8185071	1581	0		286°
11	10	190148	8185073	1581	0		290°
12	11	190141	8185075	1580	0		285°
13	12	190133	8185077	1580	0		286°
14	13	190124	8185079	1580	0		284°
15	14	190115	8185081	1580	0		281°
16	15	190113	8185088	1581	0	V-1	342°
17	16	190107	8185083	1580	0		231°
18	17	190100	8185085	1580	0		286°
19	18	190091	8185087	1580	0		286°
20	19	190083	8185089	1580	0		283°
21	20	190074	8185092	1580	0		288°
22	21	190067	8185092	1580	0		273°
23	22	190061	8185094	1580	0		290°
24	23	190052	8185095	1580	0		279°
25	24	190046	8185096	1580	0		279°
26	25	190038	8185098	1580	0		281°
27	26	190029	8185099	1580	0		281°
28	27	190028	8185107	1580	0	V-2	349°
29	28	190021	8185107	1579	0		236°

Fuente: Elaboración Propia.

5.3.4. Generación y estudio del perfil topográfico

Luego de tener el las etiquetas en el orden correcto convertimos el archivo en formato UTM o XYZ para que este sea reconocido por el DLTCAD, al momento de importar los datos este nos dará una tabla con las coordenadas editadas del Excel para poder asignarle a la etiqueta correcta, como se aprecia en la figura.

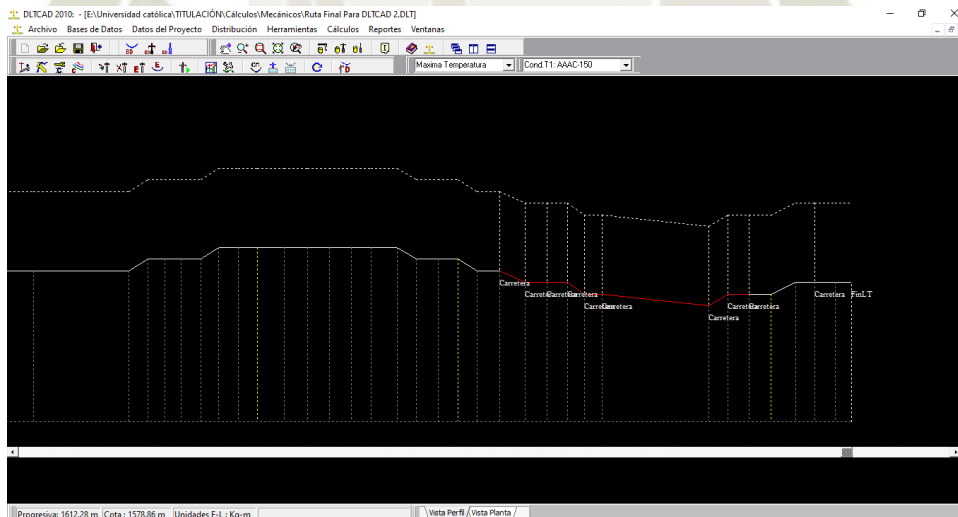
Figura N° 5.3-5. Importación de datos y etiquetas al DLTCAD



Fuente: Elaboración Propia

Como resultado el DLTCAD nos trazará la ruta con los datos extraídos del Google Earth, para poder crear el tan ansiado perfil topográfico de la Red de Distribución Monofásica a trabajar, como se aprecia en la siguiente figura a continuación.

Figura N° 5.3-6. Perfil Topográfico con Etiquetas y Atributos



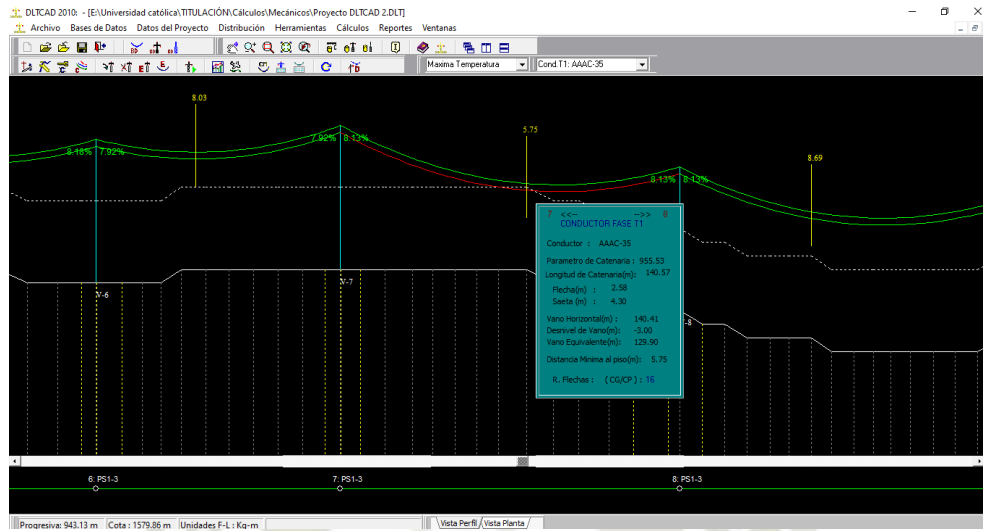
Fuente: Elaboración Propia

5.3.5. Cálculo de flecha máxima cumpliendo DMS

La importancia del uso del presente software nos ayudará a tener una mejor visión de cómo se comportarán los 02 conductores a añadir ante los diferentes cambios de clima, para que estos a su vez cumplan con lo establecido en la norma, como se

puede apreciar en la siguiente figura en algunos puntos el conductor estará llegando a pasar las DMS establecidas.

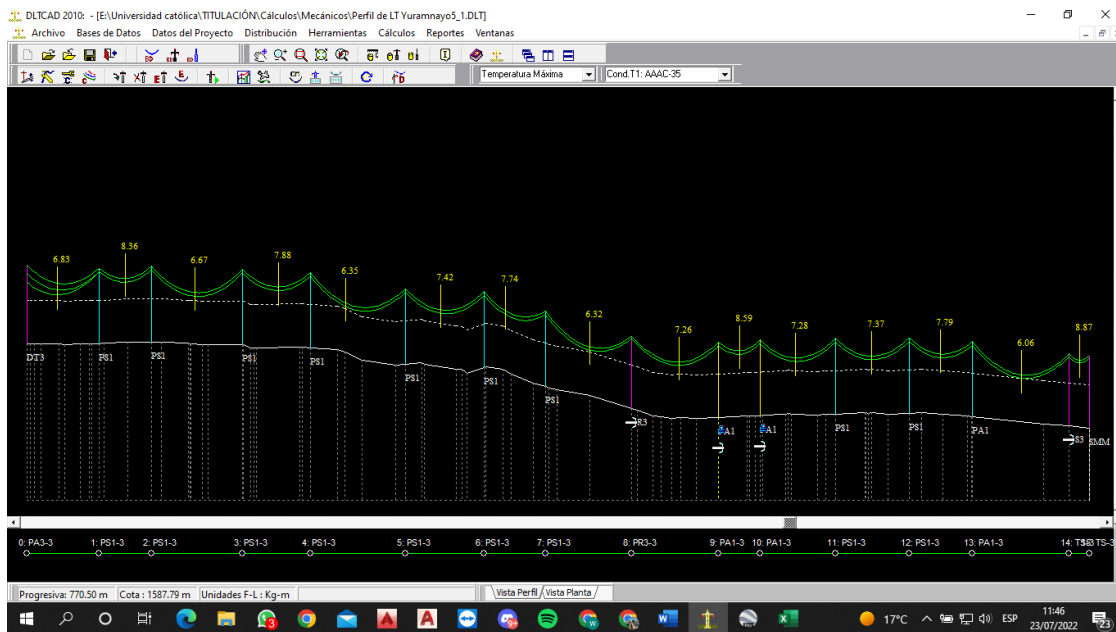
Figura N° 5.3-7. Vanos que no cumplen con las DMS establecidas



Fuente: Elaboración Propia

Una vez obtenido los resultados del modelamiento de la red a implementar se procede a realizar cambios entre vanos como aumentar el tiro del conductor en estructuras anteriores al vano que no cumple con las distancias, para luego aplicarlas en el campo, y de ese modo lograr ser aprobados por la concesionaria local.

Figura N° 5.3-8. Conductores cumplen con las DMS establecidas



Fuente: Elaboración Propia

Demostrando una vez más que la ayuda del programa DLTCAD nos facilita el **modelamiento** y cálculo de las flechas máximas a las condiciones ambientales dadas, para finalmente cumplir con las Distancias Mínimas de Seguridad establecidas por la Norma.



6. METRADOS Y PRESUPUESTOS GENERALES DEL PROYECTO

RESUMEN DEL VALOR REFERENCIAL - REDES PRIMARIAS		
IMPLEMENTACIÓN TRIFÁSICA DE SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA EN MEDIA TENSIÓN - YURAMAYO		
UBICACIÓN : DEPARTAMENTO DE AREQUIPA, PROVINCIA DE AREQUIPA, DISTRITO DE SAN JUAN DE SIGUAS		
SECCIÓN II : RESUMEN GENERAL REDES PRIMARIAS		
ITEM	DESCRIPCION	TOTAL S/.
A	SUMINISTROS DE MATERIALES	21,896.92
B	MONTAJE ELECTROMECANICO	17,708.48
C	TRANSPORTE DE MATERIALES	2,540.41
D	TOTAL COSTO DIRECTO (C.D.)	42,145.81
E	GASTOS GENERALES	1,500.00
F	UTILIDADES (10%)	4,214.58
G	COSTO TOTAL (No incluye I.G.V.)	47,860.39
H	Impuesto General a las Ventas (I.G.V.)	9,093.48
COSTO TOTAL INCLUIDO I.G.V.		56,953.87

Fuente: Elaboración propia

**SUMINISTRO DE MATERIALES - SISTEMA DE UTILIZACION
IMPLEMENTACIÓN TRIFÁSICA DE SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA EN MEDIA TENSIÓN - YURAMAYO**

UBICACIÓN : DEPARTAMENTO DE AREQUIPA, PROVINCIA DE AREQUIPA, DISTRITO DE SAN JUAN DE SIGUAS

SECCIÓN II : SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

A: SUMINISTRO DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	ARMADO UNID.	METRADOS PARCIALES					Metrado Cantidad	Costo Unitario S/.	TOTAL S/.	
			D-1 Cant.	PS1-3 Cant.	PA1-3 Cant.	PR3-3 Cant.	F-1 Cant.				Cant.
1.00	<u>CRUCETAS DE METAL</u>										
1.01	CRUCETA METALICA ANGULAR EN A°G° DE 64mm X 64mm X 2400mm	u	0	10	6	0	0	16.0	185.90	2,974.40	
	SUB-TOTAL 1:									2,974.40	
2.00	<u>AISLADORES Y ACCESORIOS</u>										
2.01	AISLADOR POLIMERICO TIPO LINE POST (PIN) 27 KV	u	0	20	12	0	0	32.0	98.27	3,144.64	
2.02	AISLADOR POLIMERICO DE SUSPENSION 27 KV	u	2	0	0	4	2	8.0	95.00	760.00	
	SUB-TOTAL 2:									3,904.64	
3.00	<u>CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO</u>										
3.01	CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO DESNUDO AAAC DE 35 mm2	m	0	1227.360	307.560	138.760	32.850	X2	3,413.06	2.50	8,532.65
	SUB-TOTAL 3:									8,532.65	
4.00	<u>ACCESORIOS PARA CONDUCTOR DE ALEACION ALUMINIO</u>										
4.01	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA PARA CONDUCTOR DE 35-50 mm2	u	2	0	0	4	2	8.0	25.00	200.00	
	SUB-TOTAL 4:									200.00	
5.00	<u>CONDUCTOR DE COBRE</u>										
5.01	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE 25mm2, PARA PUESTA A TIERRA (FERRETERIA)	m	0	0	0	0	0	0.0	9.90	0.00	
	SUB-TOTAL 5:									0.00	
6.00	<u>MATERIAL DE FERRETERIA PARA POSTES Y CRUCETAS</u>										
6.01	PERNO CABEZA COCHE A°G° de 13 mm ø x 152mm, LONG. 76 MM MAQUINADO, CON ARANDELA, CON TCA Y CTCA	u	0	20	12	0	0	32.0	15.00	480.00	
6.02	ABRAZADERA DE A°G° PARA POSTE DE CAC 12/200	u	0	0	0	0	0	0.0	28.02	0.00	
6.03	ABRAZADERA DE A°G° PARA POSTE DE CAC 12/300	u	0	10	0	0	0	10.0	28.02	280.17	
6.04	ABRAZADERA DE A°G° DE 3/8" X 4" PARA BRAZO RIOSTRA	u	0	10	3	0	0	13.0	27.89	362.57	
6.05	PERNO CABEZA HEXAGONAL DE A°G° DE 5/8"ø x 6", CON ARANDELA, TUERCA Y CONTRATUERCA	u	0	20	0	0	0	20.0	14.86	297.20	
6.06	PERNO OJO DE A°G° DE 5/8"ø x 6", CON ARANDELA, TUERCA Y CONTRATUERCA	u	0	0	0	2	2	4.0	15.00	60.00	
6.07	CONJUNTO TUERCA OJO DE A°G° DE 5/8"ø, CON ARANDELA	u	2	0	0	2	0	4.0	15.00	60.00	
6.08	ESPARRAGO PASANTE DE 5/8" X 15" CON ARANDELA, TUERCA Y CONTRATUERCA	u	0	0	3	0	0	3.0	9.50	28.50	
6.09	BRAZO-SOPORTE (RIOSTRA) DE PERFIL ANGULAR DE A°G° DE 38 x 38 x 6 mm y 1000 mm LONGITUD.	u	0	20	12	0	0	32.0	65.00	2,080.00	
6.10	PLETINA DE COBRE TIPO "J" CON AGUJERO 11/16" (18mm)	u	0	20	12	2	2	36.0	3.50	126.00	
6.11	CONECTOR TIPO PERNO PARTIDO PARA CONDUCTOR DE COBRE (CU) PURO DE 35-70mm2	u	0	10	6	1	2	19.0	12.00	228.00	
6.12	CINTA BAND-IT DE 3/4" C/ PRENSILLAS DE ACERO	m	0	0	0	0	2	2.0	12.00	24.00	
	SUB-TOTAL 6:									138,026.44	

7.00	RETENIDAS Y ANCLAJES									
7.01	CABLE DE ACERO GRADO SIEMENS MARTIN, DE 10 mm ø	m	0	0	42	14	0	56.0	15.00	840.00
7.02	VARILLA DE ANCLAJE DE A° G° DE 16 mm ø x 2,40 m, PROVISTO DE OJAL GUARDACABO EN UN EXTREMO; TCA Y CTCA EN EL OTRO	u	0	0	3	1	0	4.0	23.69	94.76
7.03	MORDAZA PREFORMADA DE A° G° PARA CABLE DE 10 mm ø	u	0	0	12	4	0	16.0	16.00	256.00
7.04	ALAMBRE DE ACERO N° 14; PARA ENTORCHADO	m	0	0	9	3	0	12.0	1.50	18.00
7.05	ARANDELA DE ANCLAJE, DE A° G°, 102 x 102 x 6,35 mm, AGUJERO DE 18 mmø	u	0	0	3	1	0	4.0	2.96	11.84
7.06	CONTRAPUNTA DE A° G° CON ABRAZADERA PARTIDA EN UN EXTREMO Y GRAPA DE AJUSTE PARA CABLE EN EL OTRO EXTREMO	u	0	0	3	1	0	4.0	64.30	257.19
7.07	BLOQUE DE CONCRETO DE 0,40 x 0,40 x 0,15 m	u	0	0	3	1	0	4.0	45.00	180.00
7.08	ABRAZADERA PARA RETENIDA ø 150 mm x 100 mm x 5 mm	u	0	0	3	1	0	4.0	28.25	113.00
	SUB-TOTAL 7:									1,770.79
8.00	MATERIAL PARA PUESTA A TIERRA									
8.01	ELECTRODO DE COBRE (COPPERWELD) DE 3/4" ø x 2,40 m	u	0	1	1	0	0	2.0	65.00	130.00
8.02	CAJA REGISTRO DE PVC CIRCULAR PARA PUESTA A TIERRA 0,50x0,50x0,45 m	u	0	1	1	0	0	2.0	45.00	90.00
8.03	PLANCHA DOBLADA DE COBRE PARA TOMA A TIERRA DE ESPIGAS Y/ O PERNOS	u	0	1	1	0	0	2.0	1.00	2.00
8.04	CONECTOR DE COBRE TIPO PERNO PARTIDO PARA CONDUCTOR 35 mm²	u	0	1	1	0	0	2.0	12.00	24.00
8.05	CONECTOR ANDERSON AB DE 3/4" - 19MM	u	0	1	1	0	0	2.0	7.00	14.00
8.06	CEMENTO CONDUCTIVO X BOLSA DE 25KG	u	0	2	2	0	0	4.0	37.00	148.00
8.07	SAL INDUSTRIAL X BOLSA DE 25KG	u	0	2	2	0	0	4.0	20.00	80.00
	SUB-TOTAL 8:									488.00
TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES										21,896.92

Nota: Las longitudes de los pernos son referenciales, estos deberán ser determinados en la Ingeniería de Detalle y validados con las dimensiones finales de los postes y crucetas adquiridos para la obra y con las características y dimensiones del proveedor de ferretería.

**MONTAJE ELECTROMECHANICO - SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN
IMPLEMENTACIÓN TRIFÁSICA DE SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA EN MEDIA TENSIÓN - YURAMAYO**

UBICACIÓN : DEPARTAMENTO DE AREQUIPA, PROVINCIA DE AREQUIPA, DISTRITO DE SAN JUAN DE SIGUAS

SECCIÓN II : REDES PRIMARIAS

B: MONTAJE ELECTROMECHANICO

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	ARMADO UNID.	METRADOS PARCIALES					Metrado Cantidad	Costo Unitario S/.	TOTAL S/.	
			D-1 Cant.	PS1-3 Cant.	PA1-3 Cant.	PR3-3 Cant.	F-1 Cant.				Cant.
1.00	<u>OBRAS PRELIMINARES</u>										
1.01	REPLANTEO TOPOGRÁFICO Y UBICACIÓN DE ESTRUCTURAS EN REDES PRIMARIAS E INGENIERÍA DE DETALLE	Localid	0	0	0	0	0	1	1.00	2,500.00	2,500.00
	SUB-TOTAL 1:										2,500.00
2.00	<u>INSTALACION DE RETENIDAS</u>										
2.01	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO II (conglomerado)	m ³	0	0	1	1	0	2.00	39.52	79.04	
2.02	INSTALACION DE RETENIDA INCLINADA	u	0	0	1	0	0	1.0	48.28	48.28	
2.03	INSTALACION DE RETENIDA VERTICAL	u	0	0	0	1	0	1.0	53.21	53.21	
2.04	RELLENO Y COMPACTACION DE RETENIDA INCLINADA Y VERTICAL	m ³	0	0	1	1	0	2.0	34.52	69.04	
	SUB-TOTAL 2:										249.57
3.00	<u>MONTAJE DE ARMADOS</u>										
3.01	ARMADO TIPO D-1	JGO	1	0	0	0	0	1.0	520.00	520.00	
3.02	ARMADO TIPO PS1-3	JGO	0	10	0	0	0	10.0	550.00	5,500.00	
3.03	ARMADO TIPO PA1-3	JGO	0	0	3	0	0	3.0	645.00	1,935.00	
3.04	ARMADO TIPO PR3-3	JGO	0	0	0	1	0	1.0	680.00	680.00	
3.05	ARMADO TIPO F-1	JGO	0	0	0	0	1	1.0	620.00	620.00	
	SUB-TOTAL 3:										9,255.00
4.00	<u>MONTAJE DE CONDUCTORES Y ACCESORIOS</u>										
4.01	TENDIDO Y PUESTA EN FLECHA DE CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO AAAC DE 35 mm ² , POR FASE	m	0	1227.36	307.56	138.76	32.85	X2	3413.0	1.50	5,119.50
4.02	TENDIDO DE CABLE SUBTERRANEO TIPO N2XS Y DE 50mm ² , POR FASE	m	0	0	0	0	0		0.00	9.70	0.00
4.03	INSTALACION DE TERMINACION EXTERIOR PARA CABLE SUBTERRANEO DE 50mm ²	Kit	0	0	0	0	0		0.00	130.00	0.00
4.04	INSTALACION DE TERMINACION INTERIOR PARA CABLE SUBTERRANEO DE 50mm ²	Kit	0	0	0	0	0	1.0	130.00	130.00	
	SUB-TOTAL 4:										5,249.50
5.00	<u>INSTALACION DE PUESTA A TIERRA</u>										
5.01	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO I (arcilloso)	m ³	0	0	0	0	0	0.00	31.62	0.00	
5.02	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO II (conglomerado)	m ³	0	0	0	0	5	4.80	39.52	189.70	
5.03	INSTALACION DE PUESTA A TIERRA TIPO PAT-1S	u	0	0	0	0	2	2.0	29.73	59.46	
5.04	INSTALACION DE PUESTA A TIERRA TIPO PAT-2	u	0	0	0	0	0	0.0	53.99	0.00	
5.05	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE PUESTA A TIERRA CON TIERRA CERNIDA	m ³	0	0	0	0	5	4.80	42.76	205.25	
	SUB-TOTAL 5:										454.41
TOTAL MONTAJE ELECTROMECHANICO											17,708.48

Nota: (*) El Contratista coordinará con SEAL S.A. para definir los detalles para la identificación y señalización de los postes.

**TRANSPORTE Y ACARREO - SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN
IMPLEMENTACIÓN TRIFÁSICA DE SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA EN MEDIA TENSIÓN - YURAMAYO**

UBICACIÓN : DEPARTAMENTO DE AREQUIPA, PROVINCIA DE AREQUIPA, DISTRITO DE SAN JUAN DE SIGUAS
SECCIÓN II : REDES PRIMARIAS

C: TRANSPORTE Y ACARREO DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	ARMADO UNID.	METRADOS PARCIALES						Metrado Cantidad	Costo Unitario S/.	TOTAL S/.
			D-1 Cant.	PS1-3 Cant.	PA1-3 Cant.	PR3-3 Cant.	F-1 Cant.	0 Cant.			
1.00	<u>CRUCETAS DE METAL</u>										
1.01	CRUCETA ANGULAR DE FeGe	u	0	10	6	0	2		18.0	37.00	666.00
	SUB-TOTAL 1:										666.00
2.00	<u>AISLADORES Y ACCESORIOS</u>										
2.01	AISLADOR POLIMERICO TIPO LINE POST 27 KV	u	0	20	12	0	0		32.0	11.51	368.32
2.02	AISLADORES POLIMERICO TIPO SUSPENSIÓN DE 27KV	u	3	0	0	4	2		9.0	12.41	111.69
2.03	ACCESORIOS DE AISLADORES	GLOB.	0	0	0	0	0		1	85.00	85.00
	SUB-TOTAL 2:										565.01
3.00	<u>CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO</u>										
3.01	CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO AAAC DE 35 mm2	m	0	1227.36	307.56	138.76	32.85	X2	3413.06	0.26	887.40
3.02	ACCESORIOS PARA CONDUCTOR	GLOB.	0	0	0	0	0		1	50.00	50.00
	SUB-TOTAL 3:										937.40
4.00	<u>MATERIAL DE FERRETERIA</u>										
4.01	MATERIAL DE FERRETERIA PARA POSTES Y CRUCETAS	GLOB.	0	0	0	0	0		1	87.00	87.00
4.02	RETENIDAS Y ANCLAJES	GLOB.	0	0	0	0	0		1	85.00	85.00
4.03	MATERIAL PARA PUESTA A TIERRA (INCLUYE CONDUCTOR DE COBRE)	GLOB.	0	0	0	0	0		1	200.00	200.00
	SUB-TOTAL 4:										372.00
TOTAL TRANSPORTE DE MATERIALES											2,540.41

Fuente: Elaboración propia

RESUMEN DEL VALOR REFERENCIAL - REDES PRIMARIAS		
SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSION Y SUBESTACION ELÉCTRICA TIPO CASETA DE 1200KVA - YURAMAYO		
UBICACIÓN : DEPARATAMENTO DE AREQUIPA, PROVINCIA DE AREQUIPA, DISTRITO DE SAN JUAN DE SIGUAS		
SECCIÓN II : SISTEMA DE UTILIZACIÓN		
ITEM	DESCRIPCION	TOTAL S/.
A	SUMINISTROS DE MATERIALES	160,810.46
B	MONTAJE ELECTROMECHANICO	23,697.45
C	TRANSPORTE DE MATERIALES	3,987.99
D	TOTAL COSTO DIRECTO (C.D.)	188,495.90
E	GASTOS GENERALES	1,500.00
F	UTILIDADES (10%)	18,849.59
G	COSTO TOTAL (No incluye I.G.V.)	208,845.49
H	Impuesto General a las Ventas (I.G.V.)	39,680.65
COSTO TOTAL INCLUIDO I.G.V.		248,526.14

Fuente: Elaboración propia

SUMINISTRO DE MATERIALES - SISTEMA DE UTILIZACIÓN
SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSION Y SUBESTACION ELÉCTRICA TIPO CASETA DE 1200KVA - YURAMAYO

UBICACIÓN : DEPARTAMENTO DE AREQUIPA, PROVINCIA DE AREQUIPA, DISTRITO DE SAN JUAN DE SIGUAS

SECCIÓN II : SISTEMA DE UTILIZACIÓN

A: SUMINISTRO DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	ARMADO UNID.	METRADOS PARCIALES							Metrado Cantidad	Costo Unitario S/.	TOTAL S/.	
			D-2 Cant.	PS1-3L Cant.	TS-3 Cant.	PA3-3 Cant.	PMI Cant.	PTS-3 Cant.	SET-3 Cant.				3 Fases Cant.
1.00	<u>POSTES C.A.C Y CRUCETAS DE METAL</u>												
1.01	POSTE C.A.C. DE 14/400	u	0	0	0	1	1	1	0		3.0	1,250.00	3,750.00
1.02	POSTE C.A.C. DE 14/300	u	0	5	1	0	0	0	0		6.0	1,170.00	7,020.00
1.03	CRUCETA METALICA ANGULAR EN A°G° DE 64mm X 64mm X 2400mm	u	0	5	1	0	2	2	0		10.0	175.00	1,750.00
	SUB-TOTAL 1:												12,520.00
2.00	<u>AISLADORES Y ACCESORIOS</u>												
2.01	AISLADOR POLIMERICO TIPO LINE POST (PIN) 27 KV	u	0	15	3	0	0	0	0		18.0	98.27	1,768.86
2.02	AISLADOR POLIMERICO DE SUSPENSION 27 KV	u	3	0	3	6	6	3	0		21.0	95.00	1,995.00
	SUB-TOTAL 2:												3,763.86
3.00	<u>CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO</u>												
3.01	CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO DESNUDO AAAC DE 35 mm2	m	0	422.52	90.00	90.00	59.29	52.52	0.0	X3	2,142.99	3.69	7,907.63
	SUB-TOTAL 3:												7,907.63
4.00	<u>ACCESORIOS PARA CONDUCTOR DE ALEACION ALUMINIO</u>												
4.01	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA PARA CONDUCTOR DE 35-50 mm2	u	3	0	3	6	6	3	0		21.0	16.00	336.00
	SUB-TOTAL 4:												336.00
5.00	<u>CONDUCTOR DE COBRE</u>												
5.01	CABLE SUBTERRANEO N2XS Y DE 50mm2 18/30kV (ACOMETIDA MEDIA TENSION)	m	0	0	0	0	0	15	22	X3	111.0	29.30	3,252.30
5.01	CABLE NYY DE 1x300mm2 (ACOMETIDA BAJA TENSION) - 3 Ternas	m	0	0	0	0	0	0	15	X3 / X3	135.0	21.00	2,835.00
5.02	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE 25mm2, PARA PUESTA A TIERRA (FERRETERIA)	m	0	0	0	0	0	0	18		18.0	5.10	91.80
5.03	CONDUCTOR DE COBRE AISLADO DE 25mm2, PARA PUESTA A TIERRA (TRANSFORMADOR Y TRANSFORMIX)	m	0	0	0	0	0	0	18		18.0	5.39	97.02
	SUB-TOTAL 5:												6,276.12
6.00	<u>ACCESORIOS PARA CONDUCTOR DE COBRE</u>												
6.01	TERMINACION INTERIOR PARA CONDUCTOR SUBTERRANEO DE 15KV (1 kit = 3 terminaciones)	Kit	0	0	0	0	0	0	3		3.0	350.00	1,050.00
6.02	TERMINACION EXTERIOR PARA CONDUCTOR SUBTERRANEO DE 15KV (1 kit = 3 terminaciones)	Kit	0	0	0	0	0	1	0		1.0	380.00	380.00
	SUB-TOTAL 6:												1,430.00
7.00	<u>MATERIAL DE FERRETERIA PARA POSTES Y CRUCETAS</u>												
7.01	PERNO CABEZACOCHÉ A°G° de 13 mm ø x 152mm, LONG. 76 MM MAQUINADO, CON ARANDELA, CON TCA Y CTCA	u	0	10	2	0	4	4	0		20.0	15.00	300.00
7.02	ABRAZADERA DE A°G° PARA POSTE DE CAC 14/400	u	0	0	0	0	2	2	0		4.0	28.02	112.07
7.03	ABRAZADERA DE A°G° PARA POSTE DE CAC 14/300	u	0	5	1	0	0	0	0		6.0	28.02	168.10
7.04	ABRAZADERA DE A°G° DE 3/8" X 4" PARA BRAZO RIOSTRA	u	0	5	1	0	2	2	0		10.0	27.89	278.90
7.05	PERNO CABEZA HEXAGONAL DE A°G° DE 5/8"ø x 6", CON ARANDELA, TUERCA Y CONTRATUERCA	u	0	10	2	0	4	4	0		20.0	14.86	297.20
7.06	PERNO OJO DE A°G° DE 5/8"ø x 6", CON ARANDELA, TUERCA Y CONTRATUERCA	u	3	0	0	6	3	3	0		15.0	15.00	225.00
7.07	BRAZO-SOPORTE (RIOSTRA) DE PERFIL ANGULAR DE A°G° DE 38 x 38 x 6 mm y 1000 mm LONGITUD.	u	0	10	2	0	4	4	0		20.0	65.00	1,300.00
7.08	PLETINA DE COBRE TIPO "J" CON AGUJERO 11/16" (18mm)	u	3	15	6	6	6	6	0		42.0	3.50	147.00
7.09	CONECTOR TIPO PERNO PARTIDO PARA CONDUCTOR DE COBRE (CU) PURO DE 35-70mm2	u	2	10	2	2	3	3	0		22.0	12.00	264.00
7.10	CINTA BAND-IT DE 3/4" C/ PRENSILLAS DE ACERO	m	0	0	0	0	0	8	0		8.0	12.00	96.00
7.11	CONECTOR AL-AL 35-50mm2	u	3	0	0	0	3	3	0		9.0	45.00	405.00
7.12	TUBO DE F°G° DE 4" x 6 mts DE LONGITUD	u	0	0	0	0	0	1	0		1.0	65.00	65.00
7.13	CURVA DE PVC SAP DE 4" DE DIAMETRO	u	0	0	0	0	0	1	0		1.0	28.00	28.00
	SUB-TOTAL 7:												3,686.27

8.00	<u>MATERIAL PARA ACOMETIDA SUBTERRANEA</u>												
8.01	BUZON DE CONCRETO ARMADO DE 1.0m x 1.0m x 1.4m DE PROFUNDIDAD	u	0	0	0	0	0	1	0		1.0	800.00	800.00
8.02	TUBO DE PVC SAP DE 4" x 3 mts DE LONGITUD	u	0	0	0	0	0	1	0		1.0	65.00	65.00
8.03	CINTA DE SEGURIDAD DE SEÑALIZACION ELECTRICA COLOR ROJA	m	0	0	0	0	0	1	0		1.0	25.00	25.00
8.04	TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO DE 4" SCH 40 (Para pozo de percolación)	m	0	0	0	0	0	1	0		1.0	150.00	150.00
8.05	POZO DE PERCOLACIÓN DE ACEITE DE 1.5x1.5x1.2m PARA TRANSFORMADOR	u	0	0	0	0	0	1	0		1.0	400.00	400.00
	SUB-TOTAL 8:												1,440.00
9.00	<u>RETENIDAS Y ANCLAJES</u>												
9.01	CABLE DE ACERO GRADO SIEMENS MARTIN, DE 10 mm ø	m	0	0	12	12	12	0	0		36.0	15.00	540.00
9.02	VARILLA DE ANCLAJE DE A° G° DE 16 mm ø x 2.40 m, PROVISTO DE OJAL GUARDACABO EN UN EXTREMO; TCA Y CTCA EN EL OTRO	u	0	0	1	1	1	0	0		3.0	23.69	71.07
9.03	MORDAZA PREFORMADA DE A° G° PARA CABLE DE 10 mm ø	u	0	0	4	4	4	0	0		12.0	16.00	192.00
9.04	ALAMBRE DE ACERO N° 14; PARA ENTORCHADO	m	0	0	3	3	3	0	0		9.0	1.50	13.50
9.05	ARANDELA DE ANCLAJE, DE A° G°, 102 x 102 x 6,35 mm, AGUJERO DE 18 mm ø	u	0	0	1	1	1	0	0		3.0	2.96	8.88
9.06	CONTRAPUNTA DE A° G° CON ABRAZADERA PARTIDA EN UN EXTREMO Y GRAPA DE AJUSTE PARA CABLE EN EL OTRO EXTREMO	u	0	0	0	1	0	0	0		1.0	64.30	64.30
9.07	BLOQUE DE CONCRETO DE 0,40 x 0,40 x 0,15 m	u	0	0	1	1	1	0	0		3.0	45.00	135.00
9.08	ABRAZADERA PARA RETENIDA ø 150 mm x 100 mm x 5 mm	u	0	0	1	1	1	0	0		3.0	28.25	84.75
	SUB-TOTAL 9:												1,109.50
10.00	<u>MATERIAL PARA PUESTA A TIERRA</u>												
10.01	ELECTRODO DE COBRE (COPPERWELD) DE 3/4" ø x 2,40 m	u	0	0	0	0	2	0	2		4.0	65.00	260.00
10.02	CAJA REGISTRO DE PVC CIRCULAR PARA PUESTA A TIERRA 0,50x0,50x0,45 m	u	0	0	0	0	2	0	2		4.0	26.00	104.00
10.03	PLANCHA DOBLADA DE COBRE PARA TOMA A TIERRA DE ESPIGAS Y/ O PERNOS	u	0	0	0	0	2	0	2		4.0	1.00	4.00
10.04	CONECTOR DE COBRE TIPO PERNO PARTIDO PARA CONDUCTOR 35 mm²	u	0	0	0	0	2	0	2		4.0	5.92	23.68
10.05	CONECTOR ANDERSON AB DE 3/4" - 19MM	u	0	0	0	0	2	0	2		4.0	7.00	28.00
10.06	CEMENTO CONDUCTIVO X BOLSA DE 25KG	u	0	0	0	0	4	0	4		8.0	39.00	312.00
10.07	SAL INDUSTRIAL X BOLSA DE 25KG	u	0	0	0	0	4	0	4		8.0	19.00	152.00
	SUB-TOTAL 10:												883.68
11.00	<u>EQUIPO DE PROTECCION Y MANIOBRA</u>												
11.01	SECCIONADOR FUSIBLE UNIPOLAR TIPO EXPULSION (CUT-OUT) DE 27 KV, 100A, 150KV-BIL.	u	0	0	0	0	3	3	0		6.0	270.00	1,620.00
11.02	FUSIBLE TIPO EXPULSION DE 45 A, TIPO K	u	0	0	0	0	3	3	0		6.0	13.90	83.40
11.03	PARARRAYOS POLIMERICOS, 24 kv, 10 kA, CLASE 1	u	0	0	0	0	3	0	0		3.0	295.00	885.00
11.04	TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE 1200KVA 22.9/0.38KV EN ACEITE	u	0	0	0	0	0	0	1		1.0	72,150.00	72,150.00
11.05	INTERRUPTOR DE POTENCIA UNISARC-IFT/C 24KV 630A 20K	u	0	0	0	0	0	0	1		1.0	43,719.00	43,719.00
11.06	LLAVE GENERAL INTERRUPTOR 1500A-2000A	u	0	0	0	0	0	0	1		1.0	2,500.00	2,500.00
	SUB-TOTAL 11:												120,957.40
12.00	<u>EQUIPO DE ILUMINACIÓN</u>												
12.01	LUMINARIA, TUBO DE PVC, CABLE DE BAJA, INTERRUPTOR Y TOMACORRIENTE	Glb	0	0	0	0	0	0	2		2.0	250.00	500.00
	SUB-TOTAL 12:												500.00
TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES													160,810.46

Nota: Las longitudes de los pernos son referenciales, estos deberán ser determinados en la Ingeniería de Detalle y validados con las dimensiones finales de los postes y crucetas adquiridos para la obra y con las características y dimensiones del proveedor de ferretería.

