

**ANEXO 1**

**DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO**

**CONVOCATORIA PÚBLICA DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN REGIONAL – STR**

**UPME STR 03 – 2019**

**SELECCIÓN DE UN INVERSIONISTA Y UN INTERVENTOR PARA EL DISEÑO, ADQUISICIÓN DE LOS SUMINISTROS, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA NUEVA SUBESTACIÓN LA MARINA 110 kV (OPERANDO INICIALMENTE A 66 kV) Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS)**

**DOCUMENTOS DE SELECCIÓN DEL INVERSIONISTA STR**

**Bogotá D. C., abril de 2019**

## ÍNDICE

1		
2		
3		
4	<b>1. CONSIDERACIONES GENERALES</b> .....	<b>4</b>
5	1.1 Requisitos Técnicos Esenciales .....	4
6	1.2 Definiciones .....	5
7	<b>2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b> .....	<b>5</b>
8	2.1 Descripción de Obras en la Subestación La Marina 110 kV (operando inicialmente a	
9	66 kV):.....	7
10	2.2 Puntos de Conexión del Proyecto .....	8
11	2.2.1 En las existentes líneas Bosque – Chambacú 66 kV y Cartagena –	
12	Bocagrande 66 kV .....	8
13	<b>3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES</b> .....	<b>9</b>
14	3.1 Parámetros del Sistema .....	9
15	3.2 Nivel de Corto Circuito .....	10
16	3.3 Materiales .....	10
17	3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible.....	10
18	3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión .....	11
19	3.6 Pruebas en Fábrica.....	11
20	<b>4. ESPECIFICACIONES PARA LÍNEAS A 66-110 kV</b> .....	<b>11</b>
21	4.1 General .....	11
22	4.2 Ruta de las Líneas de Transmisión .....	13
23	4.3 Longitud aproximada de las Líneas.....	15
24	4.4 Especificaciones de diseño y construcción Líneas de 110 kV .....	15
25	4.4.1 Aislamiento .....	15
26	4.4.2 Conductor de Fase .....	16
27	4.4.3 Cable(s) de Guarda .....	17
28	4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas .....	18
29	4.4.5 Estructuras .....	18
30	4.4.6 Localización de Estructuras de tramos aéreos.....	19
31	4.4.7 Sistema Antivibratorio y Amortiguadores .....	19
32	4.4.8 Cimentaciones.....	19
33	4.4.9 Canalizaciones, cajas e instalación de cables para tramos de líneas	
34	subterráneas o submarinas .....	20
35	4.4.10 Señalización Aérea.....	21
36	4.4.11 Desviadores de vuelo para aves.....	21
37	4.4.12 Obras Complementarias.....	21
38	4.5 Informe Técnico .....	21
39	<b>5. ESPECIFICACIONES PARA LAS SUBESTACIONES</b> .....	<b>22</b>
40	5.1 General .....	22
41	5.1.1 Predio de las subestaciones .....	22
42	5.1.2 Espacios de Reserva .....	23
43	5.1.3 Conexiones con Equipos Existentes.....	25

1	5.1.4	Servicios Auxiliares.....	26
2	5.1.5	Infraestructura y Módulo Común.....	26
3	5.2	Normas para Fabricación de los Equipos.....	27
4	5.3	Condiciones Sísmicas de los equipos.....	27
5	5.4	Procedimiento General del Diseño.....	28
6	5.4.1	Los documentos de Ingeniería Básica.....	29
7	5.4.2	Los documentos de la Ingeniería de Detalle.....	32
8	5.4.3	Estudios del Sistema.....	35
9	5.4.4	Distancias de Seguridad.....	37
10	5.5	Equipos de Potencia.....	37
11	5.5.1	Interruptores.....	37
12	5.5.2	Descargadores de Sobretensión.....	38
13	5.5.3	Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra.....	38
14	5.5.4	Transformadores de Tensión.....	39
15	5.5.5	Transformadores de Corriente.....	40
16	5.5.6	Equipo GIS o Híbrido.....	40
17	5.5.7	Sistema de puesta a tierra.....	41
18	5.5.8	Apantallamiento de la Subestación.....	42
19	5.6	Equipos de Control y Protección.....	42
20	5.6.1	Sistemas de Protección.....	42
21	5.6.2	Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones.....	43
22	5.6.2.1	Características Generales.....	45
23	5.6.3	Medidores multifuncionales.....	46
24	5.6.4	Controladores de Bahía.....	47
25	5.6.5	Controlador de los Servicios Auxiliares.....	47
26	5.6.6	Switches.....	48
27	5.6.7	Interfaz Nivel 2 - Nivel 1.....	48
28	5.6.8	Equipos y Sistemas de Nivel 2.....	49
29	5.6.9	Requisitos de Telecomunicaciones.....	50
30	5.7	Obras Civiles.....	51
31	5.8	Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento.....	51
32	<b>6.</b>	<b>ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO.....</b>	<b>51</b>
33	6.1	Pruebas y Puesta en Servicio.....	51
34	6.2	Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio.....	52
35	<b>7.</b>	<b>ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN.....</b>	<b>53</b>
36	<b>8.</b>	<b>INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO.....</b>	<b>53</b>
37	<b>9.</b>	<b>INFORMACIÓN ESPECÍFICA.....</b>	<b>53</b>
38	<b>10.</b>	<b>FIGURAS.....</b>	<b>53</b>
39			
40			
41			
42			
43			

1 **ANEXO 1**

2  
3  
4 **1. CONSIDERACIONES GENERALES**

5  
6 Las expresiones que figuren en mayúsculas y negrita, que no se encuentren expresamente  
7 definidas en el presente documento, tendrán el significado que se les atribuye en los  
8 Documentos de Selección del Inversionista STR de las Convocatoria Pública UPME STR  
9 03 – 2019.

10  
11 Toda mención efectuada en este documento a "Anexo", "Apéndice", "Capítulo",  
12 "Formulario", "Formato", "Literal", "Numeral", "Subnumeral" y "Punto" se deberá entender  
13 efectuada a anexos, apéndices, capítulos, formularios, literales, numerales, subnumerales  
14 y puntos del presente documento, salvo indicación expresa en sentido contrario.

15  
16 Las expresiones que figuren en mayúsculas y que no se encuentren expresamente  
17 definidas en el presente documento o en los Documentos de Selección del Inversionista  
18 STR, corresponden a normas legales u otras disposiciones jurídicas colombianas.

19  
20 Las especificaciones de diseño, construcción, montaje y las características técnicas de los  
21 equipos e instalaciones deben cumplir con los requisitos técnicos establecidos en el  
22 presente Anexo No. 1 de los Documentos de Selección del Inversionista STR, los aplicables  
23 en el Código de Redes de la CREG (Resolución CREG 025 de 1995 y sus actualizaciones)  
24 y en el RETIE y todas sus modificaciones vigentes en la fecha de ejecución de los diseños.  
25 Las citas, numerales o tablas del RETIE que se hacen en este Anexo corresponden a la  
26 revisión de agosto de 2013 de este Reglamento, incluidas las modificaciones de octubre  
27 2013 y julio 2014. En los aspectos a los que no hacen referencia los documentos citados,  
28 el Inversionista seleccionado deberá ceñirse a lo indicado en criterios de ingeniería y  
29 normas internacionales de reconocido prestigio, copia de los cuales deberán ser  
30 relacionados, informados y documentados al Interventor. Los criterios de ingeniería y  
31 normas específicas adoptados para el Proyecto deberán cumplir, en todo caso, con lo  
32 establecido en los Documentos de Selección del Inversionista STR, en el Código de Redes  
33 y en los reglamentos técnicos que expida el Ministerio de Minas y Energía, MME.  
34 Adicionalmente, se deberá considerar las condiciones técnicas existentes en los puntos de  
35 conexión de tal forma que los diferentes sistemas sean compatibles y permitan la operación  
36 según los estándares de seguridad, calidad y confiabilidad establecidos en la regulación.

