

Fecha	Rev.	Modificación	Autor
15-octubre-2025	02	Revisión y formato	Rolando Bolaños
15-septiembre-2025	01	Actualización para incluir nueva caseta de comunicaciones	Karen Zárate
25-febrero-2025	00	Documento Original	Karen Zárate
<p align="center"><b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b></p> <p align="center"><b>PROYECTO:</b></p> <p align="center"><b>“CONSTRUCCIÓN DE LA NUEVA CASETA DE COMUNICACIONES Y REEMPLAZO DE RTU SUBESTACIÓN TINAJITAS”</b></p>			
Preparado por:		Verificado por:	
Karen Zárate		Rolando Bolaños	
Validado por:		Fecha de Elaboración:	
Rolando Bolaños		25 de febrero de 2025	

## Tabla de Contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	5
3.	OBJETO DE ESTA CONTRATACIÓN .....	6
4.	NORMAS APLICABLES .....	6
5.	REQUERIMIENTOS AMBIENTALES Y PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN .....	7
6.	ALCANCE DE LOS TRABAJOS .....	7
6.1.	Diseño y construcción de la nueva caseta de comunicaciones .....	8
6.1.1.	Viga ductos y canaletas .....	11
6.1.2.	Acabados .....	13
6.1.3.	Estructuras de Acero Galvanizado .....	13
6.1.4.	Acero de Refuerzo para el Hormigón.....	16
6.1.5.	Hormigón Vaciado en Sitio .....	17
6.1.6.	Excavación, relleno y nivelación .....	18
6.1.7.	Conexiones a tierra.....	18
6.1.8.	Sistema contra incendios, con su panel de alarmas, detectores de humos, bocina, etc. ....	19
6.1.9.	Sistemas especiales de seguridad en la subestación .....	19
6.1.10.	Sistema de iluminación interna y externa.....	20
6.1.11.	Piedra #4 de cantera .....	21
6.1.12.	Sistema de drenaje .....	21
6.1.13.	Paneles de distribución de la caseta .....	21
6.1.14.	Cargador de baterías 48Vdc .....	22
6.1.15.	Sistema de aire acondicionado .....	23
6.2.	Instalaciones relacionadas a la comunicación de la subestación .....	24
6.2.1.	Gabinetes de Comunicaciones .....	24
6.2.2.	Alimentación del nuevo tablero de comunicaciones .....	26
6.3.	Equipo de automatización en patio de 115kV .....	27
6.3.1.	Cajas de intemperie.....	28
6.3.2.	Adecuaciones e instalación .....	30

6.3.3.	Señales de telecontrol .....	33
6.4.	Equipo de automatización para el transformador T2 .....	34
6.4.1.	Adecuaciones e instalación .....	35
6.4.2.	Señales de telecontrol .....	35
6.5.	Equipos de automatización del EMB1 13.8 Kv .....	36
6.5.1.	Adecuaciones e instalación .....	36
6.5.2.	Señales de telecontrol .....	39
6.5.3.	Equipos de comunicaciones y sincronización .....	39
6.5.4.	Adecuaciones e instalación .....	40
6.6.	Cableado de comunicación de fibra óptica .....	44
6.6.1.	Fibra óptica EMB2.....	46
6.6.2.	Fibra óptica EMB1.....	46
6.6.3.	Fibra óptica en la nueva caseta de comunicaciones .....	47
6.6.4.	Fibra óptica para equipos de 115kV .....	48
6.6.5.	Fibra óptica para el IOT1 – Transformador 1 .....	50
6.6.6.	Fibra óptica para equipos de comunicación instalados.....	50
6.7.	Cableado de comunicación de cobre.....	51
6.7.1.	Equipos de la Barra 1 en el EMB1.....	52
6.7.2.	Equipos en gabinetes de control y comunicación existentes del EMB1 .....	53
6.7.3.	Cableado de cobre para equipos en el EMB2 .....	54
6.7.4.	Equipos en el nuevo gabinete de comunicación SEL .....	55
6.8.	Cableado de sincronización .....	56
6.8.1.	Sincronización para equipos en la Barra 1 del EMB1 .....	57
6.8.2.	Sincronización para equipos en los gabinetes de control y comunicación existentes en el EMB1. ....	57
6.8.3.	Sincronización para los equipos del EMB2.....	59
6.8.4.	Instalación de antena GPS .....	60
6.9.	Adecuaciones en los gabinetes del EMB1.....	61
6.10.	Adecuaciones en el gabinete del EMB2 .....	66
6.11.	Reubicación del poste de comunicaciones existente.....	67
6.12.	Maestro Ripex .....	71
7.	Depósito y Servicios Temporales.....	71
8.	Limpieza de la Obra .....	71

## 1. INTRODUCCIÓN

La subestación Tinajitas en los últimos años ha presentado el inconveniente de no tener espacio suficiente para el desarrollo de nuevos proyectos que se encuentran en curso. Es por esto, que con la finalidad de tener una red más robusta y hacer frente al crecimiento constante, se hace necesario la construcción de una nueva caseta de comunicaciones dentro de la subestación Tinajitas.

Por otro lado, la Unidad de Terminal Remota (RTU), que actualmente se utiliza para la supervisión y control de los equipos de esta subestación, presenta deterioro severo y obsolescencia causando falta de monitoreo a los equipos ubicados dentro de esta e interfiere con su debido control. Adicionalmente, también existe una red de comunicación serial para comunicar los relés, la cual es poco confiable e inestable y afecta la operación en sí y las maniobras remotas desde el SCADA en ENSA.

En general, la comunicación en esta subestación no está adaptada a los requerimientos operativos actuales. Temporalmente, se han instalados equipos provisionales para soportar su crecimiento y disminuir la pérdida de comunicación con los equipos de monitoreo, los cuales resultan imprescindibles para la operación de ENSA. Por esta razón, es necesario el reemplazo de la RTU y la mejora a toda la red de comunicación presente en la subestación Tinajitas.



*Ilustración 1 RTU Telvent subestación Tinajitas*

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto consiste en el diseño, obra civil, equipamiento, acondicionamiento y puesta en servicio de una nueva caseta de comunicación dentro de la subestación Tinajitas, la cual albergará toda la nueva red de comunicaciones de la subestación, así como todos los equipos necesarios para su funcionamiento, paneles de alimentación y respaldo.

También se deberá llevar a cabo el retiro de las tres RTU que operan actualmente, las cuales serán reemplazadas en su totalidad por equipos nuevos los cuales se concentrarán en la nueva caseta. Para esto se requiere la instalación y puesta en servicio de un tablero de comunicaciones y un conjunto de equipos que serán capaces de mejorar el control y ampliar el monitoreo de la subestación, tanto remoto como localmente, además de modernizar y reestructurar la red de comunicaciones local para brindar comunicación a los equipos nuevos, existentes y aquellos que no tienen comunicación instalada actualmente.

El nuevo tablero de comunicaciones contará con una RTU moderna, un HMI (*Human Machine Interface*), módulos de entrada y salida, switches, un router y un reloj satelital, entre otros. Adicional, se deberán implementar nuevos diseños de forma tal que, la comunicación de los equipos de los EMB existentes, así como aquellos que se encuentren instalados en el patio de la subestación lleguen de forma efectiva a la nueva caseta de comunicaciones.

Se incluye también el retiro de todo el cableado que quede en desuso, producto de las mejoras implementadas en este proyecto, tanto del patio de la subestación como dentro de la caseta de control y se deberán desocupar algunos gabinetes adyacentes en el cuarto de comunicación los cuales contienen equipos en desuso actualmente.

Se deben instalar seis (6) módulos de entradas y salidas digitales y 1 (un) equipo de monitoreo para transformador que serán utilizados en la subestación Tinajitas para el monitoreo de las siguientes áreas:

- ✓ Dos (2) en los EMB de media tensión (13.8kV)
- ✓ Tres (3) en las cajas de intemperie asociadas a los interruptores del patio de 115kV
- ✓ Uno (1) en el transformador 2, dentro de la caja de control de este.

Se deben instalar nuevo cableado de comunicación, así como convertidores Serial-ETH, a todos los IEDs que contengan puertos seriales dentro de la subestación, así como convertidores Serial-FO, según sea indicado en este documento y los anexos citados en él.

**EL CONTRATISTA** deberá referirse al ANEXO 1 para la selección de cableado de control y potencia reducida.

**EL CONTRATISTA** deberá referirse al ANEXO 2 para la selección de cableado de comunicaciones y sincronización.

**ENSA** suministrará los siguientes equipos de forma individual, para su instalación según requerimientos especificados en este documento y sus anexos:

- Cinco (4) switches administrables SEL-2730M
- Un (1) servidor de puertos seriales SEL-3610
- Seis (6) concentradores de señales SEL-2440
- Un (1) distribuidor de IRIG-B SEL-3400

- Un (1) módulo de transformador SEL-2411
- Dos (2) Router RX1500
- Cuatro (4) convertidores EIA-232 a Fibra Óptica Multimodo con IRIG-B Transmisores
- Cuatro (4) convertidores EIA-232 a Fibra Óptica Multimodo con IRIG-B Receptores
- Cuarenta y cuatro (44) convertidores serial-ethernet SEL-2890

### **3. OBJETO DE ESTA CONTRATACIÓN**

El objeto de esta contratación es el diseño de detalle de ingeniería eléctrica, control y civil, confección de planos, suministro de toda la mano de obra, materiales, herramientas y servicios necesarios para las obras civiles, eléctricas y de telecomunicación, incluyendo: conexión, instalación, integración, pruebas y puesta en operación satisfactoria del proyecto **“CONSTRUCCIÓN DE LA NUEVA CASETA DE COMUNICACIONES Y REEMPLAZO DE RTU DE SUBESTACIÓN TINAJITAS”**.

El alcance detallado de los trabajos objeto de este contrato se encuentra en la Cláusula 6 **“ALCANCE DE LOS TRABAJOS”** del presente documento y deberán realizarse en conformidad con los parámetros técnicos suministrados, teniendo en cuenta los términos y condiciones del Capítulo III **“CONDICIONES ESPECIALES”** del Pliego de Cargos

### **4. NORMAS APLICABLES**

Todos los diseños incluidos en el alcance de estos servicios deberán cumplir con la última revisión de las siguientes normas, disponibles al momento de la firma del contrato:

ACI: American Concrete Institute

AEIC: Association of Edison Illuminating Companies

ANSI: American National Standards Institute

IEEE: Institute of Electrical and Electronic Engineers

NEC: National Electrical Code

NESC: National Electrical Safety Code

NEMA: National Electrical Manufacturers Association

TIA: Telecommunications Industry Association

ISO: International Organization for Standardization

REP 2021: Reglamento Estructural Panameño

Norma ASCE: American Society of Civil Engineers. Boletín No. 52 Guide for design of steel transmission towers.

Norma AISC: American Institute of Steel Construction:

- Manual of Steel Construction.
- Load and Resistance Factor Design “LRFD” Structural Members, Specifications and Codes.

Norma AWS: American Welding Society.

- D1-1 Structural Welding Code.
- AWS-5 Bare Mild Steel Electrodes and Fluxes for Submerged Arc Welding.

Norma ANSI: American National Standards Institute.

- B.1.1 Unified Screw Threads.
- B.18.2.1 Heavy Hex Structural Bolts
- B.18.2.2 Square and Hex Nuts.
- B.18.5 Round Head Bolts.

Norma ASTM: American Society for Testing and Materials

- A-6: Specification for General Requirements for Delivery of Rolled Steel, Plates, Sheet Piling and Bars for Structural Use.

- A-36: Specification for Structural Steel.
- A-90: Weight of Coating and Zinc Coated (Galvanized) Iron or Steel Articles.
- A-123: Standard Specification for Zinc (Hot-Dip) Galvanized Coatings on Steel Products).
- A-143: Recommended Practice for Safeguarding Against Embrittlement of Hot-Dip Galvanized Structural Steel Products and Procedure for Detecting Embrittlement.
- A-153: Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware.
- A-239: Test Method for Location the Thinnest Spot in a Zinc (Galvanized) Coating on Iron or Steel Article by the Preece Test (Copper Sulfate Dip) .LE;A-370: Standard Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products.
- A-242: Standard Specification for High - Strength Low - Alloy Structural Steel.
- A-370: Mechanical Testing of Steel Products
- A-384: Recommended Practice for Safeguarding Against Warpage and Distortion during Hot Dip Galvanizing of Steel Structures.
- A-394: Specification for Galvanized Steel Transmission Tower Bolts.
- A-441: High Strength Low-alloy Structural Manganese Vanadium Steel.
- A-563: Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts.
- A-572: Specification for High-Strength Low-Alloy Columbium-Vanadium.
- A-615: Deformed and Plain Billet steel Bars for Concrete Reinforcement, Standard Specification for Zinc (Slab Zinc).
- B-695: Coatings of Zinc Mechanically Deposited on Iron and Steel, Magnetic Particle Examination.

## **5. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES Y PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN**

Los requerimientos ambientales según las normas de **ENSA** no aplican en esta contratación.

**EL CONTRATISTA** realizará los trámites y pagos necesarios ante Entidades Gubernamentales, relacionados con los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos y de aprobación de planos objeto del presente contrato, incluyendo el permiso de construcción del Municipio de Panamá y otras aprobaciones que pudieran requerirse tales como Salud, Bomberos, MOP, MIVI, ATTT, etc.

Con respecto al permiso de construcción del Municipio de Panamá, **EL CONTRATISTA** reportará evidencias de su visita física al Municipio, por lo menos una a dos veces por semana, hasta la aprobación del permiso provisional y definitivo.

## **6. ALCANCE DE LOS TRABAJOS**

Esta especificación técnica es una descripción general del requerimiento de **ENSA** para el diseño y construcción de una nueva caseta de comunicación y la renovación del control, monitoreo y comunicación de la subestación Tinajitas. **EL CONTRATISTA**, deberá realizar el diseño, confección de planos, memorias técnicas, especificaciones y demás actividades que estime necesarias para la nueva construcción, así como la instalación y puesta en servicio de los nuevos equipos en la subestación, cumpliendo las normas técnicas vigentes, leyes y normas de la República de Panamá, buenas prácticas de ingeniería y su experiencia en este tipo de proyectos.

Los trabajos incluyen, pero no se limitan a: diseño, confección de planos, obra civil, suministro de materiales y su instalación (cables, herrajes, cajas, gabinetes, etc), limpieza

de gabinetes existentes que mantengan equipos y cableado en desuso, puesta en servicio del tablero de comunicaciones y equipos de automatización; sin limitarse a estos. **EL CONTRATISTA**, deberá suministrar los materiales y servicios que estime necesarios para cumplir con el propósito de este proyecto, aunque no haya sido mencionado específicamente en documentos suministrados por **ENSA**.

Esta obra debe ser realizada con la supervisión de **ENSA**.

**EL CONTRATISTA** debe seguir las indicaciones de las especificaciones y documentos presentados por **ENSA** para evaluar la magnitud de los trabajos, la construcción y ejecución de la contratación.

Se encuentran dentro del alcance el cumplimiento del programa de salud ocupacional y el programa de seguridad industrial que debe implementar **EL CONTRATISTA**.

El orden de las tareas listadas en este documento no hace referencia al orden en el que se deben ejecutar los trabajos. **EL CONTRATISTA** acordará con **ENSA** el cronograma final de actividades del proyecto.

### **6.1. Diseño y construcción de la nueva caseta de comunicaciones**

La nueva casa de control deberá ser diseñada de manera que su fachada sea adecuada para el área donde se construirá y con pared de bloques rellenos de mortero de relleno, repellados internos y externamente y techo de concreto que permita colocar equipos como A/A, paneles solares, etc. Deberá contar con las respectivas señalizaciones de seguridad correspondientes para este tipo de instalaciones, así como las señalizaciones de salidas de emergencia, riesgos de alto voltaje etc.

La Estructura de la Nueva Casa de Control deberá ser capaz de soportar perturbaciones sísmicas de hasta una aceleración máxima de 0.3g en dirección lateral a la base del equipo y de 0.2g en dirección vertical. La unidad deberá permanecer en condiciones de funcionamiento durante y a continuación de una perturbación de ese tipo indicadas en el REP 2021. Las fundaciones para las columnas y vigas deberán ser diseñadas para las combinaciones de carga que produzcan los esfuerzos máximos en ella. Las cargas sobre las fundaciones deberán incluir todos los momentos de vuelco, cortantes horizontales y cargas verticales generadas por el equipo que vaya sobre ella.

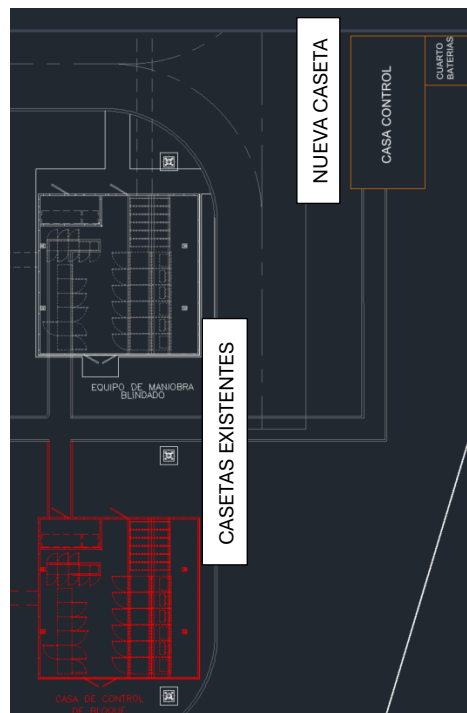
La nueva casa de control deberá tener espacio suficiente interno para poder instalar un banco de batería, gabinetes MPLS, gabinetes de comunicación, cableado de control y fibra óptica, entre otras. Se establece un tamaño de ocho (8) metros de largo por cuatro (4) metros de ancho (8x4 m) para el diseño de la caseta, fuera de este tamaño de la caseta, se deberá contemplar un pequeño cuarto de baterías de dos (2) metros de largo por dos (2) metros de ancho (2x2 m); este cuarto deberá formar parte de la caseta, sin embargo, no deberá influir sobre la medida principal. Ver Ilustración 2 y 3, como referencias.

**EL CONTRATISTA**, deberá considerar una altura mínima de 3.5 metros para la caseta, de forma tal que se tenga 1 metro libre para instalaciones. Para la altura total, **EL CONTRATISTA**, deberá considerar también que el gabinete más alto que se ubicará dentro mide 2.3 metros de altura.





*Ilustración 2 Espacio para la construcción de la nueva caseta*



*Ilustración 3 Bosquejo de la nueva caseta de comunicaciones*

La Casa Control debe cumplir con las siguientes características, pero no se limita a:

- a) Tener previsión de espacio para las canaletas y bancos de ductos de entrada necesarios que permitan el cableado de los equipos, debido a que recibirán el cableado externo de protección/control, proveniente del patio de 115kV, así como de las dos casetas de control existente, esto incluye transformadores, interruptores y bancos de capacitores. Las canaletas deberán tener las dimensiones adecuadas para permitir los trabajos de instalación y montaje de una forma cómoda y segura para las personas que ingresen a ellas. En las canalizaciones no deberá haber apiñamiento de los conductores, para ello debe realizarse los respectivos cálculos. Utilizar de referencia los ductos normalizados por ENSA

- b) Deberá contar con un panel de alimentación AC propio de la caseta, así como un panel de distribución de 48Vdc y otro de 125Vdc. El panel de 48Vdc se alimentará del banco de baterías y cargador que debe ser instalado el cuarto de baterías de esta caseta, mientras que el panel de 125Vdc, deberá ser alimentado del cargador existente de la subestación, ubicado en el EMB2.
- c) Tener previsión de espacio para las tuberías o canaletas, de entrada, exclusivas para el cableado de comunicación (Fibra Óptica y cable Ethernet), así como cableado de alimentación y previsiones a futuro.
- d) Tener un tamaño acorde a los equipos que contendrá, de manera que la distribución de los equipos en su interior sea la adecuada con el fin de garantizar una alta operatividad. **ENSA** proporcionará a **EL CONTRATISTA** las dimensiones de estos equipos.
- e) Contar con un equipo de aire acondicionado adecuado al tamaño de la caseta y uno adicional de respaldo. Las características de los equipos a montar en el interior de la caseta y su capacidad deben ser calculada.
- f) El cuarto de baterías también deberá contar con aire acondicionado propio. Su capacidad y características deberán ser calculados de acuerdo al tamaño del cuarto.
- g) Internamente deberá poseer techo con cielo raso y luminarias LED incorporadas, así como piso aislante y antideslizante.
- h) El alumbrado interior deberá contemplar un circuito independiente para iluminación de emergencia.
- i) La estructura general de la nueva casa de comunicación deberá protegerse contra los agentes típicos de ambientes tropicales.
- j) Dispondrá de puertas metálicas fabricadas en chapa de acero inoxidable. La caseta contará con dos entradas/salidas. La puerta principal deberá ser sencilla, mientras que la puerta posterior deberá ser doble. Estas puertas deberán equiparse con cerradura anticizalla y poseer salida de emergencia con cerradura interna anti-pánico.



*Ilustración 4 Referencia para puertas metálicas*

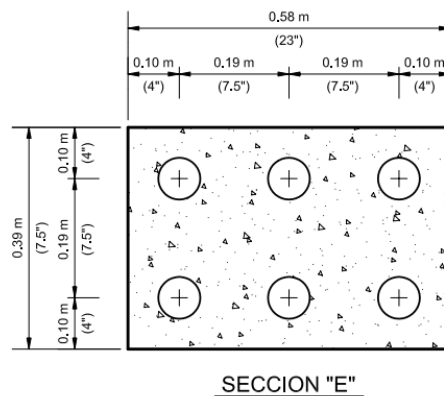
- k) Será pintada en su interior y exterior bajo el código de pintura establecido por ENSA, PINTUCO NE269-P cometa, disponiendo de rejillas para ventilación natural y extractor para ventilación forzada.
- l) El acabado de la losa del piso de la nueva casa de control deberá ser pulido y con pintura aislante.

m) En su interior y de forma general la caseta de comunicaciones deberá contar con lo enlistado abajo. El suministro, instalación, diseño e implementación serán responsabilidad del **EL CONTRATISTA**, a excepción de los suministros que serán responsabilidad de **ENSA**:

- Conjunto de instalaciones eléctricas para edificio.
- Sistema contra incendios, con su panel de alarmas, detectores de humos, bocina, etc.
- Panel de comunicación y SCADA.
- Racks de comunicaciones para fibra óptica
- Conjunto de elementos de ventilación y climatización.
- Suministro y montaje de fibra óptica, red de tierra y líneas de alimentación BT.
- Elementos de seguridad y señalización deberán ser en idioma español. Los letreros de salida deben ser luminosos para casos de emergencia.
- **EL CONTRATISTA** debe considerar en su diseño y construcción que, en el cuarto de baterías, se ubicará un gabinete de cargador con su banco de batería de litio (48Vdc).

