

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39

ANEXO 1

DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO

CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 08 DE 2021

(UPME 08 – 2021)

**SELECCIÓN DE UN INVERSIONISTA Y UN INTERVENTOR PARA EL DISEÑO,
ADQUISICIÓN DE LOS SUMINISTROS, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO DE LA NUEVA SUBESTACIÓN LA PAZ 230 kV Y LINEAS DE
TRANSMISIÓN ASOCIADAS**

Bogotá D. C., julio de 2021

ÍNDICE

1		
2		
3		
4	1. CONSIDERACIONES GENERALES	5
5	1.1 Requisitos Técnicos Esenciales	5
6	1.2 Definiciones	6
7	2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	6
8	2.1 Descripción de Obras en las Subestaciones	9
9	2.1.1 Descripción de Obras en la Subestación La Paz 230 kV.	9
10	2.1.2 Descripción de Obras en la Subestación La Paz 230 kV.	10
11	2.1.3 Descripción de Obras en la Subestación Alcaraván 230 kV.....	11
12	2.1.4 Descripción de Obras en la Subestación Banadía 230 kV.	12
13	2.2 Puntos de Conexión del Proyecto	13
14	2.2.1 En la Subestación La Paz 230 kV.....	13
15	2.2.2 En la Subestación Alcaraván 230 kV	14
16	2.2.3 En la Subestación Banadía 230 kV.....	15
17	2.2.4 En la existente línea Caño Limón - Banadía 230 kV.	15
18	3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES	16
19	3.1 Parámetros del Sistema	16
20	3.2 Nivel de Corto Circuito	17
21	3.3 Materiales	18
22	3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible	18
23	3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión	18
24	3.6 Pruebas en Fábrica	19
25	4. ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 230 kV	19
26	4.1 General	19
27	4.2 Ruta de las Líneas de Transmisión	22
28	4.3 Longitud Aproximada de las Líneas	23
29	4.4 Especificaciones de diseño y construcción líneas	24
30	4.4.1 Aislamiento.....	24
31	4.4.2 Conductores de Fase	24
32	4.4.3 Cable(s) de Guarda	26
33	4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas	27
34	4.4.5 Transposiciones de Línea.....	28
35	4.4.6 Estructuras	28
36	4.4.7 Localización de Estructuras	29
37	4.4.8 Sistema Antivibratorio, Amortiguadores y Espaciadores - Amortiguadores.	29
38	4.4.9 Cimentaciones.....	30
39	4.4.10 Canalizaciones, cajas e instalación de cables para tramos de líneas subterráneas o subfluviales	30
40	4.4.11 Señalización Aérea.....	31
41	4.4.12 Desviadores de vuelo para aves.....	31
42		

1	4.4.13	Obras Complementarias.....	31
2	4.5	Informe Técnico	32
3	5.	ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN	32
4	5.1	General	32
5	5.1.1	Predio de las Subestaciones	33
6	5.1.2	Espacios de Reserva.....	35
7	5.1.3	Conexiones con Equipos Existentes.....	37
8	5.1.4	Servicios Auxiliares.....	38
9	5.1.5	Infraestructura y Módulo Común.....	38
10	5.2	Normas para Fabricación de los Equipos	40
11	5.3	Condiciones Sísmicas de los equipos	40
12	5.4	Procedimiento General del Diseño	40
13	5.4.1	Los documentos de Ingeniería Básica	42
14	5.4.2	Los documentos de la Ingeniería de Detalle	45
15	5.4.3	Estudios del Sistema	48
16	5.4.4	Distancias de Seguridad.....	50
17	5.5	Equipos de Potencia.....	50
18	5.5.1	Interruptores	50
19	5.5.2	Descargadores de Sobretensiones.....	51
20	5.5.3	Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra.....	52
21	5.5.4	Transformadores de Tensión.....	53
22	5.5.5	Transformadores de Corriente.....	54
23	5.5.6	Equipo GIS o Híbrido.....	55
24	5.5.7	Sistema de Puesta A Tierra.....	55
25	5.5.8	Apantallamiento de la Subestación.....	56
26	5.6	Equipos de Control y Protección.....	57
27	5.6.1	Sistemas de Protección	57
28	5.6.2	Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones.....	58
29	5.6.2.1	Características Generales	60
30	5.6.3	Unidad de medición fasorial sincronizada - medidores multifuncionales.....	62
31	5.6.4	Controladores de Bahía.....	63
32	5.6.5	Controlador de los Servicios Auxiliares.....	64
33	5.6.6	Switches	64
34	5.6.7	Interfaz Nivel 2 - Nivel 1.....	65
35	5.6.8	Equipos y Sistemas de Nivel 2	65
36	5.6.8.1	Controlador de la Subestación.....	65
37	5.6.8.2	Registradores de Fallas.....	66
38	5.6.8.3	Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación.....	66
39	5.6.9	Requisitos de Telecomunicaciones.....	67
40	5.7	Obras Civiles.....	67
41	5.8	Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento.....	68
42	6.	ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO	68

1	6.1 Pruebas y Puesta en Servicio	68
2	6.2 Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio	69
3	7 ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN	69
4	8 INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO	69
5	9 INFORMACIÓN ESPECÍFICA	70
6	10 FIGURAS	70
7		

ANEXO 1

1. CONSIDERACIONES GENERALES

Las expresiones que figuren en mayúsculas, que no se encuentren expresamente definidas en el presente documento, tendrán el significado que se les atribuye en los Documentos de Selección del Inversionista de la Convocatoria Pública UPME 08 – 2021.

Toda mención efectuada en este documento a "Anexo", "Apéndice", "Capítulo", "Formulario", "Formato", "Literal", "Numeral", "Subnumeral" y "Punto" se deberá entender efectuada a anexos, apéndices, capítulos, formularios, literales, numerales, subnumerales y puntos del presente documento, salvo indicación expresa en sentido contrario.

Las expresiones que figuren en mayúsculas y que no se encuentren expresamente definidas en el presente documento o en los Documentos de Selección del Inversionista, corresponden a normas legales u otras disposiciones jurídicas colombianas.

Las especificaciones de diseño, construcción, montaje y las características técnicas de los equipos e instalaciones deben cumplir con los requisitos técnicos establecidos en el presente Anexo No. 1 de los Documentos de Selección del Inversionista, en el Código de Redes de la CREG (Resolución CREG 025 de 1995 y sus actualizaciones, en especial CREG 098 de 2000) y en el RETIE y todas sus modificaciones vigentes en la fecha de ejecución de los diseños. Las citas, numerales o tablas del RETIE que se hacen en este Anexo corresponden a la revisión de agosto de 2013 de este Reglamento, incluidas las modificaciones de octubre 2013 y julio 2014. En los aspectos a los que no hacen referencia los documentos citados, el Transmisor deberá ceñirse a lo indicado en criterios de ingeniería y normas internacionales de reconocido prestigio, copia de los cuales deberán ser relacionados, informados y documentados al Interventor. Los criterios de ingeniería y normas específicas adoptados para el Proyecto deberán cumplir, en todo caso, con lo establecido en los Documentos de Selección del Inversionista, en el Código de Redes y en los reglamentos técnicos que expida el Ministerio de Minas y Energía, MME. Adicionalmente, se deberá considerar las condiciones técnicas existentes en los puntos de conexión de tal forma que los diferentes sistemas sean compatibles y permitan la operación según los estándares de seguridad, calidad y confiabilidad establecidos en la regulación.

1.1 Requisitos Técnicos Esenciales

De acuerdo con la legislación colombiana y en particular, con lo establecido en la última versión del RETIE, vigente en la fecha de apertura de esta Convocatoria, Resolución MME 90708 de agosto de 2013, Capítulo II, Requisitos Técnicos Esenciales, para el Proyecto será obligatorio que los trabajos deban contar con un diseño, efectuado por el profesional

1 o profesionales legalmente competentes para desarrollar esta actividad como se establece
2 en el Artículo 10 del RETIE de la fecha anotada, en general y el numeral 10.2 en particular.
3

4 Como requisito general, de mandatorio cumplimiento, aplicable a todos los aspectos
5 técnicos y/o regulatorios que tengan que ver con el RETIE , con el Código de Redes, con
6 normas técnicas nacionales o internacionales y con resoluciones de la CREG y del
7 Ministerio de Minas y Energía, se establece que, de producirse una revisión o una
8 actualización de cualquiera de los documentos mencionados, antes del inicio de los diseños
9 según cronograma presentado por el Transmisor y aprobado por la UPME, la última de
10 estas revisiones o actualizaciones, en cada uno de los aspectos requeridos, primará sobre
11 cualquier versión anterior de los citados documentos.
12

13 **1.2 Definiciones**

14 Las expresiones que figuren con letra mayúscula inicial tendrán el significado establecido
15 en el Numeral 1.1 de los Documentos de Selección del Inversionista - DSI.
16
17

18 **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

19
20
21 Consiste en el diseño, adquisición de los suministros, construcción, pruebas, puesta en
22 servicio, operación y mantenimiento de las obras asociadas al Proyecto nueva subestación
23 La Paz 230 kV y líneas de trasmisión asociadas, definido en el “Plan de Expansión de
24 Referencia Generación – Transmisión 2016-2030”, adoptado mediante Resolución del
25 Ministerio de Minas y Energía 40098 del 7 de febrero de 2017, modificada mediante
26 Resolución Minenergía 40039 de 11 de febrero de 2021, el Proyecto debe entrar en
27 operación a más tardar el 31 de octubre de 2026, siendo esta fecha parte integral del
28 Proyecto, el cual comprende:

- 29 i. Nueva subestación La Paz 230 kV en configuración interruptor y medio, con tres (3)
30 bahías de línea y una (1) bahía de transformación con sus respectivos cortes
31 centrales para conformar un (1) diámetro completo y dos diámetros incompletos
32 (cada uno con 2/3 de diámetro) a 230 kV, a ubicarse en inmediaciones del municipio
33 de Arauca en el departamento de Arauca.
- 34 ii. Construcción de una línea a 230 kV con una longitud aproximada de 230 km desde
35 la nueva subestación Alcaraván a 230 kV (UPME 07-2021), hasta la subestación
36 Banadía 230 kV.
- 37 iii. Instalación de reactores inductivos a 230 kV de 80 MVA_r, con sus respectivos
38 equipos de control y maniobra bajo carga, en cada uno de los extremos de la línea
39 entre Alcaraván y Banadía 230 kV. Cada reactor deberá contar con reactor de

- 1 neutro. Se deberá ubicar un reactor monofásico en Alcaraván y otro Banadía de
2 iguales características a los que se pondrán en funcionamiento de tal forma que
3 dichos reactores monofásicos sirvan como reserva.
- 4 iv. Una (1) bahía de línea 230 kV en configuración interruptor y medio en la nueva
5 subestación Alcaraván a 230 kV (UPME 07-2021).
- 6 v. Dos (2) bahías de línea 230 kV en configuración barra principal más transferencia
7 en la subestación Banadía a 230 kV. Ver nota 8.
- 8 vi. Construcción de una línea a 230 kV con una longitud aproximada de 90 km, desde
9 la Subestación Banadía 230 kV hasta la nueva Subestación La Paz 230 kV
- 10 vii. Construcción de una línea doble circuito a 230 kV con una longitud aproximada de
11 1 km, desde la nueva Subestación La Paz 230 kV hasta interceptar la línea existente
12 Caño Limón – Banadía 230 kV para reconfigurar en las líneas Caño Limón – La Paz
13 230 kV y La Paz – Banadía 230 kV. Hacen parte del presente alcance las conexiones
14 y desconexiones requeridas para la reconfiguración mencionada.
- 15 viii. Extensiones de barraje requeridas para dar cumplimiento al objeto de la presente
16 Convocatoria, junto con todos los elementos, equipos obras y adecuaciones
17 mecánicas, civiles, eléctricas, corte y/o protección, control, medición y demás
18 necesarios, para su correcto funcionamiento.
- 19 ix. Se deben incluir todos los elementos y adecuaciones tanto eléctricas como físicas
20 necesarias para cumplir con el objeto de la presente Convocatoria durante la
21 construcción, operación y mantenimiento de las obras, garantizando siempre su
22 compatibilidad con la infraestructura existente. Estas acciones incluyen sistemas de
23 control, protecciones, medida, comunicaciones e infraestructura asociada, etc, sin
24 limitarse a estos.
- 25 x. Los espacios de reserva establecidos en el numeral 5.1.2 del presente documento.

26
27 **NOTAS:** Las siguientes notas tienen carácter vinculante frente al alcance de la presente
28 Convocatoria:

- 29
30 1. Al bahía de transformación 230 kV, en la subestación La Paz se conectará un (1)
31 banco de transformación a 230/115 kV – 50 MVA. Se aclara que este banco de
32 transformación y su respectiva bahía en el lado de baja tensión (115 kV), no hacen
33 parte del objeto de la presente Convocatoria Pública, por tratarse de activos del
34 STR. La frontera entre el Inversionista de la presente Convocatoria y el Inversionista

- 1 del STR en la Subestación La Paz, será en los bornes de alta tensión del
2 autotransformador.
3
4
5 2. Los Diagramas Unifilares, hacen parte del Anexo 1. El Inversionista seleccionado,
6 buscando una disposición con alto nivel de confiabilidad, podrá modificar la
7 disposición de las bahías en los diagramas unifilares, previa revisión y concepto del
8 Interventor, y aprobación por parte de la UPME. Si la propuesta de modificación
9 presentada involucra o afecta a terceros como otros usuarios o propietarios de
10 activos en Subestación (existente o ampliación), deberán establecerse acuerdos
11 previos a la solicitud.
12
13 3. En configuración interruptor y medio, cuando una bahía, objeto de la presente
14 Convocatoria Pública, quede en un diámetro incompleto, el cual pueda utilizarse
15 para una ampliación futura, el Transmisor deberá hacerse cargo del enlace entre el
16 corte central y el otro barraje, de tal manera que dicho enlace pueda ser removido
17 fácilmente en caso de instalación de nuevos equipos.
18
19 4. Corresponde a los involucrados en las Subestaciones, llegar a acuerdos para la
20 ubicación y/o disposición física de equipos en la subestación. En cualquier caso, se
21 debe garantizar una disposición de alto nivel de confiabilidad.
22
23 5. Todos los equipos o elementos a instalar, por motivo de la presente Convocatoria
24 Pública UPME, deberán ser completamente nuevos y de última tecnología.
25
26 6. Están a cargo del Inversionista seleccionado, todos los elementos necesarios para
27 la construcción, operación y mantenimiento de las obras, como por ejemplo
28 sistemas de control, protecciones, comunicaciones e infraestructura asociada, sin
29 limitarse a estos, y debe garantizar su compatibilidad con la infraestructura
30 existente. En general, el Adjudicatario se debe hacer cargo de las adecuaciones
31 necesarias para cumplir con el alcance del presente proyecto.
32
33 7. En la página WEB de la presente Convocatoria Pública, se encuentra disponible la
34 información técnica y costos de conexión remitidos por ITCO S.A. E.S.P. con
35 radicado UPME 20181110006732 y 20181100056452. La información específica
36 relacionada con estos comunicados (anexos) pueden ser solicitadas en oficinas de
37 la UPME en los términos señalados en el numeral 9 del presente Anexo 1, sin
38 detrimento a lo anterior, el Inversionista podrá consultar a los propietarios de la
39 infraestructura de manera directa. La información suministrada por la UPME no
40 representa ninguna limitante y deberá ser evaluada por el Inversionista para lo de
41 su interés, en concordancia con los numerales 5.5, Independencia del Proponente,
42 y 5.6, Responsabilidad, de los DSI de la presente Convocatoria Pública.

1
2 8. La Subestación Banadía 230 kV se reconfigurará de barra sencilla a barra principal
3 más transferencia, dichas obras no hacen parte del objeto de la presente
4 convocatoria.

5
6 9. Hace parte de la presente Convocatoria el suministro, construcción, pruebas, puesta
7 en servicio, operación y mantenimiento del cable de potencia (conductor de fase
8 para la conexión entre las bahías de transformación y los bornes de alta de los
9 transformadores del STR), junto con las obras civiles y elementos necesarios
10 asociados a los cables de potencia (estructuras de apoyo, aisladores, soportes,
11 canalizaciones, protecciones y demás elementos de requerirse). Lo anterior aplica
12 hasta los 200 metros de conductor por fase, sin importar la distancia entre la salida
13 de la bahía de transformación y los bornes de alta del transformador del STR.

14
15 10. La ubicación de la nueva subestación La Paz 230 kV deberá cumplir con lo señalado
16 en el numeral 5.1.1 del presente Anexo.

17
18 11. El Inversionista seleccionado deberá garantizar que los espacios de reserva (no
19 utilizados por el presente Proyecto) en las subestaciones intervenidas, no se verán
20 afectados o limitados para su utilización, por infraestructura (equipos, línea,
21 edificaciones, etc.) desarrollada en el marco de la presente Convocatoria Pública.
22 El Interventor deberá certificar el cumplimiento de la exigencia antes indicada. Lo
23 anterior no implica que los espacios ocupados por las bahías construidas en la
24 presente convocatoria se deban reponer en otro lugar, con excepción de aquellos
25 casos en que el propietario de la subestación lo hubiese declarado antes del inicio
26 de la convocatoria.

27
28 12. El Inversionista seleccionado para la presente Convocatoria, deberá analizar y
29 tomar las precauciones, realizar todos los estudios que apliquen y tomar cualquier
30 medida preventiva o correctiva en todas las etapas del proyecto, incluida la
31 operación y mantenimiento, con el fin que no existan afectaciones en el Sistema
32 Interconectado Nacional – SIN por cualquier circunstancia que involucre o se derive
33 de sus activos.

34 **2.1 Descripción de Obras en las Subestaciones**

35 **2.1.1 Descripción de Obras en la Subestación La Paz 230 kV.**

36
37 El Inversionista seleccionado deberá hacerse cargo de la selección y adquisición del lote o
38 área, el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de las obras descritas en
39 el numeral 2, incluyendo los espacios de reserva definidos.
40
41
42

1 La nueva Subestación La Paz 230 kV deberá ser construida en configuración interruptor y
2 medio, y los equipos a instalar podrán ser convencionales AIS (Air Insulated Substations) o
3 GIS (tomado de la primera letra del nombre en inglés “Gas Insulated Substations”
4 Subestaciones aisladas en gas SF6) o una solución híbrida, de tipo exterior o interior según
5 sea el caso, cumpliendo con la normatividad técnica aplicable y todos los demás requisitos
6 establecidos en los DSI.

7
8 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad de las nuevas bahías de líneas y de
9 transformación, en funcionalidad y en aspectos de potencia, comunicaciones, control y
10 protecciones con la infraestructura existente.

11
12 El diagrama unifilar de la nueva Subestación La Paz 230 kV se muestra en la Figura 2.

13
14 Los equipos o elementos a instalar deberán ser completamente nuevos y de última
15 tecnología.

16
17 El Inversionista deberá implementar redundancia en los canales de comunicación utilizando
18 diferentes medios o tecnologías para el envío y la recepción de señales entre los extremos
19 de las líneas de transmisión. El Inversionista seleccionado deberá verificar que, con los
20 equipos a instalar en las subestaciones, se eviten puntos comunes de fallas. Lo anterior
21 con el fin de incrementar la fiabilidad de los esquemas de teleprotección de las líneas de
22 transmisión, ante mantenimientos o contingencias sobre uno de los sistemas de
23 comunicación.

24 25 **2.1.2 Descripción de Obras en la Subestación La Paz 230 kV.**

26
27
28 El Inversionista seleccionado deberá hacerse cargo de la selección y adquisición del lote o
29 área, el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de las obras descritas en
30 el numeral 2, incluyendo los espacios de reserva definidos.