37  
38 **1.1 Requisitos Técnicos Esenciales**

39  
40 De acuerdo con la legislación colombiana y en particular, con lo establecido en la última  
41 versión del RETIE, vigente en la fecha de apertura de esta Convocatoria, Capítulo II,  
42 Requisitos Técnicos Esenciales, para el Proyecto será obligatorio que los trabajos deban  
43 contar con un diseño, efectuado por el profesional o profesionales legalmente competentes

1 para desarrollar esta actividad como se establece en el Artículo 10 del RETIE de la fecha  
2 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 Inversionista seleccionado y aprobado por la UPME,  
10 la última de estas revisiones o actualizaciones, en cada uno de los aspectos requeridos,  
11 primará sobre 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 STR - DSI.  
17

## 19 **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

20  
21 El Proyecto consiste en el diseño, adquisición de los suministros, construcción, instalación,  
22 pruebas, puesta en servicio, operación y mantenimiento de las siguientes obras:  
23

- 24 i. Nueva subestación La Marina 110 kV (operando inicialmente a 66 kV) en  
25 configuración doble barra más seccionador de transferencia a ubicarse en la ciudad  
26 de Cartagena, con cuatro (4) bahías de línea, una (1) bahía de acople de barras a  
27 110 kV y los espacios de reserva señalados en el presente anexo. Ver Nota b del  
28 presente numeral 2.  
29
- 30 ii. Construcción de una línea doble circuito (aéreo y/o subterráneo y/o submarino) a  
31 110 kV (operado inicialmente a 66 kV), con una longitud aproximada de 4.5 km,  
32 desde la nueva subestación La Marina (ítem i del presente numeral 2) hasta  
33 interceptar una de las existentes líneas Bosque – Chambacú 66 kV para  
34 reconfigurarla en La Marina – Bosque y La Marina – Chambacú. Hace parte del  
35 presente alcance las conexiones y desconexiones requeridas para la  
36 reconfiguración mencionada.  
37
- 38 iii. Construcción de una línea doble circuito (aéreo y/o subterráneo y/o submarino) a  
39 110 kV (operando inicialmente a 66 kV) con una longitud aproximada de 2 km, desde  
40 la nueva subestación La Marina (ítem i del presente numeral) hasta interceptar la  
41 línea existente Termocartagena- Bocagrande 66 kV, para reconfigurarla en La  
42 Marina – Bocagrande y La Marina Termocartagena. Hace parte de este alcance las  
43 conexiones y desconexiones requeridas para la reconfiguración mencionada.

- 1 iv. Incluye todos los elementos y adecuaciones tanto eléctricas como físicas necesarias  
2 para cumplir con el objeto de la presente Convocatoria durante la construcción,  
3 operación y mantenimiento de las obras, garantizando siempre su compatibilidad  
4 con la infraestructura existente. Estas acciones incluyen sistemas de control,  
5 protecciones, comunicaciones e infraestructura asociada, etc, sin limitarse a estos.  
6
- 7 v. Los Espacios de reserva definidos en el numeral 5.1.2 del presente Anexo.  
8

9 **NOTAS:** Las siguientes notas tienen carácter vinculante frente al alcance de las presentes  
10 Convocatorias Públicas UPME STR 03 – 2019.  
11

- 12 a. Los Diagramas unifilares de las Subestaciones intervenidas por motivo de la  
13 presente Convocatoria Pública hacen parte del Anexo 1. El Inversionista  
14 seleccionado, buscando una disposición con alto nivel de confiabilidad, podrá  
15 modificar la disposición de las bahías de las líneas en los diagramas unifilares,  
16 previa revisión y concepto del interventor, y aprobación por parte de la UPME. Si la  
17 propuesta de modificación presentada involucra o afecta a terceros como otros  
18 usuarios o al propietario de la Subestación (existente o ampliación), deberán  
19 establecerse acuerdos previos a la solicitud.  
20
- 21 b. Dado que el proyecto tiene como finalidad proveer un punto de inyección para el  
22 SDL de la zona, ELECTRICARIBE tiene contemplado, dentro de su plan de  
23 expansión, la instalación de tres (3) transformadores 66/13.8 kV – 30 MVA en la  
24 nueva subestación La Marina. Por lo anterior, el Inversionista deberá garantizar que  
25 se pueda ampliar la subestación 110 kV (operando inicialmente a 66 kV) para la  
26 conexión de las bahías de alta tensión de los mencionados transformadores y  
27 deberá llegar a acuerdos con ELECTRICARIBE para la disposición de los equipos  
28 de la Subestación. En cualquier caso, se deberá garantizar una disposición de alto  
29 nivel de confiabilidad. Se aclara que tanto los transformadores de 66/13.8 kV – 30  
30 MVA, como sus bahías de alta tensión no hacen parte de la presente Convocatoria  
31 Pública UPME STR 03-2019, por considerarse activos pertenecientes al SDL.  
32
- 33 c. Corresponde a los involucrados en las Subestaciones objeto de la presente  
34 convocatoria, llegar a acuerdos para la ubicación y/o disposición física de los  
35 equipos en cada subestación (el inversionista seleccionado para la convocatoria  
36 UPME STR 03 - 2019, ELECTRICARIBE S.A. E.S.P y cualquier otro agente  
37 responsable de infraestructura). En cualquier caso, se debe garantizar una  
38 disposición de alta confiabilidad.  
39
- 40 d. El Inversionista seleccionado deberá identificar y especificar todos los elementos  
41 necesarios para garantizar el correcto funcionamiento y operación de los equipos a  
42 instalar, ya sean de potencia, control, medición, protecciones, etc., tanto en  
43 condiciones normales, como en contingencias o fallas.

- 1 e. Todos los equipos o elementos a instalar, por motivo de la presente Convocatoria  
2 Pública UPME STR, deberán ser nuevos, de la mejor calidad, de última tecnología,  
3 fabricados bajo normas internacionales, y contar con sello de fabricación y  
4 certificado de producto RETIE según aplique.  
5  
6 f. Están a cargo del Inversionista seleccionado, todos los elementos necesarios para  
7 la construcción, operación y mantenimiento de las obras, como por ejemplo  
8 sistemas de control, protecciones, comunicaciones e infraestructura asociada, sin  
9 limitarse a estos, y debe garantizar su compatibilidad con la infraestructura  
10 existente. En general, el Adjudicatario se debe hacer cargo de las adecuaciones  
11 necesarias para cumplir con el alcance del presente proyecto.  
12  
13 g. Todas las obras, equipos o elementos a construir o instalar deberán estar diseñados  
14 para operar tanto a 66 kV como a 110 kV sin ningún problema.  
15  
16 h. En la página WEB de la presente Convocatoria Pública, se encuentra disponible la  
17 información técnica y costos de conexión remitidos por Electricaribe S.A. E.S.P.  
18 mediante correo electrónico con radicado UPME 20181110013722 y aclaraciones  
19 solicitadas por la UPME en radicado 20181110025232. La información específica  
20 relacionada con estos comunicados (anexos) pueden ser solicitadas en oficinas de  
21 la UPME en los términos señalados en el numeral 9 del presente Anexo 1, sin  
22 detrimento a lo anterior, el Inversionista podrá consultar a los propietarios de la  
23 infraestructura de manera directa. La información suministrada por la UPME no  
24 representa ninguna limitante y deberá ser evaluada por el Inversionista para lo de  
25 su interés, en concordancia con los numerales 5.5., Independencia del Proponente,  
26 y 5.6., Responsabilidad, de los DSI de la presente Convocatoria Pública.  
27

## 28 **2.1 Descripción de Obras en la Subestación La Marina 110 kV (operando inicialmente** 29 **a 66 kV):**

30  
31 El inversionista seleccionado, deberá hacerse cargo de la adquisición del lote, el diseño, la  
32 construcción, la operación y el mantenimiento de las obras descritas en el numeral 2,  
33 incluyendo los espacios de reserva. Los equipos a instalar deberán ser GIS (tomado de la  
34 primera letra del nombre en inglés "Gas Insulated Substations" Subestaciones aisladas en  
35 gas SF6) tipo interior, cumpliendo con la normatividad técnica aplicable y todos los demás  
36 requisitos establecidos en los DSI.  
37

38 La nueva subestación La Marina 110 kV (operada inicialmente a 66 kV) deberá ser  
39 construida en configuración doble barra más seccionador de transferencia y deberá incluir  
40 lo descrito en el numeral 2 del presente Anexo 1. Dado que esta subestación operará  
41 inicialmente a 66 kV y en un futuro a 110 kV, el inversionista suministrará los equipos con  
42 las características técnicas necesarias para realizar este cambio de nivel de tensión de  
43 operación en cualquier momento.

1 Los equipos o elementos a instalar en la subestación La Marina 110 kV (operada  
2 inicialmente a 66 kV) deberán ser completamente nuevos y de última tecnología.

3  
4 También estarán a cargo del Inversionista, todos los elementos necesarios para la  
5 construcción, operación y mantenimiento de las obras, como por ejemplo sistemas de  
6 control, protecciones, comunicaciones e infraestructura asociada, sin limitarse a estos, y  
7 debe garantizar su compatibilidad con la infraestructura existente. En general, el  
8 Inversionista se debe hacer cargo de las adecuaciones necesaria para cumplir con el  
9 alcance del proyecto.

10  
11 El diagrama unifilar de la subestación La Marina 110 kV (operada inicialmente a 66 kV), se  
12 muestra en la Figura 2. El Inversionista seleccionado en coordinación con  
13 ELECTRICARIBE, deberán llegar a los acuerdos necesarios para la ubicación de la  
14 infraestructura y en cualquier caso, se deberá garantizar una disposición de alto nivel de  
15 confiabilidad. De cualquier forma los acuerdos a que lleguen no podrán limitar el acceso y  
16 uso de los espacios previstos para futuras expansiones.

