

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

## ANEXO 1

### DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO

#### CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 07 DE 2021

(UPME 07 – 2021)

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

Bogotá D. C., agosto de 2023

## ÍNDICE

1		
2		
3		
4	<b>1. CONSIDERACIONES GENERALES</b> .....	<b>5</b>
5	1.1 Requisitos Técnicos Esenciales.....	5
6	1.2 Definiciones .....	6
7	<b>2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b> .....	<b>6</b>
8	2.1 Descripción de Obras en las Subestaciones .....	9
9	2.1.1 Descripción de Obras en la Subestación Alcaraván 230 kV.....	9
10	2.1.2 Descripción de Obras en la Subestación San Antonio 230 kV. ....	10
11	2.2 Puntos de Conexión del Proyecto .....	11
12	2.2.1 En la Subestación Alcaraván 230 kV. ....	11
13	2.2.2 En la Subestación San Antonio 230 kV.....	13
14	<b>3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES</b> .....	<b>14</b>
15	3.1 Parámetros del Sistema .....	14
16	3.2 Nivel de Corto Circuito .....	15
17	3.3 Materiales .....	15
18	3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible .....	16
19	3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión.....	16
20	3.6 Pruebas en Fábrica.....	17
21	<b>4. ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 230 KV</b> .....	<b>17</b>
22	4.1 General .....	17
23	4.2 Ruta de las Líneas de Transmisión .....	19
24	4.3 Longitud Aproximada de las Líneas.....	20
25	4.4 Especificaciones de diseño y construcción líneas .....	21
26	4.4.1 Aislamiento .....	21
27	4.4.2 Conductores de Fase .....	22
28	4.4.3 Cable(s) de Guarda .....	23
29	4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas .....	24
30	4.4.5 Transposiciones de Línea.....	25
31	4.4.6 Estructuras .....	26
32	4.4.7 Localización de Estructuras .....	26
33	4.4.8 Sistema Antivibratorio, Amortiguadores y Espaciadores - Amortiguadores.	27
34	4.4.9 Cimentaciones.....	27
35	4.4.10 Canalizaciones, cajas e instalación de cables para tramos de líneas	
36	subterráneas o subfluviales .....	27
37	4.4.11 Señalización Aérea.....	28
38	4.4.12 Desviadores de vuelo para aves.....	28
39	4.4.13 Obras Complementarias.....	29
40	4.5 Informe Técnico .....	29
41	<b>5. ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN</b> .....	<b>29</b>
42	5.1 General .....	29

1	5.1.1	Predio de las Subestación .....	30
2	5.1.2	Espacios de Reserva .....	32
3	5.1.3	Conexiones con Equipos Existentes .....	34
4	5.1.4	Servicios Auxiliares.....	34
5	5.1.5	Infraestructura y Módulo Común.....	34
6	<b>5.2</b>	<b>Normas para Fabricación de los Equipos .....</b>	<b>37</b>
7	<b>5.3</b>	<b>Condiciones Sísmicas de los equipos .....</b>	<b>37</b>
8	<b>5.4</b>	<b>Procedimiento General del Diseño .....</b>	<b>37</b>
9	5.4.1	Los documentos de Ingeniería Básica .....	39
10	5.4.2	Los documentos de la Ingeniería de Detalle .....	41
11	5.4.3	Estudios del Sistema .....	45
12	5.4.4	Distancias de Seguridad.....	46
13	<b>5.5</b>	<b>Equipos de Potencia.....</b>	<b>47</b>
14	5.5.1	Interruptores .....	47
15	5.5.2	Descargadores de Sobretensiones.....	48
16	5.5.3	Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra.....	49
17	5.5.4	Transformadores de Tensión.....	50
18	5.5.5	Transformadores de Corriente.....	51
19	5.5.6	Equipo GIS o Híbrido.....	51
20	5.5.7	Sistema de Puesta A Tierra .....	52
21	5.5.8	Apantallamiento de la Subestación .....	53
22	<b>5.6</b>	<b>Equipos de Control y Protección.....</b>	<b>53</b>
23	5.6.1	Sistemas de Protección .....	53
24	5.6.2	Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones.....	55
25	5.6.2.1	Características Generales .....	57
26	5.6.3	Unidad de medición fasorial sincronizada - medidores multifuncionales .....	59
27	5.6.4	Controladores de Bahía.....	60
28	5.6.5	Controlador de los Servicios Auxiliares.....	60
29	5.6.6	Switches .....	61
30	5.6.7	Interfaz Nivel 2 - Nivel 1.....	61
31	5.6.8	Equipos y Sistemas de Nivel 2 .....	62
32	5.6.8.1	Controlador de la Subestación.....	62
33	5.6.8.2	Registradores de Fallas.....	62
34	5.6.8.3	Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación.....	63
35	5.6.9	Requisitos de Telecomunicaciones.....	63
36	<b>5.7</b>	<b>Obras Civiles.....</b>	<b>64</b>
37	<b>5.8</b>	<b>Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento.....</b>	<b>64</b>
38	<b>6.</b>	<b>ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO .....</b>	<b>65</b>
39	<b>6.1</b>	<b>Pruebas y Puesta en Servicio .....</b>	<b>65</b>
40	<b>6.2</b>	<b>Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio .....</b>	<b>66</b>
41	<b>7</b>	<b>ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN .....</b>	<b>66</b>
42	<b>8</b>	<b>INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO .....</b>	<b>66</b>

1	<b>9</b>	<b>INFORMACIÓN ESPECÍFICA</b> .....	<b>66</b>
2	<b>10</b>	<b>FIGURAS</b> .....	<b>67</b>
3			

## 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 – 2021.

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

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

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

#### 1.1 Requisitos Técnicos Esenciales

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

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

3  
4 Como requisito general, de mandatorio cumplimiento, aplicable a todos los aspectos  
5 técnicos y/o regulatorios que tengan que ver con el RETIE , con el Código de Redes, con  
6 normas técnicas nacionales o internacionales y con resoluciones de la CREG y del  
7 Ministerio de Minas y Energía, se establece que, de producirse una revisión o una  
8 actualización de cualquiera de los documentos mencionados, antes del inicio de los diseños  
9 según cronograma presentado por el Transmisor y aprobado por la UPME, la última de  
10 estas revisiones o actualizaciones, en cada uno de los aspectos requeridos, primará sobre  
11 cualquier versión anterior de los citados documentos.

## 12 13 **1.2 Definiciones**

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

## 17 18 19 **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

20  
21 Consiste en el diseño, adquisición de los suministros, construcción, pruebas, puesta en  
22 servicio, operación y mantenimiento de las obras asociadas al Proyecto nueva subestación  
23 Alcaraván 230 kV y líneas de transmisión asociadas, definido en el “Plan de Expansión de  
24 Referencia Generación – Transmisión 2016-2030”, adoptado mediante Resolución del  
25 Ministerio de Minas y Energía 40098 del 7 de febrero de 2017, modificada mediante  
26 Resolución Minenergía 40492 de 21 de noviembre de 2022, el Proyecto debe entrar en  
27 operación a más tardar el 31 de julio de 2027, siendo esta fecha parte integral del Proyecto,  
28 el cual comprende:

- 29 i. Nueva subestación Alcaraván 230 kV en configuración interruptor y medio, con dos  
30 (2) bahías de línea y dos (2) bahías de transformación con sus respectivos cortes  
31 centrales para conformar dos (2) diámetros completos a 230 kV, a ubicarse en  
32 inmediaciones del municipio de Yopal en el departamento de Casanare.
- 33 ii. Construcción de una línea doble circuito a 230 kV con una longitud aproximada de  
34 130 km desde la nueva subestación Alcaraván a 230 kV (ítem i del presente  
35 numeral), hasta la subestación San Antonio 230 kV.
- 36 iii. Dos (2) bahías de línea 230 kV en configuración interruptor y medio las cuales  
37 deberán quedar en diámetros diferentes, por lo que se deberán construir 2/3 de cada  
38 uno de los dos diámetros con sus respectivos cortes centrales, tipo “GIS” en la  
39 subestación San Antonio 230 kV

- 1 iv. Extensiones de barraje requeridas para dar cumplimiento al objeto de la presente  
2 Convocatoria, junto con todos los elementos, equipos obras y adecuaciones  
3 mecánicas, civiles, eléctricas, corte y/o protección, control, medición y demás  
4 necesarios, para su correcto funcionamiento.
- 5 v. Se deben incluir todos los elementos y adecuaciones tanto eléctricas como físicas  
6 necesarias para cumplir con el objeto de la presente Convocatoria durante la  
7 construcción, operación y mantenimiento de las obras, garantizando siempre su  
8 compatibilidad con la infraestructura existente. Estas acciones incluyen sistemas de  
9 control, protecciones, medida, comunicaciones e infraestructura asociada, etc, sin  
10 limitarse a estos.
- 11 vi. Los espacios de reserva establecidos en el numeral 5.1.2 del presente documento.

12

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

15

16 1. A las bahías de transformación 230 kV, en la subestación Alcaraván se conectarán  
17 dos (2) bancos de transformación a 230/115 kV – 180 MVA(3x60 MVA) cada uno.  
18 Se aclara que estos bancos de transformación y sus respectivas bahías en el lado  
19 de baja tensión (115 kV), no hacen parte del objeto de la presente Convocatoria  
20 Pública, por tratarse de activos del STR. La frontera entre el Inversionista de la  
21 presente Convocatoria y el Inversionista del STR en la Subestación Alcaraván, será  
22 en los bornes de alta tensión de cada uno de los autotransformadores.

23

24 2. Los Diagramas Unifilares, hacen parte del Anexo 1. El Inversionista seleccionado,  
25 buscando una disposición con alto nivel de confiabilidad, podrá modificar la  
26 disposición de las bahías en los diagramas unifilares, previa revisión y concepto del  
27 Interventor, y aprobación por parte de la UPME. Si la propuesta de modificación  
28 presentada involucra o afecta a terceros como otros usuarios o propietarios de  
29 activos en Subestación (existente o ampliación), deberán establecerse acuerdos  
30 previos a la solicitud.

31

32 3. En configuración interruptor y medio, cuando una bahía, objeto de la presente  
33 Convocatoria Pública, quede en un diámetro incompleto, el cual pueda utilizarse  
34 para una ampliación futura, el Transmisor deberá hacerse cargo del enlace entre el  
35 corte central y el otro barraje, de tal manera que dicho enlace pueda ser removido  
36 fácilmente en caso de instalación de nuevos equipos.

37

- 1 4. Corresponde a los involucrados en las Subestaciones, llegar a acuerdos para la  
2 ubicación y/o disposición física de equipos en la subestación. En cualquier caso, se  
3 debe garantizar una disposición de alto nivel de confiabilidad.  
4
- 5 5. Todos los equipos o elementos a instalar, por motivo de la presente Convocatoria  
6 Pública UPME, deberán ser completamente nuevos y de última tecnología.  
7
- 8 6. Están a cargo del Inversionista seleccionado, todos los elementos necesarios para  
9 la construcción, operación y mantenimiento de las obras, como por ejemplo  
10 sistemas de control, protecciones, comunicaciones e infraestructura asociada, sin  
11 limitarse a estos, y debe garantizar su compatibilidad con la infraestructura  
12 existente. En general, el Adjudicatario se debe hacer cargo de las adecuaciones  
13 necesarias para cumplir con el alcance del presente proyecto.  
14
- 15 7. En la página WEB de la presente Convocatoria Pública, se encuentra disponible la  
16 información técnica y costos de conexión remitidos por ITCO S.A. E.S.P. con  
17 radicados UPME 20181110004312 y 20211110087092 . La información específica  
18 relacionada con estos comunicados (anexos) pueden ser solicitadas en oficinas de  
19 la UPME en los términos señalados en el numeral 9 del presente Anexo 1, sin  
20 detrimento a lo anterior, el Inversionista podrá consultar a los propietarios de la  
21 infraestructura de manera directa. La información suministrada por la UPME no  
22 representa ninguna limitante y deberá ser evaluada por el Inversionista para lo de  
23 su interés, en concordancia con los numerales 5.5, Independencia del Proponente,  
24 y 5.6, Responsabilidad, de los DSI de la presente Convocatoria Pública.  
25
- 26 8. Hace parte de la presente Convocatoria el suministro, construcción, pruebas, puesta  
27 en servicio, operación y mantenimiento del cable de potencia (conductor de fase  
28 para la conexión entre las bahías de transformación y los bornes de alta de los  
29 transformadores del STR), junto con las obras civiles y elementos necesarios  
30 asociados a los cables de potencia (estructuras de apoyo, aisladores, soportes,  
31 canalizaciones, protecciones y demás elementos de requerirse). Lo anterior aplica  
32 hasta los 200 metros de conductor por fase, sin importar la distancia entre la salida  
33 de las bahías de transformación y los bornes de alta de los transformadores del  
34 STR.  
35
- 36 9. En la subestación Alcaraván 230 kV se instalarán tres bahías con su respectivos  
37 cortes centrales para la conexión de los proyectos Termoalcaravan, El Gabán II –  
38 120 MW y Orión - 130 MW, no obstante los equipos asociados no serán objeto de  
39 la presente Convocatoria Pública UPME 07-2021, pero se deberá prever el espacio  
40 para los mismos de conformidad con lo señalado en el presente Anexo.  
41



1 10. La ubicación de la nueva subestación Alcaraván 230 kV deberá cumplir con lo  
2 señalado en el numeral 5.1.1 del presente Anexo.

