

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 06 DE 2018

(UPME 06 – 2018)

**SELECCIÓN DE UN INVERSIONISTA Y UN INTERVENTOR PARA EL DISEÑO,
ADQUISICIÓN DE LOS SUMINISTROS, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO DE LA NUEVA SUBESTACIÓN EL RIO 220 kV Y LINEAS DE
TRANSMISIÓN ASOCIADAS**

Bogotá D. C., juniode 2018

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 El Rio 220 kV.....	9
10	2.1.2 Descripción de Obras en la Subestación Termobarranquilla 220 kV.....	10
11	2.1.3 Descripción de Obras en la Subestación Termoflores 220 kV	11
12	2.2 Puntos de Conexión del Proyecto	12
13	2.2.1 En la Subestación El Rio 220 kV	12
14	2.2.2 En la Subestación Termobarranquilla 220 kV	13
15	2.2.3 En la Subestación Termoflores 220 kV.....	13
16	3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES	14
17	3.1 Parámetros del Sistema	14
18	3.2 Nivel de Corto Circuito	15
19	3.3 Materiales	15
20	3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible	16
21	3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión	16
22	3.6 Pruebas en Fábrica	16
23	4. ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 230 kV	17
24	4.1 General	17
25	4.2 Ruta de las Líneas de Transmisión	19
26	4.3 Longitud Aproximada de las Líneas	20
27	4.4 Especificaciones de diseño y construcción Líneas	20
28	4.4.1 Aislamiento.....	21
29	4.4.2 Conductores de Fase	21
30	4.4.3 Cable(s) de Guarda	22
31	4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas	23
32	4.4.5 Transposiciones de Línea.....	24
33	4.4.6 Estructuras	25
34	4.4.7 Localización de Estructuras	25
35	4.4.8 Sistema Antivibratorio, Amortiguadores y Espaciadores - Amortiguadores..	26
36	4.4.9 Cimentaciones.....	26
37	4.4.10 Canalizaciones, cajas e instalación de cables para tramos de líneas	
38	subterráneas o subfluviales	26
39	4.4.11 Señalización Aérea.....	27
40	4.4.12 Desviadores de vuelo para aves.....	27
41	4.4.13 Obras Complementarias.....	28

1	4.5 Informe Técnico	28
2	5. ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN	29
3	5.1 General	29
4	5.1.1 Predio de las Subestaciones	29
5	5.1.2 Espacios de Reserva	33
6	5.1.3 Conexiones con Equipos Existentes	34
7	5.1.4 Servicios Auxiliares	34
8	5.1.5 Infraestructura y Módulo Común	34
9	5.2 Normas para Fabricación de los Equipos	36
10	5.3 Condiciones Sísmicas de los equipos	37
11	5.4 Procedimiento General del Diseño	37
12	5.4.1 Los documentos de Ingeniería Básica	38
13	5.4.2 Los documentos de la Ingeniería de Detalle	41
14	5.4.3 Estudios del Sistema	45
15	5.4.4 Distancias de Seguridad	46
16	5.5 Equipos de Potencia	47
17	5.5.1 Interruptores	47
18	5.5.2 Descargadores de Sobretensión	47
19	5.5.3 Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra	48
20	5.5.4 Transformadores de Tensión	49
21	5.5.5 Transformadores de Corriente	50
22	5.5.6 Equipo GIS o Híbrido	50
23	5.5.7 Sistema de Puesta A Tierra	51
24	5.5.8 Apantallamiento de la Subestación	52
25	5.6 Equipos de Control y Protección	52
26	5.6.1 Sistemas de Protección	52
27	5.6.2 Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones	53
28	5.6.2.1 Características Generales	55
29	5.6.3 Unidad de medición fasorial sincronizada - medidores multifuncionales	57
30	5.6.4 Controladores de Bahía	58
31	5.6.5 Controlador de los Servicios Auxiliares	59
32	5.6.6 Switches	59
33	5.6.7 Interfaz Nivel 2 - Nivel 1	60
34	5.6.8 Equipos y Sistemas de Nivel 2	60
35	5.6.8.1 Controlador de la Subestación	60
36	5.6.8.2 Registradores de Fallas	61
37	5.6.8.3 Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación	61
38	5.6.9 Requisitos de Telecomunicaciones	62
39	5.7 Obras Civiles	62
40	5.8 Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento	63
41	6. ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO	63

1	7.1 Pruebas y Puesta en Servicio	63
2	7.2 Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio	64
3	8. ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN	65
4	9. INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO	65
5	10. INFORMACIÓN ESPECÍFICA	65
6	11. FIGURAS	65
7		

PREPUBLICACIÓN

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 06 – 2018.

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

1 será obligatorio que los trabajos deban contar con un diseño, efectuado por el profesional
2 o profesionales legalmente competentes para desarrollar esta actividad como se establece
3 en el Artículo 10 del RETIE de la fecha anotada, en general y el numeral 10.2 en particular.
4

5 Como requisito general, de mandatorio cumplimiento, aplicable a todos los aspectos
6 técnicos y/o regulatorios que tengan que ver con el RETIE, con el Código de Redes, con
7 normas técnicas nacionales o internacionales y con resoluciones de la CREG y del
8 Ministerio de Minas y Energía, se establece que, de producirse una revisión o una
9 actualización de cualquiera de los documentos mencionados, antes del inicio de los diseños
10 según cronograma presentado por el Transmisor y aprobado por la UPME, la última de
11 estas revisiones o actualizaciones, en cada uno de los aspectos requeridos, primará sobre
12 cualquier versión anterior de los citados documentos.
13

14 1.2 Definiciones

15
16 Las expresiones que figuren con letra mayúscula inicial tendrán el significado establecido
17 en el Numeral 1.1 de los Documentos de Selección del Inversionista - DSI.
18

20 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

21
22 Consiste en el diseño, adquisición de los suministros, construcción, pruebas, puesta en
23 servicio, operación y mantenimiento de las obras asociadas al Proyecto nueva subestación
24 El Rio 220 kV y líneas de transmisión asociadas, definido en el “Plan de Expansión de
25 Referencia Generación – Transmisión 2015-2029”, adoptado mediante Resolución del
26 Ministerio de Minas y Energía 40095 de febrero 1 de 2016, el cual comprende:

- 27 i. Nueva subestación El Rio 220 kV en configuración interruptor y medio, con dos (2)
28 bahías de línea y dos (2) bahías de transformación con sus respectivos cortes
29 centrales para conformar dos diámetros completos a 220 kV, a ubicarse en
30 inmediaciones de la existente subestación El Rio 110 kV en jurisdicción del
31 municipio de Barranquilla, departamento de Atlántico. Ver nota 1.
- 32 ii. Una línea en circuito sencillo a 220 kV, con un longitud aproximada de 7 km, desde
33 la Subestación El Rio 220 kV hasta la actual Subestación Termobarranquilla 220 kV.
34 Ver nota 11.
- 35 iii. Una línea en circuito sencillo a 220 kV, con un longitud aproximada de 9 km, desde
36 la nueva Subestación El Rio 220 kV hasta la actual subestación Termoflores 220 kV.
37 Ver nota 11.

- 1 iv. Una (1) bahía de línea 220 kV en configuración interruptor y medio en la Subestación
2 Termobarranquilla 230 kV.
- 3 v. Una (1) bahía de línea 220 kV en configuración doble barra más seccionador de
4 transferencia en la Subestación Termoflores 220 kV.
- 5 vi. Extensión del barraje (en caso de ser necesario) a 220 kV de la existente
6 subestación Termoflores, para la instalación de la bahía de línea a 220 kV referida
7 en el ítem v del presente numeral 2, junto con todos los elementos, equipos obras y
8 adecuaciones mecánicas, civiles, eléctricas, corte y/o protección, control, medición
9 y demás necesarios, para su correcto funcionamiento.
- 10 vii. Para la conexión de la bahía de línea en la subestación Termobarranquilla 220 kV,
11 se deberá utilizar el corte disponible en el diámetro 5 (D5), donde compartirá el D5
12 con la bahía de línea Sabanalarga (LN-801) .
- 13 viii. Incluye todos los elementos y adecuaciones tanto eléctricas como físicas necesarias
14 para cumplir con el objeto de la presente Convocatoria durante la construcción,
15 operación y mantenimiento de las obras, garantizando siempre su compatibilidad
16 con la infraestructura existente. Estas acciones incluyen sistemas de control,
17 protecciones, comunicaciones e infraestructura asociada, etc, sin limitarse a estos.
- 18 ix. Los espacios de reserva establecidos en el numeral 5.1.2 del presente documento.
19 Ver nota 10.

20
21 **NOTAS:** Las siguientes notas tienen carácter vinculante frente al alcance de la presente
22 Convocatoria Pública UPME 06-2018:

- 23
- 24 1. Los dos (2) bancos de transformadores 220/110 kV – 3X50 MVA, que se conectarán
25 en la nueva Subestación El Rio 220 kV y sus respectivas bahías en el lado de baja
26 tensión (110 kV), no hacen parte del objeto de la presente Convocatoria Pública, por
27 tratarse de activos del STR. La frontera entre el Inversionista de la presente
28 Convocatoria y el Inversionista del STR en la Subestación El Rio, será en los bornes
29 de alta de los transformadores.
30
- 31 2. Los Diagramas unifilares de las Subestaciones a intervenir por motivo de la presente
32 Convocatoria Pública, hacen parte del Anexo 1. El Inversionista seleccionado,
33 buscando una disposición con alto nivel de confiabilidad, podrá modificar la
34 disposición de las bahías en los diagramas unifilares, previa revisión y concepto del
35 Interventor, y aprobación por parte de la UPME. Si la propuesta de modificación
36 presentada involucra o afecta a terceros como otros usuarios o al propietario de la

- 1 Subestación (existente o ampliación), deberán establecerse acuerdos previos a la
2 solicitud.
3
- 4 3. En configuración interruptor y medio, cuando una bahía, objeto de la presente
5 Convocatoria Pública, quede en un diámetro incompleto, el cual pueda utilizarse
6 para una ampliación futura, el Transmisor deberá hacerse cargo del enlace entre el
7 corte central y el otro barraje, de tal manera que dicho enlace pueda ser removido
8 fácilmente en caso de instalación de nuevos equipos.
9
- 10 4. Corresponde a los involucrados en las Subestaciones objeto de la presente
11 Convocatoria Pública, llegar a acuerdos para la ubicación y/o disposición física de
12 los equipos en la subestación (el inversionista seleccionado de la presente
13 Convocatoria, TRANSELCA S.A. E.S.P., TEBSA S.A. E.S.P., CELCIA S.A. E.S.P. y
14 cualquier otro agente responsable de infraestructura en las subestaciones). En
15 cualquier caso, se debe garantizar una disposición de alto nivel de confiabilidad.
16
- 17 5. Todos los equipos o elementos a instalar, por motivo de la presente Convocatoria
18 Pública UPME, deberán ser completamente nuevos y de última tecnología.
19
- 20 6. Están a cargo del Inversionista seleccionado, todos los elementos necesarios para
21 la construcción, operación y mantenimiento de las obras, como por ejemplo
22 sistemas de control, protecciones, comunicaciones e infraestructura asociada, sin
23 limitarse a estos, y debe garantizar su compatibilidad con la infraestructura
24 existente. En general, el Adjudicatario se debe hacer cargo de las adecuaciones
25 necesarias para cumplir con el alcance del presente proyecto.
26
- 27 7. En la página WEB de la presente Convocatoria Pública, se encuentra disponible la
28 información técnica y costos de conexión remitidos por XXXX. La información
29 específica relacionada con estos comunicados (anexos) pueden ser solicitadas en
30 oficinas de la UPME en los términos señalados en el numeral 9 del presente Anexo
31 1, sin detrimento a lo anterior, el Inversionista podrá consultar a los propietarios de
32 la infraestructura de manera directa. La información suministrada por la UPME no
33 representa ninguna limitante y deberá ser evaluada por el Inversionista para lo de
34 su interés, en concordancia con los numerales 5.5, Independencia del Proponente,
35 y 5.6, Responsabilidad, de los DSI de la presente Convocatoria Pública.
36
- 37 8. Considerando que el Inversionista se hace cargo de las bahías de transformación
38 del lado de alta, esto incluye el suministro, construcción, pruebas, puesta en
39 servicio, operación y mantenimiento del cable de potencia (conductor de fase para
40 la conexión entre las bahías de transformación y los bornes de alta de los
41 transformadores del STR), junto con las obras civiles y elementos necesarios

1 asociados a los cables de potencia (estructuras de apoyo, aisladores, soportes,
2 canalizaciones, protecciones y demás elementos de requerirse). Lo anterior aplica
3 hasta los 200 metros de conductor por fase, sin importar la distancia entre la salida
4 de las bahías de transformación y los bornes de alta de los transformadores del
5 STR.

6
7 9. La ubicación de la nueva subestación El Rio 220 kV deberá cumplir con lo señalado
8 en el numeral 5.1.1 del presente anexo.

9
10 10. Se debe garantizar que los espacios de reserva (no utilizados por el presente
11 Proyecto) en las Subestaciones del STN y/o del STR no se verán afectados o
12 limitados para su utilización, por infraestructura (equipos, línea, edificaciones, etc.)
13 desarrollada en el marco de la presente Convocatoria Pública..

14
15 11. Para las líneas objeto de la presente Convocatoria, el Adjudicatario deberá evitar
16 cruces aéreos con otras líneas existentes y será el responsable de implementar las
17 soluciones correspondientes. Sin embargo, podrá realizar cruces aéreos de líneas,
18 previa presentación de las medidas que mitiguen el riesgo de afectación de la
19 infraestructura existente ante fallas de la infraestructura que se construirá mediante
20 la presente Convocatoria, revisión y concepto del Interventor, y aprobación por parte
21 de la UPME. Si la propuesta involucra o afecta a terceros como propietarios de
22 infraestructura, deberán establecerse acuerdos previos a la solicitud.

23 24 **2.1 Descripción de obras en las subestaciones**

25 26 **2.1.1 Descripción de Obras en la Subestación El Rio 220 kV**

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

31
32 La nueva Subestación El Rio 220 kV deberá ser construida en configuración interruptor y
33 medio, y los equipos a instalar podrán ser convencionales o GIS (tomado de la primera letra
34 del nombre en inglés “Gas Insulated Substations” Subestaciones aisladas en gas SF6) o
35 una solución híbrida, de tipo exterior o interior según sea el caso, cumpliendo con la
36 normatividad técnica aplicable y todos los demás requisitos establecidos en los DSI.