31
32 La nueva Subestación La Paz 230 kV deberá ser construida en configuración interruptor y
33 medio, y los equipos a instalar podrán ser convencionales AIS (Air Insulated Substations) o
34 GIS (tomado de la primera letra del nombre en inglés “Gas Insulated Substations”
35 Subestaciones aisladas en gas SF6) o una solución híbrida, de tipo exterior o interior según
36 sea el caso, cumpliendo con la normatividad técnica aplicable y todos los demás requisitos
37 establecidos en los DSI.

38
39 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad de las nuevas bahías de líneas y de
40 transformación, en funcionalidad y en aspectos de potencia, comunicaciones, control y
41 protecciones con la infraestructura existente.

42

1 El diagrama unifilar de la nueva Subestación La Paz 230 kV se muestra en la Figura 2.

2
3 Los equipos o elementos a instalar deberán ser completamente nuevos y de última
4 tecnología.

5
6 El Inversionista deberá implementar redundancia en los canales de comunicación utilizando
7 diferentes medios o tecnologías para el envío y la recepción de señales entre los extremos
8 de las líneas de transmisión. El Inversionista seleccionado deberá verificar que con los
9 equipos a instalar en las subestaciones, se eviten puntos comunes de fallas. Lo anterior
10 con el fin de incrementar la fiabilidad de los esquemas de teleprotección de las líneas de
11 transmisión, ante mantenimientos o contingencias sobre uno de los sistemas de
12 comunicación.

13 14 **2.1.3 Descripción de Obras en la Subestación Alcaraván 230 kV.**

15
16 El Inversionista seleccionado deberá hacerse cargo de la selección y adquisición del área
17 (en cualquier modalidad, por ejemplo, comodato, compra, arriendo, etc.) en caso de ser
18 necesario, el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de las obras descritas
19 en el numeral 2.

20
21 La nueva bahía de línea deberá mantener la configuración existente de la nueva
22 subestación Alcaraván (UPME 07-2021). Los equipos a instalar podrán ser convencionales
23 AIS (Air Insulated Substations) o GIS (tomado de la primera letra del nombre en inglés “Gas
24 Insulated Substations” Subestaciones aisladas en gas SF6) o una solución híbrida, de tipo
25 exterior o interior según sea el caso, cumpliendo con la normatividad técnica aplicable y
26 todos los demás requisitos establecidos en los DSI.

27
28 El Inversionista seleccionado, resultante de la presente Convocatoria Pública, deberá
29 hacerse cargo de la extensión de barrajes (de ser necesario) para la conexión de la nueva
30 bahía de línea objeto de la presente Convocatoria Pública, junto con los equipos de
31 protección y adecuaciones físicas y eléctricas necesarias. Toda la infraestructura utilizada
32 para ampliar el barraje, deberá tener una capacidad de corriente, y demás características
33 técnicas, igual o superior al barraje existente donde se conecta.

34
35 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad de la nueva bahía de línea, en
36 funcionalidad y en aspectos de potencia, comunicaciones, control y protecciones con
37 infraestructura existente.

38
39 Se deberá acordar las condiciones para acceder al uso del terreno en el Contrato de
40 Conexión, considerando las previsiones de reservas exigidas en la Convocatoria UPME 07-
41 2021 Alcaraván 230 kV.

42

1 El diagrama unifilar de la subestación Alcaraván 230 kV se muestra en la Figura 3.

2
3 Los equipos o elementos a instalar deberán ser completamente nuevos y de última
4 tecnología.

5
6 El Inversionista deberá implementar redundancia en los canales de comunicación utilizando
7 diferentes medios o tecnologías para el envío y la recepción de señales entre los extremos
8 de las líneas de transmisión. El Inversionista seleccionado deberá verificar que, con los
9 equipos a instalar en las subestaciones, se eviten puntos comunes de fallas. Lo anterior
10 con el fin de incrementar la fiabilidad de los esquemas de teleprotección de las líneas de
11 transmisión, ante mantenimientos o contingencias sobre uno de los sistemas de
12 comunicación.

13
14 Para la llegada/salida de la línea a construir, se debe tener en cuenta los circuitos actuales
15 y futuros de forma tal que los diseños busquen evitar los cruces con otras líneas o se
16 minimicen los riesgos en la confiabilidad de la operación del SIN.

17 18 **2.1.4 Descripción de Obras en la Subestación Banadía 230 kV.**

19
20 El Inversionista seleccionado deberá hacerse cargo de la selección y adquisición del área
21 (en cualquier modalidad, por ejemplo, comodato, compra, arriendo, etc.) en caso de ser
22 necesario, el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de las obras descritas
23 en el numeral 2.

24
25 Las nuevas bahías de línea deberán mantener la configuración de la subestación Banadía.
26 Los equipos a instalar podrán ser convencionales AIS (Air Insulated Substations) o GIS
27 (tomado de la primera letra del nombre en inglés “Gas Insulated Substations”
28 Subestaciones aisladas en gas SF6) o una solución híbrida, de tipo exterior o interior según
29 sea el caso, cumpliendo con la normatividad técnica aplicable y todos los demás requisitos
30 establecidos en los DSI.

31
32 El Inversionista seleccionado, resultante de la presente Convocatoria Pública, deberá
33 hacerse cargo de la extensión de barrajes (de ser necesario) para la conexión de las nuevas
34 bahías de línea objeto de la presente Convocatoria Pública, junto con los equipos de
35 protección y adecuaciones físicas y eléctricas necesarias. Toda la infraestructura utilizada
36 para ampliar el barraje, deberá tener una capacidad de corriente, y demás características
37 técnicas, igual o superior al barraje existente donde se conecta.

38
39 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad de las nuevas bahías de línea, en
40 funcionalidad y en aspectos de potencia, comunicaciones, control y protecciones con
41 infraestructura existente.

42

1 El diagrama unifilar de la subestación Banadía 230 kV se muestra en la Figura 4.

2
3 Los equipos o elementos a instalar deberán ser completamente nuevos y de última
4 tecnología.

5
6 El Inversionista deberá implementar redundancia en los canales de comunicación utilizando
7 diferentes medios o tecnologías para el envío y la recepción de señales entre los extremos
8 de las líneas de transmisión. El Inversionista seleccionado deberá verificar que, con los
9 equipos a instalar en las subestaciones, se eviten puntos comunes de fallas. Lo anterior
10 con el fin de incrementar la fiabilidad de los esquemas de teleprotección de las líneas de
11 transmisión, ante mantenimientos o contingencias sobre uno de los sistemas de
12 comunicación.

13
14 Para la llegada/salida de las líneas a construir, se debe tener en cuenta los circuitos
15 actuales y futuros de forma tal que los diseños busquen evitar los cruces con otras líneas o
16 se minimicen los riesgos en la confiabilidad de la operación del SIN.

20 **2.2 Puntos de Conexión del Proyecto**

21
22 El Inversionista seleccionado, además de adquirir el predio y/o los espacios para la presente
23 Convocatoria Pública, independiente de la modalidad (compra o arrendamiento, etc),
24 deberá tener en cuenta lo definido en el Código de Conexión (Resolución CREG 025 de
25 1995 y sus modificaciones) y las siguientes consideraciones en cada uno de los puntos de
26 conexión, para los cuales se debe establecer un contrato de conexión con el responsable
27 y/o propietario de los activos relacionados.

28
29 Cuando el Transmisor considere la necesidad de hacer modificaciones a la infraestructura
30 existente (independientemente del nivel tensión), deberá informar al Interventor y acordar
31 estas modificaciones en el contrato de conexión con el responsable y/o propietario de los
32 activos relacionados. Estas modificaciones estarán a cargo del Transmisor.

34 **2.2.1 En la Subestación La Paz 230 kV.**

35
36 El propietario de la Subestación La Paz 230 kV será el Transmisor resultante de la presente
37 Convocatoria Pública.

38
39 El punto de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública en la Subestación
40 La Paz, es el barraje a 230 kV. La frontera entre el Transmisor adjudicatario de la presente
41 Convocatoria y el STR será en los bornes de alta tensión del transformador 230/115 kV –
42 50 MVA.

1 El contrato de conexión entre el Transmisor resultante de la presente Convocatoria Pública
2 UPME 08 – 2021 y el Transmisor del STR deberá incluir, entre otros aspectos y según
3 corresponda, lo relacionado con las condiciones para acceder al uso del terreno para la
4 ubicación de la infraestructura a instalar, el espacio para la ubicación de los tableros de
5 control y protecciones de los módulos, el enlace al sistema de control del CND, suministro
6 de servicios auxiliares de AC y DC; y demás acuerdos necesarios para la conexión del
7 transformador del STR. Este contrato de conexión deberá estar firmado por las partes,
8 dentro de los **cuatro (4) meses** siguientes a la expedición de la Resolución CREG que
9 oficializa los Ingresos Anuales Esperados del Transmisor Regional adjudicatario de la
10 Convocatoria Pública asociada a La Paz STR, **al menos en sus condiciones básicas**
11 (objeto del contrato, terreno en el cual se realizarán las obras, espacios, ubicación y
12 condiciones para acceder, entrega de datos sobre equipos y demás información requerida
13 para diseños, obligaciones de las partes para la construcción, punto de conexión, duración
14 del contrato, etc), lo cual deberá ser puesto en conocimiento del Interventor. En el contrato
15 de conexión deberá quedar plasmado, entre otros:

- 16
- 17 • Una vez el Inversionista adjudicatario de la presente convocatoria tenga definido el
18 lote en el cual se ubicará la subestación La Paz 230/115 kV deberá entregarle al
19 Transmisor del STR el espacio destinado para las obras del STR, según lo definido
20 en el numeral 5.1.2. Espacios de Reserva del presente Anexo, con el fin que este
21 inicie oportunamente los trámites de licenciamiento ambiental del terreno y las obras
22 del STR.
- 23 • Una vez, dicho Transmisor Regional obtenga la licencia ambiental, el Adjudicatario
24 de la presente Convocatoria Pública deberá adecuar los correspondientes espacios
25 del STR, sin embargo, podrán llegar a acuerdos para estos fines. El costo del terreno
26 y sus adecuaciones estarán a cargo del Transmisor Nacional.
- 27

28 No obstante, en caso de requerirse, las partes podrán solicitar a la UPME, con la debida
29 justificación, la modificación de la fecha de firma del contrato de conexión. Esta solicitud
30 deberá ser remitida por los representantes legales de los agentes involucrados.

31

32 **2.2.2 En la Subestación Alcaraván 230 kV**

33

34 El agente responsable de la existente subestación Alcaraván 230 kV será el Transmisor
35 adjudicatario de la Convocatoria Pública UPME 07-2021.

36

37 El punto de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública en la Subestación
38 Alcaraván, es el barraje a 230 kV.

39

40 El contrato de conexión entre el Transmisor resultante de la presente Convocatoria Pública
41 y el responsable de la subestación, deberá incluir, entre otros aspectos y según

1 corresponda, lo relacionado con las condiciones para acceder al uso del terreno para la
2 ubicación de la infraestructura a instalar, el espacio para la ubicación de los tableros de
3 control y protecciones de los módulos, el enlace al sistema de control del CND, suministro
4 de servicios auxiliares de AC y DC; y demás acuerdos. Este contrato de conexión deberá
5 estar firmado por las partes, dentro de los **cuatro (4) meses** siguientes a la expedición de
6 la Resolución CREG que oficialice los Ingresos Anuales Esperados del Transmisor
7 adjudicatario de la presente Convocatoria Pública, **al menos en sus condiciones básicas**
8 (objeto del contrato, terreno en el cual se realizarán las obras, espacios, ubicación y
9 condiciones para acceder, entrega de datos sobre equipos y demás información requerida
10 para diseños, obligaciones de las partes para la construcción, punto de conexión, duración
11 del contrato, etc), lo cual deberá ser puesto en conocimiento del Interventor. No obstante,
12 las partes en caso de requerirse, podrán solicitar a la UPME, con la debida justificación, la
13 modificación de la fecha de firma del contrato de conexión. Esta solicitud deberá estar
14 firmada por los representantes legales de los agentes involucrados.

16 **2.2.3 En la Subestación Banadía 230 kV**

18 El agente responsable de la existente subestación Banadía 230 kV es ISA-ITCO.

20 El punto de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública en la Subestación
21 Banadía, es el barraje a 230 kV.

23 El contrato de conexión entre el Transmisor resultante de la presente Convocatoria Pública
24 y el responsable de la subestación, deberá incluir, entre otros aspectos y según
25 corresponda, lo relacionado con las condiciones para acceder al uso del terreno para la
26 ubicación de la infraestructura a instalar, el espacio para la ubicación de los tableros de
27 control y protecciones de los módulos, el enlace al sistema de control del CND, suministro
28 de servicios auxiliares de AC y DC; y demás acuerdos. Este contrato de conexión deberá
29 estar firmado por las partes, dentro de los **cuatro (4) meses** siguientes a la expedición de
30 la Resolución CREG que oficialice los Ingresos Anuales Esperados del Transmisor
31 adjudicatario de la presente Convocatoria Pública, **al menos en sus condiciones básicas**
32 (objeto del contrato, terreno en el cual se realizarán las obras, espacios, ubicación y
33 condiciones para acceder, entrega de datos sobre equipos y demás información requerida
34 para diseños, obligaciones de las partes para la construcción, punto de conexión, duración
35 del contrato, etc), lo cual deberá ser puesto en conocimiento del Interventor. No obstante,
36 las partes en caso de requerirse, podrán solicitar a la UPME, con la debida justificación, la
37 modificación de la fecha de firma del contrato de conexión. Esta solicitud deberá estar
38 firmada por los representantes legales de los agentes involucrados.

40 **2.2.4 En la existente línea Caño Limón - Banadía 230 kV.**

42 El responsable de la existente línea Caño Limón - Banadía 230 kV es ISA-ITCO.

1
2 El punto de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública en la línea Caño
3 Limón - Banadía 230 kV, será en los puntos de seccionamiento de esta línea. Para realizar
4 la reconfiguración de la línea Banadía – La Paz – Caño Limón 230 kV.
5

6 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad con los sistemas de comunicaciones,
7 control, protecciones y demás de las bahías de línea de la subestación La Paz 230 kV, con
8 los sistemas de las bahías de los extremos de las líneas, específicamente en las
9 Subestaciones Banadía y Caño Limón 230 kV.

10
11 Los contratos de conexión, que suscriba el Inversionista resultante de la presente
12 Convocatoria Pública e ISA S.A. E.S.P., deberán incluir, entre otros aspectos y según
13 corresponda, todos los aspectos que tengan que ver con la conexión a la línea y con
14 cambios o ajustes de cualquier índole que deban hacerse en las Subestaciones Caño Limón
15 y Banadía 230 kV que se generen producto de la reconfiguración de la línea existente en
16 Caño Limón – La Paz – Banadía 230 kV. Este contrato de conexión deberá estar firmado
17 por las partes, antes del inicio de la construcción y montaje de las obras, al menos en sus
18 condiciones básicas, lo cual deberá ser puesto en conocimiento del Interventor. No
19 obstante, las partes de común acuerdo, podrán solicitar a la UPME, con la debida
20 justificación, la modificación del momento en que se firma el contrato de conexión.
21

22 **3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES**

23
24 El Interventor informará de manera independiente a la UPME, el cumplimiento de las
25 especificaciones técnicas consignadas en el presente Anexo 1. El uso de normas y
26 procedimientos aquí descritos podrá ser modificado en cualquier momento, hasta la fecha
27 de realización de los diseños o de realización de la obra según el caso, sin detrimento del
28 cumplimiento de la regulación y las normas técnicas de obligatorio cumplimiento,
29 asegurando en cualquier caso que los requisitos y calidades técnicas se mantengan, para
30 lo cual deberá previamente comunicarlo y soportarlo al Interventor.
31

32 Las Especificaciones contenidas en este Anexo 1, se complementan con la información de
33 las subestaciones existentes que se incluyen en los documentos de esta Convocatoria
34 Pública.
35

36 **3.1 Parámetros del Sistema**

37
38 Todos los equipos e instalaciones a ser suministrados por el Transmisor deberán ser
39 nuevos y de última tecnología, cumplir con las siguientes características técnicas del STN,
40 las cuales serán verificadas por la Interventoría para la UPME.
41

42 **Generales:**

1	Tensión nominal	230 kV
2	Frecuencia asignada	60 Hz
3	Puesta a tierra	Sólida
4	Número de fases	3
5		
6	<u>Subestaciones 230 kV</u>	
7	Servicios auxiliares AC	120/208V, tres fases, cuatro hilos.
8	Servicios Auxiliares DC	125V
9	Configuración de la subestación	Interruptor y medio
10	Tipo de la Subestación	Convencional o GIS o un híbrido
11		
12	<u>Línea de transmisión 230 kV:</u>	
13	Tipo de línea y estructuras:	Aérea con torres auto-soportadas y/o postes y/o estructuras compactas y/o subterráneas.
14		
15	Estructuras de soporte:	Para doble circuito a excepción del futuro tramo Banadía – La Paz 230 kV, la cual será en circuito sencillo.
16		
17		
18	Circuitos por torre o canalización:	Según diseño. Para líneas aéreas, se podrán compartir estructuras de soporte con infraestructura existente.
19		
20		
21	Conductores de fase:	Ver numeral 4.4.2 del presente Anexo 1.
22	Cables de guarda:	Ver numeral 4.4.3 del presente Anexo 1.
23		
24	La longitud de las líneas de transmisión de 230 kV, serán función del diseño y estudios pertinentes que realice el Inversionista.	
25		
26		
27	Las líneas de transmisión podrán ser totalmente aéreas o parcialmente aéreas, subterráneas o subfluviales. Las longitudes reales de las líneas de transmisión de 230 kV, serán en función del diseño y estudios pertinentes que realice el Inversionista.	
28		
29		
30		
31	En caso de tramos subterráneos (si se requieren), el Inversionista deberá considerar todas las obras civiles requeridas (ductos y demás elementos), además de hacerse cargo del respectivo mantenimiento de esta obra civil.	
32		
33		
34		
35	3.2 Nivel de Corto Circuito	
36		
37	El Transmisor deberá realizar los estudios pertinentes, de tal manera que se garantice que el nivel de corto circuito utilizado en los diseños y selección de los equipos y demás elementos de líneas y subestaciones será el adecuado durante la vida útil de estos, no obstante, la capacidad de corto circuito asignada a los equipos y elementos asociados que se instalarán objeto de la presente Convocatoria no deberá ser inferior a 40 kA para 230 kV. La duración asignada al corto circuito no podrá ser inferior a los tiempos máximos	
38		
39		
40		
41		
42		

1 provistos para interrupción de las fallas y los indicados en las normas aplicables. Copia del
2 estudio deberá ser entregada al Interventor para su conocimiento y análisis.

3.3 Materiales

3
4
5
6 Todos los equipos y materiales incorporados al Proyecto deben ser nuevos y de la mejor
7 calidad, de última tecnología y fabricados bajo normas internacionales y sello de
8 fabricación, libres de defectos e imperfecciones. La fabricación de equipos y estructuras
9 deberán ser tales que se eviten la acumulación de agua. Todos los materiales usados para
10 el Proyecto, listados en la tabla 2.1 del RETIE deberán contar con certificado de producto
11 según el numeral 2.3 del Artículo 2 del RETIE. El Transmisor deberá presentar para fines
12 pertinentes al Interventor los documentos que le permitan verificar las anteriores
13 consideraciones. En el caso de producirse una nueva actualización del RETIE antes del
14 inicio de los diseños y de la construcción de la obra, dicha actualización primará sobre el
15 Reglamento actualmente vigente.

3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible

16
17
18
19 Todos los equipos y los conectores deberán ser de diseño y construcción tales que, en lo
20 relacionado con el efecto corona y radio interferencia, deben cumplir con lo establecido en
21 el RETIE, Código de Redes y Normatividad vigente. El Transmisor deberá presentar al
22 Interventor para los fines pertinentes a la Interventoría las Memorias de Cálculo y/o reportes
23 de pruebas en donde se avalen las anteriores consideraciones.

