

**ANEXO 1**

**DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO**

**CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 07 DE 2018**

**(UPME 07 – 2018)**

**SELECCIÓN DE UN INVERSIONISTA Y UN INTERVENTOR PARA EL DISEÑO,  
ADQUISICIÓN DE LOS SUMINISTROS, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y  
MANTENIMIENTO DE LAS NUEVAS SUBESTACIONES ALCARAVÁN 230 kV, LA PAZ  
230 kV Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS**

**Bogotá D. C., noviembre de 2018**



## ÍNDICE

1		
2		
3		
4	<b>1. CONSIDERACIONES GENERALES</b> .....	<b>5</b>
5	<b>1.1 Requisitos Técnicos Esenciales</b> .....	<b>5</b>
6	<b>1.2 Definiciones</b> .....	<b>6</b>
7	<b>2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b> .....	<b>6</b>
8	<b>2.1 Descripción de Obras en las Subestaciones</b> .....	<b>10</b>
9	2.1.1 Descripción de Obras en la Subestación Alcaraván 230 kV.....	10
10	2.1.2 Descripción de Obras en la Subestación San Antonio 230 kV.....	11
11	2.1.3 Descripción de Obras en la Subestación Banadía 230 kV.....	12
12	2.1.4 Descripción de Obras en la Subestación La Paz 230 kV.....	13
13	<b>2.2 Puntos de Conexión del Proyecto</b> .....	<b>13</b>
14	2.2.1 En la Subestación Alcaraván 230 kV.....	14
15	2.2.2 En la Subestación San Antonio 230 kV.....	14
16	2.2.3 En la Subestación Banadía 230 kV.....	15
17	2.2.4 En la Subestación La Paz 230 kV.....	15
18	2.2.5 En la existente línea Caño Limón - Banadía 230 kV.....	16
19	<b>3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES</b> .....	<b>17</b>
20	<b>3.1 Parámetros del Sistema</b> .....	<b>17</b>
21	<b>3.2 Nivel de Corto Circuito</b> .....	<b>18</b>
22	<b>3.3 Materiales</b> .....	<b>18</b>
23	<b>3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible</b> .....	<b>18</b>
24	<b>3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión</b> .....	<b>19</b>
25	<b>3.6 Pruebas en Fábrica</b> .....	<b>19</b>
26	<b>4. ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 220 kV</b> .....	<b>20</b>
27	<b>4.1 General</b> .....	<b>20</b>
28	<b>4.2 Ruta de las Líneas de Transmisión</b> .....	<b>23</b>
29	<b>4.3 Longitud Aproximada de las Líneas</b> .....	<b>25</b>
30	<b>4.4 Especificaciones de diseño y construcción Líneas</b> .....	<b>25</b>
31	4.4.1 Aislamiento .....	25
32	4.4.2 Conductores de Fase .....	26
33	4.4.3 Cable(s) de Guarda .....	27
34	4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas .....	28
35	4.4.5 Transposiciones de Línea.....	28
36	4.4.6 Estructuras .....	29
37	4.4.7 Localización de Estructuras.....	30
38	4.4.8 Sistema Antivibratorio, Amortiguadores y Espaciadores - Amortiguadores.	30
39	4.4.9 Cimentaciones.....	30
40	4.4.10 Señalización Aérea.....	31
41	4.4.11 Desviadores de vuelo para aves.....	31

1	4.4.12	Obras Complementarias .....	31
2	<b>4.5</b>	<b>Informe Técnico .....</b>	<b>32</b>
3	<b>5.</b>	<b>ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN .....</b>	<b>32</b>
4	<b>5.1</b>	<b>General .....</b>	<b>32</b>
5	5.1.1	Predio de las Subestación .....	33
6	5.1.2	Espacios de Reserva .....	37
7	5.1.3	Conexiones con Equipos Existentes .....	39
8	5.1.4	Servicios Auxiliares .....	39
9	5.1.5	Infraestructura y Módulo Común .....	39
10	<b>5.2</b>	<b>Normas para Fabricación de los Equipos .....</b>	<b>41</b>
11	<b>5.3</b>	<b>Condiciones Sísmicas de los equipos .....</b>	<b>41</b>
12	<b>5.4</b>	<b>Procedimiento General del Diseño .....</b>	<b>41</b>
13	5.4.1	Los documentos de Ingeniería Básica .....	43
14	5.4.2	Los documentos de la Ingeniería de Detalle .....	46
15	5.4.3	Estudios del Sistema .....	50
16	5.4.4	Distancias de Seguridad .....	51
17	<b>5.5</b>	<b>Equipos de Potencia .....</b>	<b>51</b>
18	5.5.1	Interruptores .....	51
19	5.5.2	Descargadores de Sobretensión .....	52
20	5.5.3	Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra .....	53
21	5.5.4	Transformadores de Tensión .....	53
22	5.5.5	Transformadores de Corriente .....	54
23	5.5.6	Equipo GIS o Híbrido .....	55
24	5.5.7	Sistema de Puesta A Tierra .....	56
25	5.5.8	Apantallamiento de la Subestación .....	56
26	<b>5.6</b>	<b>Equipos de Control y Protección .....</b>	<b>57</b>
27	5.6.1	Sistemas de Protección .....	57
28	5.6.2	Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones .....	58
29	5.6.2.1	Características Generales .....	60
30	5.6.3	Unidad de medición fasorial sincronizada - medidores multifuncionales .....	62
31	5.6.4	Controladores de Bahía .....	63
32	5.6.5	Controlador de los Servicios Auxiliares .....	64
33	5.6.6	Switches .....	64
34	5.6.7	Interfaz Nivel 2 - Nivel 1 .....	65
35	5.6.8	Equipos y Sistemas de Nivel 2 .....	65
36	5.6.8.1	Controlador de la Subestación .....	65
37	5.6.8.2	Registradores de Fallas .....	66
38	5.6.8.3	Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación .....	66
39	5.6.9	Requisitos de Telecomunicaciones .....	67
40	<b>5.7</b>	<b>Obras Civiles .....</b>	<b>67</b>
41	<b>5.8</b>	<b>Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento .....</b>	<b>67</b>

1	<b>6. ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO .....</b>	<b>68</b>
2	<b>6.1 Pruebas y Puesta en Servicio .....</b>	<b>68</b>
3	<b>6.2 Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio .....</b>	<b>69</b>
4	<b>7 ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN .....</b>	<b>69</b>
5	<b>8 INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO .....</b>	<b>69</b>
6	<b>9 INFORMACIÓN ESPECÍFICA .....</b>	<b>70</b>
7	<b>10 FIGURAS .....</b>	<b>70</b>
8		



**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 07 – 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

## 19 **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

20  
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 nuevas  
24 subestaciones Alcaraván 230 kV, La Paz 230 kV y líneas de trasmisión asociadas, definido  
25 en el “Plan de Expansión de Referencia Generación – Transmisión 2016-2030”, adoptado  
26 mediante Resolución del Ministerio de Minas y Energía 40098 de febrero 7 de 2017, el cual  
27 comprende:

- 28 i. Nueva subestación **Alcaraván 230 kV** en configuración interruptor y medio, con dos  
29 (2) bahías de línea y dos (2) bahías de transformación con sus respectivos cortes  
30 centrales para conformar un (1) diámetro completo y dos (2) incompletos (cada uno  
31 con 2/3 de diámetro) a 230 kV, a ubicarse en inmediaciones de la ciudad de Yopal  
32 departamento de Casanare, conforme al numeral 5.5.1 del presente Anexo 1.
- 33 ii. Una (1) bahía de línea 230 kV en configuración barra sencilla en la Subestación  
34 Banadía 230 kV.
- 35 iii. Una línea a 230 kV con una longitud aproximada de 230 km, desde la Subestación  
36 Banadía 230 kV, hasta la nueva Subestación Alcaraván 230 kV.

- 1 iv. Una (1) bahía de línea 230 kV en configuración interruptor y medio con su respectivo  
2 corte central en la subestación San Antonio 230 kV (Subestación objeto de la  
3 convocatoria UPME 03-2016).
- 4 v. Una línea a 230 kV con una longitud aproximada de 75 km, desde la nueva  
5 Subestación Alcaraván 230 kV hasta la subestación San Antonio 230 kV.
- 6 vi. Nueva subestación **La Paz 230 kV** en configuración interruptor y medio, con tres (3)  
7 bahías de línea y una (1) bahía de transformación con sus respectivos cortes  
8 centrales para conformar un (1) diámetro completo y dos (2) incompletos (cada uno  
9 con 2/3 de diámetro) a 230 kV, a ubicarse en inmediaciones de la actual subestación  
10 Caño limón en el departamento de Arauca, conforme al numeral 5.5.1 del presente  
11 Anexo 1.
- 12 vii. Una (1) bahía de línea 230 kV en configuración barra sencilla en la Subestación  
13 Banadía 230 kV.
- 14 viii. Una línea a 230 kV con una longitud aproximada de 90 km, desde la Subestación  
15 Banadía 230 kV hasta la nueva Subestación La Paz 230 kV.
- 16 ix. Una línea doble circuito a 230 kV con una longitud aproximada de 1 km, desde la  
17 nueva Subestación La Paz 230 kV hasta interceptar la línea existente Caño Limón  
18 – Banadia 230 kV para reconfigurar en las líneas Caño Limón – La Paz 230 kV y La  
19 Paz – Banadía 230 kV. Hacen parte del presente alcance las conexiones y  
20 desconexiones requeridas para la reconfiguración mencionada.
- 21 x. Extensiones de barraje requeridas para dar cumplimiento al objeto de la presente  
22 Convocatoria, junto con todos los elementos, equipos obras y adecuaciones  
23 mecánicas, civiles, eléctricas, corte y/o protección, control, medición y demás  
24 necesarios, para su correcto funcionamiento.
- 25 xi. Incluye todos los elementos y adecuaciones tanto eléctricas como físicas necesarias  
26 para cumplir con el objeto de la presente Convocatoria durante la construcción,  
27 operación y mantenimiento de las obras, garantizando siempre su compatibilidad  
28 con la infraestructura existente. Estas acciones incluyen sistemas de control,  
29 protecciones, comunicaciones e infraestructura asociada, etc, sin limitarse a estos.
- 30 xii. Los espacios de reserva establecidos en el numeral 5.1.2 del presente documento.

31  
32  
33  
34

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

- 1 1. Los dos (2) bancos de transformación 230/115 kV – 180 MVA cada uno, que se  
2 conectarán a la nueva Subestación Alcaraván 230 kV y sus respectivas bahías en  
3 el lado de baja tensión (115 kV), no hacen parte del objeto de la presente  
4 Convocatoria Pública, por tratarse de activos del STR. La frontera entre el  
5 Inversionista de la presente Convocatoria y el Inversionista del STR en la  
6 Subestación Alcaraván, será en los bornes de alta del transformador.  
7
- 8 2. El transformador 230/115 kV - 50 MVA, que se conectará a la nueva subestación La  
9 Paz 230 kV y sus respectivas bahías en el lado de baja tensión (115 kV), no hacen  
10 parte del objeto de la presente Convocatoria Pública, por tratarse de activos del  
11 STR. La frontera entre el Inversionista de la presente Convocatoria y el Inversionista  
12 del STR en la Subestación La Paz, será en los bornes de alta del transformador.  
13
- 14 3. Los Diagramas unifilares, hacen parte del Anexo 1. El Inversionista seleccionado,  
15 buscando una disposición con alto nivel de confiabilidad, podrá modificar la  
16 disposición de las bahías en los diagramas unifilares, previa revisión y concepto del  
17 Interventor, y aprobación por parte de la UPME. Si la propuesta de modificación  
18 presentada involucra o afecta a terceros como otros usuarios o propietarios de  
19 activos en Subestación (existente o ampliación), deberán establecerse acuerdos  
20 previos a la solicitud.  
21
- 22 4. En configuración interruptor y medio, cuando una bahía, objeto de la presente  
23 Convocatoria Pública, quede en un diámetro incompleto, el cual pueda utilizarse  
24 para una ampliación futura, el Transmisor deberá hacerse cargo del enlace entre el  
25 corte central y el otro barraje, de tal manera que dicho enlace pueda ser removido  
26 fácilmente en caso de instalación de nuevos equipos.  
27
- 28 5. Corresponde a los involucrados en las Subestaciones, llegar a acuerdos para la  
29 ubicación y/o disposición física de equipos en la subestación. En cualquier caso, se  
30 debe garantizar una disposición de alto nivel de confiabilidad.  
31
- 32 6. Todos los equipos o elementos a instalar, por motivo de la presente Convocatoria  
33 Pública UPME, deberán ser completamente nuevos y de última tecnología.  
34
- 35 7. Están a cargo del Inversionista seleccionado, todos los elementos necesarios para  
36 la construcción, operación y mantenimiento de las obras, como por ejemplo  
37 sistemas de control, protecciones, comunicaciones e infraestructura asociada, sin  
38 limitarse a estos, y debe garantizar su compatibilidad con la infraestructura  
39 existente. En general, el Adjudicatario se debe hacer cargo de las adecuaciones  
40 necesarias para cumplir con el alcance del presente proyecto.  
41



- 1 8. En la página WEB de la presente Convocatoria Pública, se encuentra disponible la  
2 información técnica y costos de conexión remitidos por ISA -ITCO S.A. E.S.P. con  
3 radicados UPME 20181110004312, 20181110006732 y 20181100056452. La  
4 información específica relacionada con estos comunicados (anexos) pueden ser  
5 solicitadas en oficinas de la UPME en los términos señalados en el numeral 9 del  
6 presente Anexo 1, sin detrimento a lo anterior, el Inversionista podrá consultar a los  
7 propietarios de la infraestructura de manera directa. La información suministrada por  
8 la UPME no representa ninguna limitante y deberá ser evaluada por el Inversionista  
9 para lo de su interés, en concordancia con los numerales 5.5, Independencia del  
10 Proponente, y 5.6, Responsabilidad, de los DSI de la presente Convocatoria Pública.  
11
- 12 9. Hace parte de la presente Convocatoria el diseño, suministro, construcción,  
13 pruebas, puesta en servicio, operación y mantenimiento del cable de potencia  
14 (conductor de fase para la conexión entre las bahías de transformación y los bornes  
15 de alta de los transformadores del STR), de las obras civiles y de los elementos  
16 necesarios asociados estos cables de potencia (estructuras de apoyo, aisladores,  
17 soportes, canalizaciones, protecciones y demás elementos de requerirse). Lo  
18 anterior aplica hasta los 200 metros de conductor por fase, medidos desde la salida  
19 de cada una de las bahías de transformación, sin importar la distancia entre estas  
20 salidas y los bornes de alta de los transformadores del STR.  
21
- 22 10. La ubicación de la nueva subestación Alcaraván 230 kV deberá cumplir con lo  
23 señalado en el numeral 5.1.1 del presente Anexo.  
24
- 25 11. La ubicación de la nueva subestación La Paz 230 kV deberá cumplir con lo señalado  
26 en el numeral 5.1.1 del presente Anexo.  
27
- 28 12. La línea Alcaraván – San Antonio 230 kV, en tramos aéreos, deberá ser instalada  
29 en estructuras doble circuito, sin embargo, en todo el recorrido se deberá instalar un  
30 (1) solo circuito por estructura. El diseño deberá considerar la instalación del circuito  
31 futuro, sin que se requiera desenergizar el circuito a instalarse mediante la presente  
32 Convocatoria.  
33
- 34 13. Si se requieren tramos subterráneos para la línea Alcaraván – San Antonio, deberán  
35 dejar espacio de reserva para un circuito futuro. El diseño deberá considerar la  
36 instalación del circuito futuro, sin que se requiera desenergizar el circuito a instalarse  
37 mediante la presente Convocatoria.  
38
- 39 14. El Inversionista seleccionado deberá garantizar que los espacios de reserva (no  
40 utilizados por el presente Proyecto) en las subestaciones intervenidas, no se verán  
41 afectados o limitados para su utilización, por infraestructura (equipos, línea,