37
38 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad de las nuevas bahías de líneas, en
39 funcionalidad y en aspectos de potencia, comunicaciones, control y protecciones con
40 infraestructura en la nueva subestación El Rio 220 kV y en las subestaciones
41 Termobarranquilla 220 kV y Termoflores 220 kV.

1
2 El diagrama unifilar de la nueva Subestación El Rio 220 kV se muestra en la Figura 2.

3
4 Los equipos o elementos a instalar en la Subestación El Rio 220 kV deberán ser
5 completamente nuevos y de última tecnología.

6
7 El Inversionista deberá implementar redundancia en los canales de comunicación utilizando
8 diferentes medios o tecnologías para el envío y la recepción de señales entre los extremos
9 de la línea de transmisión Termoflores – El Rio 220 kV y El Rio – Termobarranquilla 220
10 kV. El Inversionista seleccionado deberá verificar que con los equipos a instalar en las
11 subestaciones, se eviten puntos comunes de fallas. Lo anterior con el fin de incrementar la
12 fiabilidad de los esquemas de teleprotección de la línea de transmisión Termoflores – El Rio
13 220 kV y El Rio – Termobarranquilla 220 kV, ante mantenimientos o contingencias sobre
14 uno de los sistemas de comunicación.

15 16 **2.1.2 Descripción de Obras en la Subestación Termobarranquilla 220 kV**

17
18 El Inversionista que resulte adjudicatario de la presente Convocatoria Pública deberá
19 completar el diámetro cinco (D5) con los equipos necesarios para la bahía de línea
20 relacionada en el numeral 2 del presente Anexo. Además, deberá hacerse cargo del diseño,
21 la construcción, la operación y el mantenimiento de las obras descritas en el numeral 2.

22
23 La bahía de línea deberá mantener la configuración de la existente subestación
24 Termobarranquilla 220 kV. Los equipos a instalar podrán ser convencionales o GIS (tomado
25 de la primera letra del nombre en inglés “Gas Insulated Substations” Subestaciones
26 aisladas en gas SF6) o una solución híbrida, de tipo exterior o interior según el caso,
27 cumpliendo con la normatividad técnica aplicable y todos los demás requisitos establecidos
28 en los DSI.

29
30 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad de la nueva bahía, en funcionalidad y
31 en aspectos de potencia, comunicaciones, control y protecciones con la infraestructura en
32 la subestación Termobarranquilla 220 kV y en la subestación El Rio 220 kV.

33
34 El diagrama unifilar de la subestación Termobarranquilla 220 kV se muestra en la Figura 3.

35
36 Los equipos o elementos a instalar en la Subestación Termobarranquilla 220 kV deberán
37 ser completamente nuevos y de última tecnología.

38
39 El Inversionista deberá implementar redundancia en los canales de comunicación utilizando
40 diferentes medios o tecnologías para el envío y la recepción de señales entre los extremos
41 de la línea de transmisión Termobarranquilla – El Rio 220 kV. El Inversionista seleccionado

1 deberá verificar que con los equipos a instalar en las subestaciones, se eviten puntos
2 comunes de fallas. Lo anterior con el fin de incrementar la fiabilidad de los esquemas de
3 teleprotección de la línea de transmisión Termobarranquilla – El Rio 220 kV, ante
4 mantenimientos o contingencias sobre uno de los sistemas de comunicación.

7 **2.1.3 Descripción de Obras en la Subestación Termoflores 220 kV**

8
9 El Inversionista seleccionado deberá hacerse cargo de la selección y adquisición del lote
10 (en caso de ser necesario), el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de
11 las obras descritas en el numeral 2.

12
13 La bahía de línea deberá mantener la configuración de la existente subestación Termoflores
14 220 kV. Los equipos a instalar podrán ser convencionales o GIS (tomado de la primera letra
15 del nombre en inglés “Gas Insulated Substations” Subestaciones aisladas en gas SF6) o
16 una solución híbrida, de tipo exterior o interior según el caso, cumpliendo con la
17 normatividad técnica aplicable y todos los demás requisitos establecidos en los DSI.

18
19 El Inversionista seleccionado, resultante de la presente Convocatoria Pública, deberá
20 hacerse cargo de la extensión de barrajes (de ser necesario) para la conexión de la nueva
21 bahía de línea a 220 kV objeto de la presente Convocatoria Pública, junto con los equipos
22 de protección y adecuaciones físicas y eléctricas necesarias. Toda la infraestructura
23 utilizada para ampliar el barraje, deberá tener una capacidad de corriente, y demás
24 características técnicas, igual o superior al barraje existente donde se conecta.

25
26 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad de la nueva bahía, en funcionalidad y
27 en aspectos de potencia, comunicaciones, control y protecciones con la infraestructura
28 nueva y la existente.

29
30 El diagrama unifilar de la subestación Termoflores 220 kV se muestra en la Figura 4.

31
32 Los equipos o elementos a instalar en la Subestación Termoflores 220 kV deberán ser
33 completamente nuevos y de última tecnología.

34
35 El Inversionista deberá implementar redundancia en los canales de comunicación utilizando
36 diferentes medios o tecnologías para el envío y la recepción de señales entre los extremos
37 de la línea de transmisión El Rio – Termoflores 220 kV. El Inversionista seleccionado deberá
38 verificar que con los equipos a instalar en las subestaciones, se eviten puntos comunes de
39 fallas. Lo anterior con el fin de incrementar la fiabilidad de los esquemas de teleprotección
40 de la línea de transmisión El Rio – Termoflores 220 kV, ante mantenimientos o
41 contingencias sobre uno de los sistemas de comunicación.

1
2 **2.2 Puntos de Conexión del Proyecto**
3

4 El Inversionista seleccionado, además de adquirir el predio y/o los espacios para la
5 construcción de las obras objeto de la presente Convocatoria Pública, independiente de la
6 modalidad (compra o arrendamiento, etc), deberá tener en cuenta lo definido en el Código
7 de Conexión (Resolución CREG 025 de 1995 y sus modificaciones) y las siguientes
8 consideraciones en cada uno de los puntos de conexión, para los cuales se debe establecer
9 un contrato de conexión con el responsable y/o propietario de los activos relacionados.

10
11 Cuando el Transmisor considere la necesidad de hacer modificaciones a la infraestructura
12 existente (independientemente del nivel tensión), deberá informar al Interventor y acordar
13 estas modificaciones en el contrato de conexión con el responsable y/o propietario de los
14 activos relacionados. Estas modificaciones estarán a cargo del Transmisor.

15
16 **2.2.1 En la Subestación El Rio 220 kV**
17

18 El propietario de la Subestación El Rio 220 kV será el Transmisor resultante de la presente
19 Convocatoria Pública.

20
21 La frontera entre el Transmisor y el STR será en los bornes de alta de los transformadores.
22

23 El contrato de conexión entre el Transmisor resultante de la presente Convocatoria Pública
24 UPME 06-2018 y el Transmisor del STR 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 necesarios para la conexión de los
29 transformadores del STR. Este contrato de conexión deberá estar firmado por las partes,
30 dentro de los **cuatro (4) meses** siguientes a la expedición de la Resolución CREG que
31 oficialice los Ingresos Anuales Esperados del Transmisor Regional adjudicatario de la
32 Convocatoria Pública del STR, **al menos en sus condiciones básicas** (objeto del contrato,
33 terreno en el cual se realizarán las obras, espacios, ubicación y condiciones para acceder,
34 entrega de datos sobre equipos y demás información requerida para diseños, obligaciones
35 de las partes para la construcción, punto de conexión, duración del contrato, etc), lo cual
36 deberá ser puesto en conocimiento del Interventor. No obstante las partes en caso de
37 requerirse, podrán solicitar a la UPME, con la debida justificación, la modificación de la
38 fecha de firma del contrato de conexión. Esta solicitud deberá estar firmada por los
39 representantes legales de los agentes involucrados.
40
41

1 **2.2.2 En la Subestación Termobarranquilla 220 kV**

2
3 El agente responsable de la existente subestación Termobarranquilla 220 kV es
4 TRANSELCA S.A. E.S.P.

5
6 El punto de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública en la Subestación
7 Termobarranquilla, es el barraje a 232 kV.

8
9 El contrato de conexión entre el Transmisor resultante de la presente Convocatoria Pública
10 UPME 06-2018 y TRANSELCA S.A. E.S.P. deberá incluir, entre otros aspectos y según
11 corresponda, lo relacionado con las condiciones para acceder al uso del terreno para la
12 ubicación de la infraestructura a instalar, el espacio para la ubicación de los tableros de
13 control y protecciones de los módulos, el enlace al sistema de control del CND, suministro
14 de servicios auxiliares de AC y DC; y demás acuerdos. Este contrato de conexión deberá
15 estar firmado por las partes, dentro de los **cuatro (4)** meses siguientes a la expedición de
16 la Resolución CREG que oficialice los Ingresos Anuales Esperados del Transmisor
17 adjudicatario de la presente Convocatoria Pública, **al menos en sus condiciones básicas**
18 (objeto del contrato, terreno en el cual se realizarán las obras, espacios, ubicación y
19 condiciones para acceder, entrega de datos sobre equipos existentes y demás información
20 requerida para diseños, obligaciones de las partes para la construcción, punto de conexión,
21 duración del contrato, etc), lo cual deberá ser puesto en conocimiento del Interventor. No
22 obstante las partes en caso de requerirse, podrán solicitar a la UPME, con la debida
23 justificación, la modificación de la fecha de firma del contrato de conexión. Esta solicitud
24 deberá estar firmada por los representantes legales de los agentes involucrados.

25
26
27 **2.2.3 En la Subestación Termoflores 220 kV**

28
29 El agente responsable de la existente subestación Termoflores 220 kV es TRANSELCA
30 S.A. E.S.P.

31
32 El punto de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública en la Subestación
33 Termoflores, es el barraje a 220 kV.

34
35 Los contratos de conexión según corresponda deberán incluir, lo relacionado con las
36 condiciones para acceder al uso del terreno para la ubicación de la infraestructura a instalar,
37 del espacio para las previsiones futuras y para la ubicación de los tableros de control y
38 protecciones de los módulos, el enlace al sistema de control del CND, suministro de
39 servicios auxiliares de AC y DC; y demás acuerdos. Este contrato de conexión deberá estar
40 firmado por las partes, dentro de los **cuatro (4)** meses siguientes a la expedición de la
41 Resolución CREG que oficialice los Ingresos Anuales Esperados del Transmisor

1 adjudicatario de la presente Convocatoria Pública, **al menos en sus condiciones básicas**
2 (objeto del contrato, terreno en el cual se realizarán las obras, espacios, ubicación y
3 condiciones para acceder, entrega de datos sobre equipos existentes y demás información
4 requerida para diseños, obligaciones de las partes para la construcción, punto de conexión,
5 duración del contrato, etc), lo cual deberá ser puesto en conocimiento del Interventor. No
6 obstante las partes en caso de requerirse, podrán solicitar a la UPME, con la debida
7 justificación, la modificación de la fecha de firma del contrato de conexión. Esta solicitud
8 deberá estar firmada por los representantes legales de los agentes involucrados.

3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

13 El Interventor informará de manera independiente a la UPME, el cumplimiento de las
14 especificaciones técnicas consignadas en el presente Anexo. El uso de normas y
15 procedimientos aquí descritos podrá ser modificado en cualquier momento, hasta la fecha
16 de realización de los diseños o de realización de la obra según el caso, sin detrimento del
17 cumplimiento de la regulación y las normas técnicas de obligatorio cumplimiento,
18 asegurando en cualquier caso que los requisitos y calidades técnicas se mantengan, para
19 lo cual deberá previamente comunicarlo y soportarlo al Interventor.

21 Las Especificaciones contenidas en este Anexo, se complementan con la información de
22 las subestaciones existentes que se incluyen en los documentos de esta Convocatoria
23 Pública.

3.1 Parámetros del Sistema

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

Generales:

32 Tensión nominal	220 kV
33 Frecuencia asignada	60 Hz
34 Puesta a tierra	Sólida
35 Numero de fases	3

Subestaciones 220 kV:

38 Servicios auxiliares AC	120/208V, tres fases, cuatro hilos.
39 Servicios Auxiliares DC	125V
40 Tipo de la Subestación	Convencional o GIS o un híbrido.

1 **Línea de transmisión 220 kV:**

2 Tipo de línea y estructuras:

Aérea con torres auto-soportadas y/o postes y/o estructuras compactas y/o subterráneas y/o subfluviales.

5 Estructuras de soporte:

Para circuito sencillo.

6 Circuitos por torre o canalización:

Según diseño. Se podrán compartir estructuras de soporte con infraestructura existente

8 Conductores de fase:

Ver numeral 4.4.2 del presente Anexo.

9 Cables de guarda:

Ver numeral 4.4.3 del presente Anexo.

11 Las líneas de transmisión podrán ser totalmente aéreas o parcialmente aéreas, subterránea o subfluvial. Las longitudes reales de las líneas de transmisión de 220 kV, serán en función del diseño y estudios pertinentes que realice el Inversionista.

17 **3.2 Nivel de Corto Circuito**

18 El Transmisor deberá realizar los estudios pertinentes, de tal manera que se garantice que el nivel de corto 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 220 kV. La duración asignada al corto circuito no podrá ser inferior a los tiempos máximos provistos para interrupción de las fallas y los indicados en las normas IEC aplicables. Copia del estudio deberá ser entregada al Interventor para su conocimiento y análisis.

28 **3.3 Materiales**

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

3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible

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

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

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

3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión

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

La celebración de los Contratos de Conexión deberá dar prioridad a todos los acuerdos técnicos, administrativos, comerciales y operativos de tal forma que no existan imprecisiones en este aspecto antes de la fabricación de los equipos y materiales del Proyecto. La fecha para haber llegado a estos acuerdos técnicos se deberá reflejar como Hito en el cronograma de la Convocatoria, lo cual será objeto de verificación por parte del Interventor.