3  
4 11. El Inversionista seleccionado deberá garantizar que los espacios de reserva (no  
5 utilizados por el presente Proyecto) en las subestaciones intervenidas, no se verán  
6 afectados o limitados para su utilización, por infraestructura (equipos, línea,  
7 edificaciones, etc.) desarrollada en el marco de la presente Convocatoria Pública.  
8 El Interventor deberá certificar el cumplimiento de la exigencia antes indicada. Lo  
9 anterior no implica que los espacios ocupados por las bahías construidas en la  
10 presente convocatoria se deban reponer en otro lugar, con excepción de aquellos  
11 casos en que el propietario de la subestación lo hubiese declarado antes del inicio  
12 de la convocatoria.

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

## 21 **2.1 Descripción de Obras en las Subestaciones**

### 23 **2.1.1 Descripción de Obras en la Subestación Alcaraván 230 kV.**

24  
25 El Inversionista seleccionado deberá hacerse cargo de la selección y adquisición del lote o  
26 área, el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de las obras descritas en  
27 el numeral 2, incluyendo los espacios de reserva definidos.

28  
29 La nueva Subestación Alcaraván 230 kV deberá ser construida en configuración interruptor  
30 y medio, y los equipos a instalar podrán ser convencionales AIS (Air Insulated Substations)  
31 o GIS (tomado de la primera letra del nombre en inglés “Gas Insulated Substations”  
32 Subestaciones aisladas en gas SF6) o una solución híbrida, de tipo exterior o interior según  
33 sea el caso, cumpliendo con la normatividad técnica aplicable y todos los demás requisitos  
34 establecidos en los DSI.

35  
36 El diagrama unifilar de la nueva Subestación Alcaraván 230 kV se muestra en la Figura 2.

37  
38 Los equipos o elementos a instalar deberán ser completamente nuevos y de última  
39 tecnología.

40  
41 El Inversionista deberá implementar redundancia en los canales de comunicación utilizando  
42 diferentes medios o tecnologías para el envío y la recepción de señales entre los extremos

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

### 6 7 **2.1.2 Descripción de Obras en la Subestación San Antonio 230 kV.**

8  
9 El Inversionista seleccionado deberá hacerse cargo de la selección y adquisición del área  
10 (en cualquier modalidad, por ejemplo, comodato, compra, arriendo, etc.) en caso de ser  
11 necesario, el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de las obras descritas  
12 en el numeral 2.

13  
14 Las bahías de línea a instalar deberán mantener la configuración de la subestación San  
15 Antonio 230 kV. Los equipos a instalar deberán ser GIS (tomado de la primera letra del  
16 nombre en inglés “Gas Insulated Substations” Subestaciones aisladas en gas SF6), de tipo  
17 exterior o interior según el caso, cumpliendo con la normatividad técnica aplicable y todos  
18 los demás requisitos establecidos en los DSI.

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

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

30  
31 Se deberá acordar las condiciones para acceder al uso del terreno en el Contrato de  
32 Conexión, considerando las previsiones de reservas exigidas en la Convocatoria UPME 03-  
33 2016 San Antonio 230 kV.

34  
35 El diagrama unifilar de la subestación San Antonio 230 kV se muestra en la Figura 3.

36  
37 Los equipos o elementos a instalar deberán ser completamente nuevos y de última  
38 tecnología.

39  
40 El Inversionista deberá implementar redundancia en los canales de comunicación utilizando  
41 diferentes medios o tecnologías para el envío y la recepción de señales entre los extremos  
42 de las líneas de transmisión. El Inversionista seleccionado deberá verificar que con los

1 equipos a instalar en las subestaciones, se eviten puntos comunes de fallas. Lo anterior  
2 con el fin de incrementar la fiabilidad de los esquemas de teleprotección de las líneas de  
3 transmisión, ante mantenimientos o contingencias sobre uno de los sistemas de  
4 comunicación.

5  
6 Se debe tener en cuenta que la subestación San Antonio fue objeto de la Convocatoria  
7 UPME 03-2016 a cargo del INTERCONEXIÓN ELECTRICA S.A. E.S.P, por lo que son  
8 referencia los respectivos DSI de dicha Convocatoria.

9  
10 Para las llegada/salida de las líneas a construir, se debe tener en cuenta los circuitos  
11 actuales y futuros de forma tal que los diseños busquen evitar los cruces con otras líneas o  
12 se minimicen los riesgos en la confiabilidad de la operación del SIN.

## 13 14 **2.2 Puntos de Conexión del Proyecto**

15  
16 El Inversionista seleccionado, además de adquirir el predio y/o los espacios para la presente  
17 Convocatoria Pública, independiente de la modalidad (compra o arrendamiento, etc),  
18 deberá tener en cuenta lo definido en el Código de Conexión (Resolución CREG 025 de  
19 1995 y sus modificaciones) y las siguientes consideraciones en cada uno de los puntos de  
20 conexión, para los cuales se debe establecer un contrato de conexión con el responsable  
21 y/o propietario de los activos relacionados.

22  
23 Cuando el Transmisor considere la necesidad de hacer modificaciones a la infraestructura  
24 existente (independientemente del nivel tensión), deberá informar al Interventor y acordar  
25 estas modificaciones en el contrato de conexión con el responsable y/o propietario de los  
26 activos relacionados. Estas modificaciones estarán a cargo del Transmisor.

### 27 28 **2.2.1 En la Subestación Alcaraván 230 kV.**

29  
30 El propietario de la Subestación Alcaraván 230 kV será el Transmisor resultante de la  
31 presente Convocatoria Pública.

32  
33 El punto de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública en la Subestación  
34 Alcaraván, es el barraje a 230 kV.

### 35 36 **Con los proyectos de generación Termoalcaraván, El Gabán II y Orión:**

37 Se prevé la conexión de tres (3) bahías y su corte central a 230 kV en la subestación  
38 Alcaraván 230 kV, para la conexión de los proyectos de generación Termoalcaraván, El  
39 Gabán II y Orión. La frontera entre el Inversionista y los proyectos de generación será el  
40 barraje de la subestación 230 kV.

41  
42 Descripción del proyecto de generación:

Agente (a quien se le asignó la capacidad)	Proyecto de generación	Capacidad de transporte asignada (MW)
GRUPO ENERGÉTICO S.A. E.S.P.	Termoalcaraván 1, 2, 3 y 4	79,6
ABO WIND RENOVABLES COLOMBIA S.A.S.	El Gabán II	120
MAINSTREAM COLOMBIA S.A.S.	Orión	130

1  
2 La infraestructura requerida para la conexión de estos proyectos de generación no será  
3 parte del alcance de la presente convocatoria. Aunque se podrán realizar acuerdos entre  
4 las partes, no se podrá afectar el propósito y alcance de la presente convocatoria y no se  
5 podrán limitar los espacios de reserva de la subestación.  
6

7 El contrato de conexión entre el Transmisor resultante de la presente Convocatoria Pública  
8 y los proyectos de generación deberá incluir, entre otros aspectos y según corresponda, lo  
9 relacionado con las condiciones para acceder al uso del terreno para la ubicación de la  
10 infraestructura a instalar, el espacio para la ubicación de los tableros de control y  
11 protecciones de los módulos, el enlace al sistema de control del CND, suministro de  
12 servicios auxiliares de AC y DC; y demás acuerdos necesarios. Este contrato de conexión  
13 deberá estar firmado por las partes, dentro de los **seis (6) meses** siguientes a la expedición  
14 de la Resolución CREG que oficialice los Ingresos Anuales Esperados del Transmisor  
15 adjudicatario de la Convocatoria Pública, **al menos en sus condiciones básicas** (objeto  
16 del contrato, terreno en el cual se realizarán las obras, espacios, ubicación y condiciones  
17 para acceder, entrega de datos sobre equipos y demás información requerida para diseños,  
18 obligaciones de las partes para la construcción, punto de conexión, duración del contrato,  
19 etc), lo cual deberá ser puesto en conocimiento del Interventor. No obstante las partes en  
20 caso de requerirse, podrán solicitar a la UPME, con la debida justificación, la modificación  
21 de la fecha de firma del contrato de conexión. Esta solicitud deberá estar firmada por los  
22 representantes legales de los agentes involucrados.  
23

#### 24 **Con el Sistema de Transmisión Regional – STR:**

25  
26 Se prevé la conexión de dos (2) bancos de transformadores 220/110 kV de 180 MVA cada  
27 uno, en la Subestación Alcaraván 230 kV. La frontera entre el Transmisor y el STR en la  
28 Subestación Alcaraván 230 kV será en los bornes de alta de los transformadores.  
29

30 El contrato de conexión entre el Transmisor resultante de la presente Convocatoria Pública  
31 UPME 07 – 2021 y el Transmisor del STR deberá incluir, entre otros aspectos y según  
32 corresponda, lo relacionado con las condiciones para acceder al uso del terreno para la  
33 ubicación de la infraestructura a instalar, el espacio para la ubicación de los tableros de  
34 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 necesarios para la conexión de los  
2 transformadores del STR. Este contrato de conexión deberá estar firmado por las partes,  
3 dentro de los **cuatro (4) meses** siguientes a la expedición de la Resolución CREG que  
4 oficializa los Ingresos Anuales Esperados del Transmisor adjudicatario de la presente  
5 Convocatoria Pública, **al menos en sus condiciones básicas** (objeto del contrato, terreno  
6 en el cual se realizarán las obras, espacios, ubicación y condiciones para acceder, entrega  
7 de datos sobre equipos y demás información requerida para diseños, obligaciones de las  
8 partes para la construcción, punto de conexión, duración del contrato, etc), lo cual deberá  
9 ser puesto en conocimiento del Interventor. En el contrato de conexión deberá quedar  
10 plasmado, entre otros:

- 11
- 12 • Una vez el Inversionista adjudicatario de la presente convocatoria tenga definido el  
13 lote en el cual se ubicará la subestación Alcaraván 230/115 kV deberá entregarle al  
14 Transmisor del STR el espacio destinado para las obras del STR, según lo definido  
15 en el numeral 5.1.2. Espacios de Reserva del presente Anexo, con el fin que este  
16 inicie oportunamente los trámites de licenciamiento ambiental del terreno y las obras  
17 del STR.
- 18 • Una vez, dicho Transmisor Regional obtenga la licencia ambiental, el Adjudicatario  
19 de la presente Convocatoria Pública deberá adecuar los correspondientes espacios  
20 del STR, sin embargo, podrán llegar a acuerdos para estos fines. El costo del terreno  
21 y sus adecuaciones estarán a cargo del Transmisor Nacional.
- 22

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

### 26

### 27 **2.2.2 En la Subestación San Antonio 230 kV**

### 28

29 El agente responsable de la existente subestación San Antonio 230 kV es ISA-ITCO.

30

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

33

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

1 adjudicatario de la presente Convocatoria Pública, **al menos en sus condiciones básicas**  
2 (objeto del contrato, terreno en el cual se realizarán las obras, espacios, ubicación y  
3 condiciones para acceder, entrega de datos sobre equipos y demás información requerida  
4 para diseños, obligaciones de las partes para la construcción, punto de conexión, duración  
5 del contrato, etc), lo cual deberá ser puesto en conocimiento del Interventor. No obstante  
6 las partes en caso de requerirse, podrán solicitar a la UPME, con la debida justificación, la  
7 modificación de la fecha de firma del contrato de conexión. Esta solicitud deberá estar  
8 firmada por los representantes legales de los agentes involucrados.  
9

### 10 **3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES**

11  
12 El Interventor informará de manera independiente a la UPME, el cumplimiento de las  
13 especificaciones técnicas consignadas en el presente Anexo 1. El uso de normas y  
14 procedimientos aquí descritos podrá ser modificado en cualquier momento, hasta la fecha  
15 de realización de los diseños o de realización de la obra según el caso, sin detrimento del  
16 cumplimiento de la regulación y las normas técnicas de obligatorio cumplimiento,  
17 asegurando en cualquier caso que los requisitos y calidades técnicas se mantengan, para  
18 lo cual deberá previamente comunicarlo y soportarlo al Interventor.  
19

20 Las Especificaciones contenidas en este Anexo 1, se complementan con la información de  
21 las subestaciones existentes que se incluyen en los documentos de esta Convocatoria  
22 Pública.  
23

#### 24 **3.1 Parámetros del Sistema**

25  
26 Todos los equipos e instalaciones a ser suministrados por el Transmisor deberán ser  
27 nuevos y de última tecnología, cumplir con las siguientes características técnicas del STN,  
28 las cuales serán verificadas por la Interventoría para la UPME.  
29

#### 30 **Generales:**

31 Tensión nominal	230 kV
32 Frecuencia asignada	60 Hz
33 Puesta a tierra	Sólida
34 Número de fases	3

#### 35 **Subestaciones 230 kV**

36 Servicios auxiliares AC	120/208V, tres fases, cuatro hilos.
37 Servicios Auxiliares DC	125V
38 Configuración de la subestación	Interruptor y medio

#### 40 **Tipo de la Subestación:**

41 Alcaraván 230 kV	Convencional o GIS o un híbrido
42 San Antonio 230 kV	GIS

1		
2	<b><u>Línea de transmisión 230 kV:</u></b>	
3	Tipo de línea y estructuras:	Aérea con torres auto-soportadas y/o postes
4		y/o estructuras compactas y/o subterráneas.
5	Estructuras de soporte:	Para doble circuito.
6	Circuitos por torre o canalización:	Según diseño. Para líneas aéreas, se podrán
7		compartir estructuras de soporte con
8		infraestructura existente.
9	Conductores de fase:	Ver numeral 4.4.2 del presente Anexo 1.
10	Cables de guarda:	Ver numeral 4.4.3 del presente Anexo 1.