24
25 Para niveles máximos de radio-interferencia, se acepta una relación señal-ruido mínima de:
26 a) Zona Rurales: 22 dB a 80m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen tiempo
27 y b) Zonas Urbanas: 22 dB a 40m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen
28 tiempo.

29
30 En cuanto a ruido audible generado por la línea y/o la subestación, deberá limitarse a los
31 estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido establecidos en Resolución
32 0627 de 2006 (Abril 7) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy
33 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o aquella que la modifique o sustituya.

3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión

34
35
36
37 La consecución de todas las licencias y permisos son responsabilidad del Inversionista. Se
38 debe considerar lo establecido en el capítulo X de la Ley 143 de 1994, en especial los
39 artículos 52 y 53.

40
41 La celebración de los Contratos de Conexión deberá dar prioridad a todos los acuerdos
42 técnicos, administrativos, comerciales y operativos de tal forma que no existan

1 imprecisiones en este aspecto antes de la fabricación de los equipos y materiales del
2 Proyecto. La fecha para haber llegado a estos acuerdos técnicos se deberá reflejar como
3 Hito en el cronograma de la Convocatoria, lo cual será objeto de verificación por parte del
4 Interventor.

5
6 Los acuerdos administrativos y comerciales de los Contratos de Conexión se podrán
7 manejar independientemente de los acuerdos técnicos. El conjunto de los acuerdos
8 técnicos y administrativos constituye el Contrato de Conexión cuyo cumplimiento de la
9 regulación vigente deberá ser certificado por el Inversionista seleccionado. Copia de estos
10 acuerdos deberán entregarse al Interventor.

11 **3.6 Pruebas en Fábrica**

12
13 Una vez el Inversionista haya seleccionado los equipos a utilizar deberá entregar al
14 Interventor, copia de los reportes de las pruebas que satisfagan las normas aceptadas en
15 el Código de Conexión, para interruptores, seccionadores, transformadores de corriente y
16 potencial, entre otros. En caso de que los reportes de las pruebas no satisfagan las normas
17 aceptadas, el Interventor podrá solicitar la repetición de las pruebas a costo del
18 Inversionista.

19
20 Durante la etapa de fabricación de todos los equipos y materiales de líneas y subestación,
21 estos deberán ser sometidos a todas las pruebas de rutina y aceptación que satisfagan lo
22 estipulado en la norma para cada equipo en particular. Los reportes de prueba de
23 aceptación deberán ser avalados por personal idóneo en el laboratorio de la fábrica.

24
25 El Inversionista deberá dar cumplimiento a lo estipulado en la Resolución CREG 098-2000,
26 numeral 3.3 “MATERIALES”, según el cual “el Transportador presentará a la Entidad
27 designada, todos los Formularios de Características Técnicas garantizadas de los
28 materiales utilizados y los correspondientes reportes de pruebas de materiales y equipos,
29 según las exigencias de las normas técnicas correspondientes”.

30 **4. ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 230 KV**

31 **4.1 General**

32
33 En la siguiente tabla se presentan las especificaciones técnicas mínimas para las nuevas
34 líneas de transmisión que el Inversionista construya, lo cual deberá revisar y ajustar una
35 vez haya hecho el análisis comparativo de las normas:

Línea de 230 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
1	Tensión nominal trifásica	Numeral 3.1	kV	230
2	Frecuencia nominal	Numeral 3.1	Hz	60
3	Tipo de línea	Numeral 3.1	-	Aérea/ Subterránea
4	Longitud aproximada	Numeral 4.3	km	230 Alcaraván-Banadía 90 Banadía-La Paz Reconfiguración Caño Limón-La Paz – Banadía: Aprox 1 km hasta interceptar la línea existente Caño Limón–Banadía
5	Altura (estimada) sobre el nivel del mar	Numeral 4.3	msnm	De 195 a 305 la línea Alcaraván - Banadía De 150 a 195 Banadía – La Paz De 150 a 195 Reconfiguración Caño Limón–La Paz – Banadía
6	Número de circuitos por torre o canalización	Numeral 3.1	-	2 circuitos (líneas aéreas, o subterráneas), según diseño

Línea de 230 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
				1 circuito (líneas aéreas, o subterráneas), según diseño, para el tramo Banadía – La Paz
7	Conductores de fase	Numeral 4.4.2	-	-
8	Subconductores por fase	Numeral 4.4.2	-	-
9	Cables de guarda	Numeral 4.4.3	-	-
10	Cantidad de cables de guarda	Numeral 4.4.3	-	-
11	Distancias de seguridad	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
12	Ancho de servidumbre	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
13	Máximo campo eléctrico e interferencia	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
14	Contaminación	Debe verificar la presencia en el aire de partículas que puedan tener importancia en el diseño del aislamiento. Investigar presencia de contaminación salina, industrial o de otro tipo.	g/cm ²	-
15	Condiciones de tendido de los cables	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
16	Estructuras	Numeral 4.4.6	-	-
17	Árboles de carga y curvas de utilización	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
18	Herrajes	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
19	Cadena de aisladores	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
20	Diseño de aislamiento	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
21	Valor resistencia de puesta a tierra	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-

Línea de 230 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
22	Sistema de puesta a tierra	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
23	Salidas por descargas atmosféricas	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
24	Cimentaciones	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-

En cualquier caso, se deberá dar cumplimiento al Código de Redes (Resolución CREG 025 de 1995 con sus anexos, incluyendo todas sus modificaciones) y al RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas en su versión vigente).

Se debe propender por la minimización u optimización de cruces entre líneas de transmisión objeto de la presente Convocatoria con otras líneas en ejecución o existentes y evitar las afectaciones o riesgos al Sistema Interconectado Nacional, por lo cual el Transmisor deberá implementar las medidas técnicas necesarias. Para ello, el Transmisor se obliga a realizar el estudio correspondiente **antes del inicio de construcción de las obras** y, a más tardar en ese momento, ponerlo a consideración de la Interventoría, la UPME, terceros involucrados, el CND y si es del caso al CNO. Este documento hará parte de las memorias del proyecto.

Las líneas de transmisión podrán ser totalmente aéreas o parcialmente aéreas y subterráneas. La longitud de las líneas de transmisión, serán en función del diseño y estudios pertinentes que realice el Inversionista.

4.2 Ruta de las Líneas de Transmisión

La selección de la ruta de las líneas de transmisión objeto de la presente Convocatoria Pública UPME, será responsabilidad del Inversionista seleccionado. Por lo tanto, a efectos de definir dicha ruta, será el Inversionista el responsable de realizar investigaciones detalladas y consultas a las autoridades ambientales, a las autoridades nacionales, regionales y locales los diferentes Planes de Ordenamiento Territorial, a las autoridades que determinan las restricciones para la aeronavegación en el área de influencia del Proyecto y, en general, con todo tipo de consideraciones, restricciones y reglamentaciones existentes. En consecuencia, deberá tramitar los permisos y licencias a que hubiere lugar. Se deberá tener en cuenta que pueden existir exigencias y/o restricciones de orden nacional, regional o local.

Específicamente para los tramos subterráneos, si se requirieran, durante la selección de la ruta, deberán identificarse todas las instalaciones subterráneas existentes, así como raíces

1 de árboles, discontinuidades estratigráficas etc., que puedan incidir en ubicación de los
2 cables o ductos requeridos. Para la determinación de los elementos enterrados se podrá
3 ejecutar, sin limitarse a ello, un rastreo electromagnético del subsuelo mediante equipo
4 especial para este propósito tal como el Georradar o Radar de Penetración Terrestre
5 (Ground Penetration Radar –GPR). En estos tramos deberá tenerse en cuenta la posibilidad
6 de ubicación de las cajas para empalme o cambio de dirección. También será
7 responsabilidad del Inversionista consultar a las autoridades y/o entidades
8 correspondientes, encargadas de otra infraestructura que pueda estar relacionada.

9
10 El Inversionista deberá considerar todas las restricciones, precauciones y demás aspectos
11 relevantes que se identifiquen en los análisis tendientes a identificar alertas tempranas en
12 la zona del proyecto.

13
14 A modo informativo, el Inversionista podrá consultar los Documentos del **“ANÁLISIS ÁREA**
15 **DE ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO NUEVA**
16 **SUBESTACIÓN LA PAZ 230 kV Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS, OBJETO**
17 **DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 08-2021 DEL PLAN DE EXPANSIÓN DE**
18 **REFERENCIA GENERACIÓN - TRANSMISIÓN 2016-2030, MODIFICADO POR LA**
19 **RESOLUCIÓN 40039 DE FEBRERO DE 2021”**, los cuales suministran información de
20 referencia. El objeto de estos documentos es identificar de manera preliminar las
21 posibilidades y condicionantes físicos, ambientales y sociales, constituyéndose en
22 documentos ilustrativos para los diferentes Interesados, sin pretender determinar o definir
23 rutas, por lo tanto es exclusivamente de carácter ilustrativo y no puede o no debe
24 considerarse como una asesoría en materia de inversiones, legal, fiscal o de cualquier otra
25 naturaleza por parte de la UPME o sus funcionarios, empleados, asesores, agentes y/o
26 representantes. Es responsabilidad del Inversionista el asumir en su integridad los riesgos
27 inherentes a la ejecución del Proyecto, para ello deberá validar la información, realizar sus
28 propios estudios y consultas ante las Autoridades competentes, entre otras.

29
30 En general, los Proponentes basarán sus Propuestas en sus propios estudios,
31 investigaciones, exámenes, inspecciones, visitas, entrevistas y otros.

32 **4.3 Longitud Aproximada de las Líneas**

34
35 La longitud y la altura sobre el nivel del mar, anunciadas en este documento es de referencia
36 y está basada en estimativos preliminares. Por tanto, los cálculos y valoraciones que realice
37 el inversionista para efectos de su propuesta económica deberán estar fundamentados en
38 sus propias evaluaciones, análisis y consideraciones.

39
40 Tanto la longitud real como la altura sobre el nivel del mar real, serán función del diseño y
41 estudios pertinentes que realiza el Inversionista seleccionado.

4.4 Especificaciones de diseño y construcción líneas

Las especificaciones de diseño y construcción que se deben cumplir para la ejecución del Proyecto son las establecidas en el presente Anexo No. 1, los Documentos de Selección del Inversionista – DSI, en el Reglamento de Operación del Sistema Interconectado Nacional, en el Código de Redes (Resolución CREG 025 de 1995 y actualizaciones) y en el RETIE, y actualizaciones posteriores previas al diseño y construcción de la línea.

El Interventor verificará para la UPME, que los diseños realizados por el Transmisor cumplan con las normas técnicas aplicables y con las siguientes especificaciones.

4.4.1 Aislamiento

El Inversionista deberá verificar, en primer lugar, las condiciones meteorológicas y de contaminación de la zona en la que se construirán las líneas, la nueva subestación y/o las obras en las subestaciones existentes y, con base en ello, hacer el diseño del aislamiento de las líneas, los equipos de las subestaciones, y la coordinación de aislamiento, teniendo en cuenta las máximas sobretensiones que puedan presentarse en las líneas por las descargas atmosféricas, por maniobras propias de la operación, en particular el cierre y apertura de las líneas en vacío, despeje de fallas con extremos desconectados del sistema, considerando que en estado estacionario las tensiones en las barras no deben ser inferiores al 90% ni superiores al 110% del valor nominal y que los elementos del sistema deben soportar las tensiones de recuperación y sus tasas de crecimiento.

De acuerdo con la Resolución CREG 098 de 2000 se considera como parámetro de diseño un límite máximo de tres (3) salidas por cada 100 km de línea / año ante descargas eléctricas atmosféricas, una (1) falla por cada 100 operaciones de maniobra de la línea y servicio continuo permanente ante sobre-tensiones a frecuencia industrial.

Para el caso de tramos de líneas aéreas-subterráneas en todos los sitios de transición deberán preverse los descargadores de sobretensión que protejan el cable ante la ocurrencia de sobretensiones por descargas atmosféricas, fallas, desconexiones o maniobras. El aislamiento de los cables deberá garantizar la operación de continua de la línea ante sobretensiones de frecuencia de 60 Hz.

4.4.2 Conductores de Fase

Las siguientes condiciones y/o límites estarán determinadas por las características propias de la ruta y el lugar donde el Proyecto operará, por lo tanto, será responsabilidad del Inversionista su verificación. El Interventor verificará e informará a la UPME si el diseño realizado por el Inversionista cumple con las normas técnicas aplicables y con los valores límites establecidos.

1
2 Las características de los conductores de fase deberán cumplir con las siguientes
3 exigencias técnicas:

- 4
- 5 • Capacidad normal de operación del circuito no inferior a 1000 Amperios a
6 temperatura ambiente máxima promedio.
 - 7
 - 8 • Máxima resistencia DC a 20°C por conductor de fase igual o inferior a 0,0630
9 ohmios/km.

10
11 En caso de conductores en haz o múltiples por fase, la resistencia DC a 20°C por conductor
12 de fase corresponderá a la resistencia en paralelo de los sub-conductores de cada fase y
13 la capacidad de corriente corresponderá a la capacidad en paralelo de los sub-conductores
14 de cada fase. Lo anterior utilizando las normas o cálculos aplicables y según las
15 características de la línea (p. eje, aérea o subterránea).

16
17 El Inversionista deberá garantizar los valores de capacidad de corriente y resistencia, tanto
18 en los tramos aéreos como en los subterráneos o subfluviales, según sea el caso.

19
20 En cualquier condición, la tensión longitudinal máxima en el conductor, no deberá exceder
21 el 50% de su correspondiente tensión de rotura.

22
23 El conductor seleccionado deberá cumplir con las exigencias de radio interferencia
24 establecidas en la normatividad aplicable. El Inversionista deberá verificar el cumplimiento
25 de estas exigencias.

26
27 Los valores máximos permitidos para Intensidad de Campo Eléctrico y Densidad de Flujo
28 Magnético son los indicados en el RETIE, donde el público o una persona en particular
29 pueden estar expuestos durante varias horas.

30
31 De presentarse características en el ambiente para las nuevas líneas, que tuvieren efecto
32 corrosivo, los conductores aéreos deberán ser de tipo AAC, ACAR o AAAC, con alambres
33 de aleación ASTM 6201-T81 y cumplir con los valores de capacidad de transporte mínima,
34 resistencia óhmica máxima y ruido audible especificados o establecidas en la normatividad
35 aplicable. Para líneas subterráneas el conductor podrá ser en cobre o aluminio con
36 aislamiento XLPE y con capacidad adecuada para resistir las corrientes de corto circuito
37 previsibles para las líneas durante el tiempo de operación de los interruptores. En caso de
38 que el Inversionista requiera cables de fibra óptica, estas podrán ser incorporadas al cable
39 o incluidas en la canalización. El Inversionista deberá informar a la Interventoría su decisión
40 sobre el tipo de conductor, sustentándola técnicamente.

41

1 Alternativamente, si el Inversionista lo estima conveniente, se considera aceptable el uso
2 de conductores aéreos no convencionales tales como los que pueden operar a
3 temperaturas superiores a los conductores convencionales, de flecha reducida, con alta
4 resistencia a la corrosión en los ambientes marinos y similares. Se pueden considerar
5 conductores para líneas aéreas como conductores conformados por materiales especiales
6 (reemplazo del aluminio por aleaciones termo-resistentes, cambio del acero del núcleo por
7 otros materiales que permitan flechas menores), combinación de materiales (combinación
8 de alambre de aluminio con fibras de carbono o materiales especiales) o cambio de formas
9 (de los alambres y/o del cable completo). Para que estos tipos de cables sean aceptables
10 deberán cumplir, no solo con los requisitos técnicos indicados en este numeral para los
11 conductores convencionales, sino también con las siguientes condiciones adicionales:
12

- 13 • El conductor de fases deberá cumplir con regulaciones internacionalmente aceptadas,
14 tales como normas ASTM, IEC o entidades de similar categoría.
- 15
- 16 • Los accesorios para conductor de fases (grapas de suspensión y retención, empalmes,
17 camisas de reparación y varillas de blindaje) deberán ser técnicamente apropiados para
18 este tipo de conductores.

19

20 **4.4.3 Cable(s) de Guarda**

21

22 El cumplimiento de las siguientes condiciones será responsabilidad del Inversionista y
23 aplican solo para cables de guarda de los circuitos que se instalarán en el desarrollo de la
24 presente Convocatoria Pública.
25

26 Se requiere que todos los tramos de línea tengan uno o dos cables de guarda
27 (convencionales u OPGW). En líneas nuevas, al menos uno de los cables de guarda deberá
28 ser OPGW. En nuevos tramos que reconfiguren líneas existentes, los cables de guarda a
29 instalar deberán características técnicas iguales o superiores al del cable o los cables de
30 guarda de la línea existente.
31

32 De presentarse características en el ambiente con efecto corrosivo, los cables de guarda
33 no deberán contener hilos en acero galvanizado y deberán ser del tipo Alumoclad o de otro
34 material resistente a la corrosión, que cumpla con las especificaciones técnicas y los
35 propósitos de un cable de guarda convencional u OPGW desde el punto de vista de su
36 comportamiento frente a descargas atmosféricas. El o los cables de guarda a instalar
37 deberán soportar el impacto directo de las descargas eléctricas atmosféricas que puedan
38 incidir sobre la línea, garantizando el criterio de comportamiento indicado en el diseño del
39 aislamiento. El incremento de temperatura del cable o cables de guarda a ser instalados
40 deberán soportar las corrientes de corto circuito monofásico de la línea que circulen por
41 ellos.

1
2 En cualquier condición, la tensión longitudinal máxima en el conductor o cable de guarda,
3 no deberá exceder el 50% de su correspondiente tensión de rotura.

4
5 El Interventor verificará para la UPME, que el diseño realizado por el Transmisor cumpla
6 con las normas técnicas aplicables.

7
8 En el evento de que el Inversionista decida usar alguna o todas las líneas objeto de la
9 presente Convocatoria Pública UPME, para la transmisión de comunicaciones por fibra
10 óptica, será de su responsabilidad seleccionar los parámetros y características técnicas del
11 cable de guarda o de los cables de fibra óptica asociados con cables enterrados o
12 subfluviales e informar de ellos al Interventor.

14 **4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas**

15
16 El sistema de puesta a tierra se diseñará de acuerdo con las condiciones específicas del
17 sitio de cada una de las estructuras, buscando ante todo preservar la seguridad de las
18 personas, considerando además el comportamiento del aislamiento ante descargas
19 atmosféricas. La selección del tipo de cimentación (zapata de concreto o parrilla metálica)
20 corresponde al Inversionista. Para ello deberá determinar los parámetros de pH y contenido
21 de sulfatos en cada sitio de torre y, con base en estos resultados, definir el tipo de
22 cimentación.

23
24 Con base en la resistividad del terreno y la componente de la corriente de corto circuito que
25 fluye a tierra a través de las estructuras, se deben calcular los valores de puesta a tierra tal
26 que se garanticen las tensiones de paso de acuerdo con la recomendación IEEE 80 y con
27 lo establecido en el RETIE en su última revisión. La medición de las tensiones de paso y
28 contacto para efectos de la comprobación antes de la puesta en servicio de la línea, deberán
29 hacerse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 15 del RETIE y específicamente con lo
30 establecido en el numeral 15.5.3., o el numeral aplicable si la norma ha sido objeto de
31 actualización.

