

IMPLEMENTACIÓN Y MONTAJE DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA TIPO

SKID PARA ALIMENTAR EL TALADRO DE COSECHA G EN CAMPO

PETROLERO DE CAÑO LIMÓN



AUTOR:

JEFFERSON BARRERA ROMERO

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA

INGENIERIA ELECTRICA

PAMPLONA

JUNIO

2022

IMPLEMENTACIÓN Y MONTAJE DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA TIPO

SKID PARA ALIMENTAR EL TALADRO DE COSECHA G EN CAMPO

PETROLERO DE CAÑO LIMÓN

AUTOR:

JEFFERSON BARRERA ROMERO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de

INGENIERO ELÉCTRICO

Director: VICTOR MANUEL GARRIDO

ING. ELÉCTRICO

victor.garrido@unipamplona.edu.co

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS

PAMPLONA

2022

DEDICATORIA

Primero que todo quiero dar infinitas gracias a Dios por haberme guiado a lo largo de mi trayecto de vida, por ser mi apoyo y fortaleza en aquellos momentos difíciles y de debilidad, por permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional y cumplir mis propósitos personales y profesionales.

En primer lugar, deseo expresarle mi agradecimiento al director de este proyecto, Ing. Eléctrico Victor Manuel Garrido por la dedicación y apoyo brindado, por el respeto a mis sugerencias e ideas. Gracias por la confianza ofrecida desde un principio en este proyecto y en mi como persona.

A mis padres Elver Leonardo Barrera Negrete y Aide Marleny Romero Ortega, por ser el apoyo más grande durante mi proceso educativo y personal; por enseñarme a no darme por vencido ante las adversidades e inculcar en mí siempre el esfuerzo y dedicación que se debe tener para todas las cosas, por sus sabios consejos a lo largo de mi vida y formarme como persona.

A mi hermana Alejandra Barrera Romero por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida y durante mi proceso de formación profesional brindándome los mejores momentos y por darme tanta fuerza en todas las situaciones presentadas.

A mi pareja Adriana Parra Díaz, por ser la persona que siempre estuvo a mi lado durante este difícil proceso, apoyándome incondicionalmente.

A mis amigos Camilo Andrés Álvarez bolívar y Hernán Styven Torres Páez por ser parte de este proceso profesional y personal por brindarme apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo me gustaría dar mis agradecimientos a la Universidad de Pamplona, a toda la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, a los docentes del programa de ingeniería eléctrica quienes me acompañaron en todo mi proceso académico y que con sus valiosos conocimientos me hicieron crecer día a día como profesional, gracias por su dedicación y paciencia.

Mi profundo agradecimiento a la compañía Tecnioriente Energy and Well Services y todo el personal por confiar en mí, abrirme las puertas y haberme brindado la oportunidad de realizar mis prácticas profesionales, sirviéndome como apoyo en el desarrollo de mi vida educativa y profesional dentro de su entidad.

A mis supervisores Ing. industrial. Fabian Suárez y Enrique Villafañe por brindarme su acompañamiento y asesorarme en este proceso de la mejor manera y por darme su mayor conocimiento para realizar mis actividades diarias dentro de la empresa.

A mis compañeros de trabajo Ing. Eléctrico Camilo Andrés Álvarez Bolívar y Ing. Eléctrico Hernando Styven Torres Páez por nutrirme de todo el conocimiento y ayuda posible en mis prácticas y por estar dispuestos en cada momento ante cualquier duda que se me haya presentado.

Y a mis maestros que estuvieron conmigo durante todo este proceso académico, brindándome sus mejores conocimientos para convertirme en una buena profesional.

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	9
1.1.	Descripción del Problema y justificación	9
1.2	OBJETIVOS.....	10
1.2.1	Objetivo general.....	10
1.2.2	Objetivos específicos	10
1.2.3	Acotaciones	10
1.3	MARCO TEÓRICO	10
1.3.1	Historia de la subestación eléctrica.....	10
1.3.2	Elementos principales de una subestación eléctrica.....	11
a.	Transformador eléctrico	12
b.	Interruptor de potencia.....	12
c.	Restaurador.	13
d.	Cortacircuitos	13
e.	Transformadores de instrumento	14
f.	Apartarrays.....	14
g.	Barras.....	14
1.3.3	Tipo de subestaciones.....	15
A.	Subestaciones eléctricas de transformación.....	15
B.	Subestación eléctrica elevadora.....	16
C.	Subestación eléctrica reductora.....	16
D.	Subestación tipo SKID.....	16
a.	Switch gear	17
b.	VSD (Variador)	17
c.	TBT (Tablero de baja tensión)	17
d.	PIT (Transmisor indicador de presión).....	17
e.	Caja de venteo	17
f.	RTU (Remote Terminal Unit)	17
g.	Sensor de fondo.....	17
E.	Subestación eléctrica de maniobra o switche	17
2.	METODOLOGÍA.....	18
2.1	Inicio	18
2.2	Planificación.....	19
2.3	Ejecución.....	19

2.4 Monitorización y control	20
2.5 Terminación del proyecto.....	20
3. CONSIDERACIONES Y RESTRICCIONES DE LA METODOLOGÍA.....	20
3.1 Orden público	20
4. DESARROLLO DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	21
4.1 Construcción de la subestación eléctrica con skid.....	21
4.1.1 Alcance de los trabajos y presupuesto	21
4.1.2 Materiales utilizados.....	23
4.1.3 Proceso constructivo	29
a. Alimentación eléctrica	32
b. Diagrama unifilar de la alimentación eléctrica.....	33
c. Lista de cables para cada circuito	34
d. Pruebas de aislamiento en los cables de control y potencia.	34
4.1.4 Personal y equipo utilizado.....	49
4.1.5 Registro fotográfico	50
a. Malla a tierra	50
b. Construcción pórtico	51
c. Tendido de tubería.....	52
d. Tendido cable de 5Kv	53
e. Cajas de halado	54
f. Transporte, izaje, armado e instalación en sitio de skid	55
g. Montaje de los equipos en patio.....	55
h. Adecuación de servicios auxiliares, tableros de protección, control y medición	59
4.1.6 Finalización del proyecto (carta entrega Dossier)	66
5. CONSLUSIONES.....	68
6. REFERENCIAS	69

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Elementos de una subestación eléctrica.....	11
Ilustración 2 Transformador SDT (Step Down Transformer)	12
Ilustración 3 Interruptor de potencia.....	12
Ilustración 4 Restaurador	13
Ilustración 5 Cuchillas instaladas en pórtico de subestación eléctrica	13
Ilustración 6 Apartarrayos ubicado en poste de subestación eléctrica	14
Ilustración 7 Caja de conexiones de subestación eléctrica	15
Ilustración 8 Tipo de subestaciones eléctricas.....	15
Ilustración 9 Ubicación de subestacion COSG-14	18
Ilustración 10 Cronograma de actividades.....	19
Ilustración 11 Presupuesto eléctrico.....	22
Ilustración 12 Presupuesto instrumentación	23
Ilustración 13 Listado materiales parte instrumentación	24
Ilustración 14 Listado de materiales para la parte eléctrica	26
Ilustración 15 Conciliación de materiales de instrumentación.....	28
Ilustración 16 Conciliación de materiales parte eléctrica	29
Ilustración 17 Localización general	30
Ilustración 18 Excavaciones a realizar	30
Ilustración 19 Malla a tierra	31
Ilustración 20 Disposición de equipos.....	31
Ilustración 21 Alimentación eléctrica.....	32
Ilustración 22 Diagrama unifilar de la alimentación	33
Ilustración 23 Prueba de aislamiento entre TBT A RTU y TBT iluminación del VSD	35
Ilustración 24 Pruebas de aislamiento entre TBT a tomas 120v y TBT a sensor de fondo	36
Ilustración 25 Prueba de aislamiento entre TBT a control VSD y TBT a Heater VSD	37
Ilustración 26 Pruebas de continuidad entre VSD a caja de venteo	38
Ilustración 27 Pruebas de continuidad desde VSD a RTU	39
Ilustración 28 Prueba de continuidad Panel otis a caja JB	40
Ilustración 29 Prueba de continuidad entre RTU a sensor de fondo	41
Ilustración 30 Prueba de aislamiento entre Switch a VSD y Switch a TBT	42
Ilustración 31 Requisitos para alambres y cables aislados	43
Ilustración 32 Requisitos particulares para alambres y cables aislados	46
Ilustración 33 Carta retie expedida por el ING. Residente a cargo de la subestación	48
Ilustración 34 Personal y equipo utilizado área civil	49
Ilustración 35 Equipos eléctricos utilizados	49
Ilustración 36 Personal empleado para la parte eléctrica	50
Ilustración 37 Inicio construcción malla a tierra	51
Ilustración 38 Empalmes y arreglos para la malla a tierra	51
Ilustración 39 Estructura del pórtico.....	52
Ilustración 40 Hincado de postes para el pórtico.....	52
Ilustración 41 Tendido de tubería	53
Ilustración 42 Relleno de mineral rojo.....	53
Ilustración 43 Tendido cable 5KV	54
Ilustración 44 Instalación de caja de halado	54
Ilustración 45 Instalación del skid	55
Ilustración 46 Montaje SUT.....	55

Ilustración 47 Montaje TBT	56
Ilustración 48 Conexado del TBT y tablero de protección	56
Ilustración 49 Armado de modulo RTU, conexionado y marquillado de acometidas.....	57
Ilustración 50 Instalación caja de venteo.....	57
Ilustración 51 Instalación del PIT.....	58
Ilustración 52 Instalación del sensor de fondo	58
Ilustración 53 Adecuación de iluminarias	59
Ilustración 54 Adecuación ventilación	59
Ilustración 55 Adecuación de tablero de protección	59
Ilustración 56 Adecuación ventilación	60
Ilustración 57 Adecuación del PIT	60
Ilustración 58 Adecuación del PLC para control de las mediciones	61
Ilustración 59 Adecuación módulo de control RTU.....	61
Ilustración 60 Reporte diario de campo de la instalación de los equipos	62
Ilustración 61 Reporte diario de campo para la adecuación de servicios auxiliares	64
Ilustración 62 Carta entrega del dossier	66
Ilustración 63 Subestación antes de la construcción	67
Ilustración 64 Subestación finalizada	67

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del Problema y justificación

Antiguamente las compañías encargadas de realizar este tipo de trabajos en campos petroleros desperdiciaban un gran valor económico debido a la poca optimización de los recursos energéticos los cuales alimentaban todo el proceso para la extracción de petróleo.

Con los avances tecnológicos se llegó a una metodología la cual minimiza la cantidad de espacio en construcción para las subestaciones y paralelamente reduce los gastos económicos y energéticos para el funcionamiento de cada uno de los pozos.

Este proyecto tiene como finalidad suplir la demanda energética de la nueva zona de perforación de los pozos petroleros en Caño Limón, Arauquita-Arauca. Ofreciendo un servicio de energía de calidad para la demanda en los pozos y poder abastecer los recursos exigidos por las labores a realizar en área.

Esta implementación se recibe del área de ingeniería del cliente, fundamentado en sus modelos ya realizados en campo petrolero, nuestro trabajo es construir la subestación eléctrica y encontrar mejoras en el proyecto para tener en cuenta en el área de ingeniería de diseño para las siguientes actividades y así poder lograr resultados de mayor calidad.

Con este trabajo de grado se busca obtener nuevas habilidades y destrezas en las competencias que tienen que ver con la supervisión de obras, de esta forma adquiriendo nuevas herramientas para un mejor crecimiento profesional y ser humano, tales como; mejor toma de decisiones, planeación, análisis de riesgos, oportunidades de mejoras, todo esto con el fin de poder obtener un mejor perfil profesional.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Implementar el diseño de una subestación para alimentar el pozo de la locación COG-14 en caño limón.

1.2.2 Objetivos específicos

- Adaptar planos suministrados por el cliente para poder ser utilizados en la subestación.
- Verificar el listado de materiales necesarios para la construcción de la subestación.
- Acompañar el respectivo montaje de los equipos en patio para el funcionamiento de la subestación.
- Supervisar la adecuación de los servicios auxiliares, tableros de protección, control y medición.
- Realizar las pruebas necesarias para garantizar la calidad de la subestación basándonos en la norma NTC 2050.

1.2.3 Acotaciones

Para la realización de este proyecto colocare en práctica todo el conocimiento y destrezas aprendidas a lo largo de mi carrera universitaria, para poder lograr los mejores resultados, también utilizare el software de diseño como es el AutoCad (dimensiones del terreno y ubicación de equipos), Excel (para la parte de recursos económicos, listados de materiales y diferentes tablas de información).

Durante la elaboración de este proyecto podría tener limitaciones de acceso; ya que todos los nuevos proyectos se hacen en zonas alejadas del casco urbano, limitaciones en labores; estas se deben a problemas de orden público ya sea por “paros” de la comunidad o “paros” de grupos al margen de la ley.

1.3 MARCO TEÓRICO

1.3.1 Historia de la subestación eléctrica

En los últimos cien años no sólo ha cambiado drásticamente la tecnología usada en las subestaciones, sino también su aspecto. Muchas subestaciones se construían a las afueras de las ciudades, de modo que su aspecto no era tan importante.

Pero el crecimiento urbano de las últimas décadas ha hecho que muchas de ellas queden englobadas en el interior de las ciudades.

Quienes viven cerca de una de estas subestaciones consideran desagradable tanto su aspecto como la contaminación acústica que produce el ruido de los transformadores.

Para resolver el problema, las subestaciones se han instalado en edificios que armonizan con los que tienen alrededor y se han convertido así en invisibles.

La reducción del tamaño entre un 40 % y un 50 % para las AIS de interior y entre un 70 % y un 80 % para las GIS de interior ha simplificado enormemente esta operación.

El montaje de los equipos bajo techo aumenta la disponibilidad y fiabilidad de la subestación, puesto que el riesgo de fallos del primario a consecuencia de los animales y la contaminación atmosférica o industrial se reduce notablemente en el caso de las AIS, y por completo en el de las GIS.

Además, el edificio se puede supervisar a distancia, lo que ayuda a prolongar el intervalo entre rondas de vigilancia de la subestación.

También favorece la protección frente a robos y atenúa notablemente el ruido del transformador.

1.3.2 Elementos principales de una subestación eléctrica

En esta ilustración se puede observar un resumen de los principales elementos de una subestación eléctrica básica.

Ilustración 1 Elementos de una subestación eléctrica



Fuente: Autor

a. Transformador eléctrico

Es una máquina eléctrica que se basa en los principios de inducción electromagnética, la cual transfiere energía de un circuito a otro, sin variar la frecuencia. Esta transferencia se lleva a cabo con el cambio de voltaje y corriente. Un transformador aumenta o disminuye la corriente alterna cuando es necesario. [2]

Ilustración 2 Transformador SDT (Step Down Transformer)



Fuente: Autor

b. Interruptor de potencia.

Los interruptores de potencia son equipos mecánicos de maniobra que interrumpen y cierran los circuitos eléctricos (corrientes de trabajo y corrientes de fuga) y, en estado cerrado, conducen la corriente nominal. [3]

Ilustración 3 Interruptor de potencia



Fuente: Interruptor-Tanque Muerto [4]

c. Restaurador.

