

CONTENIDO

1. EQUIPOS DE SSGG Y AUXILIARES CASA DE CONTROL.....	1
1.1. TABLERO DE SG DE CC 125 VDC.	1
1.2. TABLERO DE SG DE CA 220/127 VAC.	5
2.1. TABLERO DE CONTROL, MEDICIÓN Y PROTECCIÓN PARA L/SUBTRANSMISIÓN	10
3. TELECOMUNICACIONES	14
3.1 SWITCH DE COMUNICACIONES.....	14
4. CABLEADO DE CONTROL, ALIMENTACIÓN Y COMUNICACIONES.....	14
4.1 CABLE CONCÉNTRICO APANTALLADO.	15
4.2 CABLE ULTRAFLEX UNILAY THHN # 1/0 AWG.....	16
4.3 PATCH CORD DE FIBRA ÓPTICA MULTIMODO CERTIFICADA.	16
5. INTEGRACIÓN SCADA Y PRUEBAS FUNCIONALES.....	16
5.1 INGENIERÍA DE CABLEADO DE CONTROL DE LA SUBESTACIÓN Y PRUEBAS FUNCIONALES DE NIVEL 0.....	16
5.2 CONFIGURACIÓN, PARAMETRIZACIÓN, PRUEBAS E INTEGRACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN, MEDICIÓN, MONITORES, SWITCHES, ETC. DE LA SUBESTACIÓN (NIVEL 1).....	17
5.3 CONFIGURACIÓN, PARAMETRIZACIÓN, PRUEBAS E INTEGRACIÓN DE LA RTU (NIVEL 2).	18
5.4 INTEGRACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LA SUBESTACIÓN CON EL SISTEMA SCADA (NIVEL 3).	18



1. EQUIPOS DE SSGG Y AUXILIARES CASA DE CONTROL

1.1. TABLERO DE SG DE CC 125 VDC.

Para las Subestaciones Norte y Catamayo, los tableros eléctricos de servicios generales de corriente continua a 125 VDC, deberán ser ensamblados en fábrica, con materiales, diseño y construcción de primera clase para garantizar la máxima seguridad al personal a cargo de las labores de operación, inspección y mantenimiento.

Los componentes del cada tablero deben estar dispuestos de forma lógica y deben ser adecuadamente probados. Se deberán ofertar elementos de marca, calidad reconocida en nuestro medio, que tengan representantes técnicos locales.

Antes de la fabricación o compra, el oferente debe remitir un juego completo de planos mecánicos y eléctricos, para revisión y aprobación por parte de la Superintendencia de Subestaciones y Comunicaciones, Fiscalización y Administración del contrato.

Las especificaciones técnicas requeridas por la EERSSA se indican en el **Formulario No. 1.1.1**

Códigos y normas

- IEC 62208, IEC 60439-1, IEC 61439-1-2.
- UNE-EN 60068-2-57.
- IEEE Std 693.
- IEC 60529.
- IK10 (IEC 62262).
- DIN 41488.

Pruebas de Aceptación en Fábrica - FAT

Todos los equipos y accesorios que conforman el tablero deberán ser sometidos a pruebas individuales y a pruebas de conjunto funcionales. Estas pruebas deben ser realizadas siguiendo las normas nacionales e internacionales aplicables.

Para los tableros de SG de CC 125 VDC, el Contratista realizará en fábrica las siguientes pruebas:

- Inspección visual y dimensional del tablero, incluyendo color y adherencia de la pintura.
- Verificación de correcto ajuste de pernos y tornillos de la estructura metálica del tablero.
- Inventario de elementos y equipos del tablero, de acuerdo con los planos y lista de equipos y componentes.
- Verificación general de conexiones (correcto ajuste de bornes).
- Verificación y correspondencia de cableado (marquillado).
- Colocación adecuada de nomenclatura de equipos según los planos.
- Verificación de las conexiones de las señales de voltaje y de corriente.



- Conexión de puesta a tierra de equipos, estructuras metálicas y puertas a la barra de cobre del tablero.
- Verificación de las derivaciones de la barra principal y las conexiones de barras.
- Pruebas simuladas funcionales de todos los equipos del tablero, relacionadas con las especificaciones técnicas de cada elemento y de la ingeniería básica.

Características Constructivas.

- **Gabinete Metálico de 800X800X2100 mm.**

El tablero se diseñará para instalación al interior de la sala de control de las subestaciones cuyo diseño y suministro es responsabilidad del oferente. La clase de protección será IP54.

El tablero debe ser del tipo auto soportante, para montaje sobre el piso. Los materiales de construcción deben ser apropiadamente preparados y tratados contra la oxidación o corrosión.

La estructura de soporte del armario es de chapa de acero galvanizada al caliente, perforada con paso de 25 mm y con cuatro bisagras. Los paneles laterales y panel posterior serán de chapa de acero con un grueso mínimo de 1,5 mm. Se utilizará pintura con polvo epoxi-poliéster de 60÷70 micras de espesor, color de serie gris RAL 7035 rugoso.

La puerta frontal es reversible, de chapa 2 mm de espesor, con junta de poliuretano y cerradura con llave. Su ángulo de apertura será de 120°, incluso en el caso de que haya varias estructuras adosadas. La puerta estará provista de un perfil de refuerzo galvanizado y perforado con paso de 25 mm, pernos de puesta a tierra colocados en las dos esquinas junto a las bisagras. Estará provista de los siguientes accesorios:

- Portaplanos de plástico A4.
- Rejilla de ventilación con filtro grado IP54.
- Travesaños internos unidos horizontalmente a los perfiles de refuerzo para fijar la canaleta u otros accesorios.