32
33 El Transmisor debe determinar en su diseño, los materiales que utilizará en la ejecución de
34 las puestas a tierra de las estructuras de la línea teniendo en cuenta la vida útil, la frecuencia
35 de las inspecciones y mantenimientos, la posibilidad del robo de los elementos de cobre,
36 así como la corrosividad de los suelos del sitio de cada torre. No obstante, en cualquier
37 caso, deberá cumplirse con lo estipulado en el RETIE, en particular con el numeral 15.3
38 "MATERIALES DE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA" o el numeral aplicable si la
39 norma ha sido objeto de actualización.

40
41 Los conectores a utilizar deberán contar con certificado de producto donde debe ser claro
42 si son adecuados para enterramiento directo.

1
2 Para los cables asilados subterráneos se deberá instalar un sistema de puesta a tierra de
3 las pantallas metálicas que garanticen el adecuado funcionamiento de los cables y los
4 voltajes de paso en la superficie de los terrenos aledaños.

6 **4.4.5 Transposiciones de Línea**

7
8 El Inversionista deberá analizar la necesidad de implementar transposiciones de línea para
9 mantener los niveles de desbalance exigidos por la normatividad aplicable para ello,
10 considerando incluso la posibilidad de implementar ajustes o modificaciones sobre la
11 infraestructura actual o reubicaciones necesarias para el cumplimiento de tal propósito.

12
13 El Transmisor deberá calcular los desbalances en las fases y asegurar que cumplan con la
14 norma técnica aplicable para ello, *IEC 1000-3-6 o equivalente*, lo cual deberá soportar y
15 poner en consideración del Interventor. Así mismo, el Transmisor deberá hacerse cargo de
16 todos los costos asociados. En general, la implementación física de la solución hace parte
17 del presente Proyecto.

18
19 Las transposiciones se podrán localizar a un sexto (1/6), a tres sextos (3/6) y a cinco sextos
20 (5/6) de la longitud total de la línea correspondiente.

21
22 El Transmisor se obliga a realizar el estudio correspondiente **antes del inicio de**
23 **construcción de las obras** y, a más tardar en ese momento, ponerlo a consideración de
24 la Interventoría, terceros involucrados, el CND y si es del caso al con, con una anticipación
25 no inferior a 6 meses según el cronograma de la Propuesta. Este documento hará parte de
26 las memorias del proyecto.

27 **4.4.6 Estructuras**

28
29
30 El dimensionamiento eléctrico de las estructuras se debe realizar considerando la
31 combinación de las distancias mínimas que arrojen los estudios de sobretensiones debidas
32 a descargas atmosféricas, a las sobretensiones de maniobra y a las sobretensiones de
33 frecuencia industrial.

34
35 Las estructuras de apoyo para las líneas aéreas y las de transición aéreo-subterráneo (si
36 esta última opción se presenta) deberán ser auto-soportadas. En cualquier caso, las
37 estructuras no deberán requerir para su montaje el uso de grúas autopropulsadas ni de
38 helicópteros. El Inversionista podrá hacer uso de estos recursos para su montaje, pero, se
39 requiere que estas estructuras puedan ser montadas sin el concurso de este tipo de
40 recursos.

1 El cálculo de las curvas de utilización de cada tipo de estructura, la definición de las
2 hipótesis de carga a considerar y la evaluación de los árboles de cargas definitivos, para
3 cada una de las hipótesis de carga definidas, deberá hacerse considerando la metodología
4 establecida por el ASCE en la última revisión del documento "*Guidelines for Electrical*
5 *Transmission Line Structural Loading - Practice 74*". La definición del vano peso máximo y
6 del vano peso mínimo de cada tipo de estructura será establecida a partir de los resultados
7 del plantillado de la línea. El diseño estructural deberá adelantarse atendiendo lo
8 establecido por el ASCE en la última revisión de la norma ASCE STANDARD 10 "*Design of*
9 *Latticed Steel Transmission Structures*". En cualquier evento, ningún resultado de valor de
10 cargas evaluadas con esta metodología de diseño podrá dar resultados por debajo que los
11 que se obtienen según la metodología que establece la última revisión del RETIE. Si ello
12 resultara así, primarán estas últimas.

13

14 El grado de galvanización del acero de las estructuras deberá ser concordante con el nivel
15 de contaminación salina y con el efecto de la abrasión resultante de bancos de arena con
16 el viento presente en las zonas o áreas donde este efecto se presenta.

17

18 **4.4.7 Localización de Estructuras**

19

20 Para la localización de estructuras, deberán respetarse las distancias mínimas de seguridad
21 entre el conductor inferior de la línea y el terreno en zonas accesibles a peatones y las
22 distancias de seguridad mínimas a obstáculos tales como vías, oleoductos, líneas de
23 transmisión o de comunicaciones, ríos navegables, bosques, etc., medidas en metros. La
24 temperatura del conductor a considerar para estos efectos será la correspondiente a las
25 condiciones de máxima temperatura del conductor durante toda la vida útil del Proyecto,
26 estas condiciones deben ser definidas por el Inversionista.

27

28 **4.4.8 Sistema Antivibratorio, Amortiguadores y Espaciadores -** 29 **Amortiguadores**

30

31 El Interventor informará a la UPME los resultados del estudio del sistema de protección anti-
32 vibratoria del conductor de fase y del cable de guarda. Los amortiguadores y espaciadores
33 - amortiguadores (según el número de conductores por fase) deben ser adecuados para
34 amortiguar efectivamente la vibración eólica en un rango de frecuencias de 10 Hz a 100 Hz,
35 tal como lo establece el Código de Redes (Resolución CREG 025 de 1995 y sus
36 modificaciones). El Inversionista determinará los sitios de colocación, a lo largo de cada
37 vano, de los espaciadores - amortiguadores de tal manera que la amortiguación de las fases
38 sea efectiva. Copia del estudio de amortiguamiento será entregada al Interventor para su
39 conocimiento y análisis.

40

41 En los cables de guarda los amortiguadores serán del tipo "stockbridge" y su
42 posicionamiento medido desde la boca de la grapa y entre amortiguadores o espaciadores

1 – amortiguadores será el que determine el estudio de amortiguamiento que realice el
2 Inversionista, copia del cual deberá ser entregada al Interventor.

3 4 **4.4.9 Cimentaciones**

5
6 La selección del tipo de cimentación corresponde al Inversionista. Para ello deberá
7 determinar los parámetros de PH y contenido de sulfatos en cada sitio de torre y, con base
8 en estos resultados, definir el tipo de cimentación e informar por escrito a la Interventoría
9 su decisión.

10
11 Para los fines pertinentes, el Interventor revisará los resultados de las memorias de cálculo
12 de las cimentaciones propuestas de acuerdo con lo establecido en la Resolución CREG
13 098 de 2000, numeral 2.7, o en sus actualizaciones posteriores previas al inicio de las obras.
14 Los diseños de cimentaciones para las torres de una línea de transmisión deben hacerse
15 considerando los resultados de los estudios de suelos que mandatoriamente debe adelantar
16 el Inversionista en todos los sitios de torre, y las cargas a nivel de cimentación más críticas
17 que se calculen a partir de las cargas mostradas en los árboles de cargas de diseño de
18 cada tipo de estructura.

19 20 **4.4.10 Canalizaciones, cajas e instalación de cables para tramos de líneas** 21 **subterráneas o subfluviales**

22
23 De acuerdo con el numeral 22.12 del RETIE las canalizaciones para los tramos
24 subterráneos podrán realizarse mediante ductos, o enterramiento directo, sin embargo,
25 dadas las dificultades para realizar las excavaciones sin obstaculizar el uso normal de tales
26 vías, el Inversionista podrá considerar la posibilidad de utilizar el sistema de perforación
27 dirigida. En la escogencia e instalación del tipo de canalización, se deben evaluar las
28 condiciones particulares de la instalación y su ambiente y aplicar los elementos más
29 apropiados teniendo en cuenta los usos permitidos y las prohibiciones, así como contar con
30 los permisos de los propietarios o de las autoridades competentes según corresponda.
31 Los ductos se colocarán, con pendiente mínima del 0,1% hacia las cámaras de inspección,
32 y con una profundidad de enterramiento que cumpla con normas técnicas internacionales
33 o de reconocimiento internacional para este tipo de líneas.

34
35 Para cables de enterramiento directo, el fondo de la zanja será una superficie firme, lisa,
36 libre de discontinuidades y sin obstáculos. El cable se dispondrá con una barrera de
37 protección contra el deterioro mecánico. A una distancia entre 20 y 30 cm por encima del
38 cable deben instalarse cintas de identificación o señalización no degradables en un tiempo
39 menor a la vida útil del cable enterrado.

40
41 Todas las transiciones entre tipos de cables, las conexiones en los extremos o las
42 derivaciones, deben realizarse en cámaras o cajas de inspección cuya construcción y sus

1 sistemas de drenaje garanticen que ellas pueden mantenerse sin presencia de agua en su
2 interior. Las dimensiones internas útiles de las cajas o cámaras de paso, derivación,
3 conexión o salida deben ser adecuadas para la ejecución de empalmes, realizar las curvas
4 de los cables cumpliendo con el radio de curvatura mínimo recomendado por el fabricante
5 del cable y permitir el tendido en función de la sección de los conductores. Los cables deben
6 quedar debidamente identificados dentro de las cámaras de inspección.

7
8 Las tapas de las cajas, podrán ser prefabricadas, siempre que sean de materiales
9 resistentes a la corrosión, que resistan impacto y aplastamiento, dependiendo del ambiente
10 y el uso del suelo donde se instalen, lo cual debe demostrarse mediante el cumplimiento de
11 una norma técnica para ese tipo de producto, tal como la ANSI/STCE 77.

12 13 **4.4.11 Señalización Aérea**

14
15 El Inversionista deberá investigar con la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil
16 (Aerocivil), la Fuerza Aérea de Colombia, FAC, la Armada Nacional, u otros posibles
17 actores, la existencia de aeródromos o zonas de tránsito de aeronaves de cualquier índole
18 (particulares, militares, de fumigación aérea, etc) que hagan imperioso que la línea lleve
19 algún tipo de señales que impidan eventuales accidentes originados por la carencia de
20 ellos.

21
22 Se mencionan en su orden: la pintura de las estructuras según norma de Aerocivil; balizas
23 de señalización aérea ubicadas en el cable de guarda en vanos específicos y/o faros
24 centelleantes en torres en casos más severos.

25 26 **4.4.12 Desviadores de vuelo para aves**

27
28 Es responsabilidad del Inversionista identificar la necesidad de instalar desviadores de
29 vuelo para aves. La determinación de esta necesidad será responsabilidad del Inversionista
30 por intermedio de los funcionarios a cuyo cargo están los estudios ambientales. Serán de
31 su responsabilidad la determinación de la existencia de aves (migratorias o no) que puedan
32 resultar afectadas por la existencia de las líneas y, recomendar el uso de desviadores de
33 vuelo de aves, determinando los tramos de colocación de estos dispositivos y las distancias
34 a los que estos deben colocarse.

35 36 **4.4.13 Obras Complementarias**

37
38 El Interventor informará a la UPME acerca del cumplimiento de requisitos técnicos del
39 diseño y construcción de todas las obras civiles que garanticen la estabilidad de los sitios
40 de torre, protegiendo taludes, encauzando aguas, etc., tales como muros de contención,
41 tablestacados o trinchos, cunetas, filtros, obras de mitigación, control de efectos
42 ambientales y demás obras que se requieran.

1
2 **4.5 Informe Técnico**
3

4 De acuerdo con lo establecido en el numeral 3 de la Resolución CREG 098 de 2000 o como
5 se establezca en resoluciones posteriores a esta, el Interventor verificará que el Transmisor
6 suministre los siguientes documentos técnicos durante las durante las respectivas etapas
7 de construcción de las líneas de transmisión del Proyecto:
8

- 9 - Informes de diseño de acuerdo con el numeral 3.1 de la Resolución CREG 098 de
10 2000.
11
12 - Planos definitivos de acuerdo con el numeral 3.2 de la Resolución CREG 098 de
13 2000.
14
15 - Materiales utilizados para la construcción de las líneas del Proyecto de acuerdo
16 con el numeral 3.3 de la Resolución CREG 098 de 2000.
17
18 - Servidumbres de acuerdo con el numeral 3.4 de la Resolución CREG 098 de 2000.
19 - Informe mensual de avance de obras de acuerdo con el numeral 3.5.1 de la
20 Resolución CREG 098 de 2000.
21 - Informe final de obra de acuerdo con el numeral 3.5.2 de la Resolución CREG 098
22 de 2000.
23

24 **5. ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN**
25

26 **5.1 General**
27

28 La información específica, remitida por los propietarios de la infraestructura existente, como
29 costos de conexión, datos técnicos, planos, etc, serán suministrados por la UPME conforme
30 el Numeral 9 del presente Anexo 1.
31

32 A modo informativo, el Inversionista podrá consultar los Documentos del **“ANÁLISIS ÁREA**
33 **DE ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO NUEVA**
34 **SUBESTACIÓN LA PAZ 230 kV Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS, OBJETO**
35 **DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 08-2021 DEL PLAN DE EXPANSIÓN DE**
36 **REFERENCIA GENERACIÓN - TRANSMISIÓN 2016-2030, MODIFICADO POR LA**
37 **RESOLUCIÓN 40039 DE FEBRERO DE 2021”**, los cuales suministran información de
38 referencia. El objeto de estos documentos es identificar de manera preliminar las
39 posibilidades y condicionantes físicos, ambientales y sociales, constituyéndose en
40 documentos ilustrativos para los diferentes Interesados, sin pretender determinar o definir
41 rutas, por lo tanto es exclusivamente de carácter ilustrativo y no puede o no debe
42 considerarse como una asesoría en materia de inversiones, legal, fiscal o de cualquier otra

1 naturaleza por parte de la UPME o sus funcionarios, empleados, asesores, agentes y/o
 2 representantes. Es responsabilidad del Inversionista el asumir en su integridad los riesgos
 3 inherentes a la ejecución del Proyecto, para ello deberá validar la información, realizar sus
 4 propios estudios y consultas ante las Autoridades competentes, entre otras.

5
 6 La siguiente tabla presenta las características de las subestaciones que hacen parte del
 7 proyecto objeto de la presente Convocatoria Pública:
 8

ítem	Descripción	La Paz 230 kV	Alcaraván 230 kV	Banadía
1	Subestación nueva	Si	Si (objeto Convocatoria UPME 07-2021)	No
2	Configuración	Interruptor y medio	Interruptor y medio	Barra principal más transferencia
3	Tipo de subestación existente	Convencional o GIS o híbrida	GIS	Convencional
4	Agente Responsable de la Subestación	Adjudicatario Convocatoria Pública UPME 08-2021	Adjudicatario Convocatoria Pública UPME 07-2021	ITCO S.A. E.S.P.

9
 10 **5.1.1 Predio de las Subestaciones**

11
 12 **Nueva Subestación La Paz 230 kV**

13
 14 El predio de la subestación La Paz será el que adquiera el Inversionista Adjudicatario al
 15 inicio de su ejecución, la cual estará ubicada en jurisdicción del municipio de Arauca en el
 16 departamento de Arauca, considerando y garantizando las facilidades para los accesos de
 17 las líneas de transmisión y el acceso de equipos, para el STN y STR dentro de un radio no
 18 mayor a 1 km de la subestación Caño Limón la cual tiene las siguientes coordenadas
 19 aproximadas:

- 20
 21 • Latitud: 6°57'31.76471"N
 22 • Longitud: 71°05'26.511" O

23
 24 El predio seleccionado debe ser tal que no esté limitado para el crecimiento de la
 25 subestación mediante futuras ampliaciones.
 26

1 El Inversionista deberá proveer el espacio físico necesario para la construcción de las obras
2 objeto de la presente Convocatoria Pública y los espacios de reserva definidos en el
3 numeral 5.1.2 de este Anexo 1.

4
5 El Inversionista es el responsable de realizar investigaciones detalladas y consultas a las
6 Autoridades relacionadas con los asuntos ambientales, con los diferentes Planes de
7 Ordenamiento Territorial que se puedan ver afectados, con las restricciones para la
8 aeronavegación en el área de influencia del Proyecto y, en general, con todo tipo de
9 restricciones y reglamentaciones existentes. Se deberá tener en cuenta que pueden existir
10 exigencias y/o restricciones de orden nacional, regional o local. En este sentido, deberán
11 tramitar los permisos y licencias a que hubiere lugar.

12
13 En el predio usado para el desarrollo de las obras, el inversionista deberá analizar todos los
14 posibles riesgos físicos y tenerlos en cuenta y en cualquier caso, deberán considerar los
15 posibles riesgos de inundación, condición que deberá ser investigada en detalle por el
16 inversionista.

17
18 El Inversionista debe elaborar un documento soporte de la selección del predio, el cual
19 deberá ser puesto a disposición del Interventor y de la UPME y hará parte de las memorias
20 del proyecto.

21 22 **Subestación Alcaraván 230 kV**

23
24 La subestación Alcaraván 230 kV, estará ubicada en el lote que determine el Inversionista
25 adjudicatario seleccionado mediante la Convocatoria Pública UPME 07-2021.

26
27
28 El Inversionista es el responsable de realizar investigaciones detalladas y consultas a las
29 Autoridades relacionadas con los asuntos ambientales, con los diferentes Planes de
30 Ordenamiento Territorial que se puedan ver afectados, con las restricciones para la
31 aeronavegación en el área de influencia del Proyecto y, en general, con todo tipo de
32 restricciones y reglamentaciones existentes. Se deberá tener en cuenta que pueden existir
33 exigencias y/o restricciones de orden nacional, regional o local. En este sentido, deberán
34 tramitar los permisos y licencias a que hubiere lugar.

35
36 En el predio usado para el desarrollo de las obras, el Inversionista deberá analizar todos
37 los posibles riesgos físicos y tenerlos en cuenta y en cualquier caso, se deberán considerar
38 los riesgos de inundación, condición que deberá ser investigada en detalle por el
39 Inversionista.