Los restauradores son dispositivos electromecánicos usados para interrumpir en un momento específico las sobre corrientes en un circuito, que son ocasionadas por alguna falla. También hacer recierres automáticos y re-energizar el circuito. [5]

Ilustración 4 Restaurador



Fuente: Restaurador trifásico [5]

d. Cortacircuitos

Son componentes de conexión y desconexión de los circuitos eléctricos. Están comprendido por dos funciones: una como cuchilla de desconexión, que su función es conectar y desconectar, y otra como elemento de protección. Este elemento de protección está integrado por el dispositivo fusible que se encuentra dentro del cartucho de conexión y desconexión. [6]

Ilustración 5 Cuchillas instaladas en pórtico de subestación eléctrica



Fuente: Autor

e. Transformadores de instrumento

Existen dos tipos: Los transformadores de corriente (TC), los cuales tienen como función principal es modificar el valor de la corriente en su devanado primario a otro valor en su devanado secundario; y los transformadores de potencial (TP), los cuales tienen como función principal es cambiar los valores de tensión sin tener en cuenta la corriente. Estos valores sirven como lecturas en tiempo real para todo lo que tiene que ver con los instrumentos de medición, control o protección que requieran señales de corriente o voltaje. [7]

f. Apartarrayos

El apartarrayos es un dispositivo que está conectado todo el tiempo a el sistema, su operación consiste en que cuando se presenta una sobretensión de cierta magnitud descarga la corriente a tierra. Su principio general de operación se basa en la formación de un arco eléctrico entre dos explosores cuya operación está determinada de antemano de acuerdo con la tensión a la que va a operar. [8]

Ilustración 6 Apartarrayos ubicado en poste de subestación eléctrica



Fuente: Autor

g. Barras

Es un conductor que se usa para conducir energía de los terminales de entrada de un sistema eléctrico y distribuirla a varios circuitos de salida, también es conocido como barra de bus eléctrica. Se usa para recoger toda la energía eléctrica en un solo lugar. Está disponible en forma de tiras rectangulares, tubos redondos, barras redondas y barras cuadradas de aluminio, cobre y latón. [9]

Ilustración 7 Caja de conexiones de subestación eléctrica



Fuente: Autor

1.3.3 Tipo de subestaciones

Existen muchos tipos de subestaciones eléctricas, estas van a variar dependiendo de la necesidad que presente en el momento el trabajo y las dimensiones del espacio en la cual se va a construir.

Ilustración 8 Tipo de subestaciones eléctricas



Fuente: Autor

A. Subestaciones eléctricas de transformación

Estas transforman el voltaje mediante uno o más transformadores. Estas subestaciones puede ser elevadoras o reductoras de tensión.

B. Subestación eléctrica elevadora

Esta subestación es elevadora debido a que tiene un banco de transformación que aumenta el nivel de tensión de las fuentes de alimentación. Este tipo de subestación se utiliza en la mayoría de los casos en las plantas de generación, en este caso se cambian los parámetros principales de generación de energía por medio de transformadores de potencia, de esta manera se aumenta el voltaje y se disminuye el valor de la corriente con el objetivo de transmitir grandes cantidades de energía eléctrica a grandes distancias y reduciendo a lo más mínimo de pérdidas. [10]

C. Subestación eléctrica reductora

Esta subestación eléctrica es reductora debido a que tiene un banco de transformación que reduce el nivel de tensión de las fuentes de alimentación. Lo que significa que reduce la tensión y se incrementa la corriente por medio de transformadores de potencia. Las subestaciones reductoras se conectan a líneas de transmisión, Subtransmisión o distribución para poder transmitir la energía eléctrica a distancias medias o cortas y así poder alimentar a las redes de distribución de bajos voltajes para su comercialización. Estas subestaciones son el mayor número de subestaciones en un sistema eléctrico. [10]

D. Subestación tipo SKID

Una Subestación Unitaria, es una integración de transformador, equipamientos eléctricos de protección, control y/o medida, y una estructura mecánica que permita mover, arrastrar y anclar todo el conjunto a piso, de manera que haga fácil el transporte, instalación y desmonte de esta. [10]

En particular la subestación tipo SKID instalada en este pozo petrolero está conformada por:

- Switch gear
- VSD (Variador)
- TBT (Tablero de baja tensión)
- PIT (Sensor de presión)
- Caja de venteo
- RTU (Remote Terminal Unit)
- Sensor de fondo

Estas definiciones son definiciones básicas de su uso específico en las subestaciones tipo skid empleada en COG-14:

a. Switch gear

Es un área de celdas, donde hay un área de maniobras eléctricas, control de motores y todo el control de las subestaciones.

b. VSD (Variador)

Es un variador de frecuencia, que nos ayuda a modificar la velocidad del motor de manera que se ajuste a la necesidad del pozo.

c. TBT (Tablero de baja tensión)

Es un tablero de distribución de acometidas en baja tensión (480v/220v) para salidas de servicios auxiliares.

d. PIT (Transmisor indicador de presión)

Es un dispositivo electrónico utilizado como protección para los variadores en caso de que la presión de descarga en el arbolito presente altas o bajas presiones.

e. Caja de venteo

Es una caja de conexiones, se llama caja de venteo porque está ubicada en la cabeza del pozo, esta tiene una ruta de conexión con una caja de conexiones que es básicamente lo mismo lo que varía es su ubicación respecto a la cabeza del pozo.

f. RTU (Remote Terminal Unit)

Es un tablero de comunicaciones, donde se verifican datos de corrientes, presiones, voltajes de los equipos asociados a la subestación y que son transmitidos vía radio a una sala de control por medio de un sistema IFIX, también se utiliza para hacer arranques y paradas remotas del pozo.

g. Sensor de fondo

Es un equipo utilizado para medir parámetros de yacimientos y parámetros de la bomba sumergible.

E. Subestación eléctrica de maniobra o switch

Esta subestación se caracteriza por no poseer un banco de transformación que modifique el nivel de tensión de las fuentes de alimentación. Se emplea cuando no se requiere cambiar el nivel de tensión de los circuitos y/o fuentes de alimentación, y están destinadas a efectuar sólo operaciones de maniobra (conexión y desconexión). [11]

2.2 Planificación

Ilustración 10 Cronograma de actividades

ACTIVIDAD	SEMANAS (Añada más columnas si es necesario)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 visita al campo	X											
2 elaborar un PDT	X	X										
3 permisos de trabajo y acceso maquinaria a la zona			X	X								
4 adecuación de terreno				X	X							
5 movimiento equipo de la subestación eléctrica					X	X						
6 conexiones y pruebas							X	X	X			
7 informes	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8 entrega proyecto terminado												X

Fuente: Autor

2.3 Ejecución

Para la ejecución de este proyecto y lograr los mayores estándares de calidad requeridos por el cliente y la manera en la cual está organizada la empresa el trabajo se realizara por tipo de trabajos a intervenir, donde inicialmente se da apertura al proyecto con todo los trabajos relacionados con el área civil que son el descapote del área, aplicación de relleno, compactación de terreno y apoyos con todo tipo de maquinaria, seguidamente ingresa el área mecánica en la que realizara el apoyo de actividades relacionadas al cellar de contrapozo, construcción de líneas de flujo, manifolds y de más actividades que son su competencia. El siguiente área que interviene es la parte eléctrica donde se da inicio a las obras eléctricas, entre ellas la adecuación del pórtico para la subestación con una línea de alimentación de 34.5kV, esta va a llegar a las subestación compacta, después el transformador reductor llevara esos 34.5kV a 480V, dentro del SKID (Subestación eléctrica compacta) la energía pasa por un filtro hasta llegar al otro transformador interno que elevara el voltaje de 480V a 5kV donde esta es la tensión necesaria para la bomba ubicada en fondo de pozo y equipos que actúan en el taladro, y los que operan luego de la salida del mismo.

2.4 Monitorización y control

Para llevar control sobre este proyecto, se trazan metas de avances diarios para poder llevar un seguimiento en el avance del proyecto y así poder controlar la entrada y salida del personal, el cumplimiento de la fecha ya establecida entre el cliente y nuestra empresa.

Se realizan programaciones diarias donde está plasmado el personal que trabajara en el proyecto y sus respectivas funciones.

Se entregan diariamente unos reportes donde indican el avance de la obra y las actividades realizadas en el día durante el tiempo en el que el proyecto esté en marcha.

2.5 Terminación del proyecto

Al finalizar todas las actividades se procede con la entrega del proyecto donde se busca suplir completamente las necesidades y requerimientos del cliente teniendo en cuenta que el trabajo se realiza con una alta calidad, y paralelamente cumpliendo todas las políticas internas de la empresa.

Una vez ya culminado este proyecto, se realiza la entrega al área de interventoría que es otra contratista la cual da auditoría al trabajo realizado y son los representantes del cliente. Ya recibida la obra por parte de ellos y dado su visto bueno el cliente (SierraCol) procede a recibir la obra y se da por finalizado todos los trabajos programados para el proyecto.

3. CONSIDERACIONES Y RESTRICCIONES DE LA METODOLOGÍA

3.1 Orden público

El proyecto está ubicado en zona rural del departamento de Arauca, departamento que es golpeado por la violencia debido a su ubicación geográfica y demás recursos naturales.

En el desarrollo de este proyecto, fue afectado inicialmente por una serie de paros provenientes de comunidades, grupos armados y trabajadores pertenecientes a la USO (unión sindical obrera). Sin embargo, la empresa tomo medidas de manera que los proyectos no se vieran afectados exponencialmente si no que amortiguo el tiempo perdido con horas extras y trabajos en los días domingo, para así poder nivelar el plan de trabajo (PDT) inicial y seguir con las fechas establecidas.

4. DESARROLLO DE LA IMPLEMENTACIÓN

4.1 Construcción de la subestación eléctrica con skid

- Alcance de los trabajos y presupuesto.
- Materiales implementados.
- Proceso constructivo.
- Personal y equipo utilizado.
- Registro fotográfico.
- Finalización del trabajo.

4.1.1 Alcance de los trabajos y presupuesto

El alcance de los trabajos eléctricos que puede realizar la empresa Tecnioriente Energy and Well Service, están focalizados en la construcción de subestaciones eléctricas, instalación de sistema de protección catódica, y construcción de línea eléctrica aérea.

Para el presupuesto se realizaron dos evaluaciones una para la parte eléctrica y otra para la parte de instrumentación.

Por parte de la instrumentación se hizo una evaluación presupuestal donde va directamente relacionada con las actividades a realizar por los trabajadores donde se cobra por medio de ítems cada una de las actividades a realizar, la instalación de equipos y cualquier tipo de trabajo realizado por parte de la contratista y la unificación de los materiales a usar con sus respectivas cantidades y valor de cada uno de ellos.

Por parte de la evaluación eléctrica igual que la evaluación de instrumentación contempla todas las actividades a realizar, instalación de acometidas, prueba de aislamiento y continuidad y la unificación de los materiales a usar con sus respectivas cantidades y valor de cada uno de ellos.

Estas evaluaciones son realizadas por el ingeniero residente del contrato donde procede a ir al sitio del trabajo y evalúa el proyecto con todo el equipo de trabajo para así poder determinar con exactitud las cantidades a usar y el presupuesto el cual se va a pasar el proyecto.

Estas evaluaciones son las evaluaciones que fueron aprobadas por Sierracol para la realización de la subestación, cuyos materiales son los materiales a emplear y el valor de la construcción:

Ilustración 11 Presupuesto eléctrico

OCCIDENTAL DE COLOMBIA, INC.
SC - CONSTRUCCIONES & MANTENIMIENTO GENERAL
 Con seguridad y calidad construimos el mañana
CUADRO DE EVALUACION ORDENES DE TRABAJO

	CONSECUTIVO	CLM-EE-0188-2022									
PROJECT:		TASK:									
Duración trabajos:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">ACTIVIDADES CIVILES</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">0</td> <td style="width: 10%;">días</td> </tr> <tr> <td>ACTIVIDADES MECANICAS</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td>días</td> </tr> <tr> <td>ACTIVIDADES ELÉCTRICAS</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td>días</td> </tr> </table>	ACTIVIDADES CIVILES	0	días	ACTIVIDADES MECANICAS	0	días	ACTIVIDADES ELÉCTRICAS	30	días	
ACTIVIDADES CIVILES	0	días									
ACTIVIDADES MECANICAS	0	días									
ACTIVIDADES ELÉCTRICAS	30	días									

Documentos a presentar:

Descripción:	(CW2263886) TECNORIENTE WELL SERVICES AND GENERATION S.AS. //CLM: COS G 14 Construcción de subestación compartida ELECT _ Construcción de cerramiento, viga perimetral, instalación de piedra bola _ Construcción de portico _ Construcción de caja de tiro _ Instalación de ductos de potencia _ Armado del skid y transporte del Skid _ Instalación de acometidas _ Armado del skid
---------------------	--

ACTIVIDADES ELECTRICAS	\$ 218.463.608,32
MATERIALES REQUERIDOS	\$ 93.316.111,33
IMPREVISTOS 0	\$ -
TOTAL COL\$	\$ 311.779.719,65
TOTAL US\$	\$ 90.109,75

Participante
No
No
0%

Tasa de cambio a la fecha

\$ 3.460,00

Fecha de Inicio: _____ **Fecha Final:** _____

 Ingeniero Residente CW2263886

 Ingeniero Supervisor Eléctrico
 Firma interventor Ingecontrol

Fecha de revisión de formato: 04 de Enero de 2021

Fuente: Tecnoriente Energy and Well Services

Ilustración 12 Presupuesto instrumentación

OCCIDENTAL DE COLOMBIA, INC.
SC - CONSTRUCCIONES & MANTENIMIENTO GENERAL
Con seguridad y calidad construimos el mañana
CUADRO DE EVALUACION ORDENES DE TRABAJO

		CONSECUTIVO		CLM-EE-0189-2022
PROJECT:		TASK:		
Duración trabajos:	ACTIVIDADES CIVILES	0	días	
	ACTIVIDADES MECANICAS	0	días	
	ACTIVIDADES ELÉCTRICAS	30	días	
Documentos a presentar:				
(CW2263886) TECNORIENTE WELL SERVICES AND GENERATION S.AS. //CLM: COSG 14 Construcción de subestación compartida: INST _Instalación de ductos de Instrumentación y comunicaciones _Instalación del skid y transporte del Skid _Instalación de acometidas _Armado del skid _Construcción de ductos al manifold				
Descripción:				

ACTIVIDADES ELECTRICAS	\$ 90.625.975,55
MATERIALES REQUERIDOS	\$ 51.696.580,93
IMPREVISTOS 0	\$ -
TOTAL COL\$	\$ 142.322.556,48
TOTAL US\$	\$ 41.133,69

Tasa de cambio a la fecha	\$ 3.460,00
----------------------------------	-------------

Fecha de Inicio: _____	Fecha Final: _____
-------------------------------	---------------------------

 Ingeniero Residente CW2263886

 Ingeniero Supervisor Eléctrico
 Firma interventor Ingecontrol

Fecha de revisión de formato: 04 de Enero de 2021

Fuente: Tecnioriente Energy and Well Services

4.1.2 Materiales utilizados

Para la construcción de la subestación se utilizó dos listados de materiales, para la parte eléctrica y la parte de instrumentación:

