



Ciente	ENGIE
---------------	-------

Proyecto	NUEVO REACTOR DE LÍNEA 1X220 kV NUEVA POZO ALMONTE- RONCACHO, EN S/E RONCACHO
-----------------	--

Nº Documento	ENG-OA-RON-SE-EL-ET-013
---------------------	-------------------------

Nº Documento Cliente	ENG-OA-RON-SE-EL-ET-013
-----------------------------	-------------------------

Fase	Ingeniería Conceptual
-------------	-----------------------

Título	Especificación Técnica Armarios
---------------	---------------------------------

Fecha	Revisión
16/01/2025	B
06/02/2025	0

Número de Hojas
20

IEB	Nombre	Firma	Fecha
Preparó	J.M.J.		16/01/2025
Revisó	E.J.C.		16/01/2025
Aprobó	J.I.D.		16/01/2025
Cliente			
Revisó			
Aprobó			

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	OBJETO Y ALCANCES.....	4
2.1	DESVIACIONES.....	4
3.	NORMAS Y CÓDIGOS.....	4
4.	REFERENCIAS INTERNAS.....	6
5.	CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO, FUNCIONALES Y CONSTRUCTIVAS.....	7
5.1	CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES.....	7
5.2	CARACTERÍSTICAS DE LA RED.....	7
5.3	DISEÑO SÍSMICO.....	8
5.4	CARACTERÍSTICAS PARTICULARES.....	8
5.4.1	REQUERIMIENTOS TECNICOS DE LOS ARMARIOS DE CONTROL Y PROTECCIÓN.....	9
5.5	SISTEMA DE PROTECCION.....	12
5.5.1	protección de línea.....	12
5.5.2	protección de falla de interruptor 220 kV.....	12
5.5.3	reles de disparo y bloqueo.....	12
5.5.4	bloques de pruebas.....	13
5.6	SISTEMA DE CONTROL.....	13
5.6.1	controladores de paño.....	13
6.	PRUEBAS Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN.....	14
6.1	PLAN Y PROCEDIMIENTOS DE PRUEBAS DE ACEPTACIÓN.....	14
6.2	INSPECCIÓN VISUAL.....	15
6.3	PRUEBAS FUNCIONALES DEL SISTEMA DE CONTROL Y PROTECCIÓN.....	15
6.4	PRUEBAS DE DESEMPEÑO DEL SISTEMA.....	16
6.5	PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DE SITIO.....	16
6.6	PRUEBA DE DISPONIBILIDAD.....	17
6.7	PRUEBAS ÓPTICAS.....	18
6.8	CORRECCIÓN DE INCUMPLIMIENTOS.....	18
6.9	APROBACIÓN DE LAS PRUEBAS.....	18
7.	INFORMACIÓN A ENTREGAR POR EL FABRICANTE.....	18
7.1	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....	18
7.2	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA QUE DEBE FACILITAR EL FABRICANTE DESPUÉS DE LAS PRUEBAS EN FÁBRICA:.....	20



8.	REQUERIMIENTOS DE CALIDAD	20
9.	AUTORIZACIÓN DE EXPEDICIÓN.....	20

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto “Nuevo Reactor de Línea 1x220 kV Nueva Pozo Almonte-Roncacho, en S/E Roncacho” consiste en la ingeniería de licitación para la instalación del reactor de línea en la S/E Roncacho para la línea 1x220 kV Nueva Pozo Almonte – Roncacho, con la finalidad de permitir la energización y conexión de dicha línea al sistema.

Actualmente la subestación Roncacho cuenta con un patio de 220 kV en configuración interruptor y medio con equipos AIS y se conecta al Sistema Eléctrico Nacional mediante las líneas 1x220 kV Nueva Pozo Almonte – Roncacho y 1x220 kV Parinacota – Roncacho.

2. OBJETO Y ALCANCES

La presente Especificación Técnica General, en adelante EETT, tiene por objeto definir las condiciones generales para el suministro de los Armarios para instalaciones de ENGIE. Esta especificación considera el diseño, fabricación, pruebas en fábrica y transporte para los equipos.

Cualquier discrepancia, conflicto o inconsistencia entre estas EETT y otros documentos, deberán ser comunicadas a ENGIE para su resolución, previo a la presentación de la oferta.

Los equipos, componentes y materiales que se consideren para la ejecución del proyecto, serán nuevos, de primera calidad y de diseño para trabajo pesado, a fin de satisfacer o sobrepasar los requerimientos de esta especificación. Los equipos considerados, corresponderán a un diseño y construcción normal, con el cual el desarrollador haya tenido una experiencia completamente satisfactoria a lo largo de los años de operación, indicados en la hoja de datos garantizados. Esto incluye la capacidad para retener sus características operacionales y la precisión en su servicio, la calidad de los materiales y terminaciones, la durabilidad de la construcción en general, la facilidad para la mantención y disponibilidad de partes de reemplazo, entre otros factores. Los diseños que sean prototipos, en consecuencia, no serán aceptados.

2.1 DESVIACIONES

Las desviaciones a estas especificaciones, si las hubiere, deberán ser claramente indicadas y justificadas, sin embargo, la aceptación de éstas por el comprador, no libera al Proveedor de ninguna responsabilidad ante el adecuado funcionamiento de los equipos.

Si nada se indica, se dará por entendido un completo acuerdo con esta especificación, sobre cuyas bases se exigirá un total cumplimiento.

3. NORMAS Y CÓDIGOS

Todos los aspectos que estas especificaciones no consultan expresamente y que tengan relación directa con las obras por realizar, serán ejecutados de acuerdo a las normas en su última edición y procedimientos más modernos que se aplican en esta área y que a su vez garanticen una racional y eficaz utilización de las instalaciones.