1 edificaciones, etc.) desarrollada en el marco de la presente Convocatoria Pública.  
2 El Interventor deberá certificar el cumplimiento de la exigencia antes indicada. Lo  
3 anterior no implica que los espacios ocupados por las bahías construidas en la  
4 presente convocatoria se deban reponer en otro lugar, con excepción de aquellos  
5 casos en que el propietario de la subestación lo hubiese declarado antes del inicio  
6 de la Convocatoria.  
7

8 15. El Inversionista seleccionado para la presente Convocatoria, deberá analizar y  
9 tomar las precauciones, realizar todos los estudios que apliquen y tomar cualquier  
10 medida preventiva o correctiva en todas las etapas del proyecto, incluida la  
11 operación y mantenimiento, con el fin que no existan afectaciones en el Sistema  
12 Interconectado Nacional – SIN por cualquier circunstancia que involucre o se derive  
13 de sus activos.  
14

## 15 **2.1 Descripción de Obras en las Subestaciones**

### 16 **2.1.1 Descripción de Obras en la Subestación Alcaraván 230 kV.**

17 El Inversionista seleccionado deberá hacerse cargo de la selección y adquisición del lote,  
18 el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de las obras descritas en el  
19 numeral 2, incluyendo los espacios de reserva definidos.  
20  
21

22 La nueva Subestación Alcaraván 230 kV deberá ser construida en configuración interruptor  
23 y medio, y los equipos a instalar podrán ser convencionales o GIS (tomado de la primera  
24 letra del nombre en inglés “Gas Insulated Substations” Subestaciones aisladas en gas SF6)  
25 o una solución híbrida, de tipo exterior o interior según sea el caso, cumpliendo con la  
26 normatividad técnica aplicable y todos los demás requisitos establecidos en los DSI.  
27

28 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad de las nuevas bahías de líneas, en  
29 funcionalidad y en aspectos de potencia, comunicaciones, control y protecciones con  
30 infraestructura existente.  
31

32 El diagrama unifilar de la nueva Subestación Alcaraván 230 kV se muestra en la Figura 2.  
33

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

1  
2 **2.1.2 Descripción de Obras en la Subestación San Antonio 230 kV.**  
3

4 El Inversionista seleccionado deberá usar uno de los espacios de reserva que fueron  
5 previstos en la Convocatoria Pública UPME 03-2016, de la cual ISA-INTERCOLOMBIA S.A.  
6 E.S.P. es el responsable. Para tal fin el Inversionista que resulte adjudicatario de la  
7 presente Convocatoria Pública deberá utilizar el espacio disponible junto a la bahía que  
8 utiliza la línea San Antonio – Sochagota (diámetro D02) ejecutada mediante la Convocatoria  
9 UPME 03-2016.

10  
11 La bahía de línea deberá mantener la configuración de la subestación existente. Los  
12 equipos a instalar podrán ser convencionales o GIS (tomado de la primera letra del nombre  
13 en inglés “Gas Insulated Substations” Subestaciones aisladas en gas SF6) o una solución  
14 híbrida, de tipo exterior o interior según el caso, cumpliendo con la normatividad técnica  
15 aplicable y todos los demás requisitos establecidos en los DSI.

16  
17 El Inversionista seleccionado, resultante de la presente Convocatoria Pública, deberá  
18 hacerse cargo de la extensión de barrajes (de ser necesario) para la conexión de la nueva  
19 bahía de línea objeto de la presente Convocatoria Pública, junto con los equipos de  
20 protección y adecuaciones físicas y eléctricas necesarias. Toda la infraestructura utilizada  
21 para ampliar el barraje, deberá tener una capacidad de corriente, y demás características  
22 técnicas, igual o superior al barraje existente donde se conecta.

23  
24 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad de la nueva bahía de línea, en  
25 funcionalidad y en aspectos de potencia, comunicaciones, control y protecciones con  
26 infraestructura existente.

27  
28 El diagrama unifilar de la subestación San Antonio 230 kV se muestra en la Figura 3.

29  
30 El Inversionista deberá implementar redundancia en los canales de comunicación utilizando  
31 diferentes medios o tecnologías para el envío y la recepción de señales entre los extremos  
32 de las líneas de transmisión. El Inversionista seleccionado deberá verificar que con los  
33 equipos a instalar en las subestaciones, se eviten puntos comunes de fallas. Lo anterior  
34 con el fin de incrementar la fiabilidad de los esquemas de teleprotección de las líneas de  
35 transmisión, ante mantenimientos o contingencias sobre uno de los sistemas de  
36 comunicación.

37  
38 Se debe tener en cuenta que la Subestación San Antonio está siendo construida por la  
39 Convocatoria Pública UPME 03-2016 a cargo de ISA S.A. E.S.P., por lo que son referencia  
40 los respectivos DSI de dicha convocatoria, al igual que el estado de avance del proyecto.  
41

1 Para las llegada/salida de las líneas a construir, se debe tener en cuenta los circuitos  
2 actuales y futuros de forma tal que los diseños busquen evitar los cruces con otras líneas.  
3

### 4 **2.1.3 Descripción de Obras en la Subestación Banadía 230 kV.**

5  
6 El Inversionista seleccionado deberá hacerse cargo de la selección y adquisición del área  
7 (cualquier modalidad compra, arriendo, etc) el diseño, la construcción, la operación y el  
8 mantenimiento de las obras descritas en el numeral 2.  
9

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

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

23 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad de las nuevas bahías de línea, en  
24 funcionalidad y en aspectos de potencia, comunicaciones, control y protecciones con  
25 infraestructura existente.  
26

27 El diagrama unifilar de la subestación Banadía 230 kV se muestra en la Figura 4.  
28

29 El Inversionista deberá implementar redundancia en los canales de comunicación utilizando  
30 diferentes medios o tecnologías para el envío y la recepción de señales entre los extremos  
31 de las líneas de transmisión. El Inversionista seleccionado deberá verificar que con los  
32 equipos a instalar en las subestaciones, se eviten puntos comunes de fallas. Lo anterior  
33 con el fin de incrementar la fiabilidad de los esquemas de teleprotección de las líneas de  
34 transmisión, ante mantenimientos o contingencias sobre uno de los sistemas de  
35 comunicación.  
36

37 Para las llegada/salida de las líneas a construir, se debe tener en cuenta los circuitos  
38 actuales y futuros de forma tal que los diseños busquen evitar los cruces con otras líneas.  
39  
40

1 **2.1.4 Descripción de Obras en la Subestación La Paz 230 kV.**

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

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

12  
13 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad de las nuevas bahías de líneas, en  
14 funcionalidad y en aspectos de potencia, comunicaciones, control y protecciones con  
15 infraestructura existente.

16  
17 El diagrama unifilar de la nueva Subestación La Paz 230 kV se muestra en la Figura 5.

18  
19 Los equipos o elementos a instalar deberán ser completamente nuevos y de última  
20 tecnología.

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

29  
30 **2.2 Puntos de Conexión del Proyecto**

31  
32 El Inversionista seleccionado, además de adquirir el predio y/o los espacios para la presente  
33 Convocatoria Pública, independiente de la modalidad (compra o arrendamiento, etc),  
34 deberá tener en cuenta lo definido en el Código de Conexión (Resolución CREG 025 de  
35 1995 y sus modificaciones) y las siguientes consideraciones en cada uno de los puntos de  
36 conexión, para los cuales se debe establecer un contrato de conexión con el responsable  
37 y/o propietario de los activos relacionados.

38  
39 Cuando el Transmisor considere la necesidad de hacer modificaciones a la infraestructura  
40 existente (independientemente del nivel tensión), deberá informar al Interventor y acordar

1 estas modificaciones en el contrato de conexión con el responsable y/o propietario de los  
2 activos relacionados. Estas modificaciones estarán a cargo del Transmisor.

### 3 4 **2.2.1 En la Subestación Alcaraván 230 kV.**

5  
6 El propietario de la Subestación Alcaraván 230 kV será el Transmisor resultante de la  
7 presente Convocatoria Pública.

8  
9 La frontera entre el Transmisor y el STR será en los bornes de alta de los transformadores.

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

### 28 29 **2.2.2 En la Subestación San Antonio 230 kV**

30  
31 El agente responsable de la existente subestación San Antonio 230 kV es ISA-  
32 INTERCOLOMBIA.

33  
34 El punto de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública en la Subestación  
35 San Antonio, es el barraje a 230 kV.

36  
37 El contrato de conexión entre el Transmisor resultante de la presente Convocatoria Pública  
38 y el responsable de la subestación, deberá incluir, entre otros aspectos y según  
39 corresponda, lo relacionado con las condiciones para acceder al uso del terreno para la  
40 ubicación de la infraestructura a instalar, el espacio para la ubicación de los tableros de  
41 control y protecciones de los módulos, el enlace al sistema de control del CND, suministro

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

### 12 13 **2.2.3 En la Subestación Banadía 230 kV**

14  
15 El agente responsable en la subestación Banadía 230 kV es ISA-INTERCOLOMBIA.

16  
17 El punto de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública en la Subestación  
18 Banadía, es el barraje a 230 kV.

19  
20 El contrato de conexión entre el Transmisor resultante de la presente Convocatoria Pública  
21 y el responsable de la subestación, deberá incluir, entre otros aspectos y según  
22 corresponda, lo relacionado con las condiciones para acceder al uso del terreno para la  
23 ubicación de la infraestructura a instalar, el espacio para la ubicación de los tableros de  
24 control y protecciones de los módulos, el enlace al sistema de control del CND, suministro  
25 de servicios auxiliares de AC y DC; y demás acuerdos. Este contrato de conexión deberá  
26 estar firmado por las partes, dentro de los **cuatro (4) meses** siguientes a la expedición de  
27 la Resolución CREG que oficialice los Ingresos Anuales Esperados del Transmisor  
28 adjudicatario de la presente Convocatoria Pública, **al menos en sus condiciones básicas**  
29 (objeto del contrato, terreno en el cual se realizarán las obras, espacios, ubicación y  
30 condiciones para acceder, entrega de datos sobre equipos y demás información requerida  
31 para diseños, obligaciones de las partes para la construcción, punto de conexión, duración  
32 del contrato, etc), lo cual deberá ser puesto en conocimiento del Interventor. No obstante  
33 las partes en caso de requerirse, podrán solicitar a la UPME, con la debida justificación, la  
34 modificación de la fecha de firma del contrato de conexión. Esta solicitud deberá estar  
35 firmada por los representantes legales de los agentes involucrados.

### 36 37 **2.2.4 En la Subestación La Paz 230 kV.**

38  
39 El propietario de la Subestación La Paz 230 kV será el Transmisor resultante de la presente  
40 Convocatoria Pública.

41

1 La frontera entre el Transmisor y el STR será en los bornes de alta de los transformadores.

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

## 20 21 **2.2.5 En la existente línea Caño Limón - Banadía 230 kV.**

22  
23 El responsable de la existente línea Caño Limón - Banadía 230 kV es ISA-  
24 INTERCOLOMBIA.

25  
26 El punto de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública en la línea Caño  
27 Limón - Banadía 230 kV, será en los puntos de seccionamiento de ésta línea.

28  
29 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad con los sistemas de comunicaciones,  
30 control, protecciones y demás, entre la infraestructura a instalar y los sistemas existentes  
31 en la línea Caño Limón – Banadía 230 kV y subestaciones Caño Limón 230 kV y Banadía  
32 230 kV.

33  
34 Los contratos de conexión, que suscriba el Inversionista resultante de la presente  
35 Convocatoria Pública e ISA S.A. E.S.P., deberán incluir, entre otros aspectos y según  
36 corresponda, todos los aspectos que tengan que ver con la conexión a la línea y con  
37 cambios o ajustes de cualquier índole que deban hacerse en las Subestaciones Caño Limón  
38 y Banadía 230 kV que se generen producto de la reconfiguración de la línea existente en  
39 Caño Limón – La Paz – Banadía 230 kV. Este contrato de conexión deberá estar firmado  
40 por las partes, antes del inicio de la construcción y montaje de las obras, al menos en sus  
41 condiciones básicas, lo cual deberá ser puesto en conocimiento del Interventor. No



1 obstante, las partes de común acuerdo, podrán solicitar a la UPME, con la debida  
2 justificación, la modificación del momento en que se firma el contrato de conexión.  
3

### 4 5 **3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES**

6  
7 El Interventor informará de manera independiente a la UPME, el cumplimiento de las  
8 especificaciones técnicas consignadas en el presente Anexo. El uso de normas y  
9 procedimientos aquí descritos podrá ser modificado en cualquier momento, hasta la fecha  
10 de realización de los diseños o de realización de la obra según el caso, sin detrimento del  
11 cumplimiento de la regulación y las normas técnicas de obligatorio cumplimiento,  
12 asegurando en cualquier caso que los requisitos y calidades técnicas se mantengan, para  
13 lo cual deberá previamente comunicarlo y soportarlo al Interventor.  
14

15 Las Especificaciones contenidas en este Anexo, se complementan con la información de  
16 las subestaciones existentes que se incluyen en los documentos de esta Convocatoria  
17 Pública.  
18

#### 19 **3.1 Parámetros del Sistema**

20  
21 Todos los equipos e instalaciones a ser suministrados por el Transmisor deberán ser  
22 nuevos y de última tecnología, cumplir con las siguientes características técnicas del STN,  
23 las cuales serán verificadas por la Interventoría para la UPME.  
24

##### 25 **Generales:**

26 Tensión nominal	230 kV
27 Frecuencia asignada	60 Hz
28 Puesta a tierra	Sólida
29 Numero de fases	3

##### 31 **Subestaciones 230 kV:**

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

##### 36 **Línea de transmisión 230 kV:**

37 Tipo de línea y estructuras:	Aérea con torres auto-soportadas y/o postes y/o estructuras compactas y/o subterráneas.
38 Estructuras de soporte:	Para doble circuito para la línea Alcaraván – San Antonio 230 kV. Las demás líneas podrán

- 1 ser estructura para circuito sencillo o doble  
2 circuito.  
3 Circuitos por torre o canalización: Para la línea Alcaraván - San Antonio 230 kV,  
4 en todo el recorrido se deberá instalar un (1)  
5 solo circuito, el segundo se instalará a futuro y  
6 no hace parte de la presente Convocatoria  
7 Pública. Para las demás líneas podrán ser uno  
8 o dos circuitos por torre o canalización.  
9 Conductores de fase: Ver numeral 4.4.2 del presente Anexo.  
10 Cables de guarda: Ver numeral 4.4.3 del presente Anexo.  
11