## 17 18 **2.2 Puntos de Conexión del Proyecto**

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

### 26 27 **2.2.1 En las existentes líneas Bosque – Chambacú 66 kV y Cartagena – Bocagrande** 28 **66 kV**

29  
30 El propietario de las existentes líneas Bosque – Chambacú 66 kV y Cartagena –  
31 Bocagrande 66 kV es ELECTRICARIBE S.A. E.S.P.

32  
33 Los puntos de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública en las líneas  
34 Bosque - Chambacú 66 kV y Cartagena – Bocagrande 66 kV, serán los lugares donde se  
35 realice la interceptación de cada una de éstas líneas para hacer las reconfiguraciones  
36 mencionadas en el numeral 2. Los puntos de conexión deberán quedar claramente  
37 identificados en el correspondiente contrato de conexión.

38  
39 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad con los sistemas de comunicaciones,  
40 control y protecciones de las bahías de línea de la subestación La Marina 110 kV (operada  
41 inicialmente a 66 kV), con los sistemas de las bahías de los extremos de las líneas,  
42 específicamente en las Subestaciones El Bosque 66 kV, Chambacú 66 kV, Bocagrande 66  
43 kV y Termocartagena 66 kV.

1  
2 Los contratos de conexión, que suscriba el Inversionista resultante de la presente  
3 Convocatoria Pública y ELECTRICARIBE, deberán incluir, entre otros aspectos y según  
4 corresponda, todos los aspectos que tengan que ver con la conexión a las líneas y con  
5 cambios o ajustes de cualquier índole que deban hacerse en las Subestaciones El Bosque  
6 66 kV, Chambacú 66 kV, Bocagrande 66 kV y Termocartagena 66 kV que se generen  
7 producto de la reconfiguración de las líneas Bosque – Chambacú 66 kV y Termocartagena  
8 – Bocagrande 66 kV. Este contrato de conexión deberá estar firmado por las partes, antes  
9 del inicio de la construcción y montaje de las obras, **al menos en sus condiciones**  
10 **básicas**, lo cual deberá ser puesto en conocimiento del Interventor. No obstante las partes,  
11 en caso de requerirse, podrán solicitar a la UPME, con la debida justificación, la  
12 modificación del momento en que se firma el contrato de conexión.

### 13 14 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

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

23  
24 Las Especificaciones contenidas en este anexo se complementan con la información de las  
25 subestaciones existentes que se incluyen en los documentos de esta Convocatoria.

#### 26 27 28 3.1 Parámetros del Sistema

29  
30 Todos los equipos e instalaciones a ser suministrados por el Inversionista seleccionado  
31 deberán ser nuevos y de última tecnología, y cumplir con las siguientes características  
32 técnicas, las cuales serán verificadas por la Interventoría o Interventorías para la UPME.

#### 33 34 **Generales:**

35 Tensión nominal	110 kV - 66 kV
36 Frecuencia asignada	60 Hz
37 Puesta a tierra	Sólida
38 Numero de fases	3
39 Servicios auxiliares AC	120/208V, tres fases, cuatro hilos.
40 Servicios Auxiliares DC	125V
41 Tipo de la Subestación	GIS tipo interior

#### 42 43 **Líneas de Transmisión en 110 kV:**

1		
2	Tipo de línea:	Aérea con torres auto-soportadas y/o postes y/o
3		estructuras compactas, y/o subterránea y/o submarina.
4	Circuitos por estructura:	Según diseño. Se podrán compartir estructuras de
5		soporte con infraestructura existente.
6	Conductores de fase:	Ver numeral 4.4.2 del presente Anexo.
7	Cables de guarda:	Ver numeral 4.4.3 del presente Anexo.
8		

9 Las líneas de transmisión podrán ser totalmente aéreas o parcialmente aéreas, subterránea  
10 o submarina. Las longitudes de las líneas de transmisión serán función del diseño y estudios  
11 pertinentes que realice el Inversionista.

### 12 13 **3.2 Nivel de Corto Circuito**

14 El Inversionista seleccionado deberá realizar los estudios pertinentes, de tal manera que se  
15 garantice que el nivel de corto utilizado en los diseños y selección de los equipos y demás  
16 elementos será el adecuado durante la vida útil de estos. La duración asignada al corto  
17 circuito no podrá ser inferior a los tiempos máximos provistos para interrupción de las fallas  
18 y los indicados en las normas IEC aplicables. Copia del estudio deberá ser entregada al  
19 Interventor para su conocimiento y análisis.

### 20 21 22 **3.3 Materiales**

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

### 33 34 35 **3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible**

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

41  
42

1 En cuanto a ruido audible generado por la línea y/o la subestación, deberá limitarse a los  
2 estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido establecidos en Resolución  
3 0627 de 2006 (Abril 7) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy  
4 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o aquella que la modifique o sustituya.

### 5 6 **3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión**

7  
8 La consecución de todas las licencias y permisos son responsabilidad del Inversionista  
9 seleccionado. Se debe considerar lo establecido en el capítulo X de la Ley 143 de 1994, en  
10 especial los artículos 52 y 53.

11  
12 La celebración de los Contratos de Conexión deberá dar prioridad a todos los acuerdos  
13 técnicos, administrativos, comerciales y operativos de tal forma que no existan  
14 imprecisiones en este aspecto antes de la fabricación de los equipos y materiales de las  
15 Convocatoria. La fecha para haber llegado a estos acuerdos técnicos se deberá reflejar  
16 como Hito en el cronograma de la Convocatoria lo cual será objeto de verificación por parte  
17 del Interventor.

18  
19 Los acuerdos administrativos y comerciales de los Contratos de Conexión se podrán  
20 manejar independientemente de los acuerdos técnicos. El conjunto de los acuerdos  
21 técnicos y administrativos constituye el Contrato de Conexión cuyo cumplimiento de la  
22 regulación vigente deberá ser certificado por el Inversionista seleccionado. Copia de estos  
23 acuerdos deberán entregarse al Interventor.

### 24 25 **3.6 Pruebas en Fábrica**

26  
27 Una vez el Inversionista seleccionado haya seleccionado los equipos a utilizar deberá  
28 entregar al Interventor, copia de los reportes de las pruebas que satisfagan las normas  
29 aceptadas en el Código de Conexión, para interruptores, seccionadores, transformadores  
30 de corriente y potencial, entre otros. En caso de que los reportes de las pruebas no  
31 satisfagan las normas aceptadas, el Interventor podrá solicitar la repetición de las pruebas  
32 a costo del Inversionista seleccionado.

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

## 37 38 **4. ESPECIFICACIONES PARA LÍNEAS A 66-110 kV**

### 39 40 **4.1 General**



1 La información específica referente a las líneas existentes, remitida por el propietario de la  
2 infraestructura, como costos, datos técnicos, etc, serán suministrados por la UPME  
3 conforme el numeral 9 del presente Anexo 1.

4  
5 En la siguiente tabla se presentan las especificaciones técnicas para las nuevas líneas de  
6 66-110 kV que el inversionista deberá revisar y ajustar una vez haya hecho el análisis  
7 comparativo de las normas:  
8

Líneas 110 Kv				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
1	Tensión nominal trifásica Fase – Fase	Numeral 3.1 de este Anexo	kV	66-110
2	Frecuencia nominal	Numeral 3.1 de este Anexo	Hz	60
3	Tipo de línea	Numeral 3.1 de este Anexo		Aérea / Subterránea / Submarina
4	Longitud aproximada	Numeral 4.3 de este Anexo	Km	La Marina intersección línea Bosque-Chambacú: 4.5
				La Marina intersección línea Cartagena-Bocagrande: 2
5	Altitud previsible sobre el nivel del mar	Numeral 4.3 de este Anexo	msnm	La Marina intersección línea Bosque-Chambacú: Entre 2 y 12
				La Marina intersección línea Cartagena-Bocagrande: Entre 12 y 14
6	Ancho de servidumbre para línea aérea	RETIE Tabla 22.1 (o aquella que la modifique y/o sustituya)	m	
7	Número de circuitos por torre o canalización	Numeral 3.1 de este Anexo	-	
8	Distancias de seguridad	RETIE Numeral 13.3 (o aquella que la modifique y/o sustituya)		
9	Subconductores por fase	Numeral 4.4.2 de este Anexo	Unidad	Según diseño
10	Cantidad de cables de guarda-línea aérea	Numeral 4.4.3 de este Anexo	Unidad	Según diseño
11	Tipo de estructura para línea aérea	Numeral 3.1 de este Anexo		Auto soportada
12	Conductor de fase en línea aérea	Con capacidad de Corriente y resistencia DC a 20°C según numeral 4.4.2 de este Anexo.		AAC, ACAR o AAAC

Líneas 110 Kv				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
13	Conductor de fase en línea subterránea o submarina	Con capacidad de Corriente y resistencia DC a 20°C según numeral 4.4.2 de este Anexo.		Cobre o Aluminio
14	Cables de guarda	Con características según numeral 4.4.3 de este Anexo.		Alumoclad
15	Máxima tensión mecánica de tendido de los conductores referida a su tensión de rotura	RETIE numeral 22.9 (o aquella que la modifique y/o sustituya)	%	25
16	Tensión longitudinal máxima de los conductores y cable de guarda para línea aérea en cualquier condición, referida a su tensión de rotura	En cualquier condición, no deberá exceder el 50 % de su correspondiente tensión de rotura.	%	50
17	Valor de referencia para resistencia de puesta a tierra en líneas aéreas	RETIE numeral 15.4 (o aquella que la modifique y/o sustituya)	Ohm	20
18	Salidas por sobretensiones causadas por descargas atmosféricas en línea aérea	Numeral 4.4.1 de este Anexo	Flameos/100 km-año	3
19	El aislamiento de la línea ante sobretensiones de frecuencia industrial.	Numeral 4.4.1 de este Anexo		Debe asegurar permanencia en servicio continuo

1

2

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.