11

12 La longitud de las líneas de transmisión de 230 kV, serán función del diseño y estudios  
13 pertinentes que realice el Inversionista.

14

15 Las líneas de transmisión podrán ser totalmente aéreas o parcialmente aéreas,  
16 subterráneas o subfluviales. Las longitudes reales de las líneas de transmisión de 230 kV,  
17 serán en función del diseño y estudios pertinentes que realice el Inversionista.

18

19 En caso de tramos subterráneos (si se requieren), el Inversionista deberá considerar todas  
20 las obras civiles requeridas (ductos y demás elementos), además de hacerse cargo del  
21 respectivo mantenimiento de esta obra civil.

### 22

### 23 **3.2 Nivel de Corto Circuito**

### 24

25 El Transmisor deberá realizar los estudios pertinentes, de tal manera que se garantice que  
26 el nivel de corto circuito utilizado en los diseños y selección de los equipos y demás  
27 elementos de líneas y subestaciones será el adecuado durante la vida útil de estos, no  
28 obstante, la capacidad de corto circuito asignada a los equipos y elementos asociados que  
29 se instalarán objeto de la presente Convocatoria no deberá ser inferior a 40 kA para 230  
30 kV. La duración asignada al corto circuito no podrá ser inferior a los tiempos máximos  
31 provistos para interrupción de las fallas y los indicados en las normas aplicables. Copia del  
32 estudio deberá ser entregada al Interventor para su conocimiento y análisis.

### 33

### 34 **3.3 Materiales**

### 35

36 Todos los equipos y materiales incorporados al Proyecto deben ser nuevos y de la mejor  
37 calidad, de última tecnología y fabricados bajo normas internacionales y sello de  
38 fabricación, libres de defectos e imperfecciones. La fabricación de equipos y estructuras  
39 deberán ser tales que se eviten la acumulación de agua. Todos los materiales usados para  
40 el Proyecto, listados en la tabla 2.1 del RETIE deberán contar con certificado de producto  
41 según el numeral 2.3 del Artículo 2 del RETIE. El Transmisor deberá presentar para fines  
42 pertinentes al Interventor los documentos que le permitan verificar las anteriores

1 consideraciones. En el caso de producirse una nueva actualización del RETIE antes del  
2 inicio de los diseños y de la construcción de la obra, dicha actualización primará sobre el  
3 Reglamento actualmente vigente.

### 4 5 **3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible**

6  
7 Todos los equipos y los conectores deberán ser de diseño y construcción tales que, en lo  
8 relacionado con el efecto corona y radio interferencia, deben cumplir con lo establecido en  
9 el RETIE, Código de Redes y Normatividad vigente. El Transmisor deberá presentar al  
10 Interventor para los fines pertinentes a la Interventoría las Memorias de Cálculo y/o reportes  
11 de pruebas en donde se avalen las anteriores consideraciones.

12  
13 Para niveles máximos de radio-interferencia, se acepta una relación señal-ruido mínima de:  
14 a) Zona Rurales: 22 dB a 80m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen tiempo  
15 y b) Zonas Urbanas: 22 dB a 40m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen  
16 tiempo.

17  
18 En cuanto a ruido audible generado por la línea y/o la subestación, deberá limitarse a los  
19 estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido establecidos en Resolución  
20 0627 de 2006 (Abril 7) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy  
21 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o aquella que la modifique o sustituya.

### 22 23 **3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión**

24  
25 La consecución de todas las licencias y permisos son responsabilidad del Inversionista. Se  
26 debe considerar lo establecido en el capítulo X de la Ley 143 de 1994, en especial los  
27 artículos 52 y 53.

28  
29 La celebración de los Contratos de Conexión deberá dar prioridad a todos los acuerdos  
30 técnicos, administrativos, comerciales y operativos de tal forma que no existan  
31 imprecisiones en este aspecto antes de la fabricación de los equipos y materiales del  
32 Proyecto. La fecha para haber llegado a estos acuerdos técnicos se deberá reflejar como  
33 Hito en el cronograma de la Convocatoria, lo cual será objeto de verificación por parte del  
34 Interventor.

35  
36 Los acuerdos administrativos y comerciales de los Contratos de Conexión se podrán  
37 manejar independientemente de los acuerdos técnicos. El conjunto de los acuerdos  
38 técnicos y administrativos constituye el Contrato de Conexión cuyo cumplimiento de la  
39 regulación vigente deberá ser certificado por el Inversionista seleccionado. Copia de estos  
40 acuerdos deberán entregarse al Interventor.

41



### 3.6 Pruebas en Fábrica

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

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

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

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

### 4.1 General

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

Línea de 230 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
1	Tensión nominal trifásica	Numeral 3.1	kV	230
2	Frecuencia nominal	Numeral 3.1	Hz	60
3	Tipo de línea	Numeral 3.1	-	Aérea/ Subterránea
4	Longitud aproximada	Numeral 4.3	Km	130

Línea de 230 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
5	Altura (estimada) sobre el nivel del mar	Numeral 4.3	msnm	305 – 2550 m
6	Número de circuitos por torre o canalización	Numeral 3.1	-	2 circuitos (líneas aéreas, o subterráneas), según diseño
7	Conductores de fase	Numeral 4.4.2	-	-
8	Subconductores por fase	Numeral 4.4.2	-	-
9	Cables de guarda	Numeral 4.4.3	-	-
10	Cantidad de cables de guarda	Numeral 4.4.3	-	-
11	Distancias de seguridad	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
12	Ancho de servidumbre	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
13	Máximo campo eléctrico e interferencia	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
14	Contaminación	Debe verificar la presencia en el aire de partículas que puedan tener importancia en el diseño del aislamiento. Investigar presencia de contaminación salina, industrial o de otro tipo.	g/cm <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 de aislamiento	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-

Línea de 230 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
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	-	-

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

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

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

#### 4.2 Ruta de las Líneas de Transmisión

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

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

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

15  
16 A modo informativo, el Inversionista podrá consultar los Documentos del **“ANÁLISIS ÁREA**  
17 **DE ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO NUEVA**  
18 **SUBESTACIÓN ALCARAVÁN 230 kV Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS,**  
19 **OBJETO DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 07-2021 DEL PLAN DE EXPANSIÓN**  
20 **DE REFERENCIA GENERACIÓN - TRANSMISIÓN 2016-2030, MODIFICADO POR LA**  
21 **RESOLUCIÓN 40039 DE FEBRERO DE 2021”**, los cuales suministran información de  
22 referencia. El objeto de estos documentos es identificar de manera preliminar las  
23 posibilidades y condicionantes físicos, ambientales y sociales, constituyéndose en  
24 documentos ilustrativos para los diferentes Interesados, sin pretender determinar o definir  
25 rutas, por lo tanto es exclusivamente de carácter ilustrativo y no puede o no debe  
26 considerarse como una asesoría en materia de inversiones, legal, fiscal o de cualquier otra  
27 naturaleza por parte de la UPME o sus funcionarios, empleados, asesores, agentes y/o  
28 representantes. Es responsabilidad del Inversionista el asumir en su integridad los riesgos  
29 inherentes a la ejecución del Proyecto, para ello deberá validar la información, realizar sus  
30 propios estudios y consultas ante las Autoridades competentes, entre otras.

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

### 34 **4.3 Longitud Aproximada de las Líneas**

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

41

1 Tanto la longitud real como la altura sobre el nivel del mar real, serán función del diseño y  
 2 estudios pertinentes que realiza el Inversionista seleccionado.  
 3

Circuito	Tensión	Longitud Aproximada
Desde la futura subestación Alcaraván hasta la subestación San Antonio	230 kV	130 km

4  
 5 A manera de información, la altura sobre el nivel del mar (asociada a estimativos  
 6 preliminares) está comprendida entre los 305 m y 2550 m entre la futura subestación  
 7 Alcaraván 230 kV y la subestación San Antonio 230 kV. Sin embargo, tanto la longitud real  
 8 como la altura sobre el nivel del mar real, serán función del trazado, diseño y estudios  
 9 pertinentes que debe realizar 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

1 eléctricas atmosféricas, una (1) falla por cada 100 operaciones de maniobra de la línea y  
2 servicio continuo permanente ante sobre-tensiones a frecuencia industrial.

3  
4 Para el caso de tramos de líneas aéreas-subterráneas en todos los sitios de transición  
5 deberán preverse los descargadores de sobretensión que protejan el cable ante la  
6 ocurrencia de sobretensiones por descargas atmosféricas, fallas, desconexiones o  
7 maniobras. El aislamiento de los cables deberá garantizar la operación de continua de la  
8 línea ante sobretensiones de frecuencia de 60 Hz.

#### 9 10 **4.4.2 Conductores de Fase**

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

17  
18 Las características de los conductores de fase deberán cumplir con las siguientes  
19 exigencias técnicas:

- 20  
21 • Capacidad normal de operación del circuito no inferior a 1000 Amperios a  
22 temperatura ambiente máxima promedio.
- 23  
24 • Máxima resistencia DC a 20°C por conductor de fase igual o inferior a 0,0630  
25 ohmios/km.

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

32  
33 El Inversionista deberá garantizar los valores de capacidad de corriente y resistencia, tanto  
34 en los tramos aéreos como en los subterráneos o subfluviales, según sea el caso.

35  
36 En cualquier condición, la tensión longitudinal máxima en el conductor, no deberá exceder  
37 el 50% de su correspondiente tensión de rotura.

38  
39 El conductor seleccionado deberá cumplir con las exigencias de radio interferencia  
40 establecidas en la normatividad aplicable. El Inversionista deberá verificar el cumplimiento  
41 de estas exigencias.

1 Los valores máximos permitidos para Intensidad de Campo Eléctrico y Densidad de Flujo  
2 Magnético son los indicados en el RETIE, donde el público o una persona en particular  
3 pueden estar expuestos durante varias horas.  
4

5 De presentarse características en el ambiente para las nuevas líneas, que tuvieren efecto  
6 corrosivo, los conductores aéreos deberán ser de tipo AAC, ACAR o AAAC, con alambres  
7 de aleación ASTM 6201-T81 y cumplir con los valores de capacidad de transporte mínima,  
8 resistencia óhmica máxima y ruido audible especificados o establecidas en la normatividad  
9 aplicable. Para líneas subterráneas el conductor podrá ser en cobre o aluminio con  
10 aislamiento XLPE y con capacidad adecuada para resistir las corrientes de corto circuito  
11 previsibles para las líneas durante el tiempo de operación de los interruptores. En caso de  
12 que el Inversionista requiera cables de fibra óptica, estas podrán ser incorporadas al cable  
13 o incluidas en la canalización. El Inversionista deberá informar a la Interventoría su decisión  
14 sobre el tipo de conductor, sustentándola técnicamente.  
15

16 Alternativamente, si el Inversionista lo estima conveniente, se considera aceptable el uso  
17 de conductores aéreos no convencionales tales como los que pueden operar a  
18 temperaturas superiores a los conductores convencionales, de flecha reducida, con alta  
19 resistencia a la corrosión en los ambientes marinos y similares. Se pueden considerar  
20 conductores para líneas aéreas como conductores conformados por materiales especiales  
21 (reemplazo del aluminio por aleaciones termo-resistentes, cambio del acero del núcleo por  
22 otros materiales que permitan flechas menores), combinación de materiales (combinación  
23 de alambre de aluminio con fibras de carbono o materiales especiales) o cambio de formas  
24 (de los alambres y/o del cable completo). Para que estos tipos de cables sean aceptables  
25 deberán cumplir, no solo con los requisitos técnicos indicados en este numeral para los  
26 conductores convencionales, sino también con las siguientes condiciones adicionales:  
27

- 28 • El conductor de fases deberá cumplir con regulaciones internacionalmente aceptadas,  
29 tales como normas ASTM, IEC o entidades de similar categoría.  
30
- 31 • Los accesorios para conductor de fases (grapas de suspensión y retención, empalmes,  
32 camisas de reparación y varillas de blindaje) deberán ser técnicamente apropiados para  
33 este tipo de conductores.  
34

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

36  
37 El cumplimiento de las siguientes condiciones será responsabilidad del Inversionista y  
38 aplican solo para cables de guarda de los circuitos que se instalarán en el desarrollo de la  
39 presente Convocatoria Pública.  
40

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

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

17  
18 En cualquier condición, la tensión longitudinal máxima en el conductor o cable de guarda,  
19 no deberá exceder el 50% de su correspondiente tensión de rotura.