A continuación, son señaladas los principales códigos que se pueden utilizar para la elaboración del suministro:

- CEN: Coordinador Eléctrico Nacional.
- GOOSE: Generic Object-Oriented Substation Events – Eventos genéricos orientados a objetos en subestaciones.

- GPS: Global Positioning System - Sistema de posicionamiento global.
- IHM: Human Machine intercafe - Interfaz humano máquina.
- IEC: International Electrotechnical Commission - Comisión Electrotécnica Internacional.
- IED: Intelligent Electronic Device - Dispositivo electrónico inteligente.
- IRIG-B: Inter Range Instrumentation Group Format B.
- LAN: Local Area Network - Red de área local.
- ODF: Optical Distribution Frame - Distribuidor de fibra óptica.
- OPGW: Optical Ground Wire - Cable óptico a tierra.
- PRP: Parallel Redundancy Protocol - Protocolo de redundancia paralela.
- PTP: Precision Time Protocol - Protocolo de tiempo de precisión.
- SAS: Sistema de Automatización de Subestación.
- SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition - Supervisión, control y adquisición de datos.
- SSAA: Servicios Auxiliares.
- TC: Transformador de Corriente.
- TP: Transformador de Potencial.
- Vca: Voltaje de Corriente Alterna.
- Vcc: Voltaje de Corriente Continua.

A continuación, son señaladas las principales cláusulas y normas que se pueden utilizar para la elaboración del suministro:

- NTSyCS: Norma técnica de Seguridad y Calidad de Servicio”, Comisión Nacional de Energía (CNE). Enero de 2025.
- Anexo Técnico: Exigencias Mínimas para el Diseño de Instalaciones de Transmisión.
- Anexo Técnico: Requisitos Sísmicos para Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión.
- NEC: National Electric Code.
- Pliegos Técnicos de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).
- Nch 2369: Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.
- ETG-A.0.20: Especificaciones de Diseño Sísmico de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión.
- IEC 60834-1: Teleprotection equipment of power systems – Performance and Testing – Part 1: Command systems.
- IEC 61850: Communication networks and systems for power utility automation – All Parts.
- IEC 61850-3: Communication networks and systems for power utility automation - Part 3: General requirements.

- IEC 61850-7-1: Communication networks and systems for power utility automation – Part 7-1 - Basic communication structure.
- IEC 60874: Connectors for optical fibres and cables – All Parts.
- IEC 60870: Telecontrol equipments and systems – All Parts.
- IEC 60688: Electrical measuring transducers for converting AC and DC electrical quantities to analogue or digital signals.
- IEC 61000: Electromagnetic compatibility (EMC) – All Parts.
- IEC 60255-1: Measuring relays and protection equipment - Part 1: Common requirements.
- IEC 60297 - 3: Mechanical structures for electrical and electronic equipment - Dimensions of mechanical structures of the 482,6 mm (19 in) series.
- IEC 60794: Optical fibre cables – All Parts.
- ANSI: American National Standards Institute.
- IEEE 1815: IEEE Standard for Electric Power Systems Communications – Distributed Network Protocol (DNP3).
- IEEE Std. 693: IEEE Recommended Practice for Seismic Design of Substations.
- ANSI/IEEE C37.90: Standard for Relays and Relay Systems Associated with Electric Power Apparatus.
- ANSI/IEEE C37.113: IEEE Guide for Protective Relay Applications to Transmission Lines.
- ANSI/IEEE C37.234: IEEE Guide for Protective Relay Applications to Power System Buses.
- IEC 60529: Degrees of protection provided by enclosures (IP Code).
- IEC 60870-5-104: Telecontrol equipment and systems - Part 5-104: Transmission protocols – Network access for IEC 60870-5-101 using standard transport profiles.
- IEC 60870-5-104: Telecontrol equipment and systems - Part 5-104: Transmission protocols - Network access for IEC 60870-5-101 using standard transport profiles.

En caso de discrepancia entre las normas antes mencionadas, prevalecerá la que imponga condiciones más severas al diseño y pruebas de los equipos.

4. REFERENCIAS INTERNAS

Esta especificación técnica se complementa con los siguientes documentos del proyecto:

- | | |
|---------------------------|--|
| - ENG-OA-RON-SE-EL-EU-002 | Diagrama Unilineal Funcional 220 kV |
| - ENG-OA-RON-SE-EL-DI-001 | Arquitectura de Control, Protección y Medida |
| - ENG-OA-RON-SE-EL-ET-018 | Especificación Técnica Equipos Control, Protección y Medida. |

5. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO, FUNCIONALES Y CONSTRUCTIVAS

5.1 CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES

Los equipos asociados al sistema de control, protección y medida deberán ser suministrados para un correcto funcionamiento bajo las condiciones que se indican a continuación:

Tabla 1: Condiciones ambientales subestación

Característica	Valor
Altura máxima de la instalación sobre el nivel del mar	900 m.s.n.m.
Temperatura máxima del aire ambiente	29°C
Temperatura media del aire	17,5°C
Temperatura mínima del aire ambiente	-5°C
Humedad relativa media	1% al 95%
Velocidad de viento máxima	100 km/h
Elevación de temperatura por radiación solar	15°K
Condiciones sísmicas Nch. 2369-2018	(IEEE 693)
Nivel de contaminación según IEC 815 – Equipo Primario	e, 53,7 mm/kV _{f-t}
Nivel cerámico	3 rayos/km ²

5.2 CARACTERÍSTICAS DE LA RED

Las características de la red a la que se conectarán los equipos son las indicadas en la Tabla 2:

Tabla 2: Parámetros eléctricos considerados en el proyecto.