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

3.6 Pruebas en Fábrica

Una vez el Inversionista haya seleccionado los equipos a utilizar deberá entregar al Interventor, copia de los reportes de las pruebas que satisfagan las normas aceptadas en

1 el Código de Conexión, para interruptores, seccionadores, transformadores de corriente y
2 potencial, entre otros. En caso de que los reportes de las pruebas no satisfagan las normas
3 aceptadas, el Interventor podrá solicitar la repetición de las pruebas a costo del
4 Inversionista.

5
6 Durante la etapa de fabricación de todos los equipos y materiales de líneas y subestación,
7 estos deberán ser sometidos a todas las pruebas de rutina y aceptación que satisfagan lo
8 estipulado en la norma para cada equipo en particular. Los reportes de prueba de
9 aceptación deberán ser avalados por personal idóneo en el laboratorio de la fábrica.

10 4. ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 230 kV

11 4.1 General

12
13 En la siguiente tabla se presentan las especificaciones técnicas mínimas para la nueva línea
14 de 230 kV que el Inversionista deberá revisar y ajustar una vez haya hecho el análisis
15 comparativo de las normas:
16
17
18

Línea de 230 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
1	Tensión nominal trifásica	Numeral 3.1	kV	220
2	Frecuencia nominal	Numeral 3.1	Hz	60
3	Tipo de línea	Numeral 3.1	-	Aérea/ Subterránea/subfluvial
4	Longitud aproximada	Numeral 4.3	km	9 km la línea Termoflores – El Río
				7 km la línea El Río - Termoflores
5	Altura (estimada) sobre el nivel del mar	Numeral 4.3	msnm	De 4 a 25 la línea Termoflores – El Río y
				De 3 a 19 la línea El Río - Tebsa
6	Número de circuitos por torre o canalización	Numeral 3.1	-	-
7	Conductores de fase	Numeral 4.4.2	-	-

Línea de 230 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
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	Según Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
12	Ancho de servidumbre	Según Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
13	Máximo campo eléctrico e interferencia	Según Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
14	Contaminación	Debe verificar la presencia en el aire de partículas que pueda 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 aislamiento	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
21	Valor resistencia de puesta a tierra	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
22	Sistema de puesta a tierra	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-

Línea de 230 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
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 y entre las líneas objeto de la presente Convocatoria y otras en ejecución o existentes. Para ello, se debe realizar un análisis y someterlo a consideración de la Interventoría y de la UPME.

4.2 Ruta de las Líneas de Transmisión

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

A modo informativo, el Inversionista podrá consultar los Documentos **“ANÁLISIS ÁREA DE ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO DE LA NUEVA**

1 **SUBESTACIÓN EL RIO 220 kV Y LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS,**
2 **OBJETO DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 06-2018 DEL PLAN DE EXPANSIÓN**
3 **2015-2029”,** los cuales suministran información de referencia. El objeto de estos
4 documentos es identificar de manera preliminar las posibilidades y condicionantes físicos,
5 ambientales y sociales, constituyéndose en documentos ilustrativos para los diferentes
6 Interesados, sin pretender determinar o definir rutas. Es responsabilidad del Inversionista
7 en asumir en su integridad los riesgos inherentes a la ejecución del Proyecto, para ello
8 deberá validar la información, realizar sus propios estudios y consultas ante las Autoridades
9 competentes, entre otras.

10
11 En general, los Proponentes basarán sus Propuestas en sus propios estudios,
12 investigaciones, exámenes, inspecciones, visitas, entrevistas y otros.

13 14 **4.3 Longitud Aproximada de las Líneas**

15
16 La longitud anunciada en este documento es de referencia y está basada en estimativos
17 preliminares. Por tanto, los cálculos y valoraciones que realice el inversionista para efectos
18 de su propuesta económica deberán estar fundamentados en sus propias evaluaciones,
19 análisis y consideraciones.

<i>Circuito</i>	<i>Tensión</i>	<i>Longitud Aproximada</i>
TERMOFLORES – EL RIO 220 kV	220 kV	9 km
EL RIO – TERMOBARRANQUILLA 220 kV		7 km

20
21
22 A manera de información, la altura sobre el nivel del mar (asociada a estimativos
23 preliminares) está comprendida entre los 3m y 19 m para la línea Termoflores – El Rio 220
24 kV y entre 4 y 25 m para la línea EL Rio – Termobarranquilla 220 kV. Sin embargo, tanto la
25 longitud real como la altura sobre el nivel del mar real, serán función del trazado, diseño y
26 estudios pertinentes que realiza el Inversionista seleccionado.

27 28 **4.4 Especificaciones de diseño y construcción Líneas**

29
30 Las especificaciones de diseño y construcción que se deben cumplir para la ejecución del
31 Proyecto son las establecidas en el presente Anexo No. 1, los Documentos de Selección
32 del Inversionista – DSI, en el Código de Redes (Resolución CREG 025 de 1995 y
33 actualizaciones, en especial CREG 098 de 2000) y en el RETIE (Resolución MME 90708
34 de 30 de agosto de 2013, y actualizaciones, correcciones y/o modificaciones posteriores
35 previas al diseño y construcción de la línea).

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

3 4 **4.4.1 Aislamiento**

5
6 El Inversionista deberá verificar, en primer lugar, las condiciones meteorológicas y de
7 contaminación de la zona en la que se construirán las líneas, la nueva subestación y/o las
8 obras en las subestaciones existentes y, con base en ello, hacer el diseño del aislamiento
9 de las líneas, los equipos de las subestaciones, y la coordinación de aislamiento, teniendo
10 en cuenta las máximas sobretensiones que puedan presentarse en las líneas por las
11 descargas atmosféricas, por maniobras propias de la operación, en particular el cierre y
12 apertura de las líneas en vacío, despeje de fallas con extremos desconectados del sistema,
13 considerando que en estado estacionario las tensiones en las barras no deben ser inferiores
14 al 90% ni superiores al 110% del valor nominal y que los elementos del sistema deben
15 soportar las tensiones de recuperación y sus tasas de crecimiento.

16
17 De acuerdo con la Resolución CREG 098 de 2000 se considera como parámetro de diseño
18 un límite máximo de tres (3) salidas por cada 100 km de línea / año ante descargas
19 eléctricas atmosféricas, una (1) falla por cada 100 operaciones de maniobra de la línea y
20 servicio continuo permanente ante sobre-tensiones de frecuencia industrial.

21
22 Para el caso de tramos de líneas aéreas-subterráneas en todos los sitios de transición
23 deberán preverse los descargadores de sobretensión que protejan el cable ante la
24 ocurrencia de sobretensiones por descargas atmosféricas, fallas, desconexiones o
25 maniobras. El aislamiento de los cables deberá garantizar la operación de continua de la
26 línea ante sobretensiones de frecuencia de 60 Hz.

27 28 **4.4.2 Conductores de Fase**

29
30 Las siguientes condiciones y/o límites estarán determinadas por las características propias
31 de la ruta y el lugar donde el Proyecto operará, por tanto será responsabilidad del
32 Inversionista su verificación. El Interventor verificará e informará a la UPME si el diseño
33 realizado por el Inversionista cumple con las normas técnicas aplicables y con los valores
34 límites establecidos.

35
36 Las características de los conductores de fase deberán cumplir con las siguientes
37 exigencias técnicas:

- 38
39 • Capacidad normal de operación del circuito no inferior a 1000 Amperios a
40 temperatura ambiente máxima promedio.

- 1 • Máxima resistencia DC a 20°C por conductor de fase igual o inferior a 0,0630
2 ohmios/km.

3
4 En caso de conductores en haz o múltiples por fase, la resistencia DC a 20°C por conductor
5 de fase corresponderá a la resistencia en paralelo de los sub-conductores de cada fase y
6 la capacidad de corriente corresponderá a la capacidad en paralelo de los sub-conductores
7 de cada fase. Lo anterior utilizando las normas o cálculos aplicables y según las
8 características de la línea (p. eje, aérea o subterránea).

9
10 El Inversionista deberá garantizar los valores de capacidad de corriente y resistencia, tanto
11 en los tramos aéreos como en los subterráneos según sea el caso.

12
13 En cualquier condición, la tensión longitudinal máxima en el conductor, no deberá exceder
14 el 50% de su correspondiente tensión de rotura.

15
16 El conductor seleccionado deberá cumplir con las exigencias de radio interferencia
17 establecidas en la normatividad aplicable.

18
19 De acuerdo con lo establecido en el numeral 14.3 del Artículo 14 del RETIE, los valores
20 máximos permitidos para Intensidad de Campo Eléctrico y Densidad de Flujo Magnético
21 son los indicados en la Tabla 14.1 del RETIE, donde el público o una persona en particular
22 pueden estar expuestos durante varias horas.

23
24 De presentarse características en el ambiente para esta nueva líneas, que tuvieren efecto
25 corrosivo, los conductores aéreos deberán ser de tipo AAC, ACAR o AAAC, con hilos de
26 aleación ASTM 6201-T81 y cumplir con los valores de capacidad de transporte mínima,
27 resistencia óhmica máxima y ruido audible especificados o establecidas en la normatividad
28 aplicable. Para líneas subterráneas el conductor podrá ser en cobre o aluminio con
29 aislamiento XLPE y con capacidad adecuada para resistir las corrientes de corto circuito
30 previsible para la Línea durante el tiempo de operación de los interruptores. En caso de
31 que el Inversionista requiera cables de fibra óptica estas podrán ser incorporadas al cable
32 o incluidas en la canalización. El Inversionista deberá informar a la Interventoría su decisión
33 sobre el tipo de conductor, sustentándola técnicamente.

34 35 **4.4.3 Cable(s) de Guarda**

36
37 El cumplimiento de las siguientes condiciones será responsabilidad del Inversionista y
38 aplican solo para cables de guarda de los circuitos que se instalarán en el desarrollo de la
39 presente Convocatoria Pública.

40

1 Se requiere que todos los tramos de línea tengan uno o dos cables de guarda
2 (convencionales u OPGW). Al menos uno de los cables de guarda deberá ser OPGW.

3
4 De presentarse características en el ambiente con efecto corrosivo, los cables de guarda
5 no deberán contener hilos en acero galvanizado y deberán ser del tipo Alumoclad o de otro
6 material resistente a la corrosión, que cumpla con las especificaciones técnicas y los
7 propósitos de un cable de guarda convencional u OPGW desde el punto de vista de su
8 comportamiento frente a descargas atmosféricas. El o los cables de guarda a instalar
9 deberán soportar el impacto directo de las descargas eléctricas atmosféricas que puedan
10 incidir sobre la línea, garantizando el criterio de comportamiento indicado en el diseño del
11 aislamiento. El incremento de temperatura del cable o cables de guarda a ser instalados
12 deberán soportar las corrientes de corto circuito monofásico de la línea que circulen por
13 ellos.

14
15 En cualquier condición, la tensión longitudinal máxima en el conductor o cable de guarda,
16 no deberá exceder el 50% de su correspondiente tensión de rotura.

17
18 El Interventor verificará para la UPME, que el diseño realizado por el Transmisor cumpla
19 con las normas técnicas aplicables.

20
21 En el evento de que el Inversionista decida usar alguna o todas las Líneas objeto de la
22 presente Convocatoria Pública UPME, para la transmisión de comunicaciones por fibra
23 óptica, será de su responsabilidad seleccionar los parámetros y características técnicas del
24 cable de guarda o de los cables de fibra óptica asociados con cables enterrados o
25 submarinos e informar de ellos al Interventor.

26 27 **4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas**

28
29 El sistema de puesta a tierra se diseñará de acuerdo con las condiciones específicas del
30 sitio de cada una de las estructuras, buscando ante todo preservar la seguridad de las
31 personas, considerando además el comportamiento del aislamiento ante descargas
32 atmosféricas. Dado el nivel de contaminación salina, la selección del material del cable para
33 la puesta a tierra de las estructuras deberá tener en consideración el PH del terreno y el
34 contenido de sulfatos del suelo. Los estudios de suelos, a cargo del Transmisor, deberán
35 obtener estos parámetros del análisis de laboratorio que se hagan a las muestras que se
36 tomen.

37
38 Con base en la resistividad del terreno y la componente de la corriente de corto circuito que
39 fluye a tierra a través de las estructuras, se deben calcular los valores de puesta a tierra tal
40 que se garanticen las tensiones de paso de acuerdo con la recomendación IEEE 80 y con
41 lo establecido en el RETIE en su última revisión. La medición de las tensiones de paso y

1 contacto para efectos de la comprobación antes de la puesta en servicio de la línea, deberán
2 hacerse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 15 del RETIE y específicamente con lo
3 establecido en el numeral 15.5.3., o el numeral aplicable si la norma ha sido objeto de
4 actualización.

5
6 El Transmisor debe determinar en su diseño, los materiales que utilizará en la ejecución de
7 las puestas a tierra de las estructuras de la línea teniendo en cuenta la vida útil, la frecuencia
8 de las inspecciones y mantenimientos, la posibilidad del robo de los elementos de cobre,
9 así como la corrosividad de los suelos del sitio de cada torre. No obstante, en cualquier
10 caso deberá cumplirse con lo estipulado en el RETIE, en particular con el numeral 15.3
11 “MATERIALES DE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA” o el numeral aplicable si la
12 norma ha sido objeto de actualización.

13
14 Los conectores a utilizar deberán contar con certificado de producto donde debe ser claro
15 si son adecuados para enterramiento directo.

16
17 Para los cables subterráneos o subfluviales se deberá instalar un sistema de puesta a tierra
18 de las pantallas metálicas que garanticen el adecuado funcionamiento de los cables y los
19 voltajes de paso en la superficie de los terrenos aledaños.

20 21 4.4.5 Transposiciones de Línea

22
23 El Inversionista deberá analizar la necesidad de implementar transposiciones de línea para
24 garantizar los niveles máximos de desbalance exigidos por la normatividad aplicable para
25 ello, considerando incluso la posibilidad de implementar ajustes o modificaciones sobre la
26 infraestructura actual o reubicaciones necesarias para el cumplimiento de tal propósito.

27
28 El Transmisor deberá calcular los desbalances en las fases con la suficiente anticipación al
29 inicio de las obras y asegurar que cumplan con la norma técnica aplicable para ello, *IEC*
30 *1000-3-6 o equivalente*, lo cual deberá soportar y poner en consideración del Interventor.
31 Así mismo, el Transmisor deberá hacerse cargo de todos los costos asociados. En general,
32 la implementación física de la solución hace parte del presente Proyecto.