20  
21 El Interventor verificará para la UPME, que el diseño realizado por el Transmisor cumpla  
22 con las normas técnicas aplicables.

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

#### 29 30 **4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas**

31  
32 El sistema de puesta a tierra se diseñará de acuerdo con las condiciones específicas del  
33 sitio de cada una de las estructuras, buscando ante todo preservar la seguridad de las  
34 personas, considerando además el comportamiento del aislamiento ante descargas  
35 atmosféricas. La selección del tipo de cimentación (zapata de concreto o parrilla metálica)  
36 corresponde al Inversionista. Para ello deberá determinar los parámetros de ph y contenido  
37 de sulfatos en cada sitio de torre y, con base en estos resultados, definir el tipo de  
38 cimentación.

39  
40 Con base en la resistividad del terreno y la componente de la corriente de corto circuito que  
41 fluye a tierra a través de las estructuras, se deben calcular los valores de puesta a tierra tal  
42 que se garanticen las tensiones de paso de acuerdo con la recomendación IEEE 80 y con



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

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

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

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

#### 21 22 **4.4.5 Transposiciones de Línea**

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

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

34  
35 Las transposiciones se podrán localizar a un sexto (1/6), a tres sextos (3/6) y a cinco sextos  
36 (5/6) de la longitud total de la línea correspondiente.

37  
38 El Transmisor se obliga a realizar el estudio correspondiente **antes del inicio de**  
39 **construcción de las obras** y, a más tardar en ese momento, ponerlo a consideración de  
40 la Interventoría, terceros involucrados, el CND y si es del caso al con, con una anticipación  
41 no inferior a 6 meses según el cronograma de la Propuesta. Este documento hará parte de  
42 las memorias del proyecto.

#### 4.4.6 Estructuras

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

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

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

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

#### 4.4.7 Localización de Estructuras

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

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

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

13  
14 En los cables de guarda los amortiguadores serán del tipo "stockbridge" y su  
15 posicionamiento medido desde la boca de la grapa y entre amortiguadores o espaciadores  
16 - amortiguadores será el que determine el estudio de amortiguamiento que realice el  
17 Inversionista, copia del cual deberá ser entregada al Interventor.

18  
19           **4.4.9 Cimentaciones**

20  
21 La selección del tipo de cimentación corresponde al Inversionista. Para ello deberá  
22 determinar los parámetros de PH y contenido de sulfatos en cada sitio de torre y, con base  
23 en estos resultados, definir el tipo de cimentación e informar por escrito a la Interventoría  
24 su decisión.

25  
26 Para los fines pertinentes, el Interventor revisará los resultados de las memorias de cálculo  
27 de las cimentaciones propuestas de acuerdo con lo establecido en la Resolución CREG  
28 098 de 2000, numeral 2.7, o en sus actualizaciones posteriores previas al inicio de las obras.  
29 Los diseños de cimentaciones para las torres de una línea de transmisión deben hacerse  
30 considerando los resultados de los estudios de suelos que mandatoriamente debe adelantar  
31 el Inversionista en todos los sitios de torre, y las cargas a nivel de cimentación más críticas  
32 que se calculen a partir de las cargas mostradas en los árboles de cargas de diseño de  
33 cada tipo de estructura.

34  
35           **4.4.10 Canalizaciones, cajas e instalación de cables para tramos de líneas**  
36           **subterráneas o subfluviales**

37  
38 De acuerdo con el numeral 22.12 del RETIE las canalizaciones para los tramos  
39 subterráneos podrán realizarse mediante ductos, o enterramiento directo, sin embargo  
40 dadas las dificultades para realizar las excavaciones sin obstaculizar el uso normal de tales  
41 vías, el Inversionista podrá considerar la posibilidad de utilizar el sistema de perforación  
42 dirigida. En la escogencia e instalación del tipo de canalización, se deben evaluar las

1 condiciones particulares de la instalación y su ambiente y aplicar los elementos más  
2 apropiados teniendo en cuenta los usos permitidos y las prohibiciones, así como contar con  
3 los permisos de los propietarios o de las autoridades competentes según corresponda.  
4 Los ductos se colocarán, con pendiente mínima del 0,1% hacia las cámaras de inspección,  
5 y con una profundidad de enterramiento que cumpla con normas técnicas internacionales  
6 o de reconocimiento internacional para este tipo de líneas.

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

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

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

#### 27 28 **4.4.11 Señalización Aérea**

29  
30 El Inversionista deberá investigar con la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil  
31 (Aerocivil), la Fuerza Aérea de Colombia, FAC, la Armada Nacional, u otros posibles  
32 actores, la existencia de aeródromos o zonas de tránsito de aeronaves de cualquier índole  
33 (particulares, militares, de fumigación aérea, etc) que hagan imperioso que la línea lleve  
34 algún tipo de señales que impidan eventuales accidentes originados por la carencia de  
35 ellos.

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

#### 40 41 **4.4.12 Desviadores de vuelo para aves**

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

#### 9 **4.4.13 Obras Complementarias**

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

#### 17 **4.5 Informe Técnico**

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

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

### 39 **5. ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN**

#### 41 **5.1 General**

1 La información específica, remitida por los propietarios de la infraestructura existente, como  
2 costos de conexión, datos técnicos, planos, etc, serán suministrados por la UPME conforme  
3 el Numeral 9 del presente Anexo 1.  
4

5 A modo informativo, el Inversionista podrá consultar los Documentos del “ANÁLISIS ÁREA  
6 DE ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO NUEVA  
7 SUBESTACIÓN ALCARAVÁN 230 kV Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS,  
8 OBJETO DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 07-2021 DEL PLAN DE EXPANSIÓN  
9 DE REFERENCIA GENERACIÓN - TRANSMISIÓN 2016-2030, MODIFICADO POR LA  
10 RESOLUCIÓN 40039 DE FEBRERO DE 2021”, los cuales suministran información de  
11 referencia. El objeto de estos documentos es identificar de manera preliminar las  
12 posibilidades y condicionantes físicos, ambientales y sociales, constituyéndose en  
13 documentos ilustrativos para los diferentes Interesados, sin pretender determinar o definir  
14 rutas, por lo tanto es exclusivamente de carácter ilustrativo y no puede o no debe  
15 considerarse como una asesoría en materia de inversiones, legal, fiscal o de cualquier otra  
16 naturaleza por parte de la UPME o sus funcionarios, empleados, asesores, agentes y/o  
17 representantes. Es responsabilidad del Inversionista el asumir en su integridad los riesgos  
18 inherentes a la ejecución del Proyecto, para ello deberá validar la información, realizar sus  
19 propios estudios y consultas ante las Autoridades competentes, entre otras.  
20

21 La siguiente tabla presenta las características de las subestaciones que hacen parte del  
22 proyecto objeto de la presente Convocatoria Pública:  
23

ítem	Descripción	San Antonio 230 kV	Alcaraván 230 kV
1	Subestación nueva	No	Si
2	Configuración	Interruptor y medio	Interruptor y medio
3	Tipo de subestación existente	GIS	Convencional o GIS o híbrida
4	Agente Responsable de la Subestación	Adjudicatario Convocatoria Pública UPME 03-2016	Adjudicatario Convocatoria Pública UPME 07-2021

#### 24 5.1.1 Predio de las Subestaciones

#### 25 Nueva Subestación Alcaraván 230 kV

26 El predio para la expansión de las obras de esta nueva subestación será el que adquiera el  
27 Inversionista Adjudicatario. Su localización estará limitada a un radio de 1.5 Km medidos  
28 desde las siguientes coordenadas las cuales están ubicadas en el municipio de Yopal,  
29 departamento de Casanare.  
30  
31  
32  
33

- 1       • Latitud: 5° 15' 57,044" N  
2       • Longitud: 72° 28' 10,170" O  
3  
4

5 El predio seleccionado debe ser tal que no esté limitado para el crecimiento de la  
6 subestación mediante futuras ampliaciones.  
7

8 El Inversionista deberá proveer el espacio físico necesario para la construcción de las obras  
9 objeto de la presente Convocatoria Pública y los espacios de reserva definidos en el  
10 numeral 5.1.2 de este Anexo 1.  
11

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

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

25 El Inversionista debe elaborar un documento soporte de la selección del predio, el cual  
26 deberá ser puesto a disposición del Interventor y de la UPME y hará parte de las memorias  
27 del proyecto.  
28

### 29 **Subestación San Antonio 230 kV**

30

31 Las obras objeto de la presente Convocatoria Pública se ubicarán en predios de la actual  
32 subestación San Antonio a 230 kV. La subestación San Antonio 230 kV hace parte de la  
33 Convocatoria Pública UPME 03-2016 la cual le fue adjudicado a ISA S.A. E.S.P., se  
34 encuentra localizada en jurisdicción del Municipio de Sogamoso, Departamento de Boyacá,  
35 en las siguientes coordenadas aproximadas (información que deberá verificar el  
36 Interesado):  
37

38 Latitud: 5°45'37.41"N  
39 Longitud: 72°53'45.72"O  
40

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

3  
4 El Inversionista es el responsable de realizar investigaciones detalladas y consultas a las  
5 Autoridades relacionadas con los asuntos ambientales, con los diferentes Planes de  
6 Ordenamiento Territorial que se puedan ver afectados, con las restricciones para la  
7 aeronavegación en el área de influencia del Proyecto y, en general, con todo tipo de  
8 estrictciones y reglamentaciones existentes. Se deberá tener en cuenta que pueden existir  
9 exigencias y/o restricciones de orden nacional, regional o local. En este sentido, deberán  
10 tramitar los permisos y licencias a que hubiere lugar.

11  
12 En el predio usado para el desarrollo de las obras, el Inversionista deberá analizar todos  
13 los posibles riesgos físicos y tenerlos en cuenta y en cualquier caso, se deberán considerar  
14 los riesgos de inundación, condición que deberá ser investigada en detalle por el  
15 Inversionista. Se debe elaborar un documento soporte, el cual deberá ser puesto a  
16 consideración del Interventor y de la UPME y hará parte de las memorias del proyecto

### 17 18 **5.1.2 Espacios de Reserva**

19  
20 Los espacios de reserva futuros del STN y STR son objeto de la presente Convocatoria  
21 Pública UPME y por tanto deben ser adecuados y dotados con las obras y equipos  
22 constitutivos del módulo común, como se describe en el numeral 5.1.5 del presente Anexo  
23 1; sin embargo, los equipos eléctricos no son parte de la presente Convocatoria. Los  
24 anteriores espacios de reserva podrán ser dispuestos para otros niveles de tensión según  
25 necesidades del SIN y previa definición por parte de la UPME, lo cual no alterará lo exigido  
26 como espacio en el presente numeral.

### 27 28 **Espacios de reserva a cargo del Inversionista incluidos en el alcance y costos de la** 29 **presente convocatoria pública:**

#### 30 31 32 **A nivel del STN (para activos de uso):**

- 33  
34 • En la subestación Alcaraván 230 kV se deberán incluir espacios de reserva para la  
35 futura instalación de:
  - 36 ○ Dos bahías de transformación a 230 kV.
  - 37
  - 38 ○ Siete (7) bahías que podrán ser utilizadas para la conexión de bahías de línea a  
39 230 kV o bahías de transformación a 230 kV.
  - 40
  - 41

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



- 1           ○ Una nueva subestación Alcaraván 115 kV en tecnología convencional (aislada  
2           en aire), en configuración barra principal más transferencia en disposición  
3           horizontal, con sus respectivos equipos y/o elementos de patio, vías y casa de  
4           control, etc., para:

- 5  
6           ○ Ocho (8) bahías de línea a 115 kV.  
7           ○ Tres (3) bahías de transformación a 115 kV.  
8           ○ Tres (3) bancos de transformación a 230/115/44 kV – 180 MVA (3X60  
9           MVA) cada uno.  
10          ○ Una (1) bahía de acople de barras.  
11          ○ Dos (2) unidades de reserva (1X60 MVA cada uno).

12  
13 **Otros espacios de reserva:**

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

- 18  
19          • La futura instalación de dos (2) bahías de transformación a 115 kV.  
20          • La futura instalación de dos (2) Transformadores de potencia 115/34,5/13.8 kV.  
21          • Espacio para celdas a 34,5 kV y 13.8 kV.  
22          • Espacio para facilidades necesarias que permitan el uso de los espacios  
23          (mencionados en los anteriores puntos) e instalación de los correspondientes  
24          equipos, como por ejemplo cárcamos, fosos colectores de aceites, zonas de  
25          circulación y cargue/descargue, muros cortafuego, tableros de control y  
26          protecciones, casa de control, etc, sin limitarse a estos.