Ilustración 13 Listado materiales parte instrumentación

Universal 1" ESTANDAR, DE HIERRO MALEABLE, ROSCADA, GALVANIZADA	1
Flexible explosión Proff 1	1
Universal Conduit 3/4", a prueba de explosión	2
Terminal en U 14-16	10
Reducción de 1" A 3/4"	2
SENSOR DE FONDO	
Cable de cobre 3 x 12 AWG 600V THHN / THWN (Blanco/ Negro/ Verde)	30
Conduleta LB 3/4"	2
Cable cobre desnudo 2/0 AWG	5
Soldadura Cadweld 90	10
Cinta No. 33	1
Terminal 2/0 AWG.	2
Tornillo 3/8" x 1"	12
Terminal de ojo Grande amarillo	12
Cinta Kroy	1
Cinta color Café	1
Cinta color rojo	1
Cinta color violeta	1
Silicona	1
Universal Conduit 1"	5
Niple conduit 3/4";21MM LG rosca corrida	2
cable 2 par 16 AWG para instrumentos	30
Hub Conduit 1"	5
Hub conduit 3/4"	2
Tubo conduit 1" Galv	15
Bornera de paso una entrada dos salidas	2
Breaker 1P 10A "MERLIN GERIN" C60N Tipo Riel	1
Caja de paso 4x2 entrada 3/4"	1
Toma 120 VAC doble	1
Conduleta LB 1";LB;FNPT;IRON ALLOY;WITH	1
Contratuerca de seguridad 1"	2
Clavija 110 voltios tipo macho	1
Correa plástica pequeña (5-7/8")	100
Boquilla de 1"	1
Terminal en U azul 14/16	8
Tornillo de 1/4 X 1"	12
Hebilla para cinta bandit 1/2	5
Cinta 33	1
DUCTOS Y TUBING AL CELLAR	
Tubo conduit 2"	30,333333
Mineral Rojo	20
Tubing de 1/4"	1
Prensacable 1-1/4"	2
Placa Señalización Cable Enterrados	2
ARMADO DEL SKID	
DRCD24. 'TRANSECTOR'	1
Antena tipo Yagui, 13 DB GAIN, 902-928 MHZ,	1
Batería 7AH/12V, 'ALLEN BRADLEY'	1
Batería 12 V DC	2
Bornera de paso 2 conductores para tierra 280-907	1
Bornera de paso 8 - 14 AWG tipo riel	16
Bornera de Paso Terminal BLOCK; 2-Conductores DIN 35;. 'WAGO'	2
Bornera Porta fusible 110 VAC	2
Bornera Porta fusible 24 VDC	6
Cable RS485, para Micrologix 1100 programable ALLEN BRADLEY'	1
Cargador para baterías	1
Conector N 50 OHM, Macho tipo, LMR-400 50 Ohm Radio-antena	1

Fuente: Tecnioriente Energy and Well Services

Conector TC 50 OHM,Hembra tipo, LMR-400 50 Ohm Radio-antena	1
Control Programable , MICROLOGIX 1100 'ALLEN BRADLEY'	1
Conversor RS232/RS485,Modelo K2-ADE-TB	1
Diodo ref. IN51108	3
Fuente SUPPLY, AC/DC 100W, 24 - 28 V. 'ALLEN BRADLEY'	1
Fuente SUPPLY,UNINTERRUPTIBLE, DC-UPS , 24 VDC. 'ALLEN BRADLEY'	1
Fuente sola	1
Memoria para PLC 128 KBYTES 'ALLEN BRADLEY'	1
Modulo de Expansi3n an3logo programable 'ALLEN BRADLEY'	1
Modulo de Expansi3n an3logo programable ALLEN BRADLEY,P/N:1762-IF4	1
Radio modelo MDS INET 900 Remoto	1
Supresor de picos A2-32E04	1
Terminal en U 14-16	15
Terminal No. 10/12 amarillo OJO	20
Tornillo 1/2" x 1-1/2"	20
Tornillo 1/2" x 2" Grado 8	20
Tornillo autoperforante No 10 DIA HEX; 1/2" Long	20
Tornillo autoperforante No 14 DIA HEX; 3/4" Long	20
EQUIPOS	
Transmisor de Presion de 0 a 6000 PSI FOXBORO,P/N:IGP10-T22F1F-M2L1	1
PSV Modelo 961301MFA 3/4";MNPT INLET;1";FNPT OUTLET;500 PSI SET;250 DEG	1
Altus noc computer NET OIL & FLOW TRANSMITER;18-30VDC POWER SUPPLY. P/N:3700A	1

Fuente: Tecnioriente Energy and Well Services

Ilustración 14 Listado de materiales para la parte eléctrica

Canal para usos Eléctricos 1-5/8" x 1-5/8".	2
Chazo anclaje de 3/8.	50
Cinta 23	1
Cinta Bandit 1/2"	1
Cinta color amarillo	1
Cinta color azul	1
Cinta color Blanco	1
Cinta color Café	1
Cinta color Naranja	1
Cinta color rojo	1
Cinta color Verde	1
Cinta color violeta	1
Cinta kroy	2
Cinta No. 33	1
Compuesto sellante CHICO A05	1
Conduleta LB 1";LB;FNPT;IRON ALLOY;WITH	2
Conduleta LB 3/4"	5
Conector a tierra para varilla 5/8	2
Contratuerca de 3"	4
Contratuerca de seguridad 1"	4
Correa Jumper Leads	2
Correa plástica pequeña (5-7/8")	100
Correas plásticas de 15".	100
Correas plásticas de 820mm	100
Fusible 15 Amp. 35 KV tipo H	3
Hebilla bandit 1/2"	20
Hub conduit 3/4	3
Hubs conduit 1"	3
Niple conduit 3/4";21MM LG rosca corrida	3
Reducción de 1" A 3/4"	5
Reducción de 1-1/2" A 1"	2
Sello 3" vertical H conduit	1
Silicona	5
Tapón galvanizado 3" hembra	4
Terminal compresión 350 MCM	12
Terminal 1 AWG	9
Terminal 2 AWG	6
Terminal 2/0 AWG.	10
Terminal compresión 3/0 AWG AL h=1/2"	6
Terminal de ojo Grande amarillo	6
Terminal en U azul 14/16	15
Terminal No. 10/12 amarillo	8
Terminal para cable # 6 AWG	15
Tornillo 1/2" x 1-1/2"	50
Tornillo 3/8" x 1 "	50
Tornillo de 1/4 X 1"	50
Tubería de GRES 14"	0
Universal Conduit 3/4", a prueba de explosión	5
MATERIAL PARA EL PORTICO.	
Aislador de 10" Tipo Disco de Horquilla	24
Aislador Tipo Columna, 15 KV, ICEL 0641	3
Aislador Tipo Poste, ANSI 57-3	6
Arandela belleville de 3/8"	6
Arandela de 1/2" presión	25
Arandela de presión 5/8"	40
Arandela de presión de 3/8"	12
Arandela plana 5/8"	40
Arandela plana de 1/2"	25
Arandela plana de acero Galv de 3/8"	6

Fuente: Tecnioriente Energy and Well Services

Bayoneta doble	2
Cable acero 1/4" (cable de guarda)	50
Cable acero 5/16" (Templetes y bajantes)	16
Cable cobre desnudo 2/0 AWG	12
Cable de cobre No 12 AWG, 600Volt, Tipo THW Negro	100
Cable ecológico	60
Cinta Bandit 5/8"	1
Cinta Termoencogible de 1"	3
Cinta Termoencogible de 2"	3
Conector compresión 3/0 AL-CU BURNDY	6
Conector en acero 1 Perno.	20
Conector en T 2/0-2/0, Ref.NTR 29A29A	16
Correas plásticas de 820mm	100
Cortacircuitos para 34,5 KV	3
Cruceta en "U" de 6" x 4.00 Mts (Post Line Inf)	1
Cruceta en "U" de 6" x 4.00 Mts (Post Line Sup)	2
Cruceta metálica 3 x 3 x 1/4" x 4Mt	3
Crucetas Anti pájaros	56
Eslabón recto 5/8" x 90 mm.	6
Eslabón retorcido 5/8"	6
Espárrago de 5/8" x 14"	3
Grapa retención acero p/cable 1/4"	4
Grapa retención aluminio 2/0	6
Hebilla bandit 5/8"	12
Pararrayos tipo estación 40 KA	3
Perno corto (76/54 mm) Galv. Para aislador line post	6
Perno de 1/2" x 1"	18
Perno de 5/8 x 10"	4
Perno de 5/8 x 12"	4
Perno de 5/8" x 2"	2
Perno de ojo 5/8" x 4"	4
Perno en "U" 5/8" x 12 1/2"	8
Poste de concreto de 14 mts.	2
Protector pararrayos	3
Soldadura Cadweld 90	10
Terminal compresión 3/0 AWG AL h=1/2"	9
Terminal No. 10/12 amarillo OJO	100
Tornillo 1/2" x 1-1/2"	5
Tornillo de acero Galv. 3/8"x 1 1/2" Grado 5	6
Tuerca de acero Galv de 3/8"	6
Tuerca de ojo 5/8"	2
ARMADO DEL SKID	
Abrazadera CLAMP,PIPE/CONDUIT:1-1/4"-2"	1
Abrazadera CLAMP,PIPE/CONDUIT:2-1/2"-4"	2
Abrazadera Unistruct 2"	1
Abrazadera Unistruct 3"	4
Boquilla 2"	10
Boquilla 3"	20
Cable No 6 AWG monopolar para aterrizar boquilla	30
Caja venteo	1
Canal para usos Eléctricos 1-5/8" x 1-5/8".	1
Chispero	1
Cinta 33	1
Cinta color amarillo	1
Cinta color azul	1
Cinta color Blanco	2
Cinta color Café	1
Cinta color Naranja	1
Cinta color rojo	2

Fuente: Tecnioriente Energy and Well Services

Cinta color Verde	2
Cinta color violeta	2
Cinta Kroy	4
Contratuerca de 3"	2
Correa plástica pequeña (5-7/8")	100
Correas plásticas de 15"	100
Molde "T"	1
Soldadura Cadweld 90	10
Terminal 2 AWG	10
Terminal 2/0 AWG	7
Terminal compresión 350 MCM	24
EQUIPOS	
Tablero baja tensión	1
Material no catalogado	
Cable 5 KV para superficie	
Marquilla adhesiva "Peligro riesgo electrico"	2
Marquilla adhesiva "PMM"	
Marquillas adhesivas (riesgo electrico 120Vac)	4
Marquillas adhesivas (riesgo electrico 220Vac)	1
Marquillas adhesivas (riesgo electrico 480Vac)	4
Marquillas adhesivas (riesgo electrico 5Kv)	4
Marquillas metalicas (5Kv)	1
Marquillas metalicas (34.5Kv)	1
Tueracamordaza 3/8"	20

Fuente: Tecnioriente Energy and Well Services

Para dar aceptación y cumplimiento a los materiales entregados para la construcción de la subestación se realizó una conciliación de materiales donde el supervisor en campo firma dando luz verde a el recibimiento de estos materiales.

Ilustración 15 Conciliación de materiales de instrumentación

CONCILIACION DE MATERIALES COSG 14

# SAP	DESCRIPCION	COSTO TOTAL	OBSERVACIONES
190009975	Materiales usados para instrumentación		Ninguna
		COSTO TOTAL PROYECTO	COM \$ 51.696.580,93 COM \$ 142.322.556,48


 Camilo Andres Alvarez Bolivar
 Supervisor de Materiales
 TECNORIENTE W5SG

Fuente: Tecnioriente Energy and Well Services

Ilustración 16 Conciliación de materiales parte eléctrica

CONCILIACION DE MATERIALES COSG 14

# SAP	DESCRIPCION	COSTO TOTAL	OBSERVACIONES
190009975	Materiales usados para parte eléctrica		Ninguna
		COSTO TOTAL PROYECTO	com \$ 93.316.111,33 com \$ 311.779.719,65


 Camilo Andres Alvarez B.
 Supervisor de Materiales
 TECNORIENTE W.S&G.

Fuente: Tecnorient Energy and Well Services

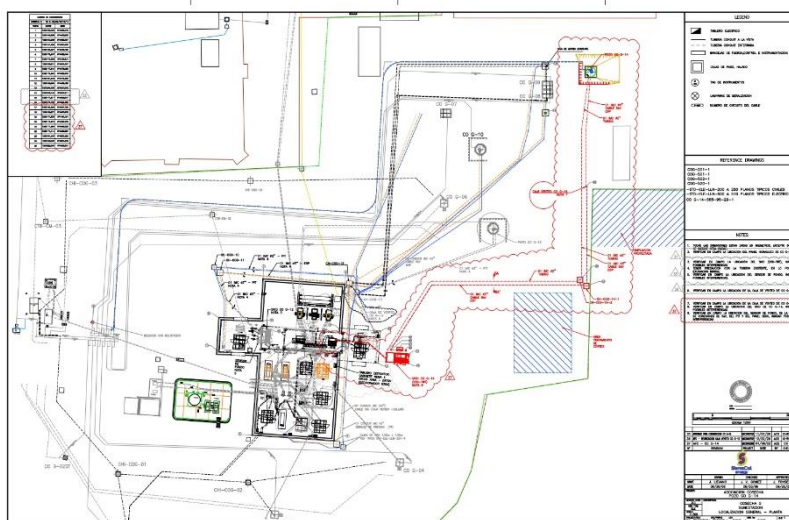
4.1.3 Proceso constructivo

El proyecto construcción de Subestación Eléctrica con Skid Cos G-14 contempla trabajos civiles, eléctricos e instrumentación, lo cual nos incluye la excavación mecánica para la construcción de la base del pórtico, excavaciones manuales para la inmersión de la tubería, construcción de la Línea eléctrica y bando de ductos al Manifold y Cellar, construcción de malla a tierra, armado de la subestación en skid, instalación acometidas de potencia, instalación de accesorios para la estructura del pórtico de la subestación, transporte e instalación de equipos (SKID), cableado, maquillado y conexonado de acometidas, pruebas de aislamiento, instalación del PIT y cajas de venteo, instalación de la antena de comunicaciones, armado de bandeja RTU, instalación y conexonado de Altus NOC con su respectivo conversor; instalación de los módulos TBT y RTU.

Para la lectura de los planos hay una convención de colores interna para poder identificar la ubicación de los elementos de la subestación, que se ha construido y que se construirá. El color negro indica el diseño inicial, el color azul indica lo que queda tal cual, al diseño, el color verde lo que se retira y el color rojo lo que se construyó.