**MONTAJE ELECTROMECHANICO - SISTEMA DE UTILIZACION
SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSION Y SUBESTACION ELÉCTRICA TIPO CASETA DE 1200KVA - YURAMAYO**

UBICACIÓN : DEPARTAMENTO DE AREQUIPA, PROVINCIA DE AREQUIPA, DISTRITO DE SAN JUAN DE SIGUAS

SECCIÓN II : SISTEMA DE UTILIZACIÓN

B: MONTAJE ELECTROMECHANICO

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	ARMADO UNID.	METRADOS PARCIALES							Metrado Cantidad	Costo Unitario S/.	TOTAL S/.	
			D-2 Cant.	PS1-3L Cant.	TS-3 Cant.	PA3-3 Cant.	PMI Cant.	PTS-3 Cant.	SET-3 Cant.				3 Fases Cant.
1.00	<u>OBRAS PRELIMINARES</u>												
1.01	REPLANTEO TOPOGRÁFICO Y UBICACIÓN DE ESTRUCTURAS EN REDES PRIMARIAS E INGENIERÍA DE DETALLE	Localid	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0	2,500.00	2500.00
	SUB-TOTAL 1:												2,500.00
2.00	<u>INSTALACION DE POSTES DE CONCRETO</u>												
2.01	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO II PARA POSTE DE 14m	m ³	0	10	2	2	2	2	0	18.0	32.23	580.14	
2.02	TRANSPORTE DE POSTE DE 14 m/400 daN DE ALMACEN A PUNTO DE IZAJE	u	0	5	1	1	1	1	0	9.0	97.48	877.32	
2.03	IZAJE, IDENTIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN DE POSTE DE 14 m/300 y 400 daN (*)	u	0	5	1	1	1	1	0	9.0	68.40	615.60	
2.04	CIMENTACIÓN CON CONCRETO CICLOPEO, POSTE DE 14 m EN TERRENO TIPO II	m ³	0	5	1	1	1	1	0	9.0	166.81	1,501.29	
	SUB-TOTAL 2:												3,574.35
3.00	<u>MONTAJE DE ACOMETIDA SUBTERRANEA</u>												
3.01	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO II (conglomerado)	m ³	0	0	0	0	0	4.2	0	4.20	39.52	165.98	
3.02	INSTALACION DE TUBERIA DE PVC SAP DE 3" x 3mts DE LONGITUD	u	0	0	0	0	0	1.0	0	1.0	15.00	15.00	
3.03	INSTALACION DE CINTA SEÑALIZADORA DE RIESGO ELECTRICO	m	0	0	0	0	0	1.0	0	1.0	2.00	2.00	
3.04	RELLENO Y COMPACTACION DE ACOMETIDA SUBTERRANEA CON TIERRA CERNIDA	m ³	0	0	0	0	0	4.2	0	4.2	34.52	144.98	
	SUB-TOTAL 3:												327.96
4.00	<u>INSTALACION DE RETENIDAS</u>												
4.01	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO II (conglomerado)	m ³	0	0	2	2	2	0	0	6.00	39.52	237.12	
4.02	INSTALACION DE RETENIDA INCLINADA	u	0	0	1	0	1	0	0	2.0	48.28	96.56	
4.03	INSTALACION DE RETENIDA VERTICAL	u	0	0	0	1	0	0	0	1.0	53.21	53.21	
4.04	RELLENO Y COMPACTACION DE RETENIDA INCLINADA Y VERTICAL	m ³	0	0	2	2	2	0	0	6.0	34.52	207.12	
	SUB-TOTAL 4:												594.01
5.00	<u>MONTAJE DE ARMADOS</u>												
5.01	ARMADO TIPO D-2	JGO	1	0	0	0	0	0	0	1.0	420.00	420.00	
5.02	ARMADO TIPO PS1-3L	JGO	0	5	0	0	0	0	0	5.0	450.00	2,250.00	
5.03	ARMADO TIPO TS-3	JGO	0	0	1	0	0	0	0	1.0	660.00	660.00	
5.04	ARMADO TIPO PA3-3	JGO	0	0	0	1	0	0	0	1.0	750.00	750.00	
5.05	ARMADO TIPO PMI	JGO	0	0	0	0	1	0	0	1.0	985.00	985.00	
5.06	ARMADO TIPO PTS-3 + Buzon de MT	JGO	0	0	0	0	0	1	0	1.0	960.00	960.00	
5.07	SUBESTACION ELECTRICO TIPO CASETA SET-3 (Interruptor+Transformador+Tablero General+Pozo de Percolación)	JGO	0	0	0	0	0	0	1	1.0	5,450.00	5,450.00	
	SUB-TOTAL 5:												11,475.00
6.00	<u>MONTAJE DE CONDUCTORES Y ACCESORIOS</u>												
6.01	TENDIDO Y PUESTA EN FLECHA DE CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO AAAC DE 35 mm2, POR FASE	m	0	422.52	90.00	90.00	59.29	52.52	0	2142.90	2.56	5,485.82	
6.02	TENDIDO DE CABLE SUBTERRANEO TIPO N2XS Y DE 50mm2, POR FASE	m	0	0	0	0	0	15.00	22.00	111.00	2.32	257.52	
6.02	CABLE NYY DE 1x300mm2 (ACOMETIDA BAJA TENSION) - 3 Ternas	m	0	0	0	0	0	0	15.00	135.00	2.07	279.45	
6.03	INSTALACION DE TERMINACION EXTERIOR PARA CABLE SUBTERRANEO DE 50mm2 (1 kit = 3 terminaciones)	Kit	0	0	0	0	0	1	0	1.0	125.00	125.00	
6.04	INSTALACION DE TERMINACION INTERIOR PARA CABLE SUBTERRANEO DE 50mm2 (1 kit = 3 terminaciones)	Kit	0	0	0	0	0	0	3	3.0	125.00	375.00	
	SUB-TOTAL 6:												6,522.79
7.00	<u>INSTALACION DE PUESTA A TIERRA</u>												
7.01	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO II (conglomerado)	m ³	0	0	0	0	4.8	0	4.8	9.60	39.52	379.39	
7.02	INSTALACION DE PUESTA A TIERRA TIPO PAT-1 (01 Pozo)	u	0	0	0	0	0	0	2	2.0	29.73	59.46	
7.03	INSTALACION DE PUESTA A TIERRA TIPO PAT-2 (02 Pozos, ver plano)	u	0	0	0	0	1	0	0	1.0	53.99	53.99	
7.04	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE PUESTA A TIERRA CON TIERRA CERNIDA	m ³	0	0	0	0	4.8	0	4.8	9.60	42.76	410.50	
	SUB-TOTAL 7:												903.34
8.00	<u>INSTALACION DE EQUIPO DE ILUMINACIÓN</u>												
8.01	INSTALACIÓN DE LUMINARIA, CABLE DE BAJA, INTERRUPTOR Y TOMACORRIENTES	Glb	0	0	0	0	0	0	2	2.00	150.00	300.00	
	SUB-TOTAL 8:												300.00
TOTAL MONTAJE ELECTROMECHANICO											145	23,697.45	

Nota: (*) El Contratista coordinará con SEAL S.A. para definir los detalles para la identificación y señalización de los postes.

TRANSPORTE Y ACARREO DE MATERIALES - SISTEMA DE UTILIZACION
SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSION Y SUBSTACION ELÉCTRICA TIPO CASETA DE 1200KVA - YURAMAYO

UBICACIÓN : DEPARTAMENTO DE AREQUIPA, PROVINCIA DE AREQUIPA, DISTRITO DE SAN JUAN DE SIGUAS
 SECCIÓN II : SISTEMA DE UTILIZACIÓN

C: TRANSPORTE Y ACARREO DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	ARMADO UNID.	METRADOS PARCIALES							Metrado Cantidad	Costo Unitario S/.	TOTAL S/.	
			D-2 Cant.	PS1-3L Cant.	TS-3 Cant.	PA3-3 Cant.	PMI Cant.	PTS-3 Cant.	SET-3 Cant.				3 Fases Cant.
1.00	<u>POSTES Y CRUCETAS</u>												
1.01	POSTE DE CONCRETO DE 14 m	u	0	5	1	1	1	1	0	9.0	116.00	1,044.00	
1.02	CRUCETA ANGULAR DE FeGe	u	0	5	1	0	2	2	0	10.0	10.00	100.00	
	SUB-TOTAL 1:											1,144.00	
2.00	<u>AISLADORES Y ACCESORIOS</u>												
2.01	AISLADOR POLIMERICO TIPO LINE POST 27 KV	u	0	15	3	0	0	0	0	18.0	5.41	97.38	
2.02	AISLADORES POLIMERICO TIPO SUSPENSIÓN DE 27KV	u	3	0	3	6	6	3	0	21.0	5.51	115.71	
2.03	ACCESORIOS DE AISLADORES	GLOB.	0	0	0	0	0	0	0	1	70.00	70.00	
	SUB-TOTAL 2:											283.09	
3.00	<u>CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE ALUMINIO Y COBRE</u>												
3.01	CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO AAAC DE 35 mm2	m	0	422.52	90.00	90.00	59.29	52.52	0	X3	2142.99	0.26	557.18
3.02	TENDIDO DE CABLE SUBTERRANEO TIPO N2XSY DE 50mm2, POR FASE	m	0	0	0	0	0	15.00	22.00	X3	111.00	0.41	45.51
3.03	CABLE NYY DE 1x300mm2 (ACOMETIDA BAJA TENSION) - 3 Ternas	m	0	0	0	0	0	0	15	X3 / X3	135.00	0.26	35.10
3.04	ACCESORIOS PARA CONDUCTOR	GLOB.	0	0	0	0	0	0	0	X3 / X3	1	45.00	50.00
	SUB-TOTAL 3:												687.79
4.00	<u>MATERIAL DE FERRETERIA</u>												
4.01	MATERIAL DE FERRETERIA PARA POSTES Y CRUCETAS	GLOB.	0	0	0	0	0	0	0		1	79.00	79.00
4.02	RETENIDAS Y ANCLAJES	GLOB.	0	0	0	0	0	0	0		1	85.00	85.00
4.04	MATERIAL PARA PUESTA A TIERRA (INCLUYE CONDUCTOR DE COBRE)	GLOB.	0	0	0	0	0	0	0		1	200.00	200.00
	SUB-TOTAL 4:												364.00
5.00	<u>EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA</u>												
5.01	SECCIONADOR FUSIBLE UNIPOLAR TIPO EXPULSION (CUT-OUT) DE 27 KV, 100A, 150KV-BIL.	u	0	0	0	0	3	0	3		6.0	14.00	84.00
5.02	FUSIBLE TIPO EXPULSION DE 45 A, TIPO K	u	0	0	0	0	3	0	3		6.0	4.50	27.00
5.03	PARARRAYOS POLIMERICO, 24 KV, 10 kA, CLASE 1	u	0	0	0	0	3	0	0		3.0	12.89	38.67
5.04	TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE 1200KVA 22.9/0.38KV EN ACEITE	u	0	0	0	0	0	0	1		1.0	715.88	715.88
5.05	INTERRUPTOR DE POTENCIA UNISARC-IFT/C 24KV 630A 20K	u	0	0	0	0	0	0	1		1.0	628.56	628.56
5.06	LLAVE GENERAL INTERRUPTOR 1500A~2000A	u	0	0	0	0	0	0	1		1.0	15.00	15.00
	SUB-TOTAL 5:												1,509.11
TOTAL TRANSPORTE DE MATERIALES												3,987.99	

Fuente: Elaboración propia



CONCLUSIONES

- A logro del proyecto, se refuerza el Sistema de Distribución Primario de MONOFÁSICO a TRIFÁSICO, dejando la EMT apta para dar inicio a tan ansiado Sistema de Utilización en Media Tensión para Alimentar a la Planta VAQUA S.A.C.
- Para un correcto montaje electromecánico, se logra catalogar y dimensionar los materiales apropiados para los armados de media tensión existentes en la Red de Distribución Primaria.
- El uso del Programa DLTCAD ayudó a tener una mejor visión de las flechas en cada Vano y así no lograr sobrepasar las Distancias Mínimas de Seguridad presentes en el terreno al momento de utilizar las mismas estructuras existentes en campo.
- Se dimensionó tanto la Subestación Eléctrica de 1.2MVA en cuestión como también el conductor subterráneo el cuál ingresa al Interruptor de Potencia para luego alimentar al Transformador según normas DGE, todo esto para ser aprobado ya por la Concesionaria Local.
- El uso de la Norma DGE ayudó al correcto cálculo mecánico y eléctrico de la Red de distribución en cuestión como también del Nuevo Sistema de Utilización, por lo que se pudieron dimensionar de manera satisfactoria
- Partiendo desde el Punto de Diseño para el Nuevo Sistema de Utilización, se detalla y dimensiona correctamente la disposición del Armado PMI junto con sus unidades a tierra correspondientes, tanto para la Ferretería como para el Propio Trafomix.
- Se diseñan los planos eléctricos haciendo énfasis en los materiales ya existente de los implementados para el refuerzo de la red de media tensión a trabajar, respetando las DMS correctas para una tensión de 22.9kV, cabe resaltar que se aprecia a detalle en el Plano de Planimetría adjunto.
- Luego de un meticuloso análisis se logra la elección de la Tarifa MT3 la cual regirá al nuevo cliente, la cual se podrá cambiar una sola ocasión dentro del periodo de vigencia que cumpla los mínimos requisitos para medir el consumo.

RECOMENDACIONES

- De ser necesaria una mayor potencia para una futura ampliación de la Planta VAQUA S.A.C. se recomienda optar por un Grupo Electrónico que cumpla con las demandas de energía en ese momento o en su defecto una Mini Planta de Generación de Energía Solar Fotovoltaica diseñada por terceros e instalada al tablero de transferencia en la Subestación Eléctrica, cabe resaltar que no fue uno de los alcances del presente proyecto pero en su defecto se deja a la Subestación preparada para optar por dicha opción.
- Se deberá de tener planes de mantenimiento tanto semestrales como anuales para el correcto funcionamiento de la subestación eléctrica de la Planta, se sugiere el uso de un analizador de Redes para el constante monitoreo del flujo de cargas como de un correcto balanceo de las mismas.
- Pasado los 06 meses de uso del suministro eléctrico se recomienda un estudio de la energía consumido en la Planta por medio de sus recibos lecturados por la Concesionaria local, eligiendo la tarifa más adecuada a su consumo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- América Móvil Perú S.A.C. (2009). *Proyecto: Sistema de utilización en media tensión antena claro - Mazuco*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/379132467/edoc-site-proyecto-claro-mazuco-pdf>
- American National Standard For Switchgear. (2022). *ANSI C-37.42 Distribution cut outs and fuse links specifications*. Obtenido de <https://dokumen.tips/documents/ansi-c-3742-cortacircuitos.html>
- Bravo Revilla Víctor Andree. (2018). *Sistema de utilización en media tensión a nivel de 22.9 kv y subestación tipo caseta de lookva para la empresa congelados Gutierrez*. Arequipa: [Tesis para optar el título profesional de ingeniero mecánico electricista].
- Cirprotec CPT. (junio de 2016). *Importancia del sistema de puesta a tierra*. Obtenido de Protección contra el rayo y las sobretensiones: <http://www.cirprotec.com/es/Solutions/Safeground/Importancia-del-sistema-de-puesta-a-tierra#:~:text=El%20sistema%20de%20puesta%20a,masas%20met%C3%A1licas%20respecto%20a%20tierra.&text=%C3%89stos%20act%C3%BAan%20derivando%20la%20energ%C3%ADa,en%20equipos%2>
- Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias. (2022). *Nomenclatura Para Conductores (Ntp 370.255)*. Obtenido de <https://pdfslide.net/documents/nomenclatura-para-conductores-ntp-370255.html>
- Conductores y cables del Perú. (2022). *Catálogo Ceper Cables*. Obtenido de <http://syzcominsa.pe/phocadownload/Catalogos/CEPER%20Catalogo%20Global.pdf>
- Diario Oficial El Peruano. (1992). *Ley de concesiones eléctricas ley de concesiones eléctricas decreto Ley N° 25844*. Lima. Obtenido de https://www.osinergmin.gob.pe/cartas/documentos/electricidad/normativa/LEY_CONCESIONES_ELECTRICAS.pdf
- Electrónica Unicrom. (2021). *Funcionamiento del transformador eléctrico de potencia*. Obtenido de <https://unicrom.com/principio-funcionamiento-transformador-potencia/>

- ENCOEL S.R.L. (2022). *Selección Catálogo CUT-OUT - SEMAPI*. Obtenido de <https://www.promelsa.com.pe/productos/proteccion-y-seccionamiento-en-mt/proteccion-y-seccionamiento-mt/seccionadores-cut-out.html>
- Endesa. (2021). *Subestaciones eléctricas*. Obtenido de <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/subestaciones-electricas>
- Esolutions. (2016). *Historia del sistema MRT – Monofásico con Retorno por Tierra*. Obtenido de <https://www.esolutions.com.pe/156/historia-del-sistema-mrt-monofasico-con-retorno-por-tierra/>
- Gala Miranda. (2022). *Características técnicas de las instalaciones eléctricas*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/458282462/SEMANA-04-instalaciones-electricas>
- Global Electric Solar E.I.R.L. (2022). *Catálogo AB KRAFT*. Obtenido de <https://globalelectricsolar.com.pe/marca/ab-kraft/>
- INDECO. (2022). *Catálogo INDECO*. Obtenido de https://grupokoller.com.pe/catalogos/INDECO_CATALOGO.pdf
- Ingelmec. (2017). *Interruptor de potencia*. Obtenido de <https://ingelmec.com.pe/servicios/pruebas-electricas/sub-estaciones/interruptor-de-potencia>
- Instituto ecuatoriano de normalización. (2013). *Norma IEC 815 grados de contaminación de aisladores*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/187635943/IEC-815-Grados-de-Contaminacion>
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual INDECOPI. (2020). *NTP 339.027 Postes de hormigon (concreto) armado para líneas aéreas*. Obtenido de <https://www.gob.pe/indecopi>
- International Electrotechnical Commission. (2022). *IEC 60076 POWER TRANSFORMERS*. Obtenido de https://webstore.iec.ch/preview/info_iec60076-7%7Bed1.0%7Den_d.pdf
- Jiménez, G., & Gómez, G. (2016). *Comportamiento de los aislamientos sólidos de transformadores de potencia en condiciones ambientales no controladas*. Obtenido de Tecnología en Marcha: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v29n3/0379-3982-tem-29-03-99.pdf>

Ministerio de energía y minas. (2003). *NORMA DGE Bases para el diseño de líneas y redes secundarias con conductores autoportantes para electrificación rural*. Obtenido de <https://docplayer.es/89444950-Norma-dge-bases-para-el-diseno-de-lineas-y-redes-secundarias-con-conductores-autoportantes-para-electrificacion-rural.html>

Ministerio de energía y minas. (2012). Código Nacional de Electricidad, TOMO IV.

Ministerio de Energía y Minas. (2020). *Código Nacional de Electricidad*. Obtenido de Tomo IV Sistema de distribución: http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/2.CNE_TIV%20-%20Sist.de%20Distribucin.pdf

Ministerio de energía y minas. (2022). *Índice Crónologico*. Obtenido de https://www.minem.gob.pe/_detalle.php?idSector=6&idTitular=1215&idMenu=sub114&idCateg=502

Ministerio de Energía y Minas. (2022). *MEM - DGE Norma DGE terminología en electricidad*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/51260154/MEM-DGE-NORMA-DGE-TERMINOLOGIA-EN-ELECTRICIDAD>

Ministerio de Energía y Minas. (2022). *Resolución Directoral R.D. N° 018-2002-EM/DGE Norma de Procedimientos para la Elaboración de Proyectos y Ejecución de Obras en Sistemas de Distribución y Sistemas de Utilización en Media Tensión en Zonas de Concesión de Distribución*. Obtenido de https://minem.gob.pe/_legislacionM.php?idSector=6&idLegislacion=6506

Ministerio del ambiente MINAM. (2018). *Anexo 2: Procesos de generación de electricidad*. Obtenido de https://www.minam.gob.pe/proyecolegios/Curso/cursovirtual/Modulos/modulo2/3Secundaria/Actividades-Aprendizaje/CTA_1/S8/anexo8/CTA_S8_Anexo_2.pdf

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN. (enero de 2010). *Problemática de calidad de suministro en los sistemas eléctricos rurales*. Obtenido de Gerencia de Fiscalización Eléctrica: http://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/estudios_documentos/documentos/PresentaciOsinergminFiscalizaciElectrica.pdf

- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN. (2013). *Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final*.
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería OSINERGMIN. (2022). *Pliego Tarifario Máximo del Servicio Público de Electricidad*. Obtenido de <https://www.osinergmin.gob.pe/Tarifas/Electricidad/PliegoTarifario?Id=40000>
- Procobre. (2015). *Sistemas de puesta a tierra*. Obtenido de <https://www.analfatecnicos.net/archivos/08.PuestaATierra.pdf>
- RTE De México. (03 de abril de 2020). *¿Qué son los transformadores de potencia?* Obtenido de <https://rte.mx/transformador-de-potencia-transformadores>
- Sanchez. (2022). *Sistema eléctrico de potencia*. Obtenido de <https://www.coursehero.com/file/119743425/Sistema-el%C3%A9ctrico-de-potenciadocx/>
- Sector Electricidad. (28 de enero de 2018). *El sistema monofásico con retorno por tierra MRT*. Obtenido de <https://www.sectorelectricidad.com/13959/el-sistema-monofasico-con-retorno-por-tierra-mrt/>
- Seymour, J., & Horsley, T. (2021). *Sistema de suministro eléctrico. APC Legendary Reliability*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_suministro_el%C3%A9ctrico
- TECKOM. (2020). *Seccionador de potencia*. Obtenido de <http://www.teckom.pe/producto/seccionador-de-potencia/>
- Tito, P. (2021). *Interruptores de potencia y seccionadores de potencia*. Obtenido de <https://www.coursehero.com/file/43598349/INTERRUPTORES-DE-POTENCIA-Y-SECCIONADORES-DE-POTENCIAdocx/>
- Undein. (2022). *Especificaciones Técnicas de Líneas en 138 kV 1 Especificaciones Técnicas de Suministro*. Obtenido de <https://1library.co/article/especificaciones-t%C3%A9cnicas-1%C3%ADneas-kv-especificaciones-t%C3%A9cnicas-suministro.q23rev2z>
- Unisalia. (2022). *Tipos De Transformadores De Potencia, Que Son Y Cómo Funcionan*. Obtenido de <https://unisalia.com/tipos-de-transformadores-de-potencia/>

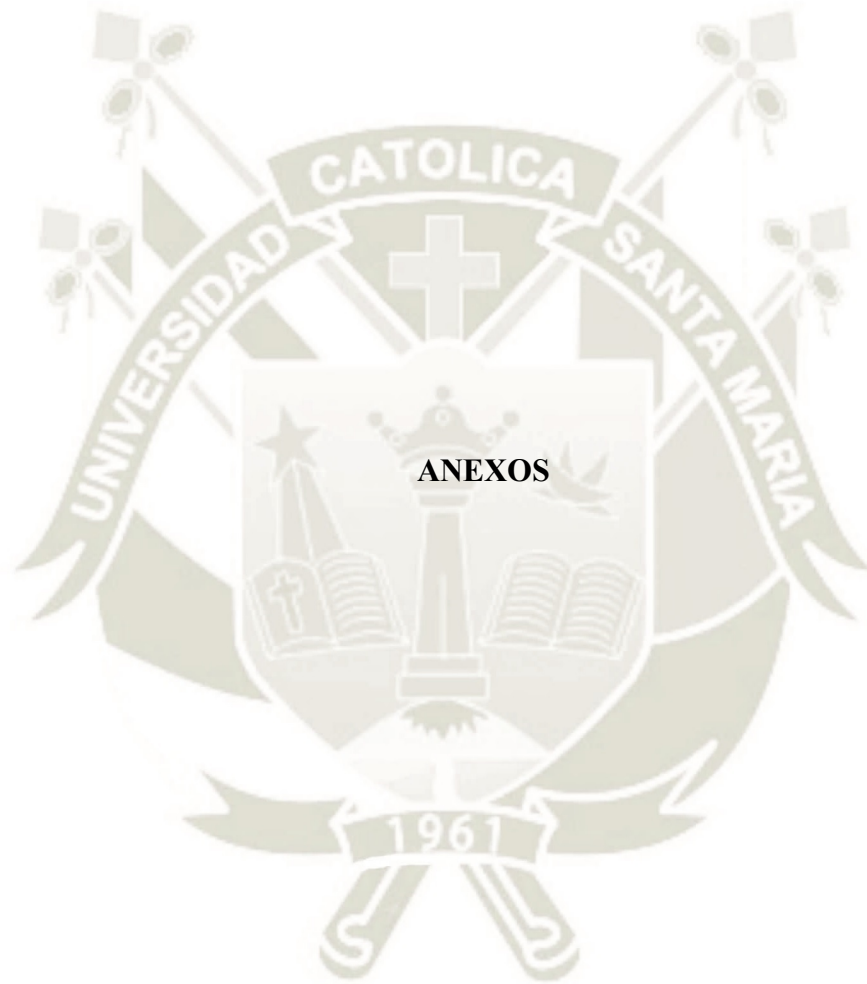
Vaqua S.A.C. (2022). *Empresa de lácteos y productos alimenticios*. Obtenido de <https://pe.linkedin.com/in/ildefonso-vaca-370a057b>

Vargas, J. (14 de agosto de 2020). *Tipos de Subestaciones Eléctricas*. Obtenido de http://ingeneriadesubestaciones.com/tipos-de-subestaciones-electricas/#2-_Tipos_de_Subestaciones_Electricas_por_su_funcionalidad

Vsip. (2022). *CABLE NYN*. Obtenido de <https://vsip.info/cable-nyy-5-pdf-free.html>

Zuñiga, P. (31 de mayo de 2020). *5 tipos de subestaciones eléctricas*. Obtenido de Instalaciones Eléctricas Residenciales: <https://instalacioneselectricasresidenciales.blogspot.com/2013/05/5-tipos-de-subestaciones-electricas.html#:~:text=Por%20el%20tipo%20de%20instalaci%C3%B3n,Subestaciones%20tipo%20blindado.>





ANEXO A

PLANOS DE DISEÑO Y DETALLES – REFUERZO DE RED MT

Comprende los Planos de detalle del Refuerzo de Red en MT de Monofásico a Trifásico.

ITEM	DETALLE	CODIGO
1	Plano de Ubicación	UCSM-VAQUA-LY-001
2	Planimetría y Ubicación de estructuras	UCSM-VAQUA-GN-002
3	Plano Armado de Derivación (D-1))	D-1
4	Plano Armado Alineamiento (PS1-3)	PS1-3
5	Plano Armado Soporte de Retención (PR3-3)	PR3-3
6	Plano Armado Soporte de Ángulo (PA1-3)	PA1-3
7	Plano Armado Fin de Línea (F-1)	F-1
8	Detalle de montaje de retenida inclinada	RET-I
9	Detalle de montaje de retenida vertical	RET-V
10	Unidad de Puesta a tierra UT-1 - (01 Pozo)	PAT-1
11	Unidad de Puesta a tierra UT-2 - (02 pozos)	PAT-2

Fuente: Elaboración propia

ANEXO B

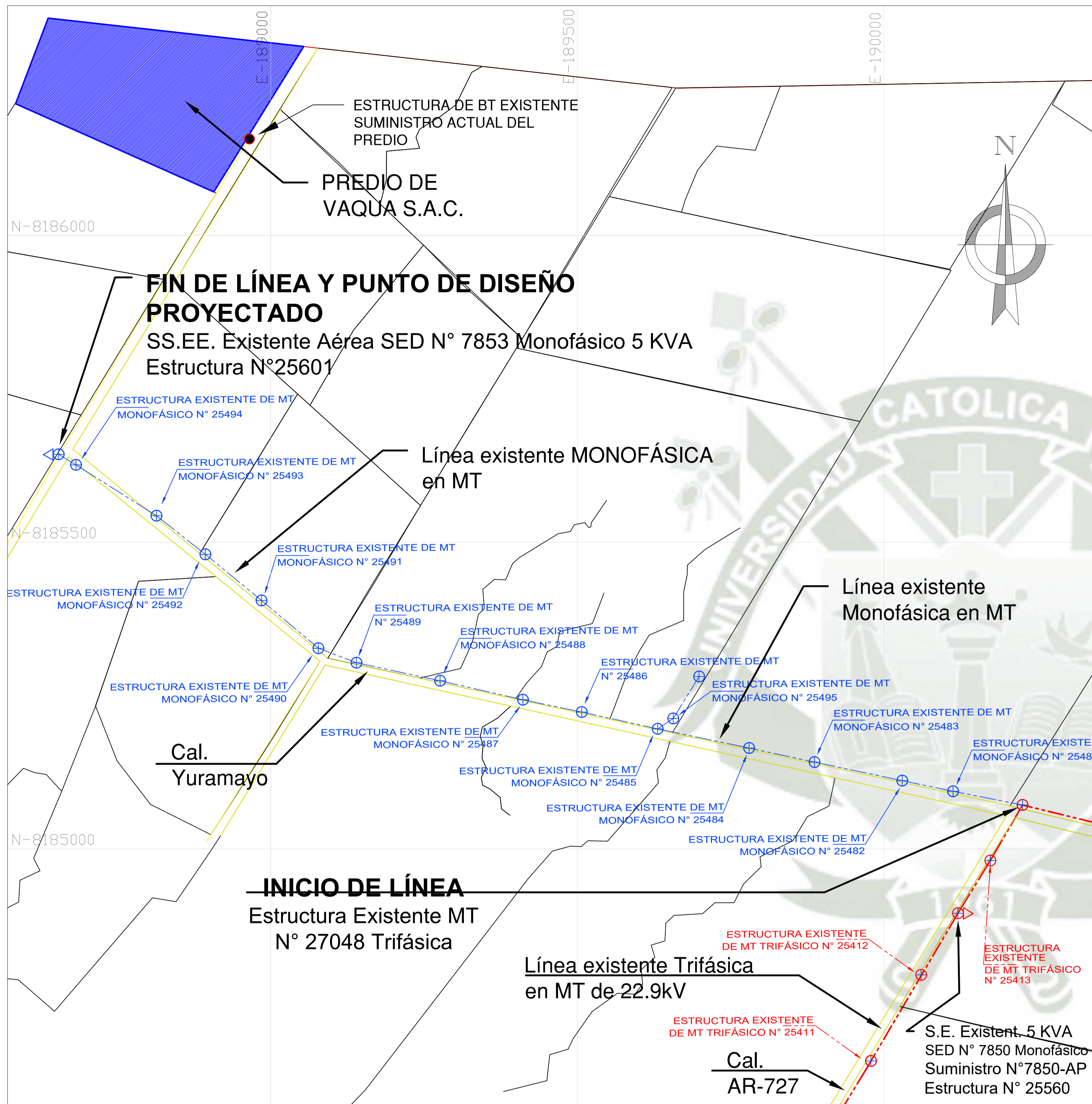
PLANOS DE DISEÑO Y DETALLES – NUEVO SISTEMA DE UT

Comprende los Planos de detalle del Nuevo Sistema de Utilización en Media Tensión con SSEE Caseta de 1200KVA, para VAQUA SAC.

ITEM	DETALLE	CODIGO
12	Diagrama Unifilar (DU)	UCSM-VAQUA-EL-003
13	Plano de Ubicación	UCSM-VAQUA-LY-004
14	Arreglo General Planimetría de estructuras	UCSM-VAQUA-GN-005
15	Plano armado de Derivación	D-2
16	Plano armado de Medición	PMI
17	Plano armado de Alineamiento	PS1-3L
18	Plano armado de Retención/suspensión	TS-3
19	Plano armado de Ángulo	PA3-3
20	Plano armado Terminal de Suspensión	PTS-3
21	Vista lateral, armado Terminal de Suspensión	PTSb-3
22	Detalle de Señalización	SP
23	Detalle de Empotramiento y Cimentación	EMP
24	Plano Civil de Subestación Caseta	UCSM-VAQUA-OC-006
25	Plano Electromecánico.	UCSM-VAQUA-EM-007
26	Plano Celda de transformación y seccionamiento	UCSM-VAQUA-EM-008
27	Plano de Electricidad	UCSM-VAQUA-IL-009

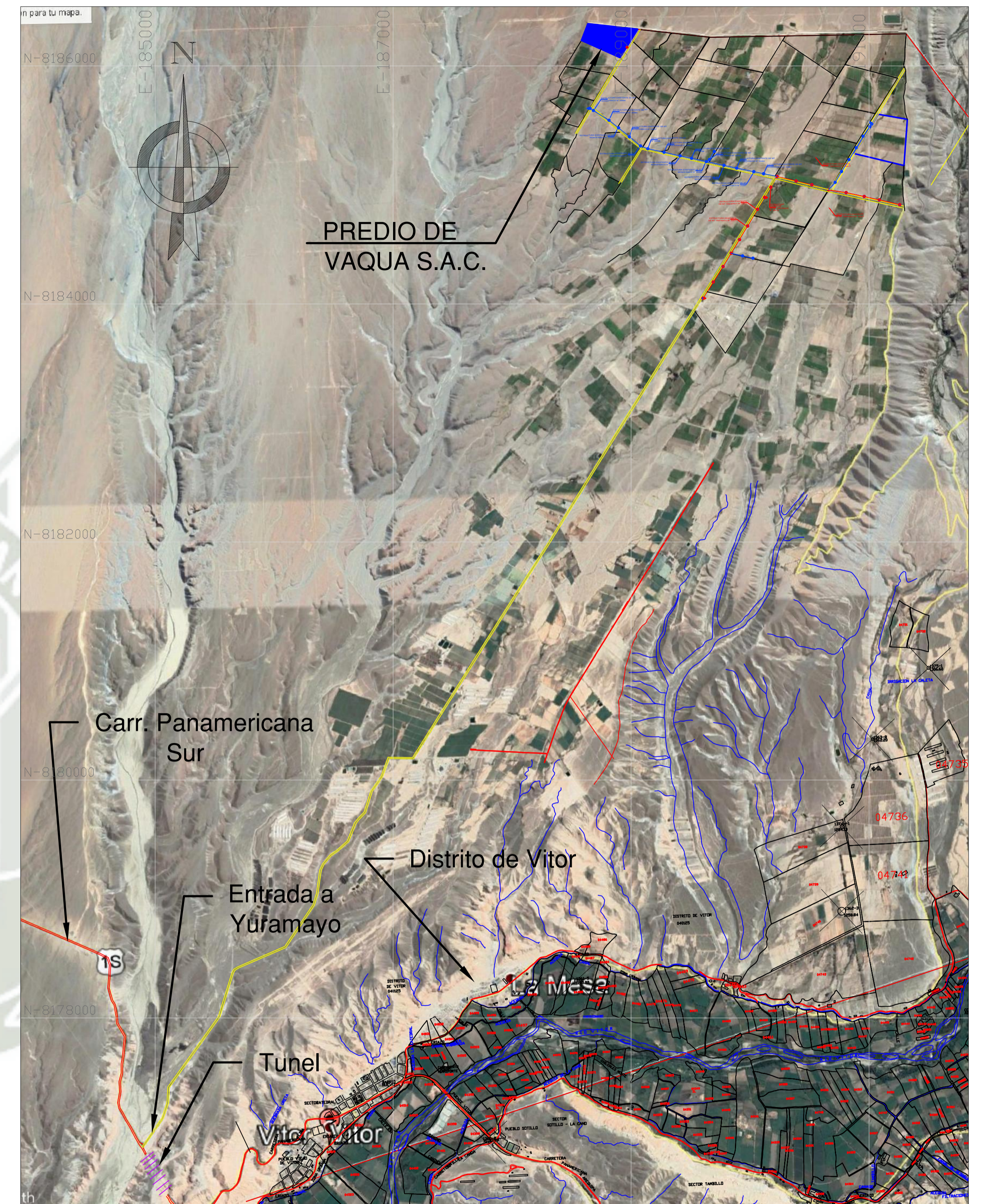
Fuente: Elaboración propia

Nota: Los detalles de las retenidas inclinadas y verticales, así como los detalles de los pozos a tierra se encuentran en el ANEXO B.



Escala: 1/4500

Legenda	
	Red Primaria Trifásica de 22.9 KV, Existente
	Red Primaria Monofásica, Existente
	Subestación Existente Monofásica
	Poste C.A.C. 12/200, Monofásico Existente
	Poste C.A.C. 13/400, Trifásico Existente
	Poste de baja tensión, Existente



Plano de Ubicación

Escala: 1/25000

Ubicación: Campos de irrigación Yuramayo, parcela XXX distrito de San Juan de Sigua, provincia y departamento de Arequipa.

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	FECHA
A	25/06/21	EMITIDO PARA REVISION DE PLAN DE TESIS		W.V.R.M.	03/05/2021
B	01/11/21	EMITIDO PARA REVISION DE BORRADOR DE TESIS		W.V.R.M.	03/05/2021
C	02/12/21	EMITIDO PARA APROBACION DE BORRADOR DE TESIS		W.V.R.M.	03/05/2021

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA-ELECTRICA Y MEGATRONICA.		APROBADO POR: W.V.R.M. FECHA: 03/05/2021 DISEÑADO POR: W.V.R.M. FECHA: 03/05/2021 DIBUJADO POR: W.V.R.M. FECHA: 03/05/2021 REVISADO POR: W.V.R.M. FECHA: 03/05/2021 APROBADO POR: W.V.R.M. FECHA: 29/05/2021 JEFE DE PROYECTO: W.V.R.M. FECHA: 03/05/2021 CLIENTE: VAQUA SAC FECHA: 03/05/2021
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO-ELECTRICISTA POR: ROJAS MAZUELOS WELVIO VALDIS - 2013400291		UBICACION DEL PROYECTO: REGION DE AREQUIPA, PROVINCIA DE AREQUIPA Y DISTRITO DE SAN JUAN DE SIGUAS

VAQUA S.A.C.		AREQUIPA - PERU
IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA EN MEDIA TENSION EN 22.9KV		
PLANO	PLANO DE UBICACION GENERAL VISTA DE PLANTA	
ESCALA	NUMERO DE PLANO	HOJA
A1	UCSM-VAQUA-LY-001	1

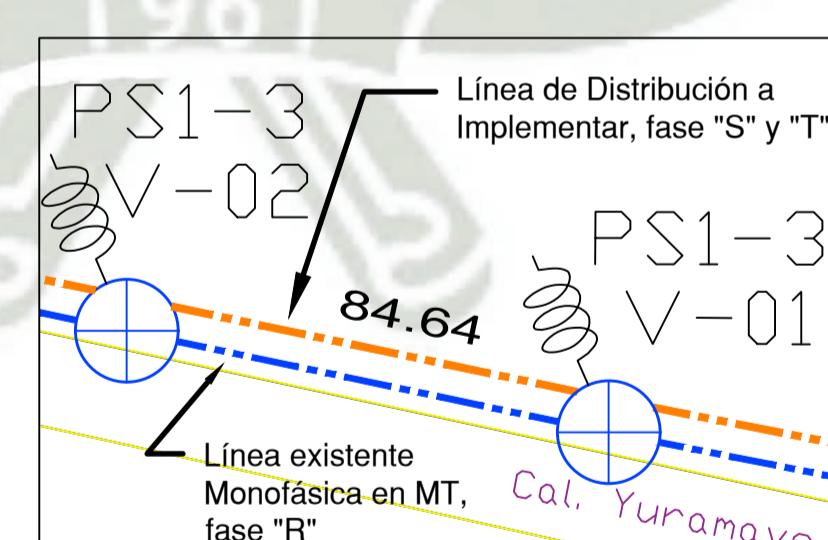
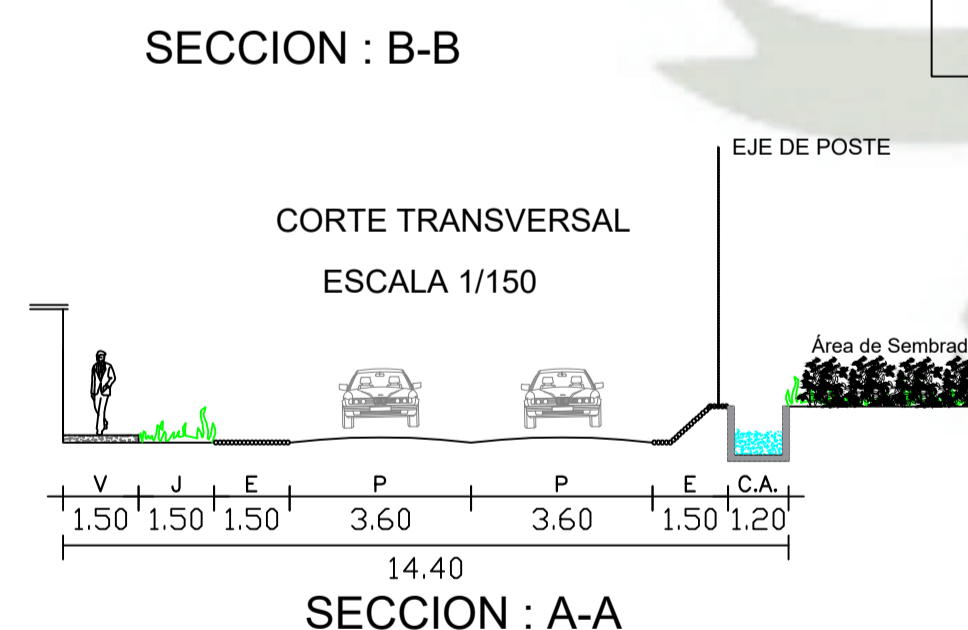
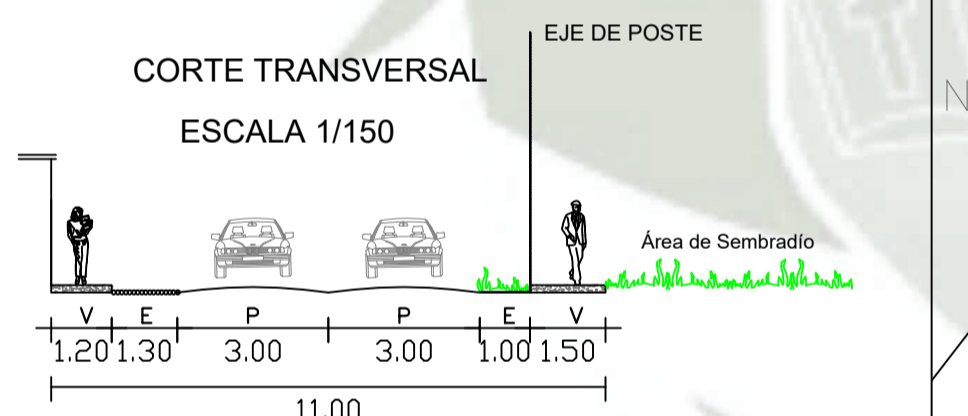


FIN DE LÍNEA
 SS.EE. Existente Aérea SED N° 7853
 Monofásico 5 KVA
 Estructura N°25601

INICIO DE LÍNEA
 Estructura Existente
 de MT N°27048

Ruta de Red Primaria del sistema de Distribución en 22.9 KV

Cuadro de Coordenadas(GWS-84 - Zone 19)								
ITEM	VERTICE	NUMERO DE POSTE	CUADRANTE	COORDENADA UTM GWS-84		DISTANCIA O VANO (M)	ACUMULADO (M)	DEFLEXION Y ORIENTACION
				COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE		ESTACION	
01	V-0	P-27048	19K	190226.00	8185071.41	0	0	
02	V-1	P-25481	19K	190112.74	8185093.76	115.45	115.45	-6.29°
03	V-2	P-25482	19K	190029.92	8185111.21	84.64	200.09	-10.02°
04	V-3	P-25483	19K	189886.68	8185141.32	146.36	346.45	+18.39°
05	V-4	P-25484	19K	189780.01	8185164.38	109.14	455.59	+3.71°
06	V-5	P-25485	19K	189630.83	8185195.57	152.41	608.00	-14.89°
07	V-6	P-25486	19K	189507.26	8185222.92	126.56	734.56	+16.83°
08	V-7	P-25487	19K	189411.25	8185242.99	98.08	832.64	+66.79°
09	V-8	P-25488	19K	189276.00	8185274.00	138.76	971.40	-27.88°
10	V-9	P-25489	19K	189139.63	8185303.39	139.50	1110.90	-33.62°
11	V-10	P-25490	19K	189077.63	8185327.04	66.36	1177.26	
12	V-11	P-25491	19K	188984.88	8185404.79	121.03	1298.29	
13	V-12	P-25492	19K	188893.30	8185479.97	118.48	1416.77	-27.88°
14	V-13	P-25493	19K	188813.54	8185543.07	101.70	1518.47	-27.88°
15	V-14	P-25494	19K	188682.21	8185625.79	155.21	1673.68	
16	V-15	P-25601 SED-7853	19K	188654.00	8185643.00	32.85	1706.53	



Línea existente Trifásica en MT de 22.9kV

ESTRUCTURA EXISTENTE DE MT TRIFÁSICO N° 25413

ESTRUCTURA EXISTENTE DE MT TRIFÁSICO N° 25412

S.E. Existente. 5 KVA SED N° 7850 Monofásico Suministro N°7850-AP Estructura N° 25560

Escala: 1/2300

LEYENDA	
	Línea de Distribución a implementar, fase "S" y "T"
	Red Primaria Monofásica, Existente fase "R"
	Red Primaria Trifásica de 22.9 KV, Existente
	Subestación Existente Monofásica
	Poste C.A.C 12/200, Monofásico Existente
	Poste C.A.C. 13/400, Trifásico Existente
	Retenida vertical, Existente
	Retenida inclinada, Existente
	Pozo a tierra efectiva, Existente
	Hilo a tierra, existente

LEYENDA DE ARMADOS	
D-1	Armado de Derivación, con línea trifásica Punto de Diseño, comienzo de la línea a implementar las Fases "S" y "T"
PS1-3	Armado de alineamiento, soporte de suspensión de 0°-5°, trifásico
PR3-3	Armado soporte de retención, trifásico
PA1-3	Armado soporte de ángulo de 5°-30°, trifásico.
F-1	Armado de Fin de Línea con Subestación Monofásica, de 5 KVA, 22.9/0.23 kv.