27  
28 El Inversionista deberá dejar adecuado el terreno para la fácil instalación de los equipos en  
29 los espacios de reserva objeto de la presente Convocatoria Pública, deberá dejar explanado  
30 y/o nivelado el terreno de los espacios de reserva y deberá realizar las obras civiles básicas  
31 necesarias para evitar que dicho terreno se deteriore. Adicionalmente, tanto los espacios  
32 de reserva como las obras básicas asociadas, deberán estar incluidas dentro del  
33 mantenimiento que el Inversionista realice a la Subestación, hasta tanto sean ocupados.

34 El Transmisor preparará un documento en el cual se indiquen las características de los  
35 espacios de reserva establecidos en el presente Anexo 1 y planos con la disposición  
36 propuesta de la ubicación, canalizaciones, distribución de los equipos en los espacios de  
37 reserva, planos electromecánicos y de obras civiles, y en general toda la ingeniería básica  
38 asociada. Esto deberá ser entregado al Interventor quien verificará el cumplimiento de las  
39 exigencias para los espacios de reserva y su correcto dimensionamiento.

40

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

5  
6 Se aclara que los equipos a instalarse en los espacios de reserva no son parte del proyecto  
7 objeto de la presente Convocatoria Pública. Sin embargo, para las bahías objeto de la  
8 presente Convocatoria Pública que queden en diámetros incompletos y puedan utilizarse  
9 para ampliaciones futuras, también estará a cargo de la presente Convocatoria el enlace  
10 con el otro barraje, de tal manera que dicho enlace pueda ser removido fácilmente en caso  
11 de instalación de nuevos equipos.

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

### 21 22 **5.1.3 Conexiones con Equipos Existentes**

23  
24 El Inversionista seleccionado deberá proveer los equipos necesarios para hacer  
25 completamente compatibles los equipos en funcionalidad y en aspectos de  
26 comunicaciones, control y protección, con la infraestructura existente que pueda verse  
27 afectada por el desarrollo del Proyecto.

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

### 33 34 **5.1.4 Servicios Auxiliares**

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

### 39 40 **5.1.5 Infraestructura y Módulo Común**

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

3  
4 El Inversionista debe prever el espacio necesario para edificios, equipos y obras del  
5 desarrollo inicial del proyecto y los espacios de reserva para futuros desarrollos, objeto de  
6 la presente Convocatoria Pública, junto con los espacios de acceso, vías internas,  
7 cerramientos, iluminación interior y exterior, etc, según se requiera, considerando la  
8 disponibilidad de espacio en los predios actuales y/o nuevos, y las eventuales restricciones  
9 o condicionantes que establezca el ordenamiento territorial en el área, igualmente estarán  
10 a cargo del Inversionista, las vías de acceso a predios de las Subestaciones y/o  
11 adecuaciones que sean necesarias en las subestaciones existentes para el desarrollo de  
12 las obras objeto de la presente Convocatoria Pública.

13  
14 El Inversionista deberá suministrar todos los elementos necesarios para la infraestructura y  
15 módulo en la subestación y/o adecuaciones que sean necesarias, es decir las obras civiles  
16 y los equipos que sirven a la subestación y que son utilizados por todas las bahías de la  
17 subestación, son objeto de la presente Convocatoria Pública. La infraestructura y módulo  
18 común de la nueva Subestación, estarán conformados como mínimo por los siguientes  
19 componentes:

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

1 de cada subestación, los materiales de la malla de puesta a tierra y el  
2 apantallamiento, los equipos para los servicios auxiliares AC y DC, los equipos de  
3 conexión, todo el cableado necesario y las obras civiles asociadas. Se incluyen  
4 todos los equipos necesarios para integrar las nuevas bahías con las subestaciones  
5 existentes, en conexiones de potencia, control, medida, protecciones y servicios  
6 auxiliares. Se aclara que para los espacios de reserva no deberá suministrarse  
7 ningún elemento particular, sin embargo los equipos instalados por la presente  
8 Convocatoria si deberá considerar capacidad o espacio (físico, servicios auxiliares,  
9 protecciones, control, etc) suficiente para recibir la conexión de todos los elementos  
10 que a futuro ocuparán los espacios de reserva. Se aclara que particularmente la  
11 protección diferencial de barras si deberá tener espacio suficiente para la conexión  
12 de todas las bahías actuales y futuras, señaladas en el presente Anexo 1.  
13

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

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

22 El dimensionamiento de la infraestructura incluido edificios, pórticos, vías, etc., deberá  
23 considerar las reservas objeto de la presente Convocatoria pública.  
24

25 Nota 1: El Adjudicatario deberá prever y dejar disponible al Inversionista del STR, todas las  
26 facilidades para que pueda dar cumplimiento a sus responsabilidades, en lo referente a  
27 conexiones de potencia, protecciones, control, comunicaciones y medidas, sin limitarse a  
28 éstas.  
29

30 Nota 2: El Inversionista deberá realizar la adecuación y mantenimiento de los espacios de  
31 reserva para futuras ampliaciones de la subestación indicados en este Anexo, en relación  
32 a la explanación y adecuación de la plataforma, el suministro del material de grava, vías  
33 perimetrales y de un adecuado sistema de filtros y drenajes que evite posibles inundaciones  
34 de las áreas de reserva. Estas labores de adecuación y mantenimiento de las reservas  
35 futuras estarán a cargo del Inversionista desde la puesta en servicio del proyecto hasta el  
36 momento de inicio de las obras de ampliación en las áreas de reserva. La construcción de  
37 la malla de tierra en los espacios de reserva para desarrollos futuros no hace parte del  
38 alcance del Inversionista dentro de esta Convocatoria Pública, pero si se deberán proveer  
39 los puntos de conexión para la ampliación de la malla existente para las ampliaciones  
40 futuras.  
41

## 5.2 Normas para Fabricación de los Equipos

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

## 5.3 Condiciones Sísmicas de los equipos

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

## 5.4 Procedimiento General del Diseño

Este procedimiento seguirá la siguiente secuencia:

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

En dicho documento se consignará toda la normatividad técnica, y las especificaciones para llevar a cabo la programación y control del desarrollo de los trabajos; especificaciones y procedimientos para adelantar el Control de Calidad en todas las fases del Proyecto; las definiciones a nivel de Ingeniería Básica tales como: resultados de estudios del sistema eléctrico asociado con el Proyecto; parámetros básicos de diseño (corrientes nominales, niveles de aislamiento, capacidades de cortocircuito, tiempos de despeje de falla, entre otros); hojas de datos de los equipos; diagramas unifilares generales; especificaciones técnicas detalladas de los equipos y materiales; filosofía de control, medida y protección; previsiones para facilitar la evolución de la Subestación; especificaciones de Ingeniería de Detalle; procedimientos y especificaciones de pruebas en fábrica; procedimientos de transporte, almacenamiento y manejo de equipos y materiales; los procedimientos de construcción y montaje; los

1 procedimientos y programaciones horarias durante los cortes de servicio de las  
2 instalaciones existentes que guardan relación con los trabajos del Proyecto; los  
3 procedimientos de intervención sobre equipos existentes; los procedimientos y  
4 especificación de pruebas en campo, los procedimientos para efectuar las pruebas  
5 funcionales de conjunto; los procedimientos para desarrollar las pruebas de puesta en  
6 servicio, los procedimientos de puesta en servicio del Proyecto y los procedimientos de  
7 operación y mantenimiento.

8  
9 Las Especificaciones Técnicas podrán desarrollarse, en forma parcial y continuada, de  
10 tal forma que se vayan definiendo paso a paso todos los aspectos del Proyecto, para  
11 lograr en forma acumulativa el Código Final que vaya rigiendo el Proyecto.

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

18  
19 **b)** Las Especificaciones Técnicas del Proyecto serán revisadas por el Interventor, quien  
20 hará los comentarios necesarios, recomendando a la UPME solicitar todas las  
21 aclaraciones y justificaciones por parte del Transmisor. Para lo anterior se efectuarán  
22 reuniones conjuntas entre el Transmisor y el Interventor con el fin de lograr los acuerdos  
23 modificatorios que deberán plasmarse en comunicaciones escritas.

24  
25 **c)** Con base en los comentarios hechos por el Interventor y acordados con el Transmisor,  
26 este último emitirá la nueva versión de las Especificaciones Técnicas del Proyecto.

27  
28 **d)** Se efectuarán las revisiones necesarias hasta llegar al compendio final, que será el  
29 documento de cumplimiento obligatorio.

30  
31 En esta especificación, se consignará la lista de documentos previstos para el Proyecto  
32 representados en especificaciones, catálogos, planos, memorias de cálculos y reportes de  
33 pruebas.

34  
35 Los documentos serán clasificados como: documentos de Ingeniería Básica; documentos  
36 de Ingeniería de Detalle; memorias de cálculos a nivel de Ingeniería Básica y de Detalle;  
37 documentos de seguimiento de los suministros; y documentos que especifiquen la pruebas  
38 en fábrica y en campo; los procedimientos de montaje y puesta en servicio y la operación y  
39 mantenimiento.

40  
41 La lista y clasificación de la documentación debe ser preparada por el Transmisor y  
42 entregada a la Interventoría para revisión.

## 5.4.1 Los documentos de Ingeniería Básica

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

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

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

### 5.4.1.1 Memorias de cálculo electromecánicas

- Criterios básicos de diseño electromecánico
- Memoria de medida de resistividad del terreno
- Memoria de dimensionamiento de cárcamos, ductos y bandejas porta-cables
- Memoria de dimensionamiento de los servicios auxiliares AC.
- Memoria de dimensionamiento de los servicios auxiliares DC.
- Memoria de cálculo de distancias mínimas y de seguridad.
- Memoria de dimensionamiento de transformadores de tensión y corriente
- Coordinación de aislamiento y estudio de sobretensiones
- Memoria de cálculo del sistema de puesta a tierra
- Memoria de cálculo sistema de apantallamiento
- Memoria de cálculo de aisladores de alta y media tensión
- Memoria de cálculo selección de conductores aéreos y barrajes.
- Memoria de cálculo selección de cables aislados de media tensión (si aplica).
- Memoria de cálculo del sistema de iluminación exterior e interior.
- Análisis de identificación de riesgos.

### 5.4.1.2 Especificaciones equipos

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

#### 17 **5.4.1.3 Características técnicas de los equipos**

- 18
- 19 • Características técnicas, equipos.
- 20 - Interruptores
- 21 - Seccionadores.
- 22 - Transformadores de corriente.
- 23 - Transformadores de tensión.
- 24 - Descargadores de sobretensión.
- 25 - Aisladores y cadenas de aisladores.
- 26 - Trampas de onda (si aplica)
- 27 • Dimensiones de equipos.
- 28 • Características técnicas, cables de fuerza y control.
- 29 • Características técnicas, dispositivo de protección contra sobretensiones
- 30 • Características técnicas, sistema de automatización y control.
- 31 • Características técnicas, sistema de comunicaciones.
- 32 • Características de equipos y materiales del sistema de servicios auxiliares AC/DC.
- 33 • Características técnicas, cables desnudo para interconexión de equipos y barrajes.

#### 35 **5.4.1.4 Planos electromecánicos**

- 36
- 37 • Diagrama unifilar de la subestación
- 38 • Diagrama unifilar con características de equipos
- 39 • Diagrama unifilar de control y protecciones.
- 40 • Diagrama unifilar de medidas.



- 1 • Diagrama unifilar servicios auxiliares AC/DC.
- 2 • Arquitectura sistema de control de la subestación.
- 3 • Planimetría del sistema de apantallamiento
- 4 • Planimetría del sistema de puesta a tierra.
- 5 • Planos de disposición física de equipos en 230 kV y 115 kV (planta y secciones).
- 6 • Planos de disposición de gabinetes y equipos en sala de control.
- 7 • Planos ubicación de equipos en sala de control.
- 8 • Elevación general de edificaciones y equipos.
- 9 • Planimetría del sistema de iluminación interior y exterior.
- 10 • Planos de detalles de montaje y de ruta de bandejas porta-cables, cárcamos y
- 11 tuberías.
- 12 • Planimetría de aisladores y cadenas de aisladores.
- 13 • Plano de disposición física de conectores
- 14 • Planimetría general de nomenclatura operativa.

#### 15

#### 16 **5.4.1.5 Planos de obras civiles**

#### 17

- 18 • Plano localización de la subestación.
- 19 • Plano disposición de cimentaciones de equipos.
- 20 • Plano cimentación de equipos y pórticos.
- 21 • Plano de drenajes de la subestación.
- 22 • Plano de cárcamos y ductos para cables en patio.
- 23 • Plano de cárcamos y ductos para cables en sala de control.
- 24 • Planos casa de control.
- 25 • Plano disposición de bases para equipos en sala de control.
- 26 • Plano cerramiento de la subestación.
- 27 • Plano obras de adecuación.