### 3.2 Nivel de Corto Circuito

12 El Transmisor deberá realizar los estudios pertinentes, de tal manera que se garantice que  
13 el nivel de corto utilizado en los diseños y selección de los equipos y demás elementos de  
14 líneas y subestaciones será el adecuado durante la vida útil de estos, no obstante, la  
15 capacidad de corto circuito asignada a los equipos y elementos asociados que se instalarán  
16 objeto de la presente Convocatoria no deberá ser inferior a 40 kA. La duración asignada al  
17 corto circuito no podrá ser inferior a los tiempos máximos provistos para interrupción de las  
18 fallas y los indicados en las normas IEC aplicables. Copia del estudio deberá ser entregada  
19 al Interventor para su conocimiento y análisis.  
20  
21

### 3.3 Materiales

22 Todos los equipos y materiales incorporados al Proyecto deben ser nuevos y de la mejor  
23 calidad, de última tecnología y fabricados bajo normas internacionales y sello de  
24 fabricación, libres de defectos e imperfecciones. La fabricación de equipos y estructuras  
25 deberán ser tales que se eviten la acumulación de agua. Todos los materiales usados para  
26 el Proyecto, listados en la tabla 2.1 del RETIE deberán contar con certificado de producto  
27 según el numeral 2.3 del Artículo 2 del RETIE. El Transmisor deberá presentar para fines  
28 pertinentes al Interventor los documentos que le permitan verificar las anteriores  
29 consideraciones. En el caso de producirse una nueva actualización del RETIE antes del  
30 inicio de los diseños y de la construcción de la obra, dicha actualización primará sobre el  
31 Reglamento actualmente vigente.  
32  
33

### 3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible

34 Todos los equipos y los conectores deberán ser de diseño y construcción tales que, en lo  
35 relacionado con el efecto corona y radio interferencia, deben cumplir con lo establecido en  
36 el RETIE, Código de Redes y Normatividad vigente. El Transmisor deberá presentar al  
37  
38  
39  
40

1 Interventor para los fines pertinentes a la Interventoría las Memorias de Cálculo y/o reportes  
2 de pruebas en donde se avalen las anteriores consideraciones.

3  
4 Para niveles máximos de radio-interferencia, se acepta una relación señal-ruido mínima de:  
5 a) Zona Rurales: 22 dB a 80m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen tiempo  
6 y b) Zonas Urbanas: 22 dB a 40m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen  
7 tiempo.

8  
9 En cuanto a ruido audible generado por la línea y/o la subestación, deberá limitarse a los  
10 estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido establecidos en Resolución  
11 0627 de 2006 (Abril 7) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy  
12 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o aquella que la modifique o sustituya.

### 13 14 **3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión**

15  
16 La consecución de todas las licencias y permisos son responsabilidad del Inversionista. Se  
17 debe considerar lo establecido en el capítulo X de la Ley 143 de 1994, en especial los  
18 artículos 52 y 53.

19  
20 La celebración de los Contratos de Conexión deberá dar prioridad a todos los acuerdos  
21 técnicos, administrativos, comerciales y operativos de tal forma que no existan  
22 imprecisiones en este aspecto antes de la fabricación de los equipos y materiales del  
23 Proyecto. La fecha para haber llegado a estos acuerdos técnicos se deberá reflejar como  
24 Hito en el cronograma de la Convocatoria, lo cual será objeto de verificación por parte del  
25 Interventor.

26  
27 Los acuerdos administrativos y comerciales de los Contratos de Conexión se podrán  
28 manejar independientemente de los acuerdos técnicos. El conjunto de los acuerdos  
29 técnicos y administrativos constituye el Contrato de Conexión cuyo cumplimiento de la  
30 regulación vigente deberá ser certificado por el Inversionista seleccionado. Copia de estos  
31 acuerdos deberán entregarse al Interventor.

### 32 33 **3.6 Pruebas en Fábrica**

34  
35 Una vez el Inversionista haya seleccionado los equipos a utilizar deberá entregar al  
36 Interventor, copia de los reportes de las pruebas que satisfagan las normas aceptadas en  
37 el Código de Conexión, para interruptores, seccionadores, transformadores de corriente y  
38 potencial, entre otros. En caso de que los reportes de las pruebas no satisfagan las normas  
39 aceptadas, el Interventor podrá solicitar la repetición de las pruebas a costo del  
40 Inversionista.

41

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

#### 7 4. ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 220 kV

##### 9 4.1 General

11 La información específica referente a la línea existente, remitida por el propietario de la  
 12 infraestructura, como costos, datos técnicos, etc, serán suministrados por la UPME  
 13 conforme el Numeral 9 del presente Anexo 1.

15 En la siguiente tabla se presentan las especificaciones técnicas mínimas para la nueva línea  
 16 de transmisión que el Inversionista construya, lo cual deberá revisar y ajustar una vez haya  
 17 hecho el análisis comparativo de las normas:

Línea de 220 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
1	Tensión nominal trifásica	Numeral 3.1	kV	230
2	Frecuencia nominal	Numeral 3.1	Hz	60
3	Tipo de línea	Numeral 3.1	-	Aérea/ subterránea
4	Longitud aproximada	Numeral 4.3	km	* 230 km la línea Banadía – Alcaraván.  * 75 km la línea Alcaraván – San Antonio.  * 90 km la línea Banadía – La Paz.  * Reconfiguración Caño Limón–La Paz – Banadía: Aprox 1 km hasta interceptar la línea

Línea de 220 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
				existente Caño Limón– Banadía
5	Altura (estimada) sobre el nivel del mar	Numeral 4.3	msnm	* De 195 a 305 la línea Banadía – Alcaraván * De 305 a 2475 la línea Alcaraván – San Antonio * De 150 a 195 Banadía – La Paz * De 150 a 195 Reconfiguración Caño Limón–La Paz – Banadía
6	Número de circuitos por torre o canalización	Numeral 3.1	-	-
7	Conductores de fase	Numeral 4.4.2	-	-
8	Subconductores por fase	Numeral 4.4.2	-	-
9	Cables de guarda	Numeral 4.4.3	-	-
10	Cantidad de cables de guarda	Numeral 4.4.3	-	-
11	Distancias de seguridad	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	-	-

Línea de 220 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
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 <sup>2</sup>	-
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	-	-
23	Salidas por descargas atmosféricas	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
24	Cimentaciones	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-

- 1  
2 En cualquier caso se deberá dar cumplimiento al Código de Redes (Resolución CREG 025  
3 de 1995 con sus anexos, incluyendo todas sus modificaciones) y al RETIE (Reglamento  
4 Técnico de Instalaciones Eléctricas en su versión vigente).  
5  
6 Se debe propender por la minimización u optimización de cruces entre líneas de transmisión  
7 objeto de la presente Convocatoria con otras líneas en ejecución o existentes y evitar la  
8 afectaciones o riesgos al Sistema Interconectado Nacional, por lo cual el Transmisor deberá  
9 implementar las medidas técnicas necesarias. Para ello, el Transmisor se obliga a realizar  
10 el estudio correspondiente **antes del inicio de construcción de las obras** y, a más tardar  
11 en ese momento, ponerlo a consideración de la Interventoría, la UPME, terceros

1 involucrados, el CND y si es del caso al CNO. Este documento hará parte de las memorias  
2 del proyecto.

3  
4 Las líneas de transmisión podrán ser totalmente aéreas o parcialmente aéreas y  
5 subterráneas. La longitud de las líneas de transmisión, serán en función del diseño y  
6 estudios pertinentes que realice el Inversionista.

7  
8 Solo para la línea Alcarván – San Antonio 230 kV, la infraestructura de soporte para los  
9 tramos aéreos, deberá quedar dispuesta para recibir un segundo circuito a futuro, cuyas  
10 características se considerarán iguales al circuito objeto de la presente Convocatoria. Es  
11 decir, que las estructuras deberán disponer de los respectivos brazos y demás elementos  
12 que permitan la instalación futura de aisladores, conductores de fase, y cable de guarda (de  
13 ser necesario a futuro), para un segundo circuito. El diseño de las estructuras deberá  
14 realizarse de tal manera que se permita la instalación del segundo circuito, con el primer  
15 circuito energizado.

16  
17 Se aclara que la definición del número de cables de guarda necesarios para la estructura  
18 doble circuito a construir es definido por el Inversionista de la presente Convocatoria, razón  
19 por la cual se debe realizar el diseño para la estructura doble circuito considerando que el  
20 futuro segundo circuito es de iguales características instalado en la presente Convocatoria.  
21 Sin embargo, será el Inversionista quien defina el número de cables de guarda que  
22 instalará, pues en cualquier caso deberá garantizar la protección los circuitos a instalar en  
23 la presente Convocatoria y el cumplimiento de las normas técnicas aplicables.

24  
25 En caso de tramos subterráneos, solo para la línea Alcarván – San Antonio 230 kV, se  
26 deberá dejar prevista la obra civil (ductos y demás elementos) para el segundo circuito y se  
27 deberá hacer cargo de respectivo mantenimiento de esta obra civil. En cualquier caso, se  
28 deberá garantizar su uso. El diseño deberá realizarse de tal manera que se permita la  
29 instalación del segundo circuito, con el primer circuito energizado.

#### 30 31 **4.2 Ruta de las Líneas de Transmisión**

32  
33 La selección de la ruta de la línea de transmisión objeto de la presente Convocatoria Pública  
34 UPME, será responsabilidad del Inversionista seleccionado. Por lo tanto, a efectos de definir  
35 dicha ruta, será el Inversionista el responsable de realizar investigaciones detalladas y  
36 consultas a las autoridades ambientales, a las autoridades nacionales, regionales y locales  
37 los diferentes Planes de Ordenamiento Territorial, a las autoridades que determinan las  
38 restricciones para la aeronavegación en el área de influencia del Proyecto y, en general,  
39 con todo tipo de consideraciones, restricciones y reglamentaciones existentes. En  
40 consecuencia, deberá tramitar los permisos y licencias a que hubiere lugar. Se deberá tener

1 en cuenta que pueden existir exigencias y/o restricciones de orden nacional, regional o  
2 local.

3  
4 Específicamente para los tramos subterráneos, si se requirieran, durante la selección de la  
5 ruta, deberán identificarse todas las instalaciones subterráneas existentes así como raíces  
6 de árboles, discontinuidades estratigráficas etc., que puedan incidir en ubicación de los  
7 cables o ductos requeridos. Para la determinación de los elementos enterrados se podrá  
8 ejecutar, sin limitarse a ello, un rastreo electromagnético del subsuelo mediante equipo  
9 especial para este propósito tal como el Radar de Penetración Terrestre (Ground Penetration  
10 Radar –GPR). En estos tramos deberá tenerse en cuenta la posibilidad de ubicación de las  
11 cajas para empalme o cambio de dirección. También será responsabilidad del Inversionista  
12 consultar a las autoridades y/o entidades correspondientes, encargadas de otra  
13 infraestructura que pueda estar relacionada.

14  
15 Especial atención deberá poner el Inversionista en todas las restricciones, precauciones y  
16 demás aspectos que se identifiquen en los análisis tendientes a identificar unas alertas  
17 tempranas en la zona del proyecto.

18  
19 A modo informativo, el Inversionista podrá consultar los Documentos del **“ANÁLISIS ÁREA  
20 DE ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO NUEVA  
21 SUBESTACIÓN ALCARAVÁN 230 kV Y OBRAS ASOCIADAS, OBJETO DE LA  
22 CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 07-2018 DEL PLAN DE EXPANSIÓN DE  
23 REFERENCIA GENERACIÓN - TRANSMISIÓN 2016-2030”** y **“ANÁLISIS ÁREA DE  
24 ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO NUEVA  
25 SUBESTACIÓN LA PAZ 230 kV Y OBRAS ASOCIADAS, OBJETO DE LA  
26 CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 07-2018 DEL PLAN DE EXPANSIÓN DE  
27 REFERENCIA GENERACIÓN - TRANSMISIÓN 2016-2030”**, los cuales suministran  
28 información de referencia. El objeto de estos documentos es identificar de manera  
29 preliminar las posibilidades y condicionantes físicos, ambientales y sociales,  
30 constituyéndose en documentos ilustrativos para los diferentes Interesados, sin pretender  
31 determinar o definir rutas, por lo tanto es exclusivamente de carácter ilustrativo y no puede  
32 o no debe considerarse como una asesoría en materia de inversiones, legal, fiscal o de  
33 cualquier otra naturaleza por parte de la UPME o sus funcionarios, empleados, asesores,  
34 agentes y/o representantes. Es responsabilidad del Inversionista el asumir en su integridad  
35 los riesgos inherentes a la ejecución del Proyecto, para ello deberá validar la información,  
36 realizar sus propios estudios y consultas ante las Autoridades competentes, entre otras.

37  
38 En general, los Proponentes basarán sus Propuestas en sus propios estudios,  
39 investigaciones, exámenes, inspecciones, visitas, entrevistas y otros.

40



1 **4.3 Longitud Aproximada de las Líneas**

2  
3 La longitud y la altura sobre el nivel del mar, anunciadas en este documento es de referencia  
4 y está basada en estimativos preliminares. Por tanto, los cálculos y valoraciones que realice  
5 el inversionista para efectos de su propuesta económica deberán estar fundamentados en  
6 sus propias evaluaciones, análisis y consideraciones.

7  
8 Tanto la longitud real como la altura sobre el nivel del mar real, serán función del diseño y  
9 estudios pertinentes que realiza el Inversionista seleccionado.

10  
11 **4.4 Especificaciones de diseño y construcción Líneas**

12  
13 Las especificaciones de diseño y construcción que se deben cumplir para la ejecución del  
14 Proyecto son las establecidas en el presente Anexo No. 1, los Documentos de Selección  
15 del Inversionista – DSI, en el Reglamento de Operación del Sistema Interconectado  
16 Nacional, en el Código de Redes (Resolución CREG 025 de 1995 y actualizaciones) y en  
17 el RETIE, y actualizaciones posteriores previas al diseño y construcción de la línea.

18  
19 El Interventor verificará para la UPME, que los diseños realizados por el Transmisor  
20 cumplan con las normas técnicas aplicables y con las siguientes especificaciones.

21  
22 **4.4.1 Aislamiento**

23  
24 El Inversionista deberá verificar, en primer lugar, las condiciones meteorológicas y de  
25 contaminación de la zona en la que se construirán las líneas, la nueva subestación y/o las  
26 obras en las subestaciones existentes y, con base en ello, hacer el diseño del aislamiento  
27 de las líneas, los equipos de las subestaciones, y la coordinación de aislamiento, teniendo  
28 en cuenta las máximas sobretensiones que puedan presentarse en las líneas por las  
29 descargas atmosféricas, por maniobras propias de la operación, en particular el cierre y  
30 apertura de las líneas en vacío, despeje de fallas con extremos desconectados del sistema,  
31 considerando que en estado estacionario las tensiones en las barras no deben ser inferiores  
32 al 90% ni superiores al 110% del valor nominal y que los elementos del sistema deben  
33 soportar las tensiones de recuperación y sus tasas de crecimiento.