CUADRO DE MAXIMA DEMANDA					
ITEM	CARGAS TRIFASICAS MAQUINAS Y/O EQUIPOS	CANT.	POTENCIA (Kw)	F.D	POTENCIA TOTAL (Kw)
1	Subestación en el anexo de Yuramayo	1	4.35	0.9	3.915
2	Carga VAQUA S.A.C. - Yuramayo	1	1043.334	0.9	939.006
TOTAL DE CARGAS TRIFASICAS EN MEDIA TENSION (22.9 kv) EN KW					942.9156
1	POTENCIA TOTAL EN KW				942.9156
2	FACTOR DE SIMULTANEIDAD				0.9
3	FACTOR DE POTENCIA				0.85
4	FACTOR DE SEGURIDAD (40%)				1.4
5	DEMANDA SOLICITADA EN KVA				1397.73
POTENCIA ESTÁNDAR EN KVA					1400.00

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.
A	25/06/21	EMITIDO PARA REVISIÓN DE PLAN DE TESIS	
B	01/11/21	EMITIDO PARA REVISIÓN DE BORRADOR DE TESIS	
C	02/12/21	EMITIDO PARA APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
 FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRÓNICA.

APROBADO POR: [Signature]
 FECHA: 22/03/2021

W.V.R.M.
 DISEÑADO POR: [Signature]
 FECHA: 22/03/2021

W.V.R.M.
 DIBUJADO POR: [Signature]
 FECHA: 22/03/2021

W.V.R.M.
 REVISADO POR: [Signature]
 FECHA: 23/03/2021

W.V.R.M.
 APROBADO POR: [Signature]
 FECHA: 23/03/2021

W.V.R.M.
 JEFE DE PROYECTO: [Signature]
 FECHA: 22/03/2021

W.V.R.M.
 CLIENTE: [Signature]
 FECHA: 22/03/2021

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO-ELECTRICISTA
 POR: ROJAS MAZUELOS WELVIO VALDIS - 2013400291

UBICACION DEL PROYECTO:
 REGION DE AREQUIPA, PROVINCIA DE AREQUIPA Y DISTRITO DE SAN JUAN DE SIGUAS

VAQUA S.A.C.
 AREQUIPA - PERU

REFUERZO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA EN MEDIA TENSION EN 22.9KV

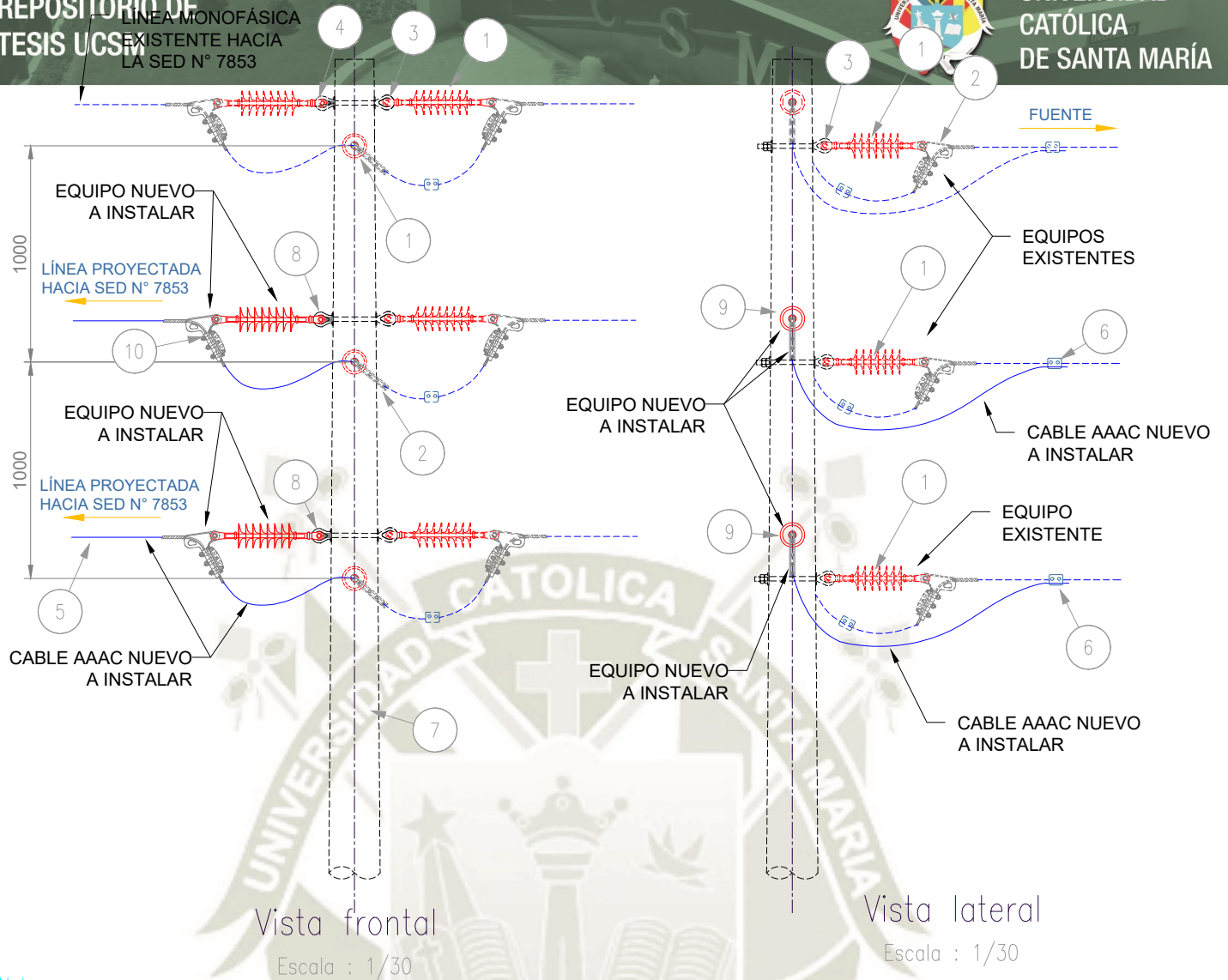
PLANO: PLANIMETRÍA Y UBICACIÓN DE ESTRUCTURAS

ESCALA: A1

NUMERO DE PLANO: UCSM-VAQUA-GN-002

HOJA: 1

REV: C



Vista frontal

Escala : 1/30

Vista lateral

Escala : 1/30

Notas:

1. Dimensiones en milímetros a menos que se indique otra unidad diferente.
1. Línea entrecortada detalla equipos existentes, línea continua detalla equipos proyectados.

Lista de materiales

Item	Descripción	Cantidades
①	Aislador Suspensión Polimerico de 27KV (EXISTENTE)	7
②	Grampa de anclaje tipo pistola de 3 pernos (EXISTENTE)	7
③	Perno tipo Ojo de 5/8" x 12" c/arandela, tuerca y contratuerca (EXISTENTE)	6
④	Tuerca Ojo de 5/8" (EXISTENTE)	1
⑤	Cable Aleación de Aluminio AAAC de 35mm ²	---
⑥	Conector Al-Al	2
⑦	Poste CAC 13/400 (EXISTENTE)	1
⑧	Tuerca Ojo de 5/8" (PROYECTADO)	2
⑨	Aislador Suspensión Polimerico de 27KV (PROYECTADO)	2
⑩	Grampa de anclaje tipo pistola de 3 pernos (PROYECTADO)	2



UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA – AREQUIPA
 BACHILLER: ROJAS MAZUELOS WELVID VALOIS – 2013400291
 PROYECTO: SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN EN MT – IMPLEMENTACIÓN TRIFÁSICA DE RED PRIMARIA EN 22.9 KV

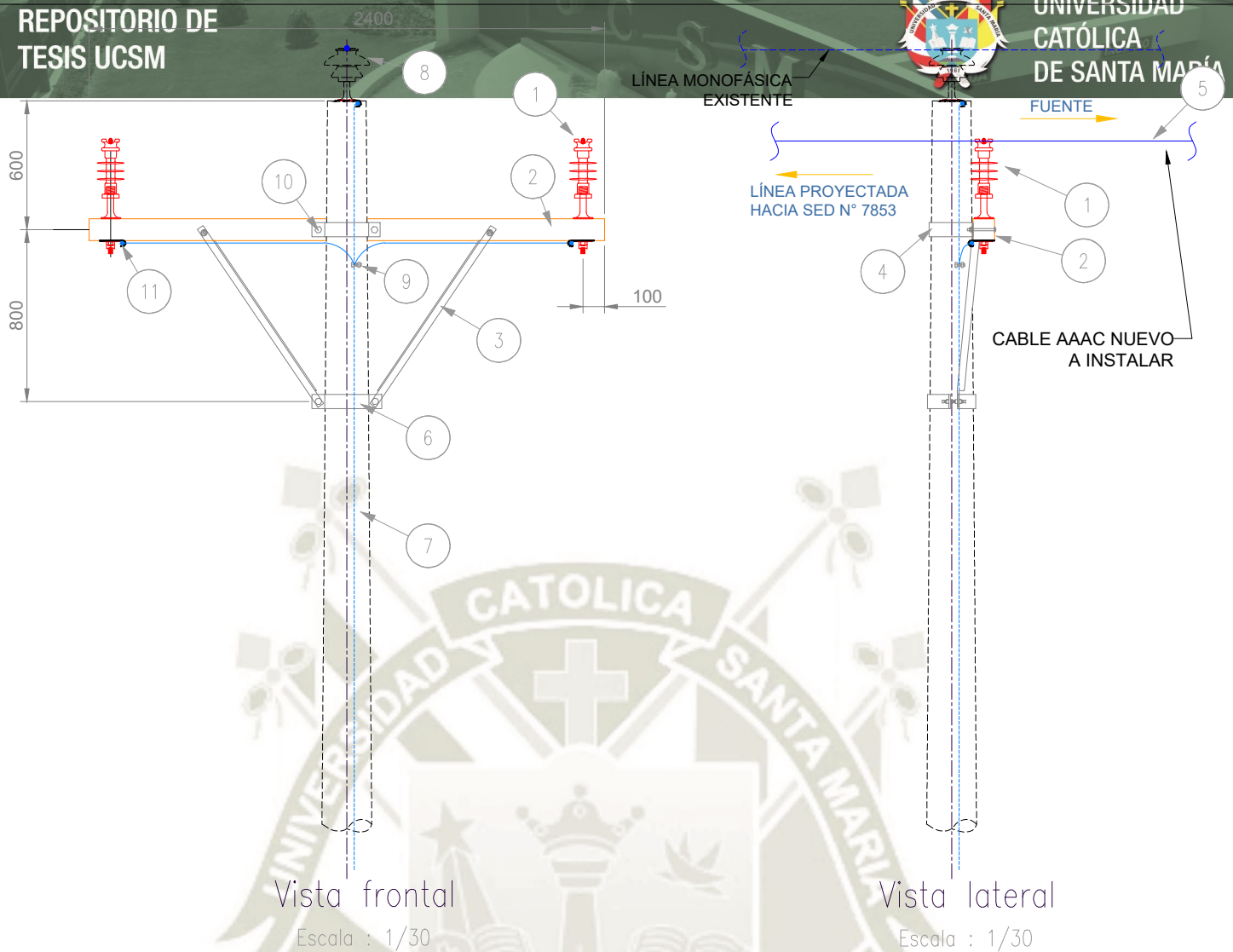
N° DE LAMINA:

D-1

DIBUJO: W. ROJAS
 FECHA: JULIO 2022
 PLANO: ARMADO DE DERIVACIÓN (D-1)

FECHA: JULIO 2022

ESCALA: A4
 REV: B



Vista frontal

Escala : 1/30

Vista lateral

Escala : 1/30

Notas:

1. Dimensiones en milímetros a menos que se indique otra unidad diferente.
2. Línea entrecortada detalla equipos existentes, línea continua detalla equipos proyectados.

Lista de materiales

Item	Descripción	Cantidades
①	Aislador Pin Polimerico de 27KV (PROYECTADO)	2
②	Cruceta metálica angular de A°C de 64x64x2400mm (PROYECTADO)	1
③	Brazo soporte (Riostra) perfil angular de A°C 38x38x5mm, 1000mm de longitud (PROYECTADO)	2
④	Abrazadera para poste CAC, de 12/200 (PROYECTADO)	1
⑤	Cable Aleación de Aluminio AAAC de 35mm ²	---
⑥	Abrazadera de 3/8"x4" tipo 2 vías 180° c/pernos de ajuste Øposte 7"-10" (PROYECTADO)	1
⑦	Poste de Concreto Armado Centrifugado CAC, de 12/200 (EXISTENTE)	1
⑧	Aislador Pin de Porcelana de 27KV (EXISTENTE)	1
⑨	Conector tipo perno partido para conductor de Cu de 35-70mm ² (PROYECTADO)	2
⑩	Perno Cabeza Hexagonal 5/8" Ø6", c/arandela, tuerca y contratuerca (PROYECTADO)	2
⑪	Pletina de cobre tipo "J" con agujero Ø11/16" (18mm) (PROYECTADO)	2



UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA – AREQUIPA
 BACHILLER: ROJAS MAZUELOS WELVID VALOIS – 2013400291
 PROYECTO: SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN EN MT – IMPLEMENTACIÓN TRIFÁSICA DE RED PRIMARIA EN 22.9 KV

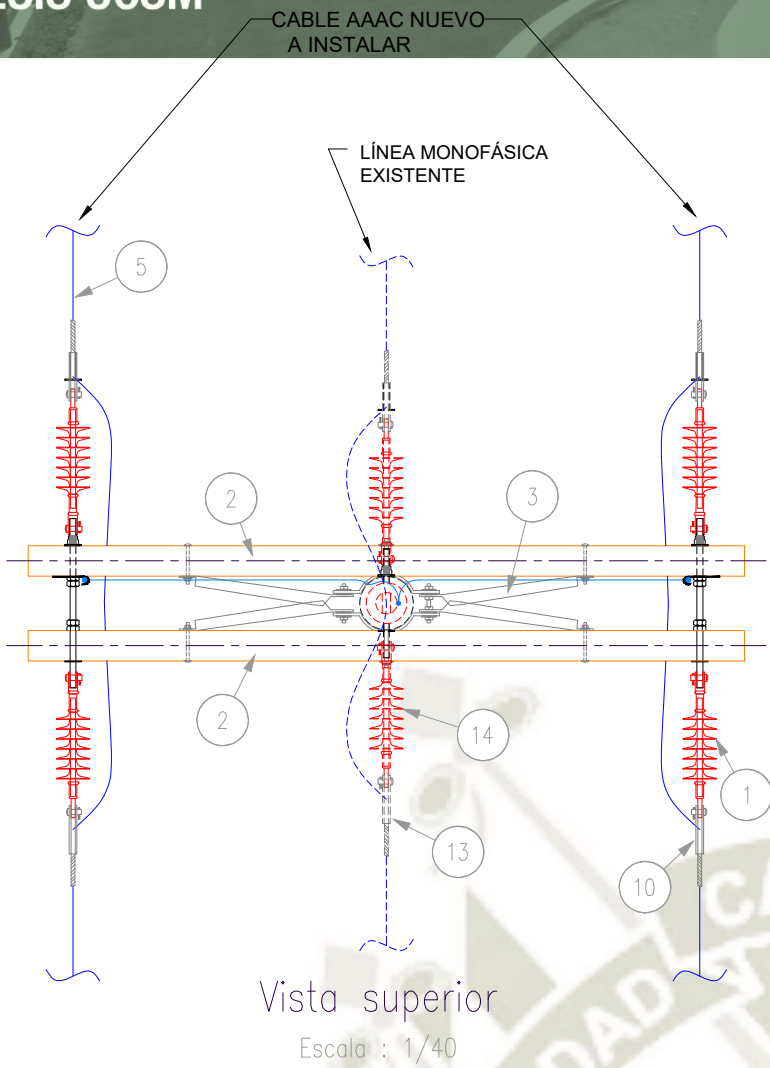
N° DE LAMINA:

PS1-3

DIBUJO: W. ROJAS
 FECHA: 15/07/2022
 PLANO: CERRADO ALINEAMIENTO, SOPORTE SUSPENSIÓN 0°-5°, TRIFÁSICO (PS1-3)

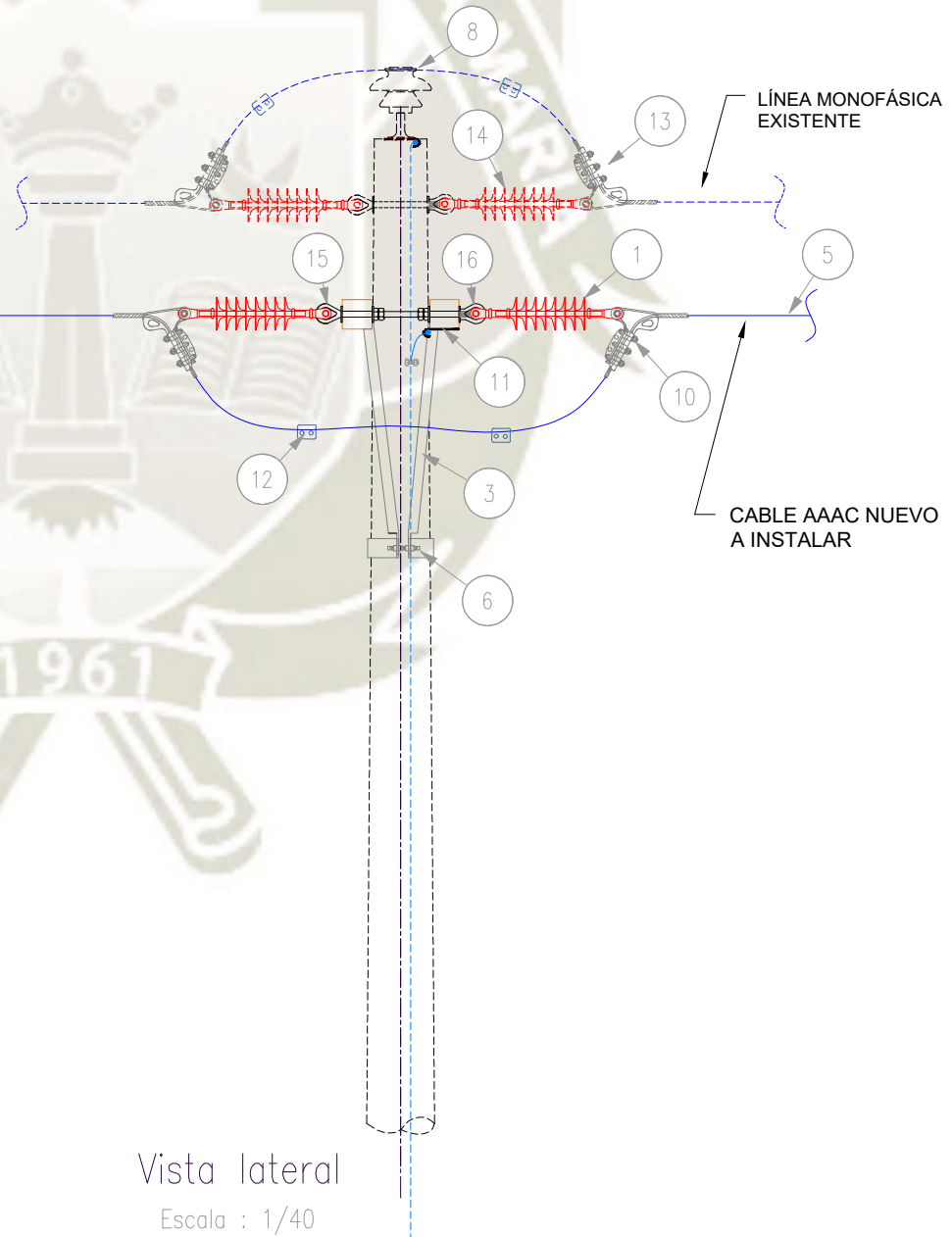
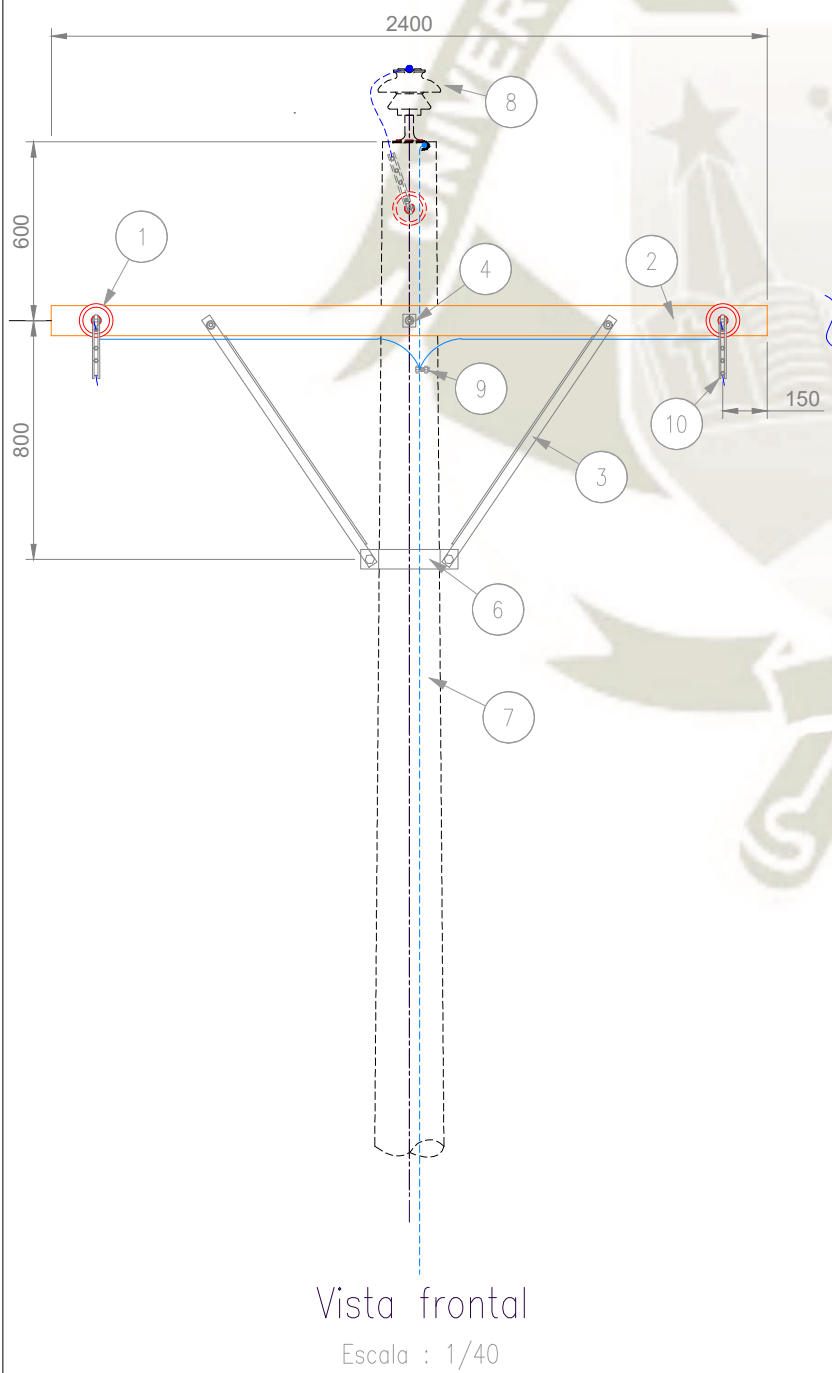
FECHA: 15/07/2022
 JULIO 2022

ESCALA: A4
 REV: B



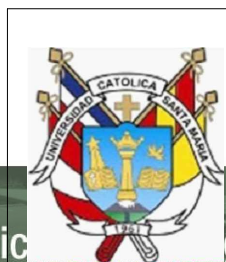
Lista de materiales

Item	Descripción	Cantidades
①	Aislador de Suspensión Polimerico de 27KV (PROYECTADO)	4
②	Cruceta metálica angular de A"G de 64x64x2400mm (PROYECTADO)	2
③	Brazo soporte (Riostra) perfil angular de A"G 38x38x5mm, 1000mm long. (PROYECTADO)	4
④	Perno doble armado de A"G, 16mmØx457mm long., con 4 tuercas (PROYECTADO)	1
⑤	Cable Aleación de Aluminio AAAC de 35mm ² (PROYECTADO)	--
⑥	Abrazadera de 3/8"x4" tipo 2 vias 180° c/pernos de ajuste Øposte 7"-10" (PROYECTADO)	1
⑦	Poste de Concreto Armado Centrifugado CAC, de 12/200 (EXISTENTE)	1
⑧	Aislador Pin de Porcelana de 27KV (EXISTENTE)	1
⑨	Conector tipo perno partido para conductor de Cu de 35-70mm ² (PROYECTADO)	2
⑩	Grampa de anclaje tipo pistola de 3 pernos (PROYECTADO)	4
⑪	Pletina de cobre tipo "J" con agujero Ø11/16" (18mm) (PROYECTADO)	2
⑫	Conector Al-Al (PROYECTADO)	4
⑬	Grampa de anclaje tipo pistola de 3 pernos (EXISTENTE)	2
⑭	Aislador de Suspensión Polimerico de 27KV (EXISTENTE)	2
⑮	Perno tipo Ojo de 5/8" x 12" c/arandela, tuerca y contratuerca (PROYECTADO)	2
⑯	Tuerca Ojo de 5/8" (PROYECTADO)	2

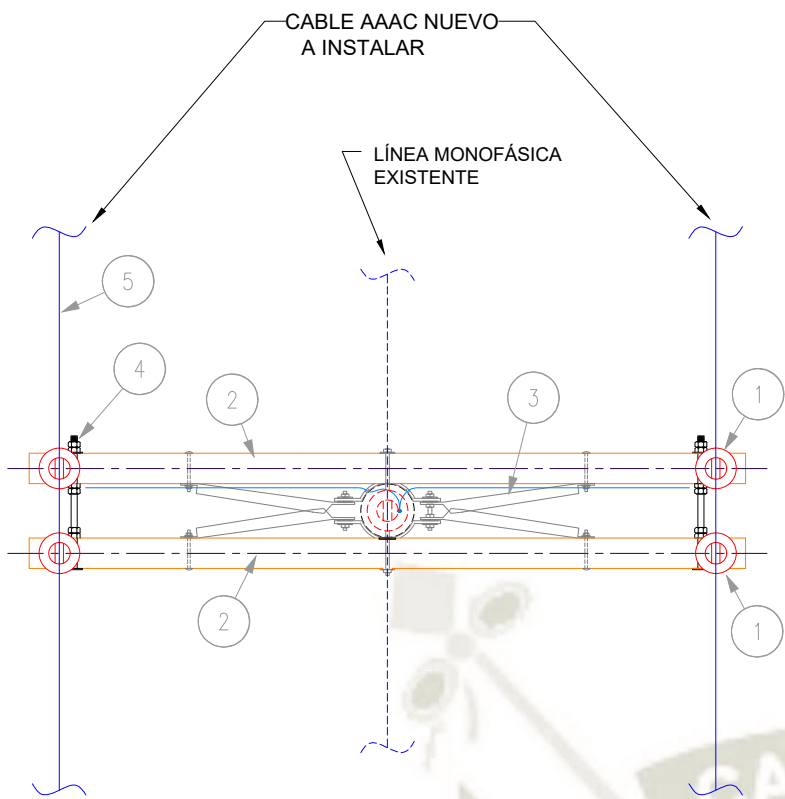


Notas:

1. Dimensiones en milímetros a menos que se indique otra unidad diferente.
2. El detalle de retenidas y puesta a tierra se muestran en otros planos.
3. Línea entrecortada detalla equipos existentes, línea continua detalla equipos proyectados.

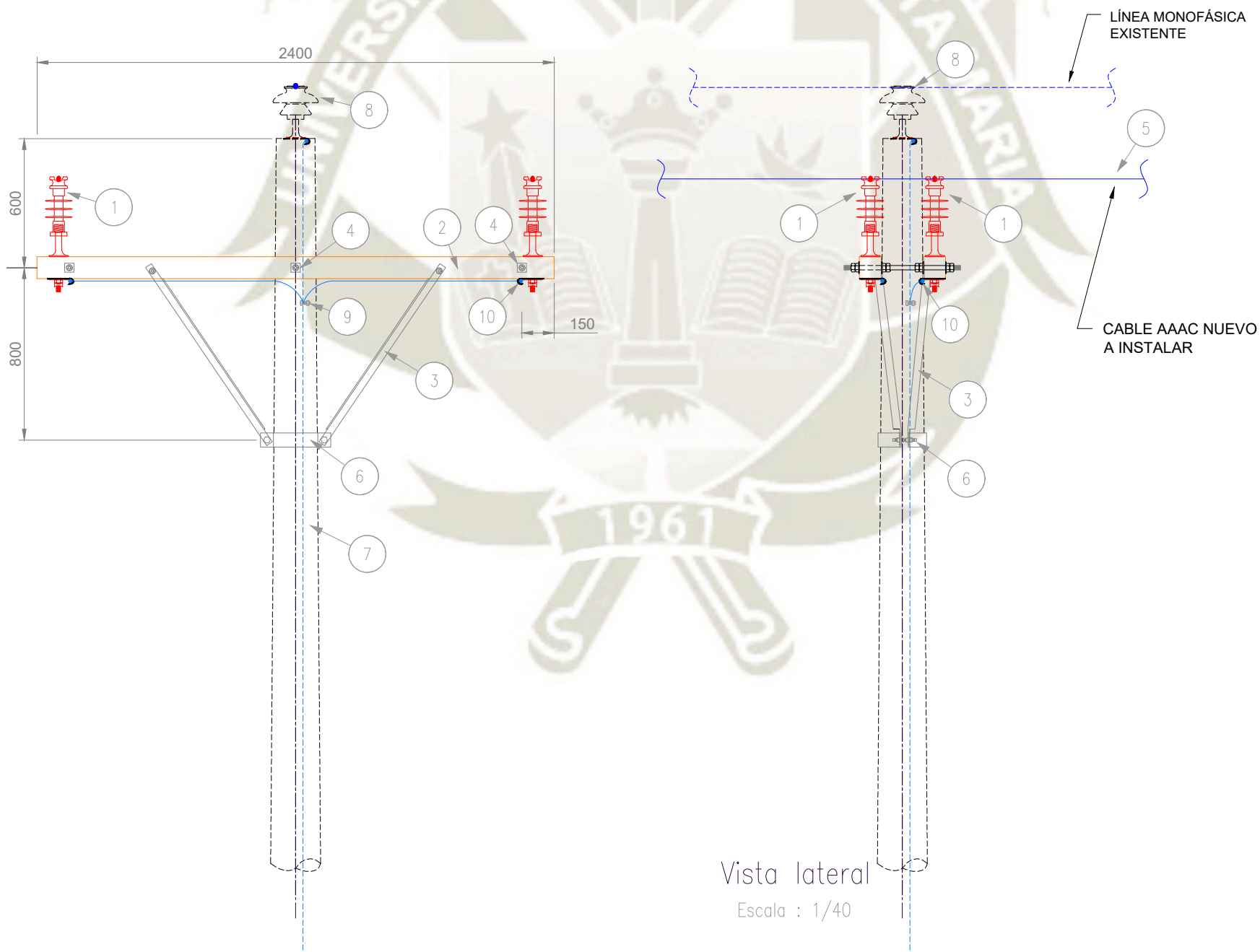


UNIVERSIDAD:	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA – AREQUIPA		N° DE LAMINA:
BACHILLER:	ROJAS MAZUELOS WELVID VALOIS – 2013400291		PR3-3
PROYECTO:	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN EN MT – IMPLEMENTACIÓN TRIFÁSICA DE RED PRIMARIA EN 22.9 KV		
DIBUJO:	W. ROJAS	PLANO:	ARMADO SOPORTE DE RETENCIÓN TRIFÁSICO (PR3-3)
REVISÓ:	V. RIVERA	FECHA:	JULIO 2022
APROBÓ:	V. RIVERA	ESCALA:	A3
		REV:	B



Vista superior
Escala : 1/40

Lista de materiales		
Item	Descripción	Cantidades
①	Aislador Pin Polimerico de 27KV (PROYECTADO)	4
②	Cruceta metálica angular de A'G' de 64x64x2400mm (PROYECTADO)	2
③	Brazo soporte (Riostra) perfil angular de A'G' 38x38x5mm, 1000mm long. (PROYECTADO)	4
④	Perno doble armado de A'G', 16mmØx457mm long., con 4 tuercas (PROYECTADO)	3
⑤	Cable Aleación de Aluminio AAAC de 35mm ² (PROYECTADO)	--
⑥	Abrazadera de 3/8"x4" tipo 2 vias 180° c/pernos de ajuste Øposte 7"-10" (PROYECTADO)	1
⑦	Poste de Concreto Armado Centrifugado CAC, de 12/200 (EXISTENTE)	1
⑧	Aislador Pin de Porcelana de 27KV (EXISTENTE)	1
⑨	Conector tipo perno partido para conductor de Cu de 35-70mm ² (PROYECTADO)	2
⑩	Pletina de cobre tipo "J" con agujero Ø11/16" (18mm) (PROYECTADO)	2



Vista frontal
Escala : 1/40

Vista lateral
Escala : 1/40

Notas:

1. Dimensiones en milímetros a menos que se indique otra unidad diferente.
2. El detalle de retenidas y puesta a tierra se muestran en otros planos.
3. Línea entrecortada detalla equipos existentes, línea continua detalla equipos proyectados.