3

4

Se debe propender por la minimización u optimización de cruces entre las líneas objeto de la presente convocatoria y otras en ejecución o existentes. Para ello, se debe realizar un análisis y someterlo a consideración de la Interventoría y la UPME.

5

6

#### 4.2 Ruta de las Líneas de Transmisión

7

8

La selección de la ruta para las líneas de transmisión objeto de la presente Convocatoria Pública UPME STR 03 – 2019, será responsabilidad del Inversionista seleccionado. Por lo tanto, a efectos de definir dichas rutas, será el Inversionista el responsable de realizar

9

10

11

12

13

14

1 investigaciones detalladas y consultas a las autoridades ambientales, a las autoridades  
2 nacionales, regionales y locales, los diferentes Planes de Ordenamiento Territorial que se  
3 puedan ver afectados, a las autoridades que determinan las restricciones para la  
4 aeronavegación en el área de influencia del Proyecto y en general, con todo tipo de  
5 restricciones y reglamentaciones existentes. En consecuencia, deberá tramitar los permisos  
6 y licencias a que hubiere lugar. Se deberá tener en cuenta que pueden existir exigencias  
7 y/o restricciones de orden nacional, regional o local.

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

19  
20 Especial atención deberá poner el Inversionista en todas las restricciones, precauciones y  
21 demás aspectos que se identifiquen en los análisis tendientes a identificar unas alertas  
22 tempranas en la zona del proyecto.

23  
24 Para los eventuales tramos submarinos deberán considerarse las experiencias de  
25 ELECTRICARIBE en el tramo submarino existente en la línea Cartagena-Bocagrande a 66  
26 kV y realizar una batimetría del fondo marino en el área previsible para la instalación de los  
27 cables submarinos a fin de asegurar sus adecuados posicionamiento, estabilidad y posterior  
28 estabilidad, minimizando el riesgo de daños en el futuro por pesca, tránsito y anclaje de  
29 embarcaciones y cualquier otra causa. Así mismo deberá determinarse la existencia de  
30 obstáculos naturales, residuos o instalaciones o corrientes submarinas que pudieran  
31 interferir con la instalación y operación de los cables. En cualquier evento de análisis de  
32 línea submarina, deberán realizarse los trámites correspondientes con entidades tales  
33 como la Autoridad Marítima Colombiana, DIMAR, y si es del caso con la Base Naval de  
34 Cartagena, entre otras.

35  
36 A modo informativo, el Inversionista podrá consultar los Documentos **“ANÁLISIS DEL**  
37 **ÁREA DE ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO**  
38 **SUBESTACIÓN LA MARINA 110 kV (OPERANDO INICIALMENTE A 66 kV) Y LÍNEAS**  
39 **DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS, OBJETO DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME**  
40 **STR 03-2018 DEL PLAN DE EXPANSIÓN 2014-2028”**, los cuales suministran información  
41 de referencia. El objeto de estos documentos es identificar de manera preliminar las  
42 posibilidades y condicionantes físicos, ambientales y sociales, constituyéndose en  
43 documentos ilustrativos para los diferentes Interesados, sin pretender determinar o definir

1 rutas. Es responsabilidad del Inversionista en asumir su integridad los riesgos inherentes a  
2 la ejecución del Proyecto, para ello deberá validar la información, realizar sus propios  
3 estudios y consultas ante las Autoridades competentes, entre otras.

4  
5 En general, los Proponentes basarán sus Propuestas en sus propios estudios,  
6 investigaciones, exámenes, inspecciones, visitas, entrevistas y otros.

#### 7 8 **4.3 Longitud aproximada de las Líneas**

9  
10 Las longitudes y la altura sobre el nivel del mar, anunciadas en este documento son de  
11 referencia y están basadas en estimativos preliminares. Por tanto, los cálculos y  
12 valoraciones que realice el inversionista para efectos de su propuesta económica deberán  
13 estar fundamentados en sus propias evaluaciones, análisis y consideraciones.

14  
15 Tanto la longitud real como la altura sobre el nivel del mar real, serán función del diseño y  
16 estudios pertinentes que realiza el Inversionista seleccionado

#### 17 18 **4.4 Especificaciones de diseño y construcción Líneas de 110 kV**

19  
20 Las especificaciones de diseño y construcción que se deben cumplir para la ejecución del  
21 Proyecto son las establecidas en el presente Anexo No. 1, los Documentos de Selección  
22 del Inversionista – DSI, en el Reglamento de Operación del Sistema Interconectado  
23 Nacional, en el Código de Redes (Resolución CREG 025 de 1995 y actualizaciones) y en  
24 el RETIE, y actualizaciones posteriores previas al diseño y construcción de la línea.

25  
26 Para el caso de la reconfiguración de líneas de transmisión, las especificaciones de diseño  
27 deben ser las mismas al diseño de la existente Línea de Transmisión, excepto en los casos  
28 en los que la normatividad de determinados aspectos del diseño hubiere cambiado y sea  
29 ahora más severa o restrictiva. El Inversionista tendrá que recopilar al detalle todas las  
30 características del diseño original de la Línea de Transmisión y confrontarlas con la  
31 normatividad actual.

32  
33 El Interventor verificará para la UPME, que los diseños realizados por el Transmisor  
34 Regional cumplan con las normas técnicas aplicables y con las siguientes especificaciones.

#### 35 36 **4.4.1 Aislamiento**

37  
38 El Inversionista deberá verificar, en primer lugar, las condiciones meteorológicas y de  
39 contaminación de la zona en la que se construirán las líneas, las nuevas subestaciones y/o  
40 las ampliaciones de las subestaciones existentes, con base en ello, hacer el diseño del  
41 aislamiento de las líneas y de los equipos de las subestaciones, y la coordinación de  
42 aislamiento, teniendo en cuenta las máximas sobretensiones que puedan presentarse en  
43 las líneas por las descargas atmosféricas, por maniobras propias de la operación, en

1 particular el cierre y apertura de las líneas en vacío, despeje de fallas con extremos  
2 desconectados del sistema, considerando que en estado estacionario las tensiones en las  
3 barras de 110 kV no deben ser inferiores al 90% ni superiores al 110% del valor nominal y  
4 que los elementos del sistema deben soportar las tensiones de recuperación y sus tasas  
5 de crecimiento.

6  
7 Para el caso de líneas o tramos de líneas aéreas se considera como parámetro de diseño  
8 un límite máximo de tres (3) salidas por cada 100 km de línea/año ante descargas eléctricas  
9 atmosféricas y servicio continuo permanente ante sobre-tensiones de frecuencia industrial.

10  
11 Para el caso de líneas o tramos de líneas subterráneas en todos los sitios de transición  
12 deberán preverse los descargadores de sobretensión que protejan el cable ante la  
13 ocurrencia de sobretensiones por descargas atmosféricas, fallas, desconexiones o  
14 maniobras. El aislamiento de los cables deberá garantizar la operación de continua de la  
15 línea ante sobretensiones a frecuencia de 60 Hz.

#### 16 17 **4.4.2 Conductor de Fase**

18  
19 Las siguientes condiciones y/o límites estarán determinadas por las características propias  
20 de la ruta y de las nuevas líneas y el lugar donde el Proyecto objeto de la presente  
21 Convocatoria operará, por tanto será responsabilidad del Inversionista su verificación. El  
22 Interventor informará a la UPME si el diseño realizado por el Inversionista cumple con las  
23 normas técnicas aplicables y con los valores límites establecidos.

24  
25 El conductor de fase, de las líneas objeto de la presente Convocatoria Pública UPME STR,  
26 sean aérea o subterránea y/o submarina deberá ser de igual o menor resistencia óhmica  
27 DC a 20° C y de igual o mayor capacidad de corriente a las siguientes:

- 28  
29 • Máxima resistencia DC a 20°C por conductor de fase igual o inferior a 0.0880  
30 ohmios/km.
- 31  
32 • Capacidad normal de operación de cada uno de los conductores no inferior a 700  
33 Amperios a temperatura ambiente máxima promedio.