### 6.1.1. Viga ductos y canaletas

- Diseño, confección de planos, suministro de materiales y construcción de un vigaducto para la conexión de una cámara existente y la nueva caseta de comunicaciones, en donde deberá llegar nuevo cableado de fibra óptica. Todos los vigaductos se deben construir cumpliendo con las normas de construcción subterránea de ENSA, tanto en profundidades como en distancias entre ductos (Ver anexo 5, sección E, sección G para profundidad mínima de 24"). Este vigaducto deberá contar con 6 tuberías de 4" de diámetro. Aquellas que sean para uso futuro, deberán quedar fichadas desde la cámara, hasta la nueva caseta de comunicaciones.



*Ilustración 5 Referencia de dimensiones para el nuevo vigaducto*



*Ilustración 6 Cámara existente y bosquejo de nuevo vigaducto.*

- Diseño, confección de planos, suministro de materiales y construcción de canaleta para cables de control, comunicación y potencia reducida de la subestación, para lograr la interconexión de los EMB existentes con la nueva caseta. Para este propósito, **EL CONTRATISTA**, deberá construir la canaleta de forma tal que se logre la interconexión con las canaletas existentes (patio y casetas existentes) de la subestación cuyo punto de unión se encuentra entre el EMB1 y EMB2. La parte de la canaleta que debe pasar por debajo del pavimento existente deberá considerarse como vigaducto y deberá contemplar tuberías dedicadas a cableado de alimentación, cableado de control y cableado de comunicación.



*Ilustración 7 recorrido de nueva canaleta*

En el **ANEXO 6**, se muestran las dimensiones de las canaletas existentes, para ser utilizados de referencias en las nuevas construcciones.

- Diseño, confección de planos, suministro de materiales y construcción de canaleta para el interior de la caseta. Esta canaleta, deberá tener una entrada hacia cada gabinete instalado. Las canaletas en el interior de la caseta deben confeccionarse siguiendo los parámetros del ANEXO 6, solo que, a diferencia de la canaleta exterior, esta canaleta deberá contar tapas metálicas. Ver ilustración 7, como referencia.

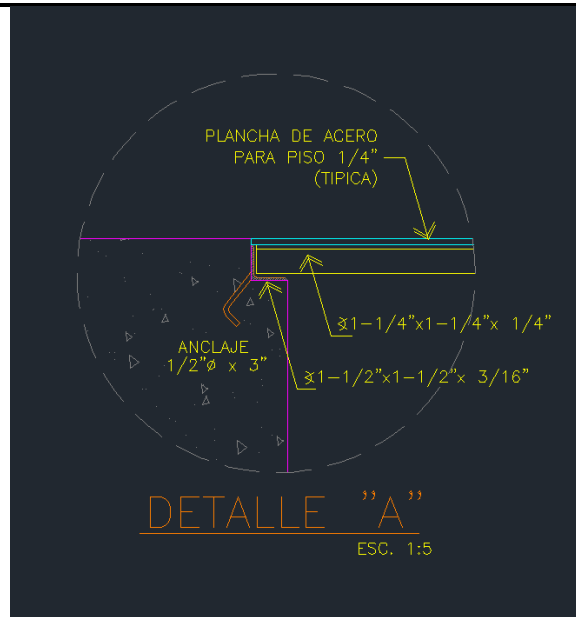


Ilustración 8 Plancha de acero para piso

- Para ambos tipos de canaleta, deben instalarse soportes individuales para protección/control, cableado de potencia reducida y comunicaciones. Se debe presentar el cálculo del ancho/alto de la canaleta y de la cantidad de herrajes a instalar.

Es responsabilidad de **EL CONTRATISTA**, que, según diseño pueda establecer si las dimensiones plasmadas son las adecuadas o se requiere mayor espacio.

### 6.1.2. Acabados

Superficies encofradas no requerirán tratamiento alguno, a excepción del curado especificado y la reparación de los defectos del vaciado. Las irregularidades de las superficies deberán corregirse únicamente en las depresiones y solo aquellas que desmejoran las propiedades estructurales de la obra.

El enrasado deberá aplicarse como etapa previa del acabado con flota y acabado liso. Las operaciones de acabado consistirán en nivelar las superficies hasta el grado requerido y enrasarlas suficientemente hasta que se obtenga una superficie pareja y uniforme.

**EL CONTRATISTA** debe dejar todas las estructuras bases, fundaciones, pedestales, biseladas para evitar el desgaste en las esquinas de estas.

Las reparaciones de superficies deberán ser efectuadas dentro de las 24 horas posteriores al desencofrado, a menos que el Inspector disponga lo contrario, y los gastos correspondientes correrán por cuenta de **EL CONTRATISTA**.

### 6.1.3. Estructuras de Acero Galvanizado

**EL CONTRATISTA** asumirá la total responsabilidad por el diseño, fabricación, pruebas, suministro y montaje de todas las estructuras metálicas objeto de este contrato. Las estructuras deberán suministrarse completas con pernos de anclaje, plantillas para el anclaje de los pernos en las fundaciones, con todas las perforaciones para la instalación de equipos.

La longitud vertical de las estructuras será la necesaria para cumplir el espacio libre de seguridad del personal. En el diseño de todas las estructuras se deberá asumir un coeficiente horizontal sísmico de 0.3g.

Las deflexiones de las estructuras no deberán exceder lo siguiente:

- L/240 para estructuras de soporte de equipos con conexiones en derivación hasta la barra rígida.
- L/360 para estructuras de soporte de equipos de barras y soporte de equipos con conexiones fijas hasta la barra rígida.

La deflexión de la estructura de anclaje deberá estar de acuerdo con la última edición del Manual de Construcciones de Acero de la AISC.

Las estructuras deberán ser diseñadas para resistir 1.27 veces la carga vertical debido al pesos de los equipos y materiales, más una carga de viento horizontal de 0.01 kg/cm<sup>2</sup> (25 psf) sobre el área proyectada del soporte de la barra (o equipo), barra rígida y estructuras.

Todos los materiales incorporados en los elementos suministrados deben ser nuevos y de la mejor calidad, libres de defectos e imperfecciones.

**EL CONTRATISTA** deberá realizar la fabricación, pruebas y suministro de los elementos de las estructuras de acero, incluyendo los certificados de calidad de los materiales utilizados para la fabricación y los protocolos de prueba respectivos.

La mano de obra debe ser de primera calidad y emplear las mejores técnicas de fabricación. La ejecución, el acabado y las tolerancias deben corresponder a prácticas de fabricación de alta calidad.

Todas las estructuras serán de acero de doble galvanizado en caliente y reticuladas. Todos los accesorios de estas también deberán ser galvanizados en caliente. El galvanizado debe cumplir las especificaciones de las siguientes normas:

A90	Weight Coating on Zinc-Coated (Galvanized) Iron or Steel Articles.
A123	Specification for Zinc (Hot Galvanized) Coatings on Products Fabricated from Rolled, Pressed and Forged Steel Shapes, Plates, Bars and Strip.
A143	Practice for Safeguarding Against Embrittlement of Hot Galvanized Structural Steel Products and Procedures for Detecting Embrittlement.
A153	Specification for Zinc Coating (Hot Dip) on Iron and Steel Hardware.
A239	Test Method for Location the Thinnest Spot in a Zinc (Galvanized) Coating on Iron or Steel Article by Preece Test (Cooper Sulfate Dip).
B6	Standard Specification for Zinc (Slab Zinc).

Todo material galvanizado a utilizarse deberá tener un recubrimiento mínimo de 915 gr/m<sup>2</sup>. La determinación del peso de la capa se realizará de acuerdo con la norma ASTM A90 y los requerimientos de la norma ASTM A239.



La Inspección verificará el cumplimiento de las especificaciones del galvanizado y rechazará aquel material que no cumpla con lo estipulado.

La calidad del material empleado en el proceso de galvanización deberá cumplir con los requisitos de la especificación ASTM B6 calidad Special H. Grade.

El suministro de acero deberá incluir todos los materiales y accesorios tales como plancha base, pernos de anclaje, pernos de conexión, tuercas y arandelas.

Todas las conexiones en la obra deberán ser del tipo empernado. El tamaño mínimo del perno deberá ser de 5/8 plg. (16 mm) de diámetro. Los pernos y las tuercas deberán ser separados por medidas y longitudes, y embalados en cajas separadas.

Todos los aspectos de diseño, fabricación, pruebas, inspección, materiales, suministros y montaje descritos en estas especificaciones deberán ser ejecutados conforme a los requerimientos de la última revisión de las siguientes normas:

- a. Norma ASCE: American Society of Civil Engineers. Boletín No. 52 Guide for design of steel transmission towers.
- b. Norma AISC: American Institute of Steel Construction:
  - Manual of Steel Construction.
  - Load and Resistance Factor Design “LRFD” Structural Members, Specifications and Codes.
- c. Norma AWS: American Welding Society.
  - D1-1 Structural Welding Code.
  - AWS-5 Bare Mild Steel Electrodes and Fluxes for Submerged Arc Welding.
- d. Norma ANSI: American National Standards Institute.
  - B.1.1 Unified Screw Threads.
  - B.18.2.1 Heavy Hex Structural Bolts
  - B.18.2.2 Square and Hex Nuts.
  - B.18.5 Round Head Bolts.
- e. Norma ASTM: American Society for Testing and Materials
  - A-6: Specification for General Requirements for Delivery of Rolled Steel, Plates, Sheet Piling and Bars for Structural Use.
  - A-36: Specification of Structural Steel.
  - A-90: Weight of Coating and Zinc Coated (Galvanized) Iron or Steel Articles.
  - A-123: Standard Specification for Zinc (Hot-Dip) Galvanized Coatings on Steel Products).
  - A-143: Recommended Practice for Safeguarding Against Embrittlement of Hot-Dip Galvanized Structural Steel Products and Procedure for Detecting Embrittlement.
  - A-153: Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware.
  - A-239: Test Method for Locating the Thinnest Spot in a Zinc (Galvanized) Coating on Iron or Steel Article by the Preece Test (Copper Sulfate Dip). LE;A-370: Standard Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products.
  - A-242: Standard Specification for High - Strength Low - Alloy Structural Steel.
  - A-370: Mechanical Testing of Steel Products
  - A-384: Recommended Practice for Safeguarding Against Warpage and Distortion during Hot Dip Galvanizing of Steel Structures.

- A-394: Specification for Galvanized Steel Transmission Tower Bolts.
  - A-441: High Strength Low-alloy Structural Manganese Vanadium Steel.
  - A-563: Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts.
  - A-572: Specification for High-Strength Low-Alloy Columbium-Vanadium.
  - A-615: Deformed and Plain Billet steel Bars for Concrete Reinforcement, Standard Specification for Zinc (Slab Zinc).
  - B-695: Coatings of Zinc Mechanically Deposited on Iron and Steel, Magnetic Particle Examination.
- f. CIGRE Study Committee 23 (Substations) – Working Group 23-11 (Substations and Environment ESCC Task Force (Effects of Short-Circuit Currents) – The mechanical effects of short-circuit currents in open air substations (Rigid and flexible bus-bars). 1987
- g. IEC-865-1 Short – circuit currents – Calculation of effects

Los requerimientos aquí especificados deben entenderse como un mínimo y no como una limitación del diseño.

Las estructuras deberán ser diseñadas con la suficiente resistencia para soportar los equipos, conductores, aisladores, herrajes y demás accesorios necesarios, bajo las condiciones de carga y los factores de seguridad especificados en las normas antes mencionadas, sin que soporten sobreesfuerzos o deformación permanente en cualquier miembro individual. Para el suministro de las estructuras de los equipos, EL CONTRATISTA deberá considerar las dimensiones y cargas de los equipos.

La rigidez de las estructuras deberá ser tal, que el alineamiento de los aparatos que soportan no se altere por las cargas a las cuales las estructuras están sujetas. Deberá tenerse cuidado en el diseño para permitir algunas cargas adicionales a las cuales pueden estar sujetas las estructuras durante el montaje. El factor de seguridad de las estructuras completas no deberá ser menor de 2,5 basado en las cargas de trabajo máximas. El diseño deberá evitar las cavidades donde se pueda acumular el agua; en caso de que no puedan ser evitadas se deberán proveer los orificios de drenaje apropiados para tal fin.

#### **6.1.4. Acero de Refuerzo para el Hormigón**

La calidad del acero de refuerzo deberá estar de acuerdo con las normas ASTM A -615 Grado 40. El tipo de barras a ser usadas deberán estar deformadas según se requiera por razones estructurales. Antes de la colocación en la obra, las varillas deberán ser limpiadas de cualquier incrustación y otras sustancias que puedan afectar el contacto entre el hierro y el hormigón, utilizando cepillo de alambre.

**EL CONTRATISTA**, deberá preparar los planos de detalle, incluyendo los esquemas de colocación en el sitio, los diagramas de dobladuras y las listas de barras, deberán ser detalladas de acuerdo con la norma ACI-315. Estos documentos deberán ser presentados a la inspección de **ENSA** para su aprobación.

Los refuerzos de acero deberán ser colocados, anclados y fijados en la obra de tal forma que no se desplacen o deformen durante el vaciado del hormigón. **EL CONTRATISTA** deberá usar espaciadores o soportes metálicos adecuados para mantener bien fijas las armaduras sin que los extremos de los soportes o espaciadores del refuerzo sobresalgan del hormigón, quedando a la vista. La distancia media de centro a centro de las varillas, así como el recubrimiento de estas, se regirá por lo estipulado en el código ACI 318-83.



Se utilizarán barras redondas lisas y corrugadas con un límite de fluencia certificado de 2400 kg/cm<sup>2</sup> y de 4200 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Las mallas electrosoldadas en caso de ser utilizada en las obras tendrán un límite de fluencia de 4900 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **6.1.5. Hormigón Vaciado en Sitio**

El trabajo de construcción consistirá en el suministro de todos los materiales, mano de obra, servicios y equipos, y la realización de toda la fabricación, transporte, encofrado, colocación, terminación y las operaciones de curado del hormigón que sean necesarias para completar la obra.

El concreto consistirá en una mezcla de cemento Portland, agua, agregados finos y gruesos libres de sustancias perjudiciales y cumpliendo con los requisitos, especificaciones y normas del ACI (American Concrete Institute), y ASTM (American Society for Testing and Materials).

No deberá vaciarse hormigón alguno en agua corriente, y el hormigón no deberá ser expuesto a la acción de agua en movimiento hasta que esté suficientemente endurecido.

El hormigón deberá ser consolidado por medio de vibradores accionados eléctrica o neumáticamente del tipo a inmersión. Los vibradores de este tipo deberán tener una frecuencia mínima de 8000 revoluciones por minuto. Donde no puedan usarse vibradores del tipo inmersión deberán utilizarse vibradores aplicados a los encofrados. El vibrador deberá ser introducido de tal forma que permita vibrar el espesor total de la capa vaciada. El grado satisfactorio de vibración del hormigón será establecido aplicando los criterios expuestos en el párrafo N°110 del "Concrete Manual", VIII Edición, de la USBR.

El hormigón deberá ser conservado húmedo después del vaciado, y también deberá ser protegido de la acción nociva de los rayos solares, vientos secos, agua, de vibraciones y de cualquier otro factor perjudicial.

El curado del hormigón deberá ejecutarse por medio del uso de productos químicos aprobados por el inspector de ENSA. Se recomienda el uso de CURE-A-SEAL u otro producto similar. Los encofrados de madera deberán también mantenerse húmedos. El período de protección deberá durar por lo menos diez (10) días después del vaciado, salvo disposiciones contrarias del Inspector de ENSA.

Los concretos se clasificarán según su resistencia a la compresión a los 28 días, conforme a las normas del ASTM de la siguiente forma:

Clase AA	4.000 p.s.i. (275 kg/cm <sup>2</sup> )
Clase A	3.000 p.s.i. (210 kg/cm <sup>2</sup> )
Clase B	2.500 p.s.i. (175 kg/cm <sup>2</sup> )
Clase C (Concreto de limpieza)	1.700 p.s.i. (119 kg/cm <sup>2</sup> )

Se deben realizar las pruebas objeto de este contrato de acuerdo con las normas que aplican y a lo indicado en este documento. En especial las que se deberán realizar para todo el hormigón a utilizar en el proyecto.

Antes del vaciado, se deberá realizar la prueba de revenimiento y temperatura; adicional se deberán extraer cilindros o testigos del camión mezclador de concreto, los cuales deberán ser ensayados a los días 3, 7, 14 y 28 días luego de su vertido en obra. Los resultados de esos ensayos deberán presentar información de fecha, hora, elemento vaciado, empresa proveedora, número de camión, resistencia a la compresión, temperatura, asentamiento. A medida que vayan cumpliendo los días de fraguado especificado arriba **EL CONTRATISTA**, suministrará los resultados de las pruebas firmado por el laboratorio y/o ingeniero idóneo, se entregará copia impresa y digitalizada con la firma de los profesionales involucrados con la realización de las pruebas.

Estos ensayos se realizarán sin limitarse a las siguientes actividades:

- Nuevas canaletas
- Caseta de comunicaciones
- Losa del techo de la caseta de comunicaciones
- Reposición de pavimento

#### **6.1.6. Excavación, relleno y nivelación**

El trabajo cubierto en esta especificación consiste en el suministro de toda la mano de obra, material, equipo, herramientas y transporte necesario para efectuar el trabajo de excavación, relleno y nivelación del terreno requerida.

Todo material excavado que no sea apropiado para relleno y todo el excedente que no se necesite para rellenar, deberá ser removido del área de los trabajos, cargados y botados por **EL CONTRATISTA**, lo antes posible. Las excavaciones deberán hacerse en tal forma que las aguas superficiales sean desviadas de las zanjas y excavaciones y el agua que se acumule en las mismas deberá ser removida por medio de bomba u otros métodos convencionales.

**EL CONTRATISTA** debe considerar de ser necesario un estudio geotécnico para la estabilización del talud.

**EL CONTRATISTA** debe considerar cuando realice una excavación que debe realizar el relleno y compactación de esta, esta compactación debe ser al 95 % del Proctor estándar.

**EL CONTRATISTA** debe realizar el relleno con material apto para los trabajos, de no ser así **ENSA** solicitará al contratista el retiro inmediato del material de relleno bajo su propio costo.

#### **6.1.7. Conexiones a tierra.**

Las estructuras o medios de soporte metálico, cajas y/o gabinetes metálicos y en general todas aquellas partes metálicas de la caseta con la que pueden estar en contacto el personal estando en servicio la subestación, deben estar conectadas efectivamente a la malla de tierra de la subestación de manera que constituyan un conjunto equipotencial.

Para este efecto la nueva caseta debe incluir el diseño y construcción de un sistema de red de tierra, con conductores y electrodos de cobre de sección suficiente, que se conectan al sistema de tierra general de la subestación; para este propósito se debe utilizar como mínimo cable #4/0 AWG. La interconexión de la red de tierra con los equipos debe ser con barras de cobre de sección rectangular de la capacidad adecuada. El número de puntos de conexión debe ser diseñado de acuerdo con el tamaño y cantidad de elementos que conforman la caseta y el diseño debe asegurar la ausencia de puntos con diferencia de potencial entre sí y a tierra.

**EL CONTRATISTA** deberá entregar el estudio y la memoria técnica con los cálculos de los calibres de las barras y conductores a utilizar en cada uno de los puntos de conexión al sistema de aterrizaje de los equipos. Se debe incluir mediciones de tierra que corrobore que el sistema de tierra está conforme a lo calculado en la etapa de diseño. Se debe realizar pruebas de resistencia a tierra y entregarlas a ENSA; el ohmeaje permitido en subestaciones eléctricas es menor a 1 ohms. Esta instalación también debe contar con registros de inspección para validar la resistencia a tierra. Ver ilustración 8 como referencia.



*Ilustración 9 Registro de inspección*

Es responsabilidad de **EL CONTRATISTA**, reubicar la red de tierra existente en caso de que este pase por el espacio destinado para la nueva caseta, al igual que el suministro de los materiales que serían necesarios para este propósito y garantizar que las mediciones estén dentro del rango permitido (por debajo de 1 ohm).

#### **6.1.8. Sistema contra incendios, con su panel de alarmas, detectores de humos, bocina, etc.**

**EL CONTRATISTA**, deberá presentar el diseño y confección de planos en base al tamaño de la caseta, para el sistema contra incendios, número de detectores de humo y de anunciación (sirenas con luz) así como todos los accesorios relacionados con este punto. El suministro e instalación de estos equipos, así como las herramientas asociadas, serán responsabilidad de **EL CONTRATISTA**, al igual que su puesta en operación.

**EL CONTRATISTA**, deberá contemplar que el cableado de este sistema debe ser integrado en el panel de alarmas existente en la subestación, que se encuentra ubicado en el EMB1, este último mantiene zonas libres para conectar los dispositivos iniciadores (Estación manual y sensores de humo), y de anunciación (Sirenas con luz estrobo) que se instalen en la nueva caseta. Este cableado deberá pasar por canaleta y deberá estar protegido mediante tubería.

**EL CONTRATISTA**, debe considerar que todos los nuevos dispositivos deben ser convencionales.

#### **6.1.9. Sistemas especiales de seguridad en la subestación**

**EL CONTRATISTA** dentro de la ejecución del proyecto, en lo que se relaciona al suministro, instalación y configuración de los sistemas especiales de seguridad debe coordinar con el departamento de seguridad de infraestructura de **ENSA**.

**EL CONTRATISTA** debe diseñar, realizar pruebas, confeccionar planos, ejecutar obras civiles y suministrar e instalar todos los equipos y materiales necesarios (cámaras con sus

respectivos soportes, sensores, paneles, tuberías, etc.) para la implementación y puesta en servicio del sistema de video vigilancia. Deberá someter para aprobación de **ENSA**, el diseño y todos los equipos y materiales a utilizar con sus respectivas hojas técnicas.

La instalación de tuberías debe realizarse en conformidad con lo establecido en la última revisión del NEC y del RIE de Panamá. Las tuberías expuestas deben ser de material metálico, con la finalidad de proteger los cables instalados dentro de ellas.