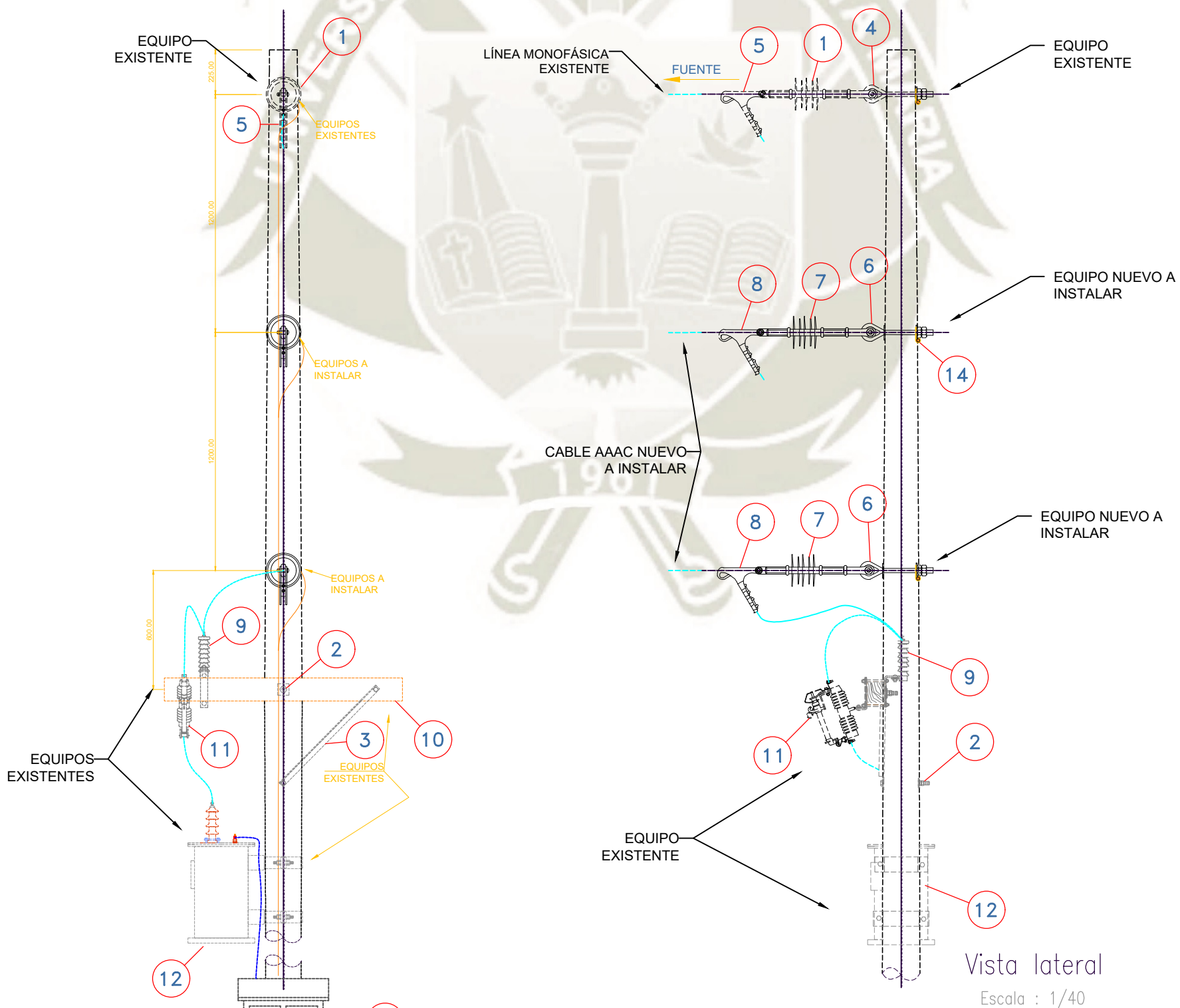
	UNIVERSIDAD:	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA – AREQUIPA	N° DE LAMINA:						
	BACHILLER:	ROJAS MAZUELOS WELVID VALOIS – 2013400291	<h1>PA1-3</h1>						
	PROYECTO:	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN EN MT – IMPLEMENTACIÓN TRIFÁSICA DE RED PRIMARIA EN 22.9 KV							
DIBUJO:	W. ROJAS	PLANO:	ARMADO SOPORTE DE ANGULO 5°-30°, TRIFÁSICO (PA1-3)	FECHA:	JULIO 2022	ESCALA:	A3	REV:	B
REVISÓ:	V. RIVERA	APROBÓ:	V. RIVERA						

Lista de materiales

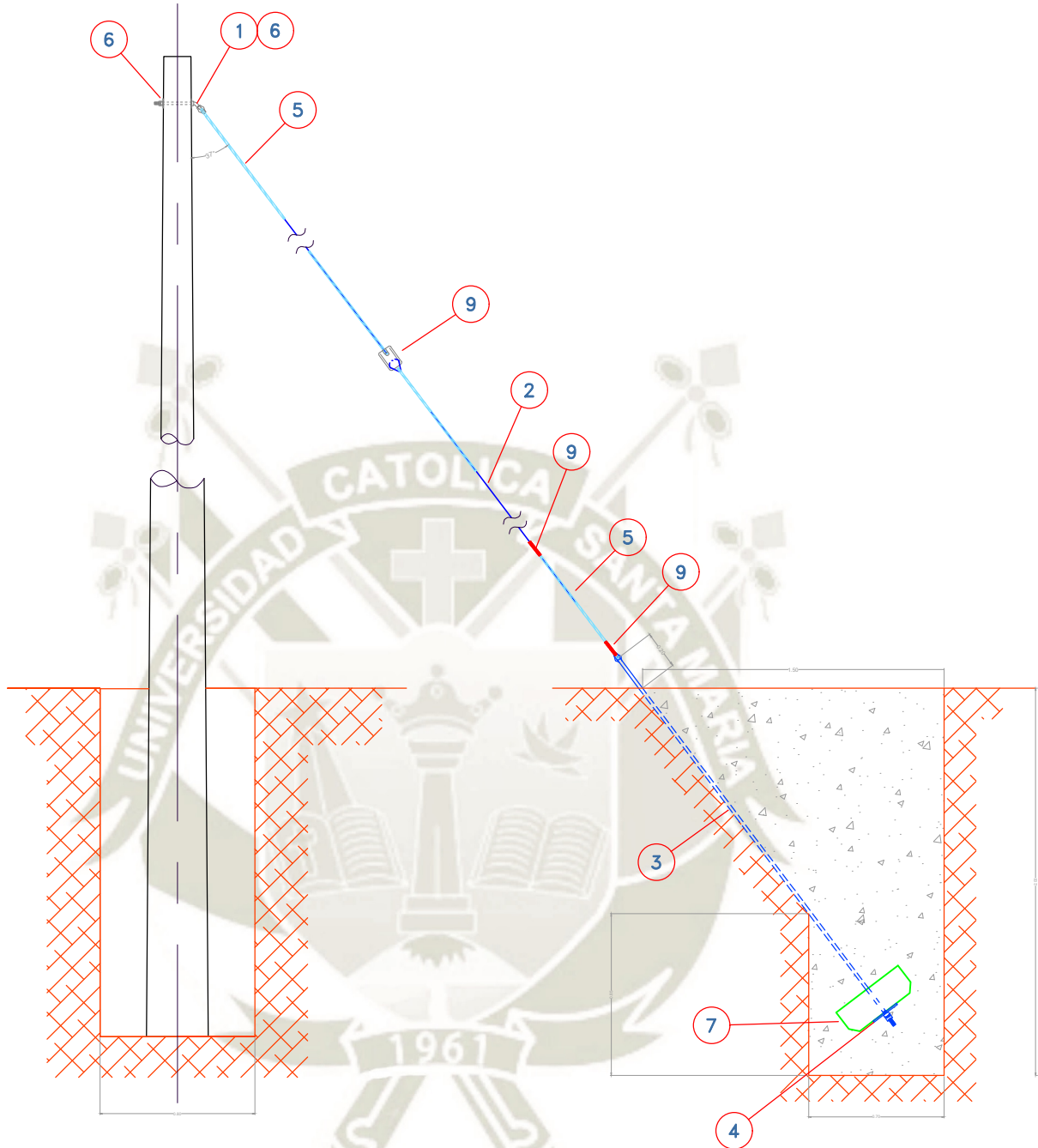
Item	Descripción	Cantidades
①	Aislador de Suspensión Polimerico de 27KV (EXISTENTE)	1
②	Perno maquinado de A'G', 16mm ø x 254mm con tuerca y contratuerca (EXISTENTE)	2
③	Brazo soporte (Riostra) perfil angular de A'G' 38x38x5mm, 800mm long. (EXISTENTE)	1
④	Perno tipo Ojo de 5/8" x 12" c/arandela, tuerca y contratuerca (EXISTENTE)	1
⑤	Grampa de anclaje tipo pistola de 3 pernos (EXISTENTE)	1
⑥	Perno tipo Ojo de 5/8" x 12" c/arandela, tuerca y contratuerca (PROYECTADO)	2
⑦	Aislador de Suspensión Polimerico de 27KV (PROYECTADO)	2
⑧	Grampa de anclaje tipo pistola de 3 pernos (PROYECTADO)	2
⑨	Pararrayos Polimérico de 27KV (EXISTENTE)	1
⑩	Cruceta de madera tratada de 4"x4"x1200mm (EXISTENTE)	1
⑪	Seccionador CUT-OUT Polimérico de 27kV, con fusible tipo chicote (EXISTENTE)	1
⑫	Transformador Monofásico de 5KVA (EXISTENTE)	1
⑬	Tablero de Distribución de 500mmx400mm (EXISTENTE)	1
⑭	Conector de Pletina Tipo "J"	2

Notas:

1. Dimensiones en milímetros a menos que se indique otra unidad diferente.
2. El detalle de retenidas y puesta a tierra se muestran en otros planos.
3. Línea entrecortada detalla equipos existentes, línea continua detalla equipos proyectados.
4. Se desplaza 1.20m hacía abajo el Item 10 (Cruceta de madera de 4"x4"x1200mm) para la instalación de los nuevos equipos.

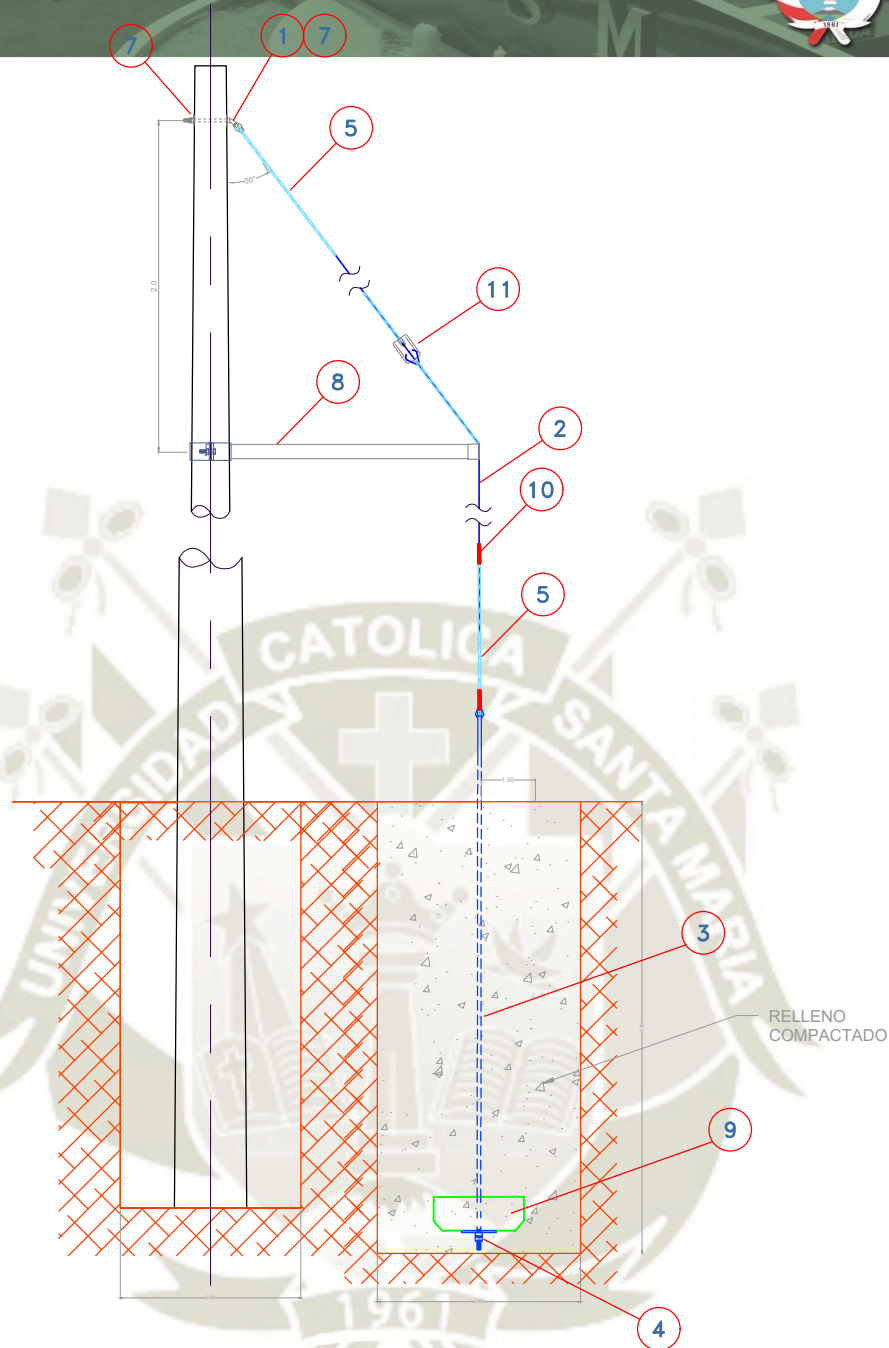


UNIVERSIDAD:		UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA – AREQUIPA		N° DE LAMINA:	
BACHILLER:		ROJAS MAZUELOS WELVID VALOIS – 2013400291		F-1	
PROYECTO:					
SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN EN MT – IMPLEMENTACIÓN TRIFÁSICA DE RED PRIMARIA EN 22.9 KV					
DIBUJO:	W. ROJAS	PLANO:	ARMADO DE FIN DE LÍNEA, TRIFÁSICO (F-1)	FECHA:	JULIO 2022
REVISO:	V. RIVERA	ESCALA:	A3	REV:	B
APROBÓ:	V. RIVERA				



ITEM	DESCRIPCION	CANT.
9	AISLADOR TIPO SUSPENSIÓN POLIMÉRICO DE 27KV PARA RETENIDA	1
8	ALAMBRE GALVANIZADO N° 14 PARA AMARRE	1.5m
7	BLOQUE DE CONCRETO ARMADO DE 0.40x0.40x0.15 m	1
6	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A°G° 57x57x5 mm, 18 MM ø DE AGUJERO	2
5	MORDAZA PREFORMADA DE ACERO PARA CABLE DE 10 mm ø	4
4	ARANDELA DE ANCLAJE DE ACERO DE 102x102x6.35 mm CON AGUJERO CENTRAL DE 18 mm ø	1
3	VARILLA DE ANCLAJE DE ACERO, 16 mmøx2.4m DE LONG. PROVISTO DE OJAL GUARDACABO EN UN EXTREMO, TUERCA Y CONT. EN EL OTRO	1
2	CABLE DE ACERO TIPO SIEMENS MARTIN DE 10 mm ø	16 m
1	PERNO ANGULAR CON OJAL GUARDACABO DE 16 mm ø x 254 mm DE LONG. PROVISTO DE TUERCA Y CONTRATUERCA	1

	Universidad: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA - AREQUIPA	LAMINA No: RET-I
	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN EN MT - IMPLEMENTACIÓN TRIFÁSICA EN 22.9 KV	
	PLANO: DETALLE DE MONTAJE DE RETENIDA INCLINADA	
	ASESOR: Ing. Víctor Rivera Acosta BACHILLER: Rojas Mazuelos Welvid	REGION: AREQUIPA PROVINCIA: AREQUIPA DISTRITO: S. J. SIGUAS



ITEM	DESCRIPCION	CANT.
11	AISLADOR TIPO SUSPENSIÓN POLIMÉRICO DE 27KV PARA RETENIDA	1
10	ALAMBRE GALVANIZADO N° 14 PARA AMARRE	1.5m
9	BLOQUE DE CONCRETO ARMADO DE 0.40x0.40x0.15 m	1
8	CONTRAPUNTA DE $\phi 51\text{mm} \times 1200\text{mm}$; SOLDADA A ABRAZADERA PART EN UNO DE SUS EXTREMOS c/ GRAPA DE AJUST. CABLE DE $\phi 10\text{mm}$, EXTRM	1
7	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A°G° 57x57x5 mm, 18 MM ϕ DE AGUJERO	2
6	CONECTOR DOBLE VIA BIMETALICO PARA CABLE DE ACERO DE 10mm ϕ Y COBRE DE 16mm2	1
5	MORDAZA PREFORMADA DE ACERO PARA CABLE DE 10 mm ϕ	4
4	ARANDELA DE ANCLAJE DE ACERO DE 102x102x6.35 mm CON AGUJERO CENTRAL DE 18 mm ϕ	1
3	VARILLA DE ANCLAJE DE ACERO, 16 mm ϕ x 2.4m DE LONG. PROVISTO DE OJAL-GUARDACABO	1
2	CABLE DE ACERO TIPO SIEMENS MARTIN DE 10 mm ϕ	14 m
1	PERNO ANGULAR CON OJAL GUARDACABO DE 16 mm ϕ x 254 mm DE LONG. PROVISTO DE TUERCA Y CONTRATUERCA	1



Universidad: **UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA - AREQUIPA**

SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN EN MT - IMPLEMENTACIÓN TRIFÁSICA EN 22.9 KV

PLANO: DETALLE DE MONTAJE DE RETENIDA VERTICAL

ASESOR: Ing. Victor Rivera Acosta

BACHILLER: Rojas Mazuelos Welvid

REGION: AREQUIPA

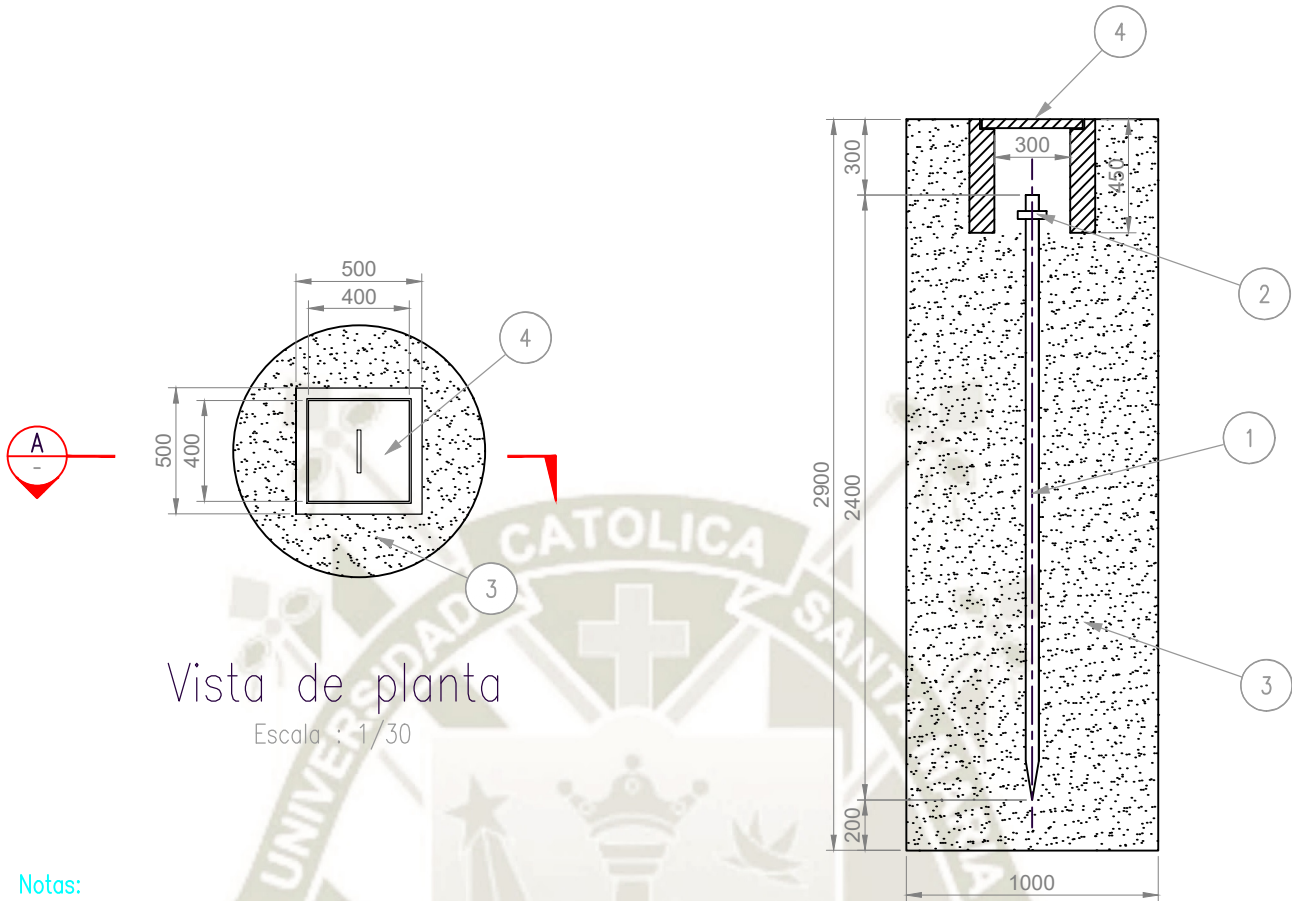
PROVINCIA: AREQUIPA

DISTRITO: S. J. SIGUAS

LAMINA No: **RET-V**

ESCALA: A4

FECHA: JULIO 2022



Vista de planta

Escala : 1/30

$$R = 7.9 \text{ Ohms}$$

Seccion

Escala : 1/30

Notas:

1. Dimensiones en milímetros a menos que se indique otra unidad diferente.
2. Conductor de cobre desnudo tanto para lado primario y lado secundario especificado en plano de Subestación tipo aereo biposte (según CNE). Lado primario y secundario sección de 25mm².

Lista de materiales

Item	Descripción	Cantidades
①	Varilla de copperweld de 19mm (3/4") ϕ y 2.40m de longitud	1
②	Conector de Bronce tipo Anderson para varilla de 19mm (3/4")	1
③	Dosis de sal industrial y cemento conductivo con tierra sernida	2.20m ³
④	Caja de registro de concreto para unidad a tierra	1



UNIVERSIDAD:

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA – AREQUIPA

BACHILLER:

ROJAS MAZUELOS WELVID VALOIS – 2013400291

PROYECTO:

SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN EN MT – IMPLEMENTACIÓN TRIFÁSICA DE RED PRIMARIA EN 22.9 KV

DIBUJO:

W. ROJAS

PLANO:

FECHA:

ESCALA:

REV:

REVISÓ:

M. RIVERA

UNIDAD DE PUESTA A TIERRA (PAT-01)

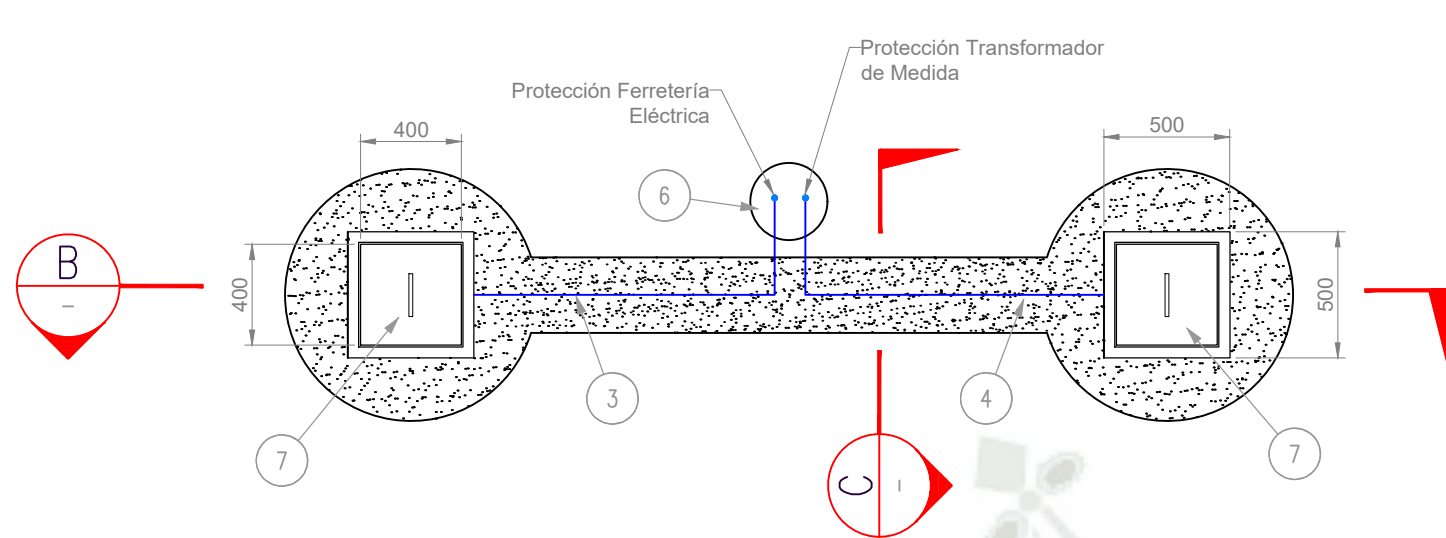
JULIO 2022

A4

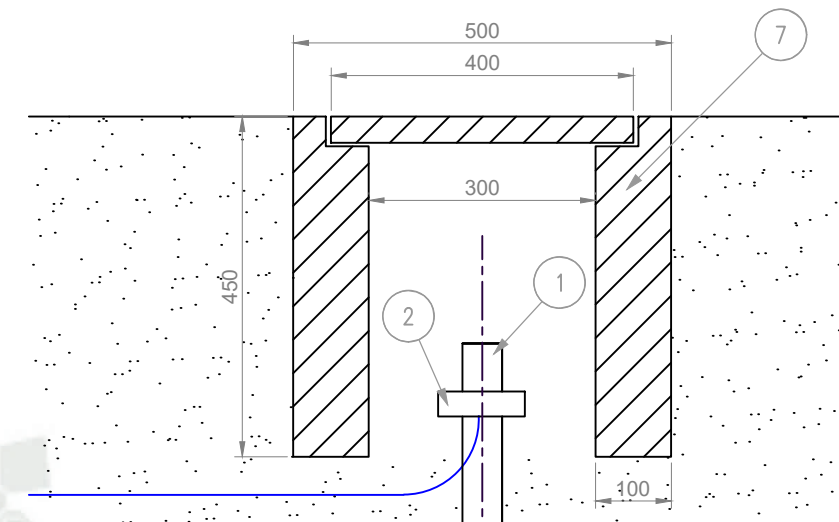
B

APROBO:

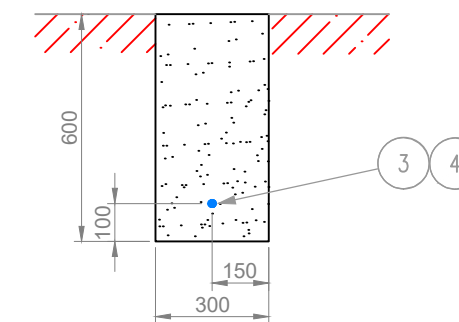
RIVERA



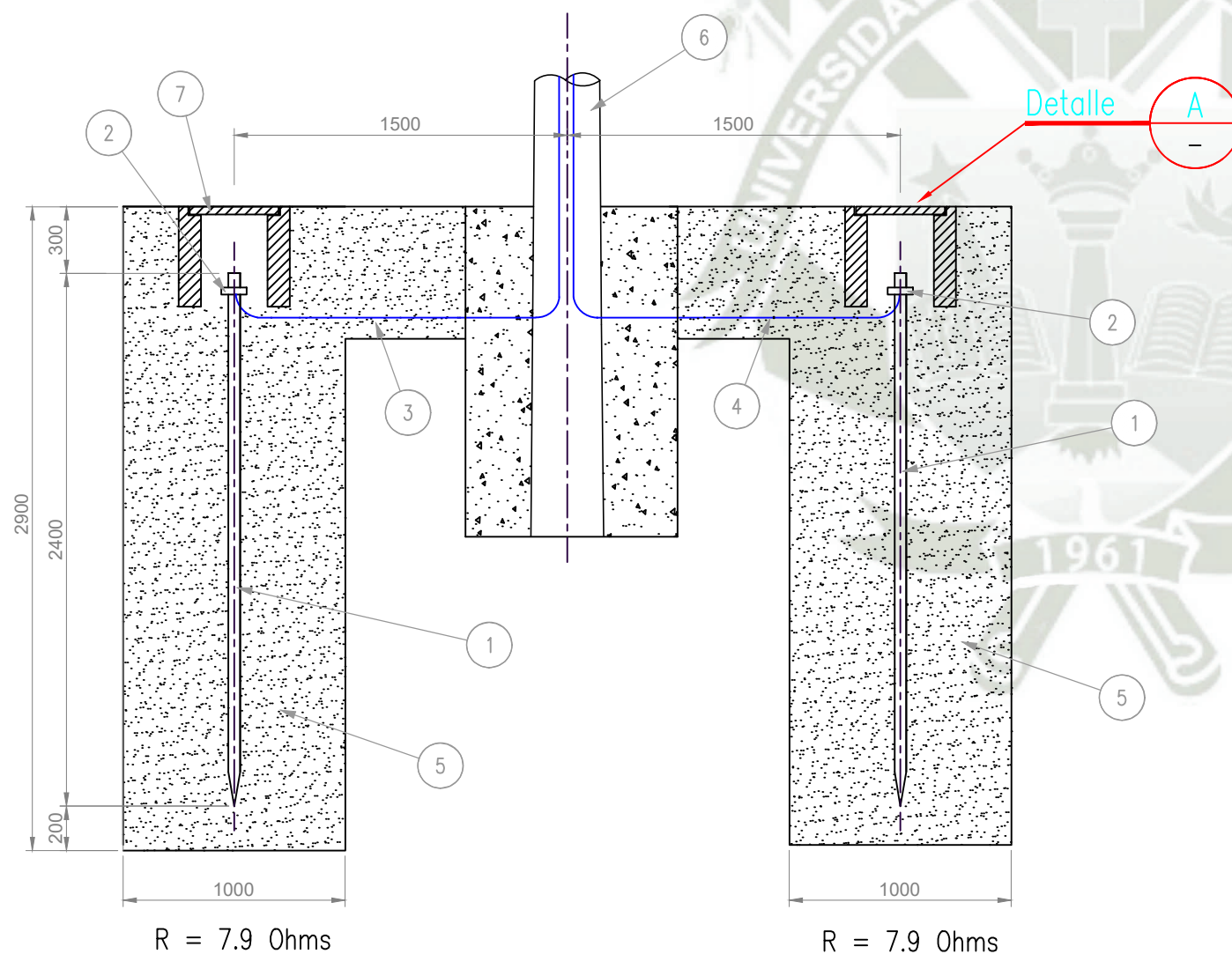
Vista de planta
Escala : 1/30



Detalle A
Escala : 1/10



Seccion C
Escala : 1/20



Seccion B
Escala : 1/30

Lista de materiales

Item	Descripción	Cantidades
①	Varilla de copperweld de 19mm (3/4") ϕ y 2.40m de longitud	2
②	Conector de Bronce tipo Anderson para varilla de 19mm (3/4")	2
③	Conductor de cobre (Cu) desnudo de 25mm ² (ferreteria eléctrica)	---
④	Conductor de cobre (Cu) desnudo de 25mm ² (transformador de medida)	---
⑤	Dosis de sal industrial y cemento conductor con tierra sernida	4.76m ³
⑥	Poste C.A.C de media tension	1
⑦	Caja de registro de concreto para unidad a tierra	2

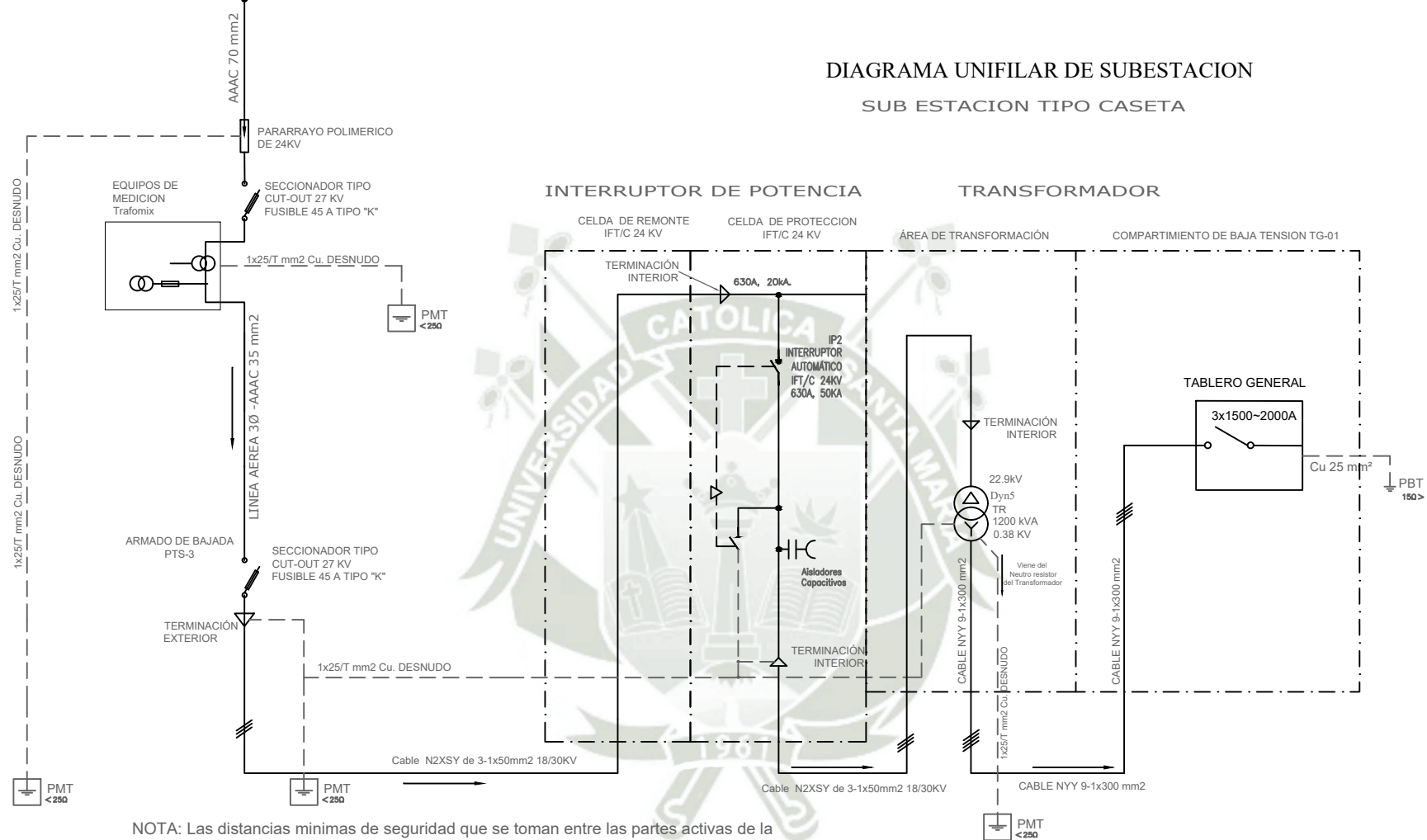
Notas:

- Dimensiones en milímetros a menos que se indique otra unidad diferente.



UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA – AREQUIPA		N° DE LAMINA: UT-2
BACHILLER: ROJAS MAZUELOS WELVID VALOIS – 2013400291		
PROYECTO: SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN EN MT – IMPLEMENTACIÓN TRIFÁSICA DE RED PRIMARIA EN 22.9 kV		
DIBUJO: W. ROJAS	PLANO: UNIDAD DE PUESTA A TIERRA PARA PMI (PAT-02)	FECHA: JULIO 2022
REVISÓ: V. RIVERA	APROBÓ: V. RIVERA	ESCALA: A3 REV: B

DIAGRAMA UNIFILAR DE SUBESTACION SUB ESTACION TIPO CASETA



NOTA: Las distancias minimas de seguridad que se toman entre las partes activas de la subestacion y los cierres metalicos estan de acuerdo al CNE

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	TABLERO GENERAL T-G
	PARARRAYOS POLIMERIC
	POZO A TIERRA
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	SECCIONADOR TIPO CUT OUT
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA AISLADO EN ACEITE
	TERMINACIÓN EXTERIOR PARA CABLE SUBTERRANEO



UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA – AREQUIPA

BACHILLER: ROJAS MAZUELOS WELVID VALOIS – 2013400291

PROYECTO: SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN 22.9KV Y SS.EE TIPO CASETA DE 1200KVA

DIBUJO: W. ROJAS

REVISO: V. RIVERA

APROBÓ: V. RIVERA

PLANO: DIAGRAMA UNIFILAR

CÓDIGO DE PLANO: UCSM-VAQUA-EL-003

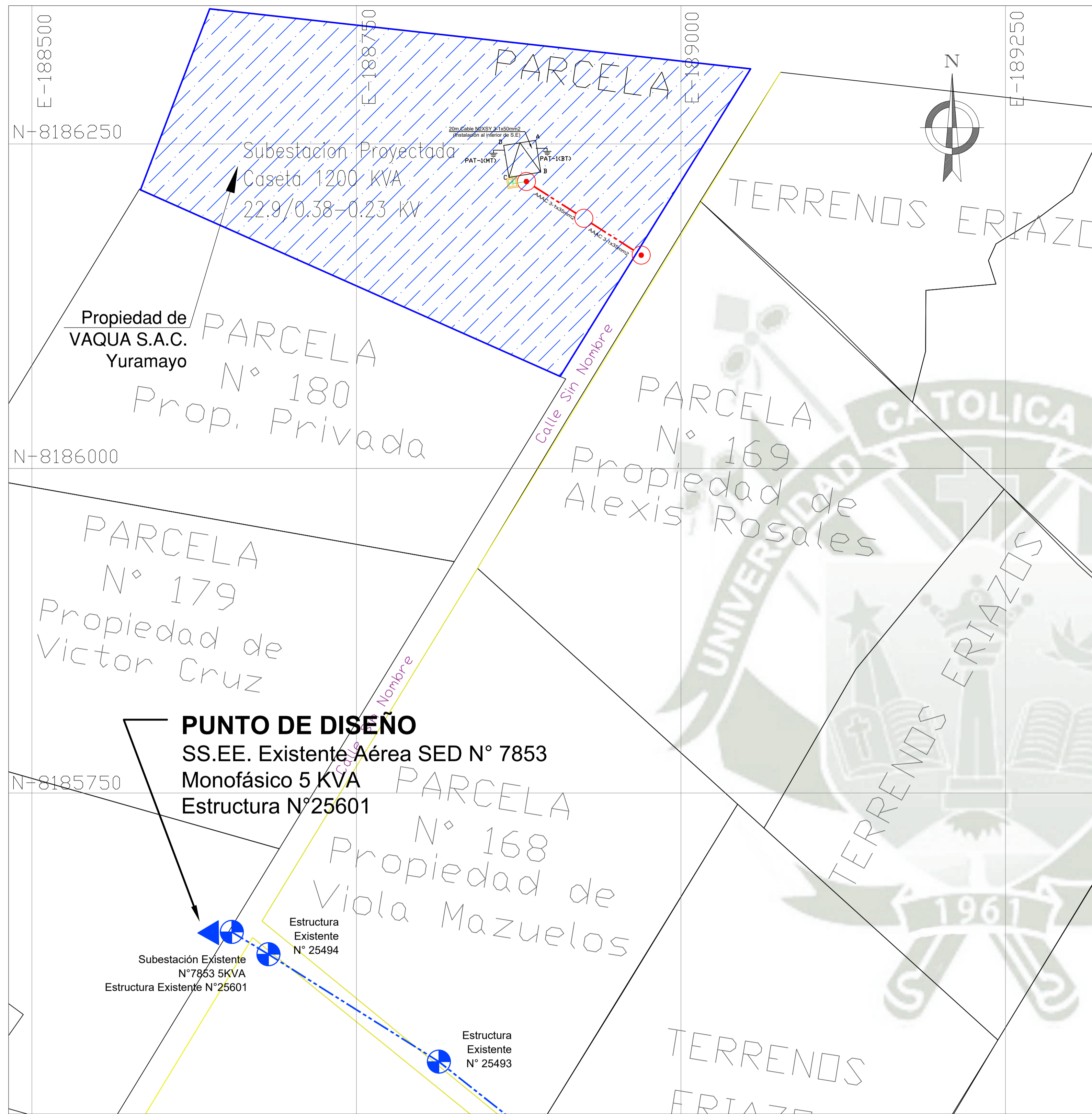
FECHA: JULIO 2022

N° DE LAMINA:

DU-1

ESCALA: A4

REV: C



Escala: 1/2000

Legenda	
	LT Utilización Trifásica de 22.9KV, Proyectoada
	Red Primaria Trifásica de 22.9 KV, Existente (ver Nota 3)
	Subestación Existente Monofásica
	Poste C.A.C. 12/300, Existente
	Poste C.A.C. 14/400, Trifásico Proyectoada