La base del tablero vendrá con varias tapas que se puedan extraerse o perforarse para permitir la entrada de cables por la parte inferior. El techo es desmontable y en él se montará un sistema de ventilación forzada grado IP54.

El peso del tablero recaerá sobre zócalos de esquinas angulares de 2,5 mm + tapas de 1 mm de espesor en chapa decapada y pintada de color gris RAL 7012 rugoso, H = 100 mm

La placa de montaje debe soportar cargas de hasta 300 kg sin deformarse, de acero galvanizado 2,5 mm y montada al fondo armario para optimizar el espacio interior del armario.

Todas las partes metálicas de los tableros deben ser correctamente aterrizadas.



El tablero debe tener la suficiente robustez para resistir sin dañarse por los esfuerzos que resulten del transporte, instalación y movimientos sísmicos, ser capaces también de soportar los esfuerzos derivados de las condiciones de operación, incluidos cortocircuitos externos, sin distorsión u otros daños y estarán provistos de dispositivos de izaje.

- **Disyuntores De Caja Moldeada.**

Los disyuntores de baja tensión de caja moldeada (molded case), deben ser equipados con contactos auxiliares para señalización de estado remota y suministrados en las cantidades y se indiquen en los planos.

Los disyuntores serán de simple tiro, operación manual y automática, de 2 polos, y adecuados para 125 VDC, como se indica en los planos.

Los disyuntores deben ser de desenganche mecánicamente libre, apertura y cierre rápidos, tanto en operación manual como automática y tener características de tiempo inverso, obtenidas por medio de elementos térmicos bimetálicos; y desenganche magnético instantáneo.

La capacidad de interrupción no debe ser menor a 10000 amperios para 125 VDC.

- **Cableado y Conexión.**

El cableado para instrumentos y controles, excepto aquellos que atraviesan uniones abisagradas, deben ser de cable de cobre de un solo conductor no menor de No. 14 AWG, de 19 hilos. Los cables de conexión para las señales de voltaje y de corriente serán de cobre no menor de No. 10 AWG. Los cables que crucen uniones abisagradas deben ser del tipo flexible.

El aislamiento del cable de control deberá ser de 0,6/1 kV, según IEC 60502.

No se permitirá empalmes en los alambrados y todas las conexiones se efectuarán en bornes terminales.

La marca y modelo de los bloques terminales serán de marca y calidad reconocidas, estando sujetos a aprobación de la EERSSA. Estarán provistos con inscripciones numéricas que corresponden a aquellos que aparecen en los diagramas de control y cableado. Se debe proveer como reserva, al menos 10% de cada tipo de bloques terminales. Sólo se aceptará sólo un conductor por borne.

Cada cable se identificará por medio de marquillas termo contraíble y debe llevar la información del borne de llegada, salida y equipo conectado.

El cableado se soportará mediante canaletas plásticas ranuradas con tapas desmontables, de fácil acceso para inspección y reemplazo de cables.

Los alambrados expuestos se usarán al mínimo y cuando se usen, se formarán grupos planos compactos, unidos entre sí y adecuadamente soportados. Los grupos de cables

expuestos correrán en forma rectilínea tanto horizontal como verticalmente con curvas en ángulo recto de radio pequeño.

- **Barras, Derivaciones y Conexiones de Barras**

Las derivaciones del barraje principal y las conexiones de barras serán de cobre de alta conductividad, con uniones por medio de pernos, tuercas y arandelas no corrosivos, de acero altamente tensionable, y asegurados para no aflojarse ante la ocurrencia de una falla.

Las barras deben soportar corrientes de cortocircuito iguales a la capacidad nominal de interrupción del disyuntor principal. Sus conexiones deben estar clasificadas de acuerdo a los requerimientos del circuito y ser diseñadas para soportar los efectos de las fuerzas térmicas y electrodinámicas asociadas con la máxima corriente de corto circuito.

Las conexiones de barra, incluyendo las derivaciones de barra y las conexiones a disyuntores deben ser apernadas con pernos de acero de alta resistencia, cadmiados o galvanizados. Una arandela plana se usará bajo la cabeza y bajo la tuerca de cada perno.

Se instalará una barra de puesta a tierra, con capacidad mínima igual al 25% de la capacidad de la barraje principal; esta barra debe conectarse a tierra directamente. La barra de tierra debe estar diseñada para soportar la máxima corriente de corto circuito, por una mínima duración de un segundo.

- **Iluminación, Tomacorriente y Calefactores.**

El interior del panel se tendrá dos luminarias, una a 120 VCA y otra de emergencia a 125 VDC, ambas controladas por sistemas final de carrera ubicado junto a la puerta de acceso.

Se incluirá un tomacorriente de 120VAC, 20A, NEMA 5-20R, con pulsadores de test /reset.

Al tablero se lo suministrará con resistencias de calefacción controlados por medio de un higrostat, en la cantidad y capacidad necesaria para minimizar la condensación en todos los compartimentos.

También se dispondrá señalización luminosa con luz piloto tipo LED, cuando haya ausencia de voltaje 125 VDC.

- **Instrumentos de Medición.**

Los instrumentos indicadores voltaje y corriente deben ser del tipo digital, provisto de una pantalla que permita una lectura clara de los valores que aparezcas al colocarse en frente del instrumento.

Los indicadores digitales de corriente de carga y voltaje de la barra principal, deben tener salidas de corriente de 4-20 mA que permitan obtener indicación remota de estos parámetros.