34  
35 En caso de conductores en haz o múltiples por fase, la resistencia DC a 20°C por conductor  
36 de fase corresponderá a la resistencia en paralelo de los sub-conductores de cada fase y  
37 la capacidad de corriente corresponderá a la capacidad en paralelo de los sub-conductores  
38 de cada fase. Lo anterior utilizando las normas o cálculos aplicables y según las  
39 características de la línea (p. eje, aérea o subterránea).

40  
41 El Inversionista deberá garantizar los valores de capacidad de corriente y resistencia tanto  
42 en los tramos aéreos como en los subterráneos y/o submarinos según sea el caso.

43

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

3  
4 El conductor seleccionado deberá cumplir con las exigencias de radio interferencia y ruido  
5 audible establecidas en la normatividad aplicable.

6  
7 De acuerdo con lo establecido en el numeral 14.3 del Artículo 14 del RETIE, los valores  
8 máximos permitidos para Intensidad de Campo Eléctrico y Densidad de Flujo Magnético  
9 son los indicados en la Tabla 14.1 del RETIE, donde el público o una persona en particular  
10 pueden estar expuestos durante varias horas.

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

#### 22 **4.4.3 Cable(s) de Guarda**

23 El cumplimiento de las siguientes condiciones será responsabilidad del Inversionista.

24  
25 Se requiere que todos los tramos de línea aérea tengan uno o dos cables de guarda  
26 (convencionales u OPGW). Al menos uno de los cables de guarda deberá ser OPGW, con  
27 la única excepción de líneas a reconfigurar que no tengan instalados cables con fibra óptica.

28  
29 De presentarse características en el ambiente con efecto corrosivo, los cables de guarda  
30 no deberán contener alambres en acero galvanizado y deberán ser del tipo Aluminum-Clad  
31 o de otro material resistente a la corrosión, que cumpla con las especificaciones técnicas y  
32 los propósitos de un cable de guarda convencional u OPGW desde el punto de vista de su  
33 comportamiento frente a descargas atmosféricas. El o los cables de guarda a instalar  
34 deberán soportar el impacto directo de las descargas eléctricas atmosféricas que puedan  
35 incidir sobre la línea, garantizando el criterio de comportamiento indicado en el diseño del  
36 aislamiento. El incremento de temperatura del cable o cables de guarda a ser instalados  
37 deberán soportar las corrientes de corto circuito monofásico de la línea que circulen por  
38 ellos

39  
40 En cualquier condición, la tensión longitudinal máxima en el cable de guarda, no deberá  
41 exceder el 50% de su correspondiente tensión de rotura.



1  
2 El Interventor verificará para la UPME, que el diseño realizado por el Transmisor Regional  
3 cumpla con las normas técnicas aplicables.  
4

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

#### 11 **4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas**

12  
13 El sistema de puesta a tierra se diseñará de acuerdo con las condiciones específicas del  
14 sitio de las estructuras, buscando ante todo preservar la seguridad de las personas. Con  
15 base en la resistividad del terreno y la componente de la corriente de corto circuito que fluye  
16 a tierra a través de las estructuras, se deben calcular los valores de puesta a tierra tal que  
17 se garanticen las tensiones de paso de acuerdo con la recomendación del Standard IEEE  
18 80 y con lo establecido en el Artículo 15 del RETIE en su última revisión. La medición de  
19 las tensiones de paso y contacto para efectos de la comprobación antes de la puesta en  
20 servicio de la línea, deberán hacerse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 15 del RETIE  
21 y específicamente con lo establecido en el numeral 15.5.3., o el numeral aplicable si la  
22 norma ha sido objeto de actualización.  
23

24 Para los cables asilados subterráneos o submarinos se deberá instalar un sistema de  
25 puesta a tierra de las pantallas metálicas que garanticen el adecuado funcionamiento de  
26 los cables y las tensiones de paso en la superficie de los terrenos aledaños.  
27

#### 28 **4.4.5 Estructuras**

29  
30 El dimensionamiento eléctrico de las estructuras se debe realizar considerando la  
31 combinación de las distancias mínimas que arrojen los estudios de sobretensiones debidas  
32 a descargas atmosféricas, a las sobretensiones de maniobra y a las sobretensiones de  
33 frecuencia industrial.  
34

35 Las estructuras de apoyo para las líneas y las transiciones deberán ser auto-soportadas,  
36 solo en condiciones especiales de diseño podrán utilizar ayudas, y en general, no deberán  
37 requerir para su montaje el uso de grúas autopropulsadas ni de helicópteros. El  
38 Inversionista podrá hacer uso de estos recursos para su montaje pero, se requiere que  
39 estas estructuras puedan ser montadas sin el concurso de este tipo de recursos.  
40

41 El cálculo de las curvas de utilización de cada tipo de estructura, la definición de las  
42 hipótesis de carga a considerar y la evaluación de los árboles de cargas definitivos, para  
43 cada una de las hipótesis de carga definidas, deberá hacerse considerando la metodología

1 establecida por el ASCE en la última revisión del documento "Guidelines for Electrical  
2 Transmission Line Structural Loading - Practice 74". La definición del vano peso máximo y  
3 del vano peso mínimo de cada tipo de estructura será el que se establezca a partir de los  
4 resultados del plantillado de la línea. El diseño estructural deberá adelantarse atendiendo  
5 lo establecido por el ASCE en la última revisión del documento "Design of Latticed Steel  
6 Transmision Structures". En cualquier evento, ningún resultado de valor de cargas  
7 evaluadas con esta metodología de diseño podrá dar resultados por debajo de los que se  
8 obtienen según la metodología que establece la última revisión del RETIE. Si ello resultara  
9 así, primarán estas últimas.

#### 10 **4.4.6 Localización de Estructuras de tramos aéreos**

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

#### 20 **4.4.7 Sistema Antivibratorio y Amortiguadores**

21  
22  
23 El Interventor informará a la UPME los resultados del estudio del sistema de protección anti-  
24 vibratoria del conductor de fase y del cable de guarda. Los amortiguadores deben ser  
25 adecuados para amortiguar efectivamente la vibración eólica en un rango de frecuencia de  
26 10 Hz a 100 Hz. El Inversionista determinará los sitios de colocación, a lo largo de cada  
27 vano, de los amortiguadores de tal manera que la amortiguación de las fases sea efectiva.  
28 Copia del estudio de amortiguamiento será entregada al Interventor para su conocimiento  
29 y análisis.

30  
31 En los cables de guarda los amortiguadores serán del tipo "stockbridge" y su colocación  
32 medida desde la boca de la grapa y entre amortiguadores será la que determine el estudio  
33 de amortiguamiento que haga el Inversionista, copia del cual le será entregada al  
34 Interventor.

#### 35 **4.4.8 Cimentaciones**

36  
37  
38 Para los fines pertinentes, el Interventor revisará los resultados de las memorias de cálculo  
39 de las cimentaciones propuestas, que deberá hacerse considerando la metodología  
40 establecida por el ASCE en la última revisión del documento "*Guidelines for Electrical*  
41 *Transmission Line Structural Loading – Practice 74*" para la evaluación de las cargas y para  
42 el diseño estructural del concreto, la metodología del Código Colombiano de Construcción  
43 Sismo resistente NSR 10, así este último no aplique para la evaluación de las cargas en

1 torres y fundaciones de líneas de transmisión; para estos documentos, si es del caso, se  
2 deberán tener en cuenta las actualizaciones posteriores previas al inicio de las obras. Los  
3 diseños de cimentaciones para las torres de una línea de transmisión deben hacerse  
4 considerando los resultados de los estudios de suelos que mandatoriamente debe adelantar  
5 el Inversionista en todos los sitios de torre, y las cargas a nivel de cimentación más críticas  
6 que se calculen a partir de las cargas mostradas en los árboles de cargas de diseño de  
7 cada tipo de estructura.

#### 8 9 **4.4.9 Canalizaciones, cajas e instalación de cables para tramos de líneas** 10 **subterráneas o submarinas**

11  
12 De acuerdo con el numeral 22.12 del RETIE las canalizaciones para los tramos  
13 subterráneos podrán realizarse mediante ductos, o enterramiento directo (si se requiere),  
14 sin embargo dadas las dificultades para realizar las excavaciones sin obstaculizar el uso  
15 normal de tales vías, el Inversionista podrá considerar la posibilidad de utilizar el sistema  
16 de perforación dirigida. En la escogencia e instalación del tipo de canalización, se deben  
17 evaluar las condiciones particulares de la instalación y su ambiente y aplicar los elementos  
18 más apropiados teniendo en cuenta los usos permitidos y las prohibiciones, así como  
19 contar con los permisos de los propietarios o de las autoridades competentes según  
20 corresponda.