34  
35 De acuerdo con la Resolución CREG 098 de 2000 se considera como parámetro de diseño  
36 un límite máximo de tres (3) salidas por cada 100 km de línea / año ante descargas  
37 eléctricas atmosféricas, una (1) falla por cada 100 operaciones de maniobra de la línea y  
38 servicio continuo permanente ante sobre-tensiones de frecuencia industrial.

39  
40 Para el caso de tramos de líneas aéreas-subterráneas en todos los sitios de transición  
41 deberán preverse los descargadores de sobretensión que protejan el cable ante la

1 ocurrencia de sobretensiones por descargas atmosféricas, fallas, desconexiones o  
2 maniobras. El aislamiento de los cables deberá garantizar la operación de continua de la  
3 línea ante sobretensiones de frecuencia de 60 Hz.

#### 4.4.2 Conductores de Fase

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

13 Las características de los conductores de fase deberán cumplir con las siguientes  
14 exigencias técnicas:

- 16 • Capacidad normal de operación del circuito no inferior a 1000 Amperios a  
17 temperatura ambiente máxima promedio.
- 19 • Máxima resistencia DC a 20°C por conductor de fase igual o inferior a 0,0630  
20 ohmios/km.

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

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

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

34 El conductor seleccionado deberá cumplir con las exigencias de radio interferencia  
35 establecidas en la normatividad aplicable. El Inversionista deberá verificar el cumplimiento  
36 de estas exigencias.

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

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

#### 11 **4.4.3 Cable(s) de Guarda**

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

15 Se requiere que todos los tramos de línea tengan uno o dos cables de guarda  
16 (convencionales u OPGW). En líneas nuevas, al menos uno de los cables de guarda deberá  
17 ser OPGW. En nuevos tramos que reconfiguren líneas existentes, los cables de guarda a  
18 instalar deberán características técnicas iguales o superiores al del cable o los cables de  
19 guarda de la línea existente.

20 De presentarse características en el ambiente con efecto corrosivo, los cables de guarda  
21 no deberán contener hilos en acero galvanizado y deberán ser del tipo Alumoclad o de otro  
22 material resistente a la corrosión, que cumpla con las especificaciones técnicas y los  
23 propósitos de un cable de guarda convencional u OPGW desde el punto de vista de su  
24 comportamiento frente a descargas atmosféricas. El o los cables de guarda a instalar  
25 deberán soportar el impacto directo de las descargas eléctricas atmosféricas que puedan  
26 incidir sobre la línea, garantizando el criterio de comportamiento indicado en el diseño del  
27 aislamiento. El incremento de temperatura del cable o cables de guarda a ser instalados  
28 deberán soportar las corrientes de corto circuito monofásico de la línea que circulen por  
29 ellos.

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

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

1 En el evento de que el Inversionista decida usar alguna o todas las Líneas objeto de la  
2 presente Convocatoria Pública UPME, para la transmisión de comunicaciones por fibra  
3 óptica, será de su responsabilidad seleccionar los parámetros y características técnicas del  
4 cable de guarda e informar de ellos al Interventor.

#### 6 **4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas**

8 El sistema de puesta a tierra se diseñará de acuerdo con las condiciones específicas del  
9 sitio de cada una de las estructuras, buscando ante todo preservar la seguridad de las  
10 personas, considerando además el comportamiento del aislamiento ante descargas  
11 atmosféricas. La selección del tipo de cimentación (zapata de concreto o parrilla metálica)  
12 corresponde al Inversionista. Para ello deberá determinar los parámetros de PH y contenido  
13 de sulfatos en cada sitio de torre y, con base en estos resultados, definir el tipo de  
14 cimentación.

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

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

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

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

#### 40 **4.4.5 Transposiciones de Línea**

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

5  
6 El Transmisor deberá calcular los desbalances en las fases y asegurar que cumplan con la  
7 norma técnica aplicable para ello, *IEC 1000-3-6 o equivalente*, lo cual deberá soportar y  
8 poner en consideración del Interventor. Así mismo, el Transmisor deberá hacerse cargo de  
9 todos los costos asociados. En general, la implementación física de la solución hace parte  
10 del presente Proyecto.

11  
12 Las transposiciones se podrán localizar a un sexto (1/6), a tres sextos (3/6) y a cinco sextos  
13 (5/6) de la longitud total de la línea correspondiente.

14  
15 El Transmisor se obliga a realizar el estudio correspondiente **antes del inicio de**  
16 **construcción de las obras** y, a más tardar en ese momento, ponerlo a consideración de  
17 la Interventoría, terceros involucrados, el CND y si es del caso al CNO. Este documento  
18 hará parte de las memorias del proyecto.

#### 19 20 **4.4.6 Estructuras**

21  
22 El dimensionamiento eléctrico de las estructuras se debe realizar considerando la  
23 combinación de las distancias mínimas que arrojen los estudios de sobretensiones debidas  
24 a descargas atmosféricas, a las sobretensiones de maniobra y a las sobretensiones de  
25 frecuencia industrial.

26  
27 Las estructuras de apoyo para las líneas aéreas y las de transición aéreo-subterráneo (si  
28 esta última opción se presenta) deberán ser auto-soportadas. En cualquier caso, las  
29 estructuras no deberán requerir para su montaje el uso de grúas autopropulsadas ni de  
30 helicópteros. El Inversionista podrá hacer uso de estos recursos para su montaje pero, se  
31 requiere que estas estructuras puedan ser montadas sin el concurso de este tipo de  
32 recursos.

33  
34 El cálculo de las curvas de utilización de cada tipo de estructura, la definición de las  
35 hipótesis de carga a considerar y la evaluación de los árboles de cargas definitivos, para  
36 cada una de las hipótesis de carga definidas, deberá hacerse considerando la metodología  
37 establecida por el ASCE en la última revisión del documento "*Guidelines for Electrical*  
38 *Transmission Line Structural Loading - Practice 74*". La definición del vano peso máximo y  
39 del vano peso mínimo de cada tipo de estructura será establecida a partir de los resultados  
40 del plantillado de la línea. El diseño estructural deberá adelantarse atendiendo lo  
41 establecido por el ASCE en la última revisión de la norma ASCE STANDARD 10 "*Design of*

1 *Latticed Steel Transmission Structures*". En cualquier evento, ningún resultado de valor de  
2 cargas evaluadas con esta metodología de diseño podrá dar resultados por debajo que los  
3 que se obtienen según la metodología que establece la última revisión del RETIE. Si ello  
4 resultara así, primarán estas últimas.

5  
6 El grado de galvanización del acero de las estructuras deberá ser concordante con el nivel  
7 de contaminación salina y con el efecto de la abrasión resultante de bancos de arena con  
8 el viento presente en las zonas o áreas donde este efecto se presenta.

#### 9 10 **4.4.7 Localización de Estructuras**

11  
12 Para la localización de estructuras, deberán respetarse las distancias mínimas de seguridad  
13 entre el conductor inferior de la línea y el terreno en zonas accesibles a peatones y las  
14 distancias de seguridad mínimas a obstáculos tales como vías, oleoductos, líneas de  
15 transmisión o de comunicaciones, ríos navegables, bosques, etc., medidas en metros. La  
16 temperatura del conductor a considerar para estos efectos será la correspondiente a las  
17 condiciones de máxima temperatura del conductor durante toda la vida útil del Proyecto,  
18 estas condiciones deben ser definidas por el Inversionista.

#### 19 20 **4.4.8 Sistema Antivibratorio, Amortiguadores y Espaciadores -** 21 **Amortiguadores**

22  
23 El Interventor informará a la UPME los resultados del estudio del sistema de protección anti-  
24 vibratoria del conductor de fase y del cable de guarda. Los espaciadores - amortiguadores  
25 deben ser adecuados para amortiguar efectivamente la vibración eólica en un rango de  
26 frecuencias de 10 Hz a 100 Hz, tal como lo establece el Código de Redes (Resolución  
27 CREG 025 de 1995 y sus modificaciones). El Inversionista determinará los sitios de  
28 colocación, a lo largo de cada vano, de los espaciadores - amortiguadores de tal manera  
29 que la amortiguación de las fases sea efectiva. Copia del estudio de amortiguamiento será  
30 entregada al Interventor para su conocimiento y análisis.

31  
32 En los cables de guarda los amortiguadores serán del tipo "stockbridge" y su colocación  
33 medida desde la boca de la grapa y entre amortiguadores será la que determine el estudio  
34 de amortiguamiento que haga el Inversionista, copia del cual le será entregada al  
35 Interventor.

#### 36 37 **4.4.9 Cimentaciones**

38  
39 La selección del tipo de cimentación corresponde al Inversionista. Para ello deberá  
40 determinar los parámetros de PH y contenido de sulfatos en cada sitio de torre y, con base

1 en estos resultados, definir el tipo de cimentación e informar por escrito a la Interventoría  
2 su decisión.

3  
4 Para los fines pertinentes, el Interventor revisará los resultados de las memorias de cálculo  
5 de las cimentaciones propuestas de acuerdo con lo establecido en la Resolución CREG  
6 098 de 2000, numeral 2.7, o en sus actualizaciones posteriores previas al inicio de las obras.  
7 Los diseños de cimentaciones para las torres de una línea de transmisión deben hacerse  
8 considerando los resultados de los estudios de suelos que mandatoriamente debe adelantar  
9 el Inversionista en todos los sitios de torre, y las cargas a nivel de cimentación más críticas  
10 que se calculen a partir de las cargas mostradas en los árboles de cargas de diseño de  
11 cada tipo de estructura.

#### 12 13 **4.4.10 Señalización Aérea**

14  
15 El Inversionista deberá investigar con el Departamento de Aeronáutica Civil, las Empresas  
16 Petroleras que operan proyectos petroleros o de otro tipo en la región, si existen, la Fuerza  
17 Aérea de Colombia, FAC, u otros posibles actores, la existencia de aeródromos o zonas de  
18 tránsito de aeronaves de cualquier índole (particulares, militares, de fumigación aérea, etc)  
19 que hagan imperioso que la línea lleve algún tipo de señales que impidan eventuales  
20 accidentes originados por la carencia de ellos.

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

#### 25 26 **4.4.11 Desviadores de vuelo para aves**

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

#### 35 36 **4.4.12 Obras Complementarias**

37  
38 El Interventor informará a la UPME acerca del cumplimiento de requisitos técnicos del  
39 diseño y construcción de todas las obras civiles que garanticen la estabilidad de los sitios  
40 de torre, protegiendo taludes, encauzando aguas, etc., tales como muros de contención,

1 tablestacados o trinchos, cunetas, filtros, obras de mitigación, control de efectos  
2 ambientales y demás obras que se requieran.

#### 4 4.5 Informe Técnico

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

- 11
- 12 - Informes de diseño de acuerdo con el numeral 3.1 de la Resolución CREG 098 de
- 13 2000.
- 14
- 15 - Planos definitivos de acuerdo con el numeral 3.2 de la Resolución CREG 098 de
- 16 2000.
- 17
- 18 - Materiales utilizados para la construcción de las líneas del Proyecto de acuerdo
- 19 con el numeral 3.3 de la Resolución CREG 098 de 2000.
- 20
- 21 - Servidumbres de acuerdo con el numeral 3.4 de la Resolución CREG 098 de 2000.
- 22
- 23 - Informe mensual de avance de obras de acuerdo con el numeral 3.5.1 de la
- 24 Resolución CREG 098 de 2000.
- 25
- 26 - Informe final de obra de acuerdo con el numeral 3.5.2 de la Resolución CREG 098
- 27 de 2000.
- 28
- 29

### 30 5. ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN

#### 31 32 5.1 General

33  
34 La información específica, remitida por los propietarios de la infraestructura existente, como  
35 costos de conexión, datos técnicos, planos, etc, serán suministrados por la UPME conforme  
36 el Numeral 9 del presente Anexo 1.

37  
38 A modo informativo, el Inversionista podrá consultar los Documentos del **“ANÁLISIS ÁREA**  
39 **DE ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO NUEVA**  
40 **SUBESTACIÓN ALCARAVÁN 230 kV Y OBRAS ASOCIADAS, OBJETO DE LA**  
41 **CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 07-2018 DEL PLAN DE EXPANSIÓN DE**



1 **REFERENCIA GENERACIÓN - TRANSMISIÓN 2016-2030” y “ANÁLISIS ÁREA DE**  
 2 **ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO NUEVA**  
 3 **SUBESTACIÓN LA PAZ 230 kV Y OBRAS ASOCIADAS, OBJETO DE LA**  
 4 **CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 07-2018 DEL PLAN DE EXPANSIÓN DE**  
 5 **REFERENCIA GENERACIÓN - TRANSMISIÓN 2016-2030”**, los cuales suministran  
 6 información de referencia. El objeto de estos documentos es identificar de manera  
 7 preliminar las posibilidades y condicionantes físicos, ambientales y sociales,  
 8 constituyéndose en documentos ilustrativos para los diferentes Interesados, sin pretender  
 9 determinar o definir rutas, por lo tanto es exclusivamente de carácter ilustrativo y no puede  
 10 o no debe considerarse como una asesoría en materia de inversiones, legal, fiscal o de  
 11 cualquier otra naturaleza por parte de la UPME o sus funcionarios, empleados, asesores,  
 12 agentes y/o representantes. Es responsabilidad del Inversionista el asumir en su integridad  
 13 los riesgos inherentes a la ejecución del Proyecto, para ello deberá validar la información,  
 14 realizar sus propios estudios y consultas ante las Autoridades competentes, entre otras.

15  
 16 La siguiente tabla presenta las características de la Subestación que hacen parte del  
 17 proyecto objeto de la presente Convocatoria Pública:  
 18

Descripción	Alcaraván 230 kV	San Antonio 230 kV	Banadía 230 kV	La Paz 230 kV	Caño Limón 230 kV
Subestación nueva	Si	No	No	Si	No
Configuración	Interruptor y medio	Interruptor y medio	Barra sencilla	Interruptor y medio	Barra Sencilla
Tipo de subestación existente	Convencional o GIS	Convencional	Convencional	Convencional o GIS	Convencional
Agente en la Subestación	Adjudicatario presente Convocatoria	ITCO S.A. E.S.P.	ITCO S.A. E.S.P.	Adjudicatario presente Convocatoria	ITCO S.A. E.S.P.

19  
 20 **5.1.1 Predio de las Subestación**

21  
 22 **Nueva Subestación Alcaraván 230 kV**

23  
 24 El predio de la subestación Alcaraván será el que adquiera el Inversionista Adjudicatario al  
 25 inicio de su ejecución, la cual estará ubicada en jurisdicción de la ciudad de Yopal en el  
 26 departamento de Casanare, considerando y garantizando las facilidades para los accesos  
 27 de las líneas de transmisión y el acceso de equipos, para el STN y STR dentro de un radio  
 28 no mayor a 1 km de las siguientes coordenadas aproximadas:

29  
 30 Latitud: 5°17'19.80"N

1 Longitud: 72°23'26.11" O

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

6  
7 En lo posible, la zona donde se halle el predio seleccionada debe ser tal que exista la  
8 posibilidad o no se limite el crecimiento de la subestación en predios contiguos.