1.2. TABLERO DE SG DE CA 220/127 VAC.

Los tableros eléctricos de servicios generales de corriente alternan a 220/127 VAC para las Subestaciones Norte y Catamayo, debe ser ensamblado en fábrica, con materiales, diseño y construcción de primera clase para garantizar la máxima seguridad al personal a cargo de las labores de operación, inspección y mantenimiento.

Los componentes del tablero deben estar dispuestos de forma lógica y deben ser adecuadamente probados. Se deberán ofertar elementos de marca, calidad reconocida en nuestro medio, que tengan representantes técnicos locales.

Antes de la fabricación o compra, el oferente debe remitir un juego completo de planos mecánicos y eléctricos, para revisión y aprobación por parte de la Superintendencia de Subestaciones y Comunicaciones, Fiscalización y Administración del contrato.

Las especificaciones técnicas requeridas por la EERSSA se indican en el **Formulario No. 1.1.2**

Códigos y normas

- IEC 62208, IEC 60439-1, IEC 61439-1-2.
- UNE-EN 60068-2-57.
- IEEE Std 693.
- IEC 60529.
- IK10 (IEC 62262).
- DIN 41488.

Todos los equipos y accesorios que conforman el tablero deberán ser sometidos a pruebas individuales y a pruebas de conjunto funcionales. Estas pruebas deben ser realizadas siguiendo las normas nacionales e internacionales aplicables.

Para los tableros de SG de CA 220/127 VAC, el Contratista realizará en fábrica las siguientes pruebas:

- Inspección visual y dimensional del tablero, incluyendo color y adherencia de la pintura.
- Verificación de correcto ajuste de pernos y tornillos de la estructura metálica del tablero.
- Inventario de elementos y equipos del tablero, de acuerdo con los planos y lista de equipos y componentes.
- Verificación general de conexiones (correcto ajuste de bornes).
- Verificación y correspondencia de cableado (marquillado).
- Colocación adecuada de nomenclatura de equipos según los planos.
- Verificación de las conexiones de las señales de voltaje y de corriente.
- Conexión de puesta a tierra de equipos, estructuras metálicas y puertas a la barra de cobre del tablero.
- Verificación de las derivaciones de la barra principal y las conexiones de barras.



- Pruebas simuladas funcionales de todos los equipos del tablero, relacionadas con las especificaciones técnicas de cada elemento y de la ingeniería básica.

Características Constructivas.

- **Gabinete Metálico de 800X800X2100 mm.**

El tablero se diseñará para instalación al interior de la sala de control de las subestaciones, cuyo diseño y suministro es responsabilidad del oferente. La clase de protección será IP54.

El tablero debe ser del tipo auto soportante, para montaje sobre el piso. Los materiales de construcción deben ser apropiadamente preparados y tratados contra la oxidación o corrosión.

La estructura de soporte del armario es de chapa de acero galvanizada al caliente, perforada con paso de 25 mm y con cuatro bisagras. Los paneles laterales y panel posterior serán de chapa de acero con un grueso mínimo de 1,5 mm. Se utilizará pintura con polvo epoxi-poliéster de 60÷70 micras de espesor, color de serie gris RAL 7035 rugoso.

La puerta frontal es reversible, de chapa 2 mm de espesor, con junta de poliuretano y cerradura con llave. Su ángulo de apertura será de 120°, incluso en el caso de que haya varias estructuras adosadas. La puerta estará provista de un perfil de refuerzo galvanizado y perforado con paso de 25 mm, pernos de puesta a tierra colocados en las dos esquinas junto a las bisagras. Estará provista de los siguientes accesorios:

- Portaplanos de plástico A4.
- Rejilla de ventilación con filtro grado IP54.
- Travesaños internos unidos horizontalmente a los perfiles de refuerzo para fijar la canaleta u otros accesorios.

La base del tablero vendrá con varias tapas que se puedan extraerse o perforarse para permitir la entrada de cables por la parte inferior. El techo es desmontable y en él se montará un sistema de ventilación forzada grado IP54.

El peso del tablero recaerá sobre zócalos de esquinas angulares de 2,5 mm + tapas de 1 mm de espesor en chapa decapada y pintada de color gris RAL 7012 rugoso, H = 100 mm

La placa de montaje debe soportar cargas de hasta 300 kg sin deformarse, de acero galvanizado 2,5 mm y montada al fondo armario para optimizar el espacio interior del armario.

Todas las partes metálicas de los tableros deben ser correctamente aterrizadas.

El tablero debe tener la suficiente robustez para resistir sin dañarse por los esfuerzos que resulten del transporte, instalación y movimientos sísmicos, ser capaces también de soportar los esfuerzos derivados de las condiciones de operación, incluidos cortocircuitos externos, sin distorsión u otros daños y estarán provistos de dispositivos de izaje.

- **Disyuntores De Caja Moldeada.**

Los disyuntores de baja tensión de caja moldeada (molded case), deben ser equipados con contactos auxiliares para señalización de estado remota y suministrados en las cantidades y se indiquen en los planos.

Los disyuntores serán de simple tiro, operación manual y automática, de 1,2 o 3 polos, y adecuados para 220/127 VAC, como se indica en los planos.

Los disyuntores deben ser de desenganche mecánicamente libre, apertura y cierre rápidos, tanto en operación manual como automática y tener características de tiempo inverso, obtenidas por medio de elementos térmicos bimetálicos; y desenganche magnético instantáneo.

La capacidad de interrupción no debe ser menor a 15000 amperios simétricos para 240 VAC.

- **Cableado y Conexión.**

El cableado para instrumentos y controles, excepto aquellos que atraviesan uniones abisagradas, deben ser de cable de cobre de un solo conductor no menor de No. 14 AWG, de 19 hilos. Los cables de conexión para las señales de voltaje y de corriente serán de cobre no menor de No. 10 AWG. Los cables que crucen uniones abisagradas deben ser del tipo flexible.