Para poder observar la ubicación de los equipos ingeniería emite un plano general donde muestra el sitio donde estará construida la subestación y la empresa contratista emite una propuesta para la construcción de la subestación, en este caso el plano aprobado por el cliente después de haberse revisado y realizado las modificaciones pertinentes queda de la siguiente manera:

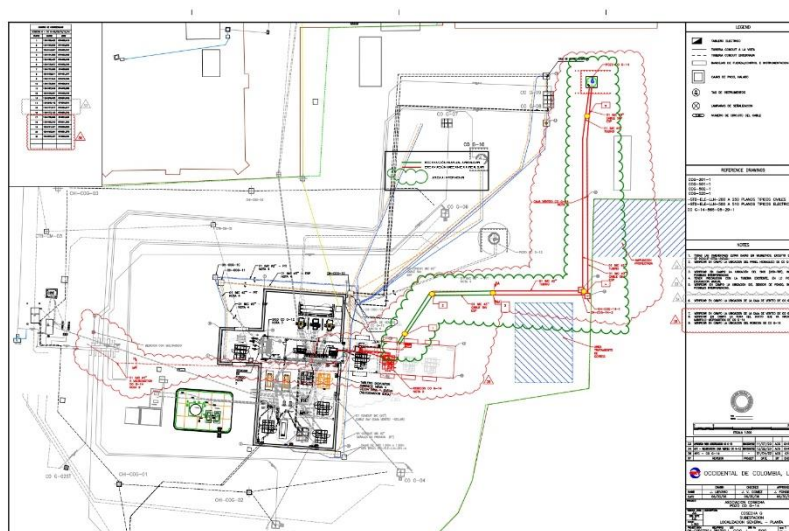
Ilustración 17 Localización general



Fuente: Sierracol

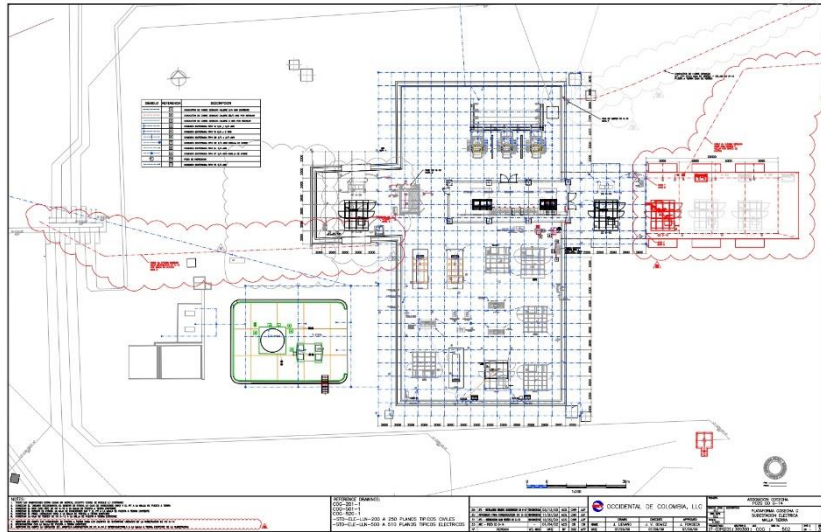
Replanteo topográfico de la subestación, construcción del banco de ductos, excavación con ayuda mecánica en área de la subestación para la construcción de la malla a tierra: Se realiza ubicación topográfica para tener el sitio exacto de la subestación con skid, así poder iniciar labores de replanteo del área y excavaciones para la malla puesta a tierra, se revisan planos del área para decidir la mejor ubicación de la subestación.

Ilustración 18 Excavaciones a realizar



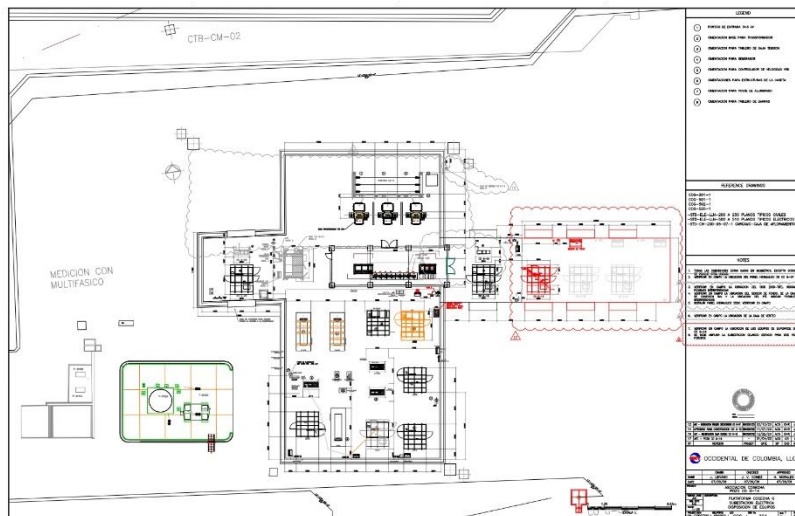
Fuente: Sierracol

Ilustración 19 Malla a tierra



Fuente: Sierracol

Ilustración 20 Disposición de equipos



Fuente: Sierracol

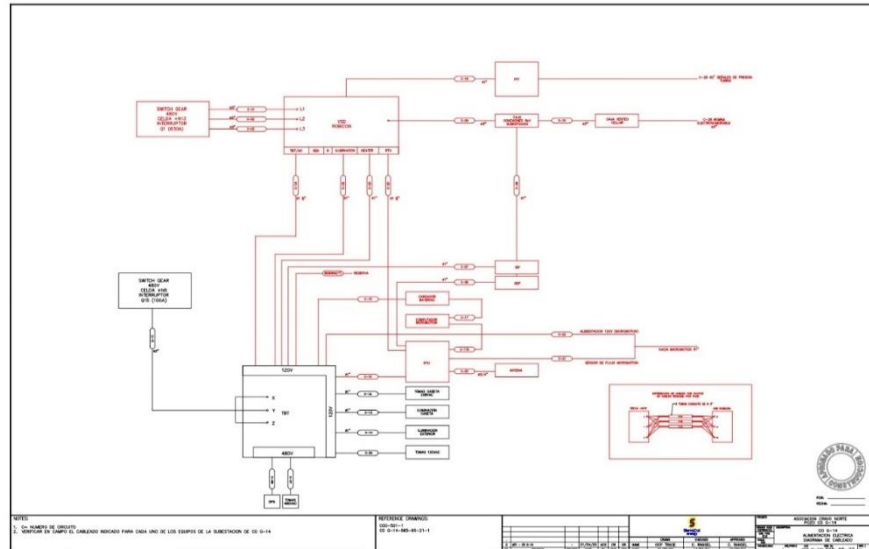
Después de tener el desarrollo de las disposiciones generales se procede al conexionado e instalación de los equipos que conforman a la subestación, para este proyecto se dividirá los procesos constructivos en:

- Alimentación eléctrica
- Diagrama unifilar de la alimentación eléctrica.
- Lista de cables para cada circuito.

- Pruebas de aislamiento en los cables de control y potencia.

a. Alimentación eléctrica

Ilustración 21 Alimentación eléctrica



Fuente: Sierracol

Este es el plano final, como quedo construida y conectada la subestación, donde como practicante indique en color rojo lo construido en campo de la subestación tipo skid del pozo COSG-14.

Del Switch gear sale tres circuitos llamados C-01, C-02 Y C-03 dirigidos a él variador que está ubicado en el SKID estos circuitos están a una tensión de 480V enviados en una tubería de tres pulgadas, este también tiene una alimentación proveniente de un tablero de baja tensión existente donde lo alimenta a 120V y van conectados a los circuitos C-34, C-32, C-25 y C-20, estos circuitos corresponden al tablero de baja tensión de la subestación del proyecto, la iluminación, el heater y la RTU.

La tubería instalada para el tablero de baja tensión fue de una pulgada y media, para la iluminación fue de una pulgada, para el heater fue de una pulgada y para la RTU fue de una pulgada y media.

De este tablero de baja tensión existente también alimenta a la RTU de la subestación del proyecto, a el micromotion (es un aparato que sirve para medir procesos avanzados, en este caso se utiliza para tener mediciones de la extracción de crudo), al cargador de baterías del computador del micromotion, al SIP (tablero de el sensor de fondo), sus circuitos son C-16, C-22, C-15 y C-27 respectivamente y todo esto se envía en una tubería de una pulgada.

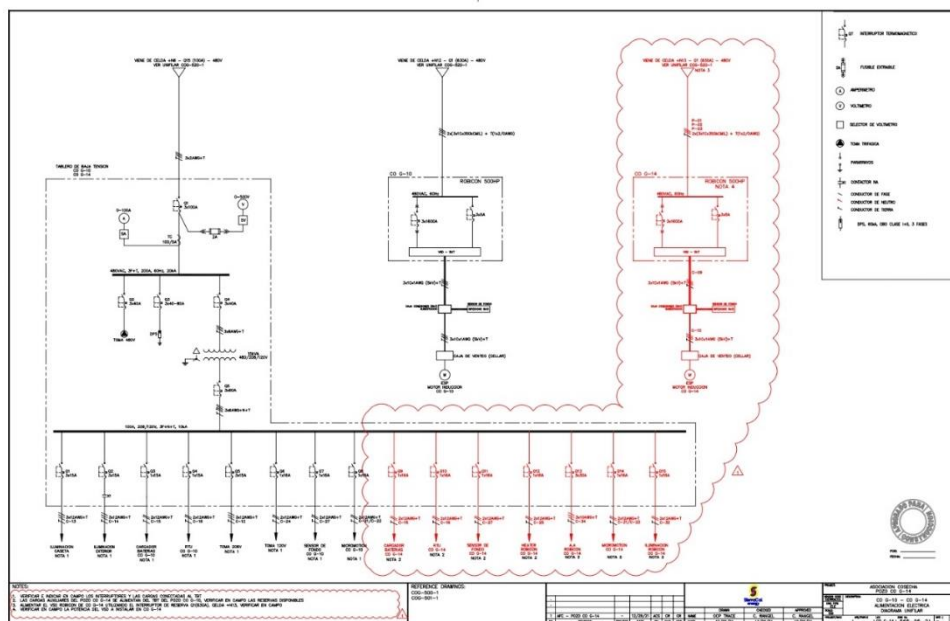
Del variador (VSD) se deriva un circuito a la caja de conexiones llamado C-09 en una tubería de tres pulgadas donde la caja de conexiones se conecta al SIP por un circuito llamado C-39 en una tubería de una pulgada y a la caja de venteo por un circuito llamado C-10 en una tubería de tres pulgadas, que en esa caja de venteo es donde se alimenta la bomba electro sumergible ubicada en el fondo del pozo.

También del variador, se deriva un circuito llamado C-18 en una tubería de una pulgada hacia el PIT, el cual va conectado al circuito C-29 que es el que envía las señales de presión del tubing.

Por parte de la RTU, se deriva los circuitos C-23, C-17A y C-35. El C-23 enviado en una tubería de tres cuartos de pulgada va dirigido a la antena del sistema, el C-17A va dirigido al computador del micromotion y el C-35 va dirigido al SEP (la bobina de choque del sensor de fondo) en una tubería de una pulgada.

b. Diagrama unifilar de la alimentación eléctrica

Ilustración 22 Diagrama unifilar de la alimentación



Fuente: Sierracol

En el diagrama unifilar mi trabajo fue plasmar las conexiones, las protecciones usadas, las características de los conductores, cantidad de conductores y en que barraje estaban.

Para los servicios auxiliares se puede observar que poseen una protección de 1x16A y 2x12AWG+T todo esto conectado al barraje de 120V.

Para la barra de 480VAC la conexión entre el VSD Y el SUT, contiene un breaker regulable de 3x1600A y un breaker de control de 3x5A. Después de elevar la tensión se envía un circuito de un cable de 5KV (3x1Cx1AWG+T) hacia la caja de conexiones que en ese barraje se distribuye un circuito hacia el sensor de fondo y el otro hacia la caja de venteo que está ubicada en el cellar (cabeza de pozo), para así llegar a su destino que es el motor en este caso es un motor de inducción.

c. Lista de cables para cada circuito

Ilustración 18 Listado de cables con su respectivo calibre y ruta de los circuitos.

LISTA DE CABLES										
CABLES/CIRCUITOS				TUBERIA			SOPORTE ESTRUCTURAL (LUG)	CABLE EXTERNO (LUG)	EXTREMOS FINALES (LUG)	COMENTARIOS
CIRCUITO	DIAMETRO	TIPO	LONG	TIPO	DN	LONG				
C-01	3x1/2" 300V NCM	EXTRAPLEX	22	MC	3"	22			--	CELDA #113 - 480 VAC
C-02	3x1/2" 300V NCM	EXTRAPLEX	22	MC	3"	22			--	CELDA #113 - 480 VAC
C-03	3x1/2" 300V NCM	EXTRAPLEX	22	MC	3"	22			--	CELDA #113 - 480 VAC
C-04	3x1 AWG	THHN	15	MC	3"	15			--	VARIADOR ROBICON
C-05	3x1 AWG	THHN	150	MC	3"	150			--	CAJA DE CONEXION SVI
C-06	3x2 AWG	THHN	20	MC	3"	20			--	CELDA #116
C-07	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-08	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-09	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-10	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-11	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-12	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-13	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-14	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-15	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-16	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-17	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-18	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-19	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-20	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-21	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-22	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-23	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-24	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-25	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-26	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-27	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-28	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-29	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-30	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-31	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-32	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-33	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-34	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-35	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-36	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-37	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-38	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-39	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-40	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-41	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-42	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-43	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-44	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-45	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-46	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-47	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-48	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-49	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-50	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-51	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-52	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-53	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-54	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-55	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-56	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-57	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-58	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-59	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-60	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-61	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-62	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-63	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-64	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-65	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-66	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-67	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-68	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-69	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-70	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-71	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-72	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-73	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-74	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-75	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-76	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-77	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-78	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-79	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-80	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-81	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-82	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-83	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-84	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-85	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-86	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-87	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-88	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-89	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-90	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-91	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-92	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-93	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-94	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-95	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-96	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-97	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-98	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-99	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT
C-100	3x1/2 AWG	THHN	3	MC	1"	3			--	TSIT

Fuente: Sierracol

El listado de cables utilizado para cada una de las rutas con su respectivo calibre, medida de la tubería por la cual fue tendido, el tipo y la longitud del cable.

d. Pruebas de aislamiento en los cables de control y potencia.

Para dar cumplimiento al objetivo número cinco se realizan pruebas de aislamiento a todos los cables involucrados en la elaboración de la subestación, en este caso se le realizo a los siguientes circuitos:

Ilustración 23 Prueba de aislamiento entre TBT A RTU y TBT iluminación

TECNORIENTE ENERGIE AND WELL SERVICES SAS		PRUEBAS DE AISLAMIENTO EN CABLES		TEC-ELE-FR-04 Rev 0 12 / Oct / 20 Página 1 de 1	
FECHA:	10 Mayo 2022	FECHA:	10 Mayo 2022		
LUGAR:	Cosecha G-14	LUGAR:	Cosecha G-14		
EQUIPO MEDIDA:	Metrel MI 3210 Teraohm	EQUIPO MEDIDA:	Metrel MI 3210 Teraohm		
FECHA CALIBRACIÓN EQUIPO MEDIDA:	17/03/2022	FECHA CALIBRACIÓN EQUIPO MEDIDA:	17/03/2022		
SERIAL EQUIPO MEDIDA:	16060008	SERIAL EQUIPO MEDIDA:	16060008		
ACOMETIDA:	TBT a RTU	ACOMETIDA:	TBT a Iluminación VSD.		
PRUEBA DE CONTINUIDAD			PRUEBA DE CONTINUIDAD		
FASE	1	2	3	4	OBSERVACIONES
A	OK				
B	OK				
C	OK				
PRUEBA DE AISLAMIENTO			PRUEBA DE AISLAMIENTO		
TIEMPO:	60 seg	VOLTAJE DE PRUEBA:	1000VDC	TIEMPO:	60 seg
FASES	VALOR (OHMIOS)				OBSERVACIONES
	1	2	3	4	
A	24.1				6 Ω
B	18.2				6 Ω
C	14.4				6 Ω
A-B	22.5				6 Ω
A-C	28.1				6 Ω
B-C	24.3				6 Ω
OBSERVACIONES: CUMPLE CON LOS REQUISITOS PARTICULARES PARA CABLES Y ALAMBRES AISLADOS DE LA TABLA 20.2.7 DEL RETIE					
Calibre de acometida TBT a RTU: 3x12 awg.					
Calibre de acometida TBT a Iluminación VSD: 3x12 awg.					
REPRESENTANTE CONTRATISTA TECNORIENTE E.W.S SAS			REPRESENTANTE INTERVENTORÍA		
FIRMA: 			FIRMA:		
NOMBRE: Rafael Crissien			NOMBRE:		
No. TP: 22355-91539601.			No. TP:		

Fuente: Tecnorient Energy and Well Services

Ilustración 24 Pruebas de aislamiento entre TBT a tomas 120v y TBT a sensor de fondo