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

17  
18 En el predio usado para el desarrollo de las obras, el inversionista deberá analizar todos los  
19 posibles riesgos físicos y tenerlos en cuenta y en cualquier caso, deberán considerar los  
20 posibles riesgos de inundación, condición que deberá ser investigada en detalle por el  
21 inversionista.

22  
23 El Inversionista debe elaborar un documento soporte de la selección del predio, el cual  
24 deberá ser puesto a disposición del Interventor y de la UPME y hará parte de las memorias  
25 del proyecto.

26  
27 **Subestación San Antonio 230 kV**

28  
29 Las obras objeto de la presente Convocatoria Pública se ubicarán en predios de la actual  
30 subestación San Antonio a 230 kV (en construcción). La subestación San Antonio 230 kV  
31 hace parte de la Convocatoria Pública UPME 03-2016 la cual le fue adjudicado a ISA S.A.  
32 E.S.P., se encuentra localizada en jurisdicción del Municipio de Sogamoso, Departamento  
33 de Boyacá, en las siguientes coordenadas aproximadas (información que deberá verificar  
34 el Interesado):

Punto	Latitud	Longitud
1	5°45'37.22" N	72°53'48.40" O
2	5°45'38.93" N	72°53'45.88" O
3	5°45'37.18" N	72°53'44.73" O
4	5°45'37.46" N	72°53'44.27" O

1  
2 El Inversionista deberá proveer el espacio físico necesario para la construcción de las obras  
3 objeto de la presente Convocatoria.

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

12  
13 En el predio usado para el desarrollo de las obras, el Inversionista deberá analizar todos  
14 los posibles riesgos físicos y tenerlos en cuenta y en cualquier caso, se deberán considerar  
15 los riesgos de inundación, condición que deberá ser investigada en detalle por el  
16 Inversionista. Se debe elaborar un documento soporte, el cual deberá ser puesto a  
17 consideración del Interventor y de la UPME y hará parte de las memorias del proyecto.

18  
19 **Subestación Banadía 230 kV**

20  
21 Las obras objeto de la presente Convocatoria Pública se ubicarán en predios de la actual  
22 subestación Banadía a 230 kV. La existente subestación Banadía 230 kV se encuentra  
23 localizada en la vereda Banadía, zona rural del departamento de Saravena, Departamento  
24 de Arauca, en las siguientes coordenadas aproximadas (información que deberá verificar  
25 el Interesado):

26  
27 Latitud: 6°56'15.8635" N.  
28 Longitud: 71°48'44.55342" O.

29  
30 El Inversionista deberá proveer el espacio físico necesario para la construcción de las obras  
31 objeto de la presente Convocatoria Pública y los espacios de reserva definidos en el  
32 numeral 5.1.2 de este Anexo 1.

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

41

1 En el predio usado para el desarrollo de las obras, el Inversionista deberá analizar todos  
2 los posibles riesgos físicos y tenerlos en cuenta y en cualquier caso, se deberán considerar  
3 los riesgos de inundación, condición que deberá ser investigada en detalle por el  
4 Inversionista. Se debe elaborar un documento soporte, el cual deberá ser puesto a  
5 consideración del Interventor y de la UPME y hará parte de las memorias del proyecto.  
6

### 7 **Nueva Subestación La Paz 230 kV**

8  
9 El predio de la subestación La Paz será el que adquiera el Inversionista Adjudicatario al  
10 inicio de su ejecución, la cual estará ubicada en jurisdicción del municipio de Arauca en el  
11 departamento de Arauca, considerando y garantizando las facilidades para los accesos de  
12 las líneas de transmisión y el acceso de equipos, para el STN y STR dentro de un radio no  
13 mayor a 1 km de la subestación Caño Limón la cual tiene las siguientes coordenadas  
14 aproximadas:  
15

16 Latitud: 6°57'31.76471"N  
17 Longitud: 71°05'26.511" O  
18

19 El Inversionista deberá proveer el espacio físico necesario para la construcción de las obras  
20 objeto de la presente Convocatoria Pública y los espacios de reserva definidos en el  
21 numeral 5.1.2 de este Anexo 1.  
22

23 En lo posible, la zona donde se halle el predio seleccionada debe ser tal que exista la  
24 posibilidad o no se limite el crecimiento de la subestación en predios contiguos.  
25

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

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

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

1  
2       **5.1.2      Espacios de Reserva**  
3

4 Los espacios de reserva futuros del STN y STR son objeto de la presente Convocatoria  
5 Pública UPME y por tanto deben ser adecuados y dotados con las obras y equipos  
6 constitutivos del módulo común, como se describe en el numeral 5.1.5 del presente Anexo  
7 1; sin embargo, los equipos eléctricos no son parte de la presente Convocatoria. Los  
8 anteriores espacios de reserva podrán ser dispuestos para otros niveles de tensión según  
9 necesidades del SIN y previa definición por parte de la UPME, lo cual no alterará lo exigido  
10 como espacio en el presente numeral.

11  
12 **A nivel del STN:**  
13

- 14       • En la subestación Alcaraván 230 kV se deberán incluir espacios de reserva para la  
15 futura instalación de:
  - 16           ○ Tres (3) bahías de línea a 230 kV.
  - 17           ○ Una (1) bahía de transformación a 230 kV.
- 18
- 19       • En la subestación La Paz 230 kV se deberán incluir espacios de reserva para la  
20 futura instalación de:
  - 21           ○ Tres (3) bahías de línea a 230 kV.
  - 22           ○ Una (1) bahía de transformación a 230 kV.
- 23

24 **A nivel del STR, se deberá incluir espacios de reserva para la futura instalación de:**  
25

- 26       • Una nueva subestación Alcaraván 115 kV en tecnología convencional (aislada en  
27 aire), en configuración doble barra más seccionador de transferencia, con sus  
28 respectivos equipos y/o elementos de patio, vías y casa de control, etc, para:
  - 29           ○ Tres (3) bahías de transformación a 115 kV.
  - 30           ○ Tres (3) bancos de autotransformadores, 230/115 kV de 180 MVA (3 x 60 MVA)  
31 cada uno.
  - 32           ○ Dos (2) autotransformadores monofásico (230/115 kV de 60 MVA) con cambio  
33 rápido, los cuales servirán como reserva de los tres bancos de  
34 autotransformadores. Dos bancos comparten un autotransformador de reserva.
  - 35           ○ Ocho (8) bahías de línea a 115 kV.
  - 36           ○ Una (1) bahía de acople de barras.
- 37
- 38       • Una nueva subestación La Paz 115 kV en tecnología convencional (aislada en aire),  
39 en configuración doble barra más seccionador de transferencia, con sus respectivos  
40 equipos y/o elementos de patio, vías y casa de control, etc, para:
  - 41           ○ Dos (2) bahías de transformación a 115 kV.

- 1           ○ Dos (2) transformadores, 230/115 kV de 50 MVA.
- 2           ○ Un (1) transformador trifásico (230/115 kV de 50 MVA) de reserva.
- 3           ○ Tres (3) bahías de línea a 115 kV.
- 4           ○ Una (1) bahía de acople de barras

5  
6   Espacios de reserva a cargo del Inversionista NO incluidos en el costo del presente  
7   proyecto, los cuales estarán a cargo del Operador de Red responsable por el SDL:

- 8  
9           ○ La futura instalación de dos (2) bahías de transformación a 115 kV en la  
10          subestación Alcaraván.
- 11          ○ La futura instalación de dos (2) Transformadores de potencia 115/34.5 kV en la  
12          subestación Alcaraván.
- 13          ○ Espacio para celdas a 34.5kV en la subestación Alcaraván.
- 14  
15          ○ La futura instalación de dos (2) bahías de transformación a 115 kV en la  
16          subestación La Paz.
- 17          ○ La futura instalación de dos (2) Transformadores de potencia 115/34.5 kV en la  
18          subestación La Paz.
- 19          ○ Espacio para celdas a 34.5kV en la subestación La Paz.

20  
21   El Inversionista deberá dejar adecuado el terreno para la fácil instalación de los equipos en  
22   los espacios de reserva objeto de la presente Convocatoria Pública, deberá dejar explanado  
23   y/o nivelado el terreno de los espacios de reserva y deberá realizar las obras civiles básicas  
24   necesarias para evitar que dicho terreno se deteriore. Adicionalmente, tanto los espacios  
25   de reserva como las obras básicas asociadas, deberán estar incluidas dentro del  
26   mantenimiento que el Inversionista realice a la Subestación, hasta tanto sean ocupados.

27  
28   El Transmisor preparará un documento en el cual se indiquen las características de los  
29   espacios de reserva establecidos en el presente Anexo y planos con la disposición  
30   propuesta de la ubicación, canalizaciones, distribución de los equipos en los espacios de  
31   reserva, planos electromecánicos y de obras civiles, y en general toda la ingeniería básica  
32   asociada. Esto deberá ser entregado al Interventor quien verificará el cumplimiento de las  
33   exigencias para los espacios de reserva y su correcto dimensionamiento.

34  
35   Se debe garantizar que los espacios de reserva (no utilizados por el presente Proyecto) en  
36   las Subestaciones del STN y/o del STR no se verán afectados o limitados para su  
37   utilización, por infraestructura (equipos, línea, edificaciones, etc.) desarrollada en el marco  
38   de la presente Convocatoria Pública.

39  
40   Se aclara que los equipos a instalarse en los espacios de reserva no son parte del proyecto  
41   objeto de la presente Convocatoria Pública. Sin embargo, para las bahías objeto de la

1 presente Convocatoria Pública que queden en diámetros incompletos y puedan utilizarse  
2 para ampliaciones futuras, también estará a cargo de la presente Convocatoria el enlace  
3 con el otro barraje, de tal manera que dicho enlace pueda ser removido fácilmente en caso  
4 de instalación de nuevos equipos.

5  
6 Espacios de reserva adicionales a los listados en el presente numeral, podrán ser provistos  
7 por el Adjudicatario según su decisión o acuerdos con terceros interesados (Operadores de  
8 Red o generadores o grandes consumidores, etc). No obstante, **estos espacios de reserva**  
9 **adicionales no son objeto de la presente Convocatoria**, por ello sus costos no podrán  
10 ser incluidos en la Propuesta Económica y las condiciones de entrega no son las  
11 enmarcadas en el presente Anexo. El nivel de adecuación de los terrenos, la definición de  
12 las áreas, sus costos, entre otros aspectos, deberán ser acordados con el tercero en el  
13 respectivo Contrato de Conexión, si hay lugar a ello.

#### 14 15 **5.1.3 Conexiones con Equipos Existentes**

16  
17 El Inversionista seleccionado deberá proveer los equipos necesarios para hacer  
18 completamente compatibles los equipos en funcionalidad y en aspectos de  
19 comunicaciones, control y protección, con la infraestructura existente que pueda verse  
20 afectada por el desarrollo del Proyecto.

21  
22 Cuando el Inversionista considere la necesidad de hacer modificaciones a la infraestructura  
23 existente, deberá acordar estas modificaciones en el contrato de conexión con el  
24 responsable y propietario de los activos relacionados y si es del caso, ponerlo en  
25 consideración del Interventor. Estas obras estarán a cargo del Transmisor.

#### 26 27 **5.1.4 Servicios Auxiliares**

28  
29 El Inversionista deberá proveer los servicios auxiliares en AC y DC suficientes para la  
30 topología de las Subestaciones del STN, incluyendo las reservas para el STN. Se deberá  
31 dar cumplimiento con lo señalado en el numeral 3.1 del presente Anexo 1.

#### 32 33 **5.1.5 Infraestructura y Módulo Común**

34  
35 El Inversionista deberá implementar todas las obras y equipos constitutivos del módulo  
36 común como se describe a continuación:

37  
38 El Inversionista debe prever el espacio necesario para edificios, equipos y obras del  
39 desarrollo inicial y los espacios de reserva para futuros desarrollos, objeto de la presente  
40 Convocatoria Pública, junto con los espacios de acceso, vías internas, etc, según se  
41 requiera, considerando la disponibilidad de espacio en los predios actuales y/o nuevos, y

1 las eventuales restricciones o condicionantes que establezca el ordenamiento territorial en  
2 el área, igualmente estarán a cargo del Inversionista, las vías de acceso a predios de las  
3 Subestaciones y/o adecuaciones que sean necesarias.

4  
5 El Inversionista deberá suministrar todos los elementos necesarios para la infraestructura y  
6 módulo en la subestación y/o adecuaciones que sean necesarias, es decir las obras civiles  
7 y los equipos que sirven a la subestación y que son utilizados por todas las bahías de la  
8 subestación, inclusive aquellas futuras que no son objeto de la presente Convocatoria  
9 Pública. La infraestructura y módulo común de la nueva Subestación, estarán conformados  
10 como mínimo por los siguientes componentes:

- 11  
12 • **Infraestructura civil:** En el caso de las obras a cargo del Inversionista y para los  
13 espacios de reserva, está compuesta por: las vías de acceso a la subestación, las  
14 vías internas de acceso a los patios de conexiones y la adecuación del terreno para  
15 los espacios de reserva, alcantarillado, barreras de protección y de acceso al predio,  
16 todos los cerramientos de seguridad del predio, filtros y drenajes, pozos sépticos y  
17 de agua y/o conexión al acueducto/alcantarillado vecinos, si existen, alumbrado  
18 interior y exterior y cárcamos comunes, y en general, todas aquellas obras civiles  
19 utilizadas de manera común en la subestación. En el caso particular de las obras a  
20 cargo del Inversionista, es su responsabilidad el proveer todo lo necesario para su  
21 construcción, protección física, malla de puesta a tierra, etc, y deberá considerar  
22 espacio suficiente en los carcamos y demás elementos construidos en la presente  
23 Convocatoria y que servirán de manera común a los espacios de reserva, según la  
24 propuesta que realice el Inversionista de conformidad con el numeral 5.1.2. Para los  
25 espacios de reserva se aclara que no deberán ser provistos de malla de puesta a  
26 tierra en la presente Convocatoria, pero si se deberán proveer los puntos de  
27 conexión para la ampliación de la malla de puesta a tierra para las futuras  
28 instalaciones.  
29
- 30 • **Equipos:** Todos los equipos necesarios para las obras descritas en el Numeral 2  
31 del presente Anexo 1. Se incluyen, entre otros, los sistemas de automatización, de  
32 gestión de medición, de protecciones, control y el sistema de comunicaciones propio  
33 de cada subestación, los materiales de la malla de puesta a tierra y el  
34 apantallamiento, los equipos para los servicios auxiliares AC y DC, los equipos de  
35 conexión, todo el cableado necesario y las obras civiles asociadas. Se incluyen  
36 todos los equipos necesarios para integrar las nuevas bahías con las subestaciones  
37 existentes, en conexiones de potencia, control, medida, protecciones y servicios  
38 auxiliares. Se aclara que para los espacios de reserva no deberá suministrarse  
39 ningún elemento particular, sin embargo los equipos instalados por la presente  
40 Convocatoria si deberá considerar capacidad o espacio (físico, servicios auxiliares,  
41 protecciones, control, etc) suficiente para recibir la conexión de todos los elementos