El aislamiento del cable de control deberá ser de 0,6/1 kV, según IEC 60502.

No se permitirá empalmes en los alambrados y todas las conexiones se efectuarán en bornes terminales.

La marca y modelo de los bloques terminales serán de marca y calidad reconocidas, estando sujetos a aprobación de la EERSSA. Estarán provistos con inscripciones numéricas que corresponden a aquellos que aparecen en los diagramas de control y cableado. Se debe proveer como reserva, al menos 10% de cada tipo de bloques terminales. Sólo se aceptará sólo un conductor por borne.

El cableado se soportará mediante canaletas plásticas con tapas desmontables, de fácil acceso para inspección y reemplazo de cables.

Los alambrados expuestos se usarán al mínimo y cuando se usen, se formarán grupos planos compactos, unidos entre sí y adecuadamente soportados. Los grupos de cables expuestos correrán en forma rectilínea tanto horizontal como verticalmente con curvas en ángulo recto de radio pequeño.

Todos los conductores de conexión interna estarán marcados mediante marquillas en ambos extremos, estas marquillas corresponderán a la identificación de los diagramas de control y cableado del tablero. La identificación deberá ser del tipo dirigida, indicando origen y destino.

- **Barras, Derivaciones y Conexiones de Barras**

Las derivaciones del barraje principal y las conexiones de barras serán de cobre de alta conductividad, con uniones por medio de pernos, tuercas y arandelas no corrosivos, de acero altamente tensionable, y asegurados para no aflojarse ante la ocurrencia de una falla.

Las barras deben soportar corrientes de cortocircuito iguales a la capacidad nominal de interrupción del disyuntor principal. Sus conexiones deben estar clasificadas de acuerdo a los requerimientos del circuito y ser diseñadas para soportar los efectos de las fuerzas térmicas y electrodinámicas asociadas con la máxima corriente de corto circuito.

La disposición normalizada de las fases mirando desde el frente del panel del tablero será ABC de izquierda a derecha, de arriba a abajo y desde el frente hacia atrás. Las distancias eléctricas se ajustarán a las normas aplicables.

Las conexiones de barra, incluyendo las derivaciones de barra y las conexiones a disyuntores deben ser apernadas con pernos de acero de alta resistencia, cadmiados o galvanizados. Una arandela plana se usará bajo la cabeza y bajo la tuerca de cada perno.

El barraje principal será de cobre electrolítico desnudo y las derivaciones serán de cobre electrolítico recubiertas con aislante de PVC autoextinguible UL-94-V0.

Se instalará una barra de puesta a tierra, con capacidad mínima igual al 25% de la capacidad de la barraje principal; esta barra debe conectarse a tierra directamente. La barra de tierra debe estar diseñada para soportar la máxima corriente de corto circuito, por una mínima duración de un segundo.

- **Iluminación, Tomacorrientes y Calefactores.**

El interior del panel se tendrá una luminaria tipo LED, de 120 VCA, controlada por un sistema final de carrera ubicado junto a la puerta de acceso.

Se incluirá un tomacorriente de 120VAC, 20A, NEMA 5-20R, con pulsadores de test /reset

Al tablero se lo suministrará con resistencias de calefacción controlados por medio de un higrostat, en la cantidad y capacidad necesaria para minimizar la condensación en todos los compartimentos.

También se dispondrá señalización luminosa con luz piloto tipo LED, cuando haya ausencia de voltaje 220/127 VDC.

- **Controlador de bahía.**

El equipo deberá tener tarjetas de entradas y salidas para señalización al sistema SCADA, montaje tipo panel, Para adquisición de señales de estados y alarmas de los breakers de caja moldeada de los tableros AC/DC; y para ejecutar mandos de apertura /cierre de los

disyuntores principales de caja moldeada. El equipo deberá poseer las siguientes características:

- a. 80 entradas digitales.
- b. 12 salidas de control.
- c. Dos puertos de fibra óptica 100Base-FX con conector LC.
- d. Un puerto seriales RS-232.

Protocolos de comunicación: IEC 61850, DNP3 y Modbus

- **Instrumentos de Medición.**

Se suministrará un analizador de red del tipo digital, provisto de una pantalla LCD a color de 320 x 240 pixeles QVGA, de un tamaño que permita una lectura clara del texto que aparezca al colocarse en frente del instrumento, teclas que permitan el movimiento a las diferentes pantallas gráficas disponibles, puerto de comunicación serial RS485 para enlace con un computador portátil que permitirá la configuración y dos puertos Ethernet para poder comunicarse con el sistema SCADA, a través de protocolos de comunicación IEC 61850 y DPN3.0.

El oferente deberá incluir en su suministro un paquete completo de software para el manejo de las funciones habilitadas en el instrumento, así como también, las licencias de uso del programa o programas utilizados.

Las clases de precisión del analizador de red serán: 0.2, 0.2s, 0.5, 0.5s según las normas ANSI C12.20, IEC 61557-12 e IEC 62053-22

El equipo de medición a utilizarse deberá cumplir con los siguientes parámetros:

- Medir el indicador THD, distorsión total de armónicos.
- Captura de onda de voltaje y corriente.
- Medir valores rms instantáneos de voltaje por fase, voltaje de línea, corriente por fase, factor de potencia del circuito, potencia aparente total, potencia activa, potencia reactiva, factor de potencia
- Medir hundimientos y picos.
- Monitor de calidad de energía y medición según IEC 62586 /IEC 61000-4-30: clase S.
- Velocidad de muestreo de 256 muestras/ciclo.