 PRUEBAS DE AISLAMIENTO EN CABLES		TEC-ELE-FR-04 Rev 0 12 / Oct/ 20 Pagina 1 de 1
FECHA: 10 Mayo 2022	FECHA: 10 Mayo 2022	
LUGAR: Cosecha G-14	LUGAR: Cosecha G-14	
EQUIPO MEDIDA: Metrol MI 3210 Teraohm	EQUIPO MEDIDA: Metrol MI 3210 Teraohm	
FECHA CALIBRACIÓN EQUIPO MEDIDA: 17/03/2022	FECHA CALIBRACIÓN EQUIPO MEDIDA: 17/03/2022	
SERIAL EQUIPO MEDIDA: 16060008	SERIAL EQUIPO MEDIDA: 16060008	
ACOMETIDA: TBT a Tomas VSD	ACOMETIDA: TBT a sensor de fondo	
PRUEBA DE CONTINUIDAD		PRUEBA DE CONTINUIDAD
FASE	1 2 3 4 OBSERVACIONES	FASE 1 2 3 4 OBSERVACIONES
A	OK	OK
B	OK	OK
C	OK	OK
PRUEBA DE AISLAMIENTO		PRUEBA DE AISLAMIENTO
TIEMPO: 60 seg	VOLTAJE DE PRUEBA: 1000VDC	TIEMPO: VOLTAJE DE PRUEBA:
FASES	VALOR (OHMIOS) 1 2 3 4 OBSERVACIONES	FASES VALOR (OHMIOS) 1 2 3 4 OBSERVACIONES
A	14.7	8.92
B	13.4	10.2
C	10.2	7.41
A-B	11.2	17.5
A-C	20.3	12.3
B-C	17.9	15.7
OBSERVACIONES: CUMPLE CON LOS REQUISITOS PARTICULARES PARA CABLES Y ALAMBRES AISLADOS DE LA TABLA 20.2.7 DEL RETIE		
Calibre de acometida TBT a Tomas VSD: 3x12awg.		
Calibre de acometida TBT a sensor de fondo: 3x12awg.		
REPRESENTANTE CONTRATISTA TECNORIENTE E.W.S SAS		REPRESENTANTE INTERVENTORÍA
FIRMA: 		FIRMA:
NOMBRE: Rafael Crissien		NOMBRE:
No. TP: 22355-91539801		No. TP:

Fuente: Tecnioriente Energy and Well Services

Ilustración 25 Prueba de aislamiento entre TBT a control VSD y TBT a Heater VSD

 TECNORIENTE ENERGIE AND WELL SERVICES SAS		PRUEBAS DE AISLAMIENTO EN CABLES										TEC-ELE-FR-04 Rev 0 12 / Oct/ 20 Pagina 1 de 1							
FECHA: 10 Mayo 2022					FECHA: 10 Mayo 2022														
LUGAR: Cosecha G-14					LUGAR: Cosecha G-14														
EQUIPO MEDIDA: Metrel MI 3210 Teraohm					EQUIPO MEDIDA: Metrel MI 3210 Teraohm														
FECHA CALIBRACIÓN EQUIPO MEDIDA: 17/03/2022					FECHA CALIBRACIÓN EQUIPO MEDIDA: 17/03/2022														
SERIAL EQUIPO MEDIDA: 1606 0008					SERIAL EQUIPO MEDIDA: 1606 0008														
ACOMETIDA: TBT a control VSD					ACOMETIDA: TBT a heater VSD														
PRUEBA DE CONTINUIDAD										PRUEBA DE CONTINUIDAD									
FASE	1	2	3	4	OBSERVACIONES	FASE	1	2	3	4	OBSERVACIONES								
A	OK					A	OK												
B	OK					B	OK												
C	OK					C	OK												
PRUEBA DE AISLAMIENTO										PRUEBA DE AISLAMIENTO									
TIEMPO:	60 seg		VOLTAJE DE PRUEBA:		1000VDC		TIEMPO:	60 seg		VOLTAJE DE PRUEBA:		1000VDC							
FASES	VALOR (OHMIOS)				OBSERVACIONES	FASES	VALOR (OHMIOS)				OBSERVACIONES								
	1	2	3	4			1	2	3	4									
A	13.6				G Ω	A	11.5				G Ω								
B	22.0				G Ω	B	12.1				G Ω								
C	6.7				G Ω	C	9.2				G Ω								
A-B	8.9				G Ω	A-B	16.8				G Ω								
A-C	5.92				G Ω	A-C	10.1				G Ω								
B-C	10.2				G Ω	B-C	19.3				G Ω								
OBSERVACIONES: CUMPLE CON LOS REQUISITOS PARTICULARES PARA CABLES Y ALAMBRES AISLADOS DE LA TABLA 20.2.7 DEL RETIE 0: 6.54 GΩ A-D: 12.8 GΩ B-D: 9.51 GΩ C-D: 17.4 GΩ Calibre de Acometida TBT a control VSD: 4X10 awg. Calibre de Acometida TBT a heater VSD: 3X12 awg.																			
REPRESENTANTE CONTRATISTA TECNORIENTE E.W.S SAS 						REPRESENTANTE INTERVENTORÍA 													
FIRMA:						FIRMA:													
NOMBRE: Rafael Crissten						NOMBRE:													
No. TP: 22355 - 91539201						No. TP:													

Fuente: Tecnioriente Energy and Well Services

Ilustración 26 Pruebas de continuidad entre VSD a caja de venteo

 TECNORIENTE ENERGY AND WELL SERVICES SAS	PROTOCOLO DE PRUEBAS DE CONTROL Y CONTINUIDAD		TEC-ELE-FR-03 Rev 0 12 / 10 / 20 Pagina 1 de 1		
	FECHA: <u>10 Mayo 2022</u> PROYECTO: <u>Cosecha G-14</u>				
	DATOS GENERALES CABLES DE CONTROL				
Circuito	<u>VSD a caja JB</u>				
Calibre	<u>4x2x16 awg</u>				
Número de conductores	<u>8</u>				
Aislamiento	<u>600V</u>				
Equipo de medida utilizado	<u>Metrel MI 3210 Teraohm</u>				
Fecha calibración y serial equipo de medida	<u>17/03/2022</u>				
Tensión aplicada DC	<u>250V</u>				
Tensión aplicada AC	<u>N/A</u>				
RESULTADOS DE LAS PRUEBAS A CABLES DE CONTROL					
 AISLAMIENTO ENTRE CONDUCTORES 		 AISLAMIENTO ENTRE CONDUCTORES Y TIERRA 		 CONTINUIDAD 	
CONDUCTORES	MEGOHMS	CONDUCTORES	MEGOHMS	CONDUCTORES	MEGOHMS
1-2	<u>40.2 GΩ</u>	1	<u>27.2 GΩ</u>	1	<u>1 Ω</u>
1-3	<u>23.7 GΩ</u>	2	<u>23.4 GΩ</u>	2	<u>1 Ω</u>
1-4	<u>33.5 GΩ</u>	3	<u>40.7 GΩ</u>	3	<u>1 Ω</u>
1-5	<u>50.2 GΩ</u>	4	<u>31.9 GΩ</u>	4	<u>1 Ω</u>
1-6	<u>40.8 GΩ</u>	5	<u>34.3 GΩ</u>	5	<u>1 Ω</u>
1-7	<u>53.5 GΩ</u>	6	<u>21.1 GΩ</u>	6	<u>1 Ω</u>
1-8	<u>39.2 GΩ</u>	7	<u>27.2 GΩ</u>	7	<u>1 Ω</u>
2-3	<u>66.4 GΩ</u>	8	<u>22.6 GΩ</u>	8	<u>1 Ω</u>
2-4	<u>73.1 GΩ</u>				
2-5	<u>52.8 GΩ</u>				
2-6	<u>63.2 GΩ</u>				
2-7	<u>37.6 GΩ</u>				
2-8	<u>38.4 GΩ</u>				
3-4	<u>26.1 GΩ</u>				
3-5	<u>51.9 GΩ</u>				
3-6	<u>28.6 GΩ</u>				
3-7	<u>29.2 GΩ</u>				
3-8	<u>23.4 GΩ</u>				
4-5	<u>33.8 GΩ</u>				
4-6	<u>32.1 GΩ</u>				
4-7	<u>38.6 GΩ</u>				
4-8	<u>30.8 GΩ</u>				
5-6	<u>41.7 GΩ</u>				
5-7	<u>44.4 GΩ</u>				
5-8	<u>38.2 GΩ</u>				
6-7	<u>36.1 GΩ</u>				
6-8	<u>32.5 GΩ</u>				
7-8	<u>28.9 GΩ</u>				
CUMPLE CON LOS REQUISITOS PARTICULARES PARA ALAMBRES Y CABLES AISLADOS DE LA TABLA 20.2.7 DEL RETIE					
 TECNORIENTE E.W.S. SAS NOMBRE: <u>Rafael Ortiz</u> No. TP: <u>91539801 - 22355</u>			REPRESENTANTE INTERVENTOR/A NOMBRE: No. TP:		

Fuente: Tecnioriente Energy and Well Services

Ilustración 27 Pruebas de continuidad desde VSD a RTU

 TECNORIENTE ENERGY AND WELL SERVICES SAS		PROTOCOLO DE PRUEBAS DE CONTROL Y CONTINUIDAD		TEC-ELE-FR-03 Rev 0 12 / 10 / 20 Pagina 1 de 1	
FECHA: 10 Mayo 2022		PROYECTO: Cosecha G-14			
DATOS GENERALES CABLES DE CONTROL					
Circuito	VSD a RTU				
Calibre	4x 2x16 qwg				
Número de conductores	8				
Aislamiento	600V				
Equipo de medida utilizado	Metrel MI 3210				
Fecha calibración y serial equipo de medida	17/03/2022				
Tensión aplicada DC	250V				
Tensión aplicada AC	N/A				
RESULTADOS DE LAS PRUEBAS A CABLES DE CONTROL					
 AISLAMIENTO ENTRE CONDUCTORES 		 AISLAMIENTO ENTRE CONDUCTORES Y TIERRA 		 CONTINUIDAD 	
CONDUCTORES	MEGOHMS	CONDUCTORES	MEGOHMS	CONDUCTORES	MEGOHMS
1-2	20,9 GΩ	1	10,8 GΩ	1	1 Ω
1-3	29,2 GΩ	2	19,7 GΩ	2	1 Ω
1-4	30,4 GΩ	3	9,7 GΩ	3	1 Ω
1-5	42,8 GΩ	4	18,4 GΩ	4	1 Ω
1-6	36,1 GΩ	5	25,1 GΩ	5	1 Ω
1-7	10,7 GΩ	6	20,5 GΩ	6	1 Ω
1-8	22,3 GΩ	7	19,4 GΩ	7	1 Ω
2-3	30,6 GΩ	8	12,3 GΩ	8	1 Ω
2-4	23,5 GΩ				
2-5	33,9 GΩ				
2-6	23,5 GΩ				
2-7	24,6 GΩ				
2-8	26,2 GΩ				
3-4	27,9 GΩ				
3-5	17,8 GΩ				
3-6	14,5 GΩ				
3-7	10,2 GΩ				
3-8	11,6 GΩ				
4-5	25,8 GΩ				
4-6	27,1 GΩ				
4-7	20,3 GΩ				
4-8	36,3 GΩ				
5-6	37,1 GΩ				
5-7	35,2 GΩ				
5-8	31,4 GΩ				
6-7	40,6 GΩ				
6-8	32,4 GΩ				
7-8	40,5 GΩ				
CUMPLE CON LOS REQUISITOS PARTICULARES PARA ALAMBRES Y CABLES AISLADOS DE LA TABLA 20.2.7 DEL RETIE					
 TECNORIENTE E.W.S. SAS NOMBRE: Rafael Crisósten No. TP: 22355 - 91539001			REPRESENTANTE INTERVENTORÍA NOMBRE: No. TP:		

Fuente: Tecnioriente Energy and Well Services

Ilustración 28 Prueba de continuidad Panel otis a caja JB

		PROTOCOLO DE PRUEBAS DE CONTROL Y CONTINUIDAD		TEC-ELE-FR-03	
				Rev 0	
				12 / 10 / 20	
Pagina 1 de 1					
FECHA: 10 Mayo 2022		PROYECTO: Cosecha G-14			
DATOS GENERALES CABLES DE CONTROL					
Circuito		Panel Otis a caja JB			
Calibre		2x2x16 awg			
Número de conductores		4			
Aislamiento		600v			
Equipo de medida utilizado		Metrel MI 3210 teraohm			
Fecha calibración y serial equipo de medida		17/03/2022			
Tensión aplicada DC		250v			
Tensión aplicada AC		N/A			
RESULTADOS DE LAS PRUEBAS A CABLES DE CONTROL					
 AISLAMIENTO ENTRE CONDUCTORES 		 AISLAMIENTO ENTRE CONDUCTORES Y TIERRA 		 CONTINUIDAD 	
 CONDUCTORES 	 MEGOHMS 	 CONDUCTORES 	 MEGOHMS 	 CONDUCTORES 	 MEGOHMS
1-2	12,9 GΩ	1	11,4 GΩ	1	1 Ω
1-3	9,7 GΩ	2	9,8 GΩ	2	1 Ω
1-4	8,6 GΩ	3	12,3 GΩ	3	1 Ω
1-5		4	7,4 GΩ	4	1 Ω
1-6		5		5	
1-7		6		6	
1-8		7		7	
2-3	14,3 GΩ	8		8	
2-4	13,9 GΩ				
2-5					
2-6					
2-7					
2-8					
3-4	12,2 GΩ				
3-5					
3-6					
3-7					
3-8					
4-5					
4-6					
4-7					
4-8					
5-6					
5-7					
5-8					
6-7					
6-8					
7-8					
CUMPLE CON LOS REQUISITOS PARTICULARES PARA ALAMBRES Y CABLES AISLADOS DE LA TABLA 20.2.7 DEL RETIE					
NOMBRE: 		REPRESENTANTE INTERVENTORÍA			
No. TP: 22355-91539807		No. TP:			

Fuente: Tecnioriente Energy and Well Services

Ilustración 29 Prueba de continuidad entre RTU a sensor de fondo

 TECNORIENTE ENERGY AND WELL SERVICES SAS		PROTOCOLO DE PRUEBAS DE CONTROL Y CONTINUIDAD		TEC-ELE-FR-03 Rev 0 12/10/20 Pagina 1 de 1	
FECHA: 10-Mayo 2022		PROYECTO: Cosecha G-14			
DATOS GENERALES CABLES DE CONTROL					
Circuito	RTU a sensor de fondo				
Calibre	2x2x16 awg				
Número de conductores	4				
Aislamiento	600V				
Equipo de medida utilizado	Metrel 3210 Teraohm				
Fecha calibración y serial equipo de medida	17/03/2022				
Tensión aplicada DC	250V				
Tensión aplicada AC	N/A				
RESULTADOS DE LAS PRUEBAS A CABLES DE CONTROL					
AISLAMIENTO ENTRE CONDUCTORES		AISLAMIENTO ENTRE CONDUCTORES Y TIERRA		CONTINUIDAD	
CONDUCTORES	MEGOHMS	CONDUCTORES	MEGOHMS	CONDUCTORES	MEGOHMS
1-2	14,3 GΩ	1	9,5 GΩ	1	1 Ω
1-3	17,5 GΩ	2	7,2 GΩ	2	1 Ω
1-4	11,9 GΩ	3	10,8 GΩ	3	1 Ω
1-5		4	7,4 GΩ	4	1 Ω
1-6		5		5	1 Ω
1-7		6		6	1 Ω
1-8		7		7	1 Ω
2-3	19,7 GΩ	8		8	1 Ω
2-4	18,2 GΩ				
2-5					
2-6					
2-7					
2-8					
3-4	15,5 GΩ				
3-5					
3-6					
3-7					
3-8					
4-5					
4-6					
4-7					
4-8					
5-6					
5-7					
5-8					
6-7					
6-8					
7-8					
CUMPLE CON LOS REQUISITOS PARTICULARES PARA ALAMBRES Y CABLES AISLADOS DE LA TABLA 20.2.7 DEL RETIE					
TECNORIENTE E.W.S. SAS NOMBRE: Rafael Cossien No. TP: 22355-91539001			REPRESENTANTE INTERVENTORÍA NOMBRE: No. TP:		