#### 28

#### 29 **5.4.1.6 Estudios y trabajos de campo**

#### 30

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

#### 39 **5.4.2 Los documentos de la Ingeniería de Detalle**

#### 40

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

6  
7 Todos los documentos de Ingeniería de Detalle serán entregados por el Inversionista  
8 seleccionado al Interventor para su revisión, verificación del cumplimiento de condiciones y  
9 para conocimiento de la UPME. Sobre cada uno de estos documentos, la Interventoría  
10 podrá solicitar aclaraciones o justificaciones que estime conveniente, haciendo los  
11 comentarios respectivos al Inversionista seleccionado y a la UPME si es del caso.

12  
13 Los documentos que sirven para hacer el seguimiento a los suministros, serán aquellos que  
14 preparen y entreguen los proveedores y fabricantes de los equipos y materiales. Estos  
15 documentos serán objeto de revisión por parte de la Interventoría quien formulará los  
16 comentarios y pedirá aclaraciones necesarias al Inversionista seleccionado.

17  
18 Los documentos que especifiquen y muestren los resultados de las pruebas en fábrica y en  
19 campo, la puesta en servicio, la operación del Proyecto y el mantenimiento, serán objeto de  
20 revisión por parte de la Interventoría, quien hará los comentarios al Inversionista  
21 seleccionado y a la UPME si es del caso.

22  
23 Con base en los comentarios, observaciones o conceptos realizados por la Interventoría, la  
24 UPME podrá trasladar consultas al Inversionista seleccionado.

25  
26 La siguiente es la lista de documentos y planos mínimos de la Ingeniería de Detalle:

#### 27 28 **5.4.2.1 Cálculos detallados de obras civiles**

- 29
- 30 • Criterios básicos de diseño de obras civiles.
- 31 • Dimensiones y pesos de equipos.
- 32 • Memorias de cálculo estructural para las cimentaciones de equipos de patio.
- 33 • Memorias de cálculo estructural para cimentación del edificio de control y de la  
34 caseta de relés.
- 35 • Memoria de cálculo muro de cerramiento
- 36 • Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras soporte de equipos.
- 37 • Memorias de cálculo estructural para canaletas de cables eléctricos exteriores y  
38 cárcamos interiores en edificio de control y casetas de relés.
- 39 • Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras de pórticos de líneas y  
40 barrajes.

- 1 • Memorias de cálculo para vías, parqueos y zonas de maniobra en pavimento
- 2 rígido.
- 3 • Memoria de cálculo estructural para canaletas de cables exteriores e interiores en
- 4 casa de control.
- 5 • Memoria de cálculo para el sistema de drenaje de aguas lluvias.
- 6 • Memoria de cálculo sistema de acueducto.

#### 8 **5.4.2.2 Planos de obras civiles**

- 9
- 10 • Planos para construcción de bases para equipos
- 11 • Planos estructurales con árboles de carga para construcción de estructuras
- 12 soporte para equipos y pórticos.
- 13 • Planos para construcción de cimentaciones para equipos.
- 14 • Planos para construcción de cárcamos de cables, ductos y cajas de tiro.
- 15 • Planos para construcción de acabados exteriores
- 16 • Planos para construcción del sistema de drenajes y aguas residuales
- 17 • Planos estructurales para construcción de caseta de control, ubicación bases de
- 18 tableros, equipos y canales interiores.
- 19 • Planos arquitectónicos y de acabados para la caseta de control.
- 20 • Planos para construcción de vías

#### 21 **5.4.2.3 Diseño detallado electromecánico**

22 El Inversionista será responsable de la ejecución y elaboración del diseño eléctrico y

23 mecánico detallado necesario y por tanto deberá presentar para la revisión y

24 verificación de la Interventoría: memorias de cálculo, planos electromecánicos finales

25 para construcción, diagramas de cableado, diagramas esquemáticos de control,

26 protecciones y medidas, lista detalladas de materiales y toda la información necesaria

27 aunque ella no esté explícitamente citada en estas especificaciones y en un todo de

28 acuerdo con lo establecido en las Normas Nacionales e Internacionales, aplicables al

29 diseño y montaje de éste tipo de instalaciones.

30

31

32

33 El Inversionista deberá entregar a la Interventoría para su revisión y verificación la

34 información y planos según el Programa de Entrega de Documentación Técnica

35 aprobado, el cual deberá contener como mínimo la siguiente documentación:

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

- 37 • Planos de malla de puesta a tierra planta y detalles de conexiones a equipos y
- 38 estructuras.
- 39 • Lista de materiales referenciados sobre planos.
- 40 • Plano de detalles de conexión de equipos y tableros a la malla de tierra.
- 41

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

- 1 • Elaboración de planos desarrollados, esquemáticos de control, protección, medida,  
2 telecontrol y teleprotección, incluyendo:  
3 - Diagramas de principio y unifilares  
4 - Diagramas de circuito  
5 - Diagramas de localización exterior e interior.  
6 - Tablas de cableado interno y externo.  
7 - Disposición de aparatos y elementos en tableros de control.  
8 - El Inversionista debe entregar al Interventor como mínimo, los siguientes  
9 diagramas de principio:  
10     ▪ Diagramas de protección y del sistema de gestión de los relés.  
11     ▪ Diagramas del sistema de control de la subestación.  
12     ▪ Diagramas de medición de energía.  
13     ▪ Diagramas lógicos de enclavamientos.  
14     ▪ Diagramas de comunicaciones.  
15 - Diagramas de bloque para enclavamientos eléctricos de toda la Subestación.  
16 - Listado de cables y borneras.  
17 - Planos de Interfase con equipos existentes.  
18 - Filosofía de operación de los sistemas de protección, control, sincronización,  
19 señalización y alarmas.  
20  
21 **e. Reportes de Pruebas:**  
22 - Treinta (30) días calendario posterior a la fecha en la cual se efectuó la última  
23 prueba, el Inversionista deberá suministrar a la Interventoría dos (2) copias que  
24 contengan cada uno un juego completo de todos los reportes de pruebas de  
25 fábrica por cada uno de los equipos de potencia, control, protección, medida,  
26 comunicaciones, etc, que hayan sido suministrados.  
27 Las instrucciones deberán estar en idioma español.

### 28 **5.4.3 Estudios del Sistema**

29 Bajo esta actividad, el Inversionista seleccionado deberá presentar al Interventor para los  
30 fines pertinentes a la Interventoría los estudios eléctricos que permitan definir los  
31 parámetros útiles para el diseño básico y detallado de la Subestación y de las Líneas; entre  
32 todos los posibles, se destacan como mínimo la elaboración de los siguientes documentos  
33 técnicos y/o memorias de cálculo:  
34

- 35  
36  
37 - Condiciones atmosféricas del sitio de instalación, parámetros ambientales y  
38 meteorológicos, contaminación ambiental, estudios topográficos, geotécnicos, sísmicos  
39 y de resistividad del terreno.  
40 - Cálculo de flechas y tensiones.  
41

- 1 - Flujos de carga; estudios de corto circuito; estudio de estabilidad para determinar
- 2 tiempos máximos de despeje de fallas; y cálculos de sobretensiones.
- 3
- 4 - Estudios de ajuste y coordinación de protecciones.
- 5
- 6 - Selección de aislamiento, incluye selección de descargadores de sobretensiones y
- 7 distancias eléctricas.
- 8
- 9 - Estudio de cargas ejercidas sobre las estructuras metálicas de soporte debida a sismo
- 10 y a corto circuito.
- 11 - Selección de equipos, conductores para barrajes, cables de guarda y conductores
- 12 aislados.
- 13
- 14 - Memoria de revisión de los enlaces de comunicaciones existentes.
- 15
- 16 - Estudio de apantallamiento contra descargas atmosféricas
- 17
- 18 - Dimensionamiento de los servicios auxiliares AC y DC.
- 19
- 20 - Informe de interfaces con equipos existentes.
- 21
- 22 - Estudios ambientales, programas del Plan de Manejo Ambiental, (PMA) de acuerdo con
- 23 el Estudio de Impacto Ambiental (EIA).
- 24
- 25 - Ajustes y coordinación de relés de protecciones, dispositivos de mando sincronizado y
- 26 registradores de fallas.
- 27
- 28 Cada uno de los documentos o memorias de cálculo, antes referidos, deberán destacar
- 29 como mínimo los siguientes aspectos:
- 30
- 31 - Objeto del documento técnico o de la memoria de cálculo.
- 32
- 33 - Origen de los datos de entrada.
- 34
- 35 - Metodología para el desarrollo soportada en normas o estándares de amplio
- 36 reconocimiento, por ejemplo en Publicaciones IEC, ANSI o IEEE.
- 37
- 38 - Resultados.
- 39
- 40 - Bibliografía.
- 41 **5.4.4 Distancias de Seguridad**
- 42

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

## 3 4 **5.5 Equipos de Potencia**

### 5 6 **5.5.1 Interruptores**

7  
8 Los interruptores de potencia, deben cumplir las prescripciones de la última edición de las  
9 siguientes normas, o su equivalente ANSI, según aplique al tipo de equipo a suministrar:

- 10  
11
- 12 • IEC 62271-100: "High-voltage alternating current circuit-breakers"
  - 13 • IEC 60694: "Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards".
  - 14 • IEC 60265-2: " High-voltage switches- Part 2: High-voltage switches for rated  
15 voltages of 52 kV and above"
  - 16 • IEC 60376: "Specification of technical grade sulfur hexafluoride (SF6) for use in  
17 electrical equipment".
  - 18 • IEC 62155: "Hollow pressurized and unpressurized ceramic and glass insulators for  
19 use in electrical equipment with rated voltages greater than 1000 V".
  - 20 • IEEE Std. 693-2018: "Recommended practice for seismic design of substations", o  
21 2 su versión más actualizada.

22  
23 Todos los interruptores de subestaciones nuevas, en configuración interruptor y medio,  
24 deberán contar con transformadores de corriente en ambos extremos del interruptor, de  
25 acuerdo con la recomendación IEEE Std C37.234-2009 "IEEE Guide for Protective Relay  
26 Applications to Power System Buses".

27  
28 **Mecanismos de operación:** Los interruptores deberán tener mando tripolar y monopolar y  
29 su mecanismo de operación deberá ser tipo resorte. El mecanismo de operación deberá  
30 ser equipado con contactos de cierre y apertura, los cuales deberán ser eléctricamente  
31 independientes.

32  
33 El mecanismo de operación debe ser equipado con un indicador mecánico de posición del  
34 interruptor, con señalización fácilmente visible desde el exterior del gabinete, donde se  
35 indique si el interruptor se encuentra cerrado o abierto. Adicionalmente, debe tener un  
36 contador de operación donde se indique la cantidad total de operaciones del interruptor.

37  
38 El número y características técnicas de las bobinas de disparo de los interruptores serán  
39 definidos por el Inversionista mediante sus propios análisis técnicos y eléctricos,  
40 cumpliendo con los requerimientos técnicos y de pruebas de la norma IEC 60947-100 en  
41 su última versión. En cualquier caso, se debe garantizar que el interruptor cuente con una

1 bobina de cierre y dos (2) bobinas de apertura, cada una de las cuales debe alimentarse  
2 con un circuito DC independiente con su respectiva protección (fusible o MCB). El esquema  
3 de disparo redundante debe alinearse con alguno de los métodos de inicio del esquema de  
4 falla interruptor expuestos en la sección 7.6 de la norma IEEEC37.119-2016.

5  
6 **Requisitos Generales:** Los armarios y gabinetes deberán tener como mínimo el grado de  
7 protección IP54 de acuerdo con IEC 60947-1 o su equivalente en ANSI, el mecanismo de  
8 operación será tipo resorte. No se permitirán fuentes centralizadas de aire comprimido o  
9 aceite para ninguno de los interruptores. Los circuitos de fuerza y control deben ser  
10 totalmente independientes.

11  
12 **Pruebas de rutina:** Los interruptores deben ser sometidos a las pruebas de rutina  
13 establecidas en la publicación IEC 62271-100 o su equivalente en ANSI. Copia de los  
14 respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para fines pertinentes de la  
15 Interventoría.

16  
17 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una  
18 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre interruptores iguales o similares a los  
19 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 62271-100 o su equivalente en  
20 ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas  
21 pruebas a su costa.

22  
23 **Pruebas en Sitio:** se deben efectuar las pruebas necesarias in situ para verificar las  
24 condiciones de estado y funcionamiento de los interruptores de Potencia.

## 25 26 **5.5.2 Descargadores de Sobretensiones**

27  
28 Los descargadores de sobretensiones, deben cumplir las prescripciones de la última edición  
29 de las siguientes normas o su equivalente ANSI, según aplique al tipo de equipo a  
30 suministrar

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

35  
36 **Pruebas de rutina:** Los descargadores deben ser sometidos a las pruebas de rutina  
37 establecidas en la publicación IEC 60099-4 o su equivalente en ANSI. Copia de los  
38 respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para los fines que requiera la  
39 Interventoría.

40



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

6 **Pruebas en Sitio:** Se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las  
7 condiciones de estado y funcionamiento de los descargadores.