- **Supervisor Trifásico.**

El supervisor trifásico estará diseñado para monitorear las fases del barraje principal del tablero de SG CA, parámetros secuencia de fase, falla de fase, así fluctuaciones de voltaje.

Tendrá las siguientes características:

- Salida de Contactos secos, relevador SPDT.
- Protección contra Fase invertida.



- Protección por pérdida de Fase
- LED's para la indicación de estados.
- Ajuste del tiempo de disparo.
- Voltaje nominal: 3 x 160 – 300 VAC
- Rango de medición para sobretensión: 3 x 220 – 300 VAC.
- Rango de medición para baja tensión: 3 x 160 – 230 VAC.

- **Transformadores de Corriente.**

Transformador de corriente monofásico, para bajo voltaje, clase 0.5, dispuesto en grupos de 3 conectados en Y aterrizada, diseñado para uso interior, montaje sobre barras y para aplicaciones de medición. Adicionalmente deben cumplir con las siguientes características generales:

- Tipo: toroide.
- Relación de transformación: 300/5 A.
- Burden: 5 VA.
- Número de secundarios: 1
- Tensión de servicio (máxima): 720 VAC.
- Tensión de ensayo: 3 kV (1 min).

2. TABLERO DE CONTROL, MEDICION Y PROTECCION DE 69 kV

2.1 TABLERO DE CONTROL, MEDICIÓN Y PROTECCIÓN PARA L/SUBTRANSMISIÓN

El tablero de control, medición y protección, debe ser ensamblado en fábrica, con materiales, diseño y construcción de primera clase para garantizar la máxima seguridad al personal a cargo de las labores de operación, inspección y mantenimiento.

Los componentes del tablero deben estar dispuestos de forma lógica y deben ser adecuadamente probados. Se deberán ofertar elementos de marca, calidad reconocida en nuestro medio, que tengan representantes técnicos locales.

Antes de la fabricación o compra, el oferente debe remitir dos juegos completos de planos mecánicos y eléctricos, para revisión y aprobación por parte de la administración y fiscalización de la EERSSA.

Las especificaciones técnicas requeridas por la EERSSA se indican en el **Formulario No. 4.1**

Códigos y normas.

- IEC 62208, IEC 60439-1, IEC 61439-1-2.
- UNE-EN 60068-2-57.
- IEEE Std 693.
- IEC 60529.
- IK10 (IEC 62262).
- DIN 41488.

- IEC 61850: Communication networks and systems in substation
- IEC 60255: Relés de protección.
- IEC 61000-4-30 Power quality standard.

Pruebas de Aceptación en Fábrica - FAT

Todos los equipos y accesorios que conforman el tablero deberán ser sometidos a pruebas individuales y a pruebas de conjunto funcionales. Estas pruebas deben ser realizadas siguiendo las normas nacionales e internacionales aplicables.

Para los tableros de control, protección, medida, IED de protección, equipo de medición y demás equipos, el Contratista realizará en fábrica las siguientes pruebas:

- Inspección visual y dimensional del tablero, incluyendo color y adherencia de la pintura.
- Verificación de correcto ajuste de pernos y tornillos de la estructura metálica del tablero.
- Inventario de elementos y equipos del tablero, de acuerdo con los planos y lista de equipos y componentes.
- Verificación general de conexiones (correcto ajuste de bornes).
- Verificación y correspondencia de cableado (marquillado).
- Colocación adecuada de nomenclatura de equipos según los planos.
- Verificación de las conexiones de las señales de voltaje y de corriente.
- Conexión de puesta a tierra de equipos, estructuras metálicas y puertas.
- Verificación de la filosofía de operación, lógicas de operación y enclavamiento de todos equipos según la ingeniería básica y en particular los diagramas de principio.
- Pruebas simuladas de todas las funciones de control, protección y medida, relacionadas en las especificaciones técnicas de cada equipo y de la ingeniería básica.

Características Constructivas.

- **Gabinete Metálico de 800X800X2100 mm.**

El tablero se diseñará para instalación al interior de la sala de control de las subestaciones, cuyo diseño y suministro es responsabilidad del oferente. La clase de protección será IP54.

El tablero debe ser del tipo auto soportante, para montaje sobre el piso. Los materiales de construcción deben ser apropiadamente preparados y tratados contra la oxidación o corrosión.

El armario tendrá un bastidor giratorio descentrado, tipo rack de 19"- 45U, de acero galvanizado de 2 mm de espesor, con maneta y bloqueo con llave de doble aleta. La apertura del bastidor es de 150°.

La estructura de soporte del armario es de chapa de acero galvanizada al caliente, perforada con paso de 25 mm y con cuatro bisagras. Los paneles laterales serán de chapa de acero con un grueso mínimo de 1,5 mm. Se utilizará pintura con polvo epoxi-poliéster

de 60÷70 micras de espesor, color de serie gris RAL 7035 rugoso. Se dispondrá de travesaños para fijar accesorios.

La puerta posterior es reversible, de chapa 2 mm de espesor, con junta de poliuretano y cerradura con llave. Su ángulo de apertura será de 120°, incluso en el caso de que haya varias estructuras adosadas. La puerta estará provista de un perfil de refuerzo galvanizado y perforado con paso de 25 mm, pernos de puesta a tierra colocados en las dos esquinas junto a las bisagras. Estará provista de los siguientes accesorios:

- Portaplanos de plástico A4.
- Rejilla de ventilación con filtro grado IP54.

Puerta frontal con chapa de 2 mm de espesor, cristal de seguridad de 4 mm de espesor, junta de poliuretano y cerradura con llave. Su ángulo de apertura será de 120°, incluso en el caso de que haya varias estructuras adosadas. 4 puntos de cierre, marco interno de refuerzo y pernos de puesta a tierra.