33
34 En caso de requerirse, las transposiciones se podrán localizar a un sexto (1/6), a tres sextos
35 (3/6) y a cinco sextos (5/6) de la longitud total de la línea correspondiente.

36
37 El Transmisor se obliga a realizar el estudio correspondiente **antes del inicio de**
38 **construcción de las obras** y, a más tardar en ese momento, ponerlo a consideración de
39 la Interventoría, terceros involucrados, el CND y si es del caso al CNO. Este documento
40 hará parte de las memorias del proyecto.

41

4.4.6 Estructuras

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

Las estructuras de apoyo para las líneas aéreas y las de transiciones deberán ser auto-soportadas, solo en condiciones de diseño podrán utilizar ayudas, y en general, no deberán requerir para su montaje el uso de grúas autopropulsadas ni de helicópteros. El Inversionista podrá hacer uso de estos recursos para su montaje pero, se requiere que estas estructuras puedan ser montadas sin el concurso de este tipo de recursos.

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

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

4.4.7 Localización de Estructuras

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

1 **4.4.8 Sistema Antivibratorio, Amortiguadores y Espaciadores -**
2 **Amortiguadores**

3
4 El Interventor informará a la UPME los resultados del estudio del sistema de protección anti-
5 vibratoria del conductor de fase y del cable de guarda. Los espaciadores - amortiguadores
6 deben ser adecuados para amortiguar efectivamente la vibración eólica en un rango de
7 frecuencias de 10 Hz a 100 Hz, tal como lo establece el Código de Redes (Resolución
8 CREG 025 de 1995 y sus modificaciones). El Inversionista determinará los sitios de
9 colocación, a lo largo de cada vano, de los espaciadores - amortiguadores de tal manera
10 que la amortiguación de las fases sea efectiva. Copia del estudio de amortiguamiento será
11 entregada al Interventor para su conocimiento y análisis.

12
13 En los cables de guarda los amortiguadores serán del tipo "stockbridge" y su colocación
14 medida desde la boca de la grapa y entre amortiguadores será la que determine el estudio
15 de amortiguamiento que haga el Inversionista, copia del cual le será entregada al
16 Interventor.

17
18 **4.4.9 Cimentaciones**

19
20 Para los fines pertinentes, el Interventor revisará los resultados de las memorias de cálculo
21 de las cimentaciones propuestas de acuerdo con lo establecido en la Resolución CREG
22 098 de 2000, numeral 2.7, o en sus actualizaciones posteriores previas al inicio de las obras.
23 Los diseños de cimentaciones para las torres de una línea de transmisión deben hacerse
24 considerando los resultados de los estudios de suelos que mandatoriamente debe adelantar
25 el Inversionista en todos los sitios de torre, y las cargas a nivel de cimentación más críticas
26 que se calculen a partir de las cargas mostradas en los árboles de cargas de diseño de
27 cada tipo de estructura.

28
29 **4.4.10 Canalizaciones, cajas e instalación de cables para tramos de líneas**
30 **subterráneas o subfluviales**

31
32 De acuerdo con el numeral 22.12 del RETIE las canalizaciones para los tramos
33 subterráneos podrán realizarse mediante ductos, o enterramiento directo, sin embargo
34 dadas las dificultades para realizar las excavaciones sin obstaculizar el uso normal de tales
35 vías, el Inversionista podrá considerar la posibilidad de utilizar el sistema de perforación
36 dirigida. En la escogencia e instalación del tipo de canalización, se deben evaluar las
37 condiciones particulares de la instalación y su ambiente y aplicar los elementos más
38 apropiados teniendo en cuenta los usos permitidos y las prohibiciones, así como contar con
39 los permisos de los propietarios o de las autoridades competentes según corresponda.

40

1 Los ductos se colocarán, con pendiente mínima del 0,1% hacia las cámaras de inspección,
2 y con una profundidad de enterramiento que cumpla con normas técnicas internacionales
3 o de reconocimiento internacional para este tipo de líneas.

4
5 Para cables de enterramiento directo, el fondo de la zanja será una superficie firme, lisa,
6 libre de discontinuidades y sin obstáculos. El cable se dispondrá con una barrera de
7 protección contra el deterioro mecánico. A una distancia entre 20 y 30 cm por encima del
8 cable deben instalarse cintas de identificación o señalización no degradables en un tiempo
9 menor a la vida útil del cable enterrado.

10
11 Todas las transiciones entre tipos de cables, las conexiones en los extremos o las
12 derivaciones, deben realizarse en cámaras o cajas de inspección cuya construcción y sus
13 sistemas de drenaje garanticen que ellas pueden mantenerse sin presencia de agua en su
14 interior. Las dimensiones internas útiles de las cajas o cámaras de paso, derivación,
15 conexión o salida deben ser adecuadas para la ejecución de empalmes, realizar las curvas
16 de los cables cumpliendo con el radio de curvatura mínimo recomendado por el fabricante
17 del cable y permitir el tendido en función de la sección de los conductores. Los cables deben
18 quedar debidamente identificados dentro de las cámaras de inspección.

19
20 Las tapas de las cajas, podrán ser prefabricadas, siempre que sean de materiales
21 resistentes a la corrosión, que resistan impacto y aplastamiento, dependiendo del ambiente
22 y el uso del suelo donde se instalen, lo cual debe demostrarse mediante el cumplimiento de
23 una norma técnica para ese tipo de producto, tal como la ANSI/STCE 77.

24 25 26 **4.4.11 Señalización Aérea**

27
28 El Inversionista deberá investigar con el Departamento de Aeronáutica Civil, la presencia
29 de aeródromos en la zona de influencia del proyecto, las Empresas Petroleras que operan
30 proyectos petroleros en la región, si existen, la Armada Nacional, u otros posibles actores,
31 la existencia de aeródromos o zonas de tránsito de aeronaves de cualquier índole
32 (particulares, militares, de fumigación aérea, etc) que hagan imperioso que la línea lleve
33 algún tipo de señales que impidan eventuales accidentes originados por la carencia de
34 ellos.

35
36 Se mencionan en su orden: la pintura de las estructuras según norma de Aerocivil; balizas
37 de señalización aérea ubicadas en el cable de guarda en vanos específicos y/o faros
38 centelleantes en torres en casos más severos.

39 40 **4.4.12 Desviadores de vuelo para aves**

1 Es responsabilidad del Inversionista identificar la necesidad de instalar desviadores de
2 vuelo para aves. La determinación de esta necesidad será responsabilidad del Inversionista
3 por intermedio de los funcionarios a cuyo cargo están los estudios ambientales. Serán de
4 su responsabilidad la determinación de la existencia de aves (migratorias o no) de gran
5 envergadura que puedan resultar afectadas por la existencia de la línea y, recomendar el
6 uso de desviadores de vuelo de aves, determinando los tramos de colocación de estos
7 dispositivos y las distancias a los que estos deben colocarse.

9 4.4.13 Obras Complementarias

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

17 4.5 Informe Técnico

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

- 22 - Informes de diseño de acuerdo con el numeral 3.1 de la Resolución CREG 098 de
23 2000.
- 24 - Planos definitivos de acuerdo con el numeral 3.2 de la Resolución CREG 098 de
25 2000.
- 26 - Materiales utilizados para la construcción de las líneas del Proyecto de acuerdo
27 con el numeral 3.3 de la Resolución CREG 098 de 2000.
- 28 - Servidumbres de acuerdo con el numeral 3.4 de la Resolución CREG 098 de 2000.
- 29 - Informe mensual de avance de obras de acuerdo con el numeral 3.5.1 de la
30 Resolución CREG 098 de 2000.
- 31 - Informe final de obra de acuerdo con el numeral 3.5.2 de la Resolución CREG 098
32 de 2000.

1 **5. ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN**

2
3 Las siguientes son las especificaciones técnicas para las Subestaciones.

4
5 **5.1 General**

6
7 La información específica, remitida por los propietarios de la infraestructura existente, como
8 costos de conexión, datos técnicos, planos, etc, serán suministrados por la UPME conforme
9 el Numeral 10 del presente Anexo 1.

10
11 La siguiente tabla presenta las características de la Subestación que hacen parte del
12 proyecto objeto de la presente Convocatoria Pública:

ítem	Descripción	Termoflores 220 kV	El Rio 220 kV	Termobarranquilla 220 kV
1	Subestación nueva	No	Si	No
2	Configuración	Interruptor y medio	Interruptor y medio	Doble barra más seccionador de transferencia con interruptor de acople entre barras
3	Tipo de subestación existente	Convencional / GIS	Convencional o GIS	Convencional
4	Agente Responsable de la Subestación	TRANSELCA S.A. E.S.P.	Adjudicatario Convocatoria Pública UPME 06-2018	TRANSELCA S.A. E.S.P..

14
15
16 **5.1.1 Predio de las Subestaciones**

17
18 **Nueva Subestación El Rio 220 kV**

19
20 El predio para la expansión de las obras de esta nueva subestación será el que adquiera el
21 Inversionista Adjudicatario y deberá ser en el lote ofrecido por Electricaribe (Ver oficio con
22 radicado UPME XXXX) contiguo a la existente subestación El Rio 110 kV, ubicada en el
23 municipio de Barranquilla departamento de Atlántico, considerando y garantizando las
24 facilidades para los accesos de las líneas de transmisión objeto del Proyecto y el acceso
25 de los equipos de conexión para la futura subestación del STR.

26
27 Los siguientes son los vértices del polígono dentro del cual se deberán construir las obras
28 objeto de la presente convocatoria pública:

- 1 1. 10°59'1.48"N - 74°45'53.67"O
- 2 2. 10°59'2.60"N - 74°45'49.61"O
- 3 3. 10°59'4.80"N - 74°45'55.23"O
- 4 4. 10°59'6.09"N - 74°45'52.39"O

5
6
7 Será responsabilidad de los diferentes interesados verificar la anterior información con
8 Electricaribe S.A. E.S.P.

9
10 El Inversionista deberá dotar la Subestación El Rio 220 kV del espacio físico necesario para
11 la construcción de las obras objeto de la presente Convocatoria Pública, los espacios de
12 reserva definidos en el numeral 5.1.2 de este Anexo 1 a nivel del STN y del espacio
13 requerido para la subestación del Sistema de Transmisión Regional – STR tal como se
14 describe en el numeral 5.1.2 de este Anexo 1.

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

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

28
29 A modo informativo, el Inversionista podrá consultar el Documento ***“ANÁLISIS ÁREA DE
30 ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO NUEVA
31 SUBESTACIÓN EL RIO 220 kV Y LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS,
32 OBJETO DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME-06-2018 DEL PLAN DE
33 EXPANSIÓN 2015-2029”***, los cuales suministran información de referencia. El objeto de
34 estos documentos es identificar de manera preliminar las posibilidades y condicionantes
35 físicos, ambientales y sociales, constituyéndose en documentos ilustrativos para los
36 diferentes Interesados, sin pretender determinar o definir rutas. Es responsabilidad del
37 Inversionista en asumir en su integridad los riesgos inherentes a la ejecución del Proyecto,
38 para ello deberá validar la información, realizar sus propios estudios y consultas ante las
39 Autoridades competentes, entre otras. En general, los Proponentes basarán sus
40 Propuestas en sus propios estudios, investigaciones, exámenes, inspecciones, visitas,
41 entrevistas y otros.

1
2 **Subestación Termoflores 220 kV**
3

4 Las obras objeto de la presente Convocatoria Pública se ubicarán en predios de la actual
5 subestación Termoflores a 220 kV, o sobre el predio que determine el Inversionista
6 seleccionado como resultado de la presente Convocatoria Pública (en caso de ser
7 necesario). La existente subestación Termoflores 220 kV, se encuentra localizada en el
8 municipio de Barranquilla departamento del Atlántico, en las siguientes coordenadas
9 aproximadas (información que deberá verificar el Interesado):

10
11 Latitud: 11°01'30.07" N.
12 Longitud: 74°48'44.39" O.
13

14 Será responsabilidad de los diferentes interesados verificar la anterior información con
15 TRANSELCA S.A. E.S.P.
16

17 El Inversionista es el responsable de realizar investigaciones detalladas y consultas a las
18 Autoridades relacionadas con los asuntos ambientales, con los diferentes Planes de
19 Ordenamiento Territorial que se puedan ver afectados, con las restricciones para la
20 aeronavegación en el área de influencia del Proyecto y, en general, con todo tipo de
21 restricciones y reglamentaciones existentes. Se deberá tener en cuenta que pueden existir
22 exigencias y/o restricciones de orden nacional, regional o local. En este sentido, deberán
23 tramitar los permisos y licencias a que hubiere lugar.
24

25 En el predio usado para el desarrollo de las obras, el Inversionista deberá analizar todos
26 los posibles riesgos físicos y tenerlos en cuenta y en cualquier caso, se deberán considerar
27 los riesgos de inundación, condición que deberá ser investigada en detalle por el
28 Inversionista. Se debe elaborar un documento soporte, el cual deberá ser puesto a
29 consideración del Interventor y de la UPME y hará parte de las memorias del proyecto.
30

31 A modo informativo, el Inversionista podrá consultar el Documento "**ANÁLISIS ÁREA DE
32 ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO NUEVA
33 SUBESTACIÓN EL RIO 220 kV Y LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS,
34 OBJETO DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 06-2018 DEL PLAN DE EXPANSIÓN
35 2015-2029**", el cual suministra información de referencia. El objeto de este documento es
36 identificar de manera preliminar las posibilidades y restricciones ambientales,
37 constituyéndose en un documento ilustrativo para los diferentes Interesados, sin pretender
38 determinar o definir rutas. Es responsabilidad del Inversionista en asumir en su integridad
39 los riesgos inherentes del Proyecto, para ello deberá validar la información, realizar sus
40 propios estudios y consultas ante las Autoridades competentes, entre otras. En general, los

1 Proponentes basarán sus Propuestas en sus propios estudios, investigaciones, exámenes,
2 inspecciones, visitas, entrevistas y otros.