### 9 **5.5.3 Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra**

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

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

21  
22 Los seccionadores podrán ser de accionamiento tripolar y deberán poseer mecanismos de  
23 operación manual y motorizado, dispuestos en gabinetes de acero galvanizado o aluminio,  
24 con grado de protección IP54. El mecanismo de operación deberá ser suministrado con  
25 contactos auxiliares, eléctricamente independientes y deberá contar con un sistema de  
26 condena que evite la operación eléctrica y mecánica.

27  
28 El control del mecanismo de operación podrá ser operado local o remotamente y el modo  
29 de operación se podrá realizar mediante un selector de tres posiciones: LOCAL-  
30 DESCONECTADO-REMOTO. La operación local se realizará mediante dos pulsadores:  
31 CIERRE y APERTURA. El mecanismo de operación debe tener claramente identificadas  
32 las posiciones de cerrado (I) y abierto (O).

33  
34 Para los seccionadores con cuchilla de puesta a tierra, se deberá suministrar un  
35 enclavamiento eléctrico y mecánico que no permita cerrar el seccionador mientras la  
36 cuchilla de puesta a tierra esté cerrada.

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

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

6  
7 **Pruebas en Sitio:** se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las  
8 condiciones de estado y funcionamiento de los seccionadores.

#### 9 10 **5.5.4 Transformadores de Tensión**

11  
12 Los Transformadores de Tensión deben cumplir las prescripciones de la última edición de  
13 las siguientes normas o su equivalente ANSI, según se aplique al tipo de equipo a  
14 suministrar:

- 15
- 16 • IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su  
17 equivalente en ANSI.
- 18 • IEC 60044-2: "Inductive Voltage Transformers"
- 19 • Publicación IEC 60186, "Voltaje Transformers", IEC 60358, "Coupling capacitor and  
20 capacitor dividers".
- 21 • Publicación IEC-61869-1/3/5: "Inductive/capative Voltage Transformers".
- 22 • IEC 60296: "Specification for unused mineral insulating oils for transformers and  
23 switchgear"
- 24

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

30  
31 **Pruebas de rutina:** Los transformadores de tensión deben ser sometidos a las pruebas de  
32 rutina establecidos en la publicación IEC 60186, sección 5 y 25, IEC 60358 cláusula 7.1. o  
33 su equivalente en ANSI. Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser  
34 presentados para fines pertinentes de la Interventoría.

35  
36 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una  
37 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre transformadores de tensión iguales o  
38 similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60186, sección  
39 4 y 24 e IEC 60358, cláusula 6.2, o sus equivalente en ANSI. Si el Transmisor no dispone  
40 de estos documentos deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.

41

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

### 3 4 **5.5.5 Transformadores de Corriente**

5  
6 Los Transformadores de Corriente deben cumplir las prescripciones de la última edición de  
7 las siguientes normas, o su equivalente en ANSI, según se aplique al tipo de equipo a  
8 suministrar:

- 9  
10
  - IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su  
11 equivalente en ANSI.
  - IEC 60044-1: "Current Transformers".
  - IEC-61869-1/2: "Current Transformers: General requirements".

12  
13  
14  
15 Los transformadores de corriente deben ser de relación múltiple con cambio de relación en  
16 el secundario. Deben tener precisión 0.2s, según IEC o su equivalente en ANSI, y  
17 específicamente, cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG  
18 025 de 1995, en su última revisión.

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

23  
24 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una  
25 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre transformadores de corriente iguales o  
26 similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60044-1 e IEC  
27 60044-6, o su equivalente en ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos documentos  
28 deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.

29  
30 **Pruebas en Sitio:** Se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las  
31 condiciones de estado y funcionamiento de los transformadores de corriente.

### 32 33 **5.5.6 Equipo GIS o Híbrido**

34  
35 En caso que el equipo propuesto por el Inversionista sea GIS (Gas Insulated Substations)  
36 o Híbrido, además de cumplir con las normas antes mencionadas, debe cumplirse la  
37 siguiente normatividad:

38  
39 Los equipos componentes de la celda compacta, híbrida o GIS, deberán cumplir con las  
40 características técnicas garantizadas que les aplique de los equipos individuales tal como  
41 lo indicado en estas especificaciones.

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

13

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

16

17 Se deben suministrar certificados de pruebas tipo de pruebas de alta tensión, prueba de  
18 temperatura, prueba de gas y prueba sísmica.

19

### 20 **5.5.7 Sistema de Puesta A Tierra**

21

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

24

25 Todos los requerimientos para la malla de tierra de la nueva Subestación y en las  
26 subestaciones existentes (si aplica), estarán de acuerdo a la última revisión de la  
27 publicación IEEE No.80-2013 "Guide for Safety and Alternating Current Substation  
28 Grounding" e IEEE Std. 81-2012 "Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance,  
29 and Earth Surface Potentials of a Grounding System". El diseño, materiales y validación  
30 del sistema de puesta a tierra deberán cumplir con los requerimientos que le apliquen del  
31 artículo 15° del RETIE en su última versión.

32

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

36

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

40

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

### 6 7 **5.5.8 Apantallamiento de la Subestación**

8  
9 El diseño del sistema de apantallamiento de la nueva subestación Alcaraván 230 kV y de  
10 las subestaciones existentes intervenidas dentro del alcance de la presente Convocatoria  
11 Pública, deberá realizar una evaluación del nivel de riesgo de las instalaciones ante  
12 descargas atmosféricas directas de acuerdo con los procedimientos de la norma  
13 IEC 62305-2 “Protection against lightning – Part 2: Risk management”.

14  
15 El diseño del sistema de apantallamiento deberá considerar elementos captadores de  
16 descargas atmosféricas como cables de guarda y puntas captadoras de material apropiado  
17 para las condiciones ambientales existentes en el sitio, particularmente del nivel cerámico,  
18 y deberá ser verificado según el método electrogeométrico referido en las normas IEC  
19 62305-2 o NTC 4552. Todos los cables de guarda serán aterrizados mediante conductores  
20 bajantes de cobre que se conectarán con la malla de puesta a tierra mediante soldadura  
21 exotérmica. Se deberá garantizar la continuidad de la conexión entre el sistema de  
22 apantallamiento y el sistema de puesta a tierra de la subestación.

23  
24 Las estructuras no conductoras y edificios requerirán un sistema completo de protección  
25 contra descargas atmosféricas, incluyendo puntas captadoras, conductores bajantes y  
26 varillas de puesta a tierra. En general los materiales e instalación del RETIE (artículo 16°),  
27 la Norma IEEE Std. 998, la Norma NTC-4552-1-2-3 y la Norma IEC-62305-2, en su última  
28 versión.

### 29 30 **5.6 Equipos de Control y Protección**

31  
32 Las siguientes son las características principales que deberán cumplir los equipos de  
33 control y protección:

#### 34 35 **5.6.1 Sistemas de Protección**

36  
37 Los equipos de protección deberán cumplir con las partes pertinentes establecidas en la  
38 publicación IEC 60255 “*Electrical relays*”, en la IEC 60870 “*Telecontrol equipments and*  
39 *systems*” y en el caso de los registradores de falla, los archivos de datos deberán utilizar el  
40 formato COMTRADE (*Common Format for Transient Data Exchange*), recomendación IEEE  
41 C37.111 o en su defecto, el Inversionista deberá proveer el software que realice la

1 transcripción del formato del registrador de fallas al formato COMTRADE, o cumplir con las  
2 respectivas normas equivalentes ANSI.

3  
4 El esquema de protección de líneas deberá ser implementado con dos protecciones  
5 principales para líneas de transmisión con principio de operación (diferente algoritmo de  
6 cálculo) o diferente fabricante y medición diferente. El esquema completo deberá consistir  
7 de relés rápidos para emisión y recepción del disparo directo transferido; falla interruptor;  
8 funciones de recierre y verificación de sincronismo, protección de sobretensión; supervisión  
9 del circuito de disparo y registro de fallas. La protección de línea debe dar disparo  
10 monopolar y tripolar e iniciar el ciclo de recierre. Para el caso de Fibra Óptica dedicada  
11 como medio de comunicación para la PPL1 y Fibra Óptica dedicada como medio de  
12 comunicación para la PPL2, se entiende como medio de comunicación para la PPL1, un  
13 cable diferente al del medio de comunicación para la PPL2. Para el caso de Fibra Óptica  
14 dedicada como medio de comunicación para el relé o función de protección distancia ANSI  
15 21/21N, el esquema de comunicación se debe implementar con equipos digitales de  
16 teleprotección conectados directamente a la fibra óptica. Para el caso de Fibra Óptica  
17 multiplexada se entiende como medio de comunicación para la PPL2, un enlace  
18 (trayectoria) independiente del medio de comunicación para la PPL1. Para el caso de Fibra  
19 Óptica multiplexada, el canal de comunicación no deberá de exceder una asimetría de canal  
20 de 5 ms y retardo máximo de 16 ms. Si el medio de comunicación para la protección  
21 diferencial de línea ANSI 87L es multiplexado, éste deberá de ser único y dedicado.

22  
23 En cualquier caso, el esquema de protección de las nuevas líneas debe ser redundante y  
24 definirse considerando el SIR (Source Impedance Ratio), de acuerdo con la metodología  
25 de la norma IEEE Std. C37.113 en su última versión. En caso de que se obtenga un SIR  
26 mayor a 4, será necesario considerar un esquema de protección totalmente selectivo, según  
27 la definición de dicha norma. También deberá garantizar la redundancia de los sistemas y  
28 canales de comunicación asociados con las líneas de transmisión objeto de esta  
29 Convocatoria, utilizando sistemas de comunicación que usen diferentes medios o  
30 tecnologías de envío y recepción de señales de teleprotección en ambos extremos de las  
31 líneas.

32  
33 Para subestaciones nuevas que lo requieran, el Sistema de Protecciones -SP- para las  
34 barras (diferencial de barras) deberá ser redundante con principio de operación diferente  
35 (diferente algoritmo de cálculo) o diferente fabricante. Adicionalmente deberán  
36 seleccionarse de acuerdo con la configuración de la subestación. La alimentación DC de  
37 cada sistema de protección debe ser independiente; las señales de corriente deben ser  
38 tomadas, para cada SP, desde núcleos diferentes de los CT's y cada SP de manera  
39 independiente, debe tener la posibilidad de comandar disparo a ambas bobinas de los  
40 interruptores. Los SP diferenciales de barra, deben ser seleccionados considerando las  
41 bahías a construirse objeto de la presente Convocatoria y las ampliaciones futuras que se  
42 instalarán en los espacios de reserva, y deberán permitir la conexión de CT's con diferentes

1 relaciones de transformación. El inversionista deberá implementar protección diferencial de  
2 barras multizona y de fase segregada para las subestaciones nuevas.

3  
4 Las bahías deberán estar acopladas al esquema de protección diferencial de barras de la  
5 Subestación, que deberá ser un sistema de protección diferencial distribuido que permita el  
6 mantenimiento de cada unidad individualmente con la protección en operación continua.

7  
8 Los relés de protección, y registradores de fallas deberán ser de estado sólido, de  
9 tecnología numérica o digital. Los relés de protección, y los registradores de fallas deben  
10 incorporar dispositivos de prueba que permitan aislar completamente los equipos de los  
11 transformadores de medida de los circuitos de disparo, polaridades y del arranque de la  
12 protección por falla en interruptor, de tal manera que no se afecte ningún otro equipo de  
13 forma automática sin tener que hacer puentes externos. Los equipos deberán contar con  
14 todos los módulos, tarjetas y elementos que sean necesarios para las labores de búsqueda  
15 de fallas paramétricas de los relés de protección y registradores de fallas.

16  
17 El Interventor verificará e informará a la UPME el cumplimiento de requisitos de las  
18 protecciones según lo solicitado en este Anexo 1 y en la Resolución CREG 025 de 1995,  
19 anexo CC4 y sus modificaciones.