La base del tablero vendrá con varias tapas que se puedan extraerse o perforarse para permitir la entrada de cables por la parte inferior. El techo es desmontable y en él se montará un sistema de ventilación forzada grado IP54.

El peso del tablero recaerá sobre zócalos de esquinas angulares de 2,5 mm + tapas de 1 mm de espesor en chapa decapada y pintada de color gris RAL 7012 rugoso, H = 100 mm

La placa de montaje debe soportar cargas de hasta 300 kg sin deformarse, de acero galvanizado 2,5 mm y montada al fondo armario para optimizar el espacio interior del armario.

Todas las partes metálicas de los tableros deben ser correctamente aterrizadas.

El tablero debe tener la suficiente robustez para resistir sin dañarse por los esfuerzos que resulten del transporte, instalación y movimientos sísmicos, ser capaces también de soportar los esfuerzos derivados de las condiciones de operación, incluidos cortocircuitos externos, sin distorsión u otros daños y estarán provistos de dispositivos de izaje.

- **Cableado y Conexionado.**

El cableado para instrumentos y controles, excepto aquellos que atraviesan uniones abisagradas, deben ser de cable de cobre de un solo conductor no menor de No. 14 AWG, de 19 hilos. Los cables de conexión para las señales de voltaje y de corriente serán de cobre no menor de No. 10 AWG. Los cables que crucen uniones abisagradas deben ser del tipo flexible.

El aislamiento del cable de control deberá ser de 0,6/1 kV, según IEC 60502.

No se permitirá empalmes en los alambrados y todas las conexiones se efectuarán en bornes terminales.

La marca y modelo de los bloques terminales serán de marca y calidad reconocidas, estando sujetos a aprobación por parte de la Superintendencia de Subestaciones y Comunicaciones, Fiscalización y Administración del contrato. Estarán provistos con inscripciones numéricas que corresponden a aquellos que aparecen en los diagramas de control y cableado. Se debe proveer como reserva, al menos 10% de cada tipo de bloques terminales.

El cableado se soportará mediante canaletas plásticas con tapas desmontables, de fácil acceso para inspección y reemplazo de cables.

Los alambrados expuestos se usarán al mínimo y cuando se usen, se formarán grupos planos compactos, unidos entre sí y adecuadamente soportados. Los grupos de cables expuestos correrán en forma rectilínea tanto horizontal como verticalmente con curvas en ángulo recto de radio pequeño.

Todos los conductores de conexión interna estarán marcados mediante marquillas en ambos extremos, estas marquillas corresponderán a la identificación de los diagramas de control y cableado del tablero. La identificación deberá ser del tipo dirigida, indicando origen y destino.

El tablero de control, medición y protección de LST, dispondrá de los siguientes elementos:

- Alumbrado a 120 VAC, tomacorriente polarizado con pulsadores Test/Reset, MCB's con contacto auxiliar para los circuitos de: control, protección, medición y auxiliares AC-DC; circuito de calefacción por hidrostato, bornes cortocircuitables y seccionables de corriente, bornes seccionables de tensión, relés auxiliares repetidores y todos los elementos necesarios para el correcto funcionamiento de los equipos.
- IED de protección de Línea, con cuatro grupos de ajustes, funciones de protección: de distancia 21P/21G, diferencial de línea 87L, sobrecorrientes 50/51, 50N/51N, 50G/51G, sobrecorriente direccional 67/67N, con puertos de comunicaciones Ethernet bajo norma IEC 61850.
- Medidor multifunción de energía con medición redundante y funciones de calidad de energía, con puertos de comunicaciones, bajo norma IEC 61850.
- Bloques de pruebas que permitan realizar ensayos en el equipo protección y de medición de la celda, de una forma fácil y segura, aislando los circuitos completamente y eliminando cualquier riesgo para el personal.
- Selector para operación local/remota, con al menos cuatro contactos libres de reserva para señalización remota.
- Se incluirán luces piloto tipo LED de señalización y pulsadores de color rojo y verde para indicar la posición y comandar al interruptor. Será parte del suministro incluir un lote de repuesto de pulsadores y lámparas.
- El tablero de LST contará con un mímico que represente el diagrama de la posición de entrada de línea.

El oferente debe incluir en su propuesta, un lote de repuestos de los elementos que conforman el tablero, tales como: borneras, puentes cortocircuitables, puentes fijos,



minibreakers, selectores, luces de indicación, etc. (se puede considerar un 10% del total de elementos), de conformidad con lo que se indica en el **Formulario No. 1.2.1**

Prevía confección del tablero, todos los planos del gabinete, equipos y cableado de control, medición y protección, deberán ser aprobados por la Superintendencia de Subestaciones y Comunicaciones, Fiscalización y Administración del contrato.

3. TELECOMUNICACIONES

3.1 SWITCH DE COMUNICACIONES

Para realizar el enlace de comunicaciones de los IED's, medidores, controladores de bahías y demás equipos suministrados al sistema SCADA, se deberá suministrar e instalar en los tableros de comunicaciones existentes de cada subestación un switch de comunicación de 24 puertos, realizando las respectivas adecuaciones para su montaje, alimentación y cableado de red.

Cada equipo contará con las siguientes características:

- Switch administrables tipo industrial, 24 puertos: 4 de cobre 10/100/1000 BASE-T, 16 puertos de fibra óptica 10/100 BASE-FX conector LC y 4 puertos SFP de fibra óptica. Autoconfiguración: Cable cruzado, velocidad y modo dúplex o semidúplex. Deberá tener un control de flujo por pausa de Tramas 802.3x para conexiones full dúplex. Contará con fuentes de alimentación 125/250 VDC o VAC y un módulo óptico de comunicaciones intercambiable SFP 1000BASE-LX, 0.5 km multimodo, con conector LC.