Fuente: Tecnioriente Energy and Well Services

Ilustración 30 Prueba de aislamiento entre Switch a VSD y Switch a TBT

 TECNORIENTE ENERGIE AND WELL SERVICES SAS		PRUEBAS DE AISLAMIENTO EN CABLES										TEC-ELE-FR-04 Rev 0 12 / Oct / 20 Página 1 de 1							
FECHA: 12 Mayo 2022					FECHA: 12 Mayo 2022														
LUGAR: Cosecha 6-14					LUGAR: Cosecha 6-14														
EQUIPO MEDIDA: Metrel MI 3210 Teraohm					EQUIPO MEDIDA: Metrel MI 3210 Teraohm														
FECHA CALIBRACIÓN EQUIPO MEDIDA: 17/03/2022					FECHA CALIBRACIÓN EQUIPO MEDIDA: 17/03/2022														
SERIAL EQUIPO MEDIDA: 16060008					SERIAL EQUIPO MEDIDA: 16060008														
ACOMETIDA: SWG Teracay - VSD cos G-14					ACOMETIDA: SWG Teracay - TBT cos G-14														
PRUEBA DE CONTINUIDAD										PRUEBA DE CONTINUIDAD									
FASE	1	2	3	4	OBSERVACIONES	FASE	1	2	3	4	OBSERVACIONES								
A	OK	OK			cafe	A	OK				cafe								
B	OK	OK			naranga	B	OK				naranga								
C	OK	OK			Amarillo	C	OK				amarillo								
PRUEBA DE AISLAMIENTO										PRUEBA DE AISLAMIENTO									
TIEMPO:	60 seg		VOLTAJE DE PRUEBA:		1000vac		TIEMPO:	60 seg		VOLTAJE DE PRUEBA:		1000vac							
FASES	VALOR (OHMIOS)				OBSERVACIONES	FASES	VALOR (OHMIOS)				OBSERVACIONES								
	1	2	3	4			1	2	3	4									
A	10.2	18.4			G Ω	A	12.6				G Ω								
B	20.2	16.7			G Ω	B	12.1				G Ω								
C	8.4	11.9			G Ω	C	12.8				G Ω								
A-B	19.4				G Ω	A-B	5.79				G Ω								
A-C	20.6				G Ω	A-C	5.85				G Ω								
B-C	24.8				G Ω	B-C	5.55				G Ω								
OBSERVACIONES: CUMPLE CON LOS REQUISITOS PARTICULARES PARA CABLES Y ALAMBRES AISLADOS DE LA TABLA 20.2.7 DEL RETIE																			
Calibre de acometida SWG - VSD: cable 350kcm																			
Calibre de acometida SWG - TBT: cable 3X1 awg.																			
REPRESENTANTE CONTRATISTA TECNORIENTE E.W.S SAS FIRMA: 						REPRESENTANTE INTERVENTORÍA FIRMA:													
NOMBRE: Rafael Crissien						NOMBRE:													
No. TP: 22355 - 91539801.						No. TP:													

Fuente: Tecnioriente Energy and Well Services

Ilustración 31 Requisitos para alambres y cables aislados

Calibre	Resistencia mínima de aislamiento en MΩ por km de conductor			Espesores mínimos de aislamiento conductores tipo TW y THW (mm)		Espesores mínimos de aislamiento de PVC conductor tipo THHN (mm)		Espesor mínimo de la cubierta exterior de nailon conductores tipo THHN (mm)	Tensión de ensayo dieléctrico V (rms)		
	kcmil o AWG	TW	THW	THHN	Promedio	En cualquier punto	Promedio		En cualquier punto	Conductores tipo TW	Conductores tipo THW y THHN
1	30	105	140	140	2,03	1,83	1,27	1,14	0,18	2500	2500
2	25	95	130	130	1,52	1,37	1,02	0,91	0,15	2000	2000
3	25	110	145	145	1,52	1,37	1,02	0,91	0,15	2000	2000
4	30	115	155	155	1,52	1,37	1,02	0,91	0,15	2000	2000
5	30	125	135	135	1,52	1,37	0,76	0,69	0,13	2000	2000
6	35	135	155	155	1,52	1,37	0,76	0,69	0,13	2000	2000
7	40	145	170	170	1,52	1,37	0,76	0,69	0,13	2000	2000
8	35	130	185	185	1,14	1,02	0,76	0,69	0,13	2000	2000
9	40	155	225	225	1,14	1,02	0,76	0,69	0,13	1500	2000
10	35	125	180	180	0,76	0,69	0,51	0,46	0,10	1500	2000
11	35	135	195	195	0,76	0,69	0,51	0,46	0,10	1500	2000
12	40	150	175	175	0,76	0,69	0,38	0,33	0,10	1500	2000
13	45	165	190	190	0,76	0,69	0,38	0,33	0,10	1500	2000
14	45	175	205	205	0,76	0,69	0,38	0,33	0,10	1500	2000

Fuente: Tabla 20.6 de reglamento técnico de instalaciones eléctricas

Esta tabla fue la tabla con la cual se toma el rango mínimo de aislamiento el cual debe tener los conductores de la parte de control como resultado tenemos:

1. VSD a caja JB, se utilizó 4 cables, cada uno con 2 conductores de calibre 16AWG, podemos evidenciar que en las pruebas tomadas se tabula la información como:
 - a. Primero se hace medición de aislamiento entre cable, entre 1-2,1-3,1-4,1-5,1-6-1,7,1-8,2-3,2-4,2-5,2-6,2-7,2-8,3-4,3-5,3-6,3-7,3-8,4-5,4-6,4-7,4-8,5-6,5-7,5-8,6-7,6-8,7-8.
 - b. Como resultado podemos ver que todos los valores nos dan en unidades de GIGAOMH lo que efectivamente cumple el requerimiento de la tabla la cual nos regimos porque el valor mínimo en este conductor es de 205MOHM por cada KM, hay que tener en cuenta que ninguno de estos tramos equivale a una distancia mayor a 100m con lo cual quedan bien dimensionados en cuanto a el aislamiento.
2. Entre el VSD a RTU, se utilizó 4 cables, cada uno con 2 conductores de calibre 16AWG, podemos evidenciar que en las pruebas tomadas se tabula la información como:
 - a. Primero se hace medición de aislamiento entre cable, entre 1-2,1-3,1-4,1-5,1-6-1,7,1-8,2-3,2-4,2-5,2-6,2-7,2-8,3-4,3-5,3-6,3-7,3-8,4-5,4-6,4-7,4-8,5-6,5-7,5-8,6-7,6-8,7-8.
 - b. Como resultado podemos ver que todos los valores nos dan en unidades de GIGAOMH lo que efectivamente cumple el requerimiento de la tabla la cual nos regimos porque el valor mínimo en este conductor es de 205MOHM por cada KM, hay que tener en cuenta que ninguno de estos tramos equivale a una distancia mayor a 100m con lo cual quedan bien dimensionados en cuanto a el aislamiento.

3. Entre panel otis a caja JB, se utilizó 2 cables, cada uno con 2 conductores de calibre 16AWG, podemos evidenciar que en las pruebas tomadas se tabula la información como:
 - a. Primero se hace medición de aislamiento entre cable, entre 1-2,1-3,1-4, 2-3,2-4,3-4.
 - b. Como resultado podemos ver que todos los valores nos dan en unidades de GIGAOMH lo que efectivamente cumple el requerimiento de la tabla la cual nos regimos porque el valor mínimo en este conductor es de 205MOHM por cada KM, hay que tener en cuenta que ninguno de estos tramos equivale a una distancia mayor a 100m con lo cual quedan bien dimensionados en cuanto a el aislamiento.
4. Entre RTU a sensor de fondo, se utilizó 2 cables, cada uno con 2 conductores de calibre 16AWG, podemos evidenciar que en las pruebas tomadas se tabula la información como:
 - a. Primero se hace medición de aislamiento entre cable, entre 1-2,1-3,1-4, 2-3,2-4,3-4.
 - b. Como resultado podemos ver que todos los valores nos dan en unidades de GIGAOMH lo que efectivamente cumple el requerimiento de la tabla la cual nos regimos porque el valor mínimo en este conductor es de 205MOHM por cada KM, hay que tener en cuenta que ninguno de estos tramos equivale a una distancia mayor a 100m con lo cual quedan bien dimensionados en cuanto a el aislamiento.
5. Entre TBT a RTU se utilizó 1 cable, este cable con 3 conductores calibre 12AWG, podemos evidenciar que en las pruebas tomadas se tabula la información como:
 - a. Primero se hace medición de aislamiento entre cable, entre cada fase A, B Y C.
 - b. Segundo se hace la medición entre las fases A-B, A-C y B-C.
 - c. Como resultado podemos ver que todos los valores nos dan en unidades de GIGAOMH lo que efectivamente cumple el requerimiento de la tabla la cual nos regimos porque el valor mínimo en este conductor es de 175MOHM por cada KM, hay que tener en cuenta que ninguno de estos tramos equivale a una distancia mayor a 100m con lo cual quedan bien dimensionados en cuanto a el aislamiento.
6. Entre TBT a iluminación del VSD se utilizó 1 cable, este cable con 3 conductores calibre 12AWG, podemos evidenciar que en las pruebas tomadas se tabula la información como:
 - a. Primero se hace medición de aislamiento entre cable, entre cada fase A, B Y C.
 - b. Segundo se hace la medición entre las fases A-B, A-C y B-C.
 - c. Como resultado podemos ver que todos los valores nos dan en unidades de GIGAOMH lo que efectivamente cumple el requerimiento de la tabla la cual nos regimos porque el valor mínimo en este conductor es de 175MOHM por cada KM, hay que tener en cuenta que ninguno de estos tramos equivale a una distancia mayor a 100m con lo cual quedan bien dimensionados en cuanto a el aislamiento.
7. Entre TBT a tomas VSD se utilizó 1 cable, este cable con 3 conductores calibre 12AWG, podemos evidenciar que en las pruebas tomadas se tabula la información como:
 - a. Primero se hace medición de aislamiento entre cable, entre cada fase A, B Y C.
 - b. Segundo se hace la medición entre las fases A-B, A-C y B-C.
 - c. Como resultado podemos ver que todos los valores nos dan en unidades de GIGAOMH lo que efectivamente cumple el requerimiento de la tabla la cual nos regimos porque el

valor mínimo en este conductor es de 175MOHM por cada KM, hay que tener en cuenta que ninguno de estos tramos equivale a una distancia mayor a 100m con lo cual quedan bien dimensionados en cuanto a el aislamiento.

8. Entre TBT a sensor de fondo se utilizó 1 cable, este cable con 3 conductores calibre 12AWG, podemos evidenciar que en las pruebas tomadas se tabula la información como:
 - a. Primero se hace medición de aislamiento entre cable, entre cada fase A, B Y C.
 - b. Segundo se hace la medición entre las fases A-B, A-C y B-C.
 - c. Como resultado podemos ver que todos los valores nos dan en unidades de GIGAOMH lo que efectivamente cumple el requerimiento de la tabla la cual nos regimos porque el valor mínimo en este conductor es de 175MOHM por cada KM, hay que tener en cuenta que ninguno de estos tramos equivale a una distancia mayor a 100m con lo cual quedan bien dimensionados en cuanto a el aislamiento.
9. Entre TBT a control del VSD se utilizó 1 cable, este cable con 4 conductores calibre 10AWG, podemos evidenciar que en las pruebas tomadas se tabula la información como:
 - a. Primero se hace medición de aislamiento entre cable, entre cada fase A, B, C Y D.
 - b. Segundo se hace la medición entre las fases A-B, A-C, A-D, B-D, B-C Y C-D
 - c. Como resultado podemos ver que todos los valores nos dan en unidades de GIGAOMH lo que efectivamente cumple el requerimiento de la tabla la cual nos regimos porque el valor mínimo en este conductor es de 180MOHM por cada KM, hay que tener en cuenta que ninguno de estos tramos equivale a una distancia mayor a 100m con lo cual quedan bien dimensionados en cuanto a el aislamiento.
10. Entre TBT a heater del VSD se utilizó 1 cable, este cable con 3 conductores calibre 12AWG, podemos evidenciar que en las pruebas tomadas se tabula la información como:
 - a. Primero se hace medición de aislamiento entre cable, entre cada fase A, B Y C.
 - b. Segundo se hace la medición entre las fases A-B, A-C y B-C.
 - c. Como resultado podemos ver que todos los valores nos dan en unidades de GIGAOMH lo que efectivamente cumple el requerimiento de la tabla la cual nos regimos porque el valor mínimo en este conductor es de 175MOHM por cada KM, hay que tener en cuenta que ninguno de estos tramos equivale a una distancia mayor a 100m con lo cual quedan bien dimensionados en cuanto a el aislamiento.

Para cable de potencia se hizo una prueba en:

11. Entre TBT a heater del VSD se utilizó 1 cable, este cable con 3 conductores calibre 1AWG, podemos evidenciar que en las pruebas tomadas se tabula la información como:
 - a. Primero se hace medición de aislamiento entre cable, entre cada fase A, B Y C.
 - b. Segundo se hace la medición entre las fases A-B, A-C y B-C.
 - c. Como resultado podemos ver que todos los valores nos dan en unidades de GIGAOMH lo que efectivamente cumple el requerimiento de la tabla la cual nos regimos porque el valor mínimo en este conductor es de 140MOHM por cada KM, hay que tener en cuenta

que ninguno de estos tramos equivale a una distancia mayor a 100m con lo cual quedan bien dimensionados en cuanto a el aislamiento.

Las pruebas de continuidad en todas las pruebas fueron aprobadas, y en el formato la manera de verificarlo es colocando un “ok”.