Las zonas de vigilancia deben cubrir solo interior de la caseta de comunicaciones, puesto que el perímetro ya se encuentra cubierto. Esta cámara debe ubicarse de forma que visualice la circulación interna de la caseta, así como la entrada principal de esta. La integración de la red de comunicación de este sistema será responsabilidad de **EL CONTRATISTA**.

**Nota:** **EL CONTRATISTA**, se obliga a realizar la inspección en campo para los trabajos relacionados a los sistemas especiales en coordinación con el Departamento de Seguridad de Infraestructura con la finalidad de detallar ubicaciones, recorridos de cableado existente y cableado nuevo y cualquier duda existente.

**EL CONTRATISTA**, debe tener en consideración que el cableado de las Cámaras de seguridad debe converger en la caseta principal de la subestación (EMB1) en donde estará ubicado el gabinete de Comunicaciones para los equipos de Video Vigilancia. Debe tomar en consideración las distancias de comunicación en los tramos más largos ya que a mayor distancia la visualización de estas no debe verse afectado, en caso de que supere la distancia de cobertura, **EL CONTRATISTA** debe considerar en su propuesta el equipo amplificador de señal para que dicha comunicación no se vea afectada. Este equipo amplificador deberá tener sus protecciones y sus adecuaciones en el área de instalación en donde se requieran colocar los mismos para garantizar su funcionalidad y finalidad de transmitir de manera correcta el video de las cámaras.

**EL CONTRATISTA**, deberá suministrar algunos materiales siguiendo las siguientes especificaciones:

Cámaras domo interior <b>Marca Hikvision - modelo iDS-2CD7186G0-IZHSY(2.8-12mm)(D)</b>
Patch Cord de datos Cat 6A blindado SF/UTP

Cableado de cámaras: El cable requerido para cada cámara es el SF/UTP categoría 6A, blindado.

Actualmente esta subestación cuenta con sensores perimetrales a lo largo de todo el perímetro, en caso de la vista entre los sensores que están cercanos a la construcción de la nueva caseta se vean obstaculizados por esta, **EL CONTRATISTA**, debe realizar su reubicación de forma tal que se recupere la línea de vista y queden operativos. Para esto, el personal de seguridad de la infraestructura les dará las indicaciones pertinentes. El suministro de los materiales necesarios, así como su instalación será responsabilidad de **EL CONTRATISTA**.

#### **6.1.10. Sistema de iluminación interna y externa**

**EL CONTRATISTA** debe realizar el diseño del sistema de iluminación externo e interno del cuarto de comunicaciones.

Para el cuarto de comunicaciones se debe considerar el nivel de iluminación adecuado para realizar labores de inspección y reparación de equipos en caso de emergencia. El alumbrado normal se realizará mediante lámparas LED. Se debe considerar iluminación externa en la caseta de tipo empotrada en pared.

**EL CONTRATISTA** debe considerar en su diseño un circuito de alumbrado en 125VDC para cada sección de la caseta, incluyendo el cuarto de baterías. Se debe considerar luminarias de DC e interruptores exclusivos de DC para cada circuito de alumbrado y alimentarlos desde el panel de distribución 125vDC de la subestación.

#### **6.1.11. Piedra #4 de cantera**

Suministro de mano de obra y materiales para la colocación de piedra N°4 de cantera sobre toda la superficie de la subestación Tinajitas que se vea afectada por la construcción de la nueva caseta y las nuevas canaletas para el cableado; esta piedra debe ser compactada hasta conseguir las 4 pulgadas sobre la tierra.

**EL CONTRATISTA**, deberá evitar hasta donde sea posible la contaminación de la piedra existente del patio de la subestación cuando se realicen excavaciones, haciendo uso de lonas u otro material que pudiese ayudar con esta labor y deberá colocar piedra en aquellos lugares donde haga falta o se deba utilizar piedra nueva.

**EL CONTRATISTA**, deberá presentar a **ENSA** un puñado o saco de piedra a manera de prueba, para garantizar que en efecto se utilizará la piedra del tamaño correcto.

Se tomarán medidas aleatorias para comprobar que **EL CONTRATISTA** coloque las piedras a la altura solicitada.

#### **6.1.12. Sistema de drenaje**

Ingeniería de diseño y planos de detalles requeridos, construcción del sistema de drenaje pluvial de la subestación, se debe considerar la conexión al sistema de drenaje público o al existente.

#### **6.1.13. Paneles de distribución de la caseta**

**EL CONTRATISTA**, deberá suministrar e instalar tres (3) paneles de distribución dentro de la caseta, para esto deberá contemplar el espacio para los paneles, así como todo su cableado.

- **Panel de distribución 125Vdc:** este panel deberá tener como mínimo 12 circuitos y se deberá hacer uso de breaker DC únicamente, no se permitirá el uso de breaker AC. **EL CONTRATISTA**, deberá dimensionar el tamaño del panel de acuerdo con el diseño de los elementos que se deban conectar a él. Este panel deberá estar alimentado desde el panel existente del EMB2 en el cual también se deberá hacer uso del breaker DC y deberá quedar debidamente aterrizado y etiquetado. **EL CONTRATISTA**, deberá dimensionar el calibre del cable a utilizar para realizar la alimentación de panel a panel, al igual que el breaker que servirá como principal.

Se hará uso de este panel para alimentar cada uno de los gabinetes que se instalen dentro de la nueva caseta de control, cada gabinete representará un circuito dentro del panel; esta alimentación deberá llegar a un breaker que servirá como principal dentro de cada gabinete, para este recorrido **EL CONTRATISTA**, hará uso de cable 12AWG, respetando los colores de cable de alimentación.

- **Panel de distribución 48Vdc:** este panel deberá tener como mínimo 12 circuitos y se deberá hacer uso de breaker DC únicamente, no se permitirá el uso de breaker AC. **EL CONTRATISTA**, deberá dimensionar el tamaño del panel de acuerdo con el diseño de los elementos que deban conectarse a él. Este panel estará alimentado por el nuevo cargador de 48Vdc que se ubicará dentro de la nueva caseta de comunicaciones. **EL CONTRATISTA**, deberá dimensionar el calibre del cable a utilizar para alimentar el panel y deberá quedar debidamente aterrizado y etiquetado.  
Se hará uso de este panel para alimentar cada uno de los gabinetes que se instalen dentro de la nueva caseta de control, cada gabinete representará un circuito dentro del panel; esta alimentación deberá llegar a un breaker que servirá como principal dentro de cada gabinete, para este recorrido **EL CONTRATISTA**, hará uso de cable 12AWG, respetando los colores de cable de alimentación.
- **Panel de distribución AC:** este panel deberá tener como mínimo 12 circuitos y deberá hacer uso de breaker AC. **EL CONTRATSITA**, deberá dimensionar el tamaño del panel de acuerdo con el diseño de los elementos que deban conectarse a él. Este panel estará alimentado por el transformador de servicios auxiliares que se encuentra en el patio de la subestación. **EL CONTRATISTA**, deberá dimensionar el calibre del cable a utilizar, según análisis de cargas, para realizar la alimentación del transformador al panel, al igual que el breaker que servirá como principal. El cableado deberá pasar por la nueva canaleta hacia la nueva caseta de comunicaciones.

#### **6.1.14. Cargador de baterías 48Vdc**

**EL CONTRATISTA**, deberá instalar un banco de baterías de litio suministrado por **ENSA**. Este banco es de tipo rack mount y viene integrado en su gabinete junto con el cargador de 48Vdc.

**ENSA**, suministrará las especificaciones necesarias para que **EL CONTRATISTA**, pueda estar anuente de las medidas que considere necesarias.

**EL CONTRATISTA**, deberá suministrar todos los materiales necesarios para esta instalación y será responsable de su puesta en operación, así como del cableado necesario para las alarmas y alimentación del nuevo panel.



*Ilustración 10 Banco de baterías de 48Vdc*

**6.1.15. Sistema de aire acondicionado**

**EL CONTRATISTA** debe realizar la ingeniería de diseño del sistema de aire acondicionado del cuarto de comunicaciones donde se alojarán los equipos de uso interior de la subestación. El sistema de aire acondicionado debe ser eficiente y cumplir con la finalidad de estar funcionando las 24 horas del día, todos los días.

Los equipos acondicionadores de aire a los que hace referencia este documento deben cumplir con las siguientes especificaciones:

Marcas	Tecnología	SEER	Refrigerante
York Carrier Trane	Inverter VRF *	15 o superior	R410

**EL CONTRATISTA** debe realizar el cálculo de las toneladas en el diseño de aire acondicionado. Estos planos deben ser aprobados por **ENSA**.

Los equipos deben cumplir con los estándares más recientes en cuanto a materia de eficiencia energética y responsabilidad ambiental. Es obligación de **EL CONTRATISTA** cumplir con lo estipulado en las siguientes reglamentaciones y leyes:

- REGLAMENTO TÉCNICO DGNTI-COPANIT 101:2017
- REGLAMENTO TÉCNICO DGNTI-COPANIT 102:2017
- REGLAMENTO TÉCNICO DGNTI-COPANIT 103:2017
- REGLAMENTO TÉCNICO DGNTI-COPANIT 104:2017
- NORMA TÉCNICA DGNTI-COPANIT 506:2017
- Decreto Ejecutivo No. 398 de 2013.

El equipo instalado debe funcionar las 24 horas del día sin interrupciones.

**EL CONTRATISTA** debe incluir en la propuesta la instalación de los equipos para garantizar el funcionamiento y el tiempo de garantía que este ofertando.

Esta propuesta deberá contar con todos los accesorios o implementos necesarios para su debida instalación y correcta operación. A continuación, se proporciona un listado de cumplimiento obligatorio:

- Filtro Secador
- Indicador (visor) de Líquido
- Válvula (llave) de Paso
- Tubería de Refrigerante
- Aislante Térmico Flexible
- Protector de Voltaje
- Bandeja Recolectora de Condensado
- Tubería de Drenaje
- Filtros y Estructura Porta Filtros

De ser necesario realizar adecuaciones in situ (ver listado abajo) para la instalación de los equipos, **EL CONTRATISTA** se compromete a realizarlas, de lo contrario el recibido conforme de los trabajos por parte del personal de **ENSA**, no se dará.

- Perforación de pared
- Sellado con silicona o espuma de poliuretano

- Adecuación de base para montaje

**EL CONTRATISTA** deberá garantizar todos los equipos por un mínimo de un (1) año a partir de la fecha de instalación y recibido conforme de los equipos por parte del personal de ENSA.

Para mantener las condiciones o términos de la garantía, y debido al lugar donde serán instalados los equipos, si se requiere que los equipos sean manipulados y/o trasladados de manera manual o que el equipo sea intervenido o desarmado para poder transportarlo por partes y luego armarlo, **EL CONTRATISTA** asume completa y totalmente la responsabilidad sobre los equipos. **EL CONTRATISTA** debe ser garante de, y estar presente durante el manejo y transporte adecuado de los equipos, esto debe ser aprobado y supervisado por **EL CONTRATISTA**.

## **6.2. Instalaciones relacionadas a la comunicación de la subestación**

### **6.2.1. Gabinetes de Comunicaciones**

Es responsabilidad de **EL CONTRATISTA** realizar la ingeniería de detalle y las adecuaciones para llevar el cableado de las señales desde los equipos en el patio de 115kV hasta la caseta de comunicaciones, así como desde los dos EMB existentes en la subestación.

**EL CONTRATISTA**, deberá tomar en cuenta e incluir en su diseño las adecuaciones al suelo de la nueva caseta de comunicaciones en donde se vaya a instalar el gabinete, de manera tal que se mantenga la firmeza del gabinete y permita el paso adecuado de los cables de control y comunicaciones. Este diseño deberá contemplar una derivación de entrada de la canaleta principal del piso dentro de la caseta, hacia el gabinete, de forma tal que el cableado entre de forma directa por debajo del gabinete.

**ENSA**, proporcionará a **EL CONTRATISTA**, los planos de dimensiones del tablero de comunicaciones al inicio del proyecto, para que se tome en cuenta para el dimensionamiento de la adecuación. **EL CONTRATISTA**, deberá estimar y realizar las reparaciones que resulten necesarias para conservar la buena estética de la caseta, incluyendo resanado de bordes, corte o instalación de las planchas metálicas, pintura del suelo, etc.

**EL CONTRATISTA** movilizará, introducirá y colocará en posición el gabinete suministrado por **ENSA**, dentro de la caseta de la subestación Tinajitas. Este gabinete se encuentra actualmente dentro de la subestación Costa del Este, por lo que se deberán realizar las adecuaciones que se estimen necesarias para llevar a cabo esta tarea. Para este propósito **EL CONTRATISTA**, deberá volver a embalar el gabinete de comunicaciones, el cual contaba con una estructura de palet, la cual fue abierta en su momento para inspección del gabinete. Esto atribuye una medida de seguridad para evitar que el gabinete, el cual tiene un tamaño considerable, sufra rayones y abolladuras a lo largo del camino. Es responsabilidad de **EL CONTRATISTA** garantizar que el gabinete llegue en óptimas condiciones a su destino. En caso de que **EL CONTRATISTA** haga uso de un tercero para esta movilización, también se deberá hacer responsable de cualquier daño o inconveniente.

**EL CONTRATISTA**, deberá considerar el uso de grúa o monta carga para lograr el levantamiento del gabinete y colocarlo en su ubicación final.





*Ilustración 11 imágenes actuales del gabinete*

Este gabinete de comunicaciones viene equipado con los siguientes equipos:

- Tres (3) switches administrables SEL-2730M
- Un (1) reloj satelital SEL-2488
- Una (1) pantalla para HMI con teclado
- Una (1) RTU SEL-3555
- Un (1) SEL-AXION con módulos de entradas y salidas

Adicional a este gabinete, **EL CONTRATISTA**, deberá suministrar e instalar dentro de la nueva caseta de comunicaciones, tres racks 19" 42U 800x1000mm, color negro, puerta transparente. Estos gabinetes deberán tener su propia entrada en canaleta, como se mencionó en el punto 6.1.2.



*Ilustración 12 Ejemplo de gabinetes de comunicaciones*

Cada gabinete deberá tener en su interior una barra de tierra, con sus respectivos orificios, para el aterrizaje de los equipos que se instalen en él, la cual deberá ser suministrada e

instalada por **EL CONTRATISTA**. Además de la barra de tierra, **EL CONTRATISTA**, deberá proveer alimentación a cada gabinete, desde los paneles de alimentación, dejando así un breaker principal en el gabinete para cada nivel de voltaje (Vdc) con el que se cuente en la caseta (125Vdc, 48Vdc y 120Vac). Estos breakers, al igual que el cableado y elementos asociados a esta actividad, deberán ser suministrados por **EL CONTRATISTA**. Los breakers deberán ser exclusivamente DC para los voltajes en esta categoría y deberán ser montados en riel DIN.

Otros equipos deberán ser instalados en el gabinete principal SEL, por **EL CONTRATISTA**, los cuales serán suministrados por **ENSA**. Estos equipos quedarán ubicados en espacios libres del gabinete y deberán ser señalizados correctamente.

**ENSA** suministrará los siguientes equipos de forma individual, para su instalación según requerimientos especificados en este documento y sus anexos:

- Cuatro (4) switches administrables SEL-2730M
- Un (1) servidor de puertos seriales SEL-3610
- Seis (6) concentradores de señales SEL-2440
- Un (1) distribuidor de IRIG-B SEL-3400
- Un (1) módulo de transformador SEL-2411
- Un (1) Router RX1500
- Cuatro (4) convertidores EIA-232 a Fibra Óptica Multimodo con IRIG-B Transmisores
- Cuatro (4) convertidores EIA-232 a Fibra Óptica Multimodo con IRIG-B Receptores
- Cuarenta y cuatro (44) convertidores serial-ethernet SEL-2890
- Veinte (20) SFP 1000BASE-SX MM LC 850 nm
- Seis (6) SFP 1000BASE-LX SM 1310 nm

### **6.2.2. Alimentación del nuevo tablero de comunicaciones**

El nuevo tablero de comunicaciones contiene equipos que requerirán doble alimentación de 125 VDC y 48VDC, por lo que **EL CONTRATISTA** deberá llevar la alimentación de los breakers instalados en los paneles de la caseta de comunicación hasta un punto bornera dentro del gabinete para suplir de los voltajes necesarios. Será necesario llevar una alimentación desde el panel del 125Vdc y una alimentación desde el panel de 48Vdc.

**EL CONTRATISTA**, deberá suministrar e instalar el cableado de alimentación de todos los equipos adicionales que se instalen en el nuevo gabinete de comunicaciones, al igual que los breakers DC que sean necesarios para este propósito, siguiendo la instalación original de fábrica que tengan los equipos ya instalados. Para este propósito **EL CONTRATISTA**, deberá utilizar el cableado especificado en el ANEXO 1.

**EL CONTRATISTA** deberá suministrar e instalar el cableado 6 AWG exclusivo para la puesta a tierra del tablero de comunicaciones con la red de la subestación.

### **6.2.1. Señales de telecontrol**

Al ser un tablero que tendrá como función principal las telecomunicaciones, pocas señales se tienen contempladas integrar en él. Además de las señales internas que ya vienen cableadas de fábrica, se tienen contempladas un total de dieciocho (18) señales de entrada digital y 0 (ninguna) señales de salida digital. Estas señales vienen de patio, el cargador que se encuentra en el EMB2 y el nuevo cargador ubicado en la nueva caseta de comunicaciones.

**EL CONTRATISTA**, deberá suministrar e instalar el cableado de control necesario para esta actividad. El ANEXO 3 contiene la tabla de señales y detalles adicionales que **EL CONTRATISTA** deberá tomar en cuenta para realizar el cableado y su etiquetado.

Una vez estas señales sean migradas a la nueva RTU en el tablero de comunicaciones, **EL CONTRATISTA** deberá retirar el cableado de control y equipos que queden en desuso, producto de esta migración.

Para referencias, **ENSA** proporcionará planos o información disponible para identificar el cableado de control a instalar. Esto no exime a **EL CONTRATISTA** de hacer levantamientos adicionales en conjunto con **ENSA** en caso de requerirse o que no existan planos disponibles para esta finalidad.

### **6.3. Equipo de automatización en patio de 115kV**

En el patio de 115kV de la subestación Tinajitas, se encuentran interruptores y cuchillas de seccionamiento de las líneas de 115kV y transformadores asociados. Las señales de los equipos mencionados y los cuales son de interés para **ENSA**, no están siendo monitoreados en su totalidad, por lo que **EL CONTRATISTA** instalará tres (3) SEL-2440 que se conocerán como IO04, IO05 e IO06 y un (1) SEL-2411 conocido como IOT2, todos suministrado por **ENSA** para recolectar alrededor de 56 señales de entrada digital, 6 señales de salida digital y 5 señales de entradas analógicas.

El trabajo deberá incluir todo lo requerido para completar la instalación correctamente, de forma que se puedan recolectar las señales indicadas, proteger el equipo de automatización de las condiciones ambientales, preservar la buena estética de la instalación y cumplir normas técnicas aplicables. **EL CONTRATISTA** deberá suministrar materiales adicionales que estime necesarios para este propósito, aunque no hayan sido mencionados específicamente en documentos suministrados por **ENSA**.

**EL CONTRATISTA** deberá suministrar e instalar el cableado eléctrico y/o breakers desde un tablero de distribución 125 VDC de la subestación o puntos de alimentación disponible en la caja de control del interruptor, para alimentar los equipos de automatización. En las cajas en donde se instalen los SEL-2440, **EL CONTRATISTA**, también deberá destinar un breaker para DC para el equipo. Los breakers destinados para estas instalaciones, deberán ser DC, no se permitirá el uso de breaker AC.

Todos los SEL-2440 deberán ser cableados en su totalidad hasta un punto bornera, sin exceptuar aquellos puntos de señales de entrada y salida que se dejarán para su uso a futuro. **EL CONTRATISTA**, deberá suministrar, instalar y cablear las borneras necesarias para esta finalidad, las cuales se instalarán dentro de las cajas en donde se ubiquen los SEL-2440; tanto las borneras como el cableado a utilizar se encuentran especificados en los anexos de este pliego.

Este cableado, deberá quedar completamente etiquetado y referenciado al punto de entrada o salida del SEL-2440, así como a la bornera y punto de este, que se tome como destino.

Será necesario que **EL CONTRATISTA** realice un levantamiento y pruebas del panel de control manual que se encuentran en el EMB1, el cual cuenta con control de los interruptores asociados a las líneas de 115kV. Se debe validar que los controles estén operativos y que su funcionamiento no se vea afectado con el retiro del cableado de control que se encuentra en los equipos de supervisión y control actuales. A partir del levantamiento a detalle realizado por **EL CONTRATISTA**, se determinará que cableado conectado a equipos de control se debe eliminar o reubicar. Todas las perillas de control, así como el bloqueo de

las perillas local/remoto deberán ser probadas antes y después de haber intervenido los esquemas de control.

**EL CONTRATISTA**, deberá realizar todas las adecuaciones eléctricas para dejar operativas en el SCADA las alarmas de Circuito de Disparo 86 y las alarmas Operó Bloqueo 86 de todas las perillas 86 (lockout relay) ubicadas en el EMB2 (Ilustración 11). Todas las adecuaciones y pruebas de los 86 deberán ser realizadas bajo libranzas previamente coordinadas con ENSA.



Ilustración 13 Perilla 86 de disparo y bloqueo

Regla	Descripción
86BF_OP	Opero Bloq 86BF
86BF_BL	CTO Disparo Bloq 86BF
86T_OP-	Opero Bloq 86T
86T_BL-	CTO Disparo Bloq 86T
86B_OP-	Opero Bloq 86B
86B_BL-	CTO Disparo Bloq 86B

Señales requeridas de las perillas 86.

### 6.3.1. Cajas de intemperie

**EL CONTRATISTA** suministrará tres (3) cajas de intemperie de acero inoxidable con grado de protección IP66 o superior de alta resistencia metálica o una caja de material resistente a condiciones ambientales (sol, lluvia, rayos UV, etc) y corrosión. Deberá tener un mecanismo de cierre seguro con facilidad para la colocación de un candado como el que ENSA comúnmente utiliza en subestaciones u otros equipos. Este candado será suministrado e instalado por ENSA.