3 4 **Subestación Termobarranquilla 220 kV**

5
6 Las obras objeto de la presente Convocatoria Pública se ubicarán en predios de la actual
7 subestación Termobarranquilla a 220 kV, o sobre el predio que determine el Inversionista
8 seleccionado como resultado de la presente Convocatoria Pública (en caso de ser
9 necesario). La existente subestación Termobarranquilla 220 kV se encuentra localizada en
10 el Municipio de Soledad, Departamento de Atlántico, en las siguientes coordenadas
11 aproximadas (información que deberá verificar el Interesado):

12
13 Latitud: 10°56'15.17" N.
14 Longitud: 74°45'48.17" O.

15
16 Será responsabilidad de los diferentes interesados verificar la anterior información con
17 TRANSELCA S.A. E.S.P.

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

26
27 En el predio usado para el desarrollo de las obras, el Inversionista deberá analizar todos
28 los posibles riesgos físicos y tenerlos en cuenta y en cualquier caso, se deberán considerar
29 los riesgos de inundación, condición que deberá ser investigada en detalle por el
30 Inversionista. Se debe elaborar un documento soporte, el cual deberá ser puesto a
31 consideración del Interventor y de la UPME y hará parte de las memorias del proyecto.

32
33 A modo informativo, el Inversionista podrá consultar el Documento "**ANÁLISIS ÁREA DE
34 ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO NUEVA
35 SUBESTACIÓN EL RIO 220 kV Y LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS,
36 OBJETO DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 06-2018 DEL PLAN DE EXPANSIÓN
37 2015-2029**", el cual suministra información de referencia. El objeto de este documento es
38 identificar de manera preliminar las posibilidades y restricciones ambientales,
39 constituyéndose en un documento ilustrativo para los diferentes Interesados, sin pretender
40 determinar o definir rutas. Es responsabilidad del Inversionista en asumir en su integridad
41 los riesgos inherentes del Proyecto, para ello deberá validar la información, realizar sus

1 propios estudios y consultas ante las Autoridades competentes, entre otras. En general, los
2 Proponentes basarán sus Propuestas en sus propios estudios, investigaciones, exámenes,
3 inspecciones, visitas, entrevistas y otros.

4 5 **5.1.2 Espacios de Reserva**

6
7 La nueva subestación El Rio 220 kV deberá incluir espacios de reserva de la siguiente
8 manera:

9 10 **Espacios de reserva a cargo del Inversionista y que deben ser incluidos en el costo** 11 **de la presente convocatoria:**

12
13 Los espacios de reserva, aquí señalados, son objeto de la presente Convocatoria Pública
14 UPME 06 – 2018 y por lo tanto deben ser adecuados y dotados como mínimo, con la
15 Infraestructura civil y equipos constitutivos de la infraestructura y módulo común descrito en
16 el numeral 5.1.5 del presente Anexo 1; sin embargo, los equipos eléctricos no son parte de
17 la presente Convocatoria.

- 18
19 • A nivel del STN, en la Subestación El Rio 220 kV se deberán incluir espacios de
20 reserva para:
 - 21 ○ La futura instalación de cuatro (4) bahías de línea a 220 kV.
 - 22 ○ La futura instalación de cuatro (4) bahía de transformación a 220 kV.
- 23
24 • A nivel del STR, se deberán incluir espacios de reserva para:
 - 25 ○ La futura instalación de una nueva Subestación El Rio 110 kV, en configuración
26 doble barra más seccionador de transferencia, con cuatro (4) bahías de línea a
27 110 kV y cuatro (4) bahías de transformación a 110 kV.
28 La futura instalación de cuatro (4) transformadores trifásicos 220/110 kV de 150
29 MVA cada uno.

30
31
32 Se aclara que los equipos para las bahías futuras no son parte del proyecto objeto de la
33 presente Convocatoria Pública.

34
35 El Inversionista deberá dejar adecuado el terreno para la fácil instalación de los equipos en
36 los espacios de reserva previstos en el presente Numeral para futuras ampliaciones del
37 STN y STR, es decir, deberá dejar explanado y/o nivelado el terreno de los espacios de
38 reserva y deberá realizar las obras civiles básicas necesarias para evitar que dicho terreno
39 se deteriore. Adicionalmente, tanto los espacios de reserva como las obras básicas
40 asociadas, deberán estar incluidas dentro del mantenimiento, reparaciones, adecuaciones
41 o nuevas obras que el Inversionista realice a Subestación garantizando en todo momento

1 que el terreno continua siendo adecuado para la fácil instalación de los equipos de reserva,
2 hasta tanto sean ocupados.

3
4 El Transmisor preparará un documento en el cual se indiquen las características de los
5 espacios de reserva establecidos en el presente Anexo y planos con la disposición de los
6 espacios propuesta para la ubicación futura de los equipos en los espacios de reserva. Esto
7 deberá ser entregado al Interventor quien verificará el cumplimiento de las exigencias para
8 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 Para las bahías objeto de la presente Convocatoria Pública que queden en diámetros
16 incompletos y puedan utilizarse para ampliaciones futuras, también estará a cargo de la
17 presente convocatoria el enlace con el otro barraje, de tal manera que dicho enlace pueda
18 ser removido fácilmente en caso de instalación de nuevos equipos.

20 5.1.3 Conexiones con Equipos Existentes

21
22 El Inversionista seleccionado deberá proveer los equipos necesarios para hacer
23 completamente compatibles los equipos en funcionalidad y en aspectos de
24 comunicaciones, control y protección de las nuevas bahías a 220 kV, con la infraestructura
25 existente que pueda verse afectada por el desarrollo del Proyecto.

26
27 Cuando el Inversionista considere la necesidad de hacer modificaciones a la infraestructura
28 existente, deberá acordar estas modificaciones en el contrato de conexión con el
29 responsable y propietario de los activos relacionados y si es del caso, ponerlo en
30 consideración del Interventor. Estas obras estarán a cargo del Transmisor.

32 5.1.4 Servicios Auxiliares

33
34 El Inversionista deberá proveer los servicios auxiliares en AC y DC suficientes para la
35 topología de las Subestaciones, incluyendo las reservas para el STR. Se deberá dar
36 cumplimiento con lo señalado en el numeral 3.1 del presente Anexo 1.

38 5.1.5 Infraestructura y Módulo Común

39
40 El Inversionista deberá implementar todas las obras y equipos constitutivos del módulo
41 común como se describe a continuación:

1
2 El Inversionista debe prever el espacio necesario para edificios, equipos y obras del
3 desarrollo inicial y los espacios de reserva para futuros desarrollos, objeto de la presente
4 Convocatoria Pública, junto con los espacios de acceso, vías internas etc, según se
5 requiera, considerando la disponibilidad de espacio en los predios para la nueva
6 subestación El Rio 220 kV y en los predios actuales (para el caso de las Subestaciones
7 existentes) y las eventuales restricciones o condicionantes que establezca el ordenamiento
8 territorial en el área, igualmente estarán a cargo del Inversionista, y según se requiera, las
9 vías de acceso a predios de las Subestaciones y/o adecuaciones que sean necesarias.

10
11 El Inversionista deberá suministrar todos los elementos necesarios para la infraestructura y
12 módulo en la subestación y/o adecuaciones que sean necesarias, es decir las obras civiles
13 y los equipos que sirven a la subestación y que son utilizados por todas las bahías de la
14 subestación, inclusive aquellas futuras que no son objeto de la presente Convocatoria
15 Pública. La infraestructura y módulo común de la nueva Subestación, estarán conformados
16 como mínimo por los siguientes componentes:

- 17
18 • **Infraestructura civil:** En el caso de las obras a cargo del Inversionista y para los
19 espacios de reserva, está compuesta por las vías de acceso a la subestación y/o
20 adecuación de las existentes; las vías internas de acceso a los patios de conexiones
21 y/o adecuación de las existentes y la adecuación del terreno para los espacios de
22 reserva, alcantarillado; barreras de protección y de acceso al predio; todos los
23 cerramientos para seguridad del predio; filtros y drenajes; pozo séptico y de agua
24 y/o conexión a acueductos/alcantarillados vecinos, si existen, alumbrado interior y
25 exterior y cárcamos comunes, y en general, todas aquellas obras civiles utilizadas
26 de manera común en la subestación. En el caso particular de las obras a cargo del
27 Inversionista, es su responsabilidad el proveer todo lo necesario para su
28 construcción, protección física, malla de puesta a tierra, etc, y deberá considerar
29 espacio suficiente en los cárcamos y demás elementos construidos en la presente
30 Convocatoria y que servirán de manera común a los espacios de reserva, según la
31 propuesta que realice el Inversionista de conformidad con el numeral 5.1.2. Para los
32 espacios de reserva se aclara que no deberán ser provistos de malla de puesta a
33 tierra, pero si se deberán proveer los puntos de conexión para la ampliación de la
34 malla de puesta a tierra para las futuras instalaciones.
35
- 36 • **Equipos:** Todos los equipos necesarios para las obras descritas en el Numeral 2
37 del presente Anexo 1. Se incluyen, entre otros, los sistemas de automatización, de
38 gestión de medición, de protecciones, control y el sistema de comunicaciones propio
39 de cada subestación, los materiales de la malla de puesta a tierra, apantallamiento
40 y los equipos para los servicios auxiliares AC y DC, los equipos de conexión, todo
41 el cableado necesario y las obras civiles asociadas. Se aclara que para los espacios

1 de reserva no deberá suministrarse ningún elemento particular, sin embargo los
2 equipos instalados por la presente Convocatoria si deberá considerar capacidad o
3 espacio (físico, servicios auxiliares, protecciones, control, etc) suficiente para recibir
4 la conexión de todos los elementos del STN que a futuro ocuparán los espacios de
5 reserva. Se aclara que particularmente la protección diferencial de barras si deberá
6 tener espacio suficiente para la conexión de todas las bahías a 220 kV actuales y
7 futuras, señaladas en el presente Anexo 1.

8
9 Para las actividades a desarrollar en las subestaciones Termoflores 220 kV y
10 Termobarranquilla 220 kV , se podrá utilizar terreno disponible en la subestaciones
11 existentes previo acuerdo entre las partes involucradas o terreno aledaño. Será
12 responsabilidad del Inversionista investigar las facilidades y de los requerimientos que se
13 requieren para los servicios auxiliares, obras civiles y ampliación de la malla de puesta a
14 tierra. Igualmente deberá respetar las disposiciones actuales de equipos y mantener los
15 arreglos y configuraciones existentes, en principio deberá suministrar todos los equipos y
16 elementos requeridos para la operación óptima y segura de la ampliación a realizar.

17
18 La Interventoría analizará todas las previsiones que faciliten la evolución de las obras
19 descritas en el Numeral 2 del presente Anexo 1, e informará a la UPME el resultado de su
20 análisis.

21
22 La medición para efectos comerciales, se sujetará a lo establecido en la regulación
23 pertinente, en particular el Código de Medida (Resolución CREG 038 de 2014 o aquella que
24 la modifique o sustituya).

25
26 El dimensionamiento de la infraestructura incluido edificios, deberá considerar las reservas
27 objeto de la presente convocatoria.

28
29 Nota: El Adjudicatario deberá prever y dejar disponible al Inversionista del STR, todas las
30 facilidades para que pueda dar cumplimiento a sus responsabilidades, en lo referente a
31 conexiones de potencia, protecciones, comunicaciones y medidas entre otras posibles.

32 33 **5.2 Normas para Fabricación de los Equipos**

34
35 El Inversionista deberá suministrar equipos en conformidad con la última edición de las
36 Normas *International Electrotechnical Commission – IEC, International Organization for*
37 *Standardization – ISO, ANSI – American National Standards Institute, International*
38 *Telecomunicaciones Unión - ITU-T, Comité Internacional Spécial des Perturbations*
39 *Radioélectriques – CISPR*. El uso de normas diferentes deberá ser sometido a
40 consideración del Interventor quien conceptuará sobre su validez en aspectos
41 eminentemente técnicos y de calidad.

1
2 **5.3 Condiciones Sísmicas de los equipos**
3

4 Los suministros deberán tener un nivel de desempeño sísmico clase III de acuerdo con la
5 publicación IEC 60068-3-3 “*Guidance Seismic Test Methods for Equipments*” o de acuerdo
6 con la publicación IEEE-693 Recommended Practice for Seismic Design of Substations, la
7 de mayores exigencias. El Transmisor deberá entregar copias al Interventor de las
8 memorias de cálculo en donde se demuestre que los suministros son aptos para soportar
9 las condiciones sísmicas del sitio de instalación.

10
11 **5.4 Procedimiento General del Diseño**
12

13 Este procedimiento seguirá la siguiente secuencia:
14

- 15 a) Inicialmente, el Transmisor preparará las Especificaciones Técnicas del Proyecto, que
16 gobernarán el desarrollo total del Proyecto.
17

18 En dicho documento se consignará toda la normatividad técnica, y las especificaciones
19 para llevar a cabo la programación y control del desarrollo de los trabajos;
20 especificaciones y procedimientos para adelantar el Control de Calidad en todas las
21 fases del Proyecto; las definiciones a nivel de Ingeniería Básica tales como: resultados
22 de estudios del sistema eléctrico asociado con el Proyecto; parámetros básicos de
23 diseño (corrientes nominales, niveles de aislamiento, capacidades de cortocircuito,
24 tiempos de despeje de falla, entre otros); hojas de datos de los equipos; diagramas
25 unifilares generales; especificaciones técnicas detalladas de los equipos y materiales;
26 filosofía de control, medida y protección; previsiones para facilitar la evolución de la
27 Subestación; especificaciones de Ingeniería de Detalle; procedimientos y
28 especificaciones de pruebas en fabrica; procedimientos de transporte, almacenamiento
29 y manejo de equipos y materiales; los procedimientos de construcción y montaje; los
30 procedimientos y programaciones horarias durante los cortes de servicio de las
31 instalaciones existentes que guardan relación con los trabajos del Proyecto; los
32 procedimientos de intervención sobre equipos existentes; los procedimientos y
33 especificación de pruebas en campo, los procedimientos para efectuar las pruebas
34 funcionales de conjunto; los procedimientos para desarrollar las pruebas de puesta en
35 servicio, los procedimientos de puesta en servicio del Proyecto y los procedimientos de
36 operación y mantenimiento.
37

38 Las Especificaciones Técnicas podrán desarrollarse, en forma parcial y continuada, de
39 tal forma que se vayan definiendo paso a paso todos los aspectos del Proyecto, para
40 lograr en forma acumulativa el Código Final que vaya rigiendo el Proyecto.
41

1 Todas las actividades de diseño, suministro, construcción, montaje y pruebas deben
2 estar incluidas en las especificaciones técnicas del Proyecto. El Interventor presentará
3 un informe a la UPME en el que se detalle y se confirma la inclusión de todas y cada
4 una de las actividades mencionadas. No podrá adelantarse ninguna actividad sin que
5 antes haya sido incluida la correspondiente característica o Especificación en las
6 Especificaciones Técnicas del Proyecto.
7

8 **b)** Las Especificaciones Técnicas del Proyecto serán revisadas por el Interventor, quien
9 hará los comentarios necesarios, recomendando a la UPME solicitar todas las
10 aclaraciones y justificaciones por parte del Transmisor. Para lo anterior se efectuarán
11 reuniones conjuntas entre el Transmisor y el Interventor con el fin de lograr los acuerdos
12 modificatorios que deberán plasmarse en comunicaciones escritas.
13

14 **c)** Con base en los comentarios hechos por el Interventor y acordados con el Transmisor,
15 este último emitirá la nueva versión de las Especificaciones Técnicas del Proyecto.
16

17 **d)** Se efectuarán las revisiones necesarias hasta llegar al compendio final, que será el
18 documento de cumplimiento obligatorio.
19

20 En esta especificación, se consignará la lista de documentos previstos para el Proyecto
21 representados en especificaciones, catálogos, planos, memorias de cálculos y reportes de
22 pruebas.
23

24 Los documentos serán clasificados como: documentos de Ingeniería Básica; documentos
25 de Ingeniería de Detalle; memorias de cálculos a nivel de Ingeniería Básica y de Detalle;
26 documentos de seguimiento de los Suministros; y documentos que especifiquen la pruebas
27 en fábrica y en campo; los procedimientos de montaje y puesta en servicio y la operación y
28 mantenimiento.