Característica	Valor
Frecuencia (RPTD N°01)	50 Hz
Corriente asignada de cortocircuito	50 kA
Tiempo de duración de cortocircuito	1 s
Tensión nominal (RPTD N°01)	220 kV
Tensión máxima del equipo	245 kV
Tensión soportada a impulso tipo rayo (*)	1050 kV
Tensión soportada a frecuencia industrial (*)	460 kV
Tensión SSAA C.A.	380/220 V

Característica	Valor
Tensión SSAA C.C.	110 V

*Valor a ser verificado con el estudio de coordinación de aislamiento.

5.3 DISEÑO SÍSMICO

El equipo deberá validarse sísmicamente según lo indicado en el Anexo Técnico “Requisitos Sísmicos para Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión”.

5.4 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

Los armarios deben ser estructuras autosoportadas, aptos para ser usados solos o en combinación con otros armarios para formar un conjunto uniforme.

Los armarios se deben dotar con paneles metálicos en los costados laterales, fondo, techo y piso, y en la parte frontal con bastidor basculante de 482,6 mm para el montaje de los equipos electrónicos y puerta con vidrio.

La estructura principal se debe construir con perfiles acanalados de lámina de acero de un espesor mínimo de 2,5 mm. Las láminas para los paneles laterales, posterior, techo y piso deben tener un espesor mínimo de 1,5 mm. Las puertas y láminas que soportan equipos deben tener un espesor mínimo de 2,0 mm. El vidrio de la puerta frontal debe ser templado y tener un espesor no menor de 4,0 mm.

La puerta y el bastidor basculante se deben proveer de guías o cadenas de retención, para limitar su rotación y evitar averías. Las bisagras deben permitir que la puerta y el bastidor basculante roten como mínimo 120° a partir de la posición cerrada.

El bastidor basculante debe suministrarse con manija. Las puertas deben suministrarse con manija provista de cerradura con llave, la cual debe ser removible en posición de bloqueo o de desbloqueo. Deben ser suministradas tres llaves maestras apropiadas para todos los armarios.

Los armarios deben ser a prueba de animales. Deben tener aberturas con rejillas para ventilación del equipo. Los armarios para protección, control y medida para uso interior deben tener las siguientes dimensiones:

- Altura 2.100 mm
- Ancho 800 mm
- Profundidad 800 mm

Los armarios deben tener borneras puenteables e interruptor miniatura para alimentar los siguientes dispositivos:

- Calefacción controlada por higrostató.
- Lámpara tipo ahorradora, controlada por conmutador de puerta y con desconexión manual.
- Tomacorriente doble de acuerdo a norma chilena de 10 A.

- Las diferentes alimentaciones que se tengan al interior del armario, que sean definidas en los diagramas esquemáticos.

Los armarios deben tener una barra de cobre continua para tierra, con borne para conectar un cable de puesta a tierra de 70 mm² (2/0 AWG) para los armarios interiores y 107 mm² (4/0 AWG) para los armarios exteriores, localizada en la parte inferior del gabinete. Esta barra debe tener previsión para la conexión de las pantallas de los cables multiconductores.

En general los armarios de control y protección estarán compuestos por los siguientes materiales auxiliares:

- Interruptores Monopolar y Bipolar.
- Relés auxiliares instantáneos, bobina 110 Vcc, 4 contactos.
- Relés biestables, 8 contactos conmutados.
- Relés biestables, 4 contactos conmutados.
- Relés rápidos para disparos, 4 contactos conmutados.
- Bornes de paso.
- Bornes seccionables de control.
- Bornes de corriente y tensión.

Los interruptores de Vcc y Vca de los armarios de control y protección dispondrán de un contacto auxiliar que señala la posición abierto y disparado de manera independiente, la señalización del contacto de posición abierto se llevará de manera individual y la señal disparada será un resumen en paralelo de todos los ITMs de un armario, estos se llevarán al sistema de control y protección según aplique.

Los equipos de control, protección y medida utilizarán blocks de pruebas para aislar los circuitos de corrientes, potenciales y disparos según corresponda, permitiendo la realización de pruebas de protección, control y medida.

Los conductores que conectan los dispositivos a las borneras deben marcarse en ambos extremos con elementos de identificación termo-encogibles. Las borneras de transformadores de medida deben ser del tipo con desconexión para prueba, adicionalmente las de corriente deben tener eslabón para cortocircuitar, en forma trifásica visible, los circuitos respectivos.

5.4.1 REQUERIMIENTOS TECNICOS DE LOS ARMARIOS DE CONTROL Y PROTECCIÓN

Se deberán suministrar armarios metálicos completos y elementos menores. Deberán entregarse completamente armados, alambrados, probados y listos para su instalación. Se deberán embalar adecuadamente para el transporte y almacenamiento, protegiendo contra daños y deterioro todos los componentes de movimientos, vibraciones y múltiples manejos embarque marítimo, transporte por carreteras pavimentadas y no pavimentadas, almacenamiento prolongado, exposición a calor y a la humedad atmosférica, lluvia y la posibilidad de vandalismo, para traslados con protección y seguridad, bajo las restricciones de transporte que se aprueben.

Todos los armarios deberán ser auto-soportados, con puerta delantera de vidrio y puerta trasera ciega. Deberá ser capaz de soportar y resistir sin daños ni deformaciones

permanentes las condiciones sísmicas del terreno. Además, deberá prever las disposiciones necesarias para asegurar que no se puedan soltar o desprender componentes del armario por efecto de un sismo.