*Ilustración 14 Ejemplo de caja de intemperie y candado*

La caja debe tener como mínimo:

- Un fondo interno metálico, para la instalación del equipo de automatización.
- Una barra pequeña de aterrizaje que deberá conectarse a la red de aterrizaje de la subestación, para el equipo de automatización o un aterrizaje directo a un punto definido dentro de la subestación y apantallamiento de cables multiconductores.
- Una resistencia de calefacción (120VAC) para eliminar humedad.
- Dos (2) breaker DC de 125 VDC de dos polos, uno para alimentación del equipo de automatización y otro para los circuitos de alarmas.
- Un (1) breaker AC de dos polos para la resistencia de calefacción.
- Suficientes borneras de interconexión tipo IEC etiquetadas para todas las señales, montada sobre DIN RAIL.
- Mecanismo de ventilación fijo (rendijas a los lados de la caja de intemperie, no se pondrá a consideración ventilación móvil).



*Ilustración 15 Ejemplo de elementos dentro de la caja de intemperie.*

**EL CONTRATISTA** deberá entregar las especificaciones técnicas de la caja de intemperie a utilizar en esta instalación en el patio de 115kV de la subestación Tinajitas.

**EL CONTRATISTA** deberá suministrar e instalar el cableado eléctrico y/o breakers desde un tablero de distribución 125 VDC de la subestación o puntos de alimentación disponible en las cajas de interruptores del patio de 115kV.



**6.3.2. Adecuaciones e instalación**

**EL CONTRATISTA** deberá realizar las adecuaciones para instalar tres (3) cajas de intemperie de acero inoxidable o de un material resistente a las condiciones ambientales y la corrosión (no plásticas), en las cuales se instalarán los equipos de automatización SEL-2440. Estas cajas serán instaladas a un costado de los interruptores 11LA12, 11LB12 y 11AB2, sobre la estructura existente de cada interruptor. (Ver ilustración 11).



*Ilustración 16 Concepto de instalación de las cajas en interruptores de patio de 115kV*

La ilustración 11 es para propósitos ilustrativos del requerimiento de **ENSA**, **EL CONTRATISTA** podrá proponer otro diseño según su experiencia en este tipo de proyectos, este será evaluado y aprobado por **ENSA**, siempre que cumpla con los objetivos de la instalación (protección del equipo de automatización, espacio, recolección de señales, protección de tuberías hasta la canaleta, fortaleza mecánica, etc).

➤ **Herrajes**

**EL CONTRATISTA** debe suministrar todos los herrajes y la tornillería para sujetar la caja a la estructura metálica de los interruptores.

Los herrajes y demás materiales para utilizar como soporte para la caja deberán ser de acero galvanizado en caliente con recubrimiento final de capa de zinc de al menos 127 micras o 915 g/m<sup>2</sup>. **EL CONTRATISTA** deberá entregar a **ENSA**, un documento o certificación del proceso de galvanizado que asegure el cumplimiento de la especificación solicitada.

➤ **Adecuaciones para señales de las cuchillas**

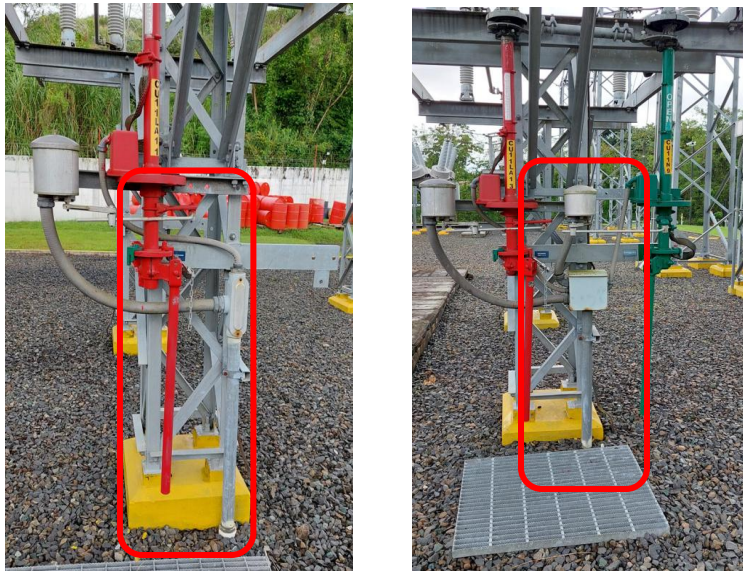
Para recolectar las señales de varias de las cuchillas del patio de 115kV, serán necesarias algunas adecuaciones o instalaciones para poder hacer el tendido y proteger los cables multiconductores.

- **Cuchillas 11LA11, 11LA13 Y 11N9**

Estas cuchillas cuentan con señales de estado y están siendo monitoreadas actualmente desde una protección ubicada en el EMB1 de la subestación. **EL CONTRATISTA** deberá instalar cableado nuevo tipo multiconductor a través de la tubería existente en cada cuchilla,

que van hasta la canaleta y llegar al nuevo SEL-2440 ubicado en la estructura del interruptor 11LA12.

**EL CONTRATISTA**, deberá retirar cableado que resulte en desuso producto de las adecuaciones y reacondicionar el suelo en caso de que este resulte intervenido durante estos trabajos.



*Ilustración 17 Tubería existente en cuchilla 11T1*

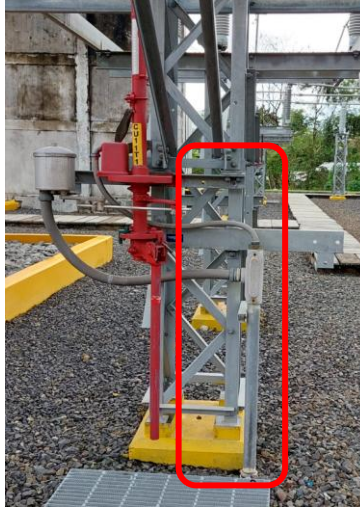
- **Cuchillas 11LB11, 11LB13 Y 11N42**

Estas cuchillas cuentan con señales de estado y están siendo monitoreadas actualmente desde una protección ubicada en el EMB1 de la subestación. **EL CONTRATISTA** deberá instalar cableado nuevo tipo multiconductor a través de la tubería existente en cada cuchilla, que van hasta la canaleta y llegar al nuevo SEL-2440 ubicado en la estructura del interruptor 11LB12.

**EL CONTRATISTA**, deberá retirar cableado que resulte en desuso producto de las adecuaciones y reacondicionar el suelo en caso de que este resulte intervenido durante estos trabajos

- **Cuchilla 11T1**

La señal de la cuchilla 11T1, asociada el transformador uno (1), está siendo monitoreada actualmente por la RTU ubicada en el EMB1 de la subestación. El **CONTRATISTA** deberá instalar cableado nuevo tipo multiconductor a través de la tubería existente en la cuchilla, que va hasta la canaleta y llega al nuevo SEL-2440 ubicado en la estructura del interruptor 11AB2.



*Ilustración 18 Tubería existente en cuchilla 11T1*

- **Cuchilla 11T2**

La señal de la cuchilla 11T2, asociada el transformador 2, está siendo monitoreada actualmente por la RTU ubicada en el EMB1 de la subestación. **EL CONTRATISTA** deberá instalar cableado nuevo tipo multiconductor a través de la tubería existente en la cuchilla, que va hasta la canaleta y llega al nuevo SEL-2411 ubicado en la caja de control del transformador dos (2) de la subestación.



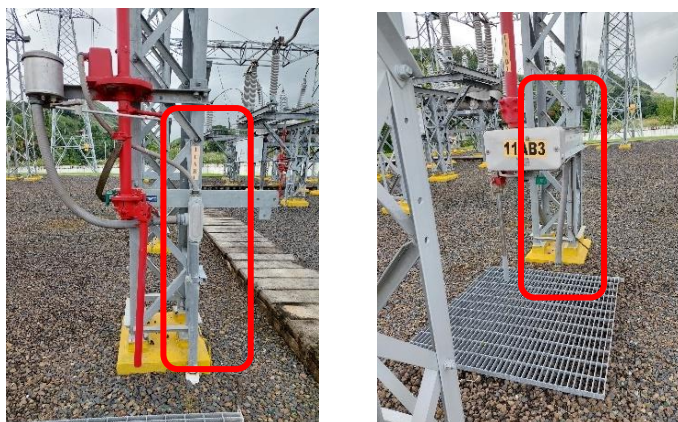
*Ilustración 19 Tubería existente en cuchilla 11T2*

- **Cuchillas 11AB1 Y 11AB3**

Estas cuchillas cuentan con señales de estado y están siendo monitoreadas actualmente desde una protección ubicada en el EMB1 de la subestación. **EL CONTRATISTA** deberá instalar cableado nuevo tipo multiconductor a través de la tubería existente en cada cuchilla, que van hasta la canaleta y llegan al nuevo SEL-2440 ubicado en la estructura del interruptor 11AB2.



**EL CONTRATISTA**, deberá retirar cableado que resulte en desuso producto de las adecuaciones y reacondicionar el suelo en caso de que este resulte intervenido durante estos trabajos



*Ilustración 20 Tubería existente en cuchillas 11AB1 y 11AB3*

- **Interruptores 11LA12, 11LB12, 11AB2**

Para ingresar los cables multiconductores y obtener las señales y alarmas asociadas a los tres (3) interruptores se deberán usar tuberías existentes en la subestación. Ver imagen 6.2.1.7.

**EL CONTRATISTA** deberá determinar los materiales y herramientas que necesitará para completar esta instalación satisfactoriamente, para que las señales puedan ser recolectados en el equipo propuesto, mantener la protección de los equipos y cajas del patio de 115kV, mantener la estética y cumplir las normas técnicas que apliquen.



*Ilustración 21 Tuberías disponibles en las cajas de los interruptores de 115kV*

### 6.3.3. Señales de telecontrol

**EL CONTRATISTA** deberá suministrar, instalar y etiquetar cableado de control de cable tipo multiconductor o SIS y borneras que resulten necesarias desde los puntos de origen de las señales hasta el equipo de automatización para el patio de 115kV. En el caso que sea necesario que el cableado pase por canaleta, deberá pasar por soportes metálicos

resistentes a la corrosión que serán instalados y suministrados por **EL CONTRATISTA** en las canaletas de la subestación según el espacio disponible. Además, cada cable multiconductor que sea instalado deberá tener su apantallamiento aterrizado.

Cada equipo de automatización, ubicado en cada interruptor, recolectará un aproximado de 10 señales de entrada digital y 2 señales de salida digital. El **ANEXO 3** contiene la tabla de señales y detalles adicionales que **EL CONTRATISTA** deberá tomar en cuenta para realizar el cableado y su etiquetado.

Una vez finalizada la puesta en servicio del equipo de automatización de 115kV, **EL CONTRATISTA** deberá retirar el cableado y equipos en desuso que resulten de esta instalación. Para referencias, **ENSA** proporcionará planos o información disponible para identificar las señales y el cableado de control existente. Esto no exime a **EL CONTRATISTA** de hacer levantamientos adicionales en conjunto con ENSA en caso de requerirse.

El diseño presentado por **EL CONTRATRISTA** para el control de todos los interruptores y cuchillas motorizadas del patio de 115kV, deberá contemplar el bloqueo de los mandos provenientes de SCADA, controlados en orden de jerarquía por medio de las perillas de 43L/R localizadas en la caseta de control y en los equipos de patio. Ver ilustración 17.

Para esto, **EL CONTRATISTA**, deberá realizar el cableado en serie de los contactos asociados al mando de patio y el que proviene de la caseta de control.

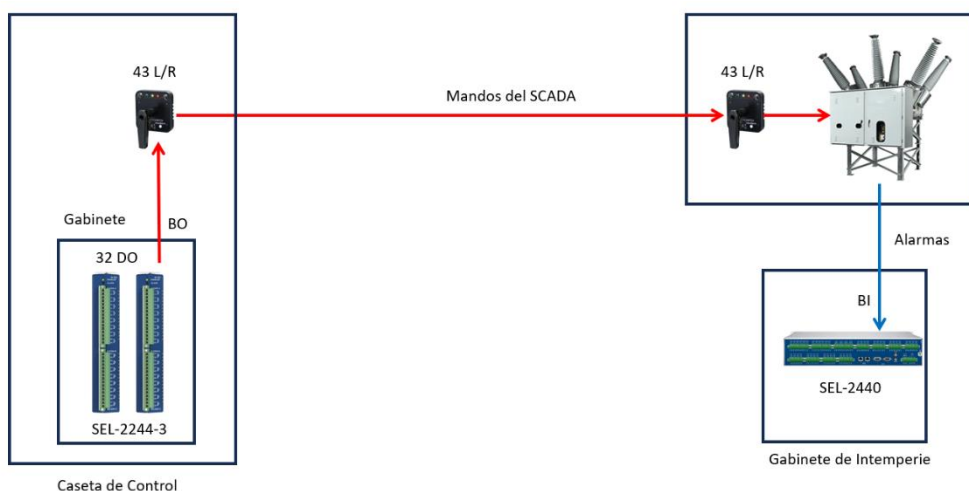


Ilustración 22 Esquema de bloqueo por 43L/R para los mandos de SCADA.

### 6.4. Equipo de automatización para el transformador T2

Con el objetivo de recolectar o reubicar señales existentes de alarmas y estados del transformador T2, **EL CONTRATISTA** deberá instalar un equipo SEL-2411 (IOT2) para recolectar un aproximado de 24 señales de entrada digital, 0 señales de salida digital y 3 señales de entrada analógicas.

El trabajo deberá incluir todo lo requerido para completar la instalación correctamente, de forma que se puedan recolectar las señales indicadas, proteger el equipo de automatización de las condiciones ambientales, preservar la buena estética de la instalación y cumplir normas técnicas aplicables. **EL CONTRATISTA** deberá suministrar materiales adicionales

que estime necesarios para este propósito, aunque no hayan sido mencionados específicamente en documentos suministrados por **ENSA**.

**EL CONTRATISTA** deberá suministrar e instalar el cableado eléctrico y/o breakers desde un tablero de distribución 125 VDC de la subestación o puntos de alimentación disponible en la caja de control del transformador, para alimentar el equipo de automatización.

#### 6.4.1. Adecuaciones e instalación

**EL CONTRATISTA** deberá realizar adecuaciones en la caja de control del transformador para instalar el equipo de automatización SEL-2411. Este equipo será instalado en la puerta de la derecha de la caja de control como se muestra en la ilustración 18, sin obstruir los puntos de inspección y demás equipos o cableados existentes en esta caja.



*Ilustración 23 Concepto de instalación del SEL-2411 transformador 2*

#### 6.4.2. Señales de telecontrol

**EL CONTRATISTA** deberá suministrar, instalar y etiquetar cableado de control de cable tipo multiconductor o SIS y borneras que resulten necesarias desde los puntos de origen de las señales hasta el equipo de automatización nuevo del transformador. Además, cada cable multiconductor que sea instalado deberá tener su apantallamiento aterrizado.

Este equipo de automatización recolectará un aproximado de 24 señales de entrada digital, 0 señales de salida digital y 3 señales de entrada analógicas. El ANEXO 3 contiene la tabla de señales y detalles adicionales que **EL CONTRATISTA** deberá tomar en cuenta para realizar el cableado y su etiquetado.

Una vez finalizada la puesta en servicio del equipo de automatización, **EL CONTRATISTA** deberá retirar el cableado y equipos en desuso que resulten de esta instalación. Para referencias, **ENSA** proporcionará planos o información disponible para identificar las señales y el cableado de control existente. Esto no exime a **EL CONTRATISTA** de hacer levantamientos adicionales en conjunto con **ENSA** en caso de requerirse.

**6.5. Equipos de automatización del EMB1 13.8 Kv**

En los EMB de media tensión de 13.8kV de la subestación, se encuentran los interruptores de circuitos alimentadores. Algunas señales de interés para **ENSA** requieren reubicación, por lo que el **CONTRATISTA** instalará tres equipos (3) SEL-2440 suministrados por **ENSA** para recolectar alrededor de 91 señales de entrada digital y 32 señales de salida digital. De estos, dos (2) equipos serán instalados en el EMB del transformador 1 (EMB1) y un (1) equipo será instalado en el EMB del transformador 2 (EMB2).

El trabajo deberá incluir todo lo requerido para completar la instalación correctamente, de forma que se puedan recolectar las señales indicadas, preservar la buena estética de la instalación y cumplir normas técnicas aplicables. **EL CONTRATISTA** deberá suministrar materiales adicionales que estime necesarios para este propósito, aunque no hayan sido mencionados específicamente en documentos suministrados por **ENSA**.

Todos los SEL-2440 deberán ser cableados en su totalidad hasta un punto bornera, sin exceptuar aquellos puntos de señales de entrada y salida que se dejarán para su uso a futuro. **EL CONTRATISTA**, deberá suministrar, instalar y cablear las borneras necesarias para esta finalidad, las cuales se instalarán dentro de las cajas en donde se ubiquen los SEL-2440; tanto las borneras como el cableado a utilizar se encuentran especificados en los anexos de este pliego.

Este cableado, deberá quedar completamente etiquetado y referenciado al punto de entrada o salida del SEL-2440, así como a la bornera y punto de este, que se tome como destino.

**6.5.1. Adecuaciones e instalación**

Para la instalación de los equipos de automatización en los lugares disponibles, **EL CONTRATISTA** deberá realizar algunas adecuaciones físicas y retiros de equipo.

Para aquellos gabinetes o tapa de gabinetes donde se retiren equipos y queden espacios al descubierto **EL CONTRATISTA**, deberá suministrar e instalar planchas metálicas del mismo material y color para cubrir estos espacios.

**Equipo #1(IO01) de automatización en EMB1**

Será instalado sobre el espacio disponible en el gabinete de interruptores de la Barra 1. **EL CONTRATISTA** deberá realizar las adecuaciones necesarias a la tapa metálica, sobre la cual estará ubicada el equipo de automatización SEL-2440. **EL CONTRATISTA** deberá suministrar los materiales de ferretería necesarios para este propósito y los soportes y borneras su cableado asociado.

**EL CONTRATISTA** deberá suministrar e instalar el cableado eléctrico y/o breakers desde un tablero de distribución 125 VDC de la subestación o puntos de alimentación disponible en el cubículo del EMB, para alimentar el equipo de automatización.



*Ilustración 24 Concepto de instalación del IO01*

### **Equipo #2(IO02) de automatización en el EMB1**

Será instalado en el gabinete de comunicaciones actual, que se encuentra en el EMB1, en uno de los espacios que resulte disponible luego del retiro de algunos equipos que se encuentran en desuso. El **CONTRATISTA** deberá colocar tapa metálica en espacios restantes que resulten de la instalación del nuevo equipo de automatización.

El **CONTRATISTA** deberá instalar los equipos y suministrar, materiales de ferretería necesarios para este propósito (tornillos, tuercas de rack, organizadores de cables, etiquetas, etc.).

El **CONTRATISTA** deberá suministrar e instalar el cableado eléctrico y/o breakers desde un tablero de distribución 125 VDC de la subestación o puntos de alimentación disponible en el cubículo del EMB para la alimentación del equipo.



*Ilustración 25 Gabinete de comunicación existente*



**Equipo #3(IO03) de automatización en el EMB2**

Será instalado sobre el espacio que resulte disponible del retiro del equipo de automatización SEL-2032 en el gabinete de interruptores de la Barra 2. **EL CONTRATISTA** deberá suministrar los materiales de ferretería necesarios para este propósito. **EL CONTRATISTA** deberá retirar el equipo SEL-2032 (actualmente en uso) y elementos asociados que estén en ese sitio y entregarlos a **ENSA**.

**EL CONTRATISTA** deberá suministrar e instalar el cableado eléctrico y/o breakers desde un tablero de distribución 125 VDC de la subestación o puntos de alimentación disponible en el cubículo del EMB, para alimentar el equipo de automatización.



*Ilustración 26 Instalación del IO03*

**Equipo#4 (SEL-AXION) de automatización en el EMB1**

En el gabinete de comunicaciones existentes en el EMB1, se encuentra instalado un SEL-AXION. Este equipo será reutilizado y supervisará algunas señales provenientes de los equipos del patio de la subestación.

El SEL-AXION, deberá ser cableados en su totalidad hasta un punto bornera, sin exceptuar aquellos puntos de señales de entrada y salida que se dejarán para su uso a futuro. **EL CONTRATISTA**, deberá suministrar, instalar y cablear las borneras necesarias para esta finalidad, las cuales se instalarán dentro del gabinete en donde se ubique el SEL-AXION; tanto las borneras como el cableado a utilizar se encuentran especificados en los anexos de este pliego.

Este cableado, deberá quedar completamente etiquetado y referenciado al punto de entrada o salida del módulo del SEL-AXION, así como a la bornera y punto de este, que se tome como destino.

**EL CONTRATISTA**, deberá instalar los equipos y suministrar, materiales de ferretería necesario para este propósito (tornillos, tuercas de rack, organizadores de cables, etiquetas, etc.).

### 6.5.2. Señales de telecontrol

**EL CONTRATISTA** deberá suministrar, instalar y etiquetar cableado de control el cual deberá ser cable tipo multiconductor o SIS, además de las borneras que resulten necesarias desde los puntos de origen de las señales hasta cada equipo de automatización. Además, cada cable multiconductor que sea instalado deberá tener su apantallamiento aterrizado.

**EL CONTRATISTA** deberá suministrar para cada equipo de automatización, dos (2) breakers DC para 125VDC. Uno será para la alimentación del equipo y el otro para los circuitos de alarmas del equipo.

Los equipos de automatización recolectarán aproximadamente las siguientes cantidades de señales:

Equipo	Entrada digital	Salida digital
IO01 (SEL-2440)	27	16
IO02 (SEL-2440)	28	0
IO03 (SEL-2440)	22	16

Actualmente muchas de las señales operativas del EMB1, se encuentran contenidas en un gabinete cuyas borneras pertenecientes a un equipo obsoleto, están siendo utilizadas como “caja de paso”. **EL CONTRATISTA**, deberá realizar el levantamiento necesario para este punto, así como la migración correspondiente de cada señal que se encuentre operativa a su nuevo punto de interconexión.

El **ANEXO 3** contiene la tabla de señales y detalles adicionales que **EL CONTRATISTA** deberá tomar en cuenta para realizar el cableado y su etiquetado.

Algunas de las señales que deben ser monitoreadas por el IO02, son señales de campo que actualmente llegan al gabinete de la TELVENT en el EMB2. **EL CONTRATISTA**, deberá migrar un total de 3 señales de entrada digital, suministrando e instalando el cableado de control desde el interruptor 11AB2 del patio de 115kV hasta el nuevo IO02 del EMB1.