21  
22 Los ductos se colocarán, con pendiente mínima del 0,1% hacia las cámaras de inspección,  
23 y con una profundidad de enterramiento que cumpla con normas técnicas internacionales  
24 o de reconocimiento internacional para este tipo de líneas.

25  
26 Para cables de enterramiento directo, el fondo de la zanja será una superficie firme, lisa,  
27 libre de discontinuidades y sin obstáculos. El cable se dispondrá con una barrera de  
28 protección contra el deterioro mecánico. A una distancia entre 20 y 30 cm por encima del  
29 cable deben instalarse cintas de identificación o señalización no degradables en un tiempo  
30 menor a la vida útil del cable enterrado.

31  
32 Todas las transiciones entre tipos de cables, las conexiones en los extremos o las  
33 derivaciones, deben realizarse en cámaras o cajas de inspección cuya construcción y sus  
34 sistemas de drenaje garanticen que ellas pueden mantenerse sin presencia de agua en su  
35 interior. Las dimensiones internas útiles de las cajas o cámaras de paso, derivación,  
36 conexión o salida deben ser adecuadas para la ejecución de empalmes, realizar las curvas  
37 de los cables cumpliendo con el radio de curvatura mínimo recomendado por el fabricante  
38 del cable y permitir el tendido en función de la sección de los conductores. Los cables deben  
39 quedar debidamente identificados dentro de las cámaras de inspección.

40  
41 Las tapas de las cajas, podrán ser prefabricadas, siempre que sean de materiales  
42 resistentes a la corrosión, que resistan impacto y aplastamiento, dependiendo del ambiente



1 y el uso del suelo donde se instalen, lo cual debe demostrarse mediante el cumplimiento de  
2 una norma técnica para ese tipo de producto, tal como la ANSI/STCE 77.

#### 3 4 **4.4.10 Señalización Aérea**

5  
6 El Inversionista deberá investigar con la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil  
7 (Aerocivil), las empresas petroleras que operan proyectos petroleros en la región, si existen,  
8 la Fuerza Aérea de Colombia, FAC, u otros posibles actores, la existencia de aeródromos  
9 o zonas de tránsito de aeronaves de cualquier índole (particulares, militares, de fumigación  
10 aérea, etc) que hagan imperioso que la línea lleve algún tipo de señales que impidan  
11 eventuales accidentes originados por la carencia de ellos.

12  
13 Se mencionan en su orden: la pintura de las estructuras según norma de Aerocivil; balizas  
14 de señalización aérea ubicadas en el cable de guarda en vanos específicos y/o faros  
15 centelleantes en torres en casos más severos.

#### 16 17 **4.4.11 Desviadores de vuelo para aves**

18  
19 Es responsabilidad del Inversionista identificar la necesidad de instalar desviadores de  
20 vuelo para aves.

#### 21 22 **4.4.12 Obras Complementarias**

23  
24 El Interventor informará a la UPME acerca del cumplimiento de requisitos técnicos del  
25 diseño y construcción de todas las obras civiles que garanticen la estabilidad de los sitios  
26 de torre, protegiendo taludes, encauzando aguas, etc., tales como muros de contención,  
27 tablestacados o trinchos, cunetas, filtros, obras de mitigación, control de efectos  
28 ambientales y demás obras que se requieran.

#### 29 30 **4.5 Informe Técnico**

31  
32 El Interventor verificará que el Inversionista suministre los siguientes documentos técnicos,  
33 en igual forma a lo requerido para las líneas, de acuerdo con lo establecido en el numeral 3  
34 de la Resolución CREG 098 de 2000 o como se establezca en resoluciones posteriores a  
35 esta, durante las respectivas etapas de construcción de las líneas de transmisión del  
36 Proyecto:

- 37  
38 - Informes de diseño de acuerdo con el numeral 3.1 de la Resolución CREG 098 de  
39 2000.  
40 - Planos definitivos de acuerdo con el numeral 3.2 de la Resolución CREG 098 de  
41 2000.  
42 - Materiales utilizados para la construcción de las líneas del Proyecto de acuerdo con  
43 el numeral 3.3 de la Resolución CREG 098 de 2000.

- 1 - Servidumbres de acuerdo con el numeral 3.4 de la Resolución CREG 098 de 2000.
- 2 - Informe mensual de avance de obras de acuerdo con el numeral 3.5.1 de la
- 3 Resolución CREG 098 de 2000.
- 4 - Informe final de obra de acuerdo con el numeral 3.5.2 de la Resolución CREG 098
- 5 de 2000.

## 5. ESPECIFICACIONES PARA LAS SUBESTACIONES

Las siguientes son las especificaciones técnicas para la subestación La Marina 110 kV (operando inicialmente a 66 kV).

### 5.1 General

La información específica referente a subestaciones, remitida por los propietarios de la infraestructura existente, como costos de conexión, datos técnicos y planos, serán suministrados por la UPME conforme lo establece el numeral 9 del presente Anexo.

#### 5.1.1 Predio de las subestaciones

##### Subestación La Marina 110 kV (operando inicialmente a 66 kV):

El predio de la nueva subestación La Marina 110 kV (operando inicialmente a 66 kV) será el que adquiera el Inversionista Adjudicatario. Sin embargo su ubicación está limitada al polígono descrito por los siguientes vértices:

- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| 1 | 10°24'05,35" N – 75°33'29,16" O. |
| 2 | 10°24'32,02" N – 75°33'06,74" O. |
| 3 | 10°24'52,50" N – 75°33'03,93" O. |
| 4 | 10°25'06,32" N – 75°33'08,35" O. |
| 5 | 10°25'08,07" N – 75°33'05,81" O. |
| 6 | 10°25'03,35" N – 75°33'00,25" O. |
| 7 | 10°24'43,21" N – 75°32'44,58" O. |
| 8 | 10°24'01,63" N – 75°33'10,10" O. |
| 9 | 10°23'53,67" N – 75°33'18,41" O. |

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

1  
2 En el predio para el desarrollo del Proyecto, el Inversionista seleccionado deberá analizar  
3 todos los posibles riesgos físicos y tenerlos en cuenta. Se debe elaborar un documento  
4 soporte, el cual deberá ser puesto a consideración del Interventor y de la UPME y hará  
5 parte de las memorias del proyecto.

6  
7 El Inversionista deberá dotar la nueva Subestación La Marina 110 kV del espacio físico  
8 necesario para la construcción de las obras objeto de la presente Convocatoria Pública  
9 UPME STR 03 – 2019 y los espacios de reserva definidos en el numeral 5.1.5.

10  
11 A nivel de referencia se pueden considerar las siguientes opciones, no obstante, será  
12 responsabilidad del Inversionista la gestión predial, adquisición y adecuaciones a que haya  
13 lugar:

- 14
- 15 • Borde sur Base Naval. Esquina de Av. Sucre con Cra 3. 2622 m<sup>2</sup>.
- 16 • Doble Acceso. a medio recorrido entre Calle 8 y 9, con acceso doble por el Malecón  
17 y la Av. San Martín. 2780 m<sup>2</sup>.
- 18 • Información adicional de estas dos opciones se puede consultar en el oficio con  
19 radicado UPME 20171530044411 que se ubica en los documentos relacionados de  
20 la presente Convocatoria Pública.
- 21

22 A modo informativo, el Inversionista podrá consultar los Documentos **“ANÁLISIS DEL**  
23 **ÁREA DE ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO**  
24 **SUBESTACIÓN LA MARINA 110 kV (OPERANDO INICIALMENTE A 66 kV) Y LÍNEAS**  
25 **DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS, OBJETO DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME**  
26 **STR 03-2018 DEL PLAN DE EXPANSIÓN 2014-2028”**, los cuales suministran información  
27 de referencia. El objeto de estos documentos es identificar de manera preliminar las  
28 posibilidades y condicionantes físicos, ambientales y sociales, constituyéndose en  
29 documentos ilustrativos para los diferentes Interesados, sin pretender determinar o definir  
30 rutas. Es responsabilidad del Inversionista en asumir su integridad los riesgos inherentes a  
31 la ejecución del Proyecto, para ello deberá validar la información, realizar sus propios  
32 estudios y consultas ante las Autoridades competentes, entre otras.

### 33

#### 34 **5.1.2 Espacios de Reserva**

35  
36 La nueva Subestación La Marina 110 kV (operada inicialmente a 66 kV) deberá incluir  
37 espacios de reserva de la siguiente manera:

38  
39 **Espacios de reserva a cargo del Inversionista y que deben ser incluidos en el costo**  
40 **de la presente Convocatoria:** Los espacios de reserva, aquí señalados, son objeto de la  
41 presente Convocatoria Pública UPME STR 03 – 2019 y por lo tanto deben ser adecuados  
42 y dotados, como mínimo, con la Infraestructura civil y equipos constitutivos de la

1 infraestructura y módulo común descrito en el Numeral 5.1.4 del presente Anexo 1; sin  
2 embargo, los equipos eléctricos no son parte de la presente Convocatoria:

- 3
- 4 • Espacio para la futura instalación de cuatro (4) bahías a 110 kV (operadas  
5 inicialmente a 66 kV), en tecnología GIS.
- 6 • Espacio para facilidades necesarias que permitan el uso de los espacios  
7 (mencionados en los anteriores puntos) e instalación de los correspondientes  
8 equipos, como por ejemplo cárcamos, zonas de circulación y cargue/descargue,  
9 tableros de control y protecciones, casa de control, etc, sin limitarse a estos.