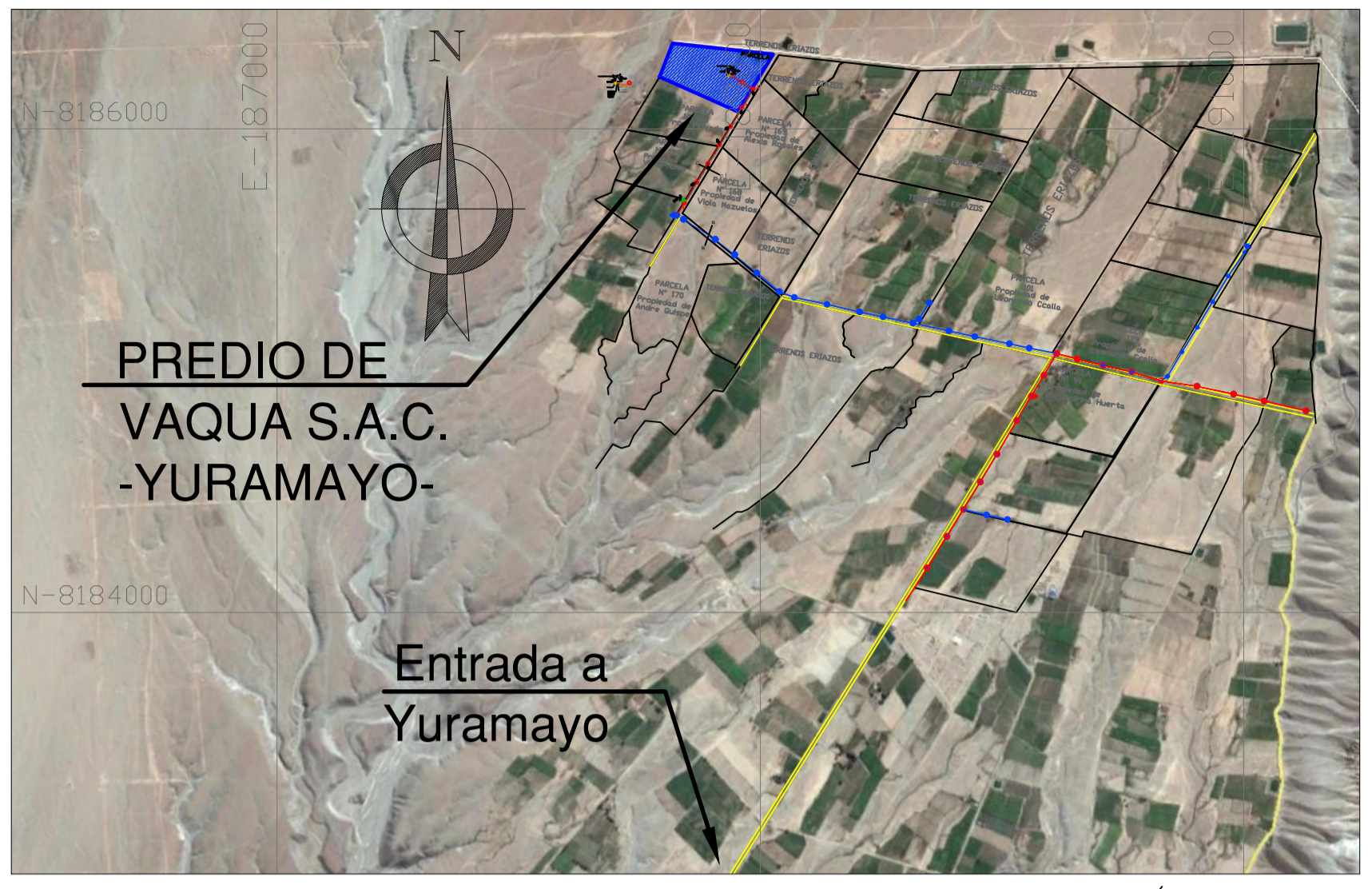
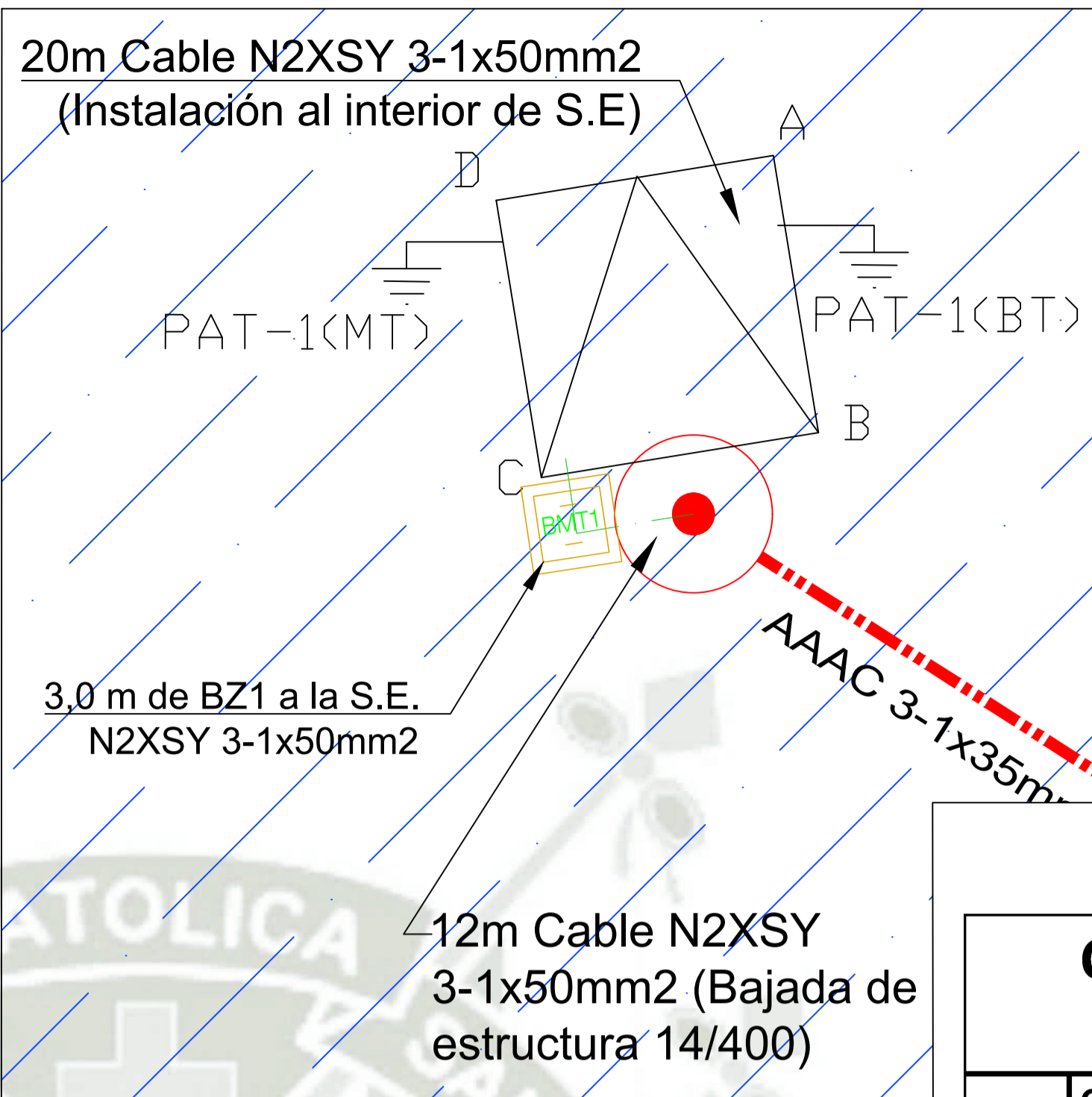
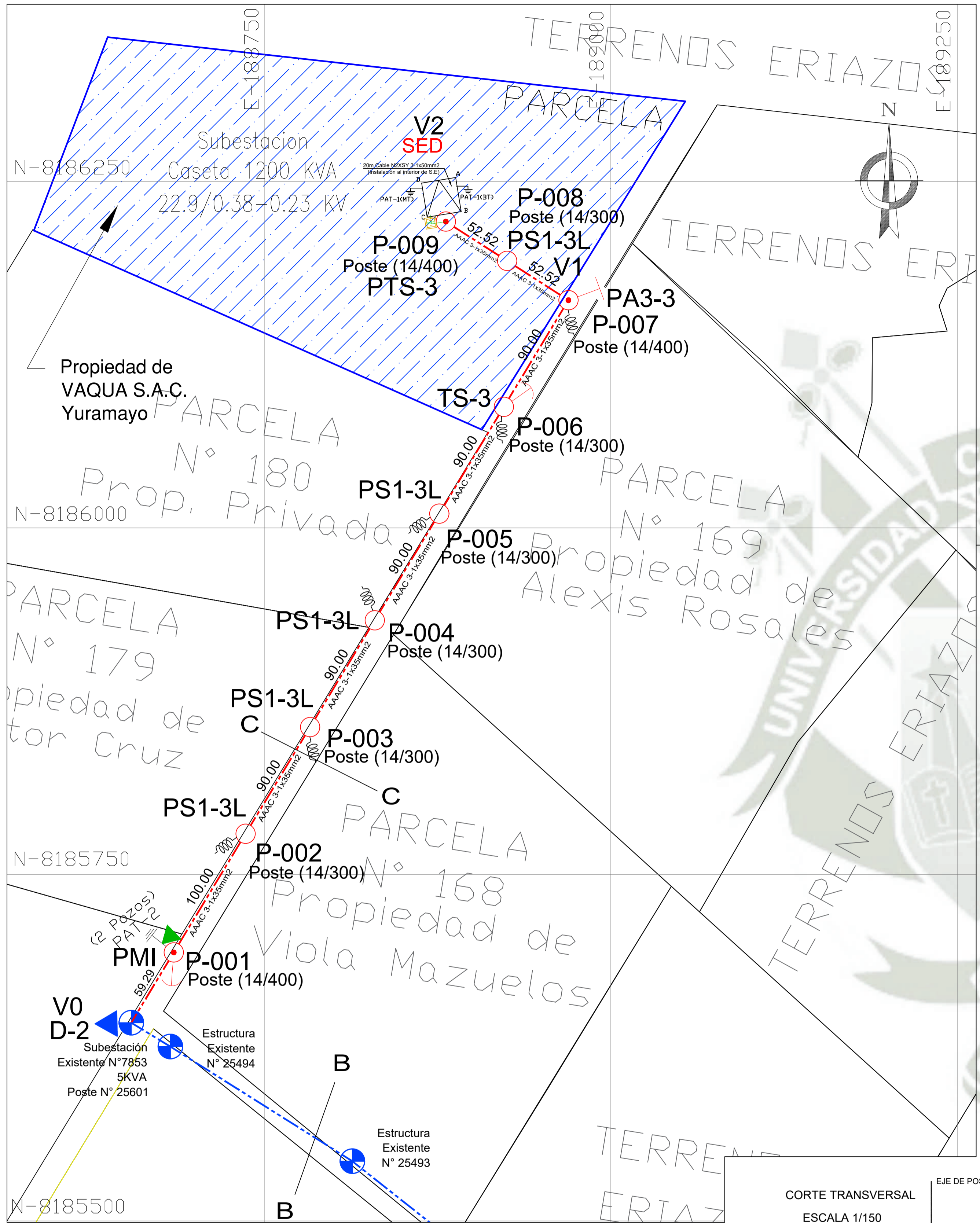


Plano de Ubicación

Escala: 1/25000

- NOTAS:
1. Las coordenadas están expresadas en UTM WGS84.
 2. Las unidades de medida están expresadas en metros.
 3. Línea Eléctrica Existente Monofásica y repotenciadas para un sistema trifásico en el Proyecto previo de Distribución.
 4. La escala de este dibujo está en formato A1, para formato A3 considerar el doble.

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO DD/MM/AA	FECHA	PROPIEDAD DE:
A	05/05/21	EMITIDO PARA REVISIÓN DE PLAN DE TESIS		UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA		AREQUIPA - PERU
B	01/11/21	EMITIDO PARA REVISIÓN DE BORRADOR DE TESIS		FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES	10/05/2021	VAQUA S.A.C. - YURAMAYO
C	02/12/21	EMITIDO PARA APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA.	10/05/2021	SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22.9KV Y SUBSTACION CASETA DE 1200KVA, 22.9/0.38-0.22KV
				UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA	10/05/2021	PLANO DE UBICACION GENERAL VISTA DE PLANTA
				PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO-ELECTRICISTA	10/05/2021	ESCALA A1
				POR: ROMAS MAZUELOS WELVID VALOIS - 2013400291	10/05/2021	NUMERO DE PLANO UCSM-VAQUA-LY-004
				UBICACION DEL PROYECTO: REGION DE AREQUIPA, PROVINCIA DE AREQUIPA Y DISTRITO DE SAN JUAN DE SIGUAS	10/05/2021	HOJA 1 CONT. 1/6
				CLIENTE: LOS RANCHOS SAC	10/05/2021	



Plano de Ubicación Escala: 1/25000

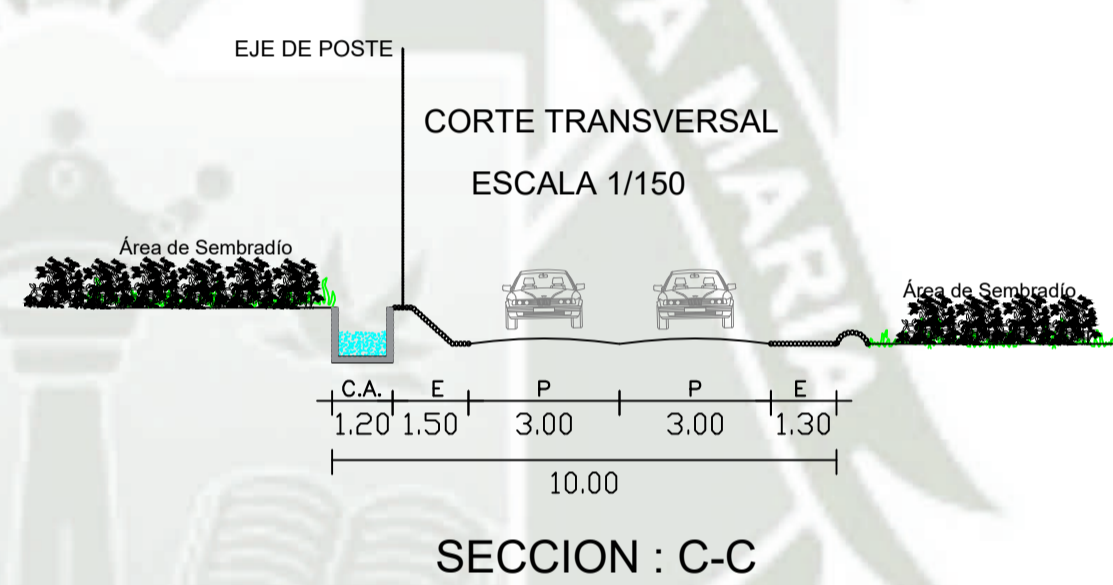
CUADRO DE CARGAS SUBESTACION 1200KVA VAQUA SAC - YURAMAYO

ITEM	CARGAS TRIFASICAS MAQUINAS Y/O EQUIPOS	CANT.	POTENCIA (Kw)	F.D	POTENCIA TOTAL (Kw)
1	Motor Trifásico Comedero	13	33	0.9	386.1
2	Motor Trifásico	12	27	1	324
3	Motor Trifásico Planta Agua 1	6	12.5	1	75
4	Motor Trifásico Planta Agua 2	6	9	1	54
5	Otros motores	6	12	1	72
TOTAL DE CARGAS TRIFASICAS DE 380V EN KW					911.1

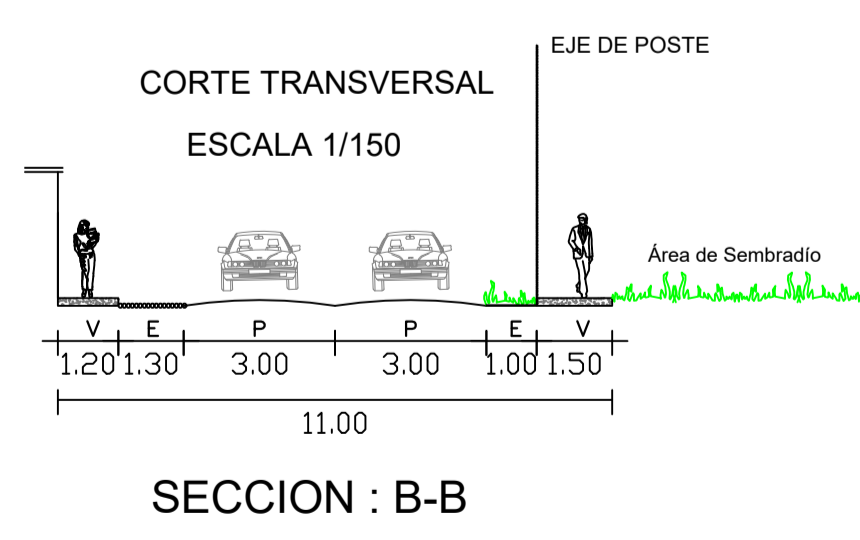
ITEM	CARGAS TRIFASICAS MAQUINAS Y/O EQUIPOS	CANT.	POTENCIA (Kw)	F.D	POTENCIA TOTAL (Kw)
1	Carga Administrativa	15	1	1	15
2	Luminarias tipo fluorescentes	30	0.18	1	5.4
3	Tomacorrientes	25	0.5	0.6	7.5
TOTAL DE CARGAS MONOFASICAS DE 220V EN KW					27.9

1	POTENCIA TOTAL EN KW				939
2	FACTOR DE SIMULTANEIDAD				0.9
3	FACTOR DE POTENCIA				0.85
4	FACTOR DE SEGURIDAD (20%)				1.2
5	DEMANDA SOLICITADA EN KVA				1193.08
POTENCIA ESTÁNDAR EN KVA					1200.00

Detalle SS.EE. Esc. 1/500

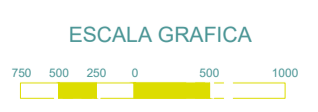


Legenda	
	LT Utilización Trifásica de 22.9KV, Proyectada
	Red Primaria Trifásica de 22.9 KV, Existente (ver Nota 3)
	Subestación Existente Monofásica
	Poste C.A.C. 12/300, Existente
	Estructura de Medición proyectado, trafomix será suministrado e instalado por SEAL S.A.
	Poste C.A.C. 14/300, Trifásico Proyectada
	Poste C.A.C. 14/400, Trifásico Proyectada
	Hilo a tierra
	Pozo a tierra efectivo
	Retenida inclinada
	Retenida vertical
	Subestación Eléctrica tipo Caseta, proyectada.
	Buzón de concreto de Medio Tensión de 1.0m x 1.0m x 1.2m.



Escala: 1/2000

Cuadro de Coordenadas(GWS-84 - Zone 19)								
ITEM	NUMERO DE POSTE	TIPO DE ARMADO	VERTICES	CUADRANTE	COORDENADA UTM GWS-84		VANO ADELANTÉ (M)	PROGRESIVA ACUMULADO (M)
					COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE		
01	SE-25601	D-2	V0	19K	188654.00	8185643.00	59.29	0
02	P-001	PMI		19K	188684.69	8185693.73	100.00	59.29
03	P-002	PS1-3L		19K	188736.46	8185779.29	90.00	159.29
04	P-003	PS1-3L		19K	188783.05	8185856.29	90.00	249.29
05	P-004	PS1-3L		19K	188829.64	8185933.29	90.00	339.29
06	P-005	PS1-3L		19K	188876.23	8186010.29	90.00	429.29
07	P-006	TS-3		19K	188922.82	8186087.29	90.00	519.29
08	P-007	PA3-3	V1	19K	188969.42	8186164.30	52.52	609.29
09	P-008	PS1-3L		19K	188925.21	8186192.65	52.52	661.81
10	P-009	PTS-3	V2	19K	188881.00	8186221.00	0.00	714.33



LEYENDA DE ARMADOS	
D-2	Armado de Derivación, Punto de Diseño.
PMI	Poste de Medición.
TS-3	Armado Soporte de retención/suspensión, trifásico, proyectada.
PS1-3L	Armado soporte de alineamiento, trifásico.
PA3-3	Armado soporte de ángulo 60°-90°, trifásico.
PTS-3	Armado terminal de suspensión.

- NOTAS:
- Las coordenadas están expresadas en UTM WGS84.
 - Las unidades de medida están expresadas en metros.
 - El EDS inicial es de 18% del tiro de rotura.
 - Para los vanos flojos se considera un EDS de 7% del tiro de rotura.
 - El Armado PMI llevará una PT PAT-2 (Ver Lámina N° PAT-2) según corresponda para MT, donde se conectan el pararrayos, la carcasa del trafomix, la bajada de PT ira dentro del poste con un conductor de Cu blando desnudo de 25 mm².
 - La escala de este dibujo está en formato A1, para formato A3 considerar el doble.
 - Se mantendrán las DMS y servidumbre de la línea aérea proyectada que recorre el interior del predio desde el poste P-006 hasta el Armado de Bajada PTS-3.

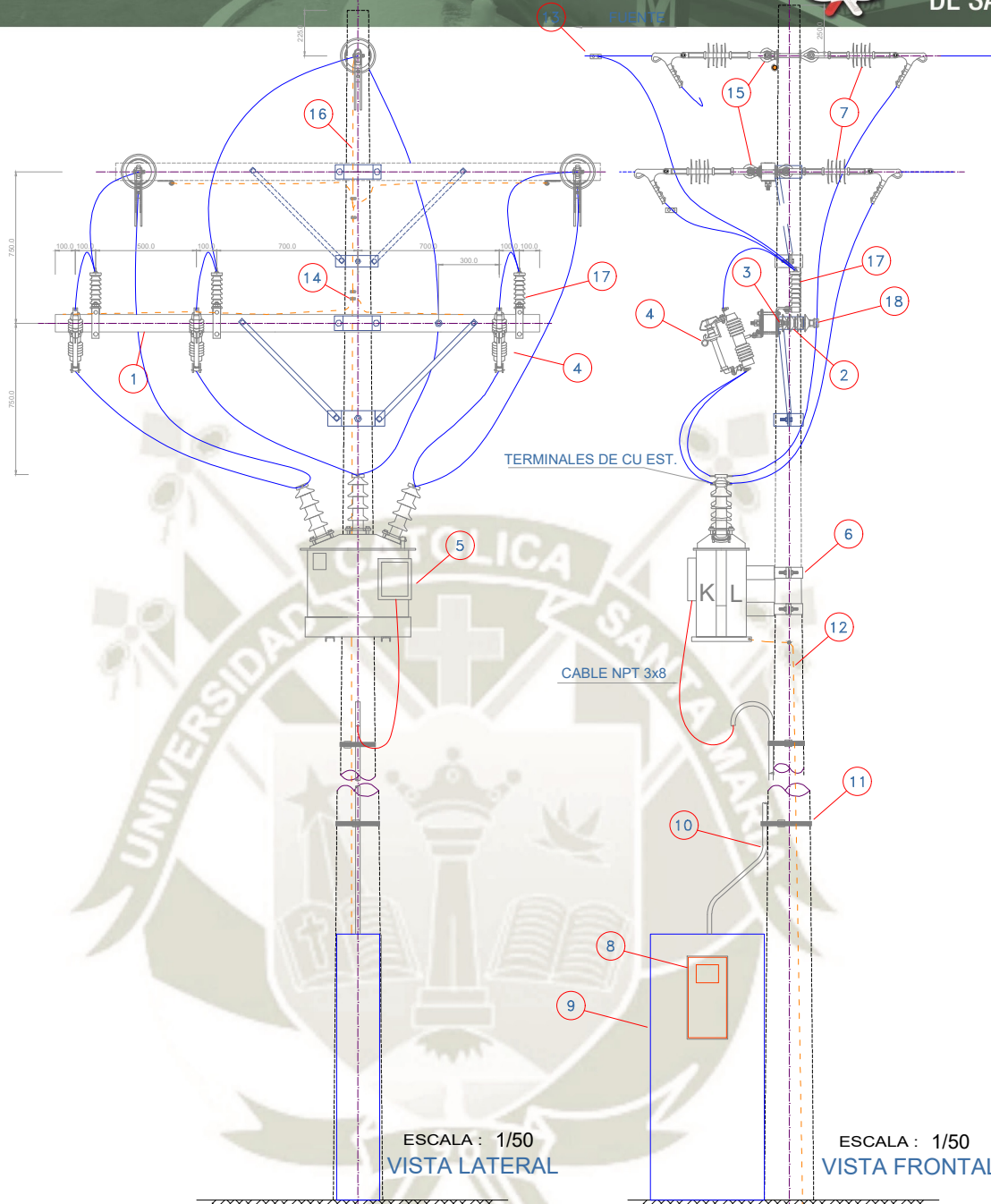
REV. A 05/05/21 EMITIDO PARA REVISIÓN DE PLAN DE TESIS B 01/11/21 EMITIDO PARA REVISIÓN DE BORRADOR DE TESIS C 02/12/21 EMITIDO PARA APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS	DESCRIPCION UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA-ELECTRICA Y MECATRONICA. PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO-ELECTRICISTA POR: ROJAS MAZUELOS WELVID VALOIS - 2013400291 UBICACION DEL PROYECTO: REGION DE AREQUIPA, PROVINCIA DE AREQUIPA Y DISTRITO DE SAN JUAN DE SIGUAS	DIS. REV. 	PROPIEDAD DE: VAQUA S.A.C. AREQUIPA - PERU SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22.9KV Y SUBESTACION CASETA DE 1200KVA, 22.9/0.38-0.22KV PLANIO: ARREGLO GENERAL, PLANIMETRIA SISTEMA DE UTILIZACION 22.9KV VISTA DE PLANTA ESCALA: A1 NUMERO DE PLANIO: UCSM-VAQUA-GN-005 HOJA: 1 REV. CONT.: 1/6
--	--	----------------------	---



Notas:
 1. Dimensiones en milímetros a menos que se indique otra unidad diferente.
 2. Línea entrecortada detalla equipos existentes, línea continua detalla equipos proyectados.

ITEM	DESCRIPCION	CANT.
15	Tablero de Distribución de 500mmx400mm (EXISTENTE)	1
14	Transformador Monofásico de 5KVA (EXISTENTE)	1
13	Pararrayos Polimérico de 27kV (EXISTENTE)	1
12	Cruceta de madera tratada de 4"x4"x1200mm (EXISTENTE)	1
11	Seccionador CUT-OUT Polimérico de 27kV, con fusible tipo chicote (EXISTENTE)	1
10	CABLE DE COBRE DESNUDO DE 25 mm ² PARA BAJADA A TIERRA FERRETERIA	15m
9	CONECTOR TIPO PERNO PARTIDO PARA CABLE DE COBRE 25 mm ²	5
8	GRAPA TIPO "J" PARA CONEXION A TIERRA.	6
7	CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO AAAC 35 mm ² .	--
6	CINTA PLANA DE ARMAR DE ALUMINIO	--
5	GRAPA DE ALC. DE AL DE ANCLAJE, TIPO PISTOLA P/CONDUCTOR DE 35 mm ² - PROYECTADO	3
4	AISLADOR POLIMERICO TIPO SUSPENSION RPP-27 KV - PROYECTADO	3
3	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A°G° 57x57x5 mm, 18 MM Ø DE AGUJERO - PROYECTADO	6
2	PERNO OJO DE A°G°, DE 16 mm Ø X 305 mm LONG. CON TUERCA Y CONTRATUERCA - PROYECTADO	3
1	POSTE NORMALIZADO DE C.A.C. 12/300 (EXISTENTE)	1

REVISION Nº FECHA APROBADO		Universidad: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA - AREQUIPA	LAMINA No: D-2
	SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION 22.9 KV "VAQUA S.A.C."		ESCALA : A4 FECHA : JULIO 2022
	TITULO : SOPORTE DE DERIVACION TRIFASICA		
	ASESOR: Ing. Victor Rivera Acosta	REGION: AREQUIPA PROVINCIA: AREQUIPA DISTRITO: S. J. SIGUAS	
BACHILLER: Rojas Mazuelos Welvid			



18	AISLADOR POLIMÉRICO TIPO LINE POST 27 KV	1
17	PARARRAYOS POLIMÉRICO DE 24 KV	3
16	CABLE DE COBRE DESNUDO DE 25 mm ² PARA BAJADA A TIERRA FERRETERIA	15 m
15	CONJUNTO PERNO OJO + TUERCA OJO	3
14	CONECTOR TIPO PERNO PARTIDO P/CONDUCTOR DE 25 mm ²	4
13	GRAPA DE DOBLE VIA PARA CABLE DE ALUMINIO DE 35 mm ²	3
12	CONDUCTOR DE CU DE 25 mm ² FORRADO P/CONEXION DE PUESTA A TIERRA-TRAFOMIX	15 m
11	CINTA BAND-IT DE ACERO CON PRENCILLAS	5 m
10	TUBERIA CONDUIT DE 2" POR 3m	2
9	MURETE DE CONCRETO PARA MEDIDOR	1
8	CAJA PORTAMEDIDOR c/ MEDIDOR ELECTRÓNICO	1
7	AISLADOR TIPOS SUSPENSIÓN POLIMÉRICO DE 27KV + GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA	6
6	SOPORTE P/TRANSFORMADOR TIPO ABARZADERA DE A°G°	1
5	TRAFOMIX DE MEDICION SEGUN ESPECIFICACIONES	1
4	SECCIONADOR FUSIBLE TIPO EXPULSION (CUT-OUT) 27 KV	3
3	PERNO MAQUINADO A°G° 16 mm ø x254 mm C/TUERCA Y CONTRATUERCA	2
2	ABRAZADERA GALVANIZADA PARA POSTE 14/400	1
1	CRUCETA METÁLICA ANGULAR DE A°G° DE 64X64X2400MM	2
ITEM	DESCRIPCION	CANT.



Universidad:
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA - AREQUIPA

SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION 22.9 KV "VAQUA S.A.C."

TITULO : SOPORTE DE MEDICION - TRAFOMIX

ASESOR: Ing. Victor Rivera Acosta

BACHILLER: Rojas Mazuelos Welvid

REGION: AREQUIPA

PROVINCIA: AREQUIPA

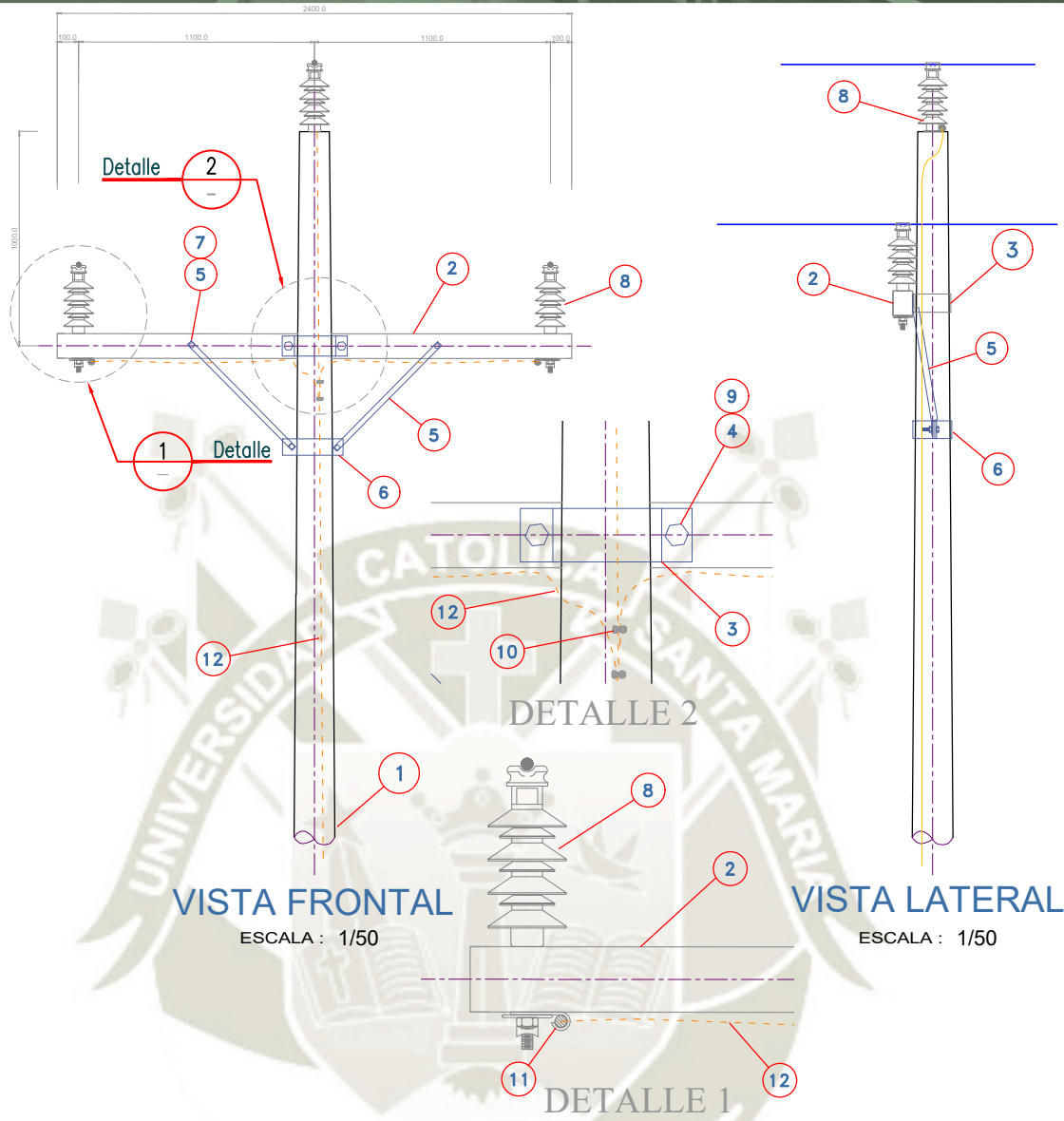
DISTRITO: S. J. SIGUAS

LAMINA No:

PMI

ESCALA : A4

FECHA :
JULIO 2022



12	CABLE DE COBRE DESNUDO DE 25 mm ² PARA BAJADA A TIERRA FERRETERIA	15m
11	GRAPA TIPO "J" PARA CONEXION A TIERRA	3
10	CONECTOR TIPO PERNO PARTIDO PI/CONDUCTOR DE 25 mm ²	2
9	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A°G° 57x57x5 mm, 18 MM ø DE AGUJERO	2
8	AISSLADOR POLIMERICO TIPO LINE POST 27 KV	3
7	PERNO COCHE DE A°G°, 13mm ø X 152 mm LONG. CON ARANDELA, TUERCA Y CONTRATUERCA	2
6	ABRAZADERA PARA BRAZO RIOSTRA	1
5	BRAZO SOPORTE (RIOSTRA) DE PERFIL ANGULAR DE A°G° DE 38x38x3 mm SECCION 1000 mm LONG.	2
4	PERNO MAQUINADO DE A°G°, 16 mm ø X 254 mm CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2
3	ABRAZADERA DE A°G° PARA POSTE 14/300	1
2	CRUCETA METÁLICA ANGULAR DE A°G° DE 64X64X2400MM	1
1	POSTE NORMALIZADO DE C.A.C. 14/300	1
ITEM	DESCRIPCION	CANT.



Universidad:
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA - AREQUIPA

SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION 22.9 KV "VAQUA S.A.C."

TITULO : SOPORTE DE ALINEAMIENTO

ASESOR: Ing. Víctor Rivera Acosta

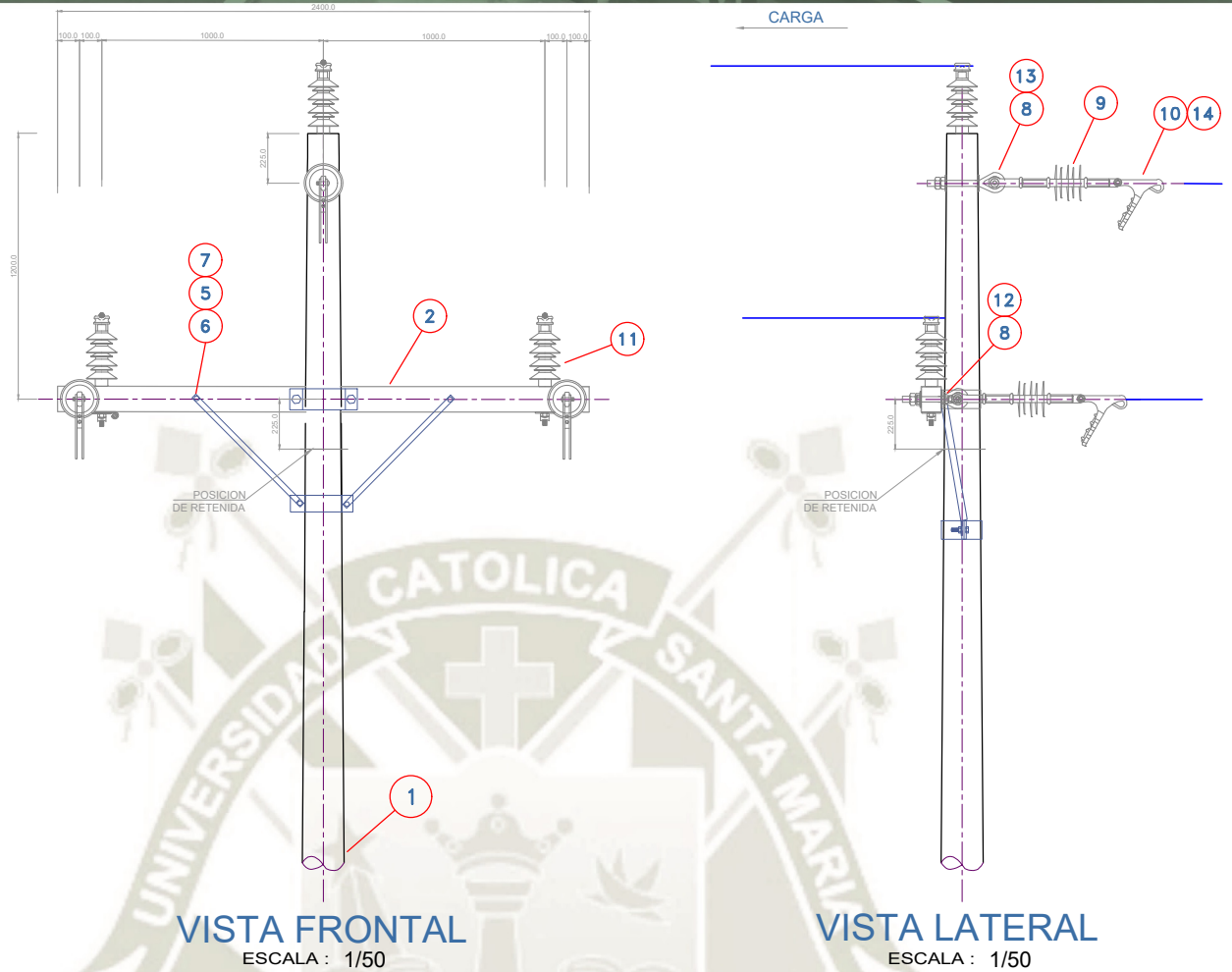
BACHILLER: Rojas Mazuelos Welvid

REGION: AREQUIPA
PROVINCIA: AREQUIPA
DISTRITO: S. J. SIGUAS

LAMINA No:
PS1-3L

ESCALA : A4
FECHA :
JULIO 2022

5
4
3
2
1
0
FECHA
APROBADO



VISTA FRONTAL
ESCALA : 1/50

VISTA LATERAL
ESCALA : 1/50

ITEM	DESCRIPCION	CANT.
14	CINTA PLANA DE ARMAR DE ALUMINIO	3m
13	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A°G° 57x57x5 mm, 18 MM ø DE AGUJERO	2
12	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A°G° 57x57x5 mm, 18 MM ø DE AGUJERO	4
11	AISLADOR POLIMERICO TIPO LINE POST 27 KV	3
10	GRAPA DE ALC. DE AL DE ANCLAJE, TIPO PISTOLA P/CONDUCTOR DE 35 mm2	3
9	AISLADOR POLIMERICO TIPO SUSPENSION RPP-27 KV	3
8	PERNO OJO DE A°G°, DE 16 mm ø X 305 mm LONG. CON TUERCA Y CONTRATUERCA	3
7	PERNO COCHE DE A°G°, 13mm ø X 152 mm LONG. CON ARANDELA, TUERCA Y CONTRATUERCA	2
6	ABRAZADERA PARA BRAZO RIOSTRA	1
5	BRAZO SOPORTE (RIOSTRA) DE PERFIL ANGULAR DE A°G° DE 38x38x3 mm SECCION 1000 mm LONG.	2
4	PERNO MAQUINADO DE A°G°, 16 mm ø X 254 mm CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2
3	ABRAZADERA DE A°G° PARA POSTE 14/300	1
2	CRUCETA METÁLICA ANGULAR DE A°G° DE 64X64X2400MM	1
1	POSTE NORMALIZADO DE C.A.C. 14/300	1



Universidad:
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA - AREQUIPA

SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION 22.9 KV "VAQUA S.A.C."