Una vez finalizada la puesta en servicio del equipo de automatización, **EL CONTRATISTA** deberá retirar el cableado y equipos en desuso que resulten de esta instalación. Para referencias, **ENSA** proporcionará planos o información disponible para identificar las señales y el cableado de control existente. Esto no exime a **EL CONTRATISTA** de hacer levantamientos adicionales en conjunto con **ENSA** en caso de requerirse.

### 6.5.3. Equipos de comunicaciones y sincronización

Además de los equipos de comunicaciones que tendrá el tablero de comunicaciones y RTU, **ENSA** suministrará a **EL CONTRATISTA** otros equipos enlistados en la sección 2 de este

documento. Estos equipos formarán parte de la nueva red de comunicaciones que **ENSA** desea implementar en la subestación Tinajitas.

Estos equipos deberán ser instalados por **EL CONTRATISTA** en los lugares indicados en este documento, según el cronograma que sea acordado con **ENSA** para que exista fluidez en los trabajos del proyecto.

#### 6.5.4. Adecuaciones e instalación

Para la instalación de los equipos de automatización en los lugares disponibles, **EL CONTRATISTA** deberá realizar algunas adecuaciones físicas y retiros de equipo.

##### Switches SW01 y SW02

Serán instalados en el espacio disponible del tablero de la Barra 1, debajo del nuevo equipo de automatización IO01. **EL CONTRATISTA** deberá realizar las adecuaciones correspondientes a la tapa metálica para la instalación de los switches. **EL CONTRATISTA** deberá instalar los equipos y suministrar, materiales de ferretería necesario para este propósito (tornillos, tuercas, organizadores de cables, etiquetas, etc).

**EL CONTRATISTA** deberá suministrar e instalar el cableado eléctrico y los breakers desde un tablero de distribución 125 VDC y de 48VDC, para el caso de los equipos que cuenten con doble alimentación, de la subestación o puntos de alimentación disponible en el cubículo de 13.8kV. Estos equipos proveerán comunicación a los relés y medidores de la barra del EMB1.



*Ilustración 27 Instalación del SW01 y SW02*

##### Switches SW03, SW04 y servidor de puertos seriales

Serán instalados en el gabinete de comunicaciones dentro de la caseta de control del EMB1, en el espacio que resulte disponible del retiro de equipos de comunicación en uso y desuso que se encuentran actualmente en el tablero. **EL CONTRATISTA**, deberá reubicar un (1) SEL-AXION, actualmente en uso, al primer espacio del gabinete en el que se encuentra instalado



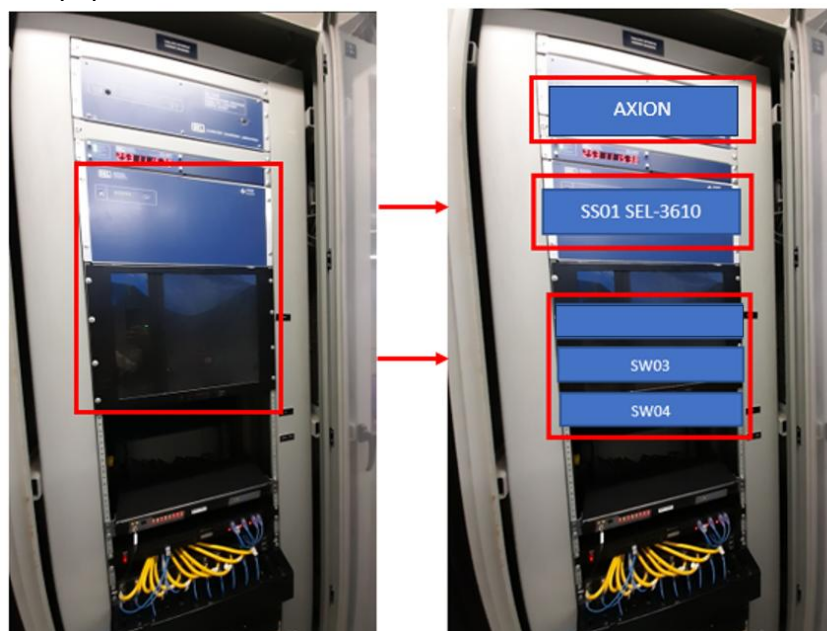
luego de que se migren y prueben las señales que contiene y deberá retirar una (1) pantalla HMI actualmente en desuso. **EL CONTRATISTA**, deberá instalar un (1) SEL-3610 y dos (2) switches SEL-2730M suministrados por ENSA. Ver ilustración 25.

**EL CONTRATISTA**, deberá suministrar e instalar el cableado eléctrico y/o breakers desde un tablero de distribución 125 VDC y 48VDC de la subestación o puntos de alimentación disponible en la subestación.

**EL CONTRATISTA**, deberá suministrar e instalar las borneras que sean necesarias; en caso de que no se encuentren puntos libres existentes a utilizar, ya que las que están en uso actualmente serán retiradas junto con el gabinete donde se encuentran. Si es necesaria la instalación de nuevas borneras, las mismas deberán quedar en el gabinete donde se instalarán los nuevos equipos.

**EL CONTRATISTA**, deberá colocar tapa metálica en espacio restante que resulte del retiro del equipo en desuso y la instalación del nuevo equipo de automatización. Estas tapas deberán ser del mismo color y grosor que las planchas que mantiene el gabinete actualmente.

Estos equipos proveerán comunicación a los relés del gabinete de protección, medida y control y otros equipos del EMB1.



*Ilustración 28 Instalación de switches en el gabinete de comunicaciones existente.*

#### **Distribuidor de señales IRIG-B (TS01)**

Será instalado en el espacio disponible en el tablero de 13.8kV en el EMB1, en la parte superior de la tapa donde será instalado el IO01 y los switches SW01 y SW02.

**EL CONTRATISTA** deberá instalar el equipo y suministrar, materiales de ferretería necesario para este propósito (tornillos, tuercas de rack, organizadores de cables, etiquetas, etc). Ver ilustración 24

**EL CONTRATISTA** deberá suministrar e instalar el cableado eléctrico y/o breakers desde un tablero de distribución 125 VDC de la subestación o puntos de alimentación disponible en el cubículo de 13.8kV.

**EL CONTRATISTA** deberá colocar tapa metálica en espacio restante que resulte del retiro del equipo en desuso y la instalación del nuevo equipo de automatización. Este equipo proveerá sincronización para relés del cubículo de 13.8kV dentro del EMB1.



*Ilustración 29 Concepto de instalación para el TS01*

### **Routers RX1500**

Según el plan de reestructuración de la red de la subestación Tinajitas, se deben instalar dos nuevo router en la subestación para lograr que los equipos de automatización y comunicación puedan ser operados de forma remota.

Para esto, **EL CONTRATISTA**, instalará dos nuevos router RX1500 suministrados por **ENSA** en el nuevo gabinete de comunicaciones el cual estará ubicado en la nueva caseta de comunicaciones, en el espacio destinado para este según diseño. Ver ilustración 25 como referencia de instalación.

**EL CONTRATISTA** deberá suministrar e instalar el cableado eléctrico y/o breakers desde un tablero de distribución 125 VDC de la subestación o puntos de alimentación disponible en el nuevo gabinete de comunicación.

**EL CONTRATISTA** deberá instalar el equipo y suministrar, materiales de ferretería necesario para este propósito (tornillos, tuercas de rack, organizadores de cables, etiquetas, etc).

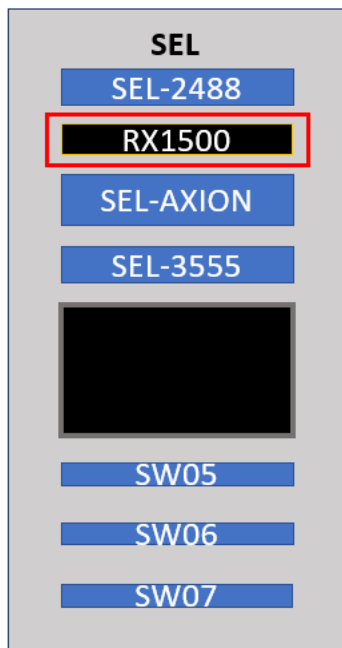


Ilustración 30 Instalación de router RX1500

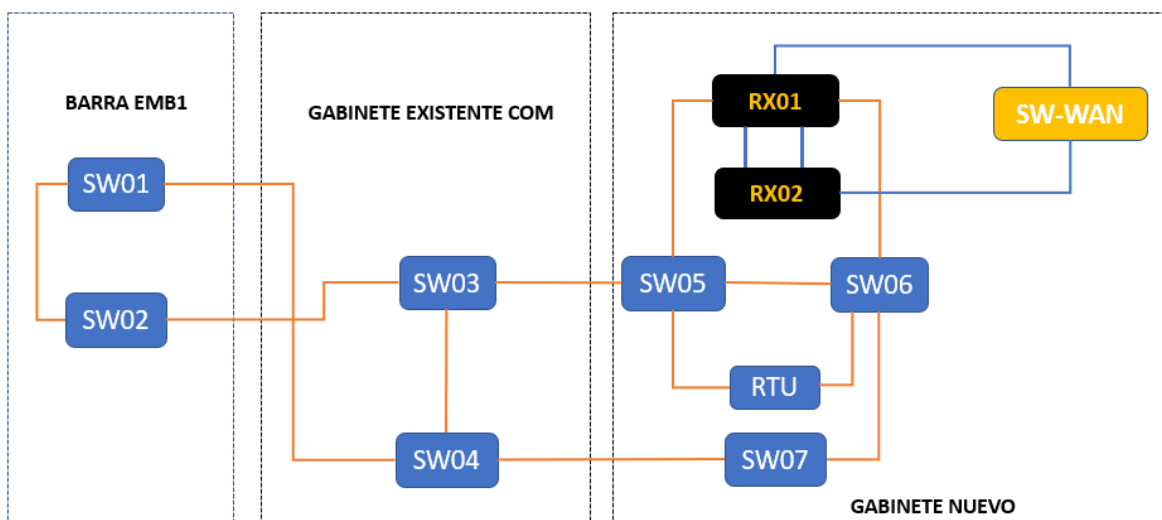


Ilustración 31 Diagrama referencial de conexión a routers

### SW WAN

**EL CONTRATISTA**, deberá reubicar el switch 2730 que se encuentra actualmente en uso en el gabinete de comunicaciones del EMB1 al gabinete SEL ubicado en la nueva caseta de comunicaciones.

**EL CONTRATISTA**, deberá brindar alimentación 125Vdc a este equipo, haciendo uso de los breakers especificados anteriormente.

**6.6. Cableado de comunicación de fibra óptica**

Para proveer comunicación a los nuevos equipos de la subestación y reorganizar la red existente, es necesaria la instalación de nuevas fibras ópticas en distintos puntos de la subestación y su caseta de control.

**EL CONTRATISTA**, deberá realizar estas instalaciones, según las indicaciones de este documento y sus anexos y determinará las distancias y longitudes del cableado y patch cords a instalar.

**EL CONTRATISTA**, deberá realizar también un levantamiento para tener una cantidad más exacta de los patchcord necesarios en todo el proyecto y deberá anexarlo en caso de que no se tenga detallado de forma precisa en este documento o sus anexos.

**EL ANEXO 4** contiene la guía y esquemas de comunicación que se deben implementar y otros detalles para cumplir con este propósito del proyecto.

El trabajo deberá incluir todo lo requerido para completar la instalación correctamente, de forma que se puedan comunicar los equipos en mención, preservar la buena estética de la instalación y cumplir normas técnicas aplicables. **EL CONTRATISTA**, deberá suministrar materiales adicionales que estime necesarios para este propósito, aunque no hayan sido mencionados específicamente en documentos suministrados por **ENSA**.

**EL CONTRATISTA**, deberá retirar cableado y equipos de comunicación antiguos, que resulten en desuso producto de la nueva instalación y la reubicación de lo existente.

Todos los ODF a suministrar por **EL CONTRATISTA**, deberán ser de tipo atornillables, terminales SC/UPC, rack mount, como se muestra en la siguiente ilustración; a excepción de los que se especifican como tipo RIEL DIN.



*Ilustración 32 ODF tipo de atornillable.*

Todos los tramos de fibra óptica instalados deberán ser de tipo ADSS. Todos los patchcord deberán ser doble, de tipo UPC. Los patchcord de fibra óptica multimodo deberán ser de tipo OM2, 50  $\mu$ m.

Todos los ODF, fibra óptica y patchcord instalados, deberán quedar debidamente etiquetados. **EL CONTRATISTA**, deberá utilizar las etiquetas adecuadas para cada tipo de instalación, en donde se pueda leer correctamente origen y destino de cada tramo instalado.

A continuación, se presenta un esquema de la ubicación de la fibra óptica actualmente y como deber quedar reubicada al término de este proyecto.

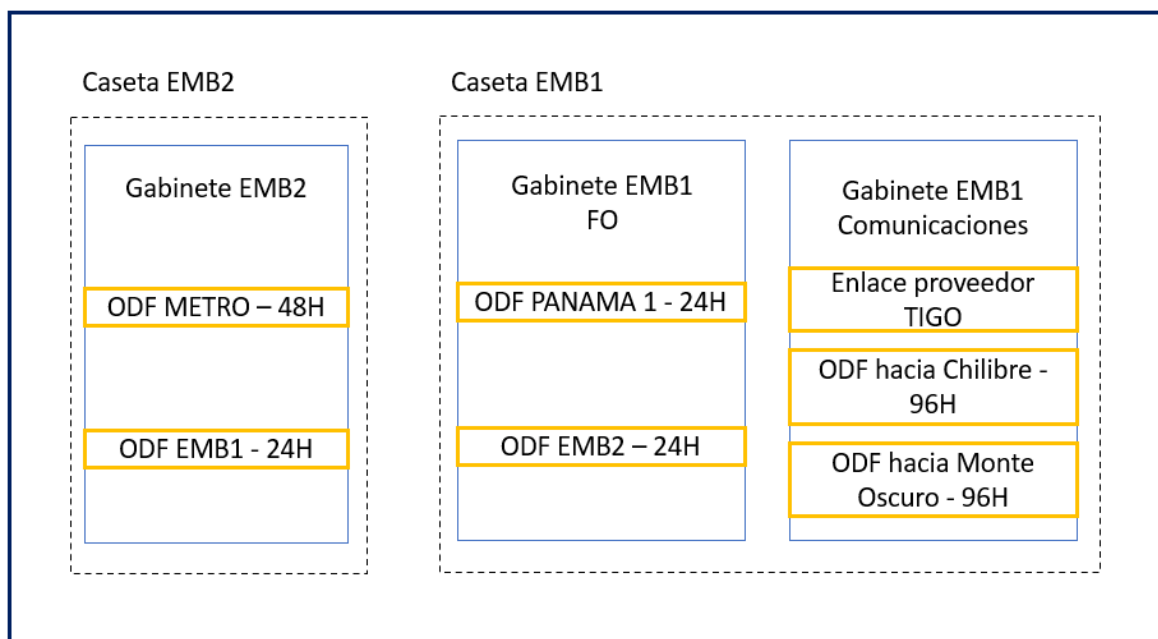


Ilustración 33 Diagrama actual de la fibra óptica

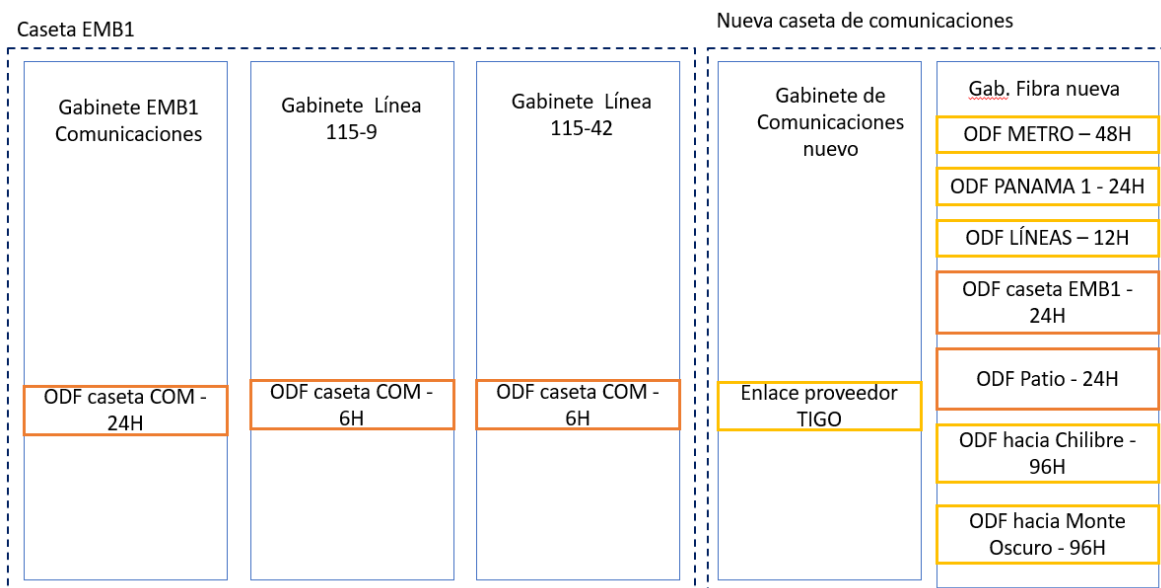


Ilustración 34 Diagrama futuro de la fibra óptica

La fibra óptica denominada como enlace proveedor TIGO, deberá ser reubicada por el proveedor en coordinación con **ENSA**.

En las secciones derivadas de este punto se enlistan algunos patch cords que **EL CONTRATISTA** debe suministrar, sin embargo, esto no exime a **EL CONTRATISTA**, de realizar

un levantamiento y suministrar patch cords adicionales que no estén detallados en este documento.

### 6.6.1. Fibra óptica EMB2

En el EMB2, dentro del gabinete TELVENT existente, se encuentran ubicados dos ODF en donde están empalmadas dos fibras ópticas ADSS monomodo. En este caso, **EL CONTRATISTA** deberá:

- Reubicar la fibra óptica ADSS monomodo de 48 hilos al gabinete de fibra óptica instalado en la nueva caseta de comunicaciones, destinado para esta finalidad. Para esto **EL CONTRATISTA**, tendrá que identificar e intervenir la última manga existente de esta fibra, realizar un nuevo empalme y dirigir un nuevo tramo de fibra óptica hacia la nueva caseta de comunicaciones, la cual deberá pasar por el vigaducto nuevo.
- Reubicar el switch ruggedcom para fibra óptica ubicado en el gabinete TELVENT, hacia el gabinete SEL, de la nueva caseta de comunicaciones.
- El ODF identificado como ODF a EMB1, deberá ser retirado y no se deberá volver a empalmar en otro sitio.
- Este trabajo se realizará en coordinación y bajo supervisión de **ENSA**, pues es necesaria una ventana de tiempo bajo libranza.

### 6.6.2. Fibra óptica EMB1

En el EMB1, dentro del último gabinete que se encuentra en la caseta que mantiene equipos en desuso, está ubicado un ODF de 24 puertos con conectores FC denominado “ODF PANAMA 1”. Esta fibra es OPGW, mono modo, por lo que **EL CONTRATISTA** deberá:

- Identificar e intervenir la última manga de esta fibra que llega a la subestación. Esta se encuentra en la parte de atrás del patio de 115kV, ya que viene con la línea que alimenta la subestación.
- Empalmar un nuevo tramo de fibra óptica monomodo ADSS y llevarlo por las canaletas, hasta la nueva caseta de comunicaciones en donde deberá instalarse en el gabinete de fibra óptica.

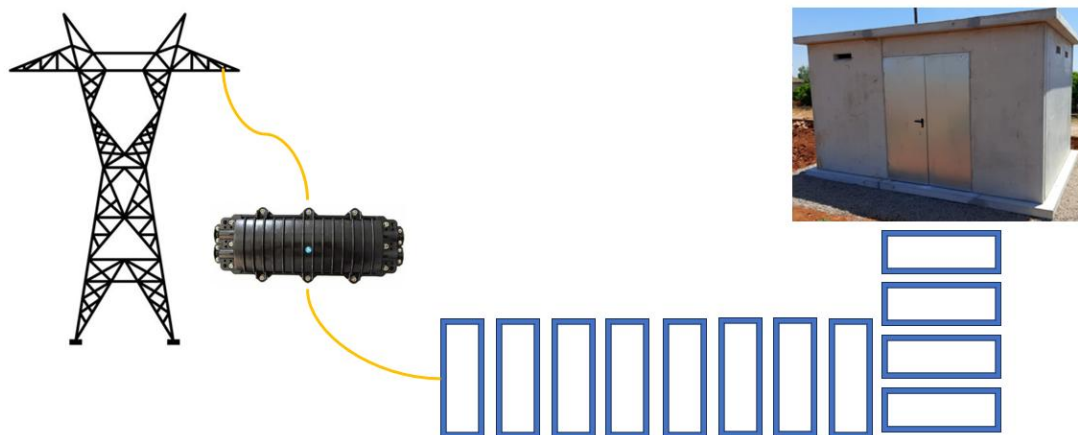


Ilustración 35 Diagrama referencia fibra óptica Panama 1



- Suministrar e instalar un ODF de 24 hilos, terminales SC/UPC, puertos atornillables, rack mount y será empalmado con fibra óptica multimodo hacia el gabinete de fibra óptica de la nueva caseta de comunicaciones.
- Suministrar e instalar un ODF de seis (6) hilos tipo DIN RIEL, en el gabinete denominado como “Tablero Control, Medida y Protección Línea 115-9 Tinajitas”. Este ODF deberá ser de terminales SC/UPC.
- Suministrar e instalar un ODF de seis (6) hilos tipo DIN RIEL, en el gabinete denominado como “Tablero Control, Medida y Protección Línea 115-42 Tinajitas”. Este ODF deberá ser de terminales SC/UPC.



*Ilustración 36 Gabinetes para la instalación de los ODF tipo Riel Din.*

- Este trabajo se realizará en coordinación y bajo supervisión de ENSA, pues es necesaria una ventana de tiempo bajo libranza.