40 41 **Subestación Banadía 230 kV**

1 Las obras objeto de la presente Convocatoria Pública se ubicarán en predios de la actual
2 subestación Banadía a 230 kV. La existente subestación Banadía 230 kV se encuentra
3 localizada en la vereda Banadía, zona rural del departamento de Saravena, Departamento
4 de Arauca, en las siguientes coordenadas aproximadas (información que deberá verificar
5 el Interesado):
6

7 Latitud: 6°56'15.86" N.

8 Longitud: 71°48'44.55" O.
9

10 El Inversionista deberá proveer el espacio físico necesario para la construcción de las obras
11 objeto de la presente Convocatoria.
12

13 El Inversionista es el responsable de realizar investigaciones detalladas y consultas a las
14 Autoridades relacionadas con los asuntos ambientales, con los diferentes Planes de
15 Ordenamiento Territorial que se puedan ver afectados, con las restricciones para la
16 aeronavegación en el área de influencia del Proyecto y, en general, con todo tipo de
17 estrictciones y reglamentaciones existentes. Se deberá tener en cuenta que pueden existir
18 exigencias y/o restricciones de orden nacional, regional o local. En este sentido, deberán
19 tramitar los permisos y licencias a que hubiere lugar.
20

21 En el predio usado para el desarrollo de las obras, el Inversionista deberá analizar todos
22 los posibles riesgos físicos y tenerlos en cuenta y, en cualquier caso, se deberán considerar
23 los riesgos de inundación, condición que deberá ser investigada en detalle por el
24 Inversionista.
25

26 **5.1.2 Espacios de Reserva**

27

28 Los espacios de reserva futuros del STN y STR son objeto de la presente Convocatoria
29 Pública UPME y por tanto deben ser adecuados y dotados con las obras y equipos
30 constitutivos del módulo común, como se describe en el numeral 5.1.5 del presente Anexo
31 1; sin embargo, los equipos eléctricos no son parte de la presente Convocatoria. Los
32 anteriores espacios de reserva podrán ser dispuestos para otros niveles de tensión según
33 necesidades del SIN y previa definición por parte de la UPME, lo cual no alterará lo exigido
34 como espacio en el presente numeral.
35

36 **Espacios de reserva a cargo del Inversionista incluidos en el alcance y costos de la**
37 **presente convocatoria pública:**
38

39
40 **A nivel del STN (para activos de uso):**
41

- 1 • En la subestación La Paz 230 kV se deberán incluir espacios de reserva para la
2 futura instalación de:
3
4 ○ Una bahía de transformación a 230 kV.
5 ○ Tres (3) bahías que podrán ser utilizadas para la conexión de bahías de línea a
6 230 kV .
7

8 **A nivel del STR**, se deberán incluir espacios de reserva para la futura instalación de:

- 9
10 ○ Una nueva subestación La Paz 115 kV en tecnología convencional (aislada en
11 aire), en configuración doble barra más transferencia, con sus respectivos
12 equipos y/o elementos de patio, vías y casa de control, etc., para:
13
14 ○ Dos (2) bahías de transformación a 115 kV.
15 ○ Dos (2) bancos de transformación a 230/115/ kV – 50 MVA cada uno.
16 ○ Una (1) unidad de reserva (1X50 MVA).
17 ○ Tres (3) bahías de línea a 115 kV.
18 ○ Una (1) bahía de acople de barras.
19
20

21 **Otros espacios de reserva:**

22 Los siguientes espacios de reserva deberán ser considerados por el Inversionista de la
23 presente convocatoria pública para su uso por parte del SDL, no obstante, no serán parte
24 del alcance y costos de la presente convocatoria pública. Su dimensionamiento deberá ser
25 coordinado con el Operador de Red y su costo estará a cargo del Operador de Red:
26

- 27 • La futura instalación de dos (2) bahías de transformación a 115 kV en la subestación
28 La Paz.
29 • La futura instalación de dos (2) Transformadores de potencia 115/34,5 kV.
30 • Espacio para celdas a 34,5 kV.
31 • Espacio para facilidades necesarias que permitan el uso de los espacios
32 (mencionados en los anteriores puntos) e instalación de los correspondientes
33 equipos, como por ejemplo cárcamos, fosos colectores de aceites, zonas de
34 circulación y cargue/descargue, muros cortafuego, tableros de control y
35 protecciones, casa de control, etc, sin limitarse a estos.
36

37 El Inversionista deberá dejar adecuado el terreno para la fácil instalación de los equipos en
38 los espacios de reserva objeto de la presente Convocatoria Pública, deberá dejar explanado
39 y/o nivelado el terreno de los espacios de reserva y deberá realizar las obras civiles básicas
40 necesarias para evitar que dicho terreno se deteriore. Adicionalmente, tanto los espacios

1 de reserva como las obras básicas asociadas, deberán estar incluidas dentro del
2 mantenimiento que el Inversionista realice a la Subestación, hasta tanto sean ocupados.
3 El Transmisor preparará un documento en el cual se indiquen las características de los
4 espacios de reserva establecidos en el presente Anexo 1 y planos con la disposición
5 propuesta de la ubicación, canalizaciones, distribución de los equipos en los espacios de
6 reserva, planos electromecánicos y de obras civiles, y en general toda la ingeniería básica
7 asociada. Esto deberá ser entregado al Interventor quien verificará el cumplimiento de las
8 exigencias para los espacios de reserva y su correcto dimensionamiento.
9

10 Se debe garantizar que los espacios de reserva (no utilizados por el presente Proyecto) en
11 las Subestaciones del STN y/o del STR no se verán afectados o limitados para su
12 utilización, por infraestructura (equipos, línea, edificaciones, etc.) desarrollada en el marco
13 de la presente Convocatoria Pública.
14

15 Se aclara que los equipos a instalarse en los espacios de reserva no son parte del proyecto
16 objeto de la presente Convocatoria Pública. Sin embargo, para las bahías objeto de la
17 presente Convocatoria Pública que queden en diámetros incompletos y puedan utilizarse
18 para ampliaciones futuras, también estará a cargo de la presente Convocatoria el enlace
19 con el otro barraje, de tal manera que dicho enlace pueda ser removido fácilmente en caso
20 de instalación de nuevos equipos.
21

22 Espacios de reserva adicionales a los listados en el presente numeral, podrán ser provistos
23 por el Adjudicatario según su decisión o acuerdos con terceros interesados (Operadores de
24 Red o generadores o grandes consumidores, etc). No obstante, **estos espacios de reserva
25 adicionales no son objeto de la presente Convocatoria**, por ello sus costos no podrán
26 ser incluidos en la Propuesta Económica y las condiciones de entrega no son las
27 enmarcadas en el presente Anexo. El nivel de adecuación de los terrenos, la definición de
28 las áreas, sus costos, entre otros aspectos, deberán ser acordados con el tercero en el
29 respectivo Contrato de Conexión, si hay lugar a ello.
30

31 **5.1.3 Conexiones con Equipos Existentes**

32

33 El Inversionista seleccionado deberá proveer los equipos necesarios para hacer
34 completamente compatibles los equipos en funcionalidad y en aspectos de
35 comunicaciones, control y protección, con la infraestructura existente que pueda verse
36 afectada por el desarrollo del Proyecto.
37

38 Cuando el Inversionista considere la necesidad de hacer modificaciones a la infraestructura
39 existente, deberá acordar estas modificaciones en el contrato de conexión con el
40 responsable y propietario de los activos relacionados y si es del caso, ponerlo en
41 consideración del Interventor. Estas obras estarán a cargo del Transmisor.
42

1 **5.1.4 Servicios Auxiliares**

2
3 El Inversionista deberá proveer los servicios auxiliares en AC y DC suficientes para la
4 topología de la Subestación, incluyendo las reservas para el STN. Se deberá dar
5 cumplimiento con lo señalado en el numeral 3.1 del presente Anexo 1.

6
7 **5.1.5 Infraestructura y Módulo Común**

8
9 El Inversionista seleccionado deberá realizar la implementación y mantenimiento de todas
10 las obras y equipos constitutivos del módulo común como se describe a continuación:

11
12 El Inversionista debe prever el espacio necesario para edificios, equipos y obras del
13 desarrollo inicial del proyecto y los espacios de reserva para futuros desarrollos, objeto de
14 la presente Convocatoria Pública, junto con los espacios de acceso, vías internas,
15 cerramientos, iluminación interior y exterior, etc, según se requiera, considerando la
16 disponibilidad de espacio en los predios actuales y/o nuevos, y las eventuales restricciones
17 o condicionantes que establezca el ordenamiento territorial en el área, igualmente estarán
18 a cargo del Inversionista, las vías de acceso a predios de las Subestaciones y/o
19 adecuaciones que sean necesarias en las subestaciones existentes para el desarrollo de
20 las obras objeto de la presente Convocatoria Pública.

21
22 El Inversionista deberá suministrar todos los elementos necesarios para la infraestructura y
23 módulo en la subestación y/o adecuaciones que sean necesarias, es decir las obras civiles
24 y los equipos que sirven a la subestación y que son utilizados por todas las bahías de la
25 subestación, son objeto de la presente Convocatoria Pública. La infraestructura y módulo
26 común de la nueva Subestación, estarán conformados como mínimo por los siguientes
27 componentes:

- 28
29 • **Infraestructura civil:** En el caso de las obras a cargo del Inversionista y para los
30 espacios de reserva, está compuesta por: las vías de acceso a la subestación, las
31 vías internas de acceso a los patios de conexiones y la adecuación del terreno para
32 los espacios de reserva, alcantarillado, barreras de protección y de acceso al predio,
33 todos los cerramientos de seguridad del predio, filtros y drenajes, pozos sépticos y
34 de agua y/o conexión al acueducto/alcantarillado vecinos, si existen, alumbrado
35 interior y exterior y cárcamos comunes, y en general, todas aquellas obras civiles
36 utilizadas de manera común en la subestación. En el caso particular de las obras a
37 cargo del Inversionista, es su responsabilidad el proveer todo lo necesario para su
38 construcción, protección física, malla de puesta a tierra, etc, y deberá considerar
39 espacio suficiente en los cárcamos y demás elementos construidos en la presente
40 Convocatoria y que servirán de manera común a los espacios de reserva, según la
41 propuesta que realice el Inversionista de conformidad con el numeral 5.1.2. Para los
42 espacios de reserva se aclara que no deberán ser provistos de malla de puesta a

1 tierra en la presente Convocatoria, pero si se deberán proveer los puntos de
2 conexión para la ampliación de la malla de puesta a tierra para las futuras
3 instalaciones.

- 4
- 5 • **Equipos:** Todos los equipos necesarios para las obras descritas en el Numeral 2
6 del presente Anexo 1. Se incluyen, entre otros, los sistemas de automatización, de
7 gestión de medición, de protecciones, control y el sistema de comunicaciones propio
8 de cada subestación, los materiales de la malla de puesta a tierra y el
9 apantallamiento, los equipos para los servicios auxiliares AC y DC, los equipos de
10 conexión, todo el cableado necesario y las obras civiles asociadas. Se incluyen
11 todos los equipos necesarios para integrar las nuevas bahías con las subestaciones
12 existentes, en conexiones de potencia, control, medida, protecciones y servicios
13 auxiliares. Se aclara que para los espacios de reserva no deberá suministrarse
14 ningún elemento particular, sin embargo, los equipos instalados por la presente
15 Convocatoria si deberá considerar capacidad o espacio (físico, servicios auxiliares,
16 protecciones, control, etc) suficiente para recibir la conexión de todos los elementos
17 que a futuro ocuparán los espacios de reserva. Se aclara que particularmente la
18 protección diferencial de barras si deberá tener espacio suficiente para la conexión
19 de todas las bahías actuales y futuras, señaladas en el presente Anexo 1.

20

21 La Interventoría analizará todas las provisiones que faciliten la evolución de las obras
22 descritas en el Numeral 2 del presente Anexo 1, e informará a la UPME el resultado de su
23 análisis.

24

25 La medición para efectos comerciales, se sujetará a lo establecido en la regulación
26 pertinente, en particular el Código de Medida (Resolución CREG 038 de 2014 o aquella que
27 la modifique o sustituya).

28

29 El dimensionamiento de la infraestructura incluido edificios, pórticos, vías, etc., deberá
30 considerar las reservas objeto de la presente Convocatoria pública.

31

32 Nota 1: El Adjudicatario deberá prever y dejar disponible al Inversionista del STR, todas las
33 facilidades para que pueda dar cumplimiento a sus responsabilidades, en lo referente a
34 conexiones de potencia, protecciones, control, comunicaciones y medidas, sin limitarse a
35 éstas.

36

37 Nota 2: El Inversionista deberá realizar la adecuación y mantenimiento de los espacios de
38 reserva para futuras ampliaciones de la subestación indicados en este Anexo, en relación
39 a la explanación y adecuación de la plataforma, el suministro del material de grava, vías
40 perimetrales y de un adecuado sistema de filtros y drenajes que evite posibles inundaciones
41 de las áreas de reserva. Estas labores de adecuación y mantenimiento de las reservas
42 futuras estarán a cargo del Inversionista desde la puesta en servicio del proyecto hasta el

1 momento de inicio de las obras de ampliación en las áreas de reserva. La construcción de
2 la malla de tierra en los espacios de reserva para desarrollos futuros no hace parte del
3 alcance del Inversionista dentro de esta Convocatoria Pública, pero si se deberán proveer
4 los puntos de conexión para la ampliación de la malla existente para las ampliaciones
5 futuras.

7 **5.2 Normas para Fabricación de los Equipos**

9 El Inversionista deberá suministrar equipos en conformidad con la última edición de las
10 Normas *International Electrotechnical Commission – IEC, International Organization for*
11 *Standardization – ISO, ANSI – American National Standards Institute, International*
12 *Telecomunicaciones Union - ITU-T, Comité Internacional Spécial des Perturbations*
13 *Radioélectriques – CISPR*. El uso de normas diferentes deberá ser sometido a
14 consideración del Interventor quien conceptuará sobre su validez en aspectos
15 eminentemente técnicos y de calidad.

17 **5.3 Condiciones Sísmicas de los equipos**

19 Los suministros deberán tener un nivel de desempeño sísmico apto de acuerdo con la
20 publicación IEEE-693 (2018): “*Recommended Practice for Seismic Design of Substations*”,
21 o las publicaciones de las partes de requisitos sísmicos de la familia de estándares IEC
22 62271: “*High-voltage switchgear and controlgear*”, en versiones más recientes. El
23 Inversionista seleccionado deberá entregar copias al Interventor de las memorias de cálculo
24 en donde se demuestre que los suministros son aptos para soportar las condiciones
25 sísmicas del sitio de instalación. Si aplica para los suministros, el Inversionista seleccionado
26 deberá entregar copias al Interventor del certificado de la prueba tipo para el mismo modelo
27 y nivel de tensión, según la publicación IEC 60068-3-3: “*Environmental testing - Part 3-3:*
28 *Supporting documentation and guidance - Seismic test methods for equipment*”.

30 **5.4 Procedimiento General del Diseño**

32 Este procedimiento seguirá la siguiente secuencia:

- 34 a) Inicialmente, el Transmisor preparará las Especificaciones Técnicas del Proyecto, que
35 gobernarán el desarrollo total del Proyecto.

37 En dicho documento se consignará toda la normatividad técnica, y las especificaciones
38 para llevar a cabo la programación y control del desarrollo de los trabajos;
39 especificaciones y procedimientos para adelantar el Control de Calidad en todas las
40 fases del Proyecto; las definiciones a nivel de Ingeniería Básica tales como: resultados
41 de estudios del sistema eléctrico asociado con el Proyecto; parámetros básicos de
42 diseño (corrientes nominales, niveles de aislamiento, capacidades de cortocircuito,

1 tiempos de despeje de falla, entre otros); hojas de datos de los equipos; diagramas
2 unifilares generales; especificaciones técnicas detalladas de los equipos y materiales;
3 filosofía de control, medida y protección; previsiones para facilitar la evolución de la
4 Subestación; especificaciones de Ingeniería de Detalle; procedimientos y
5 especificaciones de pruebas en fábrica; procedimientos de transporte, almacenamiento
6 y manejo de equipos y materiales; los procedimientos de construcción y montaje; los
7 procedimientos y programaciones horarias durante los cortes de servicio de las
8 instalaciones existentes que guardan relación con los trabajos del Proyecto; los
9 procedimientos de intervención sobre equipos existentes; los procedimientos y
10 especificación de pruebas en campo, los procedimientos para efectuar las pruebas
11 funcionales de conjunto; los procedimientos para desarrollar las pruebas de puesta en
12 servicio, los procedimientos de puesta en servicio del Proyecto y los procedimientos de
13 operación y mantenimiento.

14
15 Las Especificaciones Técnicas podrán desarrollarse, en forma parcial y continuada, de
16 tal forma que se vayan definiendo paso a paso todos los aspectos del Proyecto, para
17 lograr en forma acumulativa el Código Final que vaya rigiendo el Proyecto.

18 Todas las actividades de diseño, suministro, construcción, montaje y pruebas deben
19 estar incluidas en las especificaciones técnicas del Proyecto. El Interventor presentará
20 un informe a la UPME en el que se detalle y se confirma la inclusión de todas y cada
21 una de las actividades mencionadas. No podrá adelantarse ninguna actividad sin que
22 antes haya sido incluida la correspondiente característica o Especificación en las
23 Especificaciones Técnicas del Proyecto.

- 24
- 25 **b)** Las Especificaciones Técnicas del Proyecto serán revisadas por el Interventor, quien
26 hará los comentarios necesarios, recomendando a la UPME solicitar todas las
27 aclaraciones y justificaciones por parte del Transmisor. Para lo anterior se efectuarán
28 reuniones conjuntas entre el Transmisor y el Interventor con el fin de lograr los acuerdos
29 modificatorios que deberán plasmarse en comunicaciones escritas.
 - 30
 - 31 **c)** Con base en los comentarios hechos por el Interventor y acordados con el Transmisor,
32 este último emitirá la nueva versión de las Especificaciones Técnicas del Proyecto.
 - 33
 - 34 **d)** Se efectuarán las revisiones necesarias hasta llegar al compendio final, que será el
35 documento de cumplimiento obligatorio.
 - 36

37 En esta especificación, se consignará la lista de documentos previstos para el Proyecto
38 representados en especificaciones, catálogos, planos, memorias de cálculos y reportes de
39 pruebas.

40
41 Los documentos serán clasificados como: documentos de Ingeniería Básica; documentos
42 de Ingeniería de Detalle; memorias de cálculos a nivel de Ingeniería Básica y de Detalle;

1 documentos de seguimiento de los suministros; y documentos que especifiquen la pruebas
2 en fábrica y en campo; los procedimientos de montaje y puesta en servicio y la operación y
3 mantenimiento.

4
5 La lista y clasificación de la documentación debe ser preparada por el Transmisor y
6 entregada a la Interventoría para revisión.

7 8 **5.4.1 Los documentos de Ingeniería Básica**

9
10 Son aquellos que definen los parámetros básicos del Proyecto; dan a conocer el
11 dimensionamiento del mismo; definen los criterios básicos de diseño; determinan las
12 características para la adquisición de equipos; especifican la filosofía de comunicaciones,
13 control, medición y protección; establecen la implantación física de las obras; especifican
14 las provisiones para el desarrollo futuro del Proyecto; establecen las reglas para efectuar la
15 Ingeniería de Detalle e incluye las memorias de cálculos que soportan las decisiones de
16 Ingeniería Básica.

17
18 Todos los documentos de Ingeniería Básica (y toda la información necesaria, aunque ella
19 no esté explícitamente citada en estas especificaciones, acorde con lo establecido en las
20 Normas Nacionales e Internacionales, aplicables al diseño y montaje de este tipo de
21 instalaciones) serán entregados por el Transmisor al Interventor para su revisión,
22 verificación del cumplimiento de condiciones y para conocimiento de la UPME. Sobre cada
23 uno de estos documentos, la Interventoría podrá solicitar aclaraciones o justificaciones que
24 estime conveniente, haciendo los comentarios respectivos al Transmisor y a la UPME la
25 respectiva recomendación si es del caso.

26
27 La siguiente es la lista de documentos y planos mínimos de la ingeniería básica:

28 29 **5.4.1.1 Memorias de cálculo electromecánicas**

- 30
31
- 32 • Criterios básicos de diseño electromecánico
 - 33 • Memoria de medida de resistividad del terreno
 - 34 • Memoria de dimensionamiento de cárcamos, ductos y bandejas porta-cables
 - 35 • Memoria de dimensionamiento de los servicios auxiliares AC.
 - 36 • Memoria de dimensionamiento de los servicios auxiliares DC.
 - 37 • Memoria de cálculo de distancias mínimas y de seguridad.
 - 38 • Memoria de dimensionamiento de transformadores de tensión y corriente
 - 39 • Coordinación de aislamiento y estudio de sobretensiones
 - 40 • Memoria de cálculo del sistema de puesta a tierra
 - 41 • Memoria de cálculo sistema de apantallamiento
 - Memoria de cálculo de aisladores de alta y media tensión

- 1 • Memoria de cálculo selección de conductores aéreos y barrajes.
- 2 • Memoria de cálculo selección de cables aislados de media tensión (si aplica).
- 3 • Memoria de cálculo del sistema de iluminación exterior e interior.
- 4 • Análisis de identificación de riesgos.