- Grado de protección mínimo IP-51 según la IEC 60529.
- Las dimensiones aproximadas deberán ser de 2.100 x 800 x 800 mm con zócalos de 100 mm, con espesor mínimo de 2,5mm en la estructura principal.
- La pintura de los armarios deberá ser electroestática RAL 7038.
- Los armarios suministrados deben cumplir con los estándares mínimos sísmicos. Debe considerar Kit anti sísmico.
- Los armarios deberán ser del tipo auto-soportados y dispondrán de abertura con tapa en la parte inferior del armario, para el ingreso de cables desde el piso. El piso deberá contar con una cubierta de acero removible que será perforada en terreno de acuerdo a la cantidad de cables que ingresen. Garantizando el sellado luego del ingreso de cables.
- Los armarios no tendrán acceso trasero. Estos deberán ser de doble puerta delantera para acceso frontal, puerta de vidrio (Puerta exterior) y bastidor basculante (Puerta interior). La puerta delantera exterior estará equipada con ventana de vidrio de manera de visualizar el estado de los elementos de protección, control y medida que se monten en el bastidor basculante.
- El diseño de las puertas deberá ser adecuado para soportar, sin deformaciones, el peso de los equipos, instrumentos y/o componentes dispuestos en éstas.
- La estructura soportante deberá tener perforaciones de a lo menos 1/2", en la base, para permitir un adecuado anclaje al piso.
- El diseño de la estructura deberá considerar cáncamos de soporte, ubicados en su parte superior, de modo que el gabinete pueda ser suspendido y transportado desde los mismos, sin deformación ni daños. Estos cáncamos deberán ser desmontables, para ser retirados una vez instalado el armario.
- Los Armarios deberá mostrar un acabado libre de defectos, abolladuras, fisuras, dobleces u otras imperfecciones. No se aceptará masillado de la estructura, puertas, laterales, etc., a fin de tapar abolladuras, oxidaciones, fisuras u otros defectos.
- Todos los materiales utilizados en la construcción de los gabinetes deberán ser retardantes a la llama y resistentes a la humedad.
- Los gabinetes deberán estar provistos de rejillas de ventilación forzada.
- Cada armario deberá traer incorporado un tomacorriente doble, de 220 Vca, para una capacidad de 10 A, según norma chilena.
- Estarán provistos de lámpara tipo ahorradora, que se debe activar con la apertura de la puerta frontal interior de bastidor basculante.

- La ubicación de los componentes en los armarios, debe ser tal que permitan el fácil acceso del operador a los dispositivos de accionamiento, para lo cual deberán estar montados a una altura entre 800 y 1800 mm del nivel del piso. Los instrumentos, indicadores y anunciadores de alarmas, deberán montarse de forma que las señalizaciones y lecturas sean fácilmente legibles en el sitio de instalación.
- Los armarios deberán considerar una holgura de 30% para bandejas y conexión interno.
- Los armarios deberán tener una placa de identificación tanto en la puerta frontal exterior como en la puerta frontal interior con leyendas en español que identifiquen su función.
- Todos los armarios deberán tener una barra de conexión a tierra, para conectarlos directamente a la red de puesta a tierra.
- El cableado interno de componentes en el armario debe hacerse lo más limpio posible, usando siempre borneras de paso cableadas por la parte interna, dejando la parte externa de las borneras para las conexiones exteriores, permitiendo el fácil acceso e intervención en labores de mantenimiento.
- Cada borne deberá alojar solo un conductor por cada lado, con sus terminales apropiados y la marcación termoencogible completa en ambos extremos.
- Las borneras de corriente y tensión se deben localizarán en el sector medio del armario, de manera que se faciliten las labores de mantenimiento.

Todos los equipos y componentes deben ser nuevos, robustos, de fabricantes altamente reconocidos nacional e internacionalmente, adecuados para los propósitos especificados y condiciones ambientales o factores externos presentes en la subestación (ruido eléctrico, interferencias electromagnéticas, entre otros), y ser parte de una familia de equipos compatibles con el fin de minimizar los costos de capacitación y mantenimiento. Se debe garantizar además que éstos son de última generación y permanecerán en el mercado por lo menos durante diez años.

Todo el hardware debe ser fabricado, ensamblado y documentado con mano de obra altamente calificada y debe cumplir con los estándares de calidad del fabricante original y del Suministrador, además de garantizar un alto grado de seguridad, confiabilidad y continuidad de servicio. Para el suministro del sistema de control, protección y medida se debe considerar los equipos homologados. El proveedor debe entregar las fichas técnicas por cada equipo a suministrar.

Los diferentes equipos y sistemas deben tener una reserva equipada de mínimo 20% en todos los aspectos relacionados con el hardware (entradas/salidas digitales y análogas en los IED de control y protección, en puertos de comunicación para los suiches de red y, además, en número de fibras para el cable de fibra óptica).

Deben ser apropiados para montaje en bastidores de 482,6 mm (19") y suministrados con los accesorios para montaje en rack de 19".