### 6.6.3. Fibra óptica en la nueva caseta de comunicaciones

En esta caseta se concentrará toda la fibra óptica principal de la subestación Tinajitas en el rack denominado como “rack de fibra óptica”, por lo que **EL CONTRATISTA** deberá:

- Suministrar e instalar un nuevo ODF de 48 hilos, en el gabinete de fibra óptica en donde deberá empalmar el nuevo tramo de fibra óptica proveniente de la fibra denominada como “Metro LAN”. Este ODF deberá ser de terminales SC/UPC, puertos atornillables, rack mount.
- Suministrar e instalar un nuevo ODF de 24 hilos en el gabinete de fibra óptica. Este ODF deberá ser de terminales SC/UPC, puertos atornillables, rack mount. Aquí se deberá empalmar el nuevo tramo de fibra óptica proveniente de la fibra denominada como “Panamá 1”

- Suministrar e instalar un nuevo ODF de 24 hilos en el gabinete de fibra óptica. Este ODF deberá ser de terminales SC/UPC, puertos atornillables, rack mount. Aquí se empalmará la nueva fibra óptica multimodo, la cual irá hacia el ODF instalado en el EMB1. **EL CONTRATISTA**, deberá suministrar y empalmar esta fibra óptica en ambos extremos.
- Suministrar e instalar un ODF de 12 hilos de terminales SC/UPC, puertos atornillables, rack mount. En este ODF **EL CONTRATISTA**, deberá suministrar y empalmar dos tramos de fibra óptica de 6 hilos cada uno en ambos extremos, monomodo ADSS y deberán ser empalmados de la siguiente manera:
  - ✓ Los primeros 6 hilos del ODF, hacia el ODF tipo Riel DIN del gabinete denominado “Tablero Control, Medida y Protección Línea 115-9 Tinajitas”.
  - ✓ Los últimos 6 hilos del ODF, hacia el ODF tipo Riel DIN del gabinete denominado “Tablero Control, Medida y Protección Línea 115-42 Tinajitas”
- Suministrar e instalar un ODF de 24 hilos terminales SC/UPC, puertos atornillables, rack mount, en donde deberá empalmar una fibra multimodo, proveniente de los equipos del patio de la subestación de la siguiente manera:

Fibra de 24 hilos	Fibra hacia equipos
Hilos 1-6	Fibra de 6 hilos hacia caja de control del transformador 2
Hilos 7-12	Fibra de 6 hilos hacia caja de intemperie del interruptor 11LA12
Hilos 13-18	Fibra de 6 hilos hacia caja de intemperie del interruptor 11LB12
Hilos 19-24	Fibra de 6 hilos hacia caja de intemperie del interruptor 11AB2

- Suministrar e instalar 12 patch cord de fibra óptica monomodo terminales SC-SC/ UPC de 1 metro cada uno, para hacer puentes con el ODF de 24 hilos.

#### 6.6.4. Fibra óptica para equipos de 115kV

Los equipos que serán instalados en el patio de 115kV, mencionados anteriormente en este documento, incluyen:

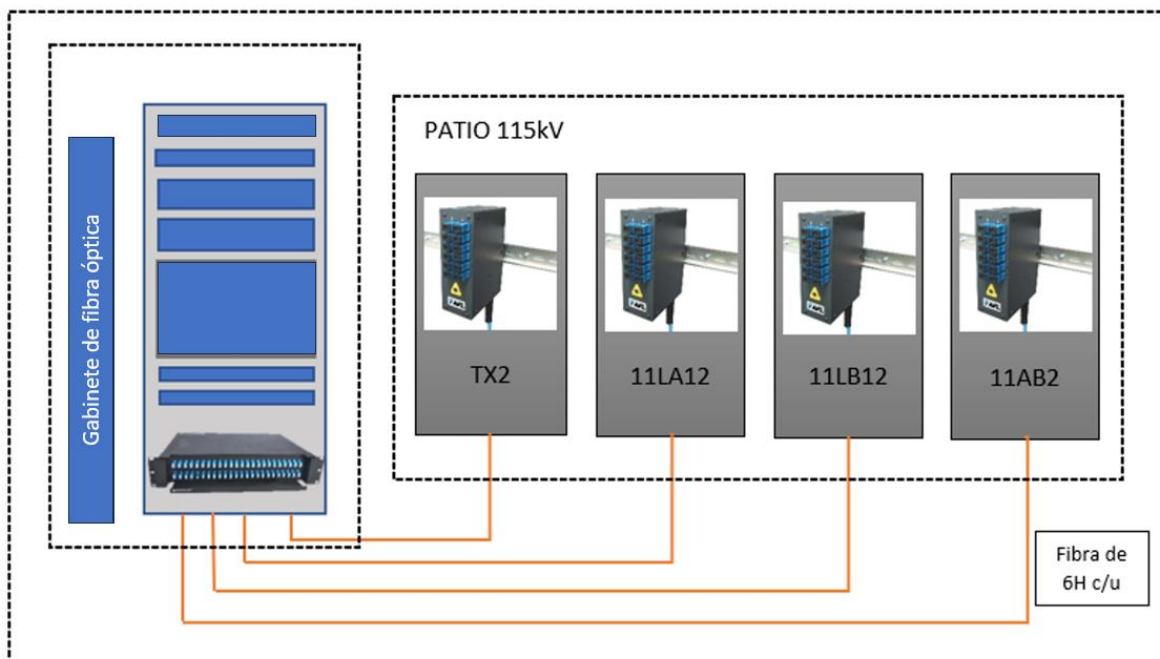
- Tres (3) equipos SEL-2440 en las cajas de intemperie instaladas en cada interruptor.
- Un (1) equipo SEL-2411 en la caja de control del transformador dos (2) de la subestación.

Para proporcionar comunicación a estos equipos **EL CONTRATISTA** deberá:

Suministrar e instalar 4 fibras ópticas ADSS de 6 hilos multimodo (OM2, 50 µm) cada una.

**EL CONTRATISTA** instalará 4 ODF de 6 hilos, con conectores SC-UPC atornillables y deberán ser montables sobre DIN Rail. Tres (3), para las nuevas cajas de intemperie de los interruptores del patio de 115kV y uno (1), para la caja de control del transformador 2.

Estas fibras ópticas deberán ir por canaleta desde el patio de 115kV, hasta la nueva caseta de comunicaciones, utilizando las tuberías y soportes correspondientes para su debida protección dentro de la canaleta, en donde deberán empalmarse en un ODF de 24 hilos, el cual se encuentra detallado en el punto 6.8.3.



*Ilustración 37 Concepto de instalación de fibra óptica multi modo para patio de 115kV*

Además, **EL CONTRATISTA** deberá instalar en cada equipo de automatización del patio (caja de intemperie y transformador 2) un convertidor EIA-232 a Fibra Óptica Multimodo con IRIG-B Receptores suministrado por **ENSA**, en el puerto serial de cada equipo y comunicarlo mediante fibra óptica multimodo doble SC-ST hasta el ODF que se encontrará en cada caja.

**EL CONTRATISTA** suministrará e instalará los siguientes patch cord desde cada ODF ubicado en las cajas de intemperie hasta el equipo de automatización de patio:

- Seis (6) patch cord SC-LC multimodo doble, dos para cada equipo en las cajas de intemperie de cada interruptor de 115kV.
- Tres (3) patch cord SC-ST multimodo doble, uno para cada equipo en las cajas de intemperie de cada interruptor de 115kV.
- Dos (2) patch cord SC-LC multimodo doble, para el equipo ubicado en la caja de control del Transformador 2.
- Un (1) patch cord SC-ST multimodo doble, para el equipo ubicado en la caja de control del Transformador 2.

En caso de que se tenga que hacer uso de las canaletas para llevar la fibra óptica, esta deberá estar protegida con tubería HDPE.

**6.6.5. Fibra óptica para el IOT1 – Transformador 1**

El transformador 1 de la subestación Tinajitas ya cuenta con un equipo anunciador de alarmas y algunos otros equipos, los cuales se comunican actualmente con el EMB1 de la subestación. Para adecuar la comunicación de estos equipos a las mejoras de la caseta **EL CONTRATISTA**, deberá suministrar e instalar una fibra de 6 hilos ADSS multimodo que llegue al gabinete de comunicaciones del EMB1. También, deberá suministrar e instalar los ODF en cada extremo, los cuales deberán ser tipo riel din, terminales SC/UPC.

**EL CONTRATISTA**, deberá suministrar e instalar dos patchcord de fibra óptica multimodo, terminales SC-LC, tomando en cuenta la distancia de recorrido desde el ODF hasta los switches SW03 y SW04.

**6.6.6. Fibra óptica para equipos de comunicación instalados**

Los switches instalados en el gabinete existente del EMB1 al igual que sus enlaces con los switches de la nueva caseta de comunicación, requerirán cableado de fibra óptica.

Para brindar los enlaces entre las dos casetas, **EL CONTRATISTA** deberá hacer uso del ODF que se debe instalar en el gabinete existente del EMB1 y de los ODF instalados en la nueva caseta de comunicaciones, para que lleguen a los switches instalados en el gabinete SEL.

**EL CONTRATISTA** suministrará e instalará los siguientes patch cord, para comunicar los switches (ver ilustración 31):

- Un (1) patch cord LC-LC multimodo doble entre SW01 y SW02
- Un (1) patch cord LC-LC multimodo doble entre el SW01 y SW04
- Un (1) patch cord LC-LC multimodo doble entre el SW02 y SW03
- Un (1) patch cord LC-LC multimodo doble entre el SW03 y SW04
- Un (1) patch cord SC-LC multimodo doble entre el SW03 y SW05
- Un (1) patch cord SC-LC multimodo doble entre el SW04 y SW07
- Dos (2) patch cord SC-LC monomodo entre el SW-WAN al router RX1500-1
- Dos (2) patch cord SC-LC monomodo entre el SW-WAN al router RX1500-2

Para el caso de los patch cords entre los switches SW03-SW05, los switches SW04-SW07 deberán ir primero del puerto del switch al ODF ubicado en el gabinete existente en el EMB1 y luego del ODF del gabinete de fibra óptica, al switch indicado los cuales se ubicarán en el gabinete SEL. Los equipos no mencionados, traen fibra óptica instalada de fábrica.

Los patch cord que se instalen en canaleta del tablero de la barra del EMB1 al gabinete de comunicación existente en el EMB1, deberán ser protegidos con tubería corrugada, al igual que aquellos que pasen del gabinete de fibra óptica, al gabinete SEL.

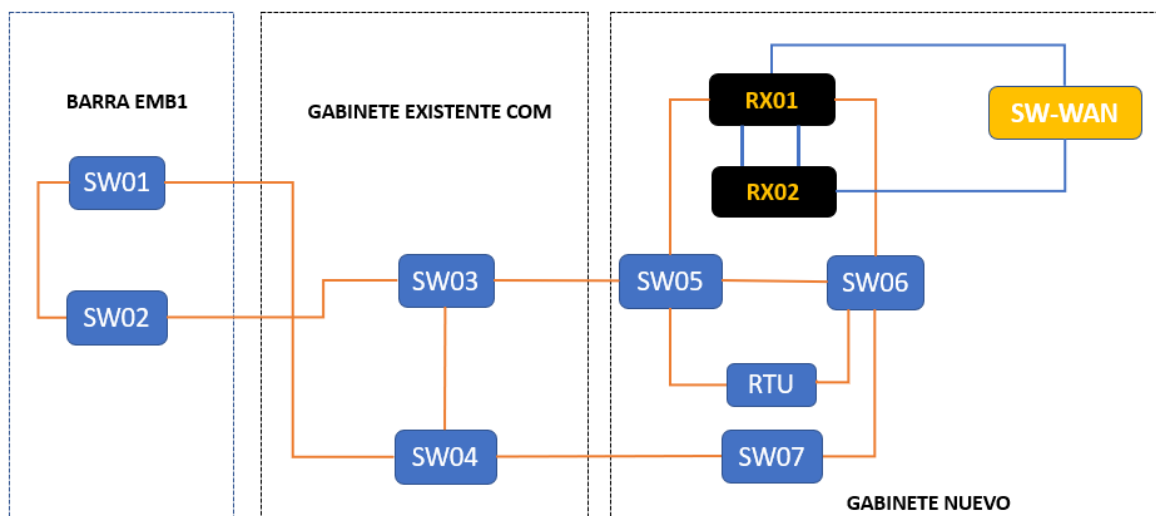


Ilustración 38 Esquema de fibra óptica entre switches del EMB1 y EMB2

Adicionalmente, **EL CONTRATISTA**, también deberá suministrar los siguientes patch cord de fibra óptica **monomodo** doble:

- Tres (3) patch cord SC-LC del ODF del Metro al switch de fibra óptica que se reubicará en el gabinete SEL nuevo.
- Un (1) patch cord SC-LC del switcho de fibra óptica al Router RX1500-2

#### Servidor de puertos seriales en el EMB1

Adicional a los equipos antes mencionados, el servidor de puertos seriales que estará ubicado en el gabinete de comunicación existente en el EMB1 deberá suministrar IRIG-B a los equipos de patio mediante convertidores seriales-fibra óptica.

Para este propósito, **EL CONTRATISTA** deberá instalar cuatro (4) convertidores EIA-232 a Fibra Óptica Multimodo con IRIG-B Transmisores suministrados por **ENSA**, en los concentradores de señales instalados en el patio de 155kV. Estos deberán conectarse por medio de patch cords multimodo doble al ODF multimodo de 24 hilos instalados en el gabinete de fibra óptica de la nueva caseta.

Serán necesarios:

- 4 patch cord multimodo doble con conectores ST-SC.

#### 6.7. Cableado de comunicación de cobre

Para proveer comunicación a los equipos de la subestación y reorganizar la red existente, es necesaria la instalación de nuevo cableado de cobre (Ethernet) en distintos puntos del EMB1 y EMB2. **EL CONTRATISTA**, deberá realizar estas instalaciones, según las indicaciones de este documento y sus anexos y determinará las distancias y longitudes del cableado y patch cords a instalar. Los cables que se instalen en canaletas externas en la subestación deberán ir protegidos con tubería HDPE.

El **ANEXO 4** contiene la guía, esquemas de comunicación que se deben implementar y otros detalles para cumplir con este propósito del proyecto.

El trabajo deberá incluir todo lo requerido para completar la instalación correctamente, de forma que se puedan comunicar los equipos en mención, preservar la buena estética de la instalación y cumplir normas técnicas aplicables. **EL CONTRATISTA**, deberá suministrar materiales adicionales que estime necesarios para este propósito, aunque no hayan sido mencionados específicamente en documentos suministrados por **ENSA**.

**EL CONTRATISTA**, deberá realizar también un levantamiento para tener una cantidad más exacta de los patchcord necesarios en todo el proyecto y deberá anexarlo en caso de que no se tenga detallado de forma precisa en este documento o sus anexos.

**EL CONTRATISTA** deberá retirar, cableado y equipos de comunicación antiguo que resulte en desuso, producto de la nueva instalación y la reubicación de lo existente.

#### **6.7.1. Equipos de la Barra 1 en el EMB1**

En la barra del EMB1 existen ocho (8) relés seriales cada uno con puerto de gestión y puerto de reporte en protocolo DNP3 también y siete (7) medidores los cuales deben ser comunicados por medio de cableado de cobre. **EL CONTRATISTA** deberá suministrar e instalar nuevo cableado Cat5E F/UTP (ver anexo 4) desde los switches SW01 y SW02 hasta los relés y medidores de este cubículo.

Debido a que los relés existentes son de tipo serial, **EL CONTRATISTA** deberá instalar en cada puerto un convertidor serial-ethernet SEL-2890 suministrado por **ENSA**. También, debido a que el tamaño de estos convertidores causa obstrucción o daños en el cableado al momento de cerrar la puerta, **EL CONTRATISTA**, deberá suministrar e instalar acopladores RS232 DB9 pin macho a hembra de 90 grados, para cambiar la posición en la que quedarán instalados los SEL-2890. Ver ilustración 32 como referencia.



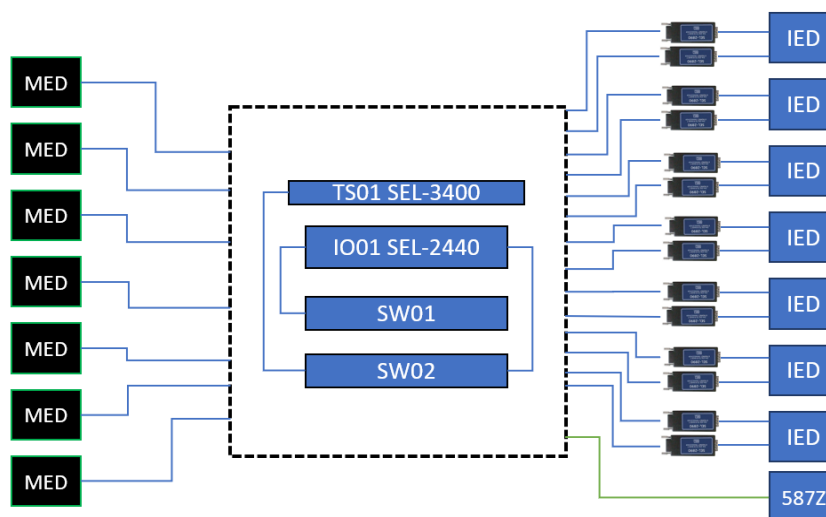
*Ilustración 39 Acopladores RS232 DB9*

**EL CONTRATISTA**, deberá comunicar también el nuevo equipo de automatización IO01 y el distribuidor de IRIG-B TS01 que se encontrarán en este mismo cubículo, a través de cableado de cobre Cat5E F/UTP, hasta los switches SW01 y SW02.

Además de los relés y equipo de automatización, **EL CONTRATISTA** deberá comunicar un (1) equipo serial (conector DB-9), que se encuentra en la barra 1 que corresponde a un SEL-587Z. Este cable de comunicación deberá ir desde el relé en la Barra 1, hasta el servidor de puertos seriales que estará ubicado en el gabinete de comunicación existente.



**EL CONTRATISTA** deberá retirar cableado antiguo que resulte en desuso, producto de la nueva instalación. Para el cableado que deba pasar por canaleta, el mismo deberá estar protegido con tubería corrugada.



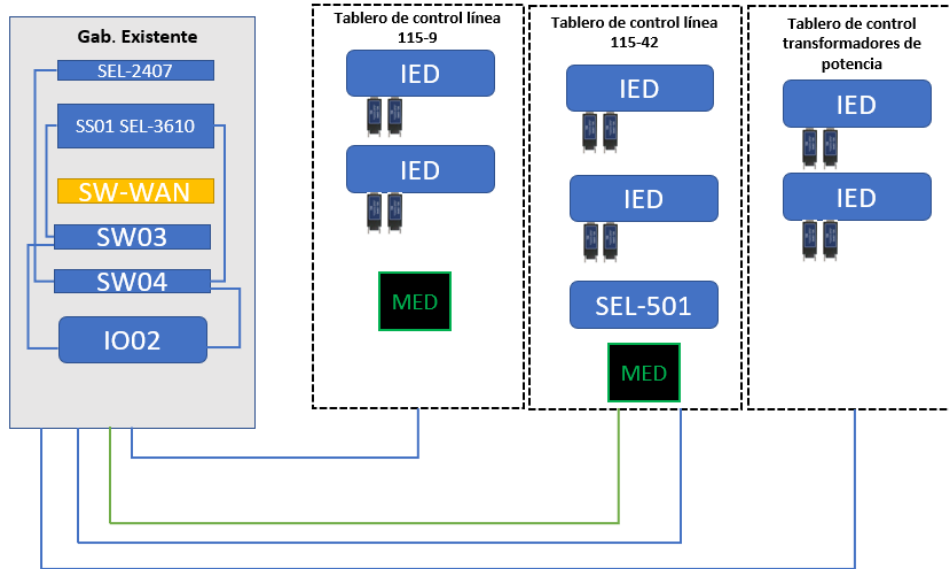
*Ilustración 40 Cableado de cobre Barra 1 - EMB1*

### 6.7.2. Equipos en gabinetes de control y comunicación existentes del EMB1

En los gabinetes de control del EMB1 existen seis (6) relés seriales y dos (2) medidores que requerirán cableado de cobre ethernet según el plan de reestructuración de las comunicaciones de **ENSA**. Cada relé cuenta con dos puertos seriales, uno para gestión y otro para reporte en protocolo DNP3. **EL CONTRATISTA** deberá instalar en cada puerto un convertidor serial-ethernet SEL-2890 suministrado por **ENSA** para realizar el cableado posteriormente de tipo Cat5E F/UTP. Los medidores, los cuales, si cuentan con puertos ethernet, también deberán ser comunicados con cableado de cobre Cat5E F/UTP. En conjunto con estos equipos, se deberá proveer comunicación mediante cableado de cobre a los dos puertos ethernet del nuevo equipo de automatización IO02 el cual será instalado en el gabinete de comunicaciones existente.

En el gabinete de comunicación existente se deberá proveer comunicación con cable de cobre Cat5E F/UTP al reloj satelital existente, al cual **EL CONTRATISTA** deberá instalarle un convertidor SEL-2890 suministrado por **ENSA**. También, **EL CONTATISTA** deberá proveer comunicación a los dos puertos ethernet del nuevo servidor de puertos seriales SS01 SEL-3610 ubicado en el gabinete de comunicación.

Además del cableado de cobre para los equipos de automatización y comunicación, **EL CONTRATISTA** deberá comunicar un equipo serial (conector DB-9), que corresponde a un SEL-501 ubicado en el gabinete de control. Este cableado deberá ir desde el relé hasta el servidor de puertos seriales ubicado en el gabinete de comunicación existente. Ver ilustración 34 Como referencia.



*Ilustración 41 Cableado de comunicación en el gabinete de control del EMB1*

**EL CONTRATISTA**, deberá suministrar e instalar el cableado ethernet de cobre Cat5E F/UTP y deberá retirar el cableado que resulte en desuso por la nueva instalación. Para el cableado que deba pasar por canaleta, se deberá proteger con tubería corrugada, hasta llegar al gabinete donde se encuentran los nuevos equipos de comunicación.

### 6.7.3. Cableado de cobre para equipos en el EMB2

En la barra del EMB2 existen ocho (8) relés seriales cada uno con puerto de gestión, puerto de reporte en protocolo DNP3 y siete (7) medidores los cuales deben ser comunicados por medio de cableado de cobre. **EL CONTRATISTA**, deberá suministrar e instalar nuevo cableado Cat6 SF/UTP (ver anexo 4) desde los switches SW05, SW06 y SW07, que estarán ubicados en el gabinete SEL de la nueva caseta de control, hasta los relés y medidores de este cubículo.