TITULO : SOPORTE RETENCION/SUSPENSION

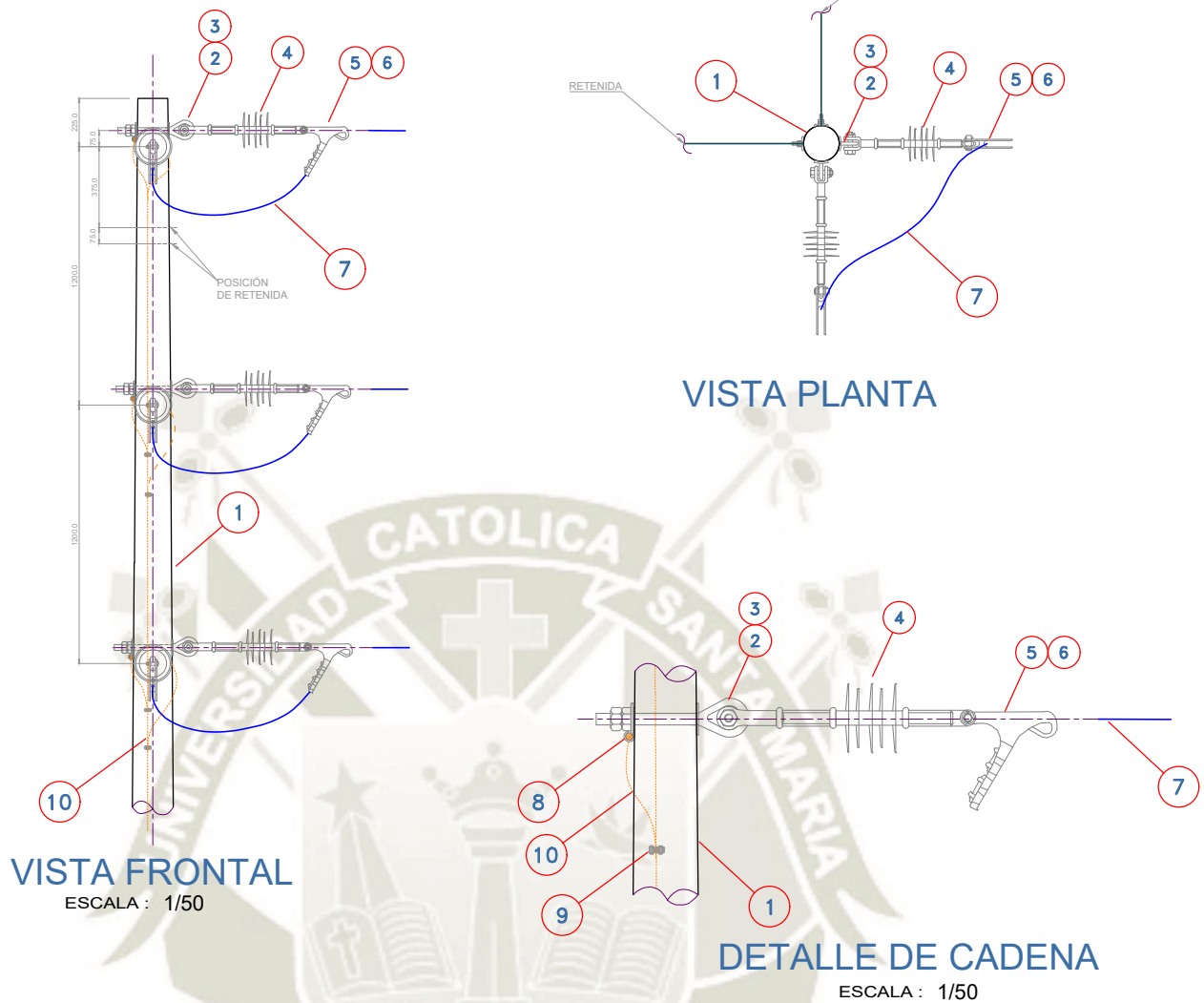
ASESOR: Ing. Víctor Rivera Acosta

BACHILLER: Rojas Mazuelos Welvid

REGION: AREQUIPA
PROVINCIA: AREQUIPA
DISTRITO: S. J. SIGUAS

LAMINA No:
TS-3

ESCALA : A4
FECHA :
JULIO 2022



ITEM	DESCRIPCION	CANT.
10	CABLE DE COBRE DESNUDO DE 25 mm ² PARA BAJADA A TIERRA FERRETERIA	15m
9	CONECTOR TIPO PERNO PARTIDO PARA CABLE DE COBRE 25 mm ²	5
8	GRAPA TIPO "J" PARA CONEXION A TIERRA.	6
7	CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO AAAC 35 mm ² .	--
6	CINTA PLANA DE ARMAR DE ALUMINIO	3m
5	GRAPA DE ALC. DE AL DE ANCLAJE, TIPO PISTOLA P/CONDUCTOR DE 35 mm ²	6
4	AISLADOR POLIMERICO TIPO SUSPENSION RPP-27 KV	6
3	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A°G° 57x57x5 mm, 18 MM ø DE AGUJERO	12
2	PERNO OJO DE A°G°, DE 16 mm ø X 305 mm LONG. CON TUERCA Y CONTRATUERCA	6
1	POSTE NORMALIZADO DE C.A.C. 14/400	1



Universidad:
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA - AREQUIPA

SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION 22.9 KV "VAQUA S.A.C."

TITULO : SOPORTE DE ANGULO 60° - 90° TRIFASICO

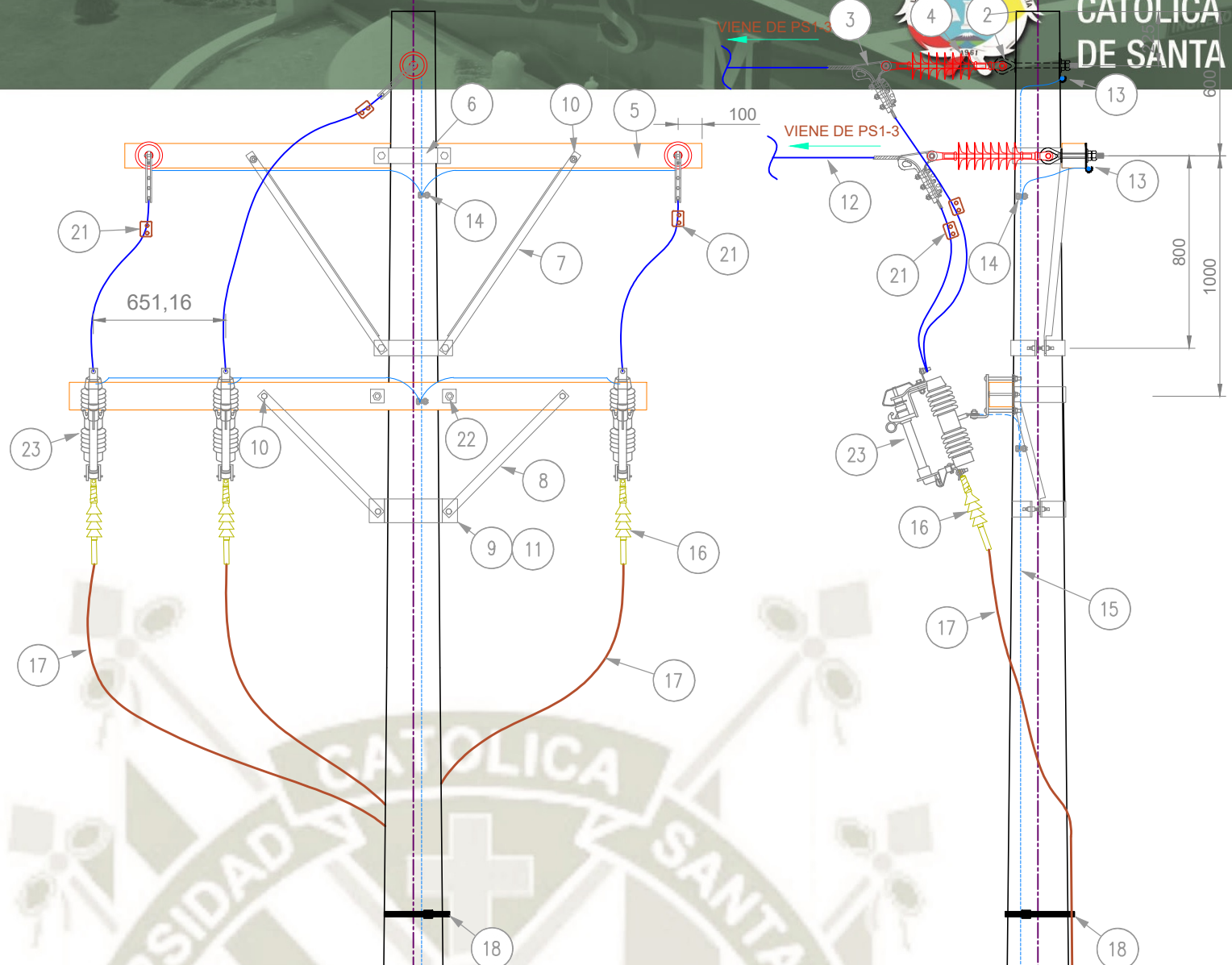
ASESOR: Ing. Víctor Rivera Acosta

BACHILLER: Rojas Mazuelos Welvid

REGION: AREQUIPA
 PROVINCIA: AREQUIPA
 DISTRITO: S. J. SIGUAS

LAMINA No:
PA3-3

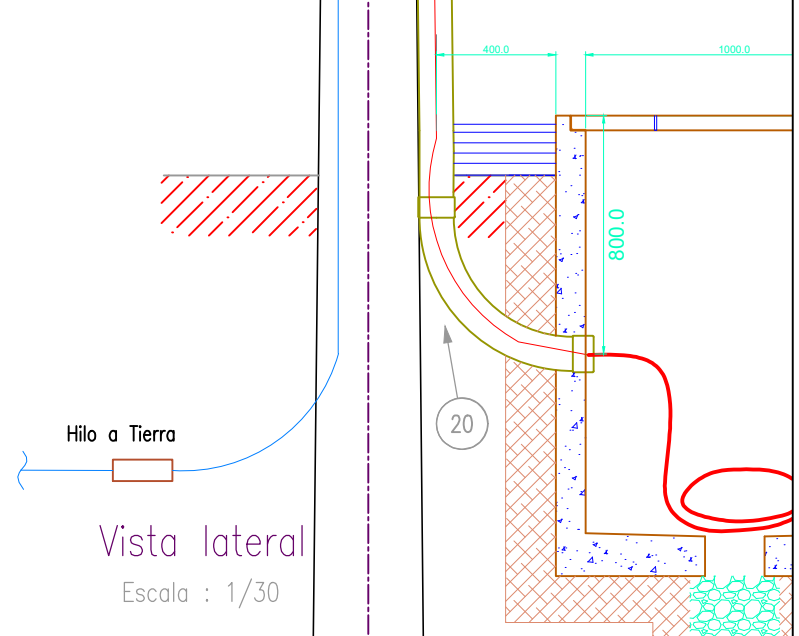
ESCALA : A4
 FECHA :
 JULIO 2022



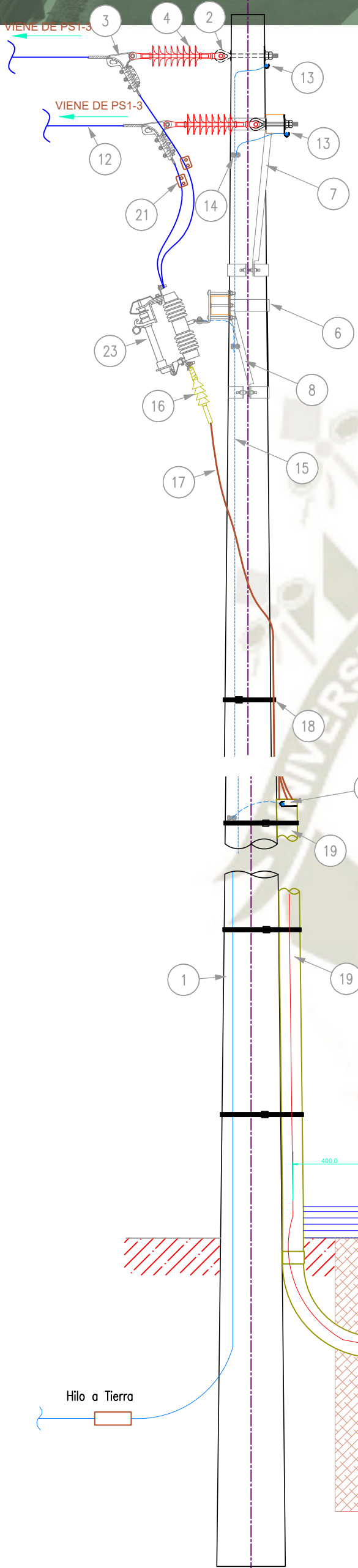
Lista de materiales		
Item	Descripción	Cantidades
1	Poste de Concreto Armado Centrifugado CAC, de 14/400	1
2	Perno tipo Ojo de 5/8" x 12" c/ arandela, tuerca y contratuerca	3
3	Grampa de anclaje tipo pistola de 3 pernos	3
4	Aislador de Suspensión Polimerico de 27KV	3
5	Cruceta metalica angular en A'G' de 64mmx64mmx2400mm	2
6	Abrazadera para Poste CAC, de 14/400	2
7	Riostra de perfil angular de A'G' 38x38x5mm, 1000 mm de longitud.	2
8	Riostra de perfil angular de A'G' 38x38x5mm, 710 mm de longitud.	2
9	Abrazadera de 3/8"x4" tipo 2 vias 180' con pernos de ajuste	2
10	Perno coche de A'G' de 13mmØx152mm c/ arandela, tuerca y contratuerca.	4
11	Perno Cabeza Hexagonal de 5/8"Øx6", c/ arandela, tuerca y contratuerca.	4
12	Cable Aleación de Aluminio AAAC de 35mm ²	---
13	Pletina de cobre tipo "J" con agujero Ø 11/16" (18mm)	7
14	Conector tipo perno partido para conductor de Cu desnudo de 35-70mm ²	3
15	Conductor de Cu desnudo de 25mm ² p/ puesta a tierra (Ferretería Eléctrica)	18m
16	Terminaciones uso exterior para cable N2XSY de 50 mm ² .	3
17	Cable Subterráneo N2XSY de 3-1x50mm ² 18/30KV	---
18	Cinta Band-it de 3/4" c/ Prensillas de Acero	5m
19	Tubo de F'G' de Ø4" x 6 Mts de longitud	1
20	Curva de PVC SAP de Ø4" de diametro, 90° Radio Largo	1
21	Conductor Al-Al	1
22	Perno maquinado de A'G', 16mm Ø x 254mm con tuerca y contratuerca	4
23	Seccionador CUT OUT Polimerico de 27KV, con fusibles tipo chicote de 45A	3

Notas:

1. Dimensiones en milímetros a menos que se indique otra unidad diferente.
2. Se respetan las DMS según el CNE-S.
3. Se utiliza sellador de ductos a la entrada del cable N2XSY, en la tubería de F'G' de 4".
4. Esta estructura se usa para el conductor AAAC 35mm².
5. La pantalla de tierra (shield) de las terminaciones están conectadas a tierra solo en la estructura de bajada, mas no en la llegada en la celda de protección, es decir en el lado de transición de aéreo a subterráneo.
6. Se muestra en la siguiente lámina "PTSb-3" el detalle de la bajada del cable por la curva, buzón e ingreso a la SSEE.



UNIVERSIDAD:	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA – AREQUIPA		N° DE LAMINA:
BACHILLER:	ROJAS MAZUELOS WELVID VALOIS – 2013400291		PTS-3
PROYECTO:	SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN 22.9KV Y SS.EE TIPO CASETA DE 1200KVA		
DIBUJÓ:	W. ROJAS	PLANO:	POSTE TERMINAL DE SUSPENSIÓN (PTS-3)
REVISÓ:	V. RIVERA	FECHA:	JULIO 2022
APROBÓ:	V. RIVERA	ESCALA:	A3

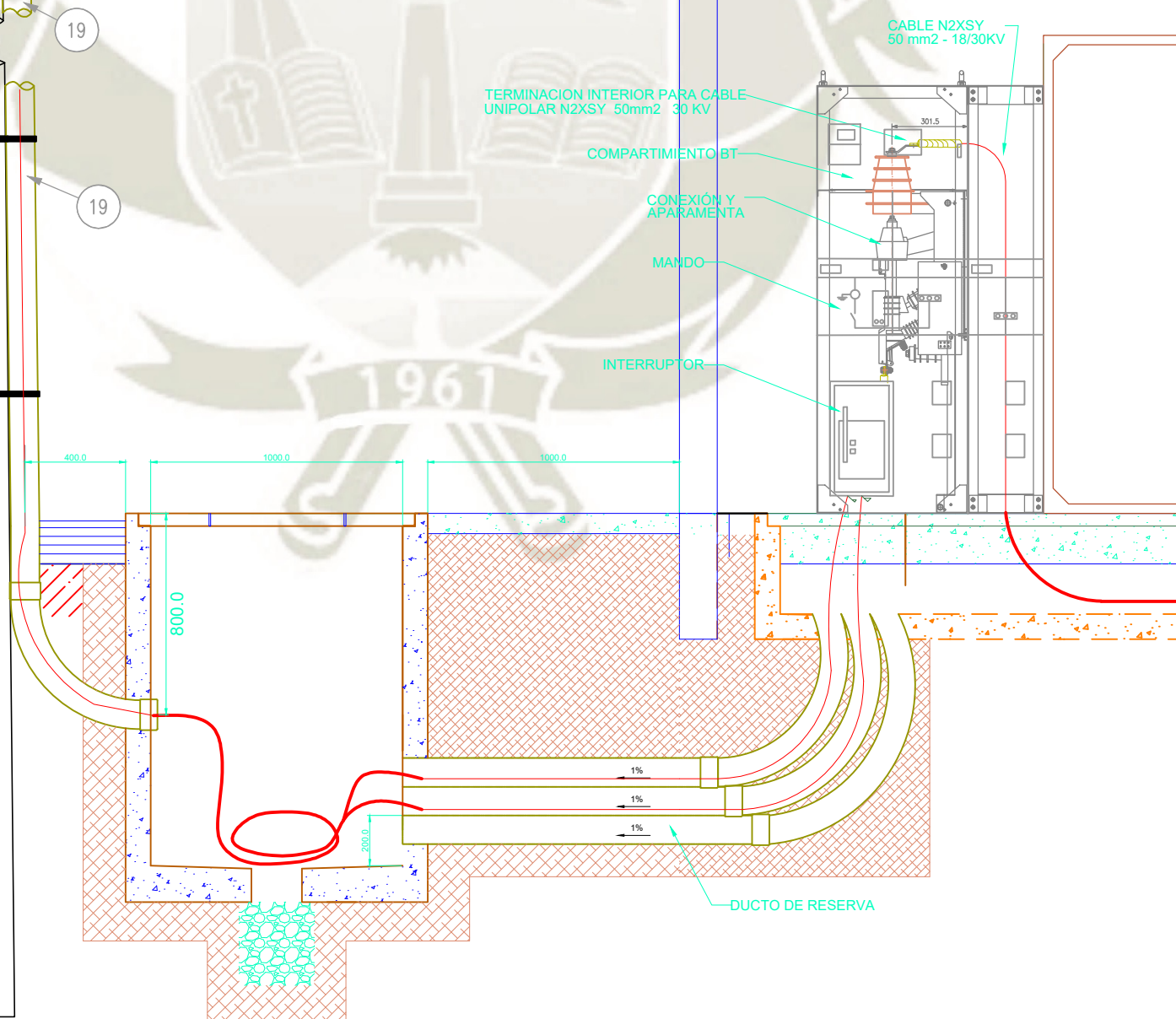


Lista de materiales		
Item	Descripción	Cantidades
1	Poste de Concreto Armado Centrifugado CAC, de 14/400	1
2	Perno tipo Ojo de 5/8" x 12" c/ arandela, tuerca y contratuerca	3
3	Grampa de anclaje tipo pistola de 3 pernos	3
4	Aislador de Suspensión Polimerico de 27KV	3
5	Cruceta metalica angular en A'G' de 64mmx64mmx2400mm	2
6	Abrazadera para Poste CAC, de 14/400	2
7	Riostra de perfil angular de A'G' 38x38x5mm, 1000 mm de longitud.	2
8	Riostra de perfil angular de A'G' 38x38x5mm, 710 mm de longitud.	2
9	Abrazadera de 3/8"x4" tipo 2 vias 180° con pernos de ajuste	2
10	Perno coche de A'G' de 13mmx152mm c/ arandela, tuerca y contratuerca.	4
11	Perno Cabeza Hexagonal de 5/8" x 6", c/ arandela, tuerca y contratuerca.	4
12	Cable Aleación de Aluminio AAAC de 35mm ²	---
13	Pletina de cobre tipo "J" con agujero Ø 11/16" (18mm)	7
14	Conector tipo perno partido para conductor de Cu desnudo de 35-70mm ²	3
15	Conductor de Cu desnudo de 25mm ² p/puesto a tierra (Ferretería Eléctrica)	18m
16	Terminaciones uso exterior para cable N2XSY de 50 mm ² .	3
17	Cable Subterráneo N2XSY de 3-1x50mm ² 18/30KV	---
18	Cinta Band-It de 3/4" c/Prensillas de Acero	5m
19	Tubo de F'G' de Ø4" x 6 Mts de longitud	1
20	Curva de PVC SAP de Ø4" de diametro, 90° Radio Largo	1
21	Conductor Al-Al	1
22	Perno maquinado de A'G', 16mm ø x 254mm con tuerca y contratuerca	4
23	Seccionador CUT OUT Polimerico de 27KV, con fusibles tipo chicote de 45A	3

Notas:

1. Dimensiones en milímetros a menos que se indique otra unidad diferente.
2. Se utiliza sellador de ductos a la entrada del cable N2XSY, en la tubería de F'G' de 4".
3. Esta estructura se usa para el conductor AAAC 35mm².
4. La pantalla de tierra (shield) de las terminaciones están conectadas a tierra solo en la estructura de bajada, mas no en la llegada en la celda de protección, es decir en el lado de transición de aéreo a subterráneo.
5. El cable de MT subterráneo pasa 1.20m por debajo del nivel del piso terminado.
6. La curva de PVC que entra al buzón de MT esta a 0.8m de la superficie del suelo.
7. El Buzón de MT es de 1.0m x 1.0m x 1.40m libres.

INTERRUPTOR DE POTENCIA



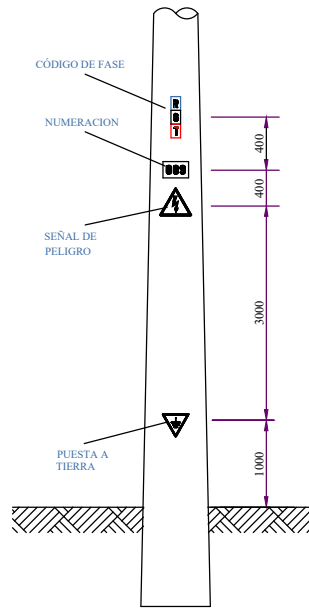
Vista lateral

Escala : 1/30

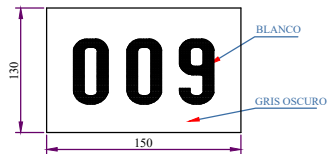


UNIVERSIDAD:	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA – AREQUIPA		N° DE LAMINA:
BACHILLER:	ROJAS MAZUELOS WELVID VALOIS – 2013400291		PTSb-3
PROYECTO:	SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN MEDIA TENSIÓN 22.9KV Y SS.EE TIPO CASETA DE 1200KVA		
ELABORÓ:	W. ROJAS	PLANO:	POSTE TERMINAL DE SUSPENSIÓN (PTS-3)
REVISÓ:	V. RIVERA	FECHA:	JULIO 2022
APROBÓ:	V. RIVERA	ESCALA:	A3
		REV:	C

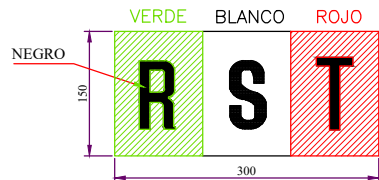
PLACAS DE SEÑALIZACIÓN DE POSTES DE CONCRETO



NUMERACION



CODIGO DE FASE FONDO DEL CUADRO

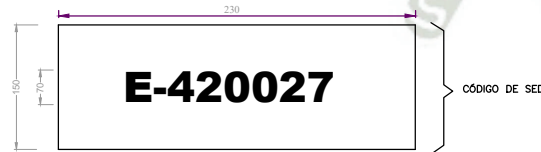


PLACAS DE SEÑALIZACIÓN DE PELIGRO DE MUERTE EN S.E.D. Y POSTE DE M. T.

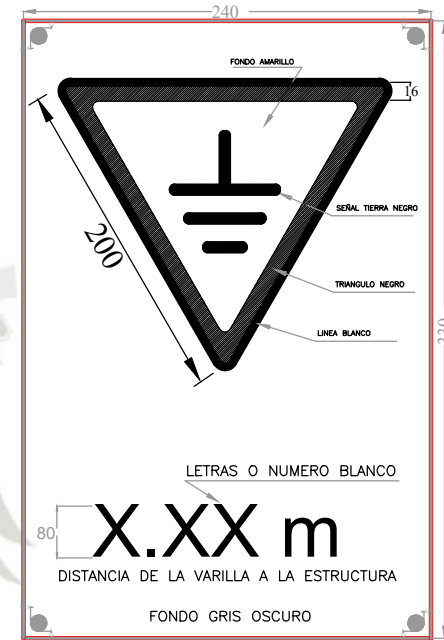
Estructura y líneas negras 1 cm Fondo amarillo
Placa de 500 x 400 x 0.8 mm Fondo blanco



Texto negro (Fondo amarillo)



SEÑAL DE PUESTA A TIERRA



NOTA:

- LA PRESENTE LÁMINA ES REFERENCIAL, EL CONTRATISTA COORDINARÁ CON LA EMPRESA CONCESIONARIA PARA DEFINIR LOS DETALLES PARA LA SEÑALIZACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS.
- LA SEÑAL SERA PINTADA DIRECTAMENTE SOBRE LOS POSTES DE C.A.C.
- EL FONDO DE LAS SEÑALES SERA PINTADA DE COLOR GRIS OSCURO.
- UBICACION DE LA SEÑAL DE PUESTA A TIERRA SERÁ, A 1.00 m DEL NIVEL DEL PISO HACIA ARRIBA DE LA ESTRUCTURA, EL VERTICE INFERIOR DEL TRIANGULO, INDICA LA DIRECCION A DONDE ESTA UBICADO EL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA.
- UBICACION DE LA SEÑAL DE PELIGRO, A 2,00 m DEBAJO DEL TRANSFORMADOR EN POSTE.
- DIMENSIONES EN mm.



Universidad: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA - AREQUIPA	
SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION 22.9 KV "VAQUA S.A.C."	
TITULO : DETALLE DE SEÑALIZACION	
ASESOR:	Ing. Victor Rivera Acosta
BACHILLER:	Rojas Mazuelos Welvid
REGION:	AREQUIPA
PROVINCIA:	AREQUIPA
DISTRITO:	S. J. SIGUAS

LAMINA No:	SP
ESCALA :	A4
FECHA :	JULIO 2022

5

4

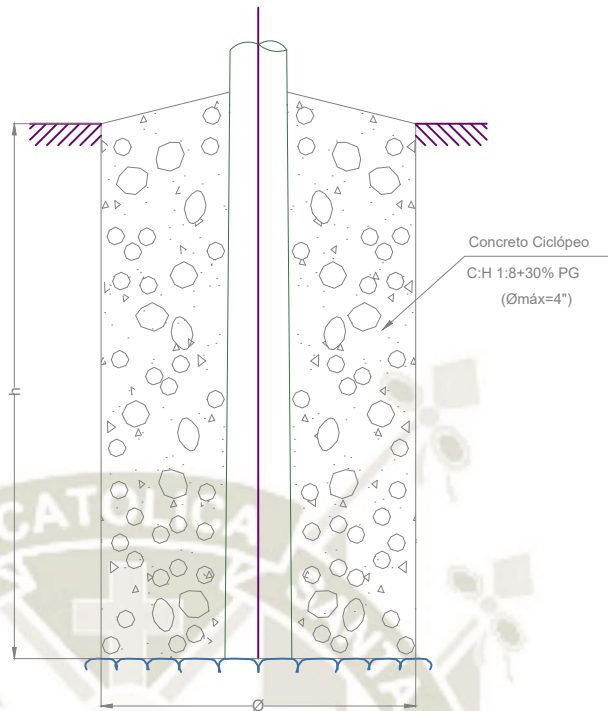
3

2

1

0

FECHA APROBADO



CIMENTACIÓN PARA POSTE DE CONCRETO 14m

RESUMEN DE LAS CIMENTACIONES DE POSTES

Altura de Poste	Tipo Terreno	Tipo de Cimentación	Empotramiento (h) (m)	Ø (m)	Excavación (m ³)	Relleno con Mat. Préstamo		Relleno con Concreto (m ³)	Eliminar (m ³)
						Propio de Excavación (m ³)	Prestamo de Cantera (m ³)		
14 m (*)	Terreno I	C-IA	2,00	0,9	1,98	0,00	0,87	0,98	1,00
	Terreno II	C-IIA	1,80	0,9	1,83	0,24	0,54	0,76	0,62
	Terreno III	C-IIIA	1,60	0,8	1,60	0,13	0,44	0,54	0,50

(*) Se va a tener postes de CAC 14 m-300daN y 400daN. Los datos mostrados de cimentación para postes de 13 m es válido tanto para los postes de CAC de 300daN y 400daN.

CLASIFICACION GEOTECNICA	
SUELO TIPO	CARACTERISTICAS
I	Terrenos conformados por arcillas superficiales con material granular de media compactación, rocas descompuestas de consistencia media, gravas sueltas, arenas arcillosas o limosas, limos de consistencia media a firme, poseen plasticidad que van baja a alta.
II	Terrenos conformados por gravas con mezcla de fragmentos de roca suelta (bolonería de tamaño diverso), canto rodado, material arcilloso y arenoso.
III	Terrenos conformados por afloramientos de rocas ígneas, sedimentarias.



Universidad: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA - AREQUIPA

SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION 22.9 KV "VAQUA S.A.C."

TITULO : DETALLE DE EMPOTRAMIENTO DE POSTE DE 14 M

ASESOR: Ing. Víctor Rivera Acosta

BACHILLER: Rojas Mazuelos Welvid

REGION: AREQUIPA

PROVINCIA: AREQUIPA

DISTRITO: S. J. SIGUAS

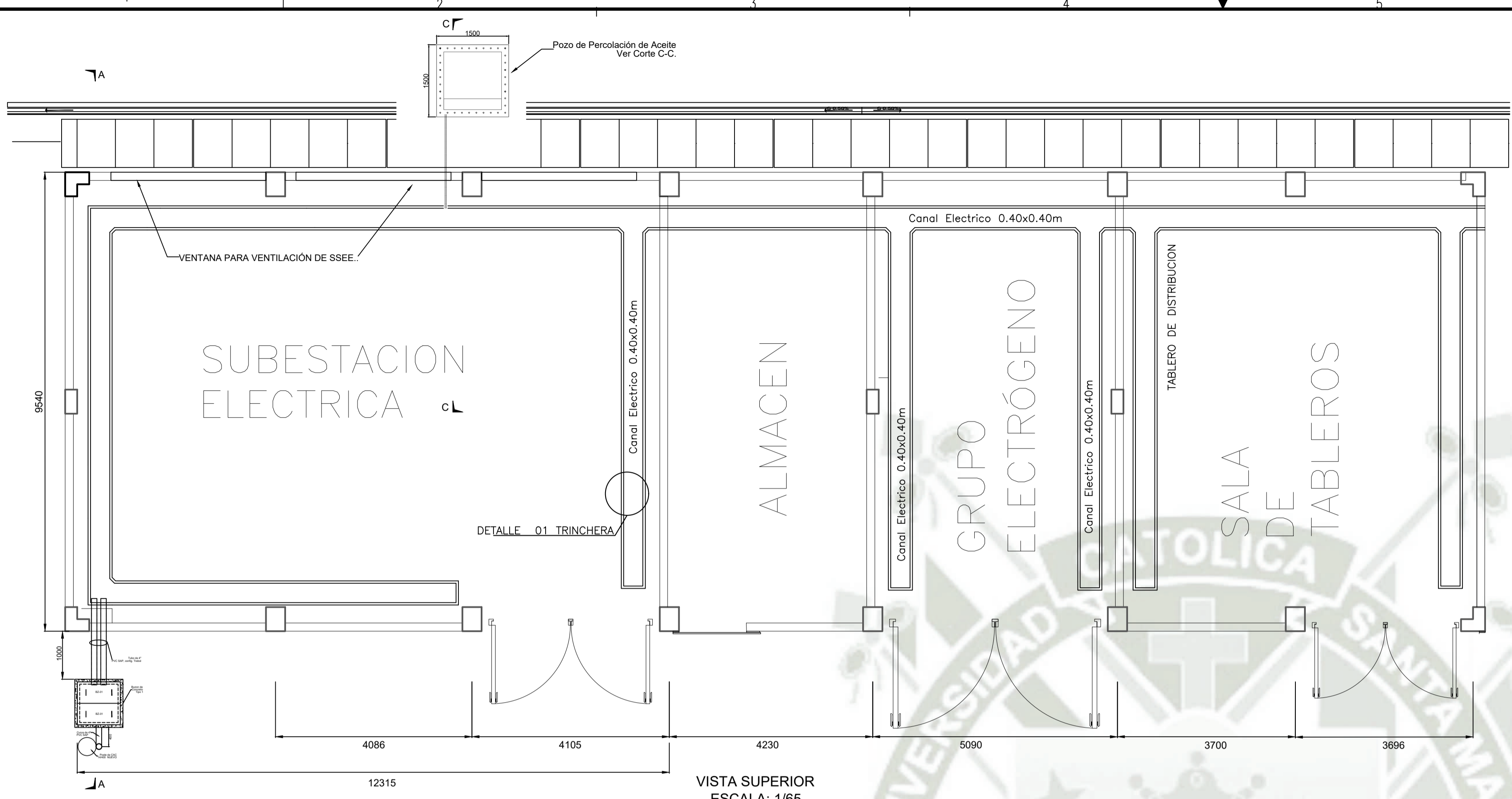
LAMINA No:

EMP

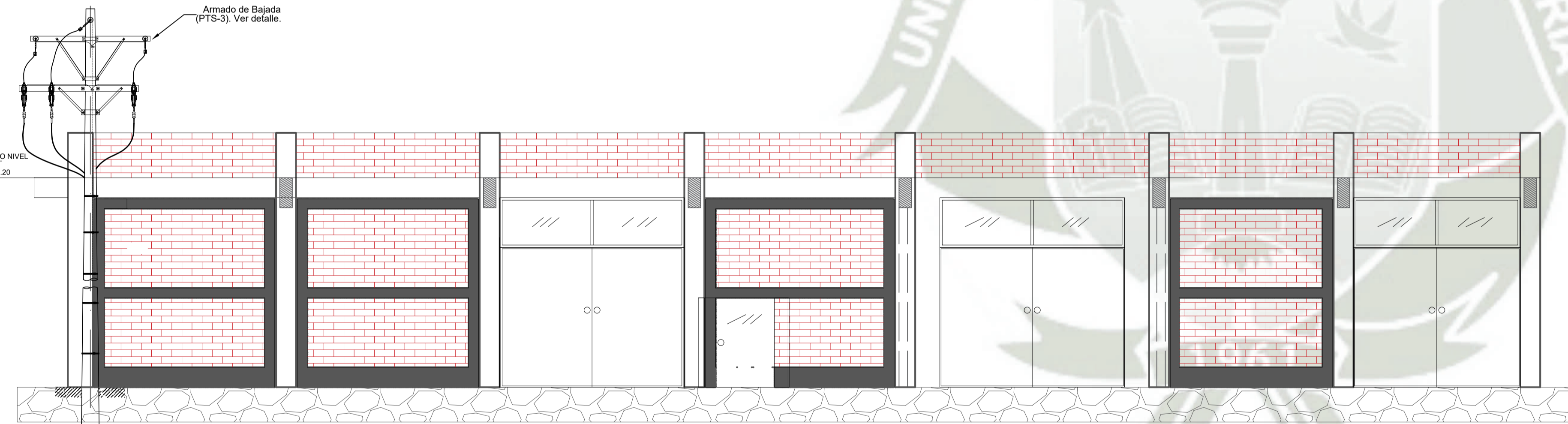
ESCALA : 1/50

FECHA :