5.5 SISTEMA DE PROTECCION

5.5.1 protección de línea

Las señales (Estados, alarmas, señales de corriente y potencial) mínimas que se deben considerar en los armarios con todos sus componentes auxiliares para los relés de protección de línea serán:

- ✓ Corrientes de línea (trifásicas).
- ✓ Potenciales de línea (trifásicos).
- ✓ Potenciales de barra (trifásicos).
- ✓ Posición abierto y cerrado interruptor de barra polo A.
- ✓ Posición abierto y cerrado interruptor de barra polo B.
- ✓ Posición abierto y cerrado interruptor de barra polo C.
- ✓ Posición abierto y cerrado interruptor central polo A.
- ✓ Posición abierto y cerrado interruptor central polo B.
- ✓ Posición abierto y cerrado interruptor central polo C.
- ✓ Termomagnético potencial de línea operado.
- ✓ Termomagnético potencial de barra operado.
- ✓ Aviso de mando de cierre de interruptor de barra desde controlador de paño.
- ✓ Aviso de mando de cierre de interruptor central desde controlador de paño.
- ✓ Recepción de señales de teleprotección (85A, 85C, 85D).
- ✓ Habilitación función reconexión automática (79).
- ✓ Indicación bandeja de prueba insertada.

5.5.2 protección de falla de interruptor 220 kV

Las señales (Estados, alarmas, señales de corriente y potencial) mínimas que se deben considerar en los armarios con todos sus componentes auxiliares para los relés de protección de falla de interruptor serán:

- ✓ Corrientes de interruptor (trifásicas).
- ✓ Posición cerrado interruptor polo A.
- ✓ Posición cerrado interruptor polo B.
- ✓ Posición cerrado interruptor polo C.
- ✓ Arranque 50BF desde protección de línea S1 (monopolar/tripolar).
- ✓ Arranque 50BF desde protección de línea S2 (monopolar/tripolar).
- ✓ Arranque 50BF desde protección diferencial de barras (S1 ó S2).
- ✓ Arranque 50BF por disparo directo transferido (DTT) desde teleprotecciones para protección de línea.
- ✓ Señalización bandeja de prueba insertada.

5.5.3 relés de disparo y bloqueo

El relé de disparo y bloqueo considerado por el proyecto, cumple la función de despejar fallas asociadas a la operación de la protección de falla interruptor 50BF, con la particularidad de que una vez operado produce el bloqueo del circuito de cierre de los interruptores de poder asociados. La configuración mencionada tiene por objeto proveer un

grado mayor de seguridad a las instalaciones y a las personas, ya que imposibilita energizar los equipos en condición de falla, al requerir que el relé maestro sea repuesto a su condición normal de operación. Con esto se busca que los encargados de operar el sistema tengan necesariamente que identificar y, de ser posible, despejar la falla que produjo la operación de las protecciones en primera instancia, para posteriormente reponer el relé maestro y, a continuación, proceder con las maniobras de energización de las instalaciones.

5.5.4 bloques de pruebas

Los equipos de protección deberán tener block de prueba, los cuales deberán tener fácil acceso y permitir la realización de pruebas con inyección de magnitudes alternas y bloqueo de las vías de disparo (trip). Dichos terminales estarán debidamente identificados, de acuerdo a lo indicado en estas especificaciones.

Los terminales de prueba deberán ser de construcción compacta, sus puntos de conexión atornillados y claramente identificados.

Se deberá suministrar todos los accesorios que se requieran para efectuar las pruebas con los blocks, tales como enchufes (plugs) múltiples o simples y conductores flexibles de prueba, considerando suministrar la cantidad requerida para el caso de prueba de protecciones que más demande dicho elemento.

5.6 SISTEMA DE CONTROL

5.6.1 controladores de paño

Las señales (Estados, alarmas, señales de corriente y potencial) mínimas que se deben considerar en los armarios con todos sus componentes auxiliares para los controladores de paño serán:

- ✓ Corrientes de línea (trifásicas).
- ✓ Potenciales de línea (trifásicos).
- ✓ Potenciales de barra (trifásicos).
- ✓ Posición abierto y cerrado interruptor polo A.
- ✓ Posición abierto y cerrado interruptor polo B.
- ✓ Posición abierto y cerrado interruptor polo C.
- ✓ Alarmas interruptor.
- ✓ Selector local del interruptor en posición local y remoto.
- ✓ Posición abierto y cerrado desconectadores del paño.
- ✓ Alarmas de caja de control local de desconectadores.
- ✓ Termomagnético potencial de línea operado.
- ✓ Termomagnético potencial de barras operado.
- ✓ Falla de alimentación relés de protección de línea.
- ✓ Disparo de protección de línea S1 y S2.
- ✓ Falla de relé protección de línea S1 y S2.
- ✓ Falla de supervisión de circuitos de disparo de interruptor.
- ✓ Fallas de circuitos de alimentación de control.
- ✓ Indicación bandeja de prueba de controlador insertada.
- ✓ Indicación bandeja de prueba de equipo de facturación insertada.

- ✓ Falla de teleprotecciones.
- ✓ Teleprotecciones deshabilitadas.
- ✓ Arranque de reconexión automática (79) desde relés de protecciones (monopolar/tripolar).
- ✓ Indicación 86BF operado.
- ✓ Indicación 86B operado.

6. PRUEBAS Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Todos los equipos, materiales y software suministrados dentro del proyecto deberán estar sujetos a las pruebas de aceptación. Estas pruebas deberán ser supervisadas por el personal que el proyecto designe como testigos de todos los trabajos y procedimientos asociados con la ejecución de las pruebas.

EL CONTRATISTA debe desarrollar y documentar apropiadamente el plan general de pruebas de aceptación del sistema y sus componentes, incluyendo los procedimientos de pruebas para las pruebas preliminares internas (pre-FAT), pruebas de aceptación en fábrica (FAT) y pruebas de aceptación en sitio (SAT). El plan de pruebas y los procedimientos de pruebas deberán estar sujetos a revisión y aprobación antes de realizar las pruebas.

El plan de pruebas de aceptación debe verificar la capacidad del sistema para cumplir individual y simultáneamente todas las funciones y los requerimientos de disponibilidad, desempeño, software, hardware, comunicaciones, interfaz de usuario y demás aspectos operacionales del sistema de control y protección especificados.