Para este propósito, por ser una distancia más larga y tomando en cuenta que el cableado deberá ser llevado por canaleta, **EL CONTRATISTA**, deberá suministrar e instalar un patch panel de 24 (cat6) puertos blindados, es decir, con polo a tierra, tipo rack mount; el cual se deberá ubicar dentro del nuevo gabinete de comunicaciones, a donde primeramente deberá llegar el cableado del EMB2, para luego ser conectado a los switches antes mencionados.

Debido a que se utilizará canaleta externa y en consideración de la distancia a recorrer, **EL CONTRATISTA**, deberá suministrar e instalar tubería HDPE, con sus respectivos soportes para canaleta y deberán pasar todo el cableado del EMB2 por ella. **EL CONTRATISTA**, deberá dimensionar el tamaño de esta, considerando el cableado que deberá transitar y deberá suministrar e instalar otro tramo de tubería, que deberá quedar fichado para uso a futuro.



Ilustración 42 Patch panel tipo rack mount

Debido a que los relés existentes son de tipo serial, **EL CONTRATISTA** deberá instalar en cada puerto un convertidor serial-ethernet SEL-2890 suministrado por **ENSA**. También, debido a que el tamaño de estos convertidores causa obstrucción o daños en el cableado al momento de cerrar la puerta, **EL CONTRATISTA**, deberá suministrar e instalar acopladores RS232 DB9 pin macho a hembra de 90 grados, para cambiar la posición en la que quedarán instalados los SEL-2890. Ver ilustración 32 como referencia.

**EL CONTRATISTA**, deberá comunicar también el nuevo equipo de automatización IO02 que se encuentra en este mismo cubículo, a través de cableado de cobre Cat6 SF/UTP, hasta los switches SW05 y SW06.

Además de los relés y equipo de automatización, **EL CONTRATISTA** deberá comunicar un (1) equipo serial (conector DB-9), que se encuentra en la barra 2 y corresponde a un SEL-587Z. Este cable de comunicación deberá ir desde el relé en la Barra 1, hasta la tarjeta de puertos seriales incorporada en la nueva RTU que estará ubicada en el nuevo gabinete de comunicaciones SEL.

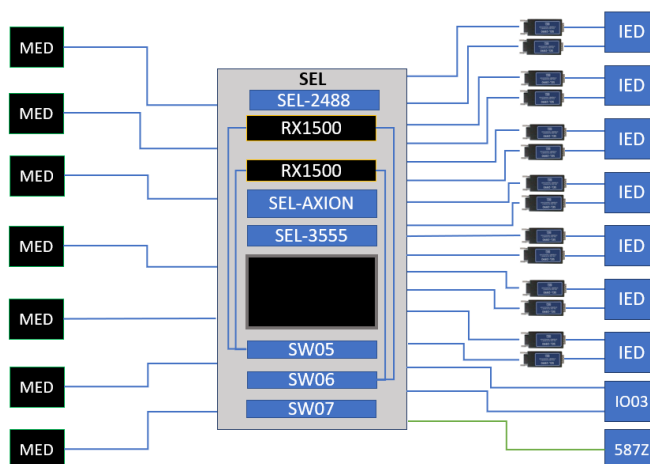


Ilustración 43 Cableado de comunicación en el gabinete SEL

### 6.7.4. Equipos en el nuevo gabinete de comunicación SEL

En el nuevo gabinete de comunicación serán instalados los dos nuevos router de la subestación Tinajitas. **EL CONTRATISTA**, deberá instalar estos router, los cuales serán suministrados por **ENSA**.

**EL CONTRATISTA** deberá suministrar e instalar cables de comunicación ethernet cobre tipo Cat5E F/UTP entre los routers y deberá llevar patch cords multimodo desde el router 1 hasta los switches SW05 y SW06 ubicados en el nuevo gabinete de comunicación.

Por otro lado, **EL CONTRATISTA**, deberá comunicar del SW-WAN con cable ethernet cobre, este deberá tener un enlace hacia el router 1 y otro hacia el router 2.

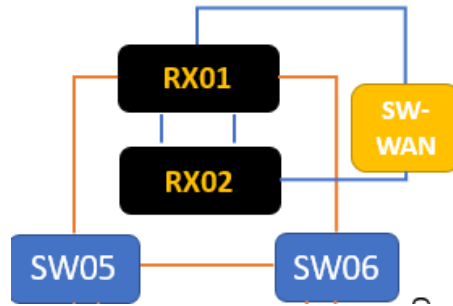


Ilustración 44 Conexión de routers y switches

### 6.8. Cableado de sincronización

Con el proyecto detallado en este documento, la subestación Tinajitas contará con más de un equipo (relojes y distribuidor) que proveerán sincronización por IRIG-B a los equipos de automatización, comunicación y control.

Los siguientes equipos proveerán sincronización por IRIG-B:

- Principal: Reloj satelital SEL-2488 instalado de fábrica en el tablero de comunicaciones nuevo.
- Reloj satelital SEL-2407, existente en el gabinete de comunicaciones actual que se encuentra ubicado en el EMB2.
- Nuevo distribuidor SEL-3400, para equipos dentro de la caseta del EMB1, para la Barra 1.

**EL CONTRATISTA** deberá instalar cableado coaxial con terminaciones BNC para IEDs con receptores BNC o convertidores tipo balun para IEDs con receptor en bornera. Referencia **ANEXO 2**.

**EL CONTRATISTA** deberá realizar estas instalaciones, según las indicaciones de este documento y sus anexos y determinará las longitudes del cableado a instalar. Los cables que se instalen en canaletas de la subestación deberán ir protegidos con tubería corrugada, para los que encuentren dentro de las casetas y con tubería HDPE, para los que se tengan que transportar por tubería externa.

El **ANEXO 4** contiene información relevante para el cableado de sincronización a instalar.

El trabajo deberá incluir todo lo requerido para completar la instalación correctamente, de forma que se puedan sincronizar los equipos en mención, preservar la buena estética de la instalación y cumplir normas técnicas aplicables. **EL CONTRATISTA** deberá suministrar

materiales adicionales que estime necesarios para este propósito, aunque no hayan sido mencionados específicamente en documentos suministrados por **ENSA**.

**EL CONTRATISTA** deberá retirar, cableado y equipos de comunicación antiguo que resulte en desuso, producto de la nueva instalación.

#### **6.8.1. Sincronización para equipos en la Barra 1 del EMB1**

Para todos los IEDs existentes en la Barra 1 del EMB1, **EL CONTRATISTA** deberá instalar dos cadenas de señales IRIG-B con cable multiconductor blindado dos hilos (Belden) con origen en el distribuidor de IRIG-B TS01, que se instalará en esta misma Barra como se detalla en el punto 6.5.1 del presente documento.

Los IEDs existentes tienen entrada IRIG-B tipo bornera, por lo que a la salida del distribuidor de señales TS01 se deberán utilizar conectores tipo Balun con terminación BNC y conectarse a la salida 1 del TS01.

En el caso de los medidores existentes en la Barra 1, se deberá instalar otra cadena de señal IRIG-B la cual se conectará a la salida 2 del TS01. Estos medidores también cuentan con entrada tipo bornera, por lo que se utilizará un conector tipo Balun.

**EL CONTRATISTA** suministrará e instalará las siguientes cadenas de cableado para IRIG-B:

- En el primer puerto de salida, cadena 1 para todos los relés de la Barra 1.
- En el segundo puerto de salida, cadena 2 para todos los relés de la Barra 1.
- En el tercer puerto de salida, una cadena para todos los medidores de la Barra 1.

Para el nuevo equipo de automatización IO01 que se encuentra en la misma barra, **EL CONTRATISTA** deberá suministrar e instalar un cable coaxial con terminaciones BNC en ambos extremos, que irá desde el cuarto puerto de salida del TS01 hasta el puerto IRIG-B del equipo.

**EL CONTRATISTA**, deberá retirar el cableado que resulte en desuso producto de la nueva instalación.

#### **6.8.2. Sincronización para equipos en los gabinetes de control y comunicación existentes en el EMB1.**

Para el caso de los equipos en los gabinetes de control del EMB1, se deberá proporcionar IRIG-B a través del reloj GPS SEL-2407 (cuenta con antena instalada) que actualmente se encuentra instalado en el gabinete de comunicación existente. Estos equipos cuentan con entrada tipo bornera para recibir la señal de IRIG-B, por lo que se deberán utilizar conectores tipo Balun en las salidas del reloj.

Para el servidor de puertos seriales y el equipo de automatización IO02 SEL-2440, **EL CONTRATISTA**, deberá instalar cable coaxial con terminales BNC en ambos extremos, ya que estos cuenta con puertos tipo BNC para recibir la señal IRIG-B.

Para repartir la señal IRG-B al distribuidor de la Barra 1, **EL CONTRATISTA**, deberá instalar cable coaxial con terminales BNC en ambos extremos desde el reloj SEL-2407, hasta el distribuidor TS01.

**EL CONTRATISTA** deberá suministrar e instalar las siguientes conexiones con cable multiconductor blindado dos hilos (Belden), conectores tipo Balun y cable coaxial:

- En el primer puerto de salida, conexión con cable coaxial terminación BNC-BNC hacia el SEL-3610 ubicado en el gabinete de comunicación existente.
- En el segundo puerto de salida, cadena entre SEL-387A T1 y SEL-387A T2 con cable multiconductor blindado dos hilos (Belden) y conector Balun para la conexión al reloj.
- En el tercer puerto de salida, cadena entre los relés SEL-311L y SEL-311C del gabinete de control de la línea 115-9 con cable multiconductor blindado dos hilos (Belden) y conector Balun para la conexión al reloj.
- En el cuarto puerto de salida, cadena entre los relés SEL-311L y SEL-311C del gabinete de control de la línea 115-42 con cable multiconductor blindado dos hilos (Belden) y conector Balun para la conexión al reloj.
- En el quinto puerto de salida, cadena entre los medidores de la línea 115-9 y 115-42 con cable multiconductor blindado dos hilos (Belden) y conector Balun para la conexión al reloj.
- En el sexto puerto de salida, conexión con cable coaxial terminación BNC-BNC hacia el IO02 SEL-2440.
- En el séptimo puerto de salida, conexión con cable coaxial terminación BNC-BNC hacia el distribuidor TS01 SEL-3400.

Ver ilustración 38 como referencia.

**EL CONTRATISTA** deberá realizar estas instalaciones, según las indicaciones de este documento y sus anexos y determinará las longitudes del cableado a instalar. Los cables que se instalen en canaletas de la subestación deberán ir protegidos con tubería corrugada.

El trabajo deberá incluir todo lo requerido para completar la instalación correctamente, de forma que se puedan sincronizar los equipos en mención, preservar la buena estética de la instalación y cumplir normas técnicas aplicables. **EL CONTRATISTA** deberá suministrar materiales adicionales que estime necesarios para este propósito, aunque no hayan sido mencionados específicamente en documentos suministrados por **ENSA**.



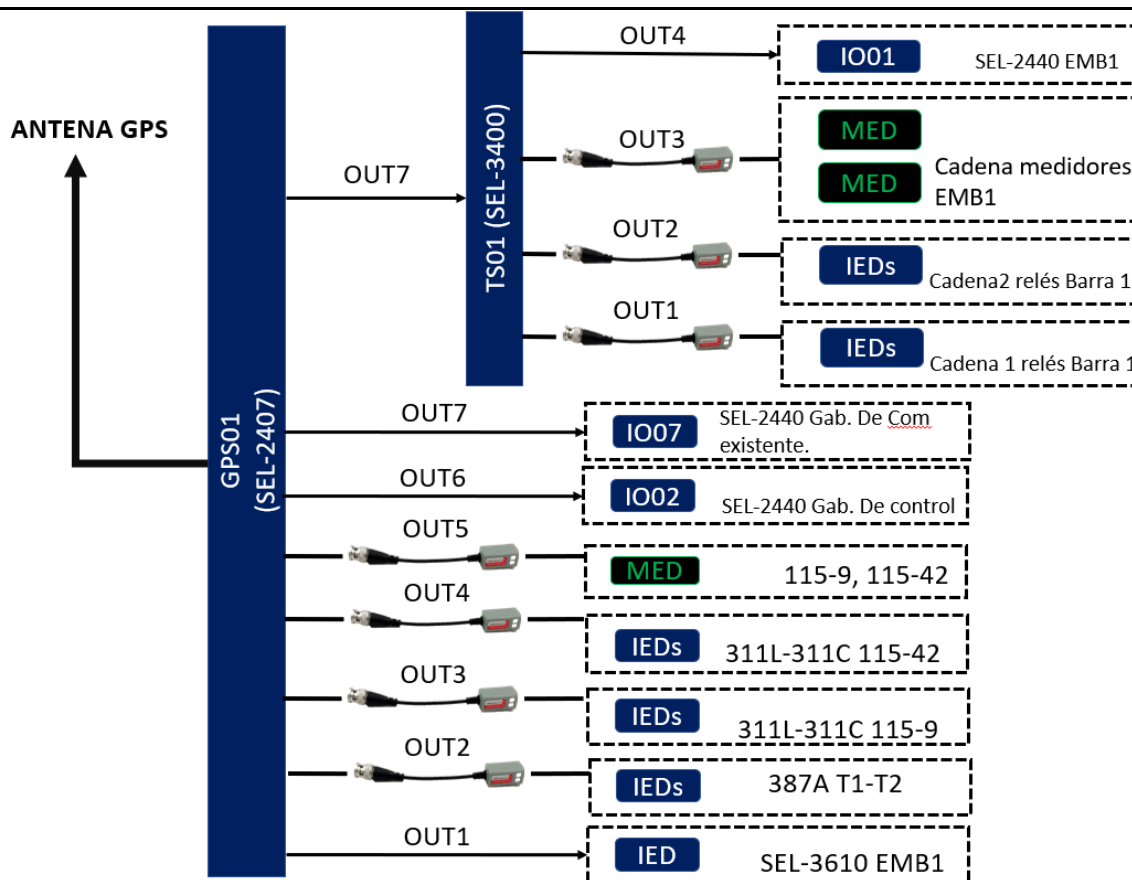


Ilustración 45 Cableado de sincronización para el EMB1

### 6.8.3. Sincronización para los equipos del EMB2

En el nuevo gabinete de comunicaciones SEL vendrá instalado de fábrica un reloj GPS SEL-2488, este deberá proporcionar la señal IRIG-B a todos los equipos de automatización y comunicación del EMB2 de la subestación.

Para los relés en el cubículo de la Barra 2, **EL CONTRATISTA** deberá instalar dos cadenas para repartir la señal de IRIG-B que iniciarán en las salidas 2 y 3 del reloj SEL-2488. La entrada para recibir la señal IRIG-B de estos relés son de tipo bornera, por lo que se tendrá que hacer uso de cable dos pares (Belden) y conectores tipo Balun.

Para el caso del IO03, ubicado en la Barra 2, este si cuenta con puerto tipo BNC para recibir señal IRIG-B, por lo que se deberá utilizar cable coaxial con conectores BNC-BNC, desde la salida 4 del reloj.

Ver ilustración 39 como referencia.

**EL CONTRATISTA**, deberá suministrar e instalar las siguientes conexiones con cable dos pares (Belden), conectores tipo Balun y cable coaxial:

- En el segundo puerto de salida, cadena 1 para los relés de la barra 2 con cable dos pares y conector Balun para la conexión al reloj.

- En el tercer puerto de salida, cadena 2 para los relés de la barra 2 con cable dos pares y conector Balun para la conexión al reloj.
- En el cuarto puerto de salida, conexión con cable coaxial terminación BNC-BNC hacia el IO03 SEL-2440.

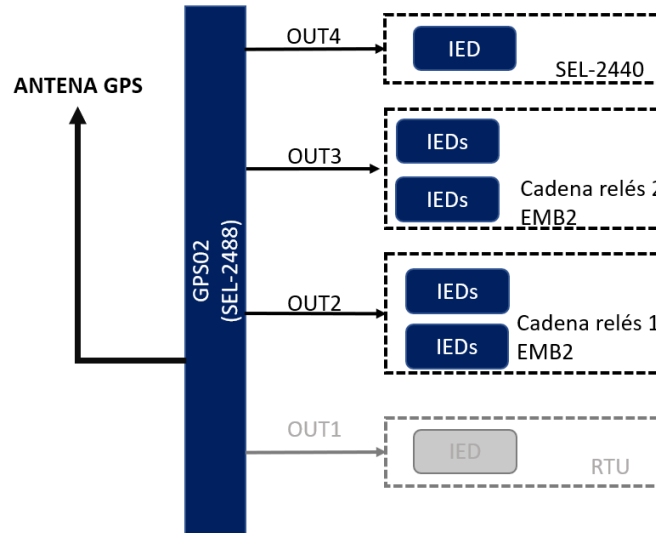


Ilustración 46 Cableado de sincronización para el EMB2

El cableado para esta señal deberá ir por canaleta externa, por lo que **EL CONTRATISTA**, deberá suministrar e instalar tubería HDPE para que los cables vayan protegidos.

### 6.8.4. Instalación de antena GPS

Para brindar sincronización, el reloj satelital deberá conectarse a una antena GPS. **ENSA** suministrará a **EL CONTRATISTA** la antena GPS compatible con el reloj satelital SEL-2488 que estará ubicado en el nuevo gabinete de comunicación de la nueva caseta de control.

**EL CONTRATISTA**, deberá instalar la antena GPS en la parte de afuera de la nueva caseta de comunicaciones, de forma tal que la antena tenga vista total al cielo abierto. **EL CONTRATISTA**, deberá realizar el tendido de cableado coaxial correspondiente desde el nuevo tablero de comunicaciones hasta la antena GPS y sus terminaciones con conector TNC. El recorrido del cable será a través de las canaletas de la caseta, hasta un punto en el techo (o a un costado) de la caseta de control. **EL CONTRATISTA**, suministrará e instalará otros materiales que se estimen necesarios para cumplir con el propósito de esta instalación y proteger los equipos y materiales.

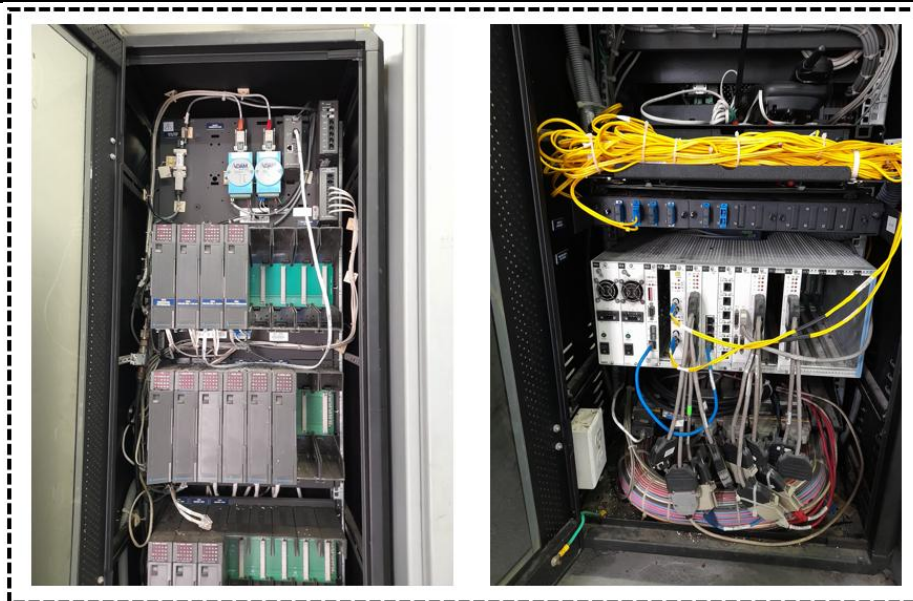


*Ilustración 47 Instalación de antena GPS*

#### **6.9. Adecuaciones en los gabinetes del EMB1**

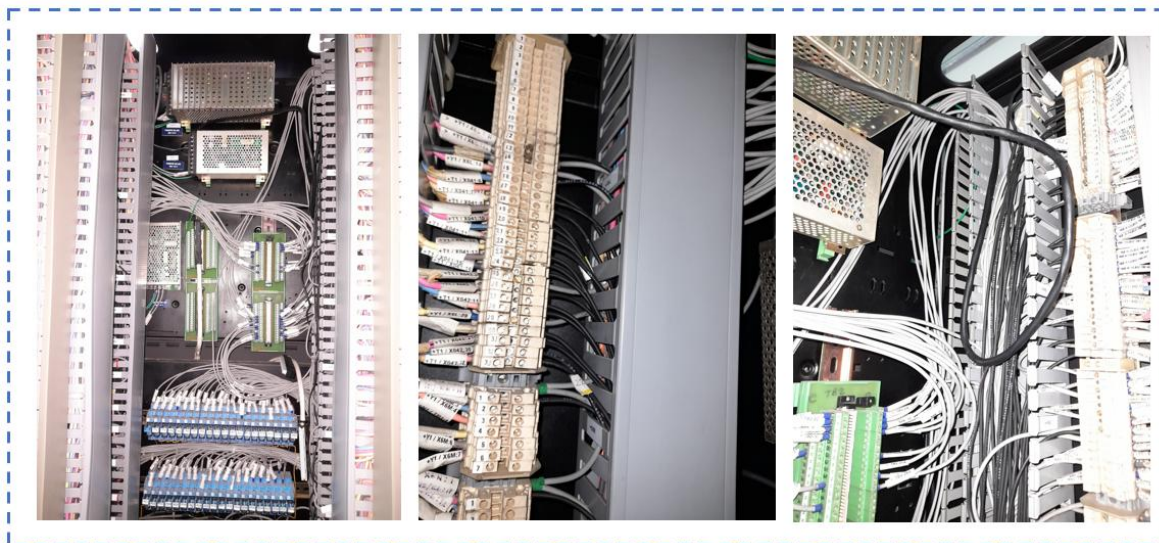
En la subestación Tinajitas, en la caseta del EMB1, adicional al gabinete de comunicaciones existente, se encuentra un gabinete con equipos en desuso que en su momento conformaban la RTU de la subestación. Estos equipos, deberán ser removidos y posteriormente se retirará todo el cableado que ya no esté en funcionamiento producto de las nuevas adecuaciones que se realizarán a lo largo del proyecto.