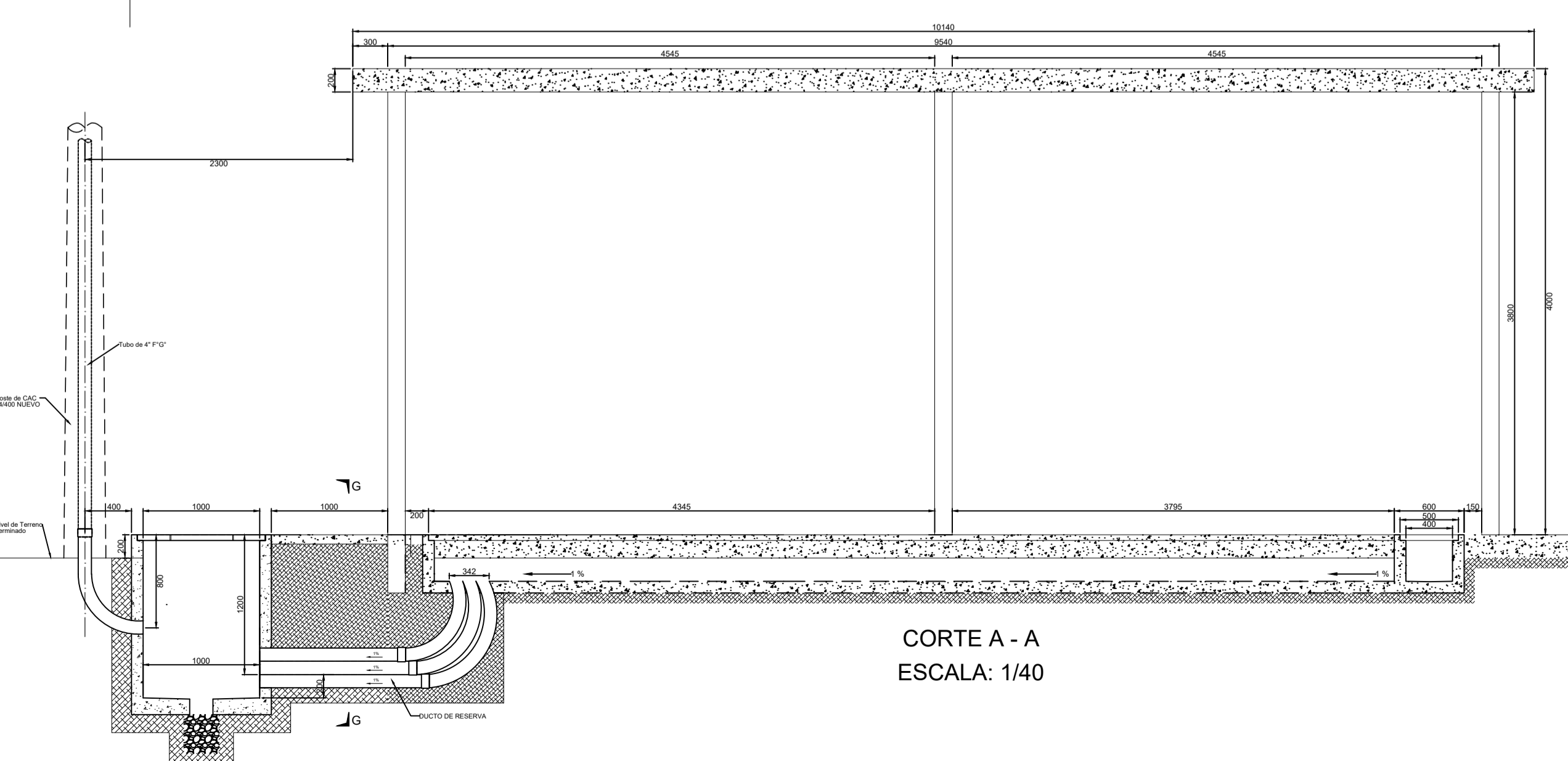
JULIO 2022



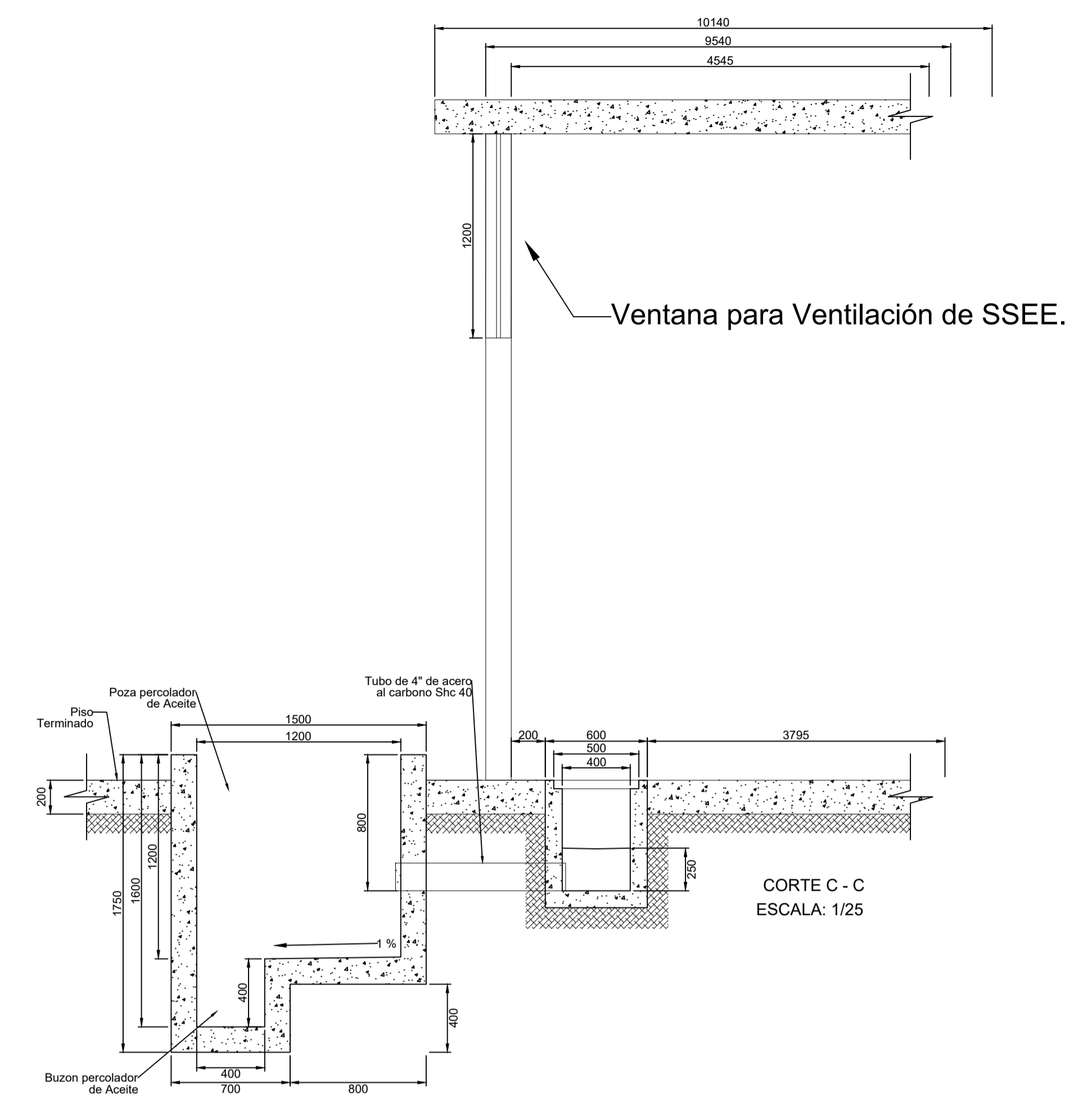
VISTA SUPERIOR
ESCALA: 1/65



VISTA FRONTAL
ESCALA: 1/65

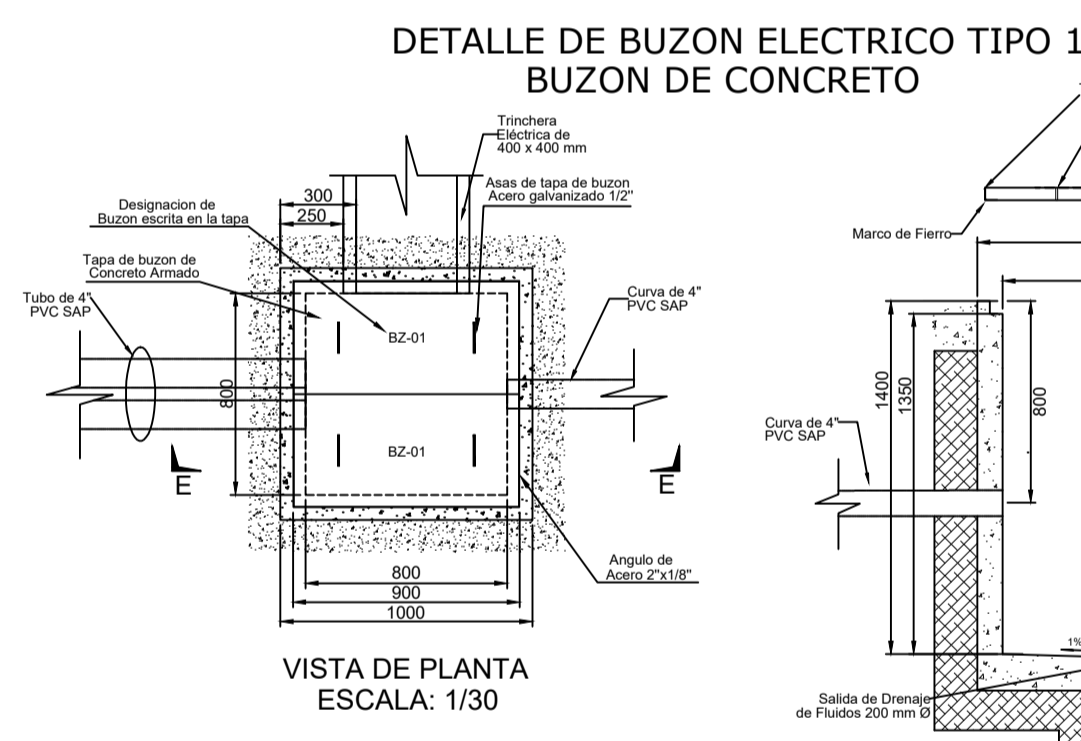


CORTE A - A
ESCALA: 1/40



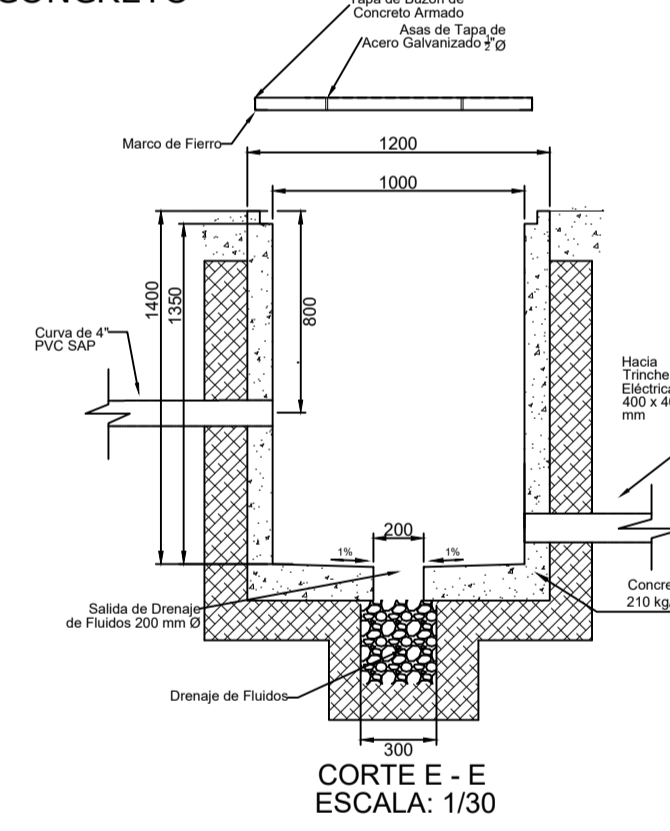
Ventana para Ventilación de SSEE.

CORTE C - C
ESCALA: 1/25

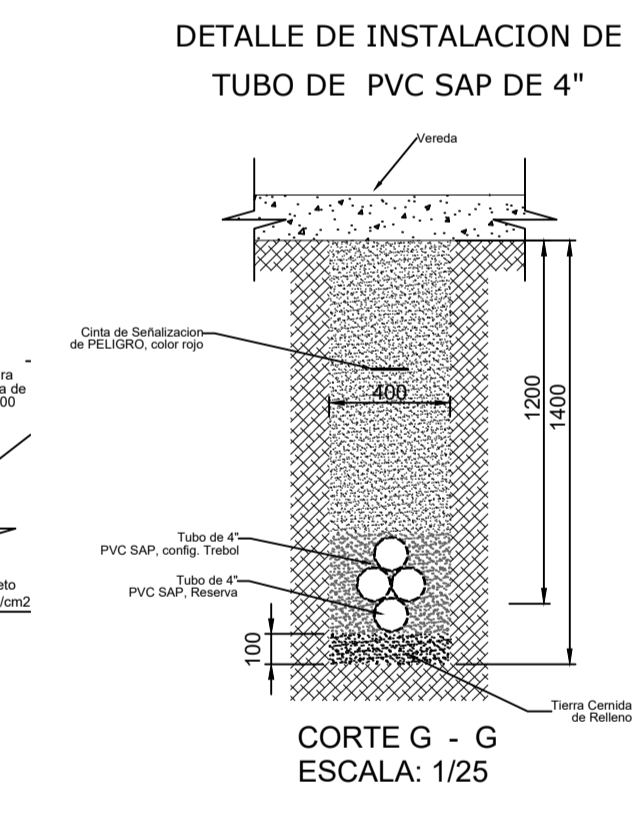


DETALLE DE BUZON ELECTRICO TIPO 1
BUZON DE CONCRETO

VISTA DE PLANTA
ESCALA: 1/30



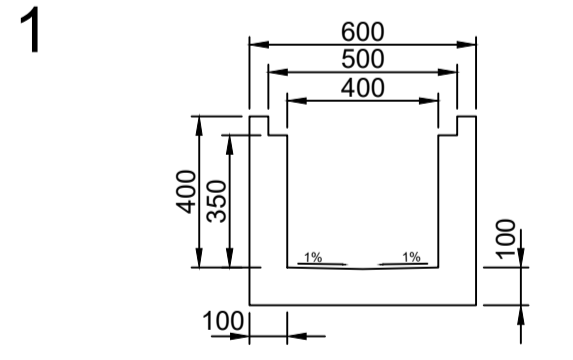
CORTE E - E
ESCALA: 1/30



DETALLE DE INSTALACION DE
TUBO DE PVC SAP DE 4"

CORTE G - G
ESCALA: 1/25

DETALLE TRINCHERA ELECTRICA



VISTA DE PLANTA
ESCALA: 1/20

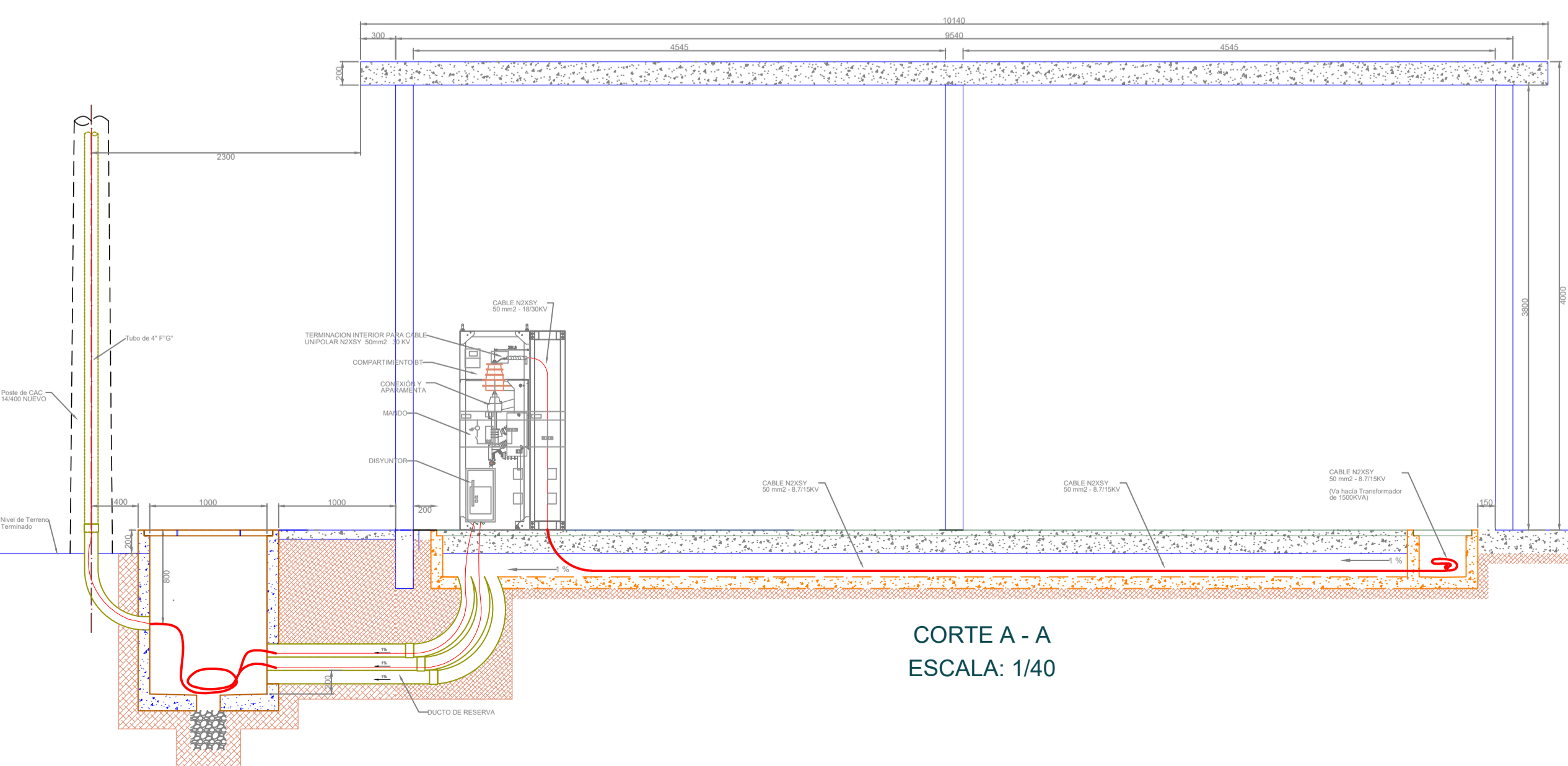
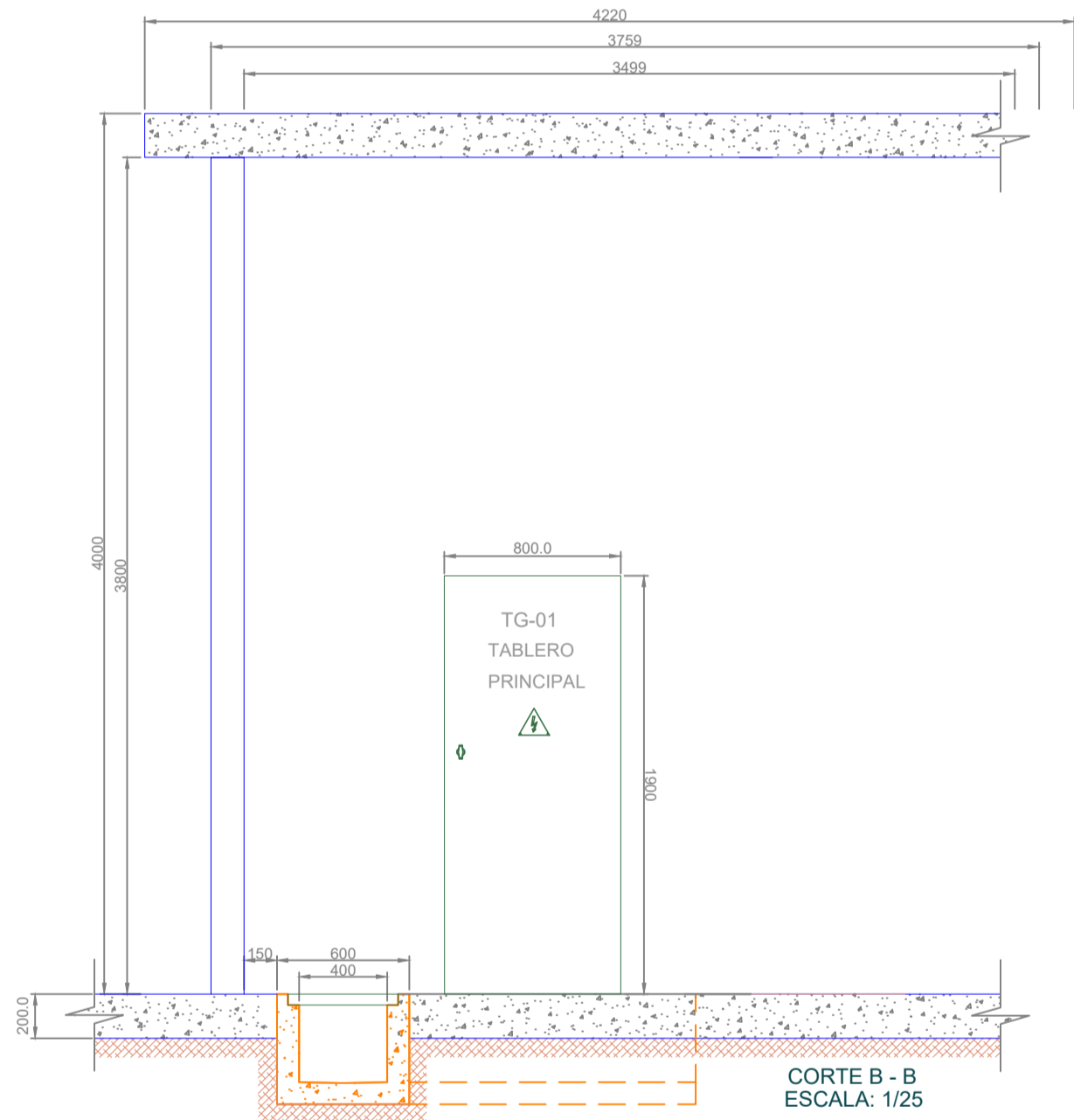
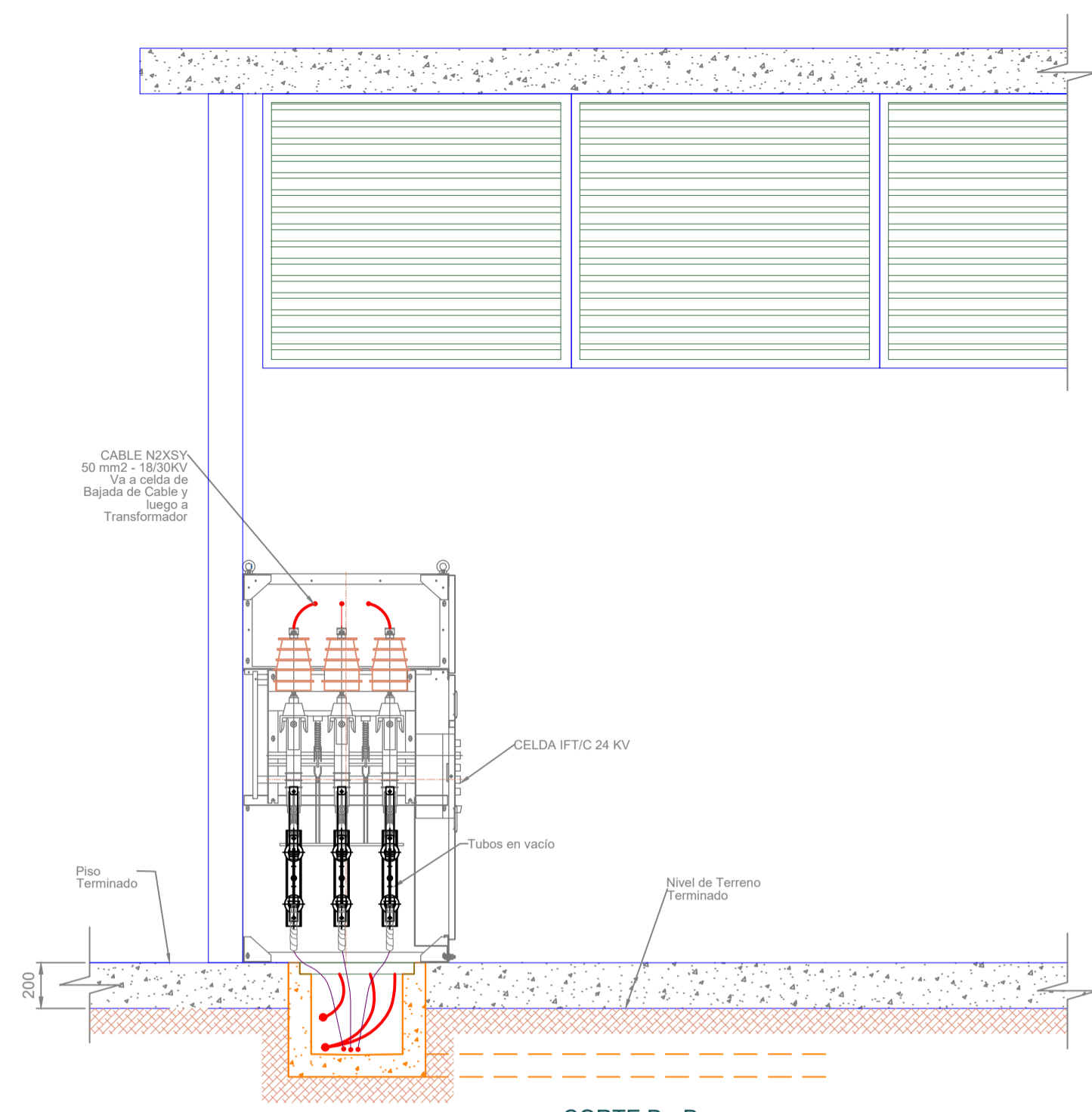
Notas:

1. La escala gráfica mostrada es formato A1. Para formato A3 considerar el doble.
2. Dimensiones en milímetros a menos que se indique otra unidad diferente.
3. El Tablero General de Baja Tensión se ubica en la "SALA DE TABLEROS" como se aprecia en la "Vista Superior".
4. EL pozo de percolación de aceite se encuentra ubicado en la parte superior derecha dentro de la "Vista Superior" de la SSEE Coseta, y el Detalle de dicho pozo en el "Corte C-C".
5. El Buzón de Media Tensión es de 1.0 x 1.0 x 1.4m.
6. Las ventanas para ventilación de la SSEE se encuentran al frente de la puerta de ingreso para el lado superior donde se localiza el transformador.

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.
A	05/05/21	EMITIDO PARA REVISIÓN DE PLAN DE TESIS	
B	01/11/21	EMITIDO PARA REVISIÓN DE BORRADOR DE TESIS	
C	02/12/21	EMITIDO PARA APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS	

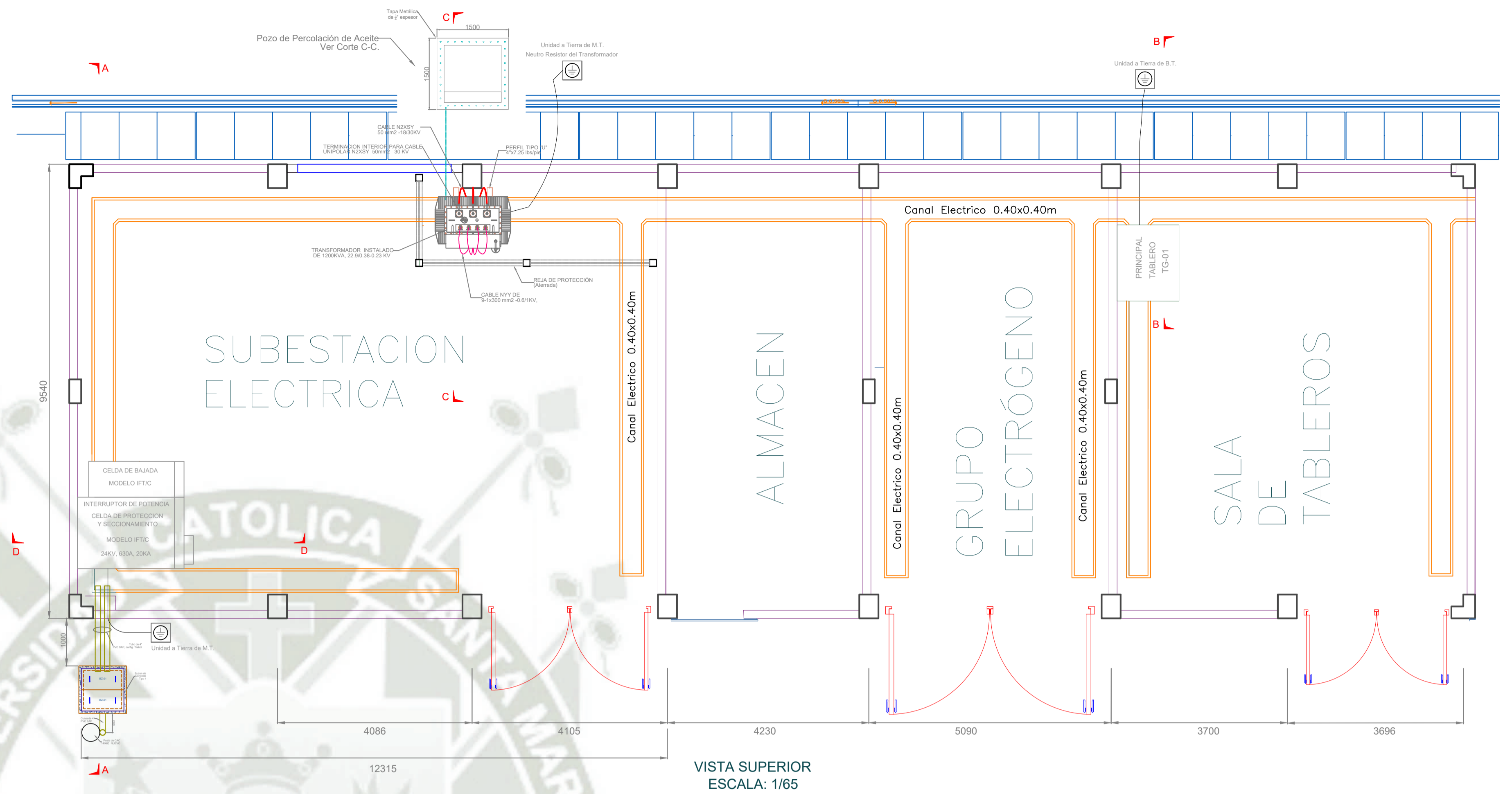
		UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA-ELECTRICA Y MEGATRONICA.	
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO-ELECTRICISTA			
POR: ROMAS MAZUELOS WELVID VALOIS - 2013400291			
UBICACION DEL PROYECTO: REGION DE AREQUIPA, PROVINCIA DE AREQUIPA, Y DISTRITO DE CERRO COLORADO		APROBADO POR: D.D./M./A.A. DISEÑADO POR: W.V.R.M. DIBUJADO POR: W.V.R.M. REVISADO POR: V.R.A. APROBADO POR: V.R.A. JEFE DE PROYECTO: V.A.B.R. CLIENTE: VAQUA SAC	
FECHA: 05/07/2021 05/07/2021 25/01/2022 02/02/2022 02/02/2022 02/02/2022		FECHA: 05/07/2021 05/07/2021 25/01/2022 02/02/2022 02/02/2022 02/02/2022	

PROPIEDAD DE: VAQUA S.A.C. - YURAMAYO - AREQUIPA - PERU	
SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22.9KV Y SUBESTACION CASETA DE 1200 KVA, 22.9/0.38-0.23 KV	
PLANO: PLANO CIVIL ARREGLO GENERAL PLANTA SECCION Y ELEVACIONES	
ESCALA: A1	NUMERO DE PLANO: UCSM-VAQUA-OC-006
HOJA: 1 CONT: 1/1	REV: C



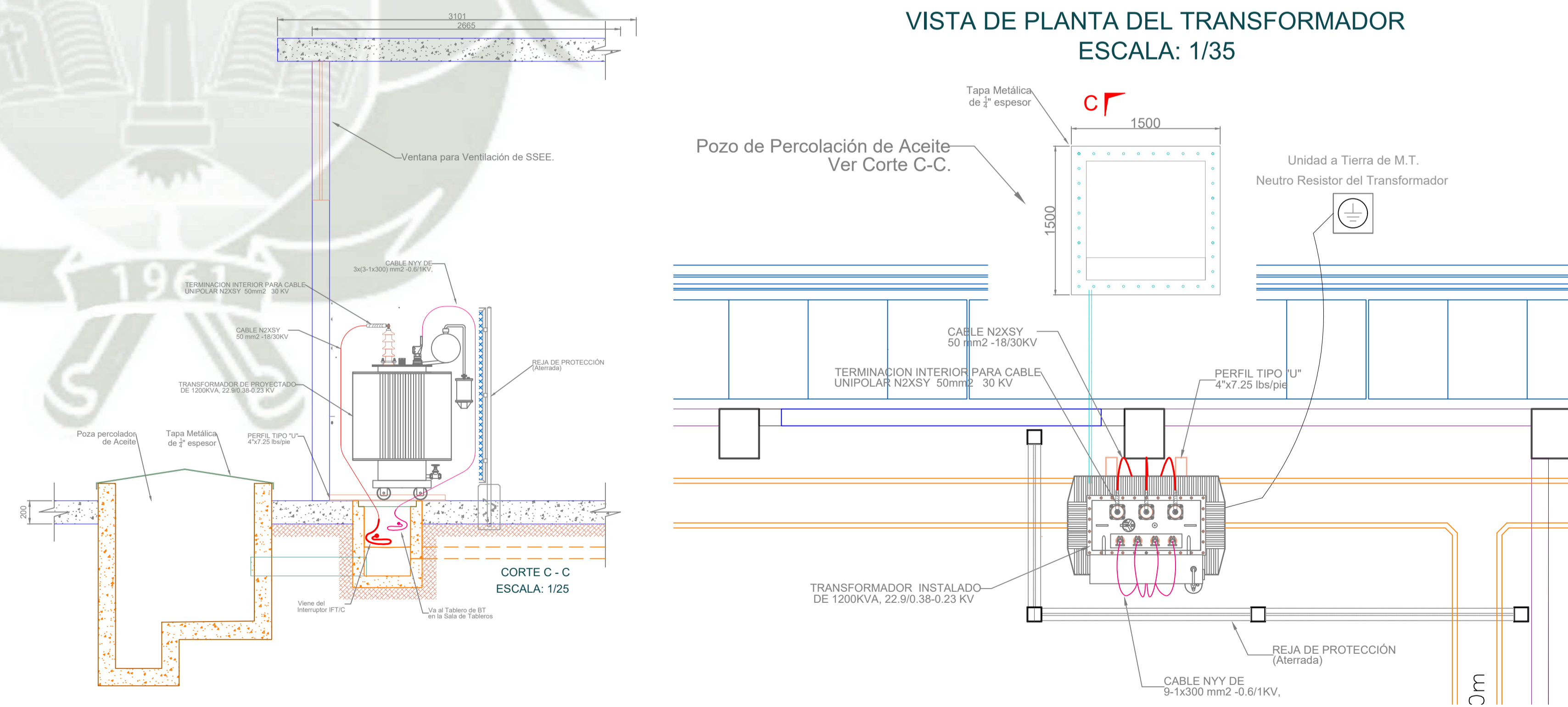
Notas:

1. La escala gráfica mostrada es formato A1. Para formato A3 considerar el doble.
2. Dimensiones en milímetros a menos que se indique otra unidad diferente.
3. El Tablero General de Baja Tensión se ubica en la "SALA DE TABLEROS" como se aprecia en la "Vista Superior".
4. EL pozo de percolación de aceite se encuentra ubicado atrás del Transformador, fuera de la caseta y el Detalle de dicha disposición se muestra en el "Corte C-C".
5. Las ventanas para ventilación de la SSEE se encuentran al frente de la puerta de ingreso para el lado superior donde se localiza el transformador.



VISTA SUPERIOR
ESCALA: 1/65

VISTA DE PLANTA DEL TRANSFORMADOR
ESCALA: 1/35



REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.
A	05/05/21	EMITIDO PARA REVISION DEL CLIENTE	
B	07/02/22	EMITIDO PARA REVISION DE SEAL S.A.	
C	25/02/22	EMITIDO PARA APROBACION DE SEAL S.A.	