29 La lista y clasificación de la documentación debe ser preparada por el Transmisor y
30 entregada a la Interventoría para revisión.
31

32 **5.4.1 Los documentos de Ingeniería Básica**

33

34 Son aquellos que definen los parámetros básicos del Proyecto; dan a conocer el
35 dimensionamiento del mismo; determinan las características para la adquisición de equipos;
36 especifican la filosofía de comunicaciones, control, medición y protección; establecen la
37 implantación física de las obras; especifican las previsiones para el desarrollo futuro del
38 Proyecto; establecen las reglas para efectuar la Ingeniería de Detalle e incluye las
39 memorias de cálculos que soportan las decisiones de Ingeniería Básica.
40

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

9
10 La siguiente es la lista de documentos y planos mínimos de la ingeniería básica:

11 12 **5.4.1.1 Memorias de cálculo electromecánicas**

- 13
- 14 • Criterios básicos de diseño electromecánico
- 15 • Memoria de cálculo de resistividad del terreno
- 16 • Memoria de dimensionamiento de cárcamos, ductos y bandejas porta-cables
- 17 • Memoria de dimensionamiento de los servicios auxiliares ac.
- 18 • Memoria de dimensionamiento de los servicios auxiliares dc.
- 19 • Memoria de cálculo de distancias eléctricas
- 20 • Memoria de dimensionamiento de transformadores de tensión y corriente
- 21 • Coordinación de aislamiento y estudio de sobretensiones
- 22 • Memoria de cálculo del sistema de puesta a tierra
- 23 • Memoria de cálculo sistema de apantallamiento
- 24 • Memoria de cálculo de aisladores de alta y media tensión
- 25 • Memoria selección de conductores aéreos y barrajes.
- 26 • Memoria de cálculo del sistema de iluminación exterior e interior.
- 27 • Análisis de identificación de riesgos.
- 28

29 **5.4.1.2 Especificaciones equipos**

- 30
- 31 • Especificación técnica equipos de patio.
- 32 • Especificaciones técnicas sistema de puesta a tierra.
- 33 • Especificaciones técnicas sistema de apantallamiento.
- 34 • Especificación técnica dispositivos de protección contra sobretensiones.
- 35 • Especificación técnica gabinetes de control y protección.
- 36 • Especificación técnica equipos de medida, control, protección y comunicaciones.
- 37 • Especificación técnica de cables desnudos, para barrajes e interconexión de
- 38 equipos.
- 39 • Especificación funcional del sistema de control.
- 40 • Lista de señales para sistema de control, de los equipos de la subestación.

- 1 • Especificación técnica de los servicios auxiliares ac / dc.
- 2 • Especificación técnica del sistema de alumbrado interior y exterior.
- 3 • Especificaciones técnicas para montaje electromecánico, pruebas individuales de
- 4 equipos, pruebas funcionales y puesta en servicio.

5.4.1.3 Características técnicas de los equipos

- 8 • Características técnicas, equipos.
 - 9 - Interruptores
 - 10 - Seccionadores.
 - 11 - Transformadores de corriente.
 - 12 - Transformadores de tensión.
 - 13 - Descargadores de sobretensión.
 - 14 - Aisladores y cadenas de aisladores.
- 15 • Dimensiones de equipos.
- 16 • Características técnicas, cables de fuerza y control.
- 17 • Características técnicas, dispositivo de protección contra sobretensiones
- 18 • Características técnicas, sistema de automatización y control.
- 19 • Características técnicas, sistema de comunicaciones.
- 20 • Características de equipos y materiales del sistema de servicios auxiliares ac/dc.
- 21 • Características técnicas, cables desnudo para interconexión de equipos y barrajes.

5.4.1.4 Planos electromecánicos

- 25 • Diagrama unifilar de la subestación
- 26 • Diagrama unifilar con características de equipos
- 27 • Diagrama unifilar de protecciones.
- 28 • Diagrama unifilar de medidas.
- 29 • Diagrama unifilar servicios auxiliares ac
- 30 • Diagrama unifilar servicios auxiliares dc.
- 31 • Arquitectura sistema de control de la subestación.
- 32 • Planimetría del sistema de apantallamiento
- 33 • Planimetría del sistema de puesta a tierra.
- 34 • Planos en planta de ubicación de equipos 110 kV.
- 35 • Planos vista en cortes de equipos 110 kV.
- 36 • Planos ubicación de equipos en sala de control.
- 37 • Elevación general de edificaciones y equipos.
- 38 • Planimetría del sistema de apantallamiento.
- 39 • Planos de ruta de bandejas porta-cables, cárcamos y tuberías.

- Planimetría general alumbrado y tomacorrientes, interior, exterior.

5.4.1.5 Planos de obras civiles

- Plano localización de la subestación.
- Plano disposición de bases de equipos.
- Planos cimentación del transformador de potencia.
- Plano cimentación de equipos y pórticos.
- Plano base cimentación del transformador de potencia.
- Plano de drenajes de la subestación.
- Plano de cárcamos y ductos para cables en patio.
- Plano de cárcamos y ductos para cables en sala de control.
- Planos casa de control.
- Plano disposición de bases para equipos en sala de control.
- Plano cerramiento de la subestación.
- Plano obras de adecuación.

5.4.1.6 Estudios y trabajos de campo

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

5.4.2 Los documentos de la Ingeniería de Detalle

Son los necesarios para efectuar la construcción y el montaje del Proyecto; permiten definir y especificar cantidades y características de material a granel o accesorio e incluye todas las memorias de cálculos que soporten las decisiones en esta fase de ingeniería. Se fundamentará en las especificaciones de Ingeniería de Detalle que se emitan en la fase de Ingeniería Básica.

Todos los documentos de Ingeniería de Detalle serán entregados por el Inversionista seleccionado al Interventor para su revisión, verificación del cumplimiento de condiciones y para conocimiento de la UPME. Sobre cada uno de estos documentos, la Interventoría

1 podrá solicitar aclaraciones o justificaciones que estime conveniente, haciendo los
2 comentarios respectivos al Inversionista seleccionado y a la UPME si es del caso.

3
4 Los documentos que sirven para hacer el seguimiento a los suministros, serán aquellos que
5 preparen y entreguen los proveedores y fabricantes de los equipos y materiales. Estos
6 documentos serán objeto de revisión por parte de la Interventoría quien formulará los
7 comentarios y pedirá aclaraciones necesarias al Inversionista seleccionado.

8
9 Los documentos que especifiquen y muestren los resultados de las pruebas en fábrica y en
10 campo, la puesta en servicio, la operación del Proyecto y el mantenimiento, serán objeto de
11 revisión por parte de la Interventoría, quien hará los comentarios al Inversionista
12 seleccionado y a la UPME si es del caso.

13
14 Con base en los comentarios, observaciones o conceptos realizados por la Interventoría, la
15 UPME podrá trasladar consultas al Inversionista seleccionado.

16
17 La siguiente es la lista de documentos y planos mínimos de la Ingeniería de Detalle:

18 19 **5.4.2.1 Cálculos detallados de obras civiles**

- 20
- 21 • Criterios básicos de diseño de obras civiles.
- 22 • Dimensiones y pesos de equipos.
- 23 • Memorias de cálculo estructural para cimentación del transformador de potencia.
- 24 • Memorias de cálculo estructural para las cimentaciones de equipos de patio.
- 25 • Memorias de cálculo estructural para cimentación de la caseta de control.
- 26 • Memoria de cálculo muro de cerramiento
- 27 • Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras soporte de equipos.
- 28 • Memorias de cálculo estructural para canaletas de cables eléctricos exteriores y
- 29 cárcamos interiores en caseta de control.
- 30 • Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras de pórticos de líneas y
- 31 barrajes.
- 32 • Memorias de cálculo para vías, parqueos y zonas de maniobra en pavimento
- 33 rígido.
- 34 • Memoria de cálculo estructural para canaletas de cables exteriores e interiores en
- 35 casa de control.
- 36 • Memoria de cálculo para el sistema de drenaje de aguas lluvias.
- 37 • Memoria de cálculo sistema de acueducto.
- 38

39 **5.4.2.2 Planos de obras civiles**

- 1 • Planos para construcción de bases para equipos
- 2 • Planos estructurales con árboles de carga para construcción de estructuras
- 3 soporte para equipos y pórticos.
- 4 • Planos para construcción de cimentaciones para equipos y transformador de
- 5 potencia.
- 6 • Planos para construcción de cárcamos de cables, ductos y cajas de tiro.
- 7 • Planos para construcción de acabados exteriores
- 8 • Planos para construcción del sistema de drenajes y aguas residuales
- 9 • Planos estructurales para construcción de caseta de control, ubicación bases de
- 10 tableros, equipos y canales interiores.
- 11 • Planos arquitectónicos y de acabados para la caseta de control.
- 12 • Planos para construcción de vías

14 5.4.2.3 Diseño detallado electromecánico

15
16 El Inversionista será responsable de la ejecución y elaboración del diseño eléctrico y
17 mecánico detallado necesario y por tanto deberá presentar para la revisión y
18 verificación de la Interventoría: memorias de cálculo, planos electromecánicos finales
19 para construcción, diagramas de cableado, diagramas esquemáticos de control,
20 protecciones y medidas, lista detalladas de materiales y toda la información necesaria
21 aunque ella no esté explícitamente citada en estas especificaciones y en un todo de
22 acuerdo con lo establecido en las Normas Nacionales e Internacionales, aplicables al
23 diseño y montaje de éste tipo de instalaciones.

24
25 El Inversionista deberá entregar a la Interventoría para su revisión y verificación la
26 información y planos según el Programa de Entrega de Documentación Técnica
27 aprobado, el cual deberá contener como mínimo la siguiente documentación:

28 a. Sistema de puesta a tierra:

- 29 • Planos de malla de puesta a tierra planta y detalles de conexiones a equipos y
- 30 estructuras.
- 31 • Lista de materiales referenciados sobre planos.
- 32 • Plano de conexión de equipos interior y tableros a la malla de tierra, detalles.
- 33 • Memorias de cálculo de diseño de la malla de puesta a tierra.
- 34 • Procedimiento para la medida de la resistencia de puesta a tierra, según el RETIE.
- 35 • Procedimiento para la medida de las tensiones de paso y contacto, según el
- 36 RETIE.
- 37

38 b. Equipos principales:

- 1 • Equipos de Patio: Disposición general de la planta y cortes del patio de
2 conexiones, incluyendo las distancias entre los centros (ejes) de los equipos.
3 • Peso de cada uno de los equipos y localización del centro de masa con relación al
4 nivel rasante del patio.
5 • Características geométricas de equipos y peso de los soportes de equipos,
6 sistemas de anclaje.
7 • Diseño de las cimentaciones de los equipos de patio.
8 • Dimensiones requeridas para canales de cables de potencia y cables de control.
9 Diseño civil de los canales de cables.
10 • Diseño geométrico y sistemas de fijación de las bandejas portacables y de ductos
11 para cables entre los equipos y las bandejas.
12 • Localización, geometría y sistemas de anclaje de los gabinetes de conexión.
13
14 **c. Equipos de patio:**
15 • Para equipos de corte, transformadores de medida, descargadores de
16 sobretensión.
17 - Diagramas eléctricos completos para control, señalización, etc, hasta borneras
18 de interconexión.
19 - Características técnicas definitivas, dimensiones y pesos.
20 - Placas de características técnicas.
21 - Información técnica complementaria y catálogos.
22 - Manuales detallados para montaje de los equipos.
23 - Manuales detallados para operación y mantenimiento.
24 - Protocolo de pruebas en fábrica.
25 - Procedimiento para pruebas en sitio.
26
27 **d. Para tableros:**
28 • Diagramas esquemáticos que incluyan todos los circuitos de c.a. y c.c.
29 • Diagramas eléctricos completos hasta borneras de interconexión para circuitos de
30 control, señalización y protección.
31 • Lista de instrumentos de control medida, señalización, protecciones, fusibles, etc.,
32 que serán instalados en los tableros, suministrando información técnica y
33 catálogos respectivos con indicación clara del equipo suministrado.
34 • Planos de disposición física de elementos y equipos dentro de los tableros.
35 • Instrucciones detalladas de pruebas y puesta en servicio.
36 • Elaboración de planos desarrollados, esquemáticos de control, protección, medida,
37 telecontrol y teleprotección, incluyendo:
38 - Diagramas de principio y unifilares
39 - Diagramas de circuito
40 - Diagramas de localización exterior e interior.