**EL CONTRATISTA**, deberá retirar y entregar a **ENSA** todos los equipos que se encuentren en la parte frontal del gabinete que corresponden a módulos de entrada y salida y módulos de alimentación para los equipos. En la parte de abajo del gabinete, se encuentra un ODF de 24 puertos para fibra mono modo, el cual deberá ser retirado por **EL CONTRATISTA**, al igual que el multiplexor y cableado asociado que se muestran al final del gabinete, una vez se realicen todas las migraciones detalladas anteriormente. Ver ilustración 40.



*Ilustración 48 Vistas de la parte frontal del gabinete con equipos en desuso*

La parte posterior de este mismo gabinete actualmente funciona como una “caja de paso” en donde se distribuyen cableado de señales de control a los gabinetes de comunicación, protección y control. Muchas de estas señales quedarán inoperativas debido a que se instalarán en nuevos equipos de automatización.



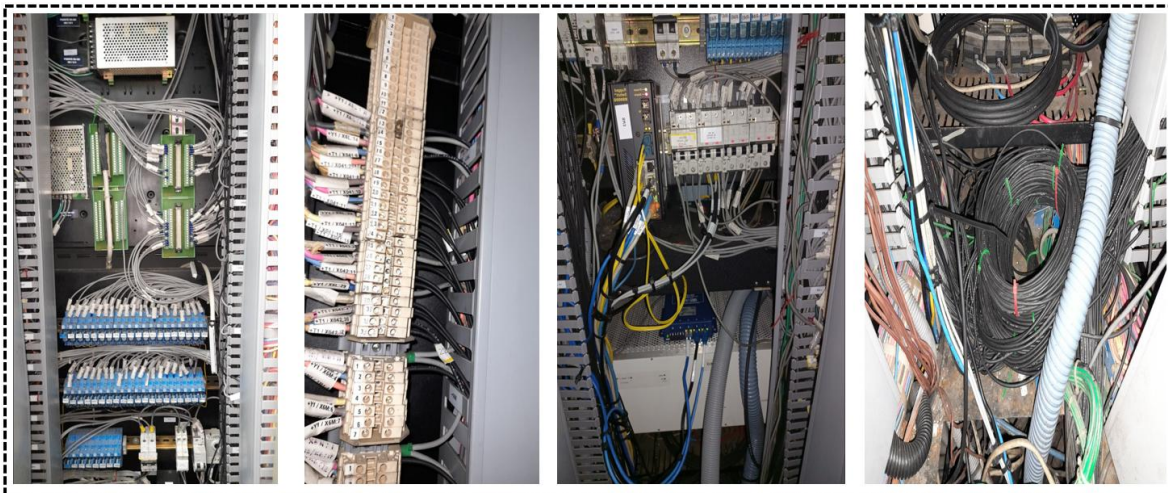
*Ilustración 49 cableado de la "caja de paso", hacia el SEL AXION*





*Ilustración 50 Cableado del AXION proveniente de la "caja de paso".*

**EL CONTRATISTA**, en conjunto con **ENSA**, deberá realizar un levantamiento que involucre todas las señales, puntos de interconexión y breaker que se encuentren en la parte posterior de este gabinete, para poder retirar el cableado y equipos que quedarán en desuso. **EL CONTRATISTA**, deberá retirar todo el cableado, breaker y equipos que resulten en desuso luego del levantamiento.



*Ilustración 51 Vistas de la parte posterior del gabinete con equipos en desuso*

Una vez se realicen los trabajos antes mencionados, **EL CONTRATISTA**, deberá retirar el gabinete y entregarlo a **ENSA** para su descarte.

**Gabinete de comunicación existente EMB1**

En el gabinete de comunicaciones existente, a parte de los equipos ya mencionados anteriormente en este documento, existen algunos equipos adicionales que se deben retirar y reubicar.

**EL CONTRATISTA**, deberá retirar y entregar a **ENSA**, los siguientes equipos:

- Tres (3) equipos APC color blanco
- Un (1) equipo SEL-2032

**EL CONTRATISTA**, deberá realizar en conjunto con **ENSA** un levantamiento de las señales asociadas al SEL-2032 para descartar que no existan señales operativas que deban quedar en funcionamiento. En caso de que alguna señal necesite quedar en operación, será reubicada al SEL-AXION que se encuentra en este mismo gabinete.

**EL CONTRATISTA**, deberá retirar todo el cableado que resulte en desuso producto de la desinstalación de equipos y sellar con tapas metálicas correspondientes al gabinete los espacios que queden disponibles, en caso de que las tapas no se encuentren en la subestación, **EL CONTRATISTA** deberá suministrarlas.



*Ilustración 52 Equipos a retirar del gabinete de comunicaciones existente.*

**EL CONTRATISTA** deberá reubicar algunos equipos de este gabinete, los cuales mantienen en operación las cámaras de la subestación Tinajitas. Para este propósito, **EL CONTRATISTA**, deberá suministrar e instalar un gabinete de 19" 42U 800x1000mm, color negro, puerta transparente (ver ilustración 10 para referencia del gabinete). Este gabinete deberá quedar instalado en el espacio que resulte del retiro del gabinete con equipos en desuso, una vez que se haya realizado todo el levantamiento y migrado las señales correspondientes.



**EL CONTRATISTA** deberá reubicar de este gabinete los siguientes equipos:

- Un “encoder” color negro
- Un switch “Altronix” color negro
- Regleta de cables
- 3 switches de comunicación
- Un (1) UPS EATON color negro



*Ilustración 53 equipos a reubicar del gabinete de comunicaciones existente.*

**EL CONTRATISTA**, deberá suministrar e instalar en el gabinete un tomacorriente para proveer la alimentación (120AC) de los equipos detallados. **EL CONTRATISTA**, deberá alimentar el tomacorriente desde un tablero de alimentación AC de la subestación o puntos de alimentación disponible en el gabinete en cuestión o gabinetes adyacentes.

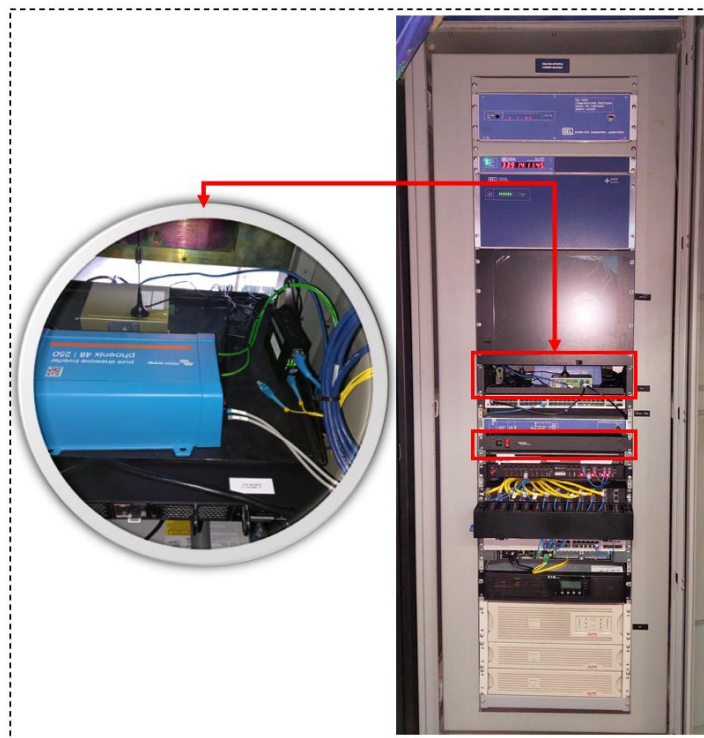
**EL CONTRATISTA**, deberá realizar pruebas antes y después de la migración de estos equipos y dejarlos operativos. Esta actividad se realizará en conjunto con el personal que administra las cámaras para garantizar que las conexiones se realicen efectivamente.

En el gabinete de comunicaciones existen dos equipos adicionales que deben migrarse al gabinete de comunicaciones nuevo en la caseta nueva, estos corresponden un inversor y un pequeño switch “inhand” que actualmente se encuentran sobre una bandeja. Adicional, existe también una regleta que provee comunicación AC.

**EL CONTRATISTA**, deberá reubicar la bandeja y la regleta a la parte de abajo del gabinete y colocar en la bandeja el inversor y proveer alimentación a este. El inversor se alimenta con 48 VDC, **EL CONTRATISTA** deberá suministrar e instalar el breaker de 48VDC (no AC) y alimentarlo desde el punto de bornera dentro del gabinete. Ver figura 6.9.6.

**EL CONTRATISTA**, deberá suministrar e instalar un DIN RIEL en las paredes del gabinete (en la parte de adentro) y deberá instalar en estos el switch inhand con su alimentación en 48VDC, suministrando e instando el breaker correspondiente.

**EL CONTRATISTA**, deberá suministrar todos los materiales de ferretería (tornillos de rack, soportes, etc.) y cableado necesario que resulte necesario de la reubicación de equipos enlistados en esta sección. También deberá retirar todo el cableado que resulte en desuso producto de estas reubicaciones.



*Ilustración 54 Concepto de instalación para la bandeja y regleta en el gabinete de comunicación.*

### 6.10. Adecuaciones en el gabinete del EMB2

El gabinete de comunicación existente en el EMB2 corresponde al gabinete TELVENT. Este gabinete será removido de forma definitiva junto con los equipos que resulten en desuso luego de migrar los equipos que serán conservados como se indicó en las secciones anteriores.

**EL CONTRATISTA**, deberá retirar los equipos, cableado y estructura del gabinete una vez se haya migrado todas las señales operativas que llegan a las borneras de este gabinete. Una vez retirado el gabinete para descarte, **EL CONTRATISTA**, deberá realizar las adecuaciones correspondientes al suelo que se estimen necesarias para preservar el orden y la buena estética de la caseta de comunicación sin dejar espacios sin tapas o piso de cemento.



*Ilustración 55 Gabinete de comunicación TELVENT en el EMB2.*

**EL CONTRATISTA** coordinará con **ENSA** las interrupciones en cuanto a comunicaciones que serán necesarias para completar los trabajos descritos en las últimas secciones, con el propósito de reducir al mínimo la indisponibilidad de las comunicaciones en la subestación Tinajitas y otras.

#### **6.11. Reubicación del poste de comunicaciones existente**

En la subestación Tinajitas, se encuentra instalado y operativo un poste de concreto de 18 metros, el cual es denominado poste de comunicaciones. Este poste contiene enlaces RF, los cuales están destinados a brindar comunicación a los equipos tele controlados aledaños a la subestación. Debido a que luego de la construcción de la nueva caseta, toda la comunicación de la subestación se concentrará en esta y que actualmente este poste no se encuentra en la posición ideal para su propósito, **EL CONTRATISTA**, deberá reubicar el poste al lado de la nueva caseta de comunicaciones.



Para este propósito, **EL CONTRATISTA**, deberá considerar la construcción de una canaleta o viga ducto, que cumpla con el propósito de llevar cableado desde el poste hacia el interior de la nueva caseta de comunicaciones.

Para la viga ducto, se deberán instalar 4 tuberías de 4" cada una, aquellas que no queden en uso deberán quedar fichadas para su uso futuro. En el caso de la canaleta, deberá cumplir con las dimensiones señaladas en este documento anteriormente y deberá unirse a la canaleta interna de la caseta de comunicaciones.

**EL CONTRATISTA**, deberá considerar que el poste se encuentra vestido, por lo tanto, antes de realizar el levantamiento del poste deberá desvestirlo en su totalidad, es decir, deberá remover la escalera, bandeja porta cable, antena de comunicación y todo cableado que se encuentre instalado en el poste, así como otro accesorio adicional a los antes mencionados.

**EL CONTRATISTA**, deberá tener todos los cuidados necesarios para que los accesorios se conserven en estado óptimo, ya que deberán volver a montarse una vez sea reubicado el poste. Para el cableado asociado al poste, **EL CONTRATSITA**, deberá suministrarlo e instalarlo nuevo, tomando en cuenta las nuevas distancias necesarias. También, deberá tomar en cuenta que el cable debe quedar en la bandeja porta cables con su respectivo grounding kit.

**EL CONTRATISTA**, suministrará e instalará cable coaxial LMR400 para cada antena Omnidireccional a instalar con terminales N-hembra en el extremo del cuarto de comunicaciones y del lado de la antena, aun cuando la antena no se instale en sitio, se dejará provisión de cable y terminales. **EL CONTRATISTA**, deberá tomar como referencia lo que se encuentre instalado en el poste a la hora de desvestirlo, para así suministrar e instalar la misma cantidad de cables. Se estiman aproximadamente 40m desde la antena más elevada hasta el Gabinete de comunicaciones. Los cables instalados deberán llegar a uno de los gabinetes negros que se instalarán en la nueva caseta de comunicaciones denominado "Gabinete de comunicaciones 2".

El recorrido del cableado a través de las canaletas existentes en la subestación Eléctrica, se colocarán sobre tubería para proteger estos de cortes y movimientos de otros cables.

**EL CONTRATISTA**, deberá suministrar todo el material para esta labor, incluyendo aquellos accesorios, herrajes y/o tornillos que no puedan ser reutilizables.

En el poste existente, ya se encuentra instalada una antena asociada al maestro (Radio Ripex2) de la subestación, este equipo también debe ser reubicado. Actualmente se encuentra en el gabinete de comunicaciones de la caseta EM1 y debe ser reubicado al gabinete de comunicaciones 2 (nueva caseta), en el cual se deberá colocar un riel din y realizar su instalación, esto será responsabilidad de **EL CONTRATISTA**, el cual también deberá proveer alimentación a este, reubicando la fuente de alimentación que actualmente alimenta el radio; esta última es una fuente reductora de 48Vdc a 24 Vdc, por lo que debe ser alimentada en este voltaje.

Este radio deberá conectarse por medio de cable ethernet al SW06-P18 ubicado en el gabinete SEL, por lo que **EL CONTRATISTA** también deberá tomarlo en cuenta para las conexiones de cableado de este tipo.

### Sistema de Tierra para el poste y sus componentes:

- Se deben instalar varillas de aterrizaje para el sistema de tierra hasta obtener una resistencia no mayor a cinco (5) ohm. En caso de que las varillas no se puedan reutilizar, **EL CONTRATISTA**, deberá suministrarlas.
- El sistema de tierra del poste se deberá unir al sistema de tierra de la Subestación eléctrica mediante conductor #2/0 AWG en el punto más cercano a esta, colocando el cable en posición que no sobresalga del terreno para evitar tropiezos con el personal en la subestación.
- Todas las uniones de cable #2/0 AWG mediante soldadura CADWELL.
- **EL CONTRATISTA**, suministrará kit de tierra “Grounding Kit” para los cables coaxiales y estos se conectarán a la barra de tierra, en el caso de que no puedan ser reutilizados.

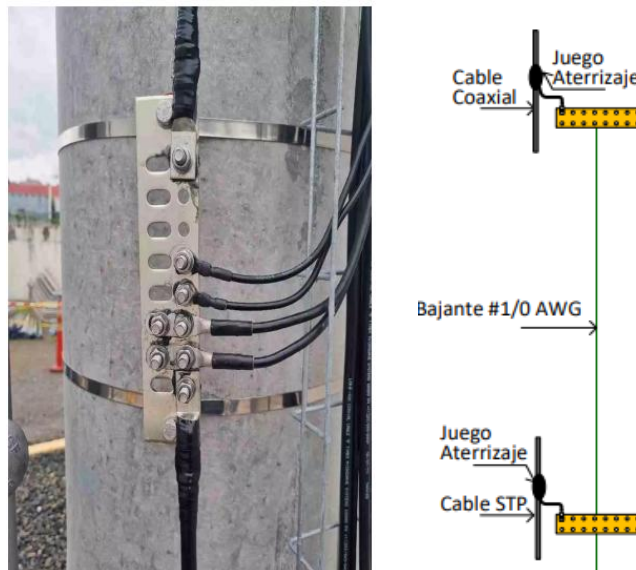
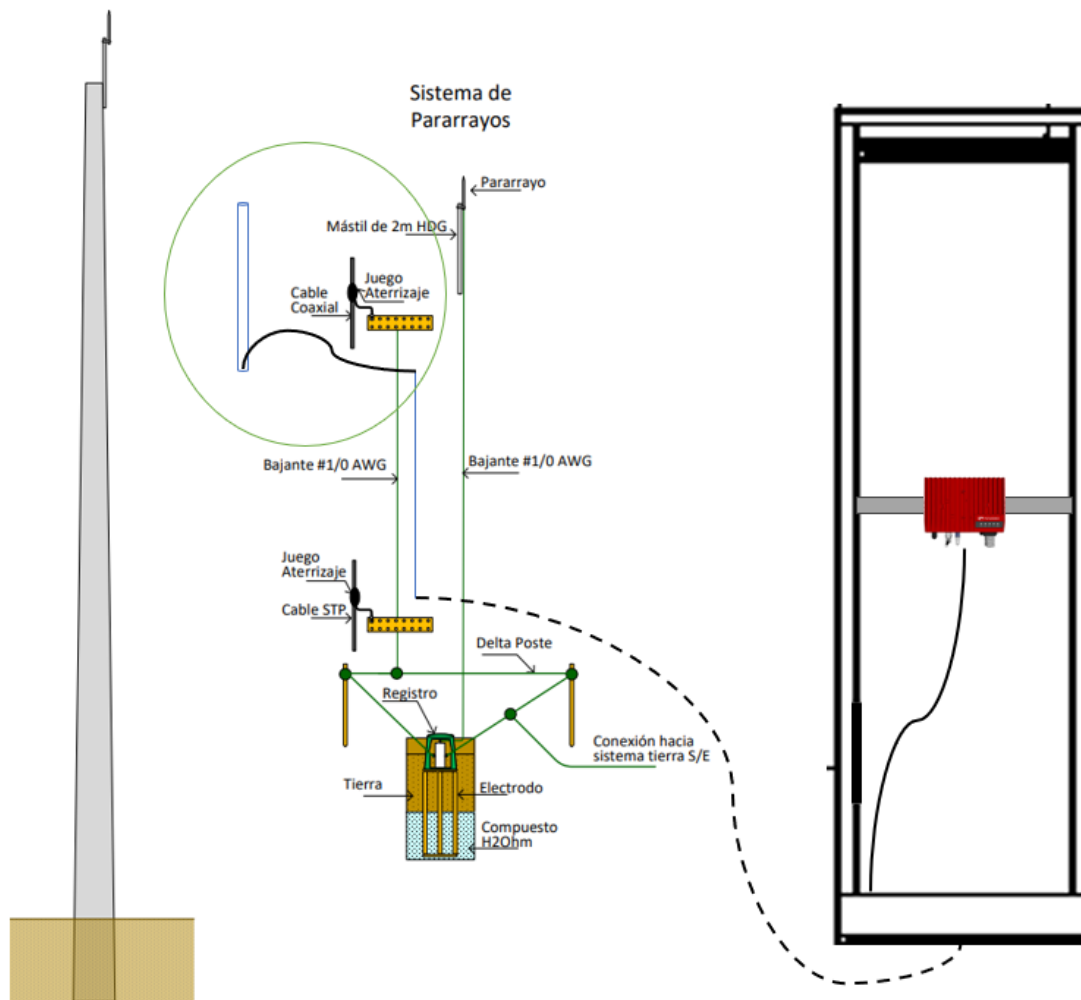


Ilustración 56 Instalación de grounding kit.



A continuación, se presenta un diagrama unifilar del sistema de aterrizaje e instalación del radio Ripex, a modo de referencia:



*Ilustración 57 Sistema de aterrizaje del poste e instalación del maestro Ripex.*

**Sistema de Pararrayos del poste:**

- Cable de conexión a tierra #2/0 AWG exclusivo para este, desde el pararrayos hasta punto de conexión en la varilla de tierra la parte inferior del poste, en caso de que no pueda ser reutilizable.
- El cable no debe hacer contacto con los soportes de antena o escalera.

**Línea de vida:**

- Mediante cable resistente a la corrosión, Norma ANSI Z359.16, en caso de que no pueda ser reutilizable.
- La sujeción del cable al poste deberá evitar la desconexión del medio de anclaje del arnés en todo el trayecto cuando se procede a subir el poste.



**6.12. Maestro Ripex**

En el poste existente, ya se encuentra instalada una antena asociada al maestro (Radio Ripex2) de la subestación, este equipo también debe ser reubicado. Actualmente se encuentra en el gabinete de comunicaciones de la caseta EM1 y debe ser reubicado al gabinete de comunicaciones 2 (nueva caseta), en el cual se deberá colocar un riel din y realizar su instalación, esto será responsabilidad de **EL CONTRATISTA**, el cual también deberá proveer alimentación a este, reubicando la fuente de alimentación que actualmente alimenta el radio; esta última es una fuente reductora de 48Vdc a 24 Vdc, por lo que debe ser alimentada en este voltaje.

Este radio deberá conectarse por medio de cable ethernet al SW06-P18 ubicado en el gabinete SEL, por lo que **EL CONTRATISTA** también deberá tomarlo en cuenta para las conexiones de cableado de este tipo.

El poste general y todos sus componentes son una instalación reciente de **ENSA**, en caso de que la vestidura no pueda ser trasladada, sufra daños o deba ser reemplazada; **EL CONTRATISTA**, deberá solicitar a **ENSA** las especificaciones de los materiales y/o elementos, suministrarlos e instalarlos.

**7. Depósito y Servicios Temporales**

La localización, construcción del depósito temporal para guardar herramientas y materiales se someterán a la aprobación del **ENSA**. Se permitirá que **EL CONTRATISTA** utilice para tales fines, parte del terreno de la Subestación disponible. Estas Instalaciones deberán ser de construcción higiénica, cómoda, resistente, segura y tener un aspecto razonablemente atractivo. Está totalmente prohibido que el personal utilice la garita, baño, casetas de equipos de maniobras de la subestación para aseo de los trabajadores, oficina y/o almacén.

**8. Limpieza de la Obra**

**EL CONTRATISTA** deberá velar por mantener durante toda la construcción, el orden y limpieza en toda la zona de los trabajos, incluyendo las ocupadas por instalaciones provisionales.

Al terminarse los trabajos, **EL CONTRATISTA** dejará las obras acabadas en condiciones y terminación satisfactoria para **ENSA** en particular. La fundación presentará la superficie limpia, sin manchas de pintura, grasa u otras sustancias, para realizar la limpieza no se usarán ácidos y abrasivos que puedan estropear la fundación.

**EL CONTRATISTA**, debe realizar la recolección y limpieza de todas las áreas utilizadas dentro de la subestación y debe ser responsable de la disposición final de sus desechos presentando Recibos.