Para esta etapa del proyecto, se deberán tener aprobados los respectivos protocolos de pruebas para los diferentes niveles de control (0, 1, 2 y 3), así como las respectivas protecciones eléctricas que involucren disparos de sistemas en operación.

Los sistemas de control, protección y supervisión serán completamente ensamblados y ajustados en fábrica antes de las pruebas. Las pruebas serán realizadas de acuerdo con lo estipulado en las normas aplicables.

6.1 PLAN Y PROCEDIMIENTOS DE PRUEBAS DE ACEPTACIÓN

EL CONTRATISTA debe presentar para aprobación de Engie un plan de pruebas de aceptación, que debe incluir todas las pruebas que demuestren el cumplimiento de los requerimientos descritos en estas especificaciones. Pruebas de aceptación en fábrica.

El sistema de control, protección y supervisión no debe ser despachado desde la fábrica antes de que Engie dé su aprobación de que ha pasado satisfactoriamente las pruebas de aceptación en fábrica.

El programa de pruebas debe permitir tiempo para la ejecución de pruebas adicionales no estructuradas solicitadas por Engie, previo acuerdo con EL CONTRATISTA.

El fabricante tiene que ejecutar todas las pruebas de fábrica exigidas por las especificaciones y las normas, las cuales deben empezar desde verificación de continuidad de los diferentes circuitos de control, medida y protección, entre otros. Para estas pruebas EL CONTRATISTA debe ensamblar el sistema completo en fábrica.

6.2 INSPECCIÓN VISUAL

Consiste en una revisión visual e inventario detallado del hardware y software a ser suministrado. Estas pruebas deben verificar que el sistema incluye todos los componentes requeridos, que estos están adecuadamente configurados y que todos los equipos, cables, conectores y borneras están completos de acuerdo al diseño y correctamente rotulados de acuerdo con la documentación.

6.3 PRUEBAS FUNCIONALES DEL SISTEMA DE CONTROL Y PROTECCIÓN

Estas pruebas deben incluir, como mínimo, los siguientes ítems:

- ✓ Verificación general del estado del hardware de los IED, entradas y salidas digitales, entradas análogas, LED, puertos de comunicación, correcta alimentación y aterrizamiento de los equipos.
- ✓ Verificación de la comunicación de los IED y un computador de configuración.
- ✓ Verificación de la correcta gestión de los IED (carga, descarga y cambio de ajustes en el IED) mediante el software propio de cada dispositivo.
- ✓ Inyección secundaria de corriente y tensión para verificación de la correcta medida de variables eléctricas en los IED como: tensión (magnitud y ángulo), corriente (magnitud y ángulo), potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, factor de potencia y frecuencia.
- ✓ Inyección secundaria de los IED para verificar la correcta operación de las diferentes funciones de protección programadas. Estas pruebas se realizarán tomando como referencia los ajustes suministrados por Engie en el estudio de coordinación de protecciones o en su defecto con ajustes típicos para cada función, que permitan comprobar la operación correcta de cada una de ellas.
- ✓ Las pruebas de inyección secundaria deben ser realizadas desde bornera, de tal forma que con las inyecciones permitan verificar los caminos de tensión y corriente hacia el IED.
- ✓ Verificación del correcto funcionamiento de todos los circuitos de control, medida, indicación, enclavamientos, señalización, etc.
- ✓ Verificación de la adquisición, procesamiento y almacenamiento de datos.
- ✓ Verificación de todas las funciones de interfaz de usuario (IU) en Nivel 1 y Nivel 2.
- ✓ Verificación de la operación correcta de los componentes de la red LAN.
- ✓ Verificación de los esquemas de recuperación ante fallas y rearranques del sistema.
- ✓ Pruebas de robustez. Verificación de la respuesta correcta del sistema a las siguientes situaciones anormales:
 - Grandes avalanchas de eventos simultáneamente en diversos controladores e IED.
 - Pérdida/recuperación de la alimentación auxiliar en diversos componentes del SAS.
 - Pérdida/recuperación de comunicaciones en la LAN y en las comunicaciones remotas.

- Errores de comunicación.
- Pérdida/recuperación de la señal de referencia de tiempo.
- Pérdida/recuperación del Servidor de Subestación.
- Pérdida/recuperación de dispositivos de almacenamiento masivo.
- ✓ Verificación de la capacidad de respaldo automático del sistema.
- ✓ Pruebas de comunicaciones: Estas pruebas verificarán la operación correcta de las funciones de comunicaciones de datos, incluyendo la prueba del enlace de datos en protocolo IEC 60870-5-104 con el SCADA.
- ✓ Verificación de las herramientas y funciones de configuración, parametrización y depuración del SAS de las facilidades de desarrollo del sistema, incluyendo manejo de la configuración del software, actualización de la IHM, generación y mantenimiento de la base de datos, definición de eventos y alarmas.
- ✓ Verificación de las funciones de automonitoreo y autodiagnóstico.
- ✓ Verificación de las facilidades y herramientas de diagnóstico y mantenimiento.

Luego de la verificación del estado de los equipos y su correcta operación, se entregará un protocolo diligenciando los resultados de las pruebas.

6.4 PRUEBAS DE DESEMPEÑO DEL SISTEMA

Estas pruebas deben verificar que se cumplan los requisitos de desempeño especificados para los equipos de control y protección del nivel 1 y 2. Durante las pruebas en fábrica de los armarios, EL CONTRATISTA debe realizar una simulación del sistema de control y supervisión a implementar en las subestaciones, y, además, las interfaces de comunicación con el nivel. EL CONTRATISTA debe proveer para estas pruebas los equipos requeridos para la simulación de posición de los equipos de patio (interruptores y seccionadores), de servicios auxiliares y demás señalización hacia los equipos de control y protección, y la simulación de los protocolos de comunicación según sea requerido.