5

6 **5.4.1.2 Especificaciones equipos**

7

- 8 • Especificación técnica equipos de patio.
- 9 • Especificación técnica sistema de puesta a tierra.
- 10 • Especificación técnica sistema de apantallamiento.
- 11 • Especificación técnica dispositivos de protección contra sobretensiones.
- 12 • Especificación técnica gabinetes de control y protección.
- 13 • Especificación técnica equipos de medida, control, protección y comunicaciones (bahías de línea y de transformadores).
- 14 • Especificación técnica de cables desnudos, para barrajes e interconexión de
- 15 equipos.
- 16 • Especificación funcional del sistema de control.
- 17 • Lista de señales para sistema de control, de los equipos de la subestación.
- 18 • Especificación técnica de los servicios auxiliares ac / dc.
- 19 • Especificación técnica del sistema de alumbrado interior y exterior.
- 20 • Especificaciones técnicas para montaje electromecánico, pruebas individuales de
- 21 equipos, pruebas funcionales y de puesta en servicio.

22

23

24

24 **5.4.1.3 Características técnicas de los equipos**

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

- Características técnicas, equipos.
 - Interruptores
 - Seccionadores.
 - Transformadores de corriente.
 - Transformadores de tensión.
 - Descargadores de sobretensión.
 - Aisladores y cadenas de aisladores.
 - Trampas de onda (si aplica)
- Dimensiones de equipos.
- Características técnicas, cables de fuerza y control.
- Características técnicas, dispositivo de protección contra sobretensiones
- Características técnicas, sistema de automatización y control.
- Características técnicas, sistema de comunicaciones.
- Características de equipos y materiales del sistema de servicios auxiliares AC/DC.

- 1 • Características técnicas, cables desnudos para interconexión de equipos y
2 barrajes.
3

4 **5.4.1.4 Planos electromecánicos** 5

- 6 • Diagrama unifilar de la subestación
7 • Diagrama unifilar con características de equipos
8 • Diagrama unifilar de control y protecciones.
9 • Diagrama unifilar de medidas.
10 • Diagrama unifilar servicios auxiliares AC/DC.
11 • Arquitectura sistema de control de la subestación.
12 • Planimetría del sistema de apantallamiento
13 • Planimetría del sistema de puesta a tierra.
14 • Planos de disposición física de equipos en 230 kV y 115 kV (planta y secciones).
15 • Planos de disposición de gabinetes y equipos en sala de control.
16 • Planos ubicación de equipos en sala de control.
17 • Elevación general de edificaciones y equipos.
18 • Planimetría del sistema de iluminación interior y exterior.
19 • Planos de detalles de montaje y de ruta de bandejas porta-cables, cárcamos y
20 tuberías.
21 • Planimetría de aisladores y cadenas de aisladores.
22 • Plano de disposición física de conectores
23 • Planimetría general de nomenclatura operativa.
24

25 **5.4.1.5 Planos de obras civiles** 26

- 27 • Plano localización de la subestación.
28 • Plano disposición de cimentaciones de equipos.
29 • Plano cimentación de equipos y pórticos.
30 • Plano de drenajes de la subestación.
31 • Plano de cárcamos y ductos para cables en patio.
32 • Plano de cárcamos y ductos para cables en sala de control.
33 • Planos casa de control.
34 • Plano disposición de bases para equipos en sala de control.
35 • Plano cerramiento de la subestación.
36 • Plano obras de adecuación.
37

38 **5.4.1.6 Estudios y trabajos de campo** 39

- 40 • Levantamiento topográfico del lote seleccionado.

- 1 • Estudio de suelos mediante apique o sondeos en el área del lote seleccionado.
- 2 • Identificación de los accesos y presentación de recomendaciones para el
- 3 transporte de equipos y materiales.
- 4 • Presentar informes de progreso y programas de trabajos mensuales.
- 5 • Análisis diseños típicos y definición parámetros.
- 6 • Análisis de resultados de suelos y diseños obras civiles.
- 7 • Elaboración informe de diseños y memorias de cálculo.

8

9 **5.4.2 Los documentos de la Ingeniería de Detalle**

10

11 Son los necesarios para efectuar la construcción y el montaje del Proyecto; permiten definir

12 y especificar cantidades y características de material a granel o accesorio e incluye todas

13 las memorias de cálculos que soporten las decisiones en esta fase de ingeniería. Se

14 fundamentará en las especificaciones de Ingeniería de Detalle que se emitan en la fase de

15 Ingeniería Básica.

16

17 Todos los documentos de Ingeniería de Detalle serán entregados por el Inversionista

18 seleccionado al Interventor para su revisión, verificación del cumplimiento de condiciones y

19 para conocimiento de la UPME. Sobre cada uno de estos documentos, la Interventoría

20 podrá solicitar aclaraciones o justificaciones que estime conveniente, haciendo los

21 comentarios respectivos al Inversionista seleccionado y a la UPME si es del caso.

22

23 Los documentos que sirven para hacer el seguimiento a los suministros, serán aquellos que

24 preparen y entreguen los proveedores y fabricantes de los equipos y materiales. Estos

25 documentos serán objeto de revisión por parte de la Interventoría quien formulará los

26 comentarios y pedirá aclaraciones necesarias al Inversionista seleccionado.

27

28 Los documentos que especifiquen y muestren los resultados de las pruebas en fábrica y en

29 campo, la puesta en servicio, la operación del Proyecto y el mantenimiento, serán objeto de

30 revisión por parte de la Interventoría, quien hará los comentarios al Inversionista

31 seleccionado y a la UPME si es del caso.

32

33 Con base en los comentarios, observaciones o conceptos realizados por la Interventoría, la

34 UPME podrá trasladar consultas al Inversionista seleccionado.

35

36 La siguiente es la lista de documentos y planos mínimos de la Ingeniería de Detalle:

37

38 **5.4.2.1 Cálculos detallados de obras civiles**

- 39
- 40 • Criterios básicos de diseño de obras civiles.
- 41 • Dimensiones y pesos de equipos.

- 1 • Memorias de cálculo estructural para las cimentaciones de equipos de patio.
- 2 • Memorias de cálculo estructural para cimentación del edificio de control y de la
- 3 caseta de relés.
- 4 • Memoria de cálculo muro de cerramiento
- 5 • Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras soporte de equipos.
- 6 • Memorias de cálculo estructural para canaletas de cables eléctricos exteriores y
- 7 cárcamos interiores en edificio de control y casetas de relés.
- 8 • Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras de pórticos de líneas y
- 9 barrajes.
- 10 • Memorias de cálculo para vías, parqueos y zonas de maniobra en pavimento
- 11 rígido.
- 12 • Memoria de cálculo estructural para canaletas de cables exteriores e interiores en
- 13 casa de control.
- 14 • Memoria de cálculo para el sistema de drenaje de aguas lluvias.
- 15 • Memoria de cálculo sistema de acueducto.

17 **5.4.2.2 Planos de obras civiles**

- 19 • Planos para construcción de bases para equipos
- 20 • Planos estructurales con árboles de carga para construcción de estructuras
- 21 soporte para equipos y pórticos.
- 22 • Planos para construcción de cimentaciones para equipos.
- 23 • Planos para construcción de cárcamos de cables, ductos y cajas de tiro.
- 24 • Planos para construcción de acabados exteriores
- 25 • Planos para construcción del sistema de drenajes y aguas residuales
- 26 • Planos estructurales para construcción de caseta de control, ubicación bases de
- 27 tableros, equipos y canales interiores.
- 28 • Planos arquitectónicos y de acabados para la caseta de control.
- 29 • Planos para construcción de vías

31 **5.4.2.3 Diseño detallado electromecánico**

32 El Inversionista será responsable de la ejecución y elaboración del diseño eléctrico y
33 mecánico detallado necesario y por tanto deberá presentar para la revisión y
34 verificación de la Interventoría: memorias de cálculo, planos electromecánicos finales
35 para construcción, diagramas de cableado, diagramas esquemáticos de control,
36 protecciones y medidas, lista detalladas de materiales y toda la información necesaria
37 aunque ella no esté explícitamente citada en estas especificaciones y en un todo de
38 acuerdo con lo establecido en las Normas Nacionales e Internacionales, aplicables al
39 diseño y montaje de éste tipo de instalaciones.
40

- 1
2 El Inversionista deberá entregar a la Interventoría para su revisión y verificación la
3 información y planos según el Programa de Entrega de Documentación Técnica
4 aprobado, el cual deberá contener como mínimo la siguiente documentación:
5
6 **a. Sistema de puesta a tierra:**
7 • Planos de malla de puesta a tierra planta y detalles de conexiones a equipos y
8 estructuras.
9 • Lista de materiales referenciados sobre planos.
10 • Plano de detalles de conexión de equipos y tableros a la malla de tierra.
11 • Memorias de cálculo de diseño de la malla de puesta a tierra.
12 • Procedimiento para la medida de la resistencia de puesta a tierra, según el RETIE.
13 • Procedimiento para la medida de las tensiones de paso y contacto, según el
14 RETIE.
15
16 **b. Equipos principales:**
17 • Equipos de Patio: Disposición general de la planta y cortes del patio de
18 conexiones, incluyendo las distancias entre los centros (ejes) de los equipos.
19 • Peso de cada uno de los equipos y localización del centro de masa con relación al
20 nivel rasante del patio.
21 • Características geométricas de equipos y peso de los soportes de equipos,
22 sistemas de anclaje.
23 • Diseño de las cimentaciones de los equipos de patio.
24 • Dimensiones requeridas para canales de cables de potencia y cables de control.
25 Diseño civil de los canales de cables.
26 • Diseño geométrico y sistemas de fijación de las bandejas portacables y de ductos
27 para cables entre los equipos y las bandejas.
28 • Localización, geometría y sistemas de anclaje de los gabinetes de conexión.
29
30 **c. Equipos de patio:**
31 • Para equipos de corte y derivación de línea y transformación, transformadores de
32 medida, descargadores de sobretensiones.
33 - Diagramas eléctricos completos para control, señalización, etc, hasta borneras
34 de interconexión.
35 - Características técnicas definitivas, dimensiones y pesos.
36 - Placas de características técnicas.
37 - Información técnica complementaria y catálogos.
38 - Manuales detallados para montaje de los equipos.
39 - Manuales detallados para operación y mantenimiento.
40 - Protocolo de pruebas en fábrica.
41 - Procedimiento para pruebas en sitio.

- 1
2
3 **d. Para tableros:**
4 • Diagramas esquemáticos que incluyan todos los circuitos de c.a. y c.c.
5 • Diagramas eléctricos completos hasta borneras de interconexión para circuitos de
6 control, señalización y protección.
7 • Lista de instrumentos de control medida, señalización, protecciones, fusibles, etc.,
8 que serán instalados en los tableros, suministrando información técnica y
9 catálogos respectivos con indicación clara del equipo suministrado.
10 • Planos de disposición física de elementos y equipos dentro de los tableros.
11 • Instrucciones detalladas de pruebas y puesta en servicio.
12 • Elaboración de planos desarrollados, esquemáticos de control, protección, medida,
13 telecontrol y teleprotección, incluyendo:
14 - Diagramas de principio y unifilares
15 - Diagramas de circuito
16 - Diagramas de localización exterior e interior.
17 - Tablas de cableado interno y externo.
18 - Disposición de aparatos y elementos en tableros de control.
19 - El Inversionista debe entregar al Interventor como mínimo, los siguientes
20 diagramas de principio:
21 ▪ Diagramas de protección y del sistema de gestión de los relés.
22 ▪ Diagramas del sistema de control de la subestación.
23 ▪ Diagramas de medición de energía.
24 ▪ Diagramas lógicos de enclavamientos.
25 ▪ Diagramas de comunicaciones.
26 - Diagramas de bloque para enclavamientos eléctricos de toda la Subestación.
27 - Listado de cables y borneras.
28 - Planos de Interfase con equipos existentes.
29 - Filosofía de operación de los sistemas de protección, control, sincronización,
30 señalización y alarmas.
31 **e. Reportes de Pruebas:**
32 - Treinta (30) días calendario posterior a la fecha en la cual se efectuó la última
33 prueba, el Inversionista deberá suministrar a la Interventoría dos (2) copias que
34 contengan cada uno un juego completo de todos los reportes de pruebas de
35 fábrica por cada uno de los equipos de potencia, control, protección, medida,
36 comunicaciones, etc, que hayan sido suministrados.
37 Las instrucciones deberán estar en idioma español.

5.4.3 Estudios del Sistema

- 1 Bajo esta actividad, el Inversionista seleccionado deberá presentar al Interventor para los
2 fines pertinentes a la Interventoría los estudios eléctricos que permitan definir los
3 parámetros útiles para el diseño básico y detallado de la Subestación y de las Líneas; entre
4 todos los posibles, se destacan como mínimo la elaboración de los siguientes documentos
5 técnicos y/o memorias de cálculo:
6
7 - Condiciones atmosféricas del sitio de instalación, parámetros ambientales y
8 meteorológicos, contaminación ambiental, estudios topográficos, geotécnicos, sísmicos
9 y de resistividad del terreno.
10 - Cálculo de flechas y tensiones.
11
12 - Flujos de carga; estudios de corto circuito; estudio de estabilidad para determinar
13 tiempos máximos de despeje de fallas; y cálculos de sobretensiones.
14
15 - Estudios de ajuste y coordinación de protecciones.
16
17 - Selección de aislamiento, incluye selección de descargadores de sobretensiones y
18 distancias eléctricas.
19
20 - Estudio de cargas ejercidas sobre las estructuras metálicas de soporte debida a sismo
21 y a corto circuito.
22 - Selección de equipos, conductores para barrajes, cables de guarda y conductores
23 aislados.
24
25 - Memoria de revisión de los enlaces de comunicaciones existentes.
26
27 - Estudio de apantallamiento contra descargas atmosféricas
28
29 - Dimensionamiento de los servicios auxiliares AC y DC.
30
31 - Informe de interfaces con equipos existentes.
32
33 - Estudios ambientales, programas del Plan de Manejo Ambiental, (PMA) de acuerdo con
34 el Estudio de Impacto Ambiental (EIA).
35
36 - Ajustes y coordinación de relés de protecciones, dispositivos de mando sincronizado y
37 registradores de fallas.
38
39 Cada uno de los documentos o memorias de cálculo, antes referidos, deberán destacar
40 como mínimo los siguientes aspectos:
41
42 - Objeto del documento técnico o de la memoria de cálculo.

- 1
2 - Origen de los datos de entrada.
3
4 - Metodología para el desarrollo soportada en normas o estándares de amplio
5 reconocimiento, por ejemplo, en Publicaciones IEC, ANSI o IEEE.
6
7 - Resultados.
8
9 - Bibliografía.

10 11 **5.4.4 Distancias de Seguridad**

12
13 Las distancias de seguridad aplicables en las Subestaciones deben cumplir los lineamientos
14 establecidos en el RETIE, en su última revisión y/o actualización.

15 16 **5.5 Equipos de Potencia**

17 18 **5.5.1 Interruptores**

19
20 Los interruptores de potencia, deben cumplir las prescripciones de la última edición de las
21 siguientes normas, o su equivalente ANSI, según aplique al tipo de equipo a suministrar:

- 22
23
 - 24 • IEC 62271-100: "High-voltage alternating current circuit-breakers"
 - 25 • IEC 60694: "Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards".
 - 26 • IEC 60265-2: " High-voltage switches- Part 2: High-voltage switches for rated
27 voltages of 52 kV and above"
 - 28 • IEC 60376: "Specification of technical grade sulfur hexafluoride (SF6) for use in
29 electrical equipment".
 - 30 • IEC 62155: "Hollow pressurized and unpressurized ceramic and glass insulators for
31 use in electrical equipment with rated voltages greater than 1000 V".
 - 32 • IEEE Std. 693-2018: "Recommended practice for seismic design of substations", o
33 su versión más actualizada.

34
35 Todos los interruptores de subestaciones nuevas, en configuración interruptor y medio,
36 deberán contar con transformadores de corriente en ambos extremos del interruptor, de
37 acuerdo con la recomendación IEEE Std C37.234-2009 "IEEE Guide for Protective Relay
38 Applications to Power System Buses".

39
40 **Mecanismos de operación:** Los interruptores deberán tener mando tripolar y monopolar y
41 su mecanismo de operación deberá ser tipo resorte. El mecanismo de operación deberá

1 ser equipado con contactos de cierre y apertura, los cuales deberán ser eléctricamente
2 independientes.

3
4 El mecanismo de operación debe ser equipado con un indicador mecánico de posición del
5 interruptor, con señalización fácilmente visible desde el exterior del gabinete, donde se
6 indique si el interruptor se encuentra cerrado o abierto. Adicionalmente, debe tener un
7 contador de operación donde se indique la cantidad total de operaciones del interruptor.

8
9 El número y características técnicas de las bobinas de disparo de los interruptores serán
10 definidos por el Inversionista mediante sus propios análisis técnicos y eléctricos,
11 cumpliendo con los requerimientos técnicos y de pruebas de la norma IEC 60947-100 en
12 su última versión. En cualquier caso, se debe garantizar que el interruptor cuente con una
13 bobina de cierre y dos (2) bobinas de apertura, cada una de las cuales debe alimentarse
14 con un circuito DC independiente con su respectiva protección (fusible o MCB). El esquema
15 de disparo redundante debe alinearse con alguno de los métodos de inicio del esquema de
16 falla interruptor expuestos en la sección 7.6 de la norma IEEE C37.119-2016.

17
18 **Requisitos Generales:** Los armarios y gabinetes deberán tener como mínimo el grado de
19 protección IP54 de acuerdo con IEC 60947-1 o su equivalente en ANSI, el mecanismo de
20 operación será tipo resorte. No se permitirán fuentes centralizadas de aire comprimido o
21 aceite para ninguno de los interruptores. Los circuitos de fuerza y control deben ser
22 totalmente independientes.

23
24 **Pruebas de rutina:** Los interruptores deben ser sometidos a las pruebas de rutina
25 establecidas en la publicación IEC 62271-100 o su equivalente en ANSI. Copia de los
26 respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para fines pertinentes de la
27 Interventoría.

28
29 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una
30 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre interruptores iguales o similares a los
31 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 62271-100 o su equivalente en
32 ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas
33 pruebas a su costa.

34
35 **Pruebas en Sitio:** se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las
36 condiciones de estado y funcionamiento de los interruptores de Potencia.

37 38 **5.5.2 Descargadores de Sobretensiones**

39
40 Los descargadores de sobretensiones, deben cumplir las prescripciones de la última edición
41 de las siguientes normas o su equivalente ANSI, según aplique al tipo de equipo a
42 suministrar

- IEC 60099-4: "Surge Arrester. Part 4: Metal oxide surge arresters without gaps for a.c. systems"
- IEC 61264: "Ceramic pressurized hollow insulators for high-voltage switchgear and controlgear".

Pruebas de rutina: Los descargadores deben ser sometidos a las pruebas de rutina establecidas en la publicación IEC 60099-4 o su equivalente en ANSI. Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para los fines que requiera la Interventoría.

Pruebas tipo: En caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre descargadores iguales o similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60099-4 o su equivalente en ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.

Pruebas en Sitio: Se deben efectuar las pruebas necesarias in situ para verificar las condiciones de estado y funcionamiento de los descargadores.

5.5.3 Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra

Los Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra, deben cumplir las prescripciones de la última edición de las siguientes normas o su equivalente ANSI, según se aplique al tipo de equipo a suministrar:

- IEC 62271-102: "Alternating current disconnectors and earthing switches", o su equivalente en ANSI.
- IEC 60273: "Characteristics of indoor and outdoor post insulators for systems with nominal voltages greater than 1000 V".
- IEC 60694 "Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear standards".

Los seccionadores podrán ser de accionamiento tripolar y deberán poseer mecanismos de operación manual y motorizado, dispuestos en gabinetes de acero galvanizado o aluminio, con grado de protección IP54. El mecanismo de operación deberá ser suministrado con contactos auxiliares, eléctricamente independientes y deberá contar con un sistema de condena que evite la operación eléctrica y mecánica.

El control del mecanismo de operación podrá ser operado local o remotamente y el modo de operación se podrá realizar mediante un selector de tres posiciones: LOCAL-DESCONECTADO-REMOTO. La operación local se realizará mediante dos pulsadores:

1 CIERRE y APERTURA. El mecanismo de operación debe tener claramente identificadas
2 las posiciones de cerrado (I) y abierto (O).