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FISICAS Y FORMALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA, MECANICA-ELECTRICA Y MEGATRONICA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO-ELECTRICISTA

POR:
ROJAS MAZUELOS WELVID VALOIS - 2013400291

UBICACION DEL PROYECTO:
REGION DE AREQUIPA, PROVINCIA DE AREQUIPA, Y DISTRITO DE CERRO COLORADO

APROBADO	FECHA
DISENADO POR:	05/05/2021
DIBUJADO POR:	05/05/2021
REVISADO POR:	25/01/2022
V.R.A. APROBADO POR:	02/02/2022
JEFE DE PROYECTO:	02/02/2022
CLIENTE:	02/02/2022

PROPIEDAD DE: **VAQUA S.A.C.**
- YURAMAYO - AREQUIPA - PERU

SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22.9KV Y SUBESTACION CASETA DE 1200 KVA, 22.9/0.38-0.23 KV

PLANO: ELECTROMECHANICO ARREGLO GENERAL PLANTA SECCION Y ELEVACIONES

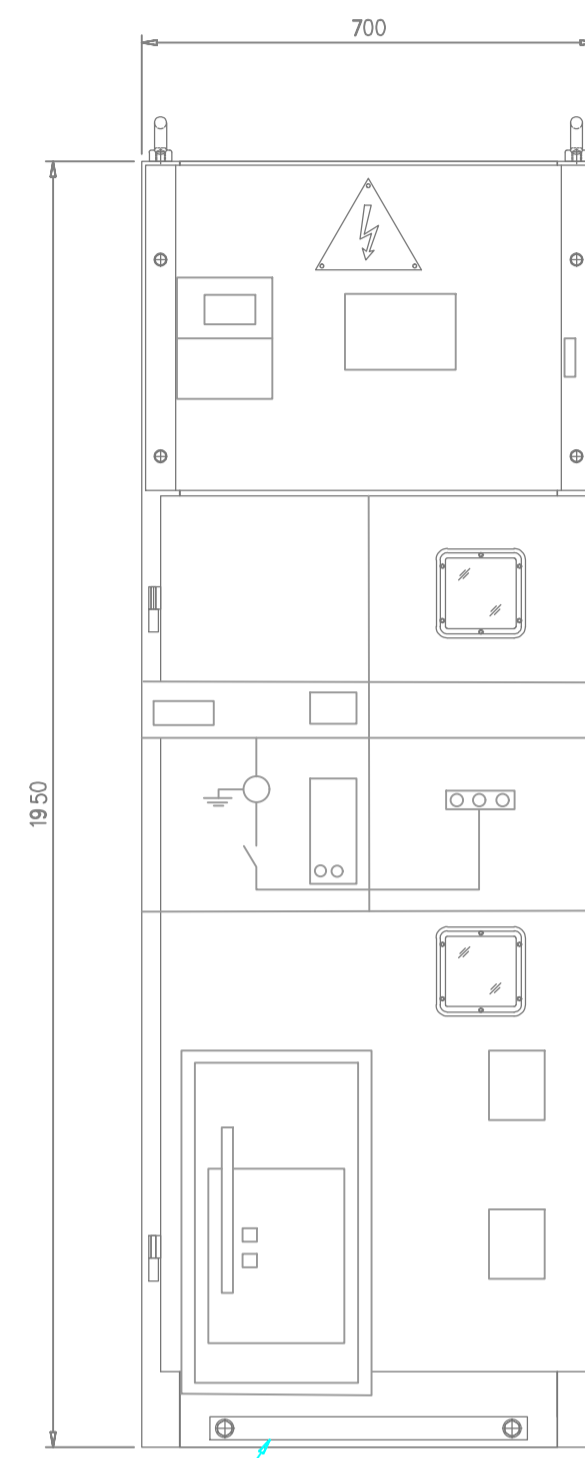
ESCALA: A1 NUMERO DE PLANO: UCSM-VAQUA-EM-007

HOJA: 1 REV: 1 CONT: 2

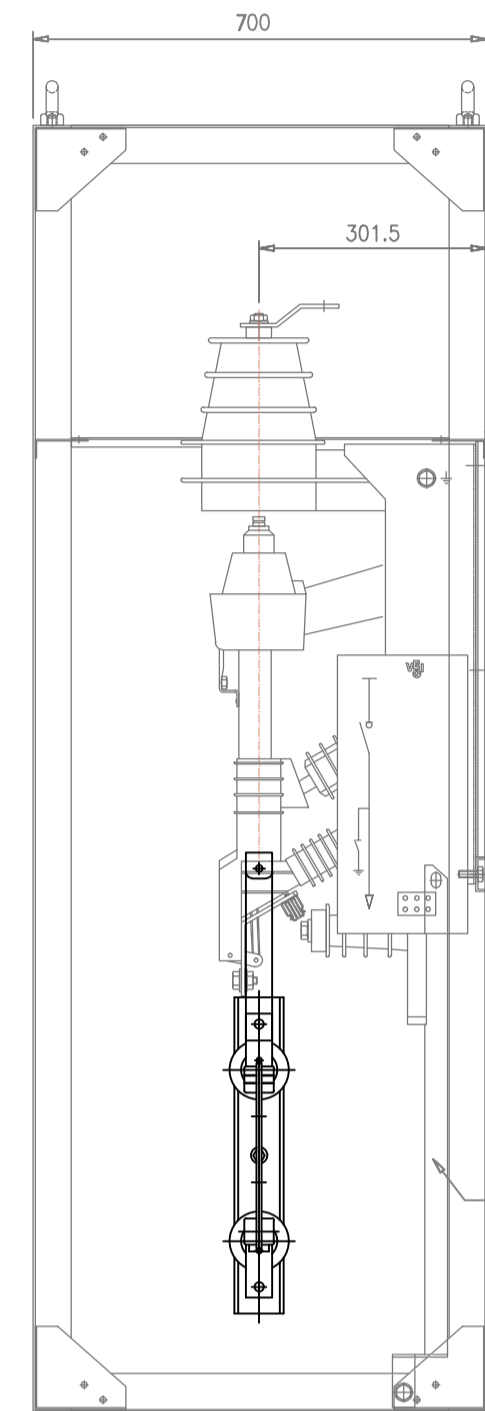
INTERRUPTOR DE POTENCIA

CELDA DE PROTECCION Y SECCIONAMIENTO Y CORTE EN SF6 IFT/C
DE 24 KV, 630 AMP 50 KA.
MODELO DE CELDA: IFT/C

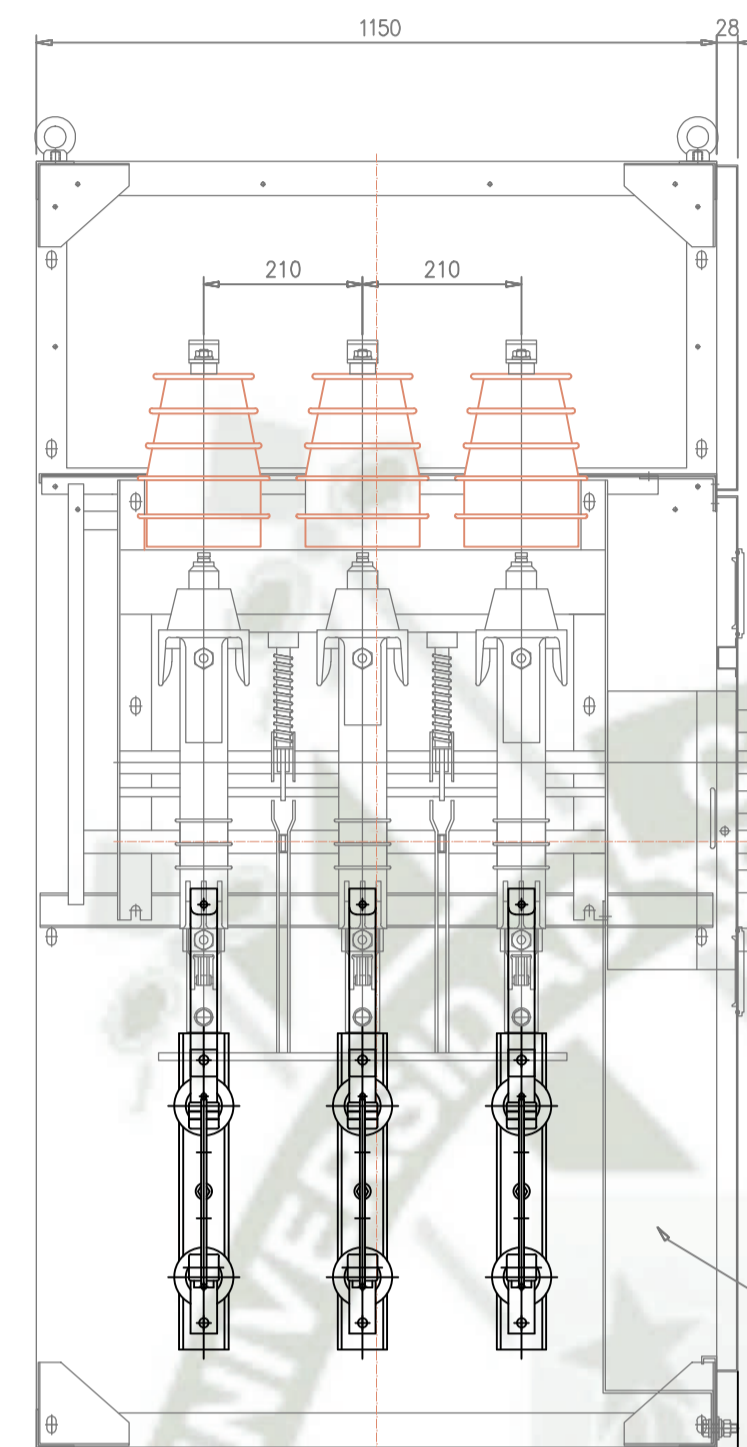
CELDA DE BAJADA DE CABLES SIN BARRA
24 KV, 630 AMP 50 KA.
MODELO DE CELDA: IFT/C



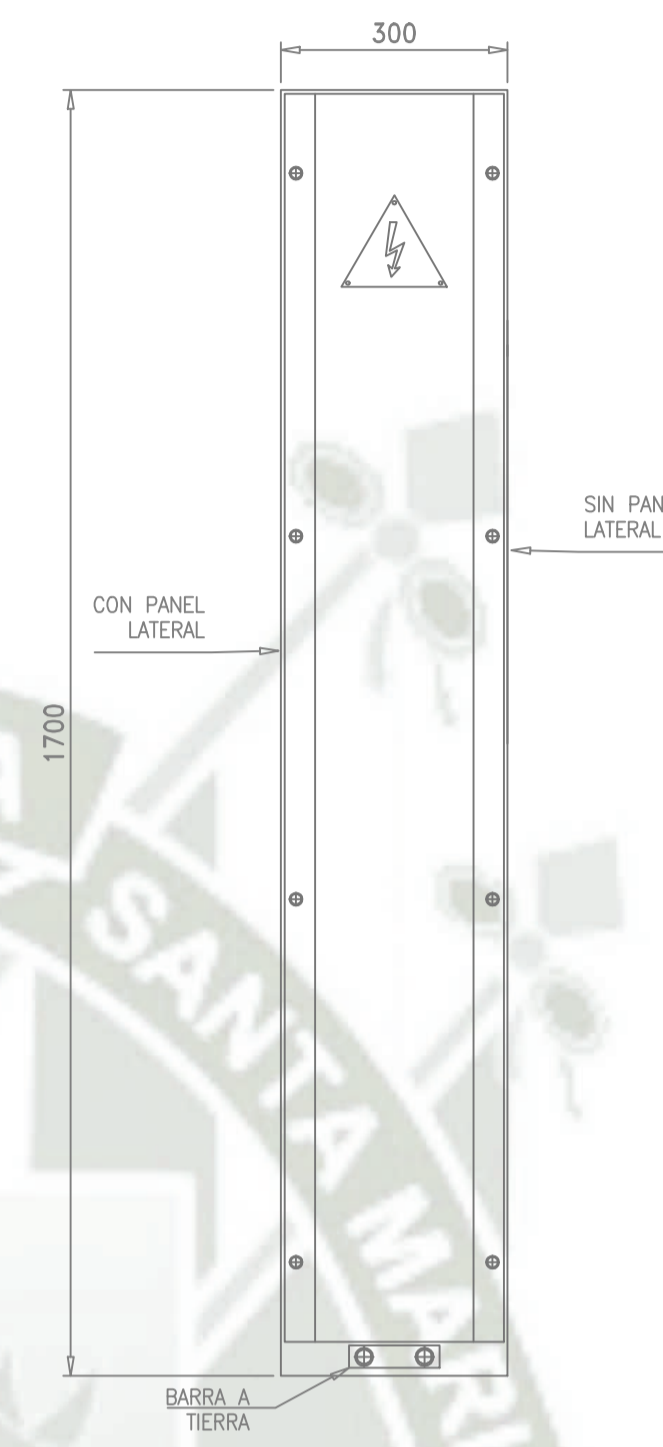
VISTA FRONTAL



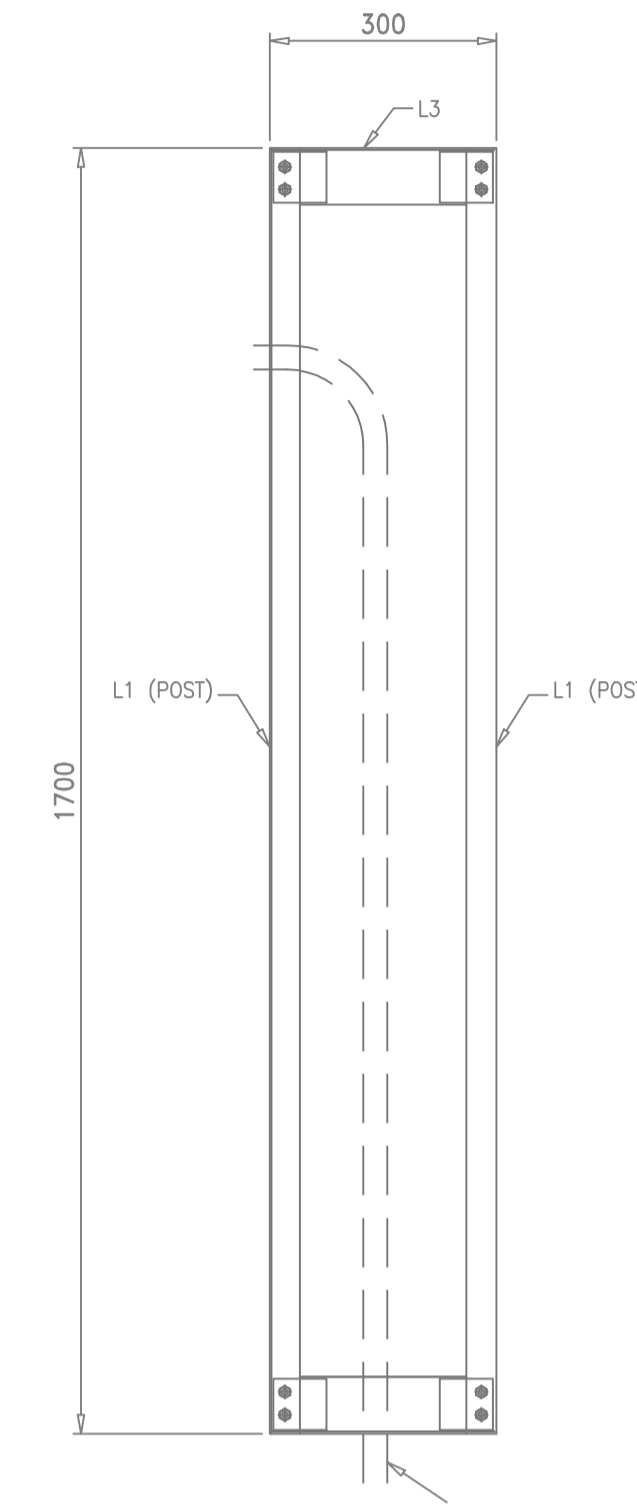
VISTA FRONTAL
(SIN PANEL Y PUERTA)



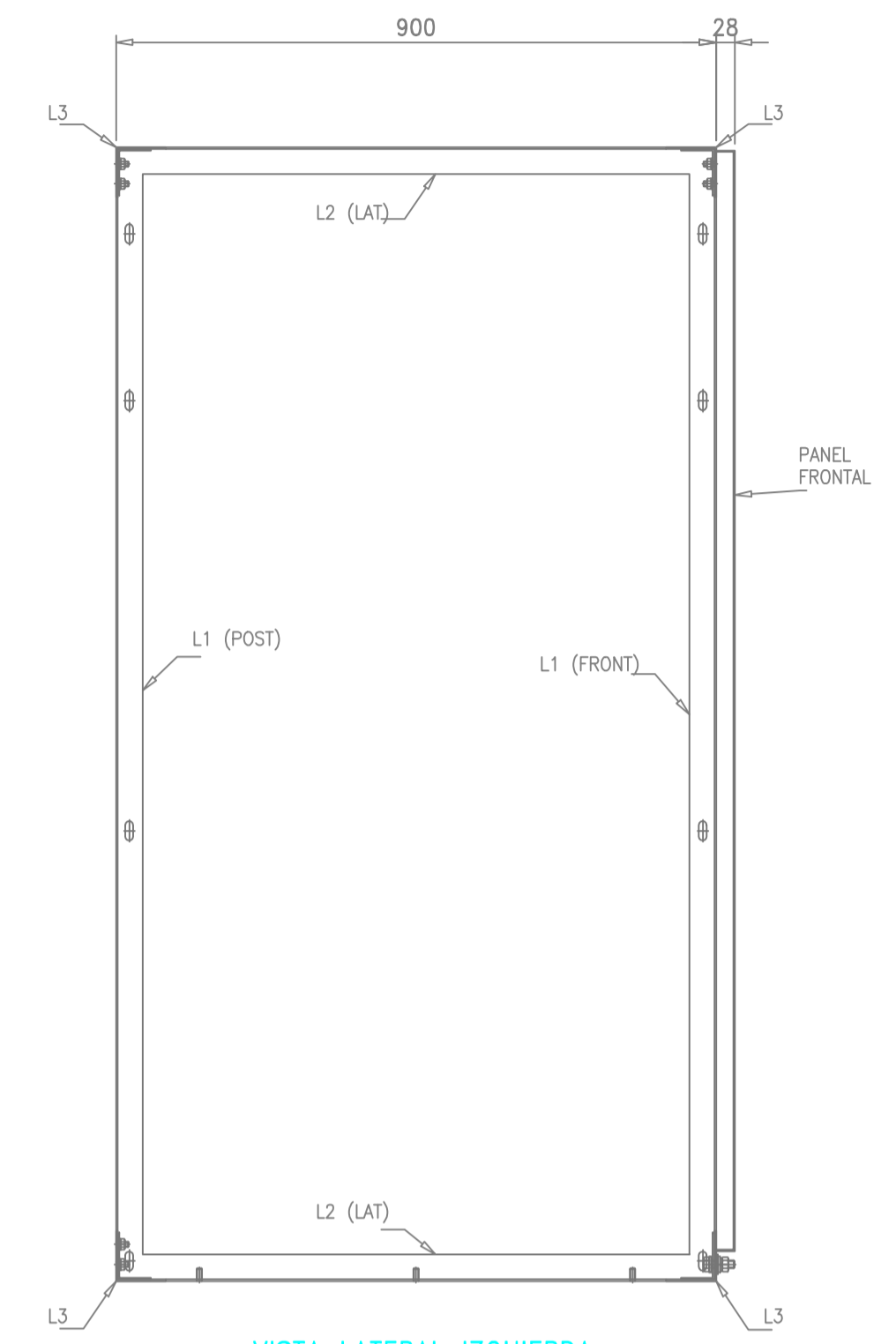
SECCION A-A



VISTA FRONTAL

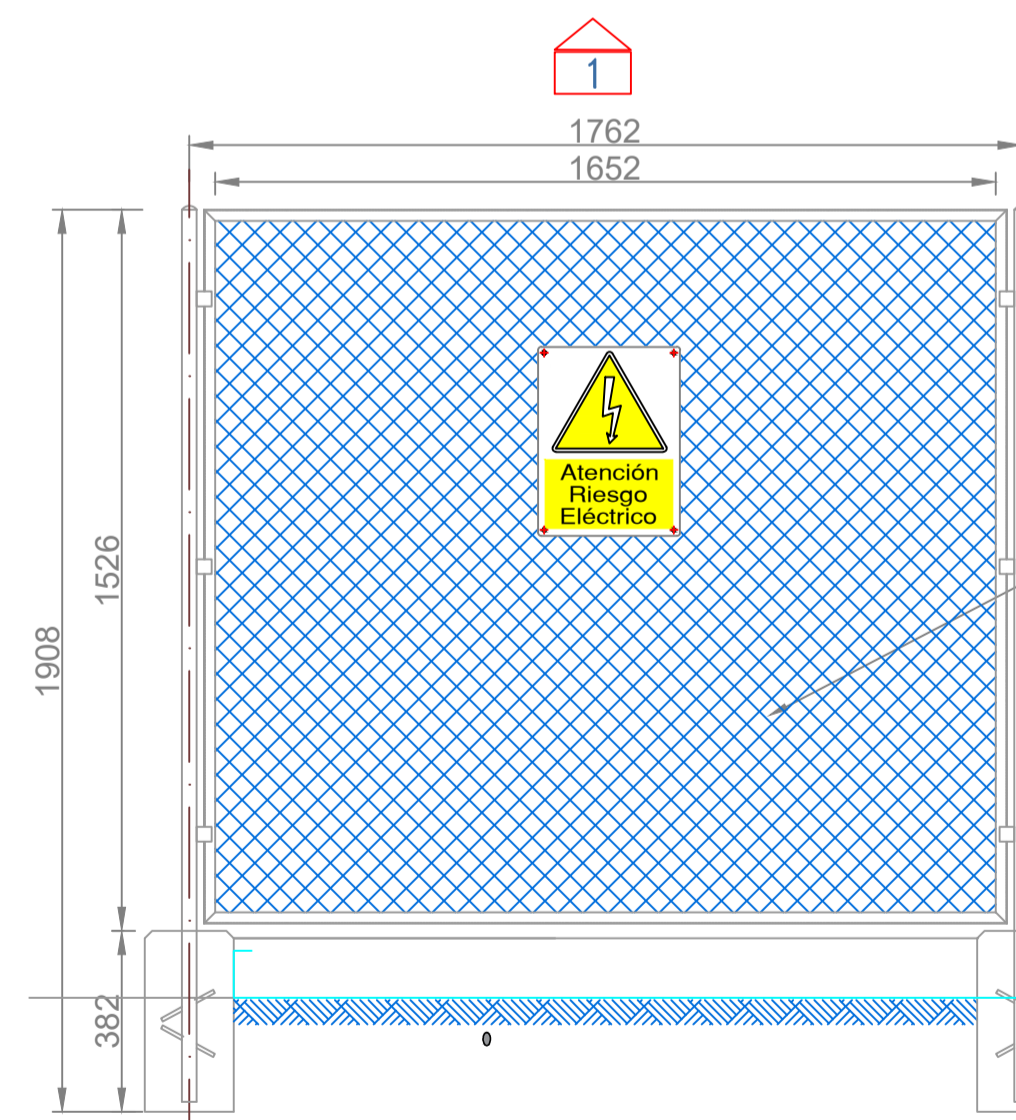


VISTA FRONTAL
SIN PUERTAS

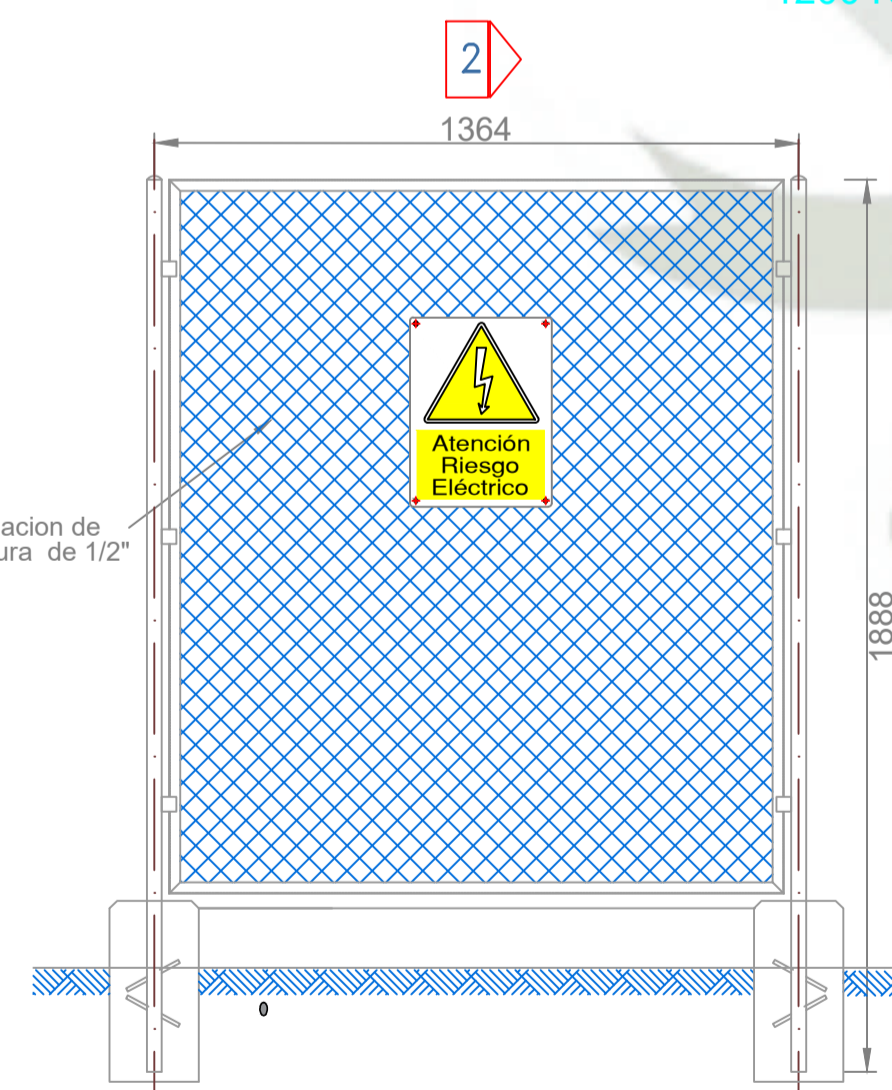


VISTA LATERAL IZQUIERDA
(SIN TAPA)

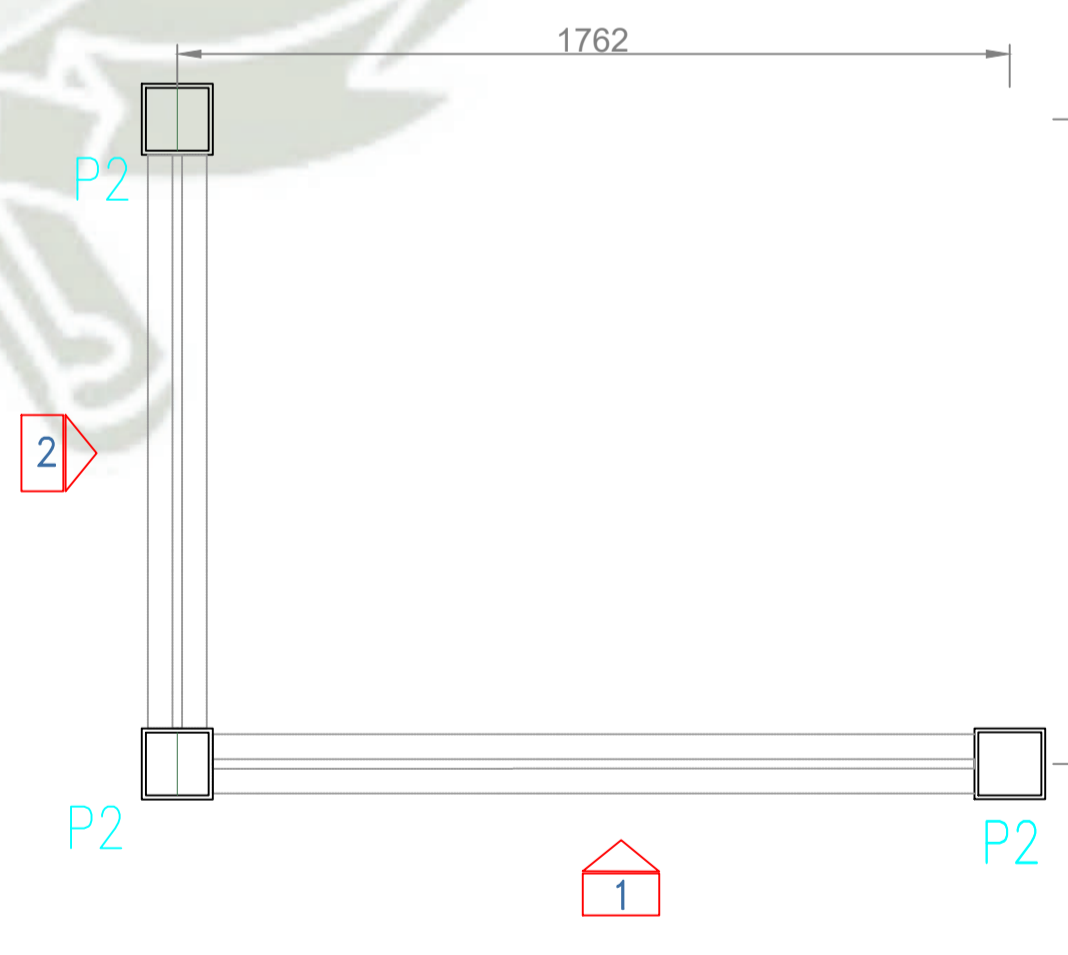
REJA DE PROTECCIÓN PARA TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE 1200 KVA, 22.9KV



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.
A	05/05/21	EMITIDO PARA REVISIÓN DE PLAN DE TESIS	
B	01/11/21	EMITIDO PARA REVISIÓN DE BORRADOR DE TESIS	
C	02/12/21	EMITIDO PARA APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA-ELECTRICA Y MEGATRONICA.

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO-ELECTRICISTA

POR:
ROJAS MAZUELOS WELVID VALOIS - 2013400291

UBICACION DEL PROYECTO:
REGION, PROVINCIA DE AREQUIPA, Y DISTRITO DE SAN JUAN DE SIGUAS

DIS. REV.	FECHA	DESCRIPCION
	05/05/2021	DIS. REV.
	05/05/2021	DIS. REV.
	25/01/2022	DIS. REV.
	02/02/2022	DIS. REV.
	02/02/2022	DIS. REV.
	02/02/2022	DIS. REV.

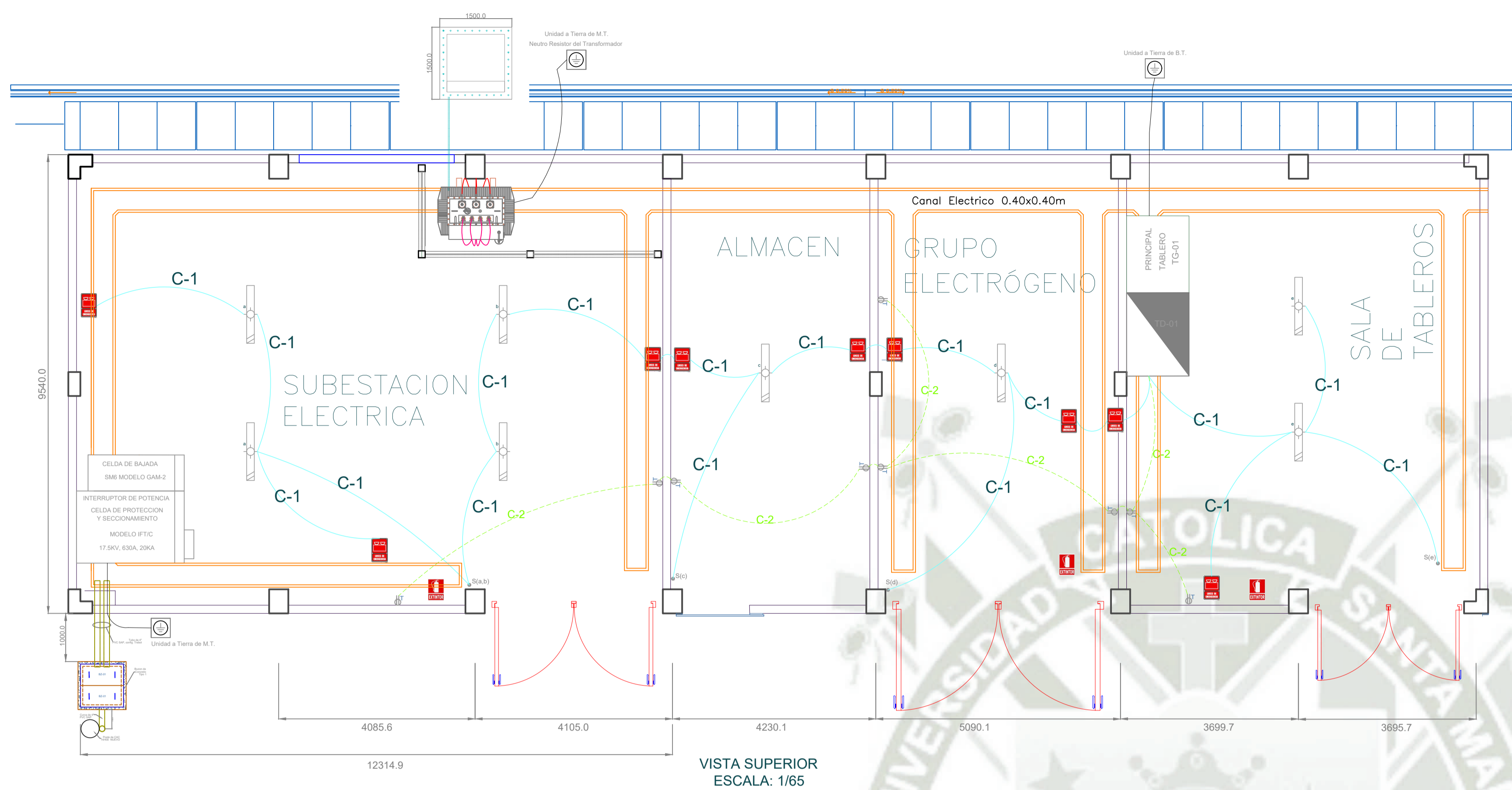
PROPIEDAD DE: **VAQUA S.A.C.**
- YURAMAYO - AREQUIPA - PERU

SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22.9KV Y SUBSTACION CASETA DE 1200 KVA, 22.9/0.38-0.23 KV

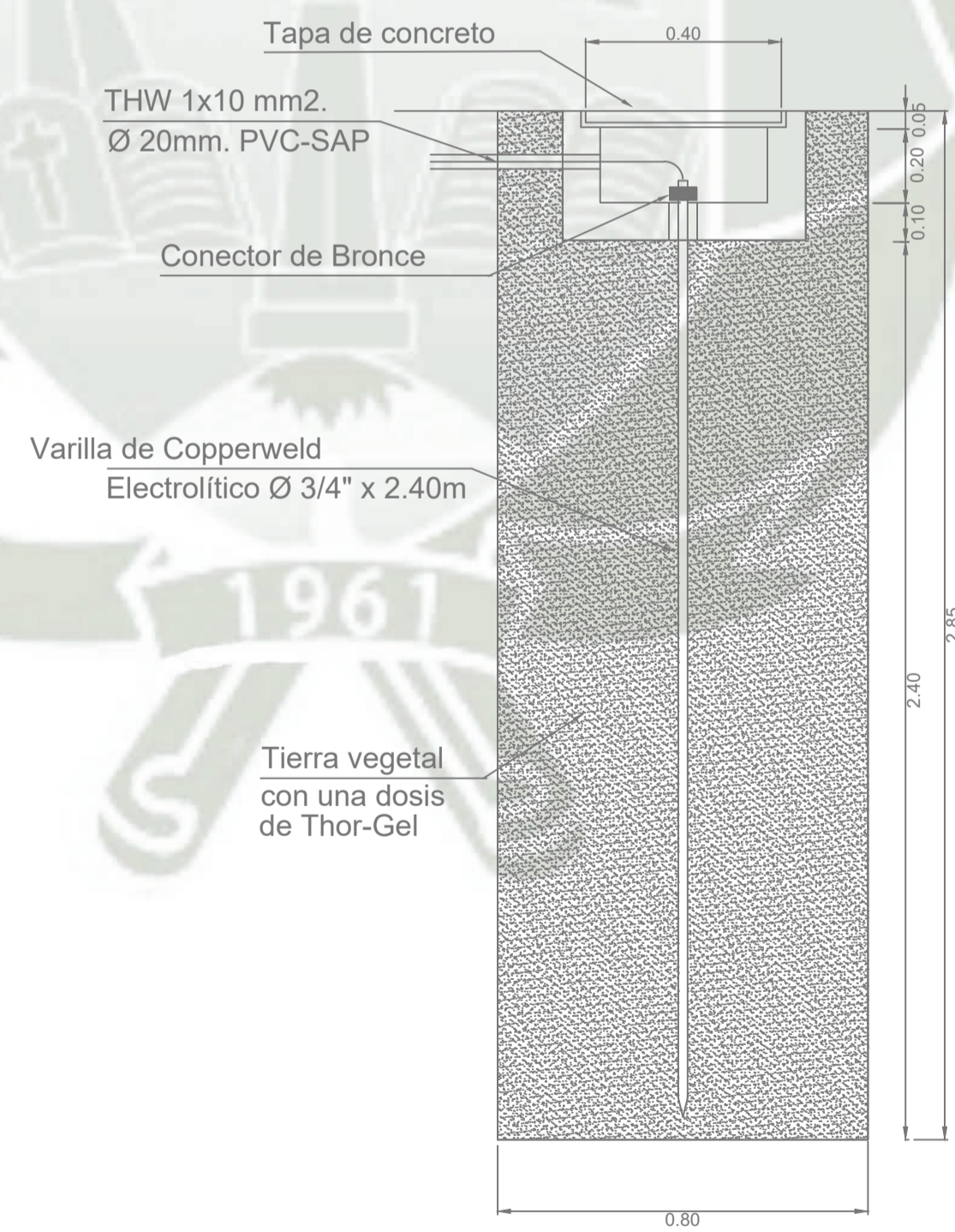
PLANO: CELDA DE SECCIONAMIENTO Y TRANSFORMACION ARREGLO GENERAL PLANTA SECCION Y ELEVACIONES

ESCALA: A1 NUMERO DE PLANO: UCSM-VAQUA-EM-008

HOJA: 2/2 REV: 2/C



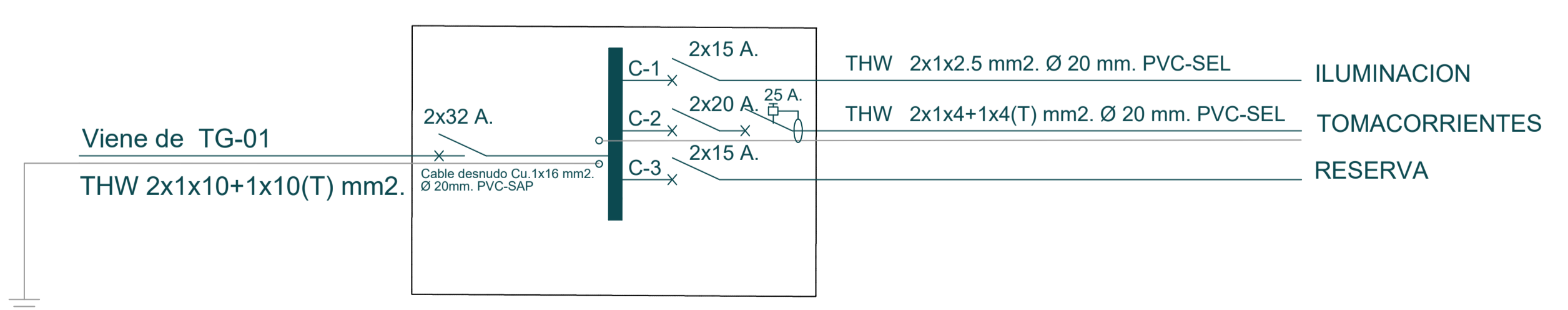
VISTA SUPERIOR
ESCALA: 1/65



DETALLE DE POZO A TIERRA
R = <math>< 10 \Omega</math>

LEYENDA			
SIMBOLO	DESCRIPCION	TIPO CAJA P" G"	ALTURA n.p.l.
	TABLERO GENERAL T-G	Especial	Piso
	TABLERO DE DISTRIBUCION	Especial	Piso
	PANTALLA FLUORESCENTE MODELO PLR - 2x40W. ó SIMILAR	Oct. 4"x 4"	en techo
	LAMPARA DE EMERGENCIA DX-913	Oct. 4"x 4"	2.50 m.
	TOMACORRIENTES CON SALIDA A TIERRA h=0.40	Rect. 4"x 2"	0.40 m.
	INTERRUPTOR SIMPLE	Rect. 4"x 2"	1.40 m.
	POZO A TIERRA	Especial	en Piso

TABLERO DE SERVICIO TD-01



- Notas:
- La escala gráfica mostrada es formato A1. Para formato A3 considerar el doble.
 - Dimensiones en milímetros a menos que se indique otra unidad diferente.
 - Usar sólo dimensiones indicadas en los planos.
 - Los detalles de los Tableros de Baja Tension será entregado por el fabricante.
 - La ubicación de los pozos a tierra es referencial, la ubicación final será definido en el momento de la ejecución del proyecto.

<table border="1"> <thead> <tr> <th>REV.</th> <th>FECHA</th> <th>DESCRIPCION</th> <th>DIS. REV.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>05/05/21</td> <td>EMITIDO PARA REVISIÓN DE PLAN DE TESIS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>01/11/21</td> <td>EMITIDO PARA REVISIÓN DE BORRADOR DE TESIS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>02/12/21</td> <td>EMITIDO PARA APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	A	05/05/21	EMITIDO PARA REVISIÓN DE PLAN DE TESIS		B	01/11/21	EMITIDO PARA REVISIÓN DE BORRADOR DE TESIS		C	02/12/21	EMITIDO PARA APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS		<p>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECÁNICA-ELECTRICA Y MEGATRONICA</p> <p>PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO-ELECTRICISTA</p> <p>POR: ROMAS MAZUELOS WELVID VALOIS - 2013400291</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>APROBADO</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIS. REV.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DISEÑADO POR:</td> <td>05/05/2021</td> </tr> <tr> <td>W.V.R.M.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DIBUJADO POR:</td> <td>05/05/2021</td> </tr> <tr> <td>W.V.R.M.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>REVISADO POR:</td> <td>02/12/2021</td> </tr> <tr> <td>V.R.A.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROBADO POR:</td> <td>02/02/2022</td> </tr> <tr> <td>V.R.A.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>JEFE DE PROYECTO:</td> <td>02/02/2022</td> </tr> <tr> <td>W.V.R.M.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CLIENTE:</td> <td>02/02/2022</td> </tr> <tr> <td>VAQUA SAC</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	APROBADO	FECHA	DIS. REV.		DISEÑADO POR:	05/05/2021	W.V.R.M.		DIBUJADO POR:	05/05/2021	W.V.R.M.		REVISADO POR:	02/12/2021	V.R.A.		APROBADO POR:	02/02/2022	V.R.A.		JEFE DE PROYECTO:	02/02/2022	W.V.R.M.		CLIENTE:	02/02/2022	VAQUA SAC		<p>PROPIEDAD DE: VAQUA S.A.C. - YURAMAYO - AREQUIPA - PERU</p> <p>SISTEMA DE UTILIZACION EN MEDIA TENSION EN 22.9KV Y SUBESTACION CASETA DE 1200 KVA, 22.9/0.38-0.23 KV</p> <p>PLANO DE ELECTRICIDAD EN CASETA</p> <p>ESCALA: A1 NUMERO DE PLANO: UCSM-VAQUA-IL-009</p>
REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.																																												
A	05/05/21	EMITIDO PARA REVISIÓN DE PLAN DE TESIS																																													
B	01/11/21	EMITIDO PARA REVISIÓN DE BORRADOR DE TESIS																																													
C	02/12/21	EMITIDO PARA APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS																																													
APROBADO	FECHA																																														
DIS. REV.																																															
DISEÑADO POR:	05/05/2021																																														
W.V.R.M.																																															
DIBUJADO POR:	05/05/2021																																														
W.V.R.M.																																															
REVISADO POR:	02/12/2021																																														
V.R.A.																																															
APROBADO POR:	02/02/2022																																														
V.R.A.																																															
JEFE DE PROYECTO:	02/02/2022																																														
W.V.R.M.																																															
CLIENTE:	02/02/2022																																														
VAQUA SAC																																															