6.5 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DE SITIO

El objetivo de las pruebas de aceptación en sitio es comprobar que los equipos estén en buen estado, estén bien conectados y que sean adecuados para el objetivo propuesto y se acepten finalmente para su explotación comercial. Este objetivo general puede ser dividido en:

- ✓ Verificación que el equipo no ha sido dañado durante el transporte, que ha sido correctamente instalado y que su funcionamiento está de acuerdo con lo especificado para garantizar una correcta explotación comercial.
- ✓ Obtener valores de referencia de pruebas como base comparativa para futuros mantenimientos e investigación de fallas.

EL CONTRATISTA debe presentar para aprobación el plan y los procedimientos de las pruebas en sitio. Las pruebas de aceptación en sitio deben ser realizadas por EL CONTRATISTA con la participación de Engie.

Las pruebas en sitio serán un subconjunto de las pruebas en fábrica. Se deben ejecutar pruebas adicionales para verificar las funciones que involucren subsistemas externos que

están interconectados con el sistema de control, protección y medida. Las pruebas de las funciones de protección deben ser realizadas con los ajustes definitivos recomendados por el estudio de coordinación de protecciones suministrado por Engie. Además, las pruebas en sitio incluirán cualquier tipo de prueba que no pudo ser ejecutada en fábrica. Si Engie considera necesario, se ejecutarán pruebas no estructuradas para verificar la operación completa del sistema bajo condiciones reales de campo.

6.6 PRUEBA DE DISPONIBILIDAD

Luego de la finalización de las pruebas de aceptación en sitio se debe someter a los equipos de control y protección de nivel 1 y 2 a una fase de operación supervisada en el ambiente operativo real durante 120 horas continuas, con el fin de verificar el desempeño del sistema. Esta operación supervisada se denomina prueba de disponibilidad.

La prueba de disponibilidad será considerada exitosa si durante el período de la prueba los equipos cumplen con los valores de disponibilidad garantizados, y además no se presenta ningún evento mayor dentro del período de duración de la prueba.

Los eventos de falla del SAS se clasifican en dos tipos:

- ✓ Evento menor

Es una falla que no hace indisponible una funcionalidad básica del SAS ni representa una falla mayor de hardware. Este tipo de evento no implica el reinicio de la prueba de disponibilidad.

- ✓ Evento mayor

Se presenta cuando se pierde una función crítica del SAS o se presenta una falla mayor de hardware. Este tipo de evento implica el reinicio de la prueba de disponibilidad.

Para efectos de esta prueba se definen las siguientes funciones como críticas:

- ✓ Emisión de comandos.
- ✓ Supervisión de estados binarios, alarmas y medidas análogas.
- ✓ Registro secuencial de eventos.

Una función será considerada disponible sólo si está operando completamente sin ninguna degradación en su ejecución.

Para efectos de esta prueba se definen como falla mayor de hardware las fallas de los siguientes equipos:

- ✓ Servidor de Subestación / IHM.
- ✓ Relé de control y/o protección.

Siempre que se presente un evento mayor o menor, se debe hacer un reporte del evento con la fecha y hora en que se presentó la falla, una descripción completa del evento, sus causas y efectos. Este reporte debe ser remitido inmediatamente al Contratista, con el fin de que él proceda al análisis y solución de la falla.

Ante un evento mayor se deberá solucionar la falla, se deberán repetir las partes de las pruebas de desempeño y las pruebas funcionales del sistema que se vean afectadas por la reparación y se deberá reiniciar la prueba de disponibilidad.

Ante un evento menor se deberá solucionar la falla y se continúa con el tiempo de la prueba. Una vez solucionada la falla, se deberá recalcular la disponibilidad acumulada del SAS hasta ese momento con base en la duración de la falla o indisponibilidad.

Al culminar la prueba de disponibilidad se debe hacer un acta de prueba de disponibilidad exitosa, que incluya el reporte completo de los eventos presentados.

6.7 PRUEBAS ÓPTICAS

Las pruebas ópticas se deberán realizar en presencia de Engie por lo cual EL CONTRATISTA deberá presentar previamente toda la documentación asociada con las mismas incluyendo la programación y los protocolos correspondientes, los cuales deberán ser aprobados por Engie antes de la realización de las pruebas.

6.8 CORRECCIÓN DE INCUMPLIMIENTOS

La presencia de incumplimientos mayores, tales como reinicio frecuente de procesadores, retraso excesivo en el tiempo de respuesta del sistema, errores de la base de datos, operación incorrecta de funciones importantes, entre otros, puede, a juicio del cliente, causar la suspensión completa de la prueba de aceptación en fábrica o en sitio, quedando pendiente la corrección del problema.

Luego de la corrección de un incumplimiento mayor, se deberá reiniciar toda la prueba de aceptación en fábrica o en sitio. Los incumplimientos menores pueden, a juicio del cliente, ser corregidos y vueltos a probar sin que sea necesaria la suspensión de toda la prueba de aceptación en fábrica o en sitio. El cliente podrá solicitar que se prueben otros componentes que puedan verse afectados por las correcciones realizadas.

Los incumplimientos del software deben ser corregidos a través de actualizaciones del código fuente. No se permitirán parches en el software.