Ilustración 32 Requisitos particulares para alambres y cables aislados

Calibre	Resistencia mínima de aislamiento en MΩ por km de conductor			Espesores mínimos de aislamiento conductores tipo TW y THW (mm)		Espesores mínimos de aislamiento de PVC conductor tipo THHN (mm)		Espesor mínimo de la cubierta exterior de nailon conductores tipo THHN (mm)	Tensión de ensayo dieléctrico V (rms)	
	TW	THW	THHN	Promedio	En cualquier punto	Promedio	En cualquier punto		Conductores tipo TW	Conductores tipo THW y THHN
2 000	10	35	-	3,18	2,84	-	-	-	4000	4000
1 900	10	35	-	3,18	2,84	-	-	-	4000	4000
1 800	10	35	-	3,18	2,84	-	-	-	4000	4000
1 750	10	35	-	3,18	2,84	-	-	-	4000	4000
1 700	10	40	-	3,18	2,84	-	-	-	4000	4000
1 600	10	40	-	3,18	2,84	-	-	-	4000	4000
1 500	10	40	-	3,18	2,84	-	-	-	4000	4000
1 400	10	40	-	3,18	2,84	-	-	-	4000	4000
1 300	10	45	-	3,18	2,84	-	-	-	4000	4000
1 250	10	45	-	3,18	2,84	-	-	-	4000	4000
1 200	10	45	-	3,18	2,84	-	-	-	4000	4000
1 100	15	45	-	3,18	2,84	-	-	-	4000	4000
1 000	15	50	60	2,79	2,51	1,78	1,60	0,23	3500	3500
900	15	50	65	2,79	2,51	1,78	1,60	0,23	3500	3500
800	15	55	70	2,79	2,51	1,78	1,60	0,23	3500	3500
750	15	55	70	2,79	2,51	1,78	1,60	0,23	3500	3500
700	15	55	70	2,79	2,51	1,78	1,60	0,23	3500	3500
650	15	60	75	2,79	2,51	1,78	1,60	0,23	3500	3500
600	15	60	80	2,79	2,51	1,78	1,60	0,23	3500	3500
550	15	65	80	2,79	2,51	1,78	1,60	0,23	3500	3500
500	15	55	75	2,41	2,18	1,52	1,37	0,20	3000	3000
450	15	60	80	2,41	2,18	1,52	1,37	0,20	3000	3000
400	15	65	80	2,41	2,18	1,52	1,37	0,20	3000	3000
350	20	65	90	2,41	2,18	1,52	1,37	0,20	3000	3000
300	20	70	95	2,41	2,18	1,52	1,37	0,20	3000	3000
250	20	80	105	2,41	2,18	1,52	1,37	0,20	3000	3000
4/0	20	70	95	2,03	1,83	1,27	1,14	0,18	2500	2500
3/0	20	80	105	2,03	1,83	1,27	1,14	0,18	2500	2500
2/0	25	85	115	2,03	1,83	1,27	1,14	0,18	2500	2500
1/0	25	95	130	2,03	1,83	1,27	1,14	0,18	2500	2500

Fuente: Tabla 20.2.7 de reglamento técnico de instalaciones eléctricas

Para la prueba del cable con mayor calibre la tabla que rige como norma de aceptación es la tabla 20.2.7 del reglamento técnico de instalaciones eléctricas y como resultado:

1. SWG a TBT se utilizó 1 cable de calibre 350kcmil, podemos evidenciar que en las pruebas tomadas se tabula la información como:
 - a. Primero se hace medición de aislamiento entre cable, entre cada fase A, B Y C.

- b. Segundo se hace la medición entre las fases A-B, A-C y B-C.
- c. Como resultado podemos ver que todos los valores nos dan en unidades de GIGAOMH lo que efectivamente cumple el requerimiento de la tabla la cual nos regimos porque el valor mínimo en este conductor es de 90MOHM por cada KM, hay que tener en cuenta que ninguno de estos tramos equivale a una distancia mayor a 100m con lo cual quedan bien dimensionados en cuanto a el aislamiento.

Como resultado en las pruebas de aislamiento y conductividad fueron satisfactorios y quedan autorizados para poder ser energizados y utilizados en la subestación.

Si uno de estos cables posee alguna anomalía, la prueba se realiza nuevamente, si esta prueba sale nuevamente con problemas, se hace la solicitud a interventoría donde ellos gestionan directamente con Sierracol el cambio de los conductores relacionados, donde el ingeniero residente evalúa nuevamente el tramo de los cables y su respectivo calibre para poder el cambio.

Para dar cumplimiento a la norma se expide una carta retie por el ingeniero residente a cargo de la construcción de la subestación donde certifica la aprobación de cada una de las pruebas realizadas en los circuitos:

Ilustración 33 Carta retie expedida por el ING. Residente a cargo de la subestación

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

**DECLARACIÓN DE CUMPLIMIENTO DEL
REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS No 204**

Yo Eduardo Enrique Villafañe Ferrer mayor de edad, identificado con la CC. No. 73.119.094, en mi condición de Ingeniero Electricista, portador de la matrícula profesional No. BY205-45362, declaro bajo la gravedad del juramento, que la Construcción de Subestación Eléctrica con Skid CO G-14, localizada en Caricare del municipio de Arauquita, de propiedad de SierraCol Energy, con número de NIT 860053930-2, cuya construcción estuvo a mi cargo, cumple con todos y cada uno de los requisitos que le aplican establecidos en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, Incluyendo los de producto que verifique con los certificados de conformidad que examiné y el análisis visual de aspectos relevantes del producto.

Igualmente, declaro que la construcción de la instalación eléctrica se ciñe al diseño efectuado por el ingeniero Carlos Rangel Villa Marín con matrícula profesional 68205-1816, diseño que hace parte de la memoria de la instalación y se reflejan en la construcción de la instalación y los planos finales que suscribo y hacen parte integral de esta declaración.

En constancia se firma en la ciudad de Arauca el 15 de febrero del 2022.

Firma



Dirección domicilio: Kra 56 N° 85-31 / Bucaramanga

Teléfono: 315 381 9541

Fuente: Tecnioriente Energy and Well Services

4.1.4 Personal y equipo utilizado

Para la construcción de la subestación se utilizó el siguiente personal y equipos:

Ilustración 34 Personal y equipo utilizado área civil

Balance actividad	
Personal	Equipo
(3) Operadores de Retroexcavadora	Retroexcavadora
(1) Operador de Motoniveladora	Motoniveladora
(2) Operadores Vibrocompactador	Vibrocompactador
(1) Operador Bulldozer	Bulldozer
(1) Conductor de carrotanque	Carrotanque
(1) Conductor de cama baja	Tracto camión cama baja
(19) Conductores de volqueta doble troque	Volqueta doble troque
(1) Topógrafo	Estación topográfica
(1) Cadenero	Estación topográfica
(1) Vigía	Equipo señalización
(1) Laboratorista	Equipo suelos
(9) Obreros calificados	Herramientas manuales
(5) Oficiales de construcción	Herramientas manuales

Fuente: Tecnioriente Energy and Well Services

Ilustración 35 Equipos eléctricos utilizados

EQUIPOS Y MAQUINARIAS	CANT.	UTILIDAD
Equipo de topografía	1	Replanteo topográfico y toma de coordenadas generales.
Herramientas menores civil	6	Para la construcción de las placas y banco de ductos.
Tarrajá	1	Elaboración de niples 3" a la llegada de los equipos.
Vibro para concretos	1	Para la fundida de concretos.
Vibro compactador	1	Para la compactación del terreno en la construcción.
Herramientas eléctricas	4	Para cableado y conexonado de acometidas.
Marquilladora	1	Para la elaboración de marquillas del cableado.
Pinza amperimétrica	1	Medición de parámetros
Megohmetro	1	Para prueba de aislamiento de las acometidas
Torquímetro	1	Para el conexonado en los equipos.

Fuente: Tecnioriente Energy and Well Services

Ilustración 36 Personal empleado para la parte eléctrica

CARGO	ÁREA DE TRABAJO	NOMBRE DEL TRABAJADOR
RESIDENTE	CLM CRC	EDUARDO VILLAFANE
SUPERVISOR HES	CRC	CARLOS BAEZ
ELECTRICISTAS	CRC	JOSE MARIA GAITAN RAFAEL CRISSIEN MIGUEL BALTA NILSON SANCHEZ JHON SILVA
INSTRUMENTISTA	CRC	JOSE GREGORIO ORTEGA
TOPÓGRAFO	CRC	DEIBIS GUTIÉRREZ
LABORATORISTA	CRC	WILLIAM LOPEZ
ALBAÑIL	CRC	JHON BENAVIDEZ
OBREROS	CRC	WILSON QUINTERO MAIKOL MARTINEZ

Fuente: Tecnioriente Energy and Well Services

4.1.5 Registro fotográfico

a. Malla a tierra

Para el replanteo e inicio de la construcción de la malla a tierra se utilizó una máquina retroexcavadora.

Ilustración 37 Inicio construcción malla a tierra



Fuente: Autor

Ilustración 38 Empalmes y arreglos para la malla a tierra



Fuente: Autor

b. Construcción pórtico

Se procede realizar las excavaciones, el montaje del hierro para la estructura del pórtico, fundida de las zapatas y se adecúa para el hincado de los postes del pórtico de la subestación.

Ilustración 39 Estructura del pórtico



Ilustración 40 Hincado de postes para el pórtico



Fuente: Autor

c. Tendido de tubería

Se hacen excavaciones manuales para empezar el tendido de tubería Conduit de $\varnothing$ 1", 2" y 3", se aplica mineral rojo para señalizar tubería y así poder tener listas las conexiones entre la subestación, cajas de venteo y el cellar, después se procede a realizar el tendido del cable de potencia para alimentación del motor sumergido en el cellar, la tubería Conduit para el control de presiones del PIT y cableado para la alimentación del sensor de fondo.

Ilustración 41 Tendido de tubería



Fuente: Autor

Ilustración 42 Relleno de mineral rojo



Fuente: Autor

d. Tendido cable de 5Kv

Se procede a realizar el tendido del cable de 5kV del SKID a la caja de venteo y de la caja de venteo hasta el cellar.

Ilustración 43 Tendido cable 5KV



Fuente: Autor

e. Cajas de halado

Estas cajas son utilizadas para poder halar el cable en caso tal en un futuro deba ser reemplazado, debido a que poseen una gran longitud sea fácil su extracción y su nuevo tendido si lo amerita.

Ilustración 44 Instalación de caja de halado



Fuente: Autor

f. Transporte, izaje, armado e instalación en sitio de skid

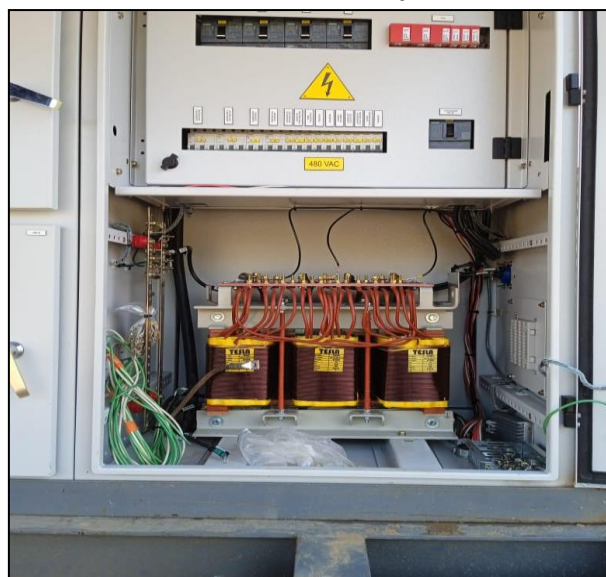
Ilustración 45 Instalación del skid



Fuente: Autor

g. Montaje de los equipos en patio

Ilustración 46 Montaje SUT



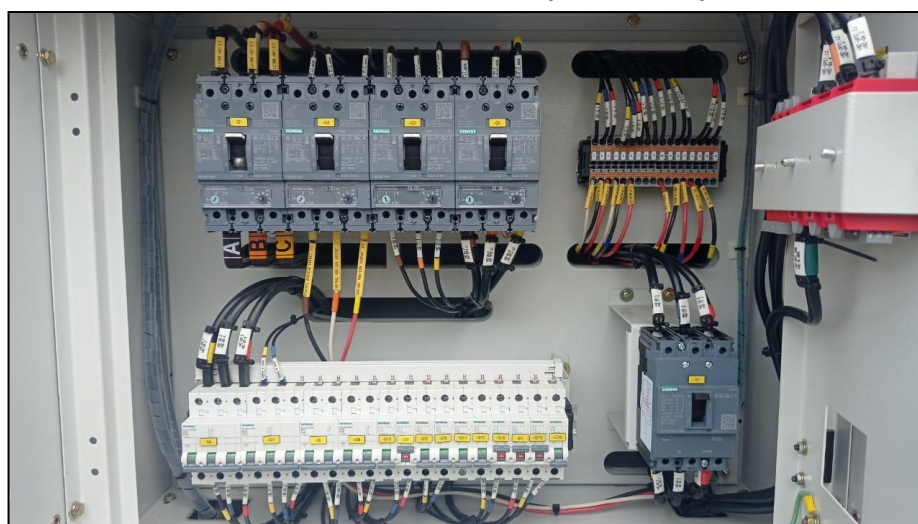
Fuente: Autor

Ilustración 47 Montaje TBT



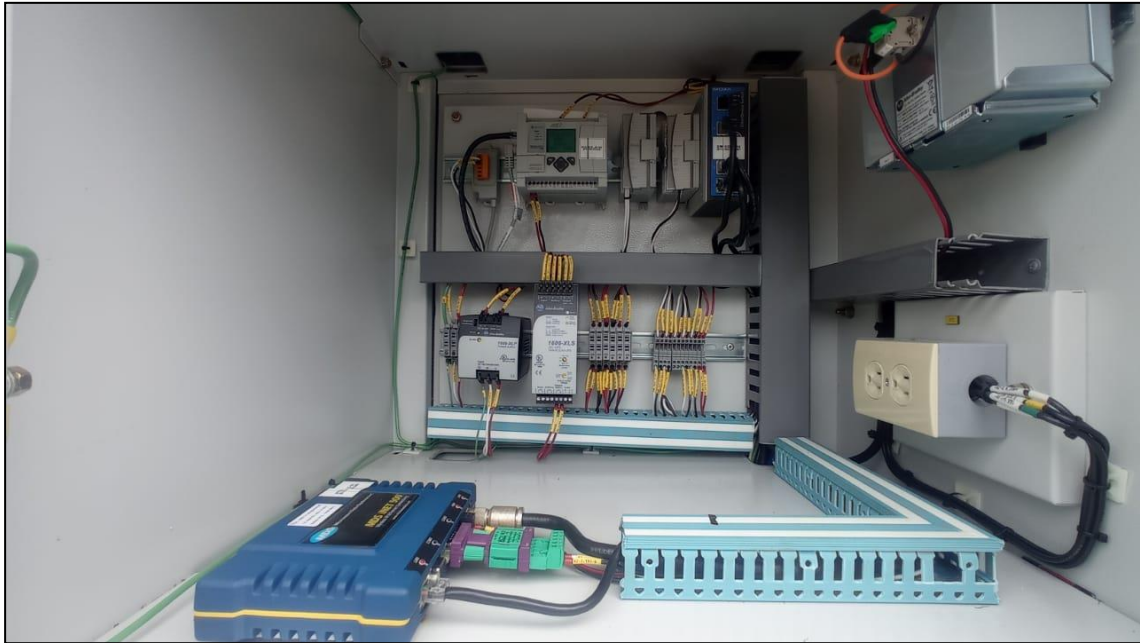
Fuente: Autor

Ilustración 48 Conexión del TBT y tablero de protección



Fuente: Autor

Ilustración 49 Armado de modulo RTU, conexionado y marquillado de acometidas



Fuente: Autor

Ilustración 50 Instalación caja de venteo



Fuente: Autor

Ilustración 51 Instalación del PIT



Fuente: Autor

Ilustración 52 Instalación del sensor de fondo



Fuente: Autor

h. Adecuación de servicios auxiliares, tableros de protección, control y medición