Las especificaciones técnicas requeridas por la EERSSA se indican en el **Formulario No. 1.3.1**

4. CABLEADO DE CONTROL, ALIMENTACIÓN Y COMUNICACIONES

Serán utilizados en la distribución de energía de 125 VDC, 127/220 VAC y conexiones de señales entre los equipos de potencia y equipos de control de las subestaciones, Recorrerán sus trayectorias horizontales en trincheras. Para los tramos verticales entre el piso y las cajas de conexión de los diversos equipos, los cables de control se instalarán en ductería flexible metálica sellada, apta para intemperie, acoplada debidamente mediante conectores sellados a los agujeros previstos en la cara inferior de la caja metálica de conexiones, en cada equipo.

Los cables de control concéntricos apantallados, serán aislados para 600V, trenzado clase B, temperatura de operación de 90°C.

Para la conexión de cables a los equipos, se deberá usar terminales de compresión, de cobre estañado, del mismo calibre que los cables (terminales tipo puntera). Cada cable multipolar deberá identificarse numerándolos adecuadamente y sujetando la etiqueta al cable por

amarra plástica. La etiqueta tendrá protección de larga vida. La etiquetación será acorde a los planos de control.

Códigos y normas.

Deben cumplir con las siguientes especificaciones y normas:

- ASTM B-3: Alambres de cobre recocido o suave.
- ASTM B-8: Conductores trenzados de Cobre en capas concéntricas, duro, semiduro o suave.
- ASTM B-787: Conductores trenzados de cobre de 19 hilos, formación unilay para ser aislados posteriormente.
- UL - 719: Cables con cubierta externa no metálica.
- UL - 83: Alambres y cables aislados con material termoplástico.
- NEMAWC-5: Norma para cables de control.
(ICEA S-61-402)

4.1 CABLE CONCÉNTRICO APANTALLADO.

Los conductores estarán formados por alambres dispuestos en capas, cableados concéntricamente y deben cumplir con las características técnicas de fabricación especificadas en la norma NTC 307 (ASTM B8).

Se cubrirán con una cinta de cobre aplicada helicoidalmente a lo largo del multiconductor, traslapada un tercio (1/3) del ancho de la cinta. El espesor de la cinta deberá ser como mínimo 0,076 mm.

El apantallamiento con en cinta de cobre debe bloquear del ruido eléctrico (interferencia) inducido por efectos de campos eléctricos en el entorno en donde y como se encuentre instalado.

Los conductores multipolares están contruidos con cobre de temple suave, deberán estar aislados con una capa uniforme de material termoplástico Cloruro de Polivinilo (PVC) resistente a la humedad y al calor, sobre la cual se aplica una cubierta protectora de Nylon o poliamida. Posteriormente los conductores serán trenzados entre sí para formar un conjunto y sobre ellos se aplicará un relleno de PVC y luego una chaqueta también de Cloruro de Polivinilo (PVC) de color negro.

Los cables apantallados serán utilizados para alimentación AC/DC, señales de control y protección, señales de comandos y estados, señales análogas de protección y medida. Se suministrarán los siguientes calibres:

- Cable concéntrico apantallado 3x12 AWG.
- Cable concéntrico apantallado 4x10 AWG.
- Cable concéntrico apantallado 12x14 AWG.
- Cable concéntrico apantallado 3x10 AWG.



Las especificaciones técnicas requeridas por la EERSSA se indican en el **Formulario No. 1.4**

4.2 CABLE ULTRAFLEX UNILAY THHN # 1/0 AWG.

El conductor de cobre está conformado por hilos de alambre de cobre blando extraflexible, estos hilos o filamentos de cobre, son obtenidos a partir de alambrón de cobre con una pureza mayor de 99.9%, y una conductividad superior a 100%, libres de oxígeno.

Chaqueta en PVC con características de alta retardación a la llama, resistente a la abrasión, a hidrocarburos, aceites y agentes químicos. Cubierta de nylon de alta resistencia a hidrocarburos, aceites, grasas y gasolina.

El conductor Flex THHN # 1/0 AWG serán utilizados para circuitos de alimentación AC/DC.

Las especificaciones técnicas requeridas por la EERSSA se indican en el **Formulario No. 1.4**

4.3 PATCH CORD DE FIBRA ÓPTICA MULTIMODO CERTIFICADA.

Los cables de fibra dúplex multimodo 62,5/125, pueden ser: FC, ST, SC ó LC con pulido PC, UPC o APC según la necesidad de diseño, con el fin de proporcionar la conexión necesaria entre dispositivos de redes y para transmitir datos a alta velocidad.

El cable de fibra multimodo tendrá recubierto con material LSZH ("Low-Smoke, Zero-Halogen", poco humo, cero halógenos) ignífugo, a fin de reducir al mínimo el humo, la toxicidad y la corrosión en caso de exposición al calor o de fuego y debe ser a prueba de interferencias.

Con el objeto de asegurar un óptimo rendimiento, los cables de fibra óptica multimodo deben ser testeados y certificados para cumplir con los límites aceptables de pérdida de inserción.

La cantidad y tipo de patch cord de fibra óptica se determinará durante la etapa constructiva, de acuerdo al número de equipos a ser conexicionados.

Los cables de fibra óptica a la salida de los tableros y en su recorrido por electrocanales, se instalarán y protegerán con tubería rígida de 3/4".