10

11 A pesar que los equipos eléctricos relacionados con los anteriores espacios de reserva no  
12 son parte de la presente Convocatoria, el Inversionista deberá entregar a la Interventoría y  
13 a la UPME los documentos de Ingeniería Básica que trata el numeral 5.4.1 del presente  
14 Anexo 1. Estos espacios de reserva pueden ubicarse en uno o varios niveles, esto según  
15 los criterios de diseño, disposición de equipos, limitaciones de espacios, tecnología usada,  
16 etc, propuestas por el Inversionista. En caso de usarse varios niveles, sí alguno o todos los  
17 espacios de reserva se ubican por debajo del nivel del suelo, el inversionista deberá  
18 entregar el área construida y lista para su uso en la futura instalación de equipos. En caso  
19 de usarse varios niveles, sí alguno o todos los espacios de reserva se ubican por encima  
20 del nivel del suelo y en un segundo nivel y/o superiores, no se deberá entregar el área  
21 construida y lista para su uso en la futura instalación de equipos, sin embargo las obras  
22 civiles de las bases, el primer nivel, y demás elementos que permitan la construcción futura  
23 del segundo nivel y/o superiores son responsabilidad del Inversionista, en ese sentido los  
24 diseños y construcción deberán incluir las cargas futuras de los niveles superiores y deberá  
25 entregar a la Interventoría y a la UPME, los permisos y licencias emitidos por las autoridades  
26 competentes para la construcción de esos niveles superiores, que son propuestos por el  
27 Inversionista para el cumplimiento de los espacios de reserva exigidos en el presente  
28 numeral. En cualquier caso, todo será sujeto a revisión y verificación de cumplimiento a lo  
29 exigido en los DSI, por parte de la Interventoría y de la UPME.

30

31 **Otros espacios de reserva a cargo del Inversionista y que NO deben ser incluidos en**  
32 **el costo de la presente Convocatoria:** Los espacios de reserva, aquí señalados son  
33 adicionales a los ya mencionados y deben ser garantizados por la presente Convocatoria  
34 Pública UPME STR 03 – 2019 para su uso por parte del SDL, sin embargo el pago de los  
35 costos asociados a estos espacios, las obras, equipos y en general a todo lo relacionado  
36 con la conexión del SDL al STR está a cargo del Operador de Red del área quien es el  
37 responsable del desarrollo del SDL:

- 38
- 39 • La futura instalación de tres (3) bahías de transformación a 110 kV (operando  
40 inicialmente a 66 kV), en tecnología GIS.
- 41 • La futura instalación de tres (3) transformadores trifásicos de potencia 66/13.8 kV  
42 de 30 MVA cada uno.
- 43 • Espacio para celdas de media tensión.

- 1       • Espacio para facilidades necesarias que permitan el uso de los espacios  
2       (mencionados en los anteriores puntos) e instalación de los correspondientes  
3       equipos, como por ejemplo cárcamos, fosos colectores de aceites, zonas de  
4       circulación y cargue/descargue, muros cortafuego, tableros de control y  
5       protecciones, casa de control, etc, sin limitarse a estos.  
6

7       No obstante, el Inversionista podrá llegar a acuerdos con diferentes interesados como  
8       Operadores de Red o generadores o grandes consumidores con el fin de prever espacios  
9       de reserva para otros futuros desarrollos, sin que ello sea objeto de la presente  
10       Convocatoria Pública.

11  
12       Se debe garantizar que los espacios de reserva en las Subestaciones existentes o nuevas  
13       no se verán afectados o limitados para su utilización, por infraestructura (equipos, línea,  
14       edificaciones, etc.) objeto de la presente Convocatoria Pública.  
15

16       Se aclara que en cualquier caso, las obras escritas en el numeral 2 del Anexo 1 y los  
17       espacios de reserva solicitados en el presente numeral deben ubicarse en el mismo predio  
18       o en predios contiguos.  
19

20       El Inversionista deberá dejar adecuado el terreno para la fácil instalación de los equipos en  
21       los espacios de reserva objeto de la presente Convocatoria Pública, es decir, deberá dejar  
22       explanado y/o nivelado el terreno de los espacios de reserva y deberá realizar las obras  
23       civiles básicas necesarias para evitar que dicho terreno se deteriore. Adicionalmente, tanto  
24       los espacios de reserva como las obras básicas asociadas, deberán estar incluidas dentro  
25       del mantenimiento, reparaciones, adecuaciones o nuevas obras que el Inversionista realice  
26       a la Subestación garantizando en todo momento que el terreno continua siendo adecuado  
27       para la fácil instalación de los equipos en los espacios de reserva, hasta tanto sean  
28       ocupados.  
29

30       El Transmisor Regional preparará un documento en el cual se indiquen las características  
31       de los espacios de reserva establecidos en el presente numeral y los planos con la  
32       disposición propuesta de los espacios de reserva para la ubicación futura de las bahías y/o  
33       equipos. Esto deberá ser entregado al Interventor quien verificará el cumplimiento de las  
34       exigencias para los espacios de reserva.  
35

### 36       **5.1.3 Conexiones con Equipos Existentes**

37

38       El Inversionista seleccionado deberá proveer los equipos necesarios para hacer  
39       completamente compatibles los equipos en funcionalidad y en aspectos de  
40       comunicaciones, control y protección, con la infraestructura existente que pueda verse  
41       afectada por el desarrollo del Proyecto.  
42

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

#### 5 6 **5.1.4 Servicios Auxiliares**

7  
8 El Inversionista seleccionado deberá proveer los servicios auxiliares en AC y DC suficientes  
9 para la topología de las Subestaciones, cumpliendo con lo señalado en el numeral 3.1 del  
10 presente Anexo 1.

#### 11 12 **5.1.5 Infraestructura y Módulo Común**

13  
14 El Inversionista seleccionado deberá implementar todas las obras y equipos constitutivos  
15 del módulo común como se describe a continuación:

16  
17 El Inversionista debe prever el espacio necesario para edificios, equipos y obras del  
18 desarrollo inicial y los espacios de reserva para futuros desarrollos, objeto de la presente  
19 Convocatoria Pública, junto con los espacios de acceso, vías internas, etc, según se  
20 requiera, considerando la disponibilidad de espacio en los predios y las eventuales  
21 restricciones o condicionantes que establezca el ordenamiento territorial en el área,  
22 igualmente estarán a cargo del Inversionista las vías de acceso al predio de la subestación  
23 y/o adecuaciones que sean necesarias.

24  
25 El Inversionista deberá suministrar todos los elementos necesarios para la infraestructura y  
26 módulo común en la subestación y/o adecuaciones que sean necesarias, es decir las obras  
27 civiles y los equipos que sirven a la subestación y que son utilizados por todas las bahías  
28 de la subestación, inclusive aquellas futuras que no son objeto de la presente Convocatoria  
29 Pública. La infraestructura y módulo común de la nueva subestación, estarán conformados  
30 como mínimo por los siguientes componentes:

- 31  
32
- 33 • **Infraestructura civil:** En el caso de las obras a cargo del Inversionista y para los  
34 espacios de reserva, está compuesta por, las vías de acceso a la subestación, las  
35 vías internas de acceso a los patios de conexiones y la adecuación del terreno para  
36 los espacios de reserva, alcantarillado, barreras de protección y de acceso al predio,  
37 todos los cerramientos para seguridad del predio, filtros y drenajes, pozo séptico y  
38 de agua y/o conexión a acueductos/alcantarillados vecinos, si existen, alumbrado  
39 interior y exterior y cárcamos comunes, y en general, todas aquellas obras civiles  
40 utilizadas de manera común en la subestación. En el caso particular de las obras a  
41 cargo del Inversionista, es su responsabilidad el proveer todo lo necesario para su  
42 construcción, protección física, malla de puesta a tierra, etc, y deberá considerar  
43 espacio suficiente en los cárcamos y demás elementos construidos en la presente  
Convocatoria y que servirán de manera común a los espacios de reserva, según la

1 propuesta que realice el Inversionista de conformidad con el numeral 5.1.2. Para los  
2 espacios de reserva se aclara que no deberán ser provistos de malla de puesta a  
3 tierra en la presente Convocatoria, pero si se deberán proveer los puntos de  
4 conexión para la ampliación de la malla de puesta a tierra para las futuras  
5 instalaciones.  
6