3
4 Para los seccionadores con cuchilla de puesta a tierra, se deberá suministrar un
5 enclavamiento eléctrico y mecánico que no permita cerrar el seccionador mientras la
6 cuchilla de puesta a tierra esté cerrada.

7 **Pruebas de rutina:** Los seccionadores deben ser sometidos a las pruebas de rutina
8 establecidas en la publicación IEC 62271-102 o su equivalente en ANSI. Copia de los
9 respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para los fines que requiera la
10 Interventoría.

11
12 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una
13 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre seccionadores iguales o similares a los
14 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 62271-102 o su equivalente en
15 ANSI, si el Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas
16 pruebas a su costa.

17
18 **Pruebas en Sitio:** se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las
19 condiciones de estado y funcionamiento de los seccionadores.

20 21 **5.5.4 Transformadores de Tensión**

22
23 Los Transformadores de Tensión deben cumplir las prescripciones de la última edición de
24 las siguientes normas o su equivalente ANSI, según se aplique al tipo de equipo a
25 suministrar:

- 26
- 27 • IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su
28 equivalente en ANSI.
- 29 • IEC 60044-2: "Inductive Voltage Transformers"
- 30 • Publicación IEC 60186, "Voltaje Transformers", IEC 60358, "Coupling capacitor and
31 capacitor dividers".
- 32 • Publicación IEC-61869-1/3/5: "Inductive/capative Voltage Transformers".
- 33 • IEC 60296: "Specification for unused mineral insulating oils for transformers and
34 switchgear"
- 35

36 Los transformadores de tensión deben ser del tipo divisor capacitivo, para conexión entre
37 fase y tierra. La precisión de cada devanado debe cumplirse sin la necesidad de utilizar
38 cargas externas adicionales. La precisión, deberá ser según normas IEC o su equivalente
39 en ANSI, y específicamente, cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución
40 CREG 025 de 1995, en su última revisión.

41

1 **Pruebas de rutina:** Los transformadores de tensión deben ser sometidos a las pruebas de
2 rutina establecidos en la publicación IEC 60186, sección 5 y 25, IEC 60358 cláusula 7.1. o
3 su equivalente en ANSI. Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser
4 presentados para fines pertinentes de la Interventoría.
5

6 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una
7 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre transformadores de tensión iguales o
8 similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60186, sección
9 4 y 24 e IEC 60358, cláusula 6.2, o sus equivalentes en ANSI. Si el Transmisor no dispone
10 de estos documentos deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.
11

12 **Pruebas en Sitio:** Se deben efectuar las pruebas necesarias in situ para verificar las
13 condiciones de estado y funcionamiento de los Transformadores de Tensión.
14

15 5.5.5 Transformadores de Corriente

16
17 Los Transformadores de Corriente deben cumplir las prescripciones de la última edición de
18 las siguientes normas, o su equivalente en ANSI, según se aplique al tipo de equipo a
19 suministrar:
20

- 21 • IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su
22 equivalente en ANSI.
- 23 • IEC 60044-1: "Current Transformers".
- 24 • IEC-61869-1/2: "Current Transformers: General requirements".
25

26 Los transformadores de corriente deben ser de relación múltiple con cambio de relación en
27 el secundario. Deben tener precisión 0.2s, según IEC o su equivalente en ANSI, y
28 específicamente, cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG
29 025 de 1995, en su última revisión.

30 **Pruebas de rutina:** Los transformadores de corriente deben ser sometidos a las pruebas
31 de rutina establecidos en la publicación IEC 60044-1 e IEC 60044-6 o su equivalente en
32 ANSI, Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para fines
33 pertinentes de la Interventoría.
34

35 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una
36 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre transformadores de corriente iguales o
37 similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60044-1 e IEC
38 60044-6, o su equivalente en ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos documentos
39 deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.
40

1 **Pruebas en Sitio:** Se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las
2 condiciones de estado y funcionamiento de los transformadores de corriente.

3 4 **5.5.6 Equipo GIS o Híbrido**

5
6 En caso que el equipo propuesto por el Inversionista sea GIS (Gas Insulated Substations)
7 o Híbrido, además de cumplir con las normas antes mencionadas, debe cumplirse la
8 siguiente normatividad:

9
10 Los equipos componentes de la celda compacta, híbrida o GIS, deberán cumplir con las
11 características técnicas garantizadas que les aplique de los equipos individuales tal como
12 lo indicado en estas especificaciones.

- 13
- 14 • Instrument transformer – IEC6189
- 15 • Insulation Coordination – IEC60071
- 16 • High voltage switchgear and controlgear - IEC62271
- 17 • Insulated bushings above 1000V – IEC60137
- 18 • Partial discharge measurement – IEC60270
- 19 • Specification and acceptance of new SF6 - IEC60376
- 20 • Guide for checking SF6 - IEC 60480
- 21 • Common clauses or HV switchgear and controlgears standards - IEC62271-1
- 22 • Guide for selection of insulators in respect of pulled conditions - IEC60815-1/2
- 23 • Cable connections of gas insulated metal-enclosed switchgears – IEC 62271-209
- 24 • Use and handling SF6 in HV switchgears and controlgears – IEC62271-303
- 25 • Direct connection between GIS and power transformer - IEC61639
- 26

27 El equipo GIS será sometido a pruebas de rutina que consisten en pruebas de alta tensión,
28 pruebas mecánicas y pruebas de gas.

29
30 Se deben suministrar certificados de pruebas tipo de pruebas de alta tensión, prueba de
31 temperatura, prueba de gas y prueba sísmica.

32 33 **5.5.7 Sistema de Puesta A Tierra**

34
35 Deberá diseñarse para que, en condiciones normales y anormales, no se presente ningún
36 peligro para el personal situado en cualquier lugar de la subestación, al que tenga acceso.

37
38 Todos los requerimientos para la malla de tierra de la nueva Subestación y en las
39 subestaciones existentes (si aplica), estarán de acuerdo a la última revisión de la
40 publicación IEEE No.80-2013 "Guide for Safety and Alternating Current Substation
41 Grounding" e IEEE Std. 81-2012 "Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance,

1 and Earth Surface Potentials of a Grounding System”. El diseño, materiales y validación
2 del sistema de puesta a tierra deberán cumplir con los requerimientos que le apliquen del
3 artículo 15° del RETIE en su última versión.

4
5 Todos los elementos sin tensión como equipos, estructuras metálicas expuestas y no
6 expuestas, accesorios metálicos, aisladores de soporte y otros, se conectarán directamente
7 a la malla de tierra en el punto más cercano y conveniente, utilizando empalmes de
8 soldadura exotérmica.

9
10 La malla de tierra se diseñará para cubrir efectivamente la subestación completa y
11 garantizar el control de las tensiones de toque y de paso hasta 1,0 m por fuera de la cerca
12 o malla de cerramiento de la subestación, según requerimiento del RETIE.

13
14 Para propósitos del diseño final del sistema de tierra el Transmisor realizará los ensayos de
15 resistividad en el sitio, con el objeto de comprobar la resistividad del terreno, y realizará las
16 mediciones de resistencia de puesta a tierra y de las tensiones de paso y contacto, según
17 los requerimientos del RETIE en su última versión, de tal manera que se garantice la
18 seguridad de las personas en torno a la subestación.

19 **5.5.8 Apantallamiento de la Subestación**

20
21
22 El diseño del sistema de apantallamiento de la nueva subestación La Paz 230 kV y de las
23 subestaciones existentes intervenidas dentro del alcance de la presente Convocatoria
24 Pública, deberá realizar una evaluación del nivel de riesgo de las instalaciones ante
25 descargas atmosféricas directas de acuerdo con los procedimientos de la norma
26 IEC 62305-2 “Protection against lightning – Part 2: Risk management”.

27
28 El diseño del sistema de apantallamiento deberá considerar elementos captadores de
29 descargas atmosféricas como cables de guarda y puntas captadoras de material apropiado
30 para las condiciones ambientales existentes en el sitio, particularmente del nivel cerámico,
31 y deberá ser verificado según el método electrogeométrico referido en las normas IEC
32 62305-2 o NTC 4552. Todos los cables de guarda serán aterrizados mediante conductores
33 bajantes de cobre que se conectarán con la malla de puesta a tierra mediante soldadura
34 exotérmica. Se deberá garantizar la continuidad de la conexión entre el sistema de
35 apantallamiento y el sistema de puesta a tierra de la subestación.

36
37 Las estructuras no conductoras y edificios requerirán un sistema completo de protección
38 contra descargas atmosféricas, incluyendo puntas captadoras, conductores bajantes y
39 varillas de puesta a tierra. En general los materiales e instalación del RETIE (artículo 16°),
40 la Norma IEEE Std. 998, la Norma NTC-4552-1-2-3 y la Norma IEC-62305-2, en su última
41 versión.

42

5.6 Equipos de Control y Protección

Las siguientes son las características principales que deberán cumplir los equipos de control y protección:

5.6.1 Sistemas de Protección

Los equipos de protección deberán cumplir con las partes pertinentes establecidas en la publicación IEC 60255 “*Electrical relays*”, en la IEC 60870 “*Telecontrol equipments and systems*” y en el caso de los registradores de falla, los archivos de datos deberán utilizar el formato COMTRADE (*Common Format for Transient Data Exchange*), recomendación IEEE C37.111 o en su defecto, el Inversionista deberá proveer el software que realice la transcripción del formato del registrador de fallas al formato COMTRADE, o cumplir con las respectivas normas equivalentes ANSI.

El esquema de protección de líneas deberá ser implementado con dos protecciones principales para líneas de transmisión con principio de operación (diferente algoritmo de cálculo) o diferente fabricante y medición diferente. El esquema completo deberá consistir de relés rápidos para emisión y recepción del disparo directo transferido; falla interruptor; funciones de recierre y verificación de sincronismo, protección de sobretensión; supervisión del circuito de disparo y registro de fallas. La protección de línea debe dar disparo monopolar y tripolar e iniciar el ciclo de recierre. Para el caso de Fibra Óptica dedicada como medio de comunicación para la PPL1 y Fibra Óptica dedicada como medio de comunicación para la PPL2, se entiende como medio de comunicación para la PPL1, un cable diferente al del medio de comunicación para la PPL2. Para el caso de Fibra Óptica dedicada como medio de comunicación para el relé o función de protección distancia ANSI 21/21N, el esquema de comunicación se debe implementar con equipos digitales de teleprotección conectados directamente a la fibra óptica. Para el caso de Fibra Óptica multiplexada se entiende como medio de comunicación para la PPL2, un enlace (trayectoria) independiente del medio de comunicación para la PPL1. Para el caso de Fibra Óptica multiplexada, el canal de comunicación no deberá de exceder una asimetría de canal de 5 ms y retardo máximo de 16 ms. Si el medio de comunicación para la protección diferencial de línea ANSI 87L es multiplexado, éste deberá de ser único y dedicado.

En cualquier caso, el esquema de protección de las nuevas líneas debe ser redundante y definirse considerando el SIR (Source Impedance Ratio), de acuerdo con la metodología de la norma IEEE Std. C37.113 en su última versión. En caso de que se obtenga un SIR mayor a 4, será necesario considerar un esquema de protección totalmente selectivo, según la definición de dicha norma. También deberá garantizar la redundancia de los sistemas y canales de comunicación asociados con las líneas de transmisión objeto de esta Convocatoria, utilizando sistemas de comunicación que usen diferentes medios o tecnologías de envío y recepción de señales de teleprotección en ambos extremos de las líneas.

1
2 Para subestaciones nuevas que lo requieran, el Sistema de Protecciones -SP- para las
3 barras (diferencial de barras) deberá ser redundante con principio de operación diferente
4 (diferente algoritmo de cálculo) o diferente fabricante. Adicionalmente deberán
5 seleccionarse de acuerdo con la configuración de la subestación. La alimentación DC de
6 cada sistema de protección debe ser independiente; las señales de corriente deben ser
7 tomadas, para cada SP, desde núcleos diferentes de los CT's y cada SP de manera
8 independiente, debe tener la posibilidad de comandar disparo a ambas bobinas de los
9 interruptores. Los SP diferenciales de barra, deben ser seleccionados considerando las
10 bahías a construirse objeto de la presente Convocatoria y las ampliaciones futuras que se
11 instalarán en los espacios de reserva, y deberán permitir la conexión de CT's con diferentes
12 relaciones de transformación. El inversionista deberá implementar protección diferencial de
13 barras multizona y de fase segregada para las subestaciones nuevas.

14
15 Las bahías deberán estar acopladas al esquema de protección diferencial de barras de la
16 Subestación, que deberá ser un sistema de protección diferencial distribuido que permita el
17 mantenimiento de cada unidad individualmente con la protección en operación continua.

18
19 Los relés de protección, y registradores de fallas deberán ser de estado sólido, de
20 tecnología numérica o digital. Los relés de protección, y los registradores de fallas deben
21 incorporar dispositivos de prueba que permitan aislar completamente los equipos de los
22 transformadores de medida de los circuitos de disparo, polaridades y del arranque de la
23 protección por falla en interruptor, de tal manera que no se afecte ningún otro equipo de
24 forma automática sin tener que hacer puentes externos. Los equipos deberán contar con
25 todos los módulos, tarjetas y elementos que sean necesarios para las labores de búsqueda
26 de fallas paramétricas de los relés de protección y registradores de fallas.

27
28 El Interventor verificará e informará a la UPME el cumplimiento de requisitos de las
29 protecciones según lo solicitado en este Anexo 1 y en la Resolución CREG 025 de 1995,
30 anexo CC4 y sus modificaciones.

31
32 **5.6.2 Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones**

33
34 La arquitectura del sistema de automatización estará constituida por los subsistemas y
35 equipos que conforman los niveles 0, 1, 2 y 3 según la siguiente arquitectura:

36

Nivel	Descripción	Modos de Operación
3	Corresponde a los sistemas remotos de información.	Es la facilidad que debe tener el sistema para ser tele-comandado y supervisado desde el centro de

Nivel	Descripción	Modos de Operación
	<p>Comunicaciones e interfaces entre niveles 2 y 3. Proporciona la comunicación entre el Sistema de Automatización y los sistemas remotos de información.</p>	<p>control remoto de acuerdo con las normas del CND. La captura de datos y la transmisión de información hacia y desde el sistema remoto deben ser independientes de la IHM de las Subestaciones. Debe ser independiente de cualquier falla en las interfaces de usuario IHM.</p>
2	<p>Corresponde al sistema de procesamiento del Sistema de Automatización, controladores de Subestación, almacenamiento de datos y el IHM, localizados en la sala de control de la Subestación.</p> <p>El sistema de procesamiento del nivel 2 procesa la información de la Subestación para que pueda ser utilizada por el IHM del nivel 2 y pueda ser almacenada para operación, análisis futuros, mantenimiento y generación de reportes.</p> <p>Comunicaciones e Interfaces Nivel 2 y Nivel 1. Corresponde a la red de área local de la Subestación, la cual permite la comunicación entre los equipos de nivel 2, los controladores de Subestación, de bahía y otros IEDs de nivel 1.</p>	<p>Corresponde al mando desde las estaciones de operación localizadas en la Subestación. Este es el modo de operación normal para la Subestación atendida. En el IHM se deberán tener despliegues gráficos que muestren en forma dinámica las condiciones de los enclavamientos para cada tipo de maniobra.</p>
1	<p>Controladores de bahía, que se encargan de la adquisición de datos, cálculos, acciones de control y procesamiento de la información relacionada con los dispositivos en cada campo y sistema de servicios auxiliares de la Subestación. A través del panel frontal de cada controlador de bahía, se debe proporcionar un nivel básico de acceso al personal de operación para la supervisión</p>	<p>Para el equipo de alta tensión y los servicios auxiliares, los modos corresponden al mando de los equipos de maniobra desde el controlador de bahía a través del panel frontal.</p> <p>Para subestaciones de tipo convencional, se deberá prever la utilización de casetas de patio.</p>

Nivel	Descripción	Modos de Operación
	<p>y control de los equipos de campo asociados al controlador respectivo.</p> <p>Comunicaciones e interfaces Nivel 1 y 0. Corresponde a la comunicación entre los controladores de bahía, los IEDs y al cableado convencional de las señales individuales de entrada y salida asociadas con los equipos de potencia en el patio de la Subestación. Deberá haber integración de las protecciones con el Sistema de Automatización.</p>	
0	<p>Conformado por los equipos de patio (interruptores, seccionadores, transformadores de potencia y de instrumentación, reactores, bancos de capacitores, etc.), por los servicios auxiliares de la Subestación (208/120 Vca, 125 Vcc, grupos electrógenos, inversores, cargadores, equipos, etc.), por los IEDs tales como relés de protección, medidores multifuncionales, registradores de fallas, equipos de monitoreo, cajas de mando de equipos de maniobra y demás.</p>	<p>Corresponde al mando directamente desde las cajas de mando de los interruptores y seccionadores en el conjunto de equipos de potencia de las Subestaciones y para los servicios auxiliares desde sus propios gabinetes.</p> <p>Los medidores multifuncionales deben cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG 025 de 1995, en su última revisión, especialmente lo referente al Código de Medida y sus anexos.</p>

5.6.2.1 Características Generales

Todos los equipos del sistema de automatización deberán cumplir con las normas IEC.

El Transmisor garantizará que la arquitectura del Sistema de Automatización permita la ampliación a medida que se incremente el número de bahías en la Subestación y que, sin cambios fundamentales en su arquitectura, permita cambios en la funcionalidad, hardware y software; también garantizará que el Sistema inter-opere (capacidad de intercambiar y compartir recursos de información) con IEDs de diversos fabricantes, razón por la cual deberán utilizarse protocolos abiertos. El Transmisor garantizará igualmente, que el Sistema de Control ofrezca una respuesta abierta y modular a las necesidades de protecciones, automatismos, control y monitoreo de la subestación. Copia de toda la

1 información relacionada con la arquitectura del Sistema de Automatización y con el Sistema
2 de Control, deberá ser entregada por el Transmisor al Interventor para la verificación de
3 cumplimiento.

4
5 Se entiende que todos los elementos auxiliares, equipos y servicios necesarios para la
6 correcta operación y mantenimiento del sistema de control serán suministrados, sin
7 limitarse al: hardware, software, GPS, programas para el IHM, trabajos de parametrización
8 del sistema, etc.

9 La arquitectura del sistema de control deberá estar basada en una red redundante a la cual
10 se conectan los equipos que soportan las funciones de automatismo, monitoreo, protección
11 y control. Se destacan las siguientes funciones:

- 12
- 13 • Las redes de comunicación entre los controladores de bahía deberán ser de
- 14 protocolo, que resulte compatible con las comunicaciones existentes.
- 15 • La arquitectura del sistema estará compuesta de equipos, que deben permitir:
- 16
 - 17 ○ Optimización de la integración funcional a través de intercambios rápidos
 - 18 entre equipos vía la red.
 - 19 ○ Integrar los equipos de otros fabricantes con el Sistema de control y
 - 20 Automatización de la Subestación.
 - 21
- 22 • La herramienta de gestión del sistema debe permitir por lo menos las siguientes
- 23 funciones:
- 24
 - 25 ○ Gestión de las bases de datos del sistema.
 - 26 ○ Permitir la integración de elementos futuros.
 - 27 ○ Implementación de herramientas de seguridad y administración.
 - 28 ○ Gestión del modo de funcionamiento de los equipos permitiendo la
 - 29 explotación normal, el mantenimiento y/o paro de cada elemento del sistema
 - 30 sin perturbar ni detener el sistema.
 - 31 ○ Mantenimiento de cada equipo.
 - 32 ○ Gestión de protecciones que permite verificar y dar parámetros a las
 - 33 protecciones del sistema.
 - 34

35 Los IED de protección, los controladores de bahía, los controladores de Subestación y/o
36 computadores del IHM deberán permitir la transmisión de información entre la Subestación
37 y el CND o el centro de control remoto del Inversionista (sean funciones de control,
38 visualización o de mantenimiento). El Inversionista es responsable por utilizar los protocolos
39 de comunicación que el CND le exija y en general, todos los costos de implementación y
40 coordinación de información a intercambiar con el CND son responsabilidad del
41 Inversionista.