6.9 APROBACIÓN DE LAS PRUEBAS

Se debe realizar un informe completo de las pruebas que registre los procedimientos realizados, los resultados obtenidos, las variaciones y las correcciones realizadas. En caso de que el sistema no pase exitosamente alguna parte de las Pruebas de Aceptación, EL CONTRATISTA deberá corregir oportunamente la deficiencia, la cual deberá ser probada.

7. INFORMACIÓN A ENTREGAR POR EL FABRICANTE

7.1 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

Dentro de quince (15) días de colocada la orden de compra, EL FABRICANTE deberá suministrar cuatro (4) ejemplares en papel y una memoria USB con la información general relacionada con el equipo ordenado. En particular, se suministrarán las siguientes informaciones:

- Cuatro (4) copias de las instrucciones completas en idioma español para el montaje, puesta en servicio y mantención de los equipos, incluyendo todos los planos y catálogos del equipo.
- Cuatro (4) copias de los protocolos completos de prueba para cada equipo.

- Manual de planos y diagramas eléctricos de conexión y alambrado de los equipos, completos.
- Manuales de operación y mantención, que incluirán:
 - Manuales de partes.
 - Manual de instalación.
 - Dossier final de calidad e ingeniería incluyendo:
- Planos de la disposición general mostrando las principales dimensiones del equipamiento suministrado, indicando como mínimo lo siguiente:
 - Plantas y elevaciones.
 - Ubicación de los componentes.
 - Espacios libres requeridos.
 - Puntos de conexión de los cables de poder. Detalle de los terminales.
 - Pesos de los equipos
 - Peso de embarque para el total y cada una de las secciones.
 - Lista de identificación conteniendo todas las designaciones del FABRICANTE para los dispositivos de fuerza, control e instrumentación del equipo.
- Plano de la placa de datos característicos de los equipos.
- Memorias de cálculo donde se demuestre que los equipos resisten las combinaciones de cargas producidas durante un sismo (tirón, viento y sismo) cumpliendo con las normas indicadas en el punto 3 de la presente especificación.
- Planos mostrando tamaño y ubicación de las perforaciones para los anclajes del equipamiento, señalando las cargas estáticas y dinámicas máximas sobre la estructura de soporte.
- Catálogos originales, planos de dimensiones, características completas.
- Procedimientos de inspección del suministro.
- Informe con protocolos y certificados de pruebas realizadas.
- Listado de materiales incluidos con el suministro.
- Instrucciones para el transporte, manejo, izado, montaje, puesta en servicio, operación, reparación y mantención del equipamiento.
- Manual de montaje de los equipos con indicación de los torques de apriete de todos los pernos y tuercas que se instalan en la obra.
- Hoja de datos certificada del suministro.

Además de las copias en papel requeridas, EL FABRICANTE deberá enviar los documentos indicados en archivos digitales en una memoria USB. Los archivos que se entreguen, según corresponda, deberán ser compatibles con los siguientes programas en las versiones indicadas, en caso contrario, deberá solicitarse la aprobación del PROPIETARIO, para el envío en otras versiones:

- Planos AUTOCAD 2013.
- Textos WORD 2013 o superiores.
- Planillas EXCEL 2013 o superiores.

Los documentos y planos en formato digital deberán ser enviados antes del despacho de los suministros con la finalidad de que el PROPIETARIO comente, acepte o apruebe la información enviada. Se debe prever el envío de esta información con la debida antelación, para evitar retrasos, debido a los posibles comentarios a ellos.

La información de ingeniería deberá ser escrita en español. Documentos en otro idioma no serán aceptados.

Las medidas y cálculos serán indicados en unidades del S.I. Las unidades inglesas serán aceptadas si se indica su equivalencia en el S.I.

Los planos y documentos deberán mostrar el equipo especificado. Planos típicos no serán aceptados.

EL FABRICANTE, además, deberá generar y enviar al PROPIETARIO avances semanales con el estado de fabricación del suministro.

El Fabricante deberá enviar por escrito cada dos meses un informe que recoja el avance del plan de fabricación, así como la previsión de las inspecciones internas que se incluyan en el Programa de Puntos de Inspección.

7.2 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA QUE DEBE FACILITAR EL FABRICANTE DESPUÉS DE LAS PRUEBAS EN FÁBRICA:

El Fabricante entregará el reporte de pruebas de rutina y pruebas tipo, el libro de instrucciones y el dossier de calidad.

El libro de instrucciones contendrá las instrucciones de almacenamiento, transporte, montaje, operación y mantenimiento, así como el conjunto completo de planos y documentos de los desconectadores.

8. REQUERIMIENTOS DE CALIDAD

El proveedor dispondrá de un Plan de Calidad que recogerá de manera correlativa todo el proceso de fabricación, desde la recepción de los materiales hasta la puesta en destino del equipo, así como los puntos de inspección a controlar según el procedimiento interno del Fabricante. El plan de calidad o el Programa de Puntos de Inspección estará a disposición de ENGIE.

El Fabricante asignará al proyecto un Project Manager local, quien será el interlocutor de ENGIE para todos los aspectos relacionados con el suministro objeto de esta especificación.

El PROPIETARIO se reserva el derecho de verificar los procedimientos y la documentación relativa a la fabricación de los equipos, y EL FABRICANTE se obliga a poner a su disposición estos antecedentes.

9. AUTORIZACIÓN DE EXPEDICIÓN

Previo a la expedición del suministro, el Fabricante solicitará a ENGIE la Autorización de Expedición. El proveedor se encargará de preparar y cumplir los requisitos de su emisión. ENGIE podrá emitir, en caso necesario, una Autorización de Expedición Condicional.

***** FIN DEL DOCUMENTO *****