## 20 **5.6.2 Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones**

21  
22  
23 La arquitectura del sistema de automatización estará constituida por los subsistemas y  
24 equipos que conforman los niveles 0, 1, 2 y 3 según la siguiente arquitectura:

Nivel	Descripción	Modos de Operación
3	<p>Corresponde a los sistemas remotos de información.</p> <hr/> <p>Comunicaciones e interfaces entre niveles 2 y 3. Proporciona la comunicación entre el Sistema de Automatización y los sistemas remotos de información.</p>	<p>Es la facilidad que debe tener el sistema para ser tele-comandado y supervisado desde el centro de control remoto de acuerdo con las normas del CND.</p> <hr/> <p>La captura de datos y la transmisión de información hacia y desde el sistema remoto deben ser independientes de la IHM de las Subestaciones. Debe ser independiente de cualquier falla en las interfaces de usuario IHM.</p>
2	<p>Corresponde al sistema de procesamiento del Sistema de Automatización, controladores</p>	<p>de</p> <p>Corresponde al mando desde las estaciones de operación localizadas en la Subestación.</p>

Nivel	Descripción	Modos de Operación
	<p>Subestación, almacenamiento de datos y el IHM, localizados en la sala de control de la Subestación.</p> <p>El sistema de procesamiento del nivel 2 procesa la información de la Subestación para que pueda ser utilizada por el IHM del nivel 2 y pueda ser almacenada para operación, análisis futuros, mantenimiento y generación de reportes.</p> <p>Comunicaciones e Interfaces Nivel 2 y Nivel 1.</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>	<p>Este es el modo de operación normal para la Subestación atendida. En el IHM se deberán tener despliegues gráficos que muestren en forma dinámica las condiciones de los enclavamientos para cada tipo de maniobra.</p>
1	<p>Controladores de bahía, que se encargan de la adquisición de datos, cálculos, acciones de control y procesamiento de la información relacionada con los dispositivos en cada campo y sistema de servicios auxiliares de la Subestación. A través del panel frontal de cada controlador de bahía, se debe proporcionar un nivel básico de acceso al personal de operación para la supervisión y control de los equipos de campo asociados al controlador respectivo.</p> <p>Comunicaciones e interfaces Nivel 1 y 0. Corresponde a la comunicación entre los controladores de bahía, los IEDs y al cableado convencional de las señales individuales de entrada y salida asociadas con los equipos de potencia en el patio de la Subestación. Deberá haber integración de las protecciones con el Sistema de Automatización.</p>	<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>
0	<p>Conformado por los equipos de patio (interruptores, seccionadores,</p>	<p>Corresponde al mando directamente desde las cajas de</p>



Nivel	Descripción	Modos de Operación
	<p>transformadores de potencia y de instrumentación, reactores, bancos de capacitores, etc.), por los servicios auxiliares de la Subestación (208/120 Vca, 125 Vcc, grupos electrógenos, inversores, cargadores, equipos, etc.), por los IEDs tales como relés de protección, medidores multifuncionales, registradores de fallas, equipos de monitoreo, cajas de mando de equipos de maniobra y demás.</p>	<p>mando de los interruptores y seccionadores en el conjunto de equipos de potencia de las Subestaciones y para los servicios auxiliares desde sus propios gabinetes.</p> <p>Los medidores multifuncionales deben cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG 025 de 1995, en su última revisión, especialmente lo referente al Código de Medida y sus anexos.</p>

### 5.6.2.1 Características Generales

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

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

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

- 1       • Las redes de comunicación entre los controladores de bahía deberán ser de  
2       protocolo, que resulte compatible con las comunicaciones existentes.  
3       • La arquitectura del sistema estará compuesta de equipos, que deben permitir:  
4  
5           ○ Optimización de la integración funcional a través de intercambios rápidos  
6           entre equipos vía la red.  
7           ○ Integrar los equipos de otros fabricantes con el Sistema de control y  
8           Automatización de la Subestación.  
9  
10       • La herramienta de gestión del sistema debe permitir por lo menos las siguientes  
11       funciones:  
12  
13           ○ Gestión de las bases de datos del sistema.  
14           ○ Permitir la integración de elementos futuros.  
15           ○ Implementación de herramientas de seguridad y administración.  
16           ○ Gestión del modo de funcionamiento de los equipos permitiendo la  
17           explotación normal, el mantenimiento y/o paro de cada elemento del sistema  
18           sin perturbar ni detener el sistema.  
19           ○ Mantenimiento de cada equipo.  
20           ○ Gestión de protecciones que permite verificar y dar parámetros a las  
21           protecciones del sistema.  
22

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

31       Las funcionalidades siguientes deben ser garantizadas por los controladores de  
32       Subestación:  
33

- 34       • Transmisión de comandos del centro de control remoto hacia los equipos de la  
35       Subestación.  
36       • Sincronización satelital de todos los equipos de los sistemas de control,  
37       protecciones y registro de fallas de la Subestación a través de una señal de  
38       sincronización proveniente de un reloj GPS.  
39       • Recuperación de información proveniente de los equipos hacia el centro de control  
40       remoto (mediciones, alarmas, cambios de estado, etc.).

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

### 6 7 **5.6.3 Unidad de medición fasorial sincronizada - medidores multifuncionales**

8  
9 En subestaciones nuevas deben instalar unidades de medición fasorial -PMU- para cada  
10 bahía (línea, transformación o compensación, etc) objeto de la presente Convocatoria, y en  
11 configuración interruptor y medio se deberá garantizar un PMU por corte, incluyendo el corte  
12 central. Deberá tener entradas de corriente independiente por bahía o corte instalado.

13  
14 Estos equipos tomarán las señales de tensión y corriente de los núcleos de medida  
15 (circuitos de instrumentación). La unidad de medición fasorial podrá ser implementada en  
16 un equipo multifuncional, siempre y cuando este no comparta funciones de protección o  
17 circuitos de protección. La implementación podrá realizarse con equipos que integren  
18 sincronización, digitalización y procesamiento en un mismo dispositivo, o con unidades  
19 procesadoras centralizadas y periféricos distribuidos. En el caso de que la subestación no  
20 cuente con casetas en el patio, las PMUs deberán instalarse en los tableros de las  
21 correspondientes bahías.

22  
23 Deberá existir un tablero independiente para concentrar la información sincrofásorial, en  
24 donde el operador nacional instalará un concentrador de datos fasoriales -PDC- y otros  
25 dispositivos asociados. El tablero suministrado por el inversionista deberá estar provisto de  
26 servicios de energía con las mismas características de los tableros de control de la  
27 Subestación. El inversionista deberá permitir al operador nacional las labores de gestión y  
28 mantenimiento de los equipos instalados en este tablero.

29  
30 La comunicación entre las PMU y el PDC será provistas y mantenidas por el inversionista,  
31 a través de una red de comunicación redundante local y deberá permitir el intercambio de  
32 información con la red del sistema de control a través de los mecanismos de seguridad  
33 apropiados. Esta red deberá ser independiente de la red de gestión de protecciones, pues  
34 sobre la primera el operador nacional deberá poder tener acceso remoto para gestionar las  
35 PMU. La comunicación desde la Subestación (o desde el PDC) hacia el sistema que  
36 disponga el operador nacional, será responsabilidad de este último, según lo establecido  
37 en la resolución CREG 080 de 1999.

38  
39 Las unidades de medición fasorial sincronizada deben cumplir con el estándar más reciente  
40 IEEE C37.118 o aquel que lo reemplace en el momento de su adquisición. Estos equipos  
41 deberán contar con la capacidad de ser actualizados cuando la norma IEEE de medición  
42 fasorial sea revisada.

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

#### 7 8 **5.6.4 Controladores de Bahía**

9  
10 Los controladores de bahía son los encargados de recibir, procesar e intercambiar  
11 información con otros equipos de la red, deben ser multifuncionales y programables. Los  
12 controladores de bahía deben ser compatibles con los estándares EMC y aptos para  
13 aplicación en subestaciones eléctricas de alta y extra alta tensión; el Inversionista deberá  
14 presentar al Interventor los certificados de pruebas que lo avalen.

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

- 20
- 21 • Despliegue del diagrama mímico de la bahía que muestre la información del
  - 22 proceso.
  - 23 • Despliegue de alarmas.
  - 24 • Despliegue de eventos.
  - 25 • Despliegue de medidas de proceso de la bahía.
  - 26 • Control local (Nivel 1) de los equipos que forman parte de la bahía.
  - 27 • Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de
  - 28 función.
  - 29 • Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.
- 30

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

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

#### 35 36 **5.6.5 Controlador de los Servicios Auxiliares**

37  
38 Debe ser diseñado, probado y ampliamente utilizado en subestaciones de alta tensión.  
39 Debe permitir la medida, supervisión y control de los servicios auxiliares del Proyecto y  
40 contar con los mismos protocolos del controlador de bahía.

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

- 6
- 7 • Despliegue del diagrama mímico de la bahía.
- 8 • Despliegue de alarmas.
- 9 • Despliegue de eventos.
- 10 • Despliegue de medidas de tensión y de corriente.
- 11 • Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de  
12 función.
- 13 • Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.
- 14

15 Deben también tener LEDs de anuncio de alarma configurables. Deben contar con puertos  
16 para la comunicación.

#### 17

#### 18 **5.6.6 Switches**

#### 19

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

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

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

#### 35

#### 36 **5.6.7 Interfaz Nivel 2 - Nivel 1**

#### 37

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

39 La red local de comunicaciones para control y supervisión de la Subestación se debe  
40 conformar para que sea inmune electromagnéticamente, que posea suficiente rigidez  
41 mecánica para ser tendido en la Subestación, con protección no metálica contra roedores,

1 con chaqueta retardante a la llama, con conectores, marquillas, terminales, amarres y  
2 demás accesorios de conexión, según diseño detallado a cargo del Inversionista.

3  
4 La red debe incluir todos los transductores, convertidores, amplificadores y demás  
5 accesorios requeridos para la adecuada conexión y comunicación de todos los equipos  
6 distribuidos en la Subestación.

7  
8 La comunicación de todos los equipos como controladores de bahía, IEDs, registradores  
9 de eventos con el controlador de la Subestación debe ser redundante y con autodiagnóstico  
10 en caso de interrupción de una cualquiera de las vías.

## 11 **5.6.8 Equipos y Sistemas de Nivel 2**

### 12 **5.6.8.1 Controlador de la Subestación**

13  
14  
15  
16 Es un computador industrial, de última tecnología, robusto, apto para las condiciones del  
17 sitio de instalación, programable, que adquiere toda la información para supervisión y  
18 control de la Subestación proveniente de los dispositivos electrónicos inteligentes, la  
19 procesa, la evalúa, la combina de manera lógica, le etiqueta tiempos, la almacena y la  
20 entrega al Centro Nacional de Despacho, CND, de acuerdo con la programación realizada  
21 en ella y al sistema de supervisión de la Subestación o a otros IED's que dependen de ella.  
22 La información requerida para realizar la supervisión remota, se enviará por enlaces de  
23 comunicaciones.

24  
25 Adicionalmente el controlador de la Subestación, debe centralizar información de los relés  
26 de protección, los registradores de fallas y los medidores multifuncionales, conformando la  
27 red de ingeniería de la Subestación, la cual debe permitir acceso local y remoto para  
28 interrogación, configuración y descarga de información de los relés, de los registradores de  
29 fallas y los medidores multifuncionales. Deben suministrarse todos los equipos, accesorios,  
30 programas y bases de datos requeridos para implementar un sistema de gestión de  
31 protecciones y registradores de fallas para la Subestación.

### 32 **5.6.8.2 Registradores de Fallas**

33  
34  
35 Los registradores de falla deberán programarse de manera que al ocurrir una falla, la  
36 descarga del archivo con los datos de la falla, se realice automáticamente a un equipo de  
37 adquisición, procesamiento y análisis, en el cual se realizará la gestión de los registros de  
38 falla provenientes de equipos instalados en las bahías del Proyecto, incluyendo  
39 almacenamiento, despliegue, programación e interrogación remota, cumpliendo con lo  
40 establecido en el Código de Redes CREG 025 de 1995, en su última revisión.

41

### 5.6.8.3 Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación

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

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

- Adquisición de datos y asignación de comandos.
- Auto-verificación y auto-diagnóstico.
- Comunicación con el CND.
- Comunicación con la red de área local.
- Facilidades de mantenimiento.
- Facilidades para entrenamiento.
- Función de bloqueo.
- Función de supervisión.
- Funciones del Controlador de Subestación a través del IHM.
- Guía de operación.
- Manejo de alarmas.
- Manejo de curvas de tendencias.
- Manejo de mensajes y consignas de operación.
- Marcación de eventos y alarmas.
- Operación de los equipos.
- Programación, parametrización y actualización.
- Reportes de operación.
- Representación visual del proceso mediante despliegues de los equipos de la 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

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

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



1 tanto la malla de puesta a tierra como el sistema de apantallamiento deberán cumplir con  
2 los requerimientos técnicos de diseño e implementación, que le apliquen, según los  
3 artículos 15° y 16° del RETIE, respectivamente, en especial en cuanto a materiales e  
4 interconexión.

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

### 6.1 Pruebas y Puesta en Servicio

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

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

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

- 29 • Direccionalidad de las protecciones de línea.
- 30 • Medición y obtención de los parámetros y las impedancias de secuencia de las líneas  
31 asociadas.
- 32 • Fallas simuladas monofásicas, trifásicas, cierre en falla con el fin de verificar el correcto  
33 funcionamiento de las protecciones, registro de fallas, telecomunicaciones, gestión de  
34 protecciones.
- 35 • Pruebas de conexión punto a punto con el CND.

37 **Pruebas de energización:** El Transmisor será responsable por la ejecución de las pruebas  
38 de energización. Los Protocolos de las pruebas de energización deben ser verificados para  
39 los fines pertinentes por la Interventoría.

## 6.2 Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio

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

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

## 7 ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN

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

## 8 INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO

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

## 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

1 información deberá ser tomada por los Inversionistas como de referencia; mayores detalles  
2 requeridos será su responsabilidad consultarlos e investigarlos.

3

#### 4 **10 FIGURAS**

5

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

7

8 Figura 1 - Diagrama Esquemático del Proyecto.

9

10 Figura 2 - Diagrama Unifilar Subestación Alcaraván 230 kV.

11

12 Figura 3 - Diagrama Unifilar Subestación San Antonio 230 kV.