1 que a futuro ocuparán los espacios de reserva. Se aclara que particularmente la  
2 protección diferencial de barras si deberá tener espacio suficiente para la conexión  
3 de todas las bahías actuales y futuras, señaladas en el presente Anexo 1.  
4

5 La Interventoría analizará todas las previsiones que faciliten la evolución de las obras  
6 descritas en el Numeral 2 del presente Anexo 1, e informará a la UPME el resultado de su  
7 análisis.  
8

9 La medición para efectos comerciales, se sujetará a lo establecido en la regulación  
10 pertinente, en particular el Código de Medida (Resolución CREG 038 de 2014 o aquella que  
11 la modifique o sustituya).  
12

13 El dimensionamiento de la infraestructura incluido edificios, deberá considerar las reservas  
14 objeto de la presente Convocatoria.  
15

16 El Adjudicatario deberá prever y dejar disponible al Operador de Red y/o al Inversionista  
17 del STR, todas las facilidades para que pueda dar cumplimiento a sus responsabilidades,  
18 en lo referente a conexiones de potencia, protecciones, comunicaciones y medidas, entre  
19 otras posibles.  
20

## 21 **5.2 Normas para Fabricación de los Equipos**

22

23 El Inversionista deberá suministrar equipos en conformidad con la última edición de las  
24 Normas *International Electrotechnical Commission – IEC, International Organization for*  
25 *Standardization – ISO, ANSI – American National Standards Institute, International*  
26 *Telecomunicaciones Unión - ITU-T, Comité Internacional Spécial des Perturbations*  
27 *Radioélectriques – CISPR*. El uso de normas diferentes deberá ser sometido a  
28 consideración del Interventor quien conceptuará sobre su validez en aspectos  
29 eminentemente técnicos y de calidad.  
30

## 31 **5.3 Condiciones Sísmicas de los equipos**

32

33 Los suministros deberán tener un nivel de desempeño sísmico clase III de acuerdo con la  
34 publicación IEC 60068-3-3 “*Guidance Seismic Test Methods for Equipments*” o de acuerdo  
35 con la publicación IEEE-693 Recommended Practice for Seismic Design of Substations, la  
36 de mayores exigencias. El Transmisor deberá entregar copias al Interventor de las  
37 memorias de cálculo en donde se demuestre que los suministros son aptos para soportar  
38 las condiciones sísmicas del sitio de instalación.  
39

## 40 **5.4 Procedimiento General del Diseño**

41

1 Este procedimiento seguirá la siguiente secuencia:  
2

- 3 **a)** Inicialmente, el Transmisor preparará las Especificaciones Técnicas del Proyecto, que  
4 gobernarán el desarrollo total del Proyecto.  
5

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

26 Las Especificaciones Técnicas podrán desarrollarse, en forma parcial y continuada, de  
27 tal forma que se vayan definiendo paso a paso todos los aspectos del Proyecto, para  
28 lograr en forma acumulativa el Código Final que vaya rigiendo el Proyecto.  
29

30 Todas las actividades de diseño, suministro, construcción, montaje y pruebas deben  
31 estar incluidas en las especificaciones técnicas del Proyecto. El Interventor presentará  
32 un informe a la UPME en el que se detalle y se confirma la inclusión de todas y cada  
33 una de las actividades mencionadas. No podrá adelantarse ninguna actividad sin que  
34 antes haya sido incluida la correspondiente característica o Especificación en las  
35 Especificaciones Técnicas del Proyecto.  
36

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

- 1  
2 c) Con base en los comentarios hechos por el Interventor y acordados con el Transmisor,  
3 este último emitirá la nueva versión de las Especificaciones Técnicas del Proyecto.  
4  
5 d) Se efectuarán las revisiones necesarias hasta llegar al compendio final, que será el  
6 documento de cumplimiento obligatorio.  
7

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

11  
12 Los documentos serán clasificados como: documentos de Ingeniería Básica; documentos  
13 de Ingeniería de Detalle; memorias de cálculos a nivel de Ingeniería Básica y de Detalle;  
14 documentos de seguimiento de los Suministros; y documentos que especifiquen la pruebas  
15 en fábrica y en campo; los procedimientos de montaje y puesta en servicio y la operación y  
16 mantenimiento.

17  
18 La lista y clasificación de la documentación debe ser preparada por el Transmisor y  
19 entregada a la Interventoría para revisión.  
20

#### 21 **5.4.1 Los documentos de Ingeniería Básica**

22  
23 Son aquellos que definen los parámetros básicos del Proyecto; dan a conocer el  
24 dimensionamiento del mismo; definen los criterios básicos de diseño; determinan las  
25 características para la adquisición de equipos; especifican la filosofía de comunicaciones,  
26 control, medición y protección; establecen la implantación física de las obras; especifican  
27 las previsiones para el desarrollo futuro del Proyecto; establecen las reglas para efectuar la  
28 Ingeniería de Detalle e incluye las memorias de cálculos que soportan las decisiones de  
29 Ingeniería Básica.  
30

31 Todos los documentos de Ingeniería Básica (y toda la información necesaria, aunque ella  
32 no esté explícitamente citada en estas especificaciones, acorde con lo establecido en las  
33 Normas Nacionales e Internacionales, aplicables al diseño y montaje de éste tipo de  
34 instalaciones) serán entregados por el Transmisor al Interventor para su revisión,  
35 verificación del cumplimiento de condiciones y para conocimiento de la UPME. Sobre cada  
36 uno de estos documentos, la Interventoría podrá solicitar aclaraciones o justificaciones que  
37 estime conveniente, haciendo los comentarios respectivos al Transmisor y a la UPME la  
38 respectiva recomendación si es del caso.  
39

40 La siguiente es la lista de documentos y planos mínimos de la ingeniería básica:  
41

1 **5.4.1.1 Memorias de cálculo electromecánicas**

- 2
- 3 • Criterios básicos de diseño electromecánico
  - 4 • Memoria de cálculo de resistividad del terreno
  - 5 • Memoria de dimensionamiento de cárcamos, ductos y bandejas porta-cables
  - 6 • Memoria de dimensionamiento de los servicios auxiliares ac.
  - 7 • Memoria de dimensionamiento de los servicios auxiliares dc.
  - 8 • Memoria de cálculo de distancias eléctricas
  - 9 • Memoria de dimensionamiento de transformadores de tensión y corriente
  - 10 • Coordinación de aislamiento y estudio de sobretensiones
  - 11 • Memoria de cálculo del sistema de puesta a tierra
  - 12 • Memoria de cálculo sistema de apantallamiento
  - 13 • Memoria de cálculo de aisladores de alta y media tensión
  - 14 • Memoria selección de conductores aéreos y barrajes.
  - 15 • Memoria de cálculo del sistema de iluminación exterior e interior.
  - 16 • Análisis de identificación de riesgos.
- 17

18 **5.4.1.2 Especificaciones equipos**

- 19
- 20 • Especificación técnica equipos de patio.
  - 21 • Especificaciones técnicas sistema de puesta a tierra.
  - 22 • Especificaciones técnicas sistema de apantallamiento.
  - 23 • Especificación técnica dispositivos de protección contra sobretensiones.
  - 24 • Especificación técnica gabinetes de control y protección.
  - 25 • Especificación técnica equipos de medida, control, protección y comunicaciones.
  - 26 • Especificación técnica de cables desnudos, para barrajes e interconexión de
  - 27 equipos.
  - 28 • Especificación funcional del sistema de control.
  - 29 • Lista de señales para sistema de control, de los equipos de la subestación.
  - 30 • Especificación técnica de los servicios auxiliares ac / dc.
  - 31 • Especificación técnica del sistema de alumbrado interior y exterior.
  - 32 • Especificaciones técnicas para montaje electromecánico, pruebas individuales de
  - 33 equipos, pruebas funcionales y puesta en servicio.
- 34

35 **5.4.1.3 Características técnicas de los equipos**

- 36
- 37 • Características técnicas, equipos.
  - 38 - Interruptores
  - 39 - Seccionadores.

- 1 - Transformadores de corriente.
- 2 - Transformadores de tensión.
- 3 - Descargadores de sobretensión.
- 4 - Aisladores y cadenas de aisladores.
- 5 • Dimensiones de equipos.
- 6 • Características técnicas, cables de fuerza y control.
- 7 • Características técnicas, dispositivo de protección contra sobretensiones
- 8 • Características técnicas, sistema de automatización y control.
- 9 • Características técnicas, sistema de comunicaciones.
- 10 • Características de equipos y materiales del sistema de servicios auxiliares ac/dc.
- 11 • Características técnicas, cables desnudo para interconexión de equipos y barrajes.

#### 13 **5.4.1.4 Planos electromecánicos**

- 14
- 15 • Diagrama unifilar de la subestación
- 16 • Diagrama unifilar con características de equipos
- 17 • Diagrama unifilar de protecciones.
- 18 • Diagrama unifilar de medidas.
- 19 • Diagrama unifilar servicios auxiliares ac
- 20 • Diagrama unifilar servicios auxiliares dc.
- 21 • Arquitectura sistema de control de la subestación.
- 22 • Planimetría del sistema de apantallamiento
- 23 • Planimetría del sistema de puesta a tierra.
- 24 • Planos en planta de ubicación de equipos.
- 25 • Planos vista en cortes de equipos.
- 26 • Planos ubicación de equipos en sala de control.
- 27 • Elevación general de edificaciones y equipos.
- 28 • Planimetría del sistema de apantallamiento.
- 29 • Planos de ruta de bandejas porta-cables, cárcamos y tuberías.
- 30 • Planimetría general alumbrado y tomacorrientes, interior, exterior.

#### 32 **5.4.1.5 Planos de obras civiles**

- 33
- 34 • Plano localización de la subestación.
- 35 • Plano disposición de bases de equipos.
- 36 • Planos cimentación del transformador de potencia.
- 37 • Plano cimentación de equipos y pórticos.
- 38 • Plano base cimentación del transformador de potencia.
- 39 • Plano de drenajes de la subestación.

- 1 • Plano de cárcamos y ductos para cables en patio.
- 2 • Plano de cárcamos y ductos para cables en sala de control.
- 3 • Planos casa de control.
- 4 • Plano disposición de bases para equipos en sala de control.
- 5 • Plano cerramiento de la subestación.
- 6 • Plano obras de adecuación.

#### 8 **5.4.1.6 Estudios y trabajos de campo**

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

#### 19 **5.4.2 Los documentos de la Ingeniería de Detalle**

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

27 Todos los documentos de Ingeniería de Detalle serán entregados por el Inversionista  
28 seleccionado al Interventor para su revisión, verificación del cumplimiento de condiciones y  
29 para conocimiento de la UPME. Sobre cada uno de estos documentos, la Interventoría  
30 podrá solicitar aclaraciones o justificaciones que estime conveniente, haciendo los  
31 comentarios respectivos al Inversionista seleccionado y a la UPME si es del caso.

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

38 Los documentos que especifiquen y muestren los resultados de las pruebas en fábrica y en  
39 campo, la puesta en servicio, la operación del Proyecto y el mantenimiento, serán objeto de

1 revisión por parte de la Interventoría, quien hará los comentarios al Inversionista  
2 seleccionado y a la UPME si es del caso.

3  
4 Con base en los comentarios, observaciones o conceptos realizados por la Interventoría, la  
5 UPME podrá trasladar consultas al Inversionista seleccionado.

6  
7 La siguiente es la lista de documentos y planos mínimos de la Ingeniería de Detalle:

#### 8 9 **5.4.2.1 Cálculos detallados de obras civiles**

- 10
- 11 • Criterios básicos de diseño de obras civiles.
- 12 • Dimensiones y pesos de equipos.
- 13 • Memorias de cálculo estructural para cimentación del transformador de potencia.
- 14 • Memorias de cálculo estructural para las cimentaciones de equipos de patio.
- 15 • Memorias de cálculo estructural para cimentación de la caseta de control.
- 16 • Memoria de cálculo muro de cerramiento
- 17 • Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras soporte de equipos.
- 18 • Memorias de cálculo estructural para canaletas de cables eléctricos exteriores y
- 19 cárcamos interiores en caseta de control.
- 20 • Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras de pórticos de líneas y
- 21 barrajes.
- 22 • Memorias de cálculo para vías, parqueos y zonas de maniobra en pavimento
- 23 rígido.
- 24 • Memoria de cálculo estructural para canaletas de cables exteriores e interiores en
- 25 casa de control.
- 26 • Memoria de cálculo para el sistema de drenaje de aguas lluvias.
- 27 • Memoria de cálculo sistema de acueducto.
- 28

#### 29 **5.4.2.2 Planos de obras civiles**

- 30
- 31 • Planos para construcción de bases para equipos
- 32 • Planos estructurales con árboles de carga para construcción de estructuras
- 33 soporte para equipos y pórticos.
- 34 • Planos para construcción de cimentaciones para equipos y transformador de
- 35 potencia.
- 36 • Planos para construcción de cárcamos de cables, ductos y cajas de tiro.
- 37 • Planos para construcción de acabados exteriores
- 38 • Planos para construcción del sistema de drenajes y aguas residuales
- 39 • Planos estructurales para construcción de caseta de control, ubicación bases de
- 40 tableros, equipos y canales interiores.

- Planos arquitectónicos y de acabados para la caseta de control.
- Planos para construcción de vías

#### 5.4.2.3 Diseño detallado electromecánico

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

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

##### a. Sistema de puesta a tierra:

- Planos de malla de puesta a tierra planta y detalles de conexiones a equipos y estructuras.
- Lista de materiales referenciados sobre planos.
- Plano de conexión de equipos interior y tableros a la malla de tierra, detalles.
- Memorias de cálculo de diseño de la malla de puesta a tierra.
- Procedimiento para la medida de la resistencia de puesta a tierra, según el RETIE.
- Procedimiento para la medida de las tensiones de paso y contacto, según el RETIE.

##### b. Equipos principales:

- Equipos de Patio: Disposición general de la planta y cortes del patio de conexiones, incluyendo las distancias entre los centros (ejes) de los equipos.
- Peso de cada uno de los equipos y localización del centro de masa con relación al nivel rasante del patio.
- Características geométricas de equipos y peso de los soportes de equipos, sistemas de anclaje.
- Diseño de las cimentaciones de los equipos de patio.
- Dimensiones requeridas para canales de cables de potencia y cables de control. Diseño civil de los canales de cables.
- Diseño geométrico y sistemas de fijación de las bandejas portacables y de ductos para cables entre los equipos y las bandejas.