- 1 - Tablas de cableado interno y externo.
- 2 - Disposición de aparatos y elementos en tableros de control.
- 3 - El Inversionista debe entregar al Interventor como mínimo, los siguientes
- 4 diagramas de principio:
 - 5 ▪ Diagramas de protección y del sistema de gestión de los relés.
 - 6 ▪ Diagramas del sistema de control de la subestación.
 - 7 ▪ Diagramas de medición de energía.
 - 8 ▪ Diagramas lógicos de enclavamientos.
 - 9 ▪ Diagramas de comunicaciones.
- 10 - Diagramas de bloque para enclavamientos eléctricos de toda la Subestación.
- 11 - Listado de cables y borneras.
- 12 - Planos de Interfase con equipos existentes.
- 13 - Filosofía de operación de los sistemas de protección, control, sincronización,
- 14 señalización y alarmas.

15 e. Reportes de Pruebas:

- 17 - Treinta (30) días calendario posterior a la fecha en la cual se efectuó la última
- 18 prueba, el Inversionista deberá suministrar a la Interventoría dos (2) copias que
- 19 contengan cada uno un juego completo de todos los reportes de pruebas de
- 20 fábrica por cada uno de los aparatos y equipos suministrados.
- 21 Las instrucciones deberán estar en idioma español.

22 5.4.3 Estudios del Sistema

23 Bajo esta actividad, el Inversionista seleccionado deberá presentar al Interventor para los

24 fines pertinentes a la Interventoría los estudios eléctricos que permitan definir los

25 parámetros útiles para el diseño básico y detallado de la Subestación y de las Líneas; entre

26 todos los posibles, se destacan como mínimo la elaboración de los siguientes documentos

27 técnicos y/o memorias de cálculo:

- 28 - Condiciones atmosféricas del sitio de instalación, parámetros ambientales y
- 29 meteorológicos, contaminación ambiental, estudios topográficos, geotécnicos, sísmicos
- 30 y de resistividad.
- 31 - Cálculo de flechas y tensiones.
- 32 - Flujos de carga; estudios de corto circuito; estudio de estabilidad para determinar
- 33 tiempos máximos de despeje de fallas; y cálculos de sobretensiones.
- 34 - Estudios de ajuste y coordinación de protecciones.

- 1 - Selección de aislamiento, incluye selección de descargadores de sobre tensión y distancias eléctricas.
- 2
- 3
- 4 - Estudio de cargas ejercidas sobre las estructuras metálicas de soporte debida a sismo y a corto circuito.
- 5
- 6
- 7 - Selección de equipos, conductores para barrajes, cables de guarda y conductores aislados.
- 8
- 9
- 10 - Memoria de revisión de los enlaces de comunicaciones existentes.
- 11
- 12 - Estudio de apantallamiento contra descargas atmosféricas
- 13
- 14 - Dimensionamiento de los servicios auxiliares AC y DC.
- 15
- 16 - Informe de interfaces con equipos existentes.
- 17
- 18 - Estudios ambientales, programas del Plan de Manejo Ambiental, (PMA) de acuerdo con el Estudio de Impacto Ambiental (EIA).
- 19
- 20
- 21 - Ajustes y coordinación de relés de protecciones, dispositivos de mando sincronizado y registradores de fallas.
- 22
- 23

24 Cada uno de los documentos o memorias de cálculo, antes referidos, deberán destacar
25 como mínimo los siguientes aspectos:

- 26
- 27 - Objeto del documento técnico o de la memoria de cálculo.
- 28
- 29 - Origen de los datos de entrada.
- 30
- 31 - Metodología para el desarrollo soportada en normas o estándares de amplio reconocimiento, por ejemplo en Publicaciones IEC, ANSI o IEEE.
- 32
- 33
- 34 - Resultados.
- 35
- 36 - Bibliografía.
- 37

38 **5.4.4 Distancias de Seguridad**

39

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

5.5 Equipos de Potencia

5.5.1 Interruptores

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

- IEC 62271-100: "High-voltage alternating current circuit-breakers"
- IEC 60694: "Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards".
- IEC 60265: " High-voltage switches- Part 2; High-voltage switches for rated voltages of 52 kV an above"

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

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

Pruebas de rutina: los interruptores deben ser sometidos a las pruebas de rutina establecidas en la publicación IEC 62271-100 o su equivalente en ANSI. Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para fines pertinentes de 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 interruptores iguales o similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 62271-100 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 en sitio para verificar las condiciones de estado y funcionamiento de los Interruptores de Potencia.

5.5.2 Descargadores de Sobretensión

1 Los descargadores de sobretensión, deben cumplir las prescripciones de la última edición
2 de las siguientes normas o su equivalente ANSI, según aplique al tipo de equipo a
3 suministrar

- 4
- 5 • IEC 60099-4: "Surge Arrester. Part 4: Metal oxide surge arresters without gaps for
6 a.c. systems"
- 7 • IEC 61264: "Ceramic pressurized hollow insulators for high-voltage switchgear and
8 controlgear".
- 9

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

14

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

20

21 **Pruebas en Sitio:** se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las
22 condiciones de estado y funcionamiento de los descargadores.

23

24 5.5.3 Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra

25

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

- 29
- 30 • IEC 62271-102: "Alternating current disconnectors and earthing switches", o su
31 equivalente en ANSI.
- 32 • IEC 60273: "Characteristics of indoor and outdoor post insulators for systems with
33 nominal voltages greater than 1000 V".
- 34 • IEC 60694 "Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear
35 standards".
- 36

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

41

1 **Pruebas tipo:** en caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una
2 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre seccionadores iguales o similares a los
3 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 62271-102 o su equivalente en
4 ANSI, si el Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas
5 pruebas a su costa.
6

7 **Pruebas en Sitio:** se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las
8 condiciones de estado y funcionamiento de los seccionadores.
9

10 11 **5.5.4 Transformadores de Tensión**

12
13 Los Transformadores de Tensión deben cumplir las prescripciones de la última edición de
14 las siguientes normas o su equivalente ANSI, según se aplique al tipo de equipo a
15 suministrar:
16

- 17 • IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su
18 equivalente en ANSI.
- 19 • IEC 60044-2: "Inductive Voltage Transformers"
- 20 • Publicación IEC 60186, "Voltaje Transformers", IEC 60358, "Coupling capacitor and
21 capacitor dividers".
- 22 • Publicación IEC-61869-1/3/5: "Inductive/capative Voltage Transformers".
- 23 • IEC 60296: "Specification for unused mineral insulating oils for transformers and
24 switchgear"
25

26 Los transformadores de tensión deben ser del tipo divisor capacitivo, para conexión entre
27 fase y tierra. La precisión de cada devanado debe cumplirse sin la necesidad de utilizar
28 cargas externas adicionales. La precisión, deberá ser según normas IEC o su equivalente
29 en ANSI, y específicamente, cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución
30 CREG 025 de 1995, en su última revisión.
31

32 **Pruebas de rutina:** los transformadores de tensión deben ser sometidos a las pruebas de
33 rutina establecidos en la publicación IEC 60186, sección 5 y 25, IEC 60358 cláusula 7.1. o
34 su equivalente en ANSI. Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser
35 presentados para fines pertinentes de la Interventoría.
36

37 **Pruebas tipo:** en caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una
38 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre transformadores de tensión iguales o
39 similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60186, sección
40 4 y 24 e IEC 60358, cláusula 6.2, o sus equivalente en ANSI. Si el Transmisor no dispone
41 de estos documentos deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.

1
2 **Pruebas en Sitio:** se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las
3 condiciones de estado y funcionamiento de los Transformadores de Tensión.

4 5 **5.5.5 Transformadores de Corriente**

6
7 Los Transformadores de Corriente deben cumplir las prescripciones de la última edición de
8 las siguientes normas, o su equivalente en ANSI, según se aplique al tipo de equipo a
9 suministrar:

- 10
11
 - IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su
12 equivalente en ANSI.
 - IEC 60044-1: "Current Transformers".
 - IEC-61869-1/2: "Current Transformers".

13
14
15
16 Los transformadores de corriente deben ser de relación múltiple con cambio de relación en
17 el secundario. Deben tener precisión 0.2s, según IEC o su equivalente en ANSI, y
18 específicamente, cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG
19 025 de 1995, en su última revisión.

20
21 **Pruebas de rutina:** los transformadores de corriente deben ser sometidos a las pruebas
22 de rutina establecidos en la publicación IEC 60044-1 e IEC 60044-6 o su equivalente en
23 ANSI, Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para fines
24 pertinentes de la Interventoría.

25
26 **Pruebas tipo:** en caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una
27 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre transformadores de corriente iguales o
28 similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60044-1 e IEC
29 60044-6, o su equivalente en ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos documentos
30 deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.

31
32 **Pruebas en Sitio:** se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las
33 condiciones de estado y funcionamiento de los transformadores de corriente.

34 35 **5.5.6 Equipo GIS o Híbrido**

36
37 En caso que el equipo propuesto por el Inversionista sea GIS (Gas Insulated Substations)
38 o Híbrido, además de cumplir con las normas antes mencionadas, debe cumplirse la
39 siguiente normatividad:
40

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

- 4
- 5 • Instrument transformer – IEC6189
- 6 • Insulation Coordination – IEC60071
- 7 • High voltage switchgear and controlgear - IEC62271
- 8 • Insulated bushings above 1000V – IEC60137
- 9 • Partial discharge measurement – IEC60270
- 10 • Specification and acceptance of new SF6 - IEC60376
- 11 • Guide for checking SF6 - IEC 60480
- 12 • Common clauses or HV switchgear and controlgears standards - IEC62271-1
- 13 • Guide for selection of insulators in respect of pulled conditions - IEC60815-1/2
- 14 • Cable connections of gas insulated metal-enclosed switchgears – IEC 62271-209
- 15 • Use and handling SF6 in HV switchgears and controlgears – IEC62271-303
- 16 • Direct connection between GIS and power transformer - IEC61639
- 17

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

20
21 Se deben suministrar certificados de pruebas tipo de pruebas de alta tensión, prueba de
22 temperatura, prueba de gas y prueba sísmica.

23 24 **5.5.7 Sistema de Puesta A Tierra**

25
26 Deberá diseñarse para que en condiciones normales y anormales, no se presente ningún
27 peligro para el personal situado en cualquier lugar, al que tenga acceso.

28
29 Todos los requerimientos para la malla de tierra de la Subestación, estarán de acuerdo a la
30 última revisión de la publicación IEEE No.80-2000 "Guide for Safety and Alternating Current
31 Substation Grounding" y a los requerimiento del RETIE.

32
33 Todos los equipos, estructuras y accesorios metálicos se conectarán a tierra en el punto
34 más cercano y conveniente.

35
36 Todo el equipo eléctrico y partes metálicas expuestas, estarán conectadas a la malla de
37 tierra.

38
39 La malla de tierra se diseñará para cubrir efectivamente la subestación completa y al menos
40 2 m más allá de la cerca o malla de cerramiento.

1
2 Para propósitos del diseño final del sistema de tierra el Transmisor hará los ensayos de
3 resistividad en el sitio, con el objeto de comprobar la resistividad del terreno y las tensiones
4 de paso y contacto, según requerimiento del RETIE.

5.5.8 Apantallamiento de la Subestación

5
6
7
8 El apantallamiento será hecho por medio de cables de guarda de material apropiado para
9 las condiciones ambientales existentes en el sitio. Todos los cables de guarda serán
10 aterrizados con cables bajantes de cobre.

11
12 Las estructuras no conductoras y edificios requerirán un sistema completo de protección
13 contra descargas atmosféricas, incluyendo varillas de puesta a tierra. La instalación deberá
14 cumplir con el RETIE, la Norma NTC-4552-1-2-3 y la Norma IEC-62305-2.

5.6 Equipos de Control y Protección

15
16
17
18 Las siguientes son las características principales que deberán cumplir los equipos de
19 control y protección:

5.6.1 Sistemas de Protección

20
21
22
23 Los equipos de protección deberán cumplir con las partes pertinentes establecidas en la
24 publicación IEC 60255 “*Electrical relays*”, en la IEC 60870 “*Telecontrol equipments and*
25 *systems*” y en el caso de los registradores de falla, los archivos de datos deberán utilizar el
26 formato COMTRADE (*Common Format for Transient Data Exchange*), recomendación IEEE
27 C37.111 o en su defecto, el Inversionista deberá proveer el software que haga la
28 transcripción del formato del registrador de fallas al formato COMTRADE, o cumplir con las
29 respectivas normas equivalentes ANSI.

30
31 El esquema de protección de líneas deberá ser implementado con dos protecciones
32 principales para líneas de transmisión con principio de operación y medición diferente,
33 adicionalmente deben tener algoritmos de operación diferentes entre sí. El esquema
34 completo deberá consistir de relés rápidos para emisión y recepción del disparo directo
35 transferido; falla interruptor; funciones de recierre y verificación de sincronismo, protección
36 de sobretensión; supervisión del circuito de disparo y registro de fallas. La protección de
37 línea debe dar disparo monopolar y tripolar e iniciar el ciclo de recierre. Para el caso de
38 Fibra Óptica dedicada como medio de comunicación para la PPL1 y Fibra Óptica dedicada
39 como medio de comunicación para la PPL2, se entiende como medio de comunicación para
40 la PPL1, un cable diferente al del medio de comunicación para la PPL2. Para el caso de
41 Fibra Óptica dedicada como medio de comunicación para el relé o función de protección

1 distancia ANSI 21/21N, el esquema de comunicación se debe implementar con equipos
2 digitales de teleprotección conectados directamente a la fibra óptica. Para el caso de Fibra
3 Óptica multiplexada se entiende como medio de comunicación para la PPL2, un enlace
4 (trayectoria) independiente del medio de comunicación para la PPL1. Para el caso de Fibra
5 Óptica multiplexada, el canal de comunicación no deberá de exceder una asimetría de canal
6 de 5 ms y retardo máximo de 16 ms. Si el medio de comunicación para la protección
7 diferencial de línea ANSI 87L es multiplexado, éste deberá de ser único y dedicado.

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

20
21 Las bahías deberán estar acopladas al esquema de protección diferencial de barras de la
22 Subestación, que deberá ser un sistema de protección diferencial distribuido que permita el
23 mantenimiento de cada unidad individualmente con la protección en operación continua.

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

33
34 El Interventor verificará e informará a la UPME el cumplimiento de requisitos de las
35 protecciones según lo solicitado en este Anexo 1 y en la Resolución CREG 025 de 1995,
36 anexo CC4 y sus modificaciones.