Ilustración 54 Adecuación ventilación



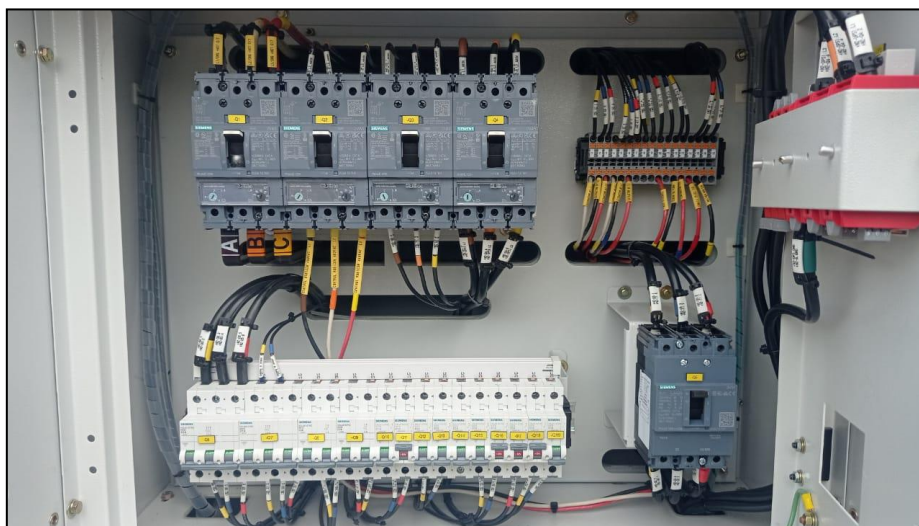
Fuente: Autor

Ilustración 53 Adecuación de iluminarias



Fuente: Autor

Ilustración 55 Adecuación de tablero de protección



Fuente: Autor

Ilustración 56 Adecuación ventilación



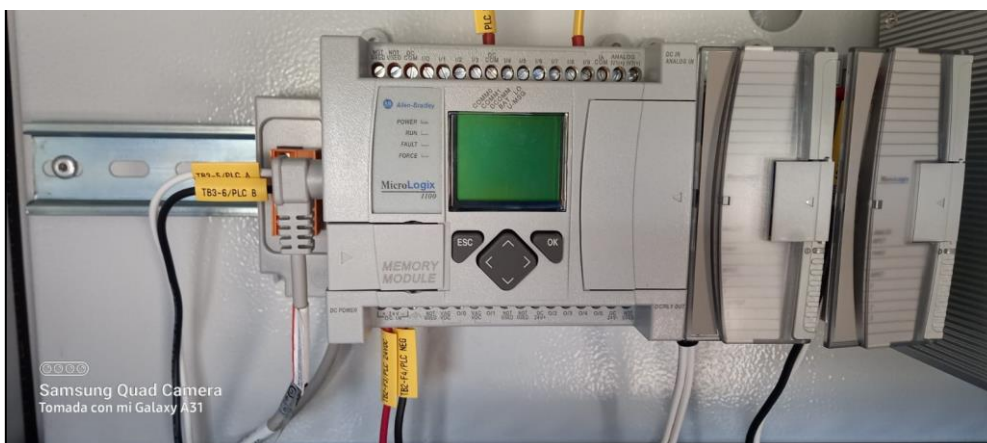
Fuente: Autor

Ilustración 57 Adecuación del PIT



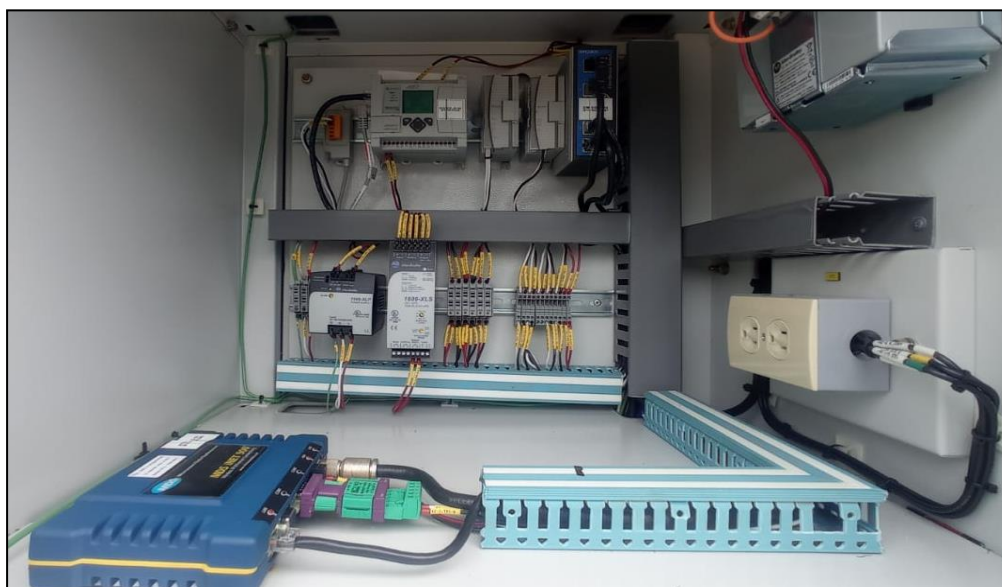
Fuente: Autor

Ilustración 58 Adecuación del PLC para control de las mediciones



Fuente: Autor

Ilustración 59 Adecuación módulo de control RTU



Fuente: Autor

Para dar cumplimiento al objetivo número tres y cuatro, se añade el reporte diario de campo donde se hizo la instalación y montaje de los equipos en patio para el funcionamiento de la subestación y como anteriormente plasmado el registro fotográfico de cada uno de los equipos instalados.

Ilustración 60 Reporte diario de campo de la instalación de los equipos

[illegible]

Fuente: Tecnioriente Energy and Well Services

		REPORTE DIARIO DE CAMPO				TEC.PLA FR-14 Rev 3 11/1/22 PAG 2 DE 2	
ACTIVIDADES PENDIENTES Y RELEVANTES PARA TENER EN CUENTA							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
PERSONAL INVOLUCRADO :							
ITEM	NOMBRE	CARGO	HORA INICIO	HORA FINAL	TOTAL	NOVEDAD	
22	Jose Maria Bastun	Electricista II	7:00	4:30 pm	8,5	Instalación equipos	
23	Rafael Crissien	Electricista II	7:00	4:30 pm	8,5	Instalación equipos	
24	Miguel Buita	Electricista II	7:00	4:30 pm	8,5	Instalación equipos	
25	Jefferson Barrera	Practicante	7:00	4:30 pm	8,5	Supervisión instalación	
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							

Fuente: Tecnioriente Energy and Well Services

[illegible]

64

 TECNORIENTE WELL SERVICES S.A.S. GERENTE DE S.A.S.		REPORTE DIARIO DE CAMPO		TECNOLAB-4 10/11/2 22.Ago.17 PAG 2 DE 2		
ACTIVIDADES PENDIENTES Y RELEVANTES PARA TENER EN CUENTA						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
PERSONAL INVOLUCRADO :						
22	RICARDO GÓMEZ	INSTRUMENTISTA IV	7:00:00	10:30:00	3.5	
23						
24	Miguel Balle	Electricista III	7:00:00	10:30:00	3.5	
25						
26	NILSON SANCHEZ	ELECTRICISTA IV	7:00:00	10:30:00	3.5	
27						
28	Jefferson Barrera	Pasante Universitario	7:00:00	10:30:00	3.5	
29						
30			7:00:00	10:30:00	3.5	
31						
32			7:00:00	10:30:00	3.5	
33						
34			7:00:00	10:30:00	3.5	
35						
36			7:00:00	10:30:00	3.5	
37						
38			7:00:00	10:30:00	3.5	
39						
40			7:00:00	10:30:00	3.5	
41						
42						
43						
44						
45						

Fuente: Tecnioriente Energy and Well Services

4.1.6 Finalización del proyecto (carta entrega Dossier)

Ilustración 62 Carta entrega del dossier



TECNORIENTE **ENERGY AND WELL SERVICES S.A.S**

Fabricación, reparación y mantenimiento especializado de productos fabricados en metal, maquinaria industrial, componentes mecánicos, metalmeccánicos y de tubería, soldadura estructural y especial, generación de energía eléctrica, apoyo para la extracción de petróleo y gas natural, etc.
NIT. 834001427-1



CW-2263886-OBR-077

Caño Limón, junio 01 de 2022

Señores
INGECONTROL S.A.
NADIA LISETH PORRAS RAMIREZ
Control documental
Caño Limón

REF: ENTREGA DOSSIER

POZO DESARROLLO NF **CO G-14** **MOC0005266**

Cordial saludo:

Se adjunta a continuación el informe correspondiente al proyecto realizado "Pozo desarrollo NF en CO G-14" incluye descripción del proyecto, desarrollo de labores, registro fotográfico, gestión de calidad, gestión HES, certificado de conformidad RETIE, conciliación de materiales, lista de planos y planos red-line.

Cordialmente,

EDUARDO ENRIQUE VILLAFANE FERRER
Ing. Residente
Tecnioriente Well Services and Generation S.A.S.
CLM-Tecnioriente-Elet-Supv

Vía Caño Limón Km 1, Vereda Mategallina, Arauca, Arauca – Telefax. (097) 885 5137 - 885 3796
Vereda La Forest, Corregimiento el Centro, Barrancabermeja, Santander (097)-6109407
Sucursal Teca, Puerto Peralas - Antioquia
Email: erik_arciniegas@tecnioriente.com.co, clm-tecnioriente-supv@oxy.com
lci-mec_gteproy@tecnioriente.com.co
info@tecnioriente.com.co
Página Web: Tecnioriente.com.co

Rev.5
13-01-22

Fuente: Tecnioriente Energy and Well Services

Para la finalización del proyecto se hace entrega de un dossier que es un informe completo de todas las actividades realizadas, con su respectivo registro fotográfico, pruebas y documentos que avalen el cumplimiento del trabajo, dicho dossier es entregado a la parte interventora quien da visto bueno y emite una carta de aceptación del dossier que es el documento soporte para poder realizar el cobro de las actividades realizadas.

Ilustración 63 Subestación antes de la construcción



Fuente: Autor

Ilustración 64 Subestación finalizada



Fuente: Autor

5. CONSLUSIONES

- Como pasante universitario, tuve la oportunidad de colaborar directamente en la construcción de esta subestación, teniendo fácilmente la información requerida para la realización de este proyecto, dar aportes, solución de problemas, programar actividades y valores directamente relacionadas con la construcción.
- Al momento de la realización de las correcciones en los planos, entendí que un proyecto tiene dos procesos, uno constructivo y otro administrativo, donde van directamente relacionados por parte del contrato eléctrico al cual estamos trabajando. La parte presupuestal, las evaluaciones de los trabajos y la evaluación de materiales, fueron procesos ingenieriles bastante interesantes que gracias a los estudios realizados se entendían de una manera más rápida.
- Durante la realización de las practicas se presenciaron varios problemas de orden público, donde se vio afectada en gran parte la planeación del proyecto, pero también se observo como aun con tiempos ajustados se puede realizar un trabajo de alta calidad.
- Se aprendió que, contar con un plan de trabajo y una buena planeación previa al proyecto, es un factor muy importante y determinante para poder desarrollar cualquier actividad, la organización y la responsabilidad de cumplir las actividades en los tiempos establecidos dan como resultado un trabajo de calidad y una satisfacción al cliente y a la empresa.
- Para la realización de todos los trabajos eléctricos es fundamental respetar las 5 reglas de oro (desconectar o interrumpir el suministro de energía, bloqueo en área de trabajo, verificar la ausencia de tensión, puesta a tierra o cortocircuito a todas las posibles fuentes de tensión que incidan en la zona y señalar el área de trabajo).
- La implementación de este tipo de subestaciones compactas, hace que los mantenimientos, cambios de equipos y los diferentes procesos que se puedan presentar, sean atendidos de una manera más rápida, debido a que al ser compacta y con nuevas tecnologías de automatización hacen de estas subestaciones lugares de trabajo más seguros, cómodos y de mejor maniobra.
- En todas las labores en campo petrolero es necesario que todos los equipos y maquinaria cuenten con los certificados de calibración vigentes a la hora de realizar las medidas de prueba realizados para la elaboración del proyecto.
- Toda la información extraída de este campo petrolero es sumamente clasificada debido a que esta ubicado en una zona de vulnerabilidad, donde el orden público es bastante delicado debido a los grupos armados al margen de la ley.
- Con este proyecto se logró conocer más a fondo todo el funcionamiento y el proceso en el cual se ve envuelto la construcción de una subestación eléctrica, conocer a detalle los materiales empleados, sus características y funciones, así mismo colocando en práctica todo lo aprendido en la etapa de enseñanza profesional en la universidad.

6. REFERENCIAS

- [1] Olovsson, H., & Lejdeby, S. (2008). Evolución de las subestaciones. El diseño de subestaciones a principios del siglo XX y en la actualidad. Revista ABB. http://www.ie.com.co/pdf/ABB/01-2008/34-38-1M813_SPA72dpi.pdf
- [2] T. (2021, 11 marzo). ¿Qué es un transformador eléctrico y cómo funciona? Tecsa. <https://www.tecsaqro.com.mx/blog/que-es-un-transformador-electrico/>
- [3] Perú, W. S. (2017). Interruptor de potencia. (c) ingelmec.com.pe. <https://ingelmec.com.pe/servicios/pruebas-electricas/sub-estaciones/interruptor-de-potencia>
- [4] Interruptor de potencia tanque muerto. (2000). IMPELSA. <https://www.impelsa.com/producto/906>
- [5] Power Electric & Technology S.A de CV, «RESTAURADORES, PARTE DEL EQUIPO PRIMARIO DE LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS,» Altatecnología MX, 12 marzo 2018. [En línea]. Disponible: <https://altatecnologia.com.mx/restauradores-parte-delequipo-primario-de-lasubestacioneselectricas/#:~:text=Los%20restauradores%20son%20dispositivos%20electromc%C3%A1nicos,autom%C3%A1ticamente%20y%20reenergizar%20el%20c%C3%ADrculo..> [Último acceso: 11 mayo 2022].
- [6] ELECTRICA LA GUIA DEL ELECTRICISTA, «SUBESTACIONES ELÉCTRICAS TRANSFORMANDO Y DISTRIBUYENDO ENERGÍA,» Revista Eléctrica MX, FEBRERO 2011. [En línea]. Available: <https://electronica.mx/wp-content/uploads/2019/02/Electronica34.pdf>. [Último acceso: 20 mayo 2021].
- [7] Fácil, E. (2020, 7 abril). Transformadores de instrumentos: ¿Qué es? (y sus ventajas). Electrónica Fácil Top. <https://www.electronicafacil.top/transformador/transformador-instrumental/transformadores-de-instrumentos-que-es-y-sus-ventajas/>
- [8] ELECTRICA LA GUIA DEL ELECTRICISTA, «SUBESTACIONES ELÉCTRICAS TRANSFORMANDO Y DISTRIBUYENDO ENERGÍA,» Revista Eléctrica MX, FEBRERO 2011. [En línea]. Available: <https://electronica.mx/wp-content/uploads/2019/02/Electronica34.pdf>. [Último acceso: 20 mayo 2021].
- [9] Tutoriales de electrónica básica, «Tutoriales de electrónica básica,» <http://tutorialesdeelectronicaBasica.blogspot.com/>, 2017. [En línea]. Available: <http://tutorialesdeelectronicaBasica.blogspot.com/2021/01/que-es-una-barra-de-bus-tipos-y-su.html#:~:text=El%20material%20conductor%20o%20un,entrante%20y%20la%20energ%C3%ADa%20saliente.> [Último acceso: 20 mayo 2021].
- [10] <https://www.transformadores.cl/blog/subestaciones-unitarias/#:~:text=Base%20tipo%20skid%20o%20carro,y%20pr%C3%A1ctica%20resguardando%20su%20seguridad.>
- [11] Grupo de investigación xué - semillero de investigación barión, «Caracterización de las subestaciones eléctricas de transmisión y distribución que hagan parte del SIN, del STR o del SDL dentro de la región central (Cundinamarca, Boyacá, Tolima, Meta y Bogotá DC), como parte del convenio marco de cooperación interinstit,» REGIÓN CENTRAL RAP-E, Bogotá DC, 2020.