- 1 • Localización, geometría y sistemas de anclaje de los gabinetes de conexión.  
2  
3 **c. Equipos de patio:**  
4 • Para equipos de corte, transformadores de medida, descargadores de  
5 sobretensión.  
6 - Diagramas eléctricos completos para control, señalización, etc, hasta borneras  
7 de interconexión.  
8 - Características técnicas definitivas, dimensiones y pesos.  
9 - Placas de características técnicas.  
10 - Información técnica complementaria y catálogos.  
11 - Manuales detallados para montaje de los equipos.  
12 - Manuales detallados para operación y mantenimiento.  
13 - Protocolo de pruebas en fábrica.  
14 - Procedimiento para pruebas en sitio.  
15  
16 **d. Para tableros:**  
17 • Diagramas esquemáticos que incluyan todos los circuitos de c.a. y c.c.  
18 • Diagramas eléctricos completos hasta borneras de interconexión para circuitos de  
19 control, señalización y protección.  
20 • Lista de instrumentos de control medida, señalización, protecciones, fusibles, etc.,  
21 que serán instalados en los tableros, suministrando información técnica y  
22 catálogos respectivos con indicación clara del equipo suministrado.  
23 • Planos de disposición física de elementos y equipos dentro de los tableros.  
24 • Instrucciones detalladas de pruebas y puesta en servicio.  
25 • Elaboración de planos desarrollados, esquemáticos de control, protección, medida,  
26 telecontrol y teleprotección, incluyendo:  
27 - Diagramas de principio y unifilares  
28 - Diagramas de circuito  
29 - Diagramas de localización exterior e interior.  
30 - Tablas de cableado interno y externo.  
31 - Disposición de aparatos y elementos en tableros de control.  
32 - El Inversionista debe entregar al Interventor como mínimo, los siguientes  
33 diagramas de principio:  
34     ▪ Diagramas de protección y del sistema de gestión de los relés.  
35     ▪ Diagramas del sistema de control de la subestación.  
36     ▪ Diagramas de medición de energía.  
37     ▪ Diagramas lógicos de enclavamientos.  
38     ▪ Diagramas de comunicaciones.  
39 - Diagramas de bloque para enclavamientos eléctricos de toda la Subestación.  
40 - Listado de cables y borneras.  
41 - Planos de Interfase con equipos existentes.

- 1 - Filosofía de operación de los sistemas de protección, control, sincronización,  
2 señalización y alarmas.  
3

4 **e. Reportes de Pruebas:**

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

10  
11 **5.4.3 Estudios del Sistema**

12  
13 Bajo esta actividad, el Inversionista seleccionado deberá presentar al Interventor para los  
14 fines pertinentes a la Interventoría los estudios eléctricos que permitan definir los  
15 parámetros útiles para el diseño básico y detallado de la Subestación y de las Líneas; entre  
16 todos los posibles, se destacan como mínimo la elaboración de los siguientes documentos  
17 técnicos y/o memorias de cálculo:

- 18  
19 - Condiciones atmosféricas del sitio de instalación, parámetros ambientales y  
20 meteorológicos, contaminación ambiental, estudios topográficos, geotécnicos, sísmicos  
21 y de resistividad.  
22  
23 - Cálculo de flechas y tensiones.  
24  
25 - Flujos de carga; estudios de corto circuito; estudio de estabilidad para determinar  
26 tiempos máximos de despeje de fallas; y cálculos de sobretensiones.  
27  
28 - Estudios de ajuste y coordinación de protecciones.  
29  
30 - Selección de aislamiento, incluye selección de descargadores de sobre tensión y  
31 distancias eléctricas.  
32  
33 - Estudio de cargas ejercidas sobre las estructuras metálicas de soporte debida a sismo  
34 y a corto circuito.  
35  
36 - Selección de equipos, conductores para barrajes, cables de guarda y conductores  
37 aislados.  
38  
39 - Memoria de revisión de los enlaces de comunicaciones existentes.  
40  
41 - Estudio de apantallamiento contra descargas atmosféricas

- 1  
2 - Dimensionamiento de los servicios auxiliares AC y DC.  
3  
4 - Informe de interfaces con equipos existentes.  
5  
6 - Estudios ambientales, programas del Plan de Manejo Ambiental, (PMA) de acuerdo con  
7 el Estudio de Impacto Ambiental (EIA).  
8  
9 - Ajustes y coordinación de relés de protecciones, dispositivos de mando sincronizado y  
10 registradores de fallas.

11  
12 Cada uno de los documentos o memorias de cálculo, antes referidos, deberán destacar  
13 como mínimo los siguientes aspectos:

- 14  
15 - Objeto del documento técnico o de la memoria de cálculo.  
16  
17 - Origen de los datos de entrada.  
18  
19 - Metodología para el desarrollo soportada en normas o estándares de amplio  
20 reconocimiento, por ejemplo en Publicaciones IEC, ANSI o IEEE.  
21  
22 - Resultados.  
23  
24 - Bibliografía.

#### 25 26 **5.4.4 Distancias de Seguridad**

27  
28 Las distancias de seguridad aplicables en las Subestaciones deben cumplir los lineamientos  
29 establecidos en el RETIE, en su última revisión y/o actualización.  
30

### 31 **5.5 Equipos de Potencia**

#### 32 33 **5.5.1 Interruptores**

34  
35 Los interruptores de potencia, deben cumplir las prescripciones de la última edición de las  
36 siguientes normas, o su equivalente ANSI, según aplique al tipo de equipo a suministrar:  
37

- 38  
39
  - IEC 62271-100: "High-voltage alternating current circuit-breakers"
  - IEC 60694: "Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards".

40

- 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

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

**Pruebas de rutina:** los descargadores deben ser sometidos a las pruebas de rutina establecidas en la publicación IEC 60099-4 o su equivalente en ANSI. Copia de los

1 respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para los fines que requiera la  
2 Interventoría.

3  
4 **Pruebas tipo:** en caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una  
5 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre descargadores iguales o similares a los  
6 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60099-4 o su equivalente en  
7 ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas  
8 pruebas a su costa.

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

### 11 12 **5.5.3 Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra**

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

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

23  
24  
25 **Pruebas de rutina:** los seccionadores deben ser sometidos a las pruebas de rutina  
26 establecidas en la publicación IEC 62271-102 o su equivalente en ANSI. Copia de los  
27 respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para los fines que requiera la  
28 Interventoría.

29  
30 **Pruebas tipo:** en caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una  
31 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre seccionadores iguales o similares a los  
32 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 62271-102 o su equivalente en  
33 ANSI, si el Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas  
34 pruebas a su costa.

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

### 38 39 **5.5.4 Transformadores de Tensión**

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

- 4
- 5 • IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su  
6 equivalente en ANSI.
- 7 • IEC 60044-2: "Inductive Voltage Transformers"
- 8 • Publicación IEC 60186, "Voltaje Transformers", IEC 60358, "Coupling capacitor and  
9 capacitor dividers".
- 10 • Publicación IEC-61869-1/3/5: "Inductive/capative Voltage Transformers".
- 11 • IEC 60296: "Specification for unused mineral insulating oils for transformers and  
12 switchgear"
- 13

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

19

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

24

25 **Pruebas tipo:** en caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una  
26 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre transformadores de tensión iguales o  
27 similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60186, sección  
28 4 y 24 e IEC 60358, cláusula 6.2, o sus equivalente en ANSI. Si el Transmisor no dispone  
29 de estos documentos deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.

30

31 **Pruebas en Sitio:** se deben efectuar las pruebas necesarias in situ para verificar las  
32 condiciones de estado y funcionamiento de los Transformadores de Tensión.

### 33 **5.5.5 Transformadores de Corriente**

34

35

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

- 39
- 40 • IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su  
41 equivalente en ANSI.

- IEC 60044-1: "Current Transformers".
- IEC-61869-1/2: "Current Transformers".

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

**Pruebas de rutina:** los transformadores de corriente deben ser sometidos a las pruebas de rutina establecidos en la publicación IEC 60044-1 e IEC 60044-6 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 transformadores de corriente iguales o similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60044-1 e IEC 60044-6, 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 transformadores de corriente.

### 5.5.6 Equipo GIS o Híbrido

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

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

- Instrument transformer – IEC6189
- Insulation Coordination – IEC60071
- High voltage switchgear and controlgear - IEC62271
- Insulated bushings above 1000V – IEC60137
- Partial discharge measurement – IEC60270
- Specification and acceptance of new SF6 - IEC60376
- Guide for checking SF6 - IEC 60480
- Common clauses or HV switchgear and controlgears standards - IEC62271-1

- 1 • Guide for selection of insulators in respect of pulled conditions - IEC60815-1/2
- 2 • Cable connections of gas insulated metal-enclosed switchgears – IEC 62271-209
- 3 • Use and handling SF6 in HV switchgears and controlgears – IEC62271-303
- 4 • Direct connection between GIS and power transformer - IEC61639

5  
6 El equipo GIS será sometido a pruebas de rutina que consisten en pruebas de alta tensión,  
7 pruebas mecánicas y pruebas de gas.

8  
9 Se deben suministrar certificados de pruebas tipo de pruebas de alta tensión, prueba de  
10 temperatura, prueba de gas y prueba sísmica.

### 11 12 **5.5.7 Sistema de Puesta A Tierra**

13  
14 Deberá diseñarse para que en condiciones normales y anormales, no se presente ningún  
15 peligro para el personal situado en cualquier lugar, al que tenga acceso.

16  
17 Todos los requerimientos para la malla de tierra de la Subestación, estarán de acuerdo a la  
18 última revisión de la publicación IEEE No.80-2000 "Guide for Safety and Alternating Current  
19 Substation Grounding" y a los requerimiento del RETIE.

20 Todos los equipos, estructuras y accesorios metálicos se conectarán a tierra en el punto  
21 más cercano y conveniente.

22  
23 Todo el equipo eléctrico y partes metálicas expuestas, estarán conectadas a la malla de  
24 tierra.

25  
26 La malla de tierra se diseñará para cubrir efectivamente la subestación completa y al menos  
27 2 m más allá de la cerca o malla de cerramiento.

28  
29 Para propósitos del diseño final del sistema de tierra el Transmisor hará los ensayos de  
30 resistividad en el sitio, con el objeto de comprobar la resistividad del terreno y las tensiones  
31 de paso y contacto, según requerimiento del RETIE.

### 32 33 **5.5.8 Apantallamiento de la Subestación**

34  
35 El apantallamiento será hecho por medio de cables de guarda de material apropiado para  
36 las condiciones ambientales existentes en el sitio. Todos los cables de guarda serán  
37 aterrizados con cables bajantes de cobre.

38  
39 Las estructuras no conductoras y edificios requerirán un sistema completo de protección  
40 contra descargas atmosféricas, incluyendo varillas de puesta a tierra. La instalación deberá  
41 cumplir con el RETIE, la Norma NTC-4552-1-2-3 y la Norma IEC-62305-2.



1  
2 **5.6 Equipos de Control y Protección**  
3

4 Las siguientes son las características principales que deberán cumplir los equipos de  
5 control y protección:  
6

7 **5.6.1 Sistemas de Protección**  
8

9 Los equipos de protección deberán cumplir con las partes pertinentes establecidas en la  
10 publicación IEC 60255 “*Electrical relays*”, en la IEC 60870 “*Telecontrol equipments and*  
11 *systems*” y en el caso de los registradores de falla, los archivos de datos deberán utilizar el  
12 formato COMTRADE (*Common Format for Transient Data Exchange*), recomendación IEEE  
13 C37.111 o en su defecto, el Inversionista deberá proveer el software que haga la  
14 transcripción del formato del registrador de fallas al formato COMTRADE, o cumplir con las  
15 respectivas normas equivalentes ANSI.  
16

17 El esquema de protección de líneas deberá ser implementado con dos protecciones  
18 principales para líneas de transmisión con principio de operación (diferente algoritmo de  
19 cálculo) o diferente fabricante y medición diferente. El esquema completo deberá consistir  
20 de relés rápidos para emisión y recepción del disparo directo transferido; falla interruptor;  
21 funciones de recierre y verificación de sincronismo, protección de sobretensión; supervisión  
22 del circuito de disparo y registro de fallas. La protección de línea debe dar disparo  
23 monopolar y tripolar e iniciar el ciclo de recierre. Para el caso de Fibra Óptica dedicada  
24 como medio de comunicación para la PPL1 y Fibra Óptica dedicada como medio de  
25 comunicación para la PPL2, se entiende como medio de comunicación para la PPL1, un  
26 cable diferente al del medio de comunicación para la PPL2. Para el caso de Fibra Óptica  
27 dedicada como medio de comunicación para el relé o función de protección distancia ANSI  
28 21/21N, el esquema de comunicación se debe implementar con equipos digitales de  
29 teleprotección conectados directamente a la fibra óptica. Para el caso de Fibra Óptica  
30 multiplexada se entiende como medio de comunicación para la PPL2, un enlace  
31 (trayectoria) independiente del medio de comunicación para la PPL1. Para el caso de Fibra  
32 Óptica multiplexada, el canal de comunicación no deberá de exceder una asimetría de canal  
33 de 5 ms y retardo máximo de 16 ms. Si el medio de comunicación para la protección  
34 diferencial de línea ANSI 87L es multiplexado, éste deberá de ser único y dedicado.  
35

36 Para subestaciones nuevas o existentes que lo requieran, el Sistema de Protecciones -SP-  
37 para las barras (diferencial de barras) deberá ser redundante con principio de operación  
38 diferente (diferente algoritmo de cálculo) o diferente fabricante. Adicionalmente deberán  
39 seleccionarse de acuerdo con la configuración de la subestación. La alimentación DC de  
40 cada sistema de protección debe ser independiente; las señales de corriente deben ser  
41 tomadas, para cada SP, desde núcleos diferentes de los CT's y cada SP de manera

1 independiente, debe tener la posibilidad de comandar disparo a ambas bobinas de los  
2 interruptores. Los SP diferenciales de barra, deben ser seleccionados considerando las  
3 bahías a construirse objeto de la presente Convocatoria y las ampliaciones futuras que se  
4 instalen en los espacios de reserva, y deberán permitir la conexión de CT's con diferentes  
5 relaciones de transformación. El inversionista deberá implementar protección diferencial de  
6 barras multizona y de fase segregada para las subestaciones nuevas.

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

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

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

### 5.6.2 Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones

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

Nivel	Descripción	Modos de Operación
3	Corresponde a los sistemas remotos de información.	Es la facilidad que debe tener el sistema para ser tele-comandado y supervisado desde el centro de control remoto de acuerdo con las normas del CND.
	Comunicaciones e interfaces entre niveles 2 y 3. Proporciona la comunicación entre el Sistema de Automatización y los sistemas remotos de información.	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

Nivel	Descripción	Modos de Operación
		independiente de cualquier falla en las interfaces de usuario IHM.
2	<p>Corresponde al sistema de procesamiento del Sistema de Automatización, controladores de Subestación, almacenamiento de datos y el IHM, localizados en la sala de control de la Subestación.</p> <p>El sistema de procesamiento del nivel 2 procesa la información de la Subestación para que pueda ser utilizada por el IHM del nivel 2 y pueda ser almacenada para operación, análisis futuros, mantenimiento y generación de reportes.</p>	<p>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>
	<p>Comunicaciones e Interfaces Nivel 2 y Nivel 1.</p> <p>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>	
1	<p>Controladores de bahía, que se encargan de la adquisición de datos, cálculos, acciones de control y procesamiento de la información relacionada con los dispositivos en cada campo y sistema de servicios auxiliares de la Subestación. A través del panel frontal de cada controlador de bahía, se debe proporcionar un nivel básico de acceso al personal de operación para la supervisión y control de los equipos de campo asociados al controlador respectivo.</p>	<p>Para el equipo de alta tensión y los servicios auxiliares, los modos corresponden al mando de los equipos de maniobra desde el controlador de bahía a través del panel frontal.</p> <p>Para subestaciones de tipo convencional, se deberá prever la utilización de casetas de patio.</p>
	<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</p>	

Nivel	Descripción	Modos de Operación
	asociadas con los equipos de potencia en el patio de la Subestación. Deberá haber integración de las protecciones con el Sistema de Automatización.	
0	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.	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.  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.