Las especificaciones técnicas requeridas por la EERSSA se indican en el **Formulario No. 1.4.1**

5. INTEGRACIÓN SCADA Y PRUEBAS FUNCIONALES.

5.1 INGENIERÍA DE CABLEADO DE CONTROL DE LA SUBESTACIÓN Y PRUEBAS FUNCIONALES DE NIVEL 0.

En el nivel 0 se encuentran los equipos de alta tensión o de patio, como: transformador, interruptores, seccionadores, transformadores de instrumento, etc.

Los equipos de nivel 0 deben tener capacidad de ser operados remotamente desde niveles superiores y con opción de operación local manual. Las maniobras de Nivel 0 se las realizarán únicamente en labores de mantenimiento.

Las señales de estado, alarmas, disparos, mandos de apertura/cierre, señales analógicas de corriente y de voltaje de los equipos de patio, serán cableados físicamente hacia los tableros de control y protección, mediante conductores aislados de cobre.

Los interbloques de operación serán conexiones realizadas con cable de cobre entre los equipos de patio.

Se elaborarán los listados de tendido y conexionado de cables concéntricos, para llevar las señales de los equipos de Nivel 0 hasta los controladores de nivel 1, de una forma ordenada, que resuma al máximo las labores de mantenimiento.

El listado de tendido y conexionado debe contener la información cruzada de los equipos, nombres o TAG, calibres de los conductores y longitudes, bornes de salida y de llegada, función que desempeña cada conexión y los respectivos comentarios al final de cada línea. Este documento debe ser aprobado por la EERSSA antes de empezar con las labores de conexionado.

Una vez finalizado el conexionado de los equipos, se realizarán pruebas de correspondencia punto a punto, es decir, se timbrará hilo a hilo cada conductor, con el fin de garantizar que todas las conexiones están acordes con los diagramas y listado de conexiones.

5.2 CONFIGURACIÓN, PARAMETRIZACIÓN, PRUEBAS E INTEGRACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN, MEDICIÓN, MONITORES, SWITCHES, ETC. DE LA SUBESTACIÓN (NIVEL 1).

En este nivel se concentran todas las señales provenientes de los equipos de patio (Nivel 0), para ser controlados, operados, monitoreados y protegidos de forma centralizada por equipos controladores.

En el Nivel 1 se encuentran los IED's protección y controladores de bahía, los cuales abracan, centralizan y procesan toda la información proveniente del Nivel 0. Toda la información recibida por medio de los cables de cobre, permite a estos dispositivos realizar operaciones lógicas para ejecución de los diferentes comandos de control y protección. Los IED's de las subestaciones Norte y Catamayo se comunicarán entre sí y compartirán información por medio de mensajes GOOSE para la transferencia rápida de datos y eventos.

Los dispositivos de medición que receptan las señales analógicas de voltajes y corrientes de la subestación, permiten llevar los registros de control de la calidad de energía. Estos equipos forman parte de este nivel de proceso.

Los switches de la subestación, encargados de la interconexión de los equipos de: medición, IED's, monitores, etc., que conforman la red de comunicación, son parte del nivel de estación.

Se realizará la configuración y parametrización de los equipos de Nivel 1, haciendo uso de la información descrita en los diagramas eléctricos, estudio de coordinación de protecciones y de un listado de señales para la operación del sistema SCADA, lo cual dependerá de las especificaciones técnicas de los equipos a suministrarse por parte de la empresa Contratista.

Se realizarán las siguientes pruebas de liberación de Nivel 1:

- Inyección secundaria de corrientes/ voltajes en IED's y equipos de medición.
- Pruebas funcionales de control y protección.
- Envío y recepción de mensajería GOOSE.
- Pruebas funcionales de los monitores del transformador.

La integración al sistema SCADA de los dispositivos de Nivel 1, se realizará por los protocolos de comunicación IEC-61850 y DNP 3.0

5.3 CONFIGURACIÓN, PARAMETRIZACIÓN, PRUEBAS E INTEGRACIÓN DE LA RTU (NIVEL 2).

Nivel de subestación en donde se procesa toda la información de las subestaciones para la supervisión, control y monitoreo de forma global. La información es enviada al centro de control, lugar en el cual se toman decisiones de operación para el sistema eléctrico.

La Unidad Terminal Remota (RTU) es la encargada de la adquisición de las señales de los estados de los interruptores, celdas y seccionadores, medidas de voltajes/corrientes, estados de protecciones y monitoreo del transformador de Potencia.

La integración de RTU con los dispositivos de Nivel 1, se hará utilizando los protocolos de comunicación IEC 61850 y DNP3.0.

Se realizarán pruebas de liberación de Nivel 2 mediante un simulador, para garantizar la correcta integración de la RTU con los dispositivos de Nivel 1.

5.4 INTEGRACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LA SUBESTACIÓN CON EL SISTEMA SCADA (NIVEL 3).

En el Nivel 3 se concentrará toda la información proveniente de las subestaciones del sistema eléctrico de la EERSSA, está conformado por todos los sistemas remotos que monitorean y controlan cada Subestación.

La integración del Sistema SCADA con la RTU, se hará utilizando el protocolo de comunicación DNP3.0.

Las pruebas de liberación de Nivel 3 previas a la puesta en servicio, se las realizarán desde el centro de control (sistema SCADA). Consisten en la verificación de las señales de

estados, alarmas, registro de eventos, señales analógicas, ejecución de comandos de cierre/apertura, etc. Estas pruebas son de gran importancia para garantizar el buen funcionamiento de las subestaciones.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Oscar H.', is located in the upper left quadrant of the page.