37 38 **5.6.2 Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones**

39
40 La arquitectura del sistema de automatización estará constituida por los subsistemas y
41 equipos que conforman los niveles 0, 1, 2 y 3 según la siguiente arquitectura:

1

Nivel	Descripción	Modos de Operación
3	<p>Corresponde a los sistemas remotos de información.</p> <hr/> <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>Es la facilidad que debe tener el sistema para ser tele-comandado y supervisado desde el centro de control remoto de acuerdo con las normas del CND.</p> <hr/> <p>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> <hr/> <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> <hr/> <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</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>

Nivel	Descripción	Modos de Operación
	<p>través del panel frontal de cada controlador de bahía, se debe proporcionar un nivel básico de acceso al personal de operación para la supervisión y control de los equipos de campo asociados al controlador respectivo.</p>	<p>Para subestaciones de tipo convencional, se deberá prever la utilización de casetas de patio.</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 (13,2 kV, 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>

1
2
3
4
5
6
7
8
9

5.6.2.1 Características Generales

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

El Transmisor garantizará que la arquitectura del Sistema de Automatización permita la ampliación a medida que se expandan las Subestaciones 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

1 información) con IEDs de diversos fabricantes, razón por la cual deberán utilizarse
2 protocolos abiertos. El Transmisor garantizará igualmente, que el Sistema de Control
3 ofrezca una respuesta abierta y modular a las necesidades de protecciones, automatismos,
4 control y monitoreo de la Subestación. Copia de toda la información relacionada con la
5 arquitectura del Sistema de Automatización y con el Sistema de Control, deberá ser
6 entregada por el Transmisor al Interventor para la verificación de cumplimiento.

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

12
13 La arquitectura del sistema de control deberá estar basada en una red redundante a la cual
14 se conectan los equipos que soportan las funciones de automatismo, monitoreo, protección
15 y control. Se destacan las siguientes funciones:

- 16
- 17 • Las redes de comunicación entre los controladores de bahía deberán ser de
- 18 protocolo, que resulte compatible con las comunicaciones existentes.
- 19 • La arquitectura del sistema estará compuesta de equipos, que deben permitir:
 - 20 ○ Optimización de la integración funcional a través de intercambios rápidos
 - 21 entre equipos vía la red.
 - 22 ○ Integrar los equipos de otros fabricantes con el Sistema de control y
 - 23 Automatización de la Subestación.
- 24 • La herramienta de gestión del sistema debe permitir por lo menos las siguientes
- 25 funciones:
 - 26 ○ Gestión de las bases de datos del sistema.
 - 27 ○ Permitir la integración de elementos futuros.
 - 28 ○ Implementación de herramientas de seguridad y administración.
 - 29 ○ Gestión del modo de funcionamiento de los equipos permitiendo la
 - 30 explotación normal, el mantenimiento y/o paro de cada elemento del sistema
 - 31 sin perturbar ni detener el sistema.
 - 32 ○ Mantenimiento de cada equipo.
 - 33 ○ Gestión de protecciones que permite verificar y dar parámetros a las
 - 34 protecciones del sistema.
 - 35

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

1 coordinación de información a intercambiar con el CND son responsabilidad del
2 Inversionista.

3
4 Las funcionalidades siguientes deben ser garantizadas por los controladores de
5 Subestación:

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

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

20 21 **5.6.3 Unidad de medición fasorial sincronizada - medidores multifuncionales**

22
23 Se deben instalar unidades de medición fasorial -PMU- para cada bahía (línea,
24 transformación o compensación) objeto de la presente Convocatoria, y para los casos de
25 configuración en interruptor y medio se deberá garantizar un PMU por corte, incluyendo el
26 corte central, la cual deberá tener entradas de corriente independiente por bahía o corte
27 instalado, para el caso de nueva Subestación El Rio 220 kV. En las Subestaciones
28 Termobarranquilla 230 kV no se deberán instalar.

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

38
39 Deberá existir un tablero independiente para concentrar la información sincrofásorial, en
40 donde el operador nacional instalará un concentrador de datos fasoriales -PDC- y otros
41 dispositivos asociados. El tablero suministrado por el inversionista deberá estar provisto de

1 servicios de energía con las mismas características de los tableros de control de la
2 Subestación. El inversionista deberá permitir al operador nacional las labores de gestión y
3 mantenimiento de los equipos instalados en este tablero.

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

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

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

25 26 **5.6.4 Controladores de Bahía**

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

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

- 39
40
 - Despliegue del diagrama mímico de la bahía que muestre la información del
- 41 proceso.

- 1 • Despliegue de alarmas.
- 2 • Despliegue de eventos.
- 3 • Despliegue de medidas de proceso de la bahía.
- 4 • Control local (Nivel 1) de los equipos que forman parte de la bahía.
- 5 • Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de
- 6 función.
- 7 • Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.
- 8

9 Deben también tener LEDs de anuncio de alarma configurables. Deben contar con puertos
10 para la comunicación.

11
12 Estos equipos también deberán ser capaces de recibir una señal de sincronización horaria
13 para hacer el estampado de tiempo al momento de recibir un evento.

14 **5.6.5 Controlador de los Servicios Auxiliares**

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

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

- 23 • Despliegue del diagrama mímico de la bahía.
- 24 • Despliegue de alarmas.
- 25 • Despliegue de eventos.
- 26 • Despliegue de medidas de tensión y de corriente.
- 27 • Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de
- 28 función.
- 29 • Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.
- 30

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

33 **5.6.6 Switches**

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

- 3
- 4 • Deberán cumplir con IEEE 1613 standard - "error free" networking device.
- 5 • Deberán cumplir con IEC 61850-3 standard for networks in substations.
- 6 • Deberá incluir las siguientes características de red:
 - 7 ○ IEEE 802.1d, message prioritization y rapid spanning tree en MAC Bridges
 - 8 ○ IEEE 802.1q VLAN
- 9 • Deberán tener funciones de administración SNMP v2 y RMON.
- 10 • Deberán soportar las condiciones de estabilidad bajo las condiciones de prueba
- 11 descritas en las normas IEC 60068-2-6 e IEC 60068-2-27.
- 12 • En caso de alguna discrepancia en las normas antes mencionadas, prevalecerá la
- 13 más exigente.
- 14

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

18

19 **5.6.7 Interfaz Nivel 2 - Nivel 1**

20

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

22

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

28

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

32

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

36

37 **5.6.8 Equipos y Sistemas de Nivel 2**

38

39 **5.6.8.1 Controlador de la Subestación**

40

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

9
10 Adicionalmente el controlador de la Subestación, debe centralizar información de los relés
11 de protección, los registradores de fallas y los medidores multifuncionales, conformando la
12 red de ingeniería de la Subestación, la cual debe permitir acceso local y remoto para
13 interrogación, configuración y descarga de información de los relés, de los registradores de
14 fallas y los medidores multifuncionales. Deben suministrarse todos los equipos, accesorios,
15 programas y bases de datos requeridos para implementar un sistema de gestión de
16 protecciones y registradores de fallas para la Subestación.

17 18 **5.6.8.2 Registradores de Fallas**

19
20 Los registradores de falla deberán programarse de manera que al ocurrir una falla, la
21 descarga del archivo con los datos de la falla, se realice automáticamente a un equipo de
22 adquisición, procesamiento y análisis, en el cual se realizará la gestión de los registros de
23 falla provenientes de equipos instalados en las bahías del Proyecto, incluyendo
24 almacenamiento, despliegue, programación e interrogación remota, cumpliendo con lo
25 establecido en el Código de Redes CREG 025 de 1995, en su última revisión.

26 27 **5.6.8.3 Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación**

28
29 El sistema de supervisión local debe efectuar el monitoreo y control del proceso a través de
30 una IHM conformada básicamente por computadores industriales y software tipo SCADA.
31 Las pantallas o monitores de IHM deben ser suficientemente amplias para mostrar la
32 información del proceso.

33
34 Toda la información, se debe desplegar, almacenar, filtrar, imprimir en los mismos
35 dispositivos suministrados con el sistema de medida, control y supervisión de la
36 Subestación, la cual debe tener como mínimo las siguientes funciones:

- 37
38
- 39 • Adquisición de datos y asignación de comandos.
 - 40 • Auto-verificación y auto-diagnóstico.
 - 41 • Comunicación con el CND.
 - Comunicación con la red de área local.

- 1 • Facilidades de mantenimiento.
- 2 • Facilidades para entrenamiento.
- 3 • Función de bloqueo.
- 4 • Función de supervisión.
- 5 • Funciones del Controlador de Subestación a través del IHM.
- 6 • Guía de operación.
- 7 • Manejo de alarmas.
- 8 • Manejo de curvas de tendencias.
- 9 • Manejo de mensajes y consignas de operación.
- 10 • Marcación de eventos y alarmas.
- 11 • Operación de los equipos.
- 12 • Programación, parametrización y actualización.
- 13 • Reportes de operación.
- 14 • Representación visual del proceso mediante despliegues de los equipos de la
- 15 Subestación, incluidos los servicios auxiliares y las redes de comunicaciones.
- 16 • Secuencia de eventos.
- 17 • Secuencias automáticas.
- 18 • Selección de los modos de operación, local, remoto y enclavamientos de operación.
- 19 • Supervisión de la red de área local.

20

21 **5.6.9 Requisitos de Telecomunicaciones**

22

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

25

26 **5.7 Obras Civiles**

27

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

- 30
- 31 • Diseño y construcción de todas las obras civiles incluyendo, entre otras, la
- 32 construcción o mejora de las vías de acceso y la construcción o ampliación del
- 33 edificio de control.
- 34 • Todas las actividades relacionadas con la gestión ambiental, deben cumplir con los
- 35 requerimientos establecidos en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) del Proyecto, el
- 36 cual también está a cargo del Transmisor.
- 37 • Todos los diseños de las obras civiles deben cumplir con los requisitos establecidos
- 38 en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10.
- 39

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

- 7
- 8 • Memorias de cálculo que soporten los diseños.
- 9 • Planos de construcción completamente claros, con secciones, detalles completos,
10 listas y especificaciones de los materiales para la ejecución de las obras.
- 11 • Una vez finalizadas las obras debe actualizarse los planos de construcción y
12 editarse la versión denominada “tal como construido” que incluye las modificaciones
13 hechas en campo verificadas por el Interventor.
- 14

15 5.8 Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento

16

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

22

23 Los diseños son responsabilidad del Inversionista. La malla de puesta a tierra del proyecto
24 debe ser en cable de cobre suave, electrolítico, desnudo, recocado, sin estañar, trenzado
25 en capas concéntricas deberá ser diseñada siguiendo los lineamientos de la norma
26 ANSI/IEEE Std 80 y 81 tal que garanticen la seguridad del personal, limitando las tensiones
27 de toque y paso a valores tolerables.

29 6. ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO

31 7.1 Pruebas y Puesta en Servicio

32

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

39

40 Los registros de todas las pruebas (aceptación para recepción, individuales, funcionales,
41 de puesta en servicio y de energización) se consignarán en “Protocolos de Pruebas”

1 diseñados por el Transmisor de tal forma que la Interventoría, pueda verificar el
2 cumplimiento de los requisitos de la Regulación vigente y de las normas técnicas; por
3 ejemplo: que se cumplan los enclavamientos y secuencias de operación tanto de alta
4 tensión como de servicios auxiliares, que los sistemas de protección y control cumplen con
5 la filosofía de operación en cuanto a polaridades, acciones de protecciones y demás.
6

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

- 10
- 11 • Direccionalidad de las protecciones de línea.
- 12 • Medición y obtención de los parámetros y las impedancias de secuencia de las líneas
13 asociadas.
- 14 • Fallas simuladas monofásicas, trifásicas, cierre en falla con el fin de verificar el correcto
15 funcionamiento de las protecciones, registro de fallas, telecomunicaciones, gestión de
16 protecciones.
- 17 • Pruebas de conexión punto a punto con el CND.
- 18

19 **Pruebas de energización:** El Transmisor será responsable por la ejecución de las pruebas
20 de energización. Los Protocolos de las pruebas de energización deben ser verificados para
21 los fines pertinentes por la Interventoría.
22

23 7.2 Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio

24 La información requerida por CND para la puesta en servicio del Proyecto es la siguiente:
25

- 26
- 27 • Presentación del Proyecto al Centro Nacional de Despacho CND.
- 28 • Formatos con información técnica preliminar para la realización de estudios.
- 29 • Diagrama Unifilar.
- 30 • Estudio de ajuste y coordinación de protecciones de los equipos y el área de influencia
31 del Proyecto. El área de influencia definida para el estudio de ajuste y coordinación de
32 protecciones, de este proyecto, deberá ser acordada con el CND.
- 33 • Lista disponible de señales de SCADA y requerimiento de comunicaciones.
- 34 • Cronograma de desconexiones y consignaciones.
- 35 • Cronograma de pruebas.
- 36 • Protocolo y formatos para la declaración de los parámetros del equipo y sus bahías con
37 información definitiva.
- 38 • Protocolo de energización.
- 39 • Inscripción como agente y de la frontera comercial ante el ASIC.

- Certificación de cumplimiento de código de conexión otorgado por el propietario del punto de conexión.
- Carta de declaración en operación comercial.
- Formatos de Información técnica. Los formatos son corrientemente elaborados y actualizados por el CND.

8. ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN

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

9. INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO

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

10. INFORMACIÓN ESPECÍFICA

Información específica referente a la Convocatoria Pública UPME 06 - 2018, recopilada por la UPME, como costos de conexión, datos técnicos y planos, etc, serán suministrados por la UPME en formato digital en lo posible a través de su página WEB junto con los presentes DSI o a solicitud de los Interesados, mediante carta firmada por el Representante Legal o el Representante Autorizado, indicando domicilio, teléfono, fax y correo electrónico. Dicha información deberá ser tomada por los Inversionistas como de referencia; mayores detalles requeridos será su responsabilidad consultarlos e investigarlos.

11. FIGURAS

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

Figura 1 – Diagrama Esquemático

Figura 2 - Diagrama Unifilar Subestación EL Rio 220 kV.

Figura 3 - Diagrama Unifilar Subestación Termoflores 220 kV.

Figura 4 – Diagrama Unifilar Subestación Termobarranquilla 220 kV.