1
2 Las funcionalidades siguientes deben ser garantizadas por los controladores de
3 Subestación:

- 4
- 5 • Transmisión de comandos del centro de control remoto hacia los equipos de la
 - 6 Subestación.
 - 7 • Sincronización satelital de todos los equipos de los sistemas de control,
 - 8 protecciones y registro de fallas de la Subestación a través de una señal de
 - 9 sincronización proveniente de un reloj GPS.
 - 10 • Recuperación de información proveniente de los equipos hacia el centro de control
 - 11 remoto (mediciones, alarmas, cambios de estado, etc.).
- 12

13 Los equipos a instalar deben ser compatibles con los controladores de Subestación para el
14 correcto envío de información hacia centros de control externos, Centro Nacional de
15 Despacho CND y recibir los comandos aplicables enviados desde dichos centros. En este
16 aspecto, el Inversionista será el único responsable de suministrar y hacer operativos los
17 protocolos de comunicaciones necesarios para integrar la Subestación con el CND.

18 **5.6.3 Unidad de medición fasorial sincronizada - medidores multifuncionales**

19
20
21 En subestaciones nuevas deben instalar unidades de medición fasorial -PMU- para cada
22 bahía (línea, transformación o compensación, etc) objeto de la presente Convocatoria, y en
23 configuración interruptor y medio se deberá garantizar un PMU por corte, incluyendo el corte
24 central. Deberá tener entradas de corriente independiente por bahía o corte instalado.

25
26 Estos equipos tomarán las señales de tensión y corriente de los núcleos de medida
27 (circuitos de instrumentación). La unidad de medición fasorial podrá ser implementada en
28 un equipo multifuncional, siempre y cuando este no comparta funciones de protección o
29 circuitos de protección. La implementación podrá realizarse con equipos que integren
30 sincronización, digitalización y procesamiento en un mismo dispositivo, o con unidades
31 procesadoras centralizadas y periféricos distribuidos. En el caso de que la subestación no
32 cuente con casetas en el patio, las PMUs deberán instalarse en los tableros de las
33 correspondientes bahías.

34
35 Deberá existir un tablero independiente para concentrar la información sincrofásorial, en
36 donde el operador nacional instalará un concentrador de datos fasoriales -PDC- y otros
37 dispositivos asociados. El tablero suministrado por el inversionista deberá estar provisto de
38 servicios de energía con las mismas características de los tableros de control de la
39 Subestación. El inversionista deberá permitir al operador nacional las labores de gestión y
40 mantenimiento de los equipos instalados en este tablero.

41

1 La comunicación entre las PMU y el PDC será provistas y mantenidas por el inversionista,
2 a través de una red de comunicación redundante local y deberá permitir el intercambio de
3 información con la red del sistema de control a través de los mecanismos de seguridad
4 apropiados. Esta red deberá ser independiente de la red de gestión de protecciones, pues
5 sobre la primera el operador nacional deberá poder tener acceso remoto para gestionar las
6 PMU. La comunicación desde la Subestación (o desde el PDC) hacia el sistema que
7 disponga el operador nacional, será responsabilidad de este último, según lo establecido
8 en la resolución CREG 080 de 1999.

9
10 Las unidades de medición fasorial sincronizada deben cumplir con el estándar más reciente
11 IEEE C37.118 o aquel que lo reemplace en el momento de su adquisición. Estos equipos
12 deberán contar con la capacidad de ser actualizados cuando la norma IEEE de medición
13 fasorial sea revisada.

14
15 Los medidores multifuncionales deben tomar sus señales de los transformadores de
16 medida, para determinación de parámetros eléctricos tales como: tensión, corriente,
17 potencia activa, potencia reactiva, energía activa, factor de potencia y frecuencia. Deben
18 contar con emisor de impulsos o un sistema de registro comunicado con niveles superiores.
19 Deben cumplir con todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG 025 de
20 1995, en su última revisión, especialmente lo referente al Código de Medida y sus anexos.

21 22 **5.6.4 Controladores de Bahía**

23
24 Los controladores de bahía son los encargados de recibir, procesar e intercambiar
25 información con otros equipos de la red, deben ser multifuncionales y programables. Los
26 controladores de bahía deben ser compatibles con los estándares EMC y aptos para
27 aplicación en subestaciones eléctricas de alta y extra alta tensión; el Inversionista deberá
28 presentar al Interventor los certificados de pruebas que lo avalen.

29 A partir de entradas/salidas, el equipo podrá manejar la lógica de enclavamientos y
30 automatismos de la bahía, por lo que en caso necesario deben tener capacidad de
31 ampliación de las cantidades de entradas y salidas instaladas en el equipo para cubrir los
32 requerimientos de la bahía que controlan. Los controladores de bahía deben contar con un
33 diagrama mímico amplio en LCD que permitirá las siguientes funcionalidades como mínimo:

- 34
- 35 • Despliegue del diagrama mímico de la bahía que muestre la información del
- 36 proceso.
- 37 • Despliegue de alarmas.
- 38 • Despliegue de eventos.
- 39 • Despliegue de medidas de proceso de la bahía.
- 40 • Control local (Nivel 1) de los equipos que forman parte de la bahía.

- 1 • Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de
2 función.
3 • Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.
4

5 Deben también tener LEDs de anuncio de alarma configurables. Deben contar con puertos
6 para la comunicación.

7 Estos equipos también deberán ser capaces de recibir una señal de sincronización horaria
8 para hacer el estampado de tiempo al momento de recibir un evento.
9

10 **5.6.5 Controlador de los Servicios Auxiliares**

11

12 Debe ser diseñado, probado y ampliamente utilizado en subestaciones de alta tensión.
13 Debe permitir la medida, supervisión y control de los servicios auxiliares del Proyecto y
14 contar con los mismos protocolos del controlador de bahía.

15 Debe preparar y enviar la información asociada con los servicios auxiliares a la interfaz IHM
16 y a los niveles superiores. Debe integrarse al sistema de control de la Subestación y estar
17 sincronizados con todos los dispositivos de la Subestación. El controlador de servicios
18 auxiliares debe contar con un mímico amplio en LCD que permitirá las siguientes
19 funcionalidades como mínimo:
20

- 21 • Despliegue del diagrama mímico de la bahía.
22 • Despliegue de alarmas.
23 • Despliegue de eventos.
24 • Despliegue de medidas de tensión y de corriente.
25 • Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de
26 función.
27 • Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.
28

29 Deben también tener LEDs de anuncio de alarma configurables. Deben contar con puertos
30 para la comunicación.
31

32 **5.6.6 Switches**

33

34 Los switches o concentradores de datos de la red de control, deberán ser adecuados para
35 operar en ambientes industriales y cumplir sin limitarse a ello, con los siguientes requisitos:

- 36 • Deberán cumplir con IEEE 1613 standard - "error free" networking device.
37 • Deberán cumplir con IEC 61850-3 standard for networks in substations.
38 • Deberá incluir las siguientes características de red:
39 ○ IEEE 802.1d, message prioritization y rapid spanning tree en MAC Bridges
40 ○ IEEE 802.1q VLAN
41 • Deberán tener funciones de administración SNMP v2 y RMON.

- 1 • Deberán soportar las condiciones de estabilidad bajo las condiciones de prueba
2 descritas en las normas IEC 60068-2-6 e IEC 60068-2-27.
3 • En caso de alguna discrepancia en las normas antes mencionadas, prevalecerá la
4 más exigente.

5 Los switches suministrados deberán contar con el número de puertos suficientes para
6 conectar todos los equipos de las redes, tanto los equipos de control, como los de
7 protección y medida.

8

9 **5.6.7 Interfaz Nivel 2 - Nivel 1**

10

11 Para la interconexión de los equipos se requieren comunicaciones digitales, así:

12

13 La red local de comunicaciones para control y supervisión de la Subestación se debe
14 conformar para que sea inmune electromagnéticamente, que posea suficiente rigidez
15 mecánica para ser tendido en la Subestación, con protección no metálica contra roedores,
16 con chaqueta retardante a la llama, con conectores, marquillas, terminales, amarres y
17 demás accesorios de conexión, según diseño detallado a cargo del Inversionista.

17

18 La red debe incluir todos los transductores, convertidores, amplificadores y demás
19 accesorios requeridos para la adecuada conexión y comunicación de todos los equipos
20 distribuidos en la Subestación.

21

22 La comunicación de todos los equipos como controladores de bahía, IEDs, registradores
23 de eventos con el controlador de la Subestación debe ser redundante y con autodiagnóstico
24 en caso de interrupción de una cualquiera de las vías.

25

26 **5.6.8 Equipos y Sistemas de Nivel 2**

27

28 **5.6.8.1 Controlador de la Subestación**

29

30 Es un computador industrial, de última tecnología, robusto, apto para las condiciones del
31 sitio de instalación, programable, que adquiere toda la información para supervisión y
32 control de la Subestación proveniente de los dispositivos electrónicos inteligentes, la
33 procesa, la evalúa, la combina de manera lógica, le etiqueta tiempos, la almacena y la
34 entrega al Centro Nacional de Despacho, CND, de acuerdo con la programación realizada
35 en ella y al sistema de supervisión de la Subestación o a otros IED's que dependen de ella.
36 La información requerida para realizar la supervisión remota, se enviará por enlaces de
37 comunicaciones.

38

39 Adicionalmente el controlador de la Subestación, debe centralizar información de los relés
40 de protección, los registradores de fallas y los medidores multifuncionales, conformando la
41 red de ingeniería de la Subestación, la cual debe permitir acceso local y remoto para

1 interrogación, configuración y descarga de información de los relés, de los registradores de
2 fallas y los medidores multifuncionales. Deben suministrarse todos los equipos, accesorios,
3 programas y bases de datos requeridos para implementar un sistema de gestión de
4 protecciones y registradores de fallas para la Subestación.
5

6 **5.6.8.2 Registradores de Fallas**

7

8 Los registradores de falla deberán programarse de manera que al ocurrir una falla, la
9 descarga del archivo con los datos de la falla, se realice automáticamente a un equipo de
10 adquisición, procesamiento y análisis, en el cual se realizará la gestión de los registros de
11 falla provenientes de equipos instalados en las bahías del Proyecto, incluyendo
12 almacenamiento, despliegue, programación e interrogación remota, cumpliendo con lo
13 establecido en el Código de Redes CREG 025 de 1995, en su última revisión.
14

15 **5.6.8.3 Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación**

16

17 El sistema de supervisión local debe efectuar el monitoreo y control del proceso a través de
18 una IHM conformada básicamente por computadores industriales y software tipo SCADA.
19 Las pantallas o monitores de IHM deben ser suficientemente amplias para mostrar la
20 información del proceso.
21

22 Toda la información, se debe desplegar, almacenar, filtrar, imprimir en los mismos
23 dispositivos suministrados con el sistema de medida, control y supervisión de la
24 Subestación, la cual debe tener como mínimo las siguientes funciones:
25

- 26 • Adquisición de datos y asignación de comandos.
- 27 • Auto-verificación y auto-diagnóstico.
- 28 • Comunicación con el CND.
- 29 • Comunicación con la red de área local.
- 30 • Facilidades de mantenimiento.
- 31 • Facilidades para entrenamiento.
- 32 • Función de bloqueo.
- 33 • Función de supervisión.
- 34 • Funciones del Controlador de Subestación a través del IHM.
- 35 • Guía de operación.
- 36 • Manejo de alarmas.
- 37 • Manejo de curvas de tendencias.
- 38 • Manejo de mensajes y consignas de operación.
- 39 • Marcación de eventos y alarmas.
- 40 • Operación de los equipos.
- 41 • Programación, parametrización y actualización.

- 1 • Reportes de operación.
- 2 • Representación visual del proceso mediante despliegues de los equipos de la
- 3 Subestación, incluidos los servicios auxiliares y las redes de comunicaciones.
- 4 • Secuencia de eventos.
- 5 • Secuencias automáticas.
- 6 • Selección de los modos de operación, local, remoto y enclavamientos de operación.
- 7 • Supervisión de la red de área local.

9 **5.6.9 Requisitos de Telecomunicaciones**

10 Son los indicados en el Anexo CC3 del Código de Conexión, resolución CREG 025 de 1995,
11 en su última revisión.

14 **5.7 Obras Civiles**

15 Estará a cargo del Inversionista la construcción de las obras descritas en el numeral 2 del
16 presente Anexo 1, con el siguiente alcance:

- 17 • Diseño y construcción de todas las obras civiles incluyendo, entre otras, la
- 18 construcción o mejora de las vías de acceso y la construcción o ampliación del
- 19 edificio de control.
- 20 • Todas las actividades relacionadas con la gestión ambiental, deben cumplir con los
- 21 requerimientos establecidos en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) del Proyecto, el
- 22 cual también está a cargo del Transmisor.
- 23 • Todos los diseños de las obras civiles deben cumplir con los requisitos establecidos
- 24 en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10.

25 El Interventor conceptuará para la UPME y hará seguimiento al cumplimiento de los
26 aspectos regulatorios, el RETIE y las normas legales aplicables a los diseños para
27 construcción de las obras civiles. Únicamente se podrá realizar obra civil con base en planos
28 de construcción previamente aprobados. El Interventor informará a la UPME y hará el
29 seguimiento correspondiente al cumplimiento de las normas técnicas. El Transmisor deberá
30 presentarle al Interventor la siguiente información:

- 31 • Memorias de cálculo que soporten los diseños.
- 32 • Planos de construcción completamente claros, con secciones, detalles completos,
33 listas y especificaciones de los materiales para la ejecución de las obras.
- 34 • Una vez finalizadas las obras debe actualizarse los planos de construcción y
35 editarse la versión denominada “tal como construido” que incluye las modificaciones
36 hechas en campo verificadas por el Interventor.

5.8 Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento

En los edificios a cargo del Inversionista o en las adecuaciones a lo existente, se deberá diseñar, suministrar e instalar todos los elementos necesarios para la instalación de puntas tipo Franklin, suministrar e instalar todos los elementos necesarios para la construcción de la red de puesta a tierra del apantallamiento electromagnético tales como bajantes, platinas de cobre, varillas de puesta a tierra y redes de tierra.

Los diseños y la instalación son responsabilidad del Inversionista. La malla de puesta a tierra del proyecto debe ser en cable de cobre suave, electrolítico, desnudo, recocado, sin estañar, trenzado en capas concéntricas. La malla de tierra, deberá ser diseñada siguiendo los lineamientos de la norma ANSI/IEEE Std 80 y Std 81 tal que garanticen la seguridad del personal, limitando las tensiones de toque y paso a valores tolerables. Adicionalmente, tanto la malla de puesta a tierra como el sistema de apantallamiento deberán cumplir con los requerimientos técnicos de diseño e implementación, que le apliquen, según los artículos 15° y 16° del RETIE, respectivamente, en especial en cuanto a materiales e interconexión.

6. ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO

6.1 Pruebas y Puesta en Servicio

Todos los equipos suministrados y montados deben ser sometidos a pruebas de campo tanto de aceptación para recepción, como individuales, funcionales, de puesta en servicio y de energización de acuerdo con lo especificado por los fabricantes, la normatividad CREG vigente, los requisitos del Centro Nacional de Despacho CND y los acuerdos del Consejo Nacional de Operación C.N.O, en particular el Acuerdo 646 de 2013 o aquel que lo sustituya o reemplace.

Los registros de todas las pruebas (aceptación para recepción, individuales, funcionales, de puesta en servicio y de energización) se consignarán en “Protocolos de Pruebas” diseñados por el Transmisor de tal forma que la Interventoría, pueda verificar el cumplimiento de los requisitos de la Regulación vigente y de las normas técnicas; por ejemplo: que se cumplen los enclavamientos y secuencias de operación tanto de alta tensión como de servicios auxiliares, que los sistemas de protección y control cumplen con la filosofía de operación en cuanto a polaridades, acciones de protecciones y demás.

Pruebas de puesta en servicio: El Transmisor debe efectuar las siguientes pruebas como mínimo, pero sin limitarse a estas y cumpliendo con el código de redes y los requerimientos del CND, vigentes:

- Direccionalidad de las protecciones de línea.

- 1 • Medición y obtención de los parámetros y las impedancias de secuencia de las líneas
2 asociadas.
3 • Fallas simuladas monofásicas, trifásicas, cierre en falla con el fin de verificar el correcto
4 funcionamiento de las protecciones, registro de fallas, telecomunicaciones, gestión de
5 protecciones.
6 • Pruebas de conexión punto a punto con el CND.

7
8 **Pruebas de energización:** El Transmisor será responsable por la ejecución de las pruebas
9 de energización. Los Protocolos de las pruebas de energización deben ser verificados para
10 los fines pertinentes por la Interventoría.

11 **6.2 Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio**

12
13
14 La información requerida por CND para la puesta en servicio del Proyecto es la siguiente:

- 15
16 • Presentación del Proyecto al Centro Nacional de Despacho CND.
17 • Formatos con información técnica preliminar para la realización de estudios.
18 • Diagrama Unifilar.
19 • Estudio de ajuste y coordinación de protecciones de los equipos y el área de influencia
20 del Proyecto. El área de influencia definida para el estudio de ajuste y coordinación de
21 protecciones, de este proyecto, deberá ser acordada con el CND.
22 • Lista disponible de señales de SCADA y requerimiento de comunicaciones.
23 • Cronograma de desconexiones y consignaciones.
24 • Cronograma de pruebas.
25 • Protocolo y formatos para la declaración de los parámetros del equipo y sus bahías con
26 información definitiva.
27 • Protocolo de energización.
28 • Inscripción como agente y de la frontera comercial ante el ASIC.
29 • Certificación de cumplimiento de código de conexión otorgado por el propietario del
30 punto de conexión.
31 • Carta de declaración en operación comercial.
32 • Formatos de Información técnica. Los formatos son corrientemente elaborados y
33 actualizados por el CND.

34 **7 ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN**

35
36
37 Según el Código de Operación del Sistema Interconectado Nacional (Resolución CREG
38 025 de 1995 y sus actualizaciones) y otra regulación de la CREG que sea aplicable.

39 **8 INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO**

1 Antes de que termine el contrato de interventoría, el Transmisor debe entregar al Interventor
2 un documento con la información detallada para el planeamiento, según lo requiere el
3 Código de Planeamiento en sus apéndices, para que éste se la entregue a la UPME.

9 INFORMACIÓN ESPECÍFICA

7 Información específica referente a la Convocatoria Pública, recopilada por la UPME, como
8 costos de conexión, datos técnicos y planos, etc, serán suministrados por la UPME en
9 formato digital en lo posible a través de su página WEB junto con los presentes DSI o a
10 solicitud de los Interesados, mediante carta firmada por el Representante Legal o el
11 Representante Autorizado, indicando domicilio, teléfono, fax y correo electrónico. Dicha
12 información deberá ser tomada por los Inversionistas como de referencia; mayores detalles
13 requeridos será su responsabilidad consultarlos e investigarlos.

10 FIGURAS

17 La siguiente es la lista de figuras referenciadas en este documento:

19 Figura 1 - Diagrama Esquemático del Proyecto.

21 Figura 2 - Diagrama Unifilar Subestación La Paz 230 kV.

23 Figura 3 - Diagrama Unifilar Subestación Alcaraván 230 kV.

25 Figura 4 - Diagrama Unifilar Subestación Banadía 230 kV.