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

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

1  
2 La arquitectura del sistema de control deberá estar basada en una red redundante a la cual  
3 se conectan los equipos que soportan las funciones de automatismo, monitoreo, protección  
4 y control. Se destacan las siguientes funciones:

- 5  
6
- 7 • Las redes de comunicación entre los controladores de bahía deberán ser de
  - 8 protocolo, que resulte compatible con las comunicaciones existentes.
  - 9 • La arquitectura del sistema estará compuesta de equipos, que deben permitir:
    - 10 ○ Optimización de la integración funcional a través de intercambios rápidos
    - 11 entre equipos vía la red.
    - 12 ○ Integrar los equipos de otros fabricantes con el Sistema de control y
    - 13 Automatización de la Subestación.
  - 14 • La herramienta de gestión del sistema debe permitir por lo menos las siguientes
  - 15 funciones:
    - 16 ○ Gestión de las bases de datos del sistema.
    - 17 ○ Permitir la integración de elementos futuros.
    - 18 ○ Implementación de herramientas de seguridad y administración.
    - 19 ○ Gestión del modo de funcionamiento de los equipos permitiendo la
    - 20 explotación normal, el mantenimiento y/o paro de cada elemento del sistema
    - 21 sin perturbar ni detener el sistema.
    - 22 ○ Mantenimiento de cada equipo.
    - 23 ○ Gestión de protecciones que permite verificar y dar parámetros a las
    - 24 protecciones del sistema.
- 25

26 Los IED de protección, los controladores de bahía, los controladores de Subestación y/o  
27 computadores del IHM deberán permitir la transmisión de información entre la Subestación  
28 y el CND o el centro de control remoto del Inversionista (sean funciones de control,  
29 visualización o de mantenimiento). El Inversionista es responsable por utilizar los protocolos  
30 de comunicación que el CND le exija y en general, todos los costos de implementación y  
31 coordinación de información a intercambiar con el CND son responsabilidad del  
32 Inversionista.

33

34 Las funcionalidades siguientes deben ser garantizadas por los controladores de  
35 Subestación:

- 36
- 37 • Transmisión de comandos del centro de control remoto hacia los equipos de la
  - 38 Subestación.
  - 39 • Sincronización satelital de todos los equipos de los sistemas de control,
  - 40 protecciones y registro de fallas de la Subestación a través de una señal de
  - 41 sincronización proveniente de un reloj GPS.

- Recuperación de información proveniente de los equipos hacia el centro de control remoto (mediciones, alarmas, cambios de estado, etc.).

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

### 5.6.3 Unidad de medición fasorial sincronizada - medidores multifuncionales

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

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

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

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

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

5  
6 Los medidores multifuncionales deben tomar sus señales de los transformadores de  
7 medida, para determinación de parámetros eléctricos tales como: tensión, corriente,  
8 potencia activa, potencia reactiva, factor de potencia y frecuencia. Deben contar con emisor  
9 de impulsos o un sistema de registro comunicado con niveles superiores. Deben cumplir  
10 con todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG 025 de 1995, en su  
11 última revisión, especialmente lo referente al Código de Medida y sus anexos.

#### 12 13 **5.6.4 Controladores de Bahía**

14  
15 Los controladores de bahía son los encargados de recibir, procesar e intercambiar  
16 información con otros equipos de la red, deben ser multifuncionales y programables. Los  
17 controladores de bahía deben ser compatibles con los estándares EMC y aptos para  
18 aplicación en subestaciones eléctricas de alta y extra alta tensión; el Inversionista deberá  
19 presentar al Interventor los certificados de pruebas que lo avalen.

20  
21 A partir de entradas/salidas, el equipo podrá manejar la lógica de enclavamientos y  
22 automatismos de la bahía, por lo que en caso necesario deben tener capacidad de  
23 ampliación de las cantidades de entradas y salidas instaladas en el equipo para cubrir los  
24 requerimientos de la bahía que controlan. Los controladores de bahía deben contar con un  
25 diagrama mímico amplio en LCD que permitirá las siguientes funcionalidades como mínimo:

- 26
- 27 • Despliegue del diagrama mímico de la bahía que muestre la información del
- 28 proceso.
- 29 • Despliegue de alarmas.
- 30 • Despliegue de eventos.
- 31 • Despliegue de medidas de proceso de la bahía.
- 32 • Control local (Nivel 1) de los equipos que forman parte de la bahía.
- 33 • Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de
- 34 función.
- 35 • Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.
- 36

37 Deben también tener LEDs de anuncio de alarma configurables. Deben contar con puertos  
38 para la comunicación.

39  
40 Estos equipos también deberán ser capaces de recibir una señal de sincronización horaria  
41 para hacer el estampado de tiempo al momento de recibir un evento.

1  
2       **5.6.5      Controlador de los Servicios Auxiliares**  
3

4 Debe ser diseñado, probado y ampliamente utilizado en subestaciones de alta tensión.  
5 Debe permitir la medida, supervisión y control de los servicios auxiliares del Proyecto y  
6 contar con los mismos protocolos del controlador de bahía.  
7

8 Debe preparar y enviar la información asociada con los servicios auxiliares a la interfaz IHM  
9 y a los niveles superiores. Debe integrarse al sistema de control de la Subestación y estar  
10 sincronizados con todos los dispositivos de la Subestación. El controlador de servicios  
11 auxiliares debe contar con un mímico amplio en LCD que permitirá las siguientes  
12 funcionalidades como mínimo:  
13

- 14       • Despliegue del diagrama mímico de la bahía.
- 15       • Despliegue de alarmas.
- 16       • Despliegue de eventos.
- 17       • Despliegue de medidas de tensión y de corriente.
- 18       • Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de  
19       función.
- 20       • Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.

21  
22 Deben también tener LEDs de anuncio de alarma configurables. Deben contar con puertos  
23 para la comunicación.  
24

25       **5.6.6      Switches**  
26

27 Los switches o concentradores de datos de la red de control, deberán ser adecuados para  
28 operar en ambientes industriales y cumplir sin limitarse a ello, con los siguientes requisitos:  
29

- 30       • Deberán cumplir con IEEE 1613 standard - "error free" networking device.
- 31       • Deberán cumplir con IEC 61850-3 standard for networks in substations.
- 32       • Deberá incluir las siguientes características de red:
  - 33           ○ IEEE 802.1d, message prioritization y rapid spanning tree en MAC Bridges
  - 34           ○ IEEE 802.1q VLAN
- 35       • Deberán tener funciones de administración SNMP v2 y RMON.
- 36       • Deberán soportar las condiciones de estabilidad bajo las condiciones de prueba  
37       descritas en las normas IEC 60068-2-6 e IEC 60068-2-27.
- 38       • En caso de alguna discrepancia en las normas antes mencionadas, prevalecerá la  
39       más exigente.  
40



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

#### 5.6.7 Interfaz Nivel 2 - Nivel 1

7 Para la interconexión de los equipos se requieren comunicaciones digitales, así:  
8 La red local de comunicaciones para control y supervisión de la Subestación se debe  
9 conformar para que sea inmune electromagnéticamente, que posea suficiente rigidez  
10 mecánica para ser tendido en la Subestación, con protección no metálica contra roedores,  
11 con chaqueta retardante a la llama, con conectores, marquillas, terminales, amarres y  
12 demás accesorios de conexión, según diseño detallado a cargo del Inversionista.

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

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

#### 5.6.8 Equipos y Sistemas de Nivel 2

##### 5.6.8.1 Controlador de la Subestación

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

35 Adicionalmente el controlador de la Subestación, debe centralizar información de los relés  
36 de protección, los registradores de fallas y los medidores multifuncionales, conformando la  
37 red de ingeniería de la Subestación, la cual debe permitir acceso local y remoto para  
38 interrogación, configuración y descarga de información de los relés, de los registradores de  
39 fallas y los medidores multifuncionales. Deben suministrarse todos los equipos, accesorios,  
40 programas y bases de datos requeridos para implementar un sistema de gestión de  
41 protecciones y registradores de fallas para la Subestación.

1  
2 **5.6.8.2 Registradores de Fallas**  
3

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

10  
11 **5.6.8.3 Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación**  
12

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

17  
18 Toda la información, se debe desplegar, almacenar, filtrar, imprimir en los mismos  
19 dispositivos suministrados con el sistema de medida, control y supervisión de la  
20 Subestación, la cual debe tener como mínimo las siguientes funciones:

- 21
- 22 • Adquisición de datos y asignación de comandos.
  - 23 • Auto-verificación y auto-diagnóstico.
  - 24 • Comunicación con el CND.
  - 25 • Comunicación con la red de área local.
  - 26 • Facilidades de mantenimiento.
  - 27 • Facilidades para entrenamiento.
  - 28 • Función de bloqueo.
  - 29 • Función de supervisión.
  - 30 • Funciones del Controlador de Subestación a través del IHM.
  - 31 • Guía de operación.
  - 32 • Manejo de alarmas.
  - 33 • Manejo de curvas de tendencias.
  - 34 • Manejo de mensajes y consignas de operación.
  - 35 • Marcación de eventos y alarmas.
  - 36 • Operación de los equipos.
  - 37 • Programación, parametrización y actualización.
  - 38 • Reportes de operación.
  - 39 • Representación visual del proceso mediante despliegues de los equipos de la  
40 Subestación, incluidos los servicios auxiliares y las redes de comunicaciones.

- Secuencia de eventos.
- Secuencias automáticas.
- Selección de los modos de operación, local, remoto y enclavamientos de operación.
- Supervisión de la red de área local.

### 5.6.9 Requisitos de Telecomunicaciones

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

### 5.7 Obras Civiles

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

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

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

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

### 5.8 Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento

1 En los edificios a cargo del Inversionista o en las adecuaciones a lo existente, se deberá  
2 diseñar, suministrar e instalar todos los elementos necesarios para la instalación de puntas  
3 tipo Franklin, suministrar e instalar todos los elementos necesarios para la construcción de  
4 la red de puesta a tierra de apantallamiento electromagnético tales como bajantes, platinas  
5 de cobre, varillas de puesta a tierra y redes de tierra.  
6

7 Los diseños son responsabilidad del Inversionista. La malla de puesta a tierra del proyecto  
8 debe ser en cable de cobre suave, electrolítico, desnudo, recocido, sin estañar, trenzado  
9 en capas concéntricas deberá ser diseñada siguiendo los lineamientos de la norma  
10 ANSI/IEEE Std 80 y 81 tal que garanticen la seguridad del personal, limitando las tensiones  
11 de toque y paso a valores tolerables.  
12

## 13 **6. ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO**

### 14 **6.1 Pruebas y Puesta en Servicio**

15  
16  
17 Todos los equipos suministrados y montados deben ser sometidos a pruebas de campo  
18 tanto de aceptación para recepción, como individuales, funcionales, de puesta en servicio  
19 y de energización de acuerdo con lo especificado por los fabricantes, la normatividad CREG  
20 vigente, los requisitos del Centro Nacional de Despacho CND y los acuerdos del Consejo  
21 Nacional de Operación C.N.O, en particular el 646 de 2013 o aquel que lo sustituya o  
22 reemplace.

23 Los registros de todas las pruebas (aceptación para recepción, individuales, funcionales,  
24 de puesta en servicio y de energización) se consignarán en “Protocolos de Pruebas”  
25 diseñados por el Transmisor de tal forma que la Interventoría, pueda verificar el  
26 cumplimiento de los requisitos de la Regulación vigente y de las normas técnicas; por  
27 ejemplo: que se cumplen los enclavamientos y secuencias de operación tanto de alta  
28 tensión como de servicios auxiliares, que los sistemas de protección y control cumplen con  
29 la filosofía de operación en cuanto a polaridades, acciones de protecciones y demás.  
30

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

- 34
- 35 • Direccionalidad de las protecciones de línea.
- 36 • Medición y obtención de los parámetros y las impedancias de secuencia de las líneas  
37 asociadas.
- 38 • Fallas simuladas monofásicas, trifásicas, cierre en falla con el fin de verificar el correcto  
39 funcionamiento de las protecciones, registro de fallas, telecomunicaciones, gestión de  
40 protecciones.
- 41 • Pruebas de conexión punto a punto con el CND.

1  
2 **Pruebas de energización:** El Transmisor será responsable por la ejecución de las pruebas  
3 de energización. Los Protocolos de las pruebas de energización deben ser verificados para  
4 los fines pertinentes por la Interventoría.

5  
6 **6.2 Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio**

7  
8 La información requerida por CND para la puesta en servicio del Proyecto es la siguiente:

- 9  
10 • Presentación del Proyecto al Centro Nacional de Despacho CND.  
11 • Formatos con información técnica preliminar para la realización de estudios.  
12 • Diagrama Unifilar.  
13 • Estudio de ajuste y coordinación de protecciones de los equipos y el área de influencia  
14 del Proyecto. El área de influencia definida para el estudio de ajuste y coordinación de  
15 protecciones, de este proyecto, deberá ser acordada con el CND.  
16 • Lista disponible de señales de SCADA y requerimiento de comunicaciones.  
17 • Cronograma de desconexiones y consignaciones.  
18 • Cronograma de pruebas.  
19 • Protocolo y formatos para la declaración de los parámetros del equipo y sus bahías con  
20 información definitiva.  
21 • Protocolo de energización.  
22 • Inscripción como agente y de la frontera comercial ante el ASIC.  
23 • Certificación de cumplimiento de código de conexión otorgado por el propietario del  
24 punto de conexión.  
25 • Carta de declaración en operación comercial.  
26 • Formatos de Información técnica. Los formatos son corrientemente elaborados y  
27 actualizados por el CND.  
28  
29

30 **7 ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN**

31  
32 Según el Código de Operación del Sistema Interconectado Nacional (Resolución CREG  
33 025 de 1995 y sus actualizaciones) y otra regulación de la CREG que sea aplicable.  
34  
35

36 **8 INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO**

37  
38 Antes de que termine el contrato de interventoría, el Transmisor debe entregar al Interventor  
39 un documento con la información detallada para el planeamiento, según lo requiere el  
40 Código de Planeamiento en sus apéndices, para que éste se la entregue a la UPME.

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

## **9 INFORMACIÓN ESPECÍFICA**

Información específica referente a la Convocatoria Pública, 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.

## **10 FIGURAS**

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

Figura 1 - Diagrama Esquemático

Figura 2 - Diagrama Unifilar Subestación Alcaraván 230 kV.

Figura 3 - Diagrama Unifilar Subestación San Antonio 230 kV.

Figura 4 - Diagrama Unifilar Subestación Banadía 230 kV.

Figura 5 - Diagrama Unifilar Subestación LA Paz 230 kV.