- 7 • **Equipos:** Todos los equipos necesarios para las obras descritas en el Numeral 2  
8 del presente Anexo 1. Se incluyen, entre otros, los sistemas de automatización, de  
9 gestión de medición, de protecciones, control y el sistema de comunicaciones propio  
10 de cada subestación, los materiales de la malla de puesta a tierra, apantallamiento  
11 y los equipos para los servicios auxiliares AC y DC, los equipos de conexión, todo  
12 el cableado necesario y las obras civiles asociadas. Se aclara que para los espacios  
13 de reserva no deberá suministrarse ningún elemento particular, sin embargo los  
14 equipos instalados por la presente Convocatoria si deberá considerar capacidad o  
15 espacio (físico, servicios auxiliares, protecciones, control, etc) suficiente para recibir  
16 la conexión de todos los elementos del STR que a futuro ocuparán los espacios de  
17 reserva. Se aclara que particularmente la protección diferencial de barras si deberá  
18 tener espacio suficiente para la conexión de todas las bahías a 110 kV (operando  
19 inicialmente a 66 kV) actuales y futuras, señaladas en el presente Anexo 1.  
20

21 La Interventoría analizará todas las previsiones que faciliten la evolución de las obras  
22 descritas en el Numeral 2 del presente Anexo 1, e informará a la UPME el resultado de su  
23 análisis.  
24

25 La medición para efectos comerciales, se sujetará a lo establecido en la regulación  
26 pertinente, en particular el Código de Medida (Resolución CREG 038 de 2014 o aquella que  
27 la modifique o sustituya).  
28

## 29 **5.2 Normas para Fabricación de los Equipos**

30 El Inversionista seleccionado deberá suministrar equipos en conformidad con la última  
31 edición de las Normas *International Electrotechnical Commission – IEC*, *International*  
32 *Organization for Standardization – ISO*, *ANSI – American National Standards Institute*,  
33 *International Telecommunications Union – ITU-T*, *Comité International Spécial des*  
34 *Perturbations Radioélectriques – CISPR*.  
35  
36

## 37 **5.3 Condiciones Sísmicas de los equipos**

38 Los suministros deberán tener un nivel de desempeño sísmico Clase III de acuerdo con la  
39 publicación IEC 60068-3-3 “*Guidance Seismic Test Methods for Equipments*” o de acuerdo  
40 con la publicación IEEE-693 *Recommended Practice for Seismic Design of Substations*, la  
41 de mayores exigencias. El Inversionista seleccionado deberá entregar copias al Interventor  
42

1 de las memorias de cálculo en donde se demuestre que los suministros son aptos para  
2 soportar las condiciones sísmicas del sitio de instalación.  
3

#### 4 **5.4 Procedimiento General del Diseño**

5  
6 Este procedimiento seguirá la siguiente secuencia:  
7

- 8 **a)** Inicialmente, el Inversionista seleccionado preparará las Especificaciones Técnicas del  
9 Proyecto, que gobernarán el desarrollo total del Proyecto.  
10

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

31 Las Especificaciones Técnicas podrán desarrollarse, en forma parcial y continuada, de  
32 tal forma que se vayan definiendo paso a paso todos los aspectos del Proyecto, para  
33 lograr en forma acumulativa el Código Final que vaya rigiendo el Proyecto.  
34

35 Todas las actividades de diseño, suministro, construcción, montaje y pruebas deben  
36 estar incluidas en las especificaciones técnicas del Proyecto. El Interventor presentará  
37 un informe a la UPME en el que se detalle y se confirma la inclusión de todas y cada  
38 una de las actividades mencionadas. No podrá adelantarse ninguna actividad sin que  
39 antes haya sido incluida la correspondiente característica o Especificación en las  
40 Especificaciones Técnicas del Proyecto.  
41

- 42 **b)** Las Especificaciones Técnicas del Proyecto serán revisadas por el Interventor, quien  
43 hará los comentarios necesarios, recomendando a la UPME solicitar todas las

1 aclaraciones y justificaciones por parte del Inversionista seleccionado. Para lo anterior  
2 se efectuarán reuniones conjuntas con el fin de lograr los acuerdos modificatorios que  
3 deberán plasmarse en comunicaciones escritas.  
4

5 c) Con base en los comentarios hechos por el Interventor y acordados con el Inversionista  
6 seleccionado, este último emitirá la nueva versión de las Especificaciones Técnicas del  
7 Proyecto.  
8

9 d) Se efectuarán las revisiones necesarias hasta llegar al compendio final, que será el  
10 documento de cumplimiento obligatorio.  
11

12 En esta especificación, se consignará la lista de documentos previstos para el Proyecto  
13 representados en especificaciones, catálogos, planos, memorias de cálculos y reportes de  
14 pruebas.  
15

16 Los documentos serán clasificados como: documentos de Ingeniería Básica; documentos  
17 de Ingeniería de Detalle; memorias de cálculos a nivel de Ingeniería Básica y de Detalle;  
18 documentos de seguimiento de los Suministros; y documentos que especifiquen la pruebas  
19 en fábrica y en campo; los procedimientos de montaje y puesta en servicio y la operación y  
20 mantenimiento.  
21

22 La lista y clasificación de la documentación debe ser preparada por el Inversionista  
23 seleccionado y entregada a la Interventoría para revisión.  
24

#### 25 **5.4.1 Los documentos de Ingeniería Básica**

26

27 Son aquellos que definen los parámetros básicos del Proyecto; dan a conocer el  
28 dimensionamiento del mismo; determinan las características para la adquisición de equipos;  
29 especifican la filosofía de comunicaciones, control, medición y protección; establecen la  
30 implantación física de las obras; especifican las previsiones para el desarrollo futuro del  
31 Proyecto; establecen las reglas para efectuar la Ingeniería de Detalle e incluye las  
32 memorias de cálculos que soportan las decisiones de Ingeniería Básica.  
33

34 Todos los documentos de Ingeniería Básica serán entregados por el Inversionista  
35 seleccionado al Interventor para su revisión, verificación del cumplimiento de condiciones y  
36 para conocimiento de la UPME. Sobre cada uno de estos documentos, la Interventoría  
37 podrá solicitar aclaraciones o justificaciones que estime conveniente, haciendo los  
38 comentarios respectivos al Inversionista seleccionado y a la UPME la respectiva  
39 recomendación si es del caso.  
40

41 La siguiente es la lista de documentos y planos mínimos de la ingeniería básica:  
42

1 **5.4.1.1 Memorias de cálculo electromecánicas**

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

17

18 **5.4.1.2 Especificaciones equipos**

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

34

35 **5.4.1.3 Características técnicas de los equipos**

- 36
- 37 • Características técnicas, equipos.
- 38 - Interruptores
- 39 - Seccionadores.
- 40 - Transformadores de corriente.
- 41 - Transformadores de tensión.
- 42 - Descargadores de sobretensión.

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

#### 10 11 **5.4.1.4 Planos electromecánicos**

- 12
- 13 • Diagrama unifilar de la subestación
- 14 • Diagrama unifilar con características de equipos
- 15 • Diagrama unifilar de protecciones.
- 16 • Diagrama unifilar de medidas.
- 17 • Diagrama unifilar servicios auxiliares ac
- 18 • Diagrama unifilar servicios auxiliares dc.
- 19 • Arquitectura sistema de control de la subestación.
- 20 • Planimetría del sistema de apantallamiento
- 21 • Planimetría del sistema de puesta a tierra.
- 22 • Planos en planta de ubicación de equipos.
- 23 • Planos vista en cortes de equipos.
- 24 • Planos ubicación de equipos en sala de control.
- 25 • Elevación general de edificaciones y equipos.
- 26 • Planimetría del sistema de apantallamiento.
- 27 • Planos de ruta de bandejas porta-cables, cárcamos y tuberías.
- 28 • Planimetría general alumbrado y tomacorrientes, interior, exterior.
- 29

#### 30 **5.4.1.5 Planos de obras civiles**

- 31
- 32 • Plano localización de la subestación.
- 33 • Plano disposición de bases de equipos.
- 34 • Planos cimentación del transformador de potencia.
- 35 • Plano cimentación de equipos y pórticos.
- 36 • Plano base cimentación del transformador de potencia.
- 37 • Plano de drenajes de la subestación.
- 38 • Plano de cárcamos y ductos para cables en patio.
- 39 • Plano de cárcamos y ductos para cables en sala de control.
- 40 • Planos casa de control.
- 41 • Plano disposición de bases para equipos en sala de control.

- Plano cerramiento de la subestación.
- Plano obras de adecuación.

#### 5.4.1.6 Estudios y trabajos de campo

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

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

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

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

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

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

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

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

1 **5.4.2.1 Cálculos detallados de obras civiles**

- 2
- 3 • Criterios básicos de diseño de obras civiles.
- 4 • Dimensiones y pesos de equipos.
- 5 • Memorias de cálculo estructural para cimentación del transformador de potencia.
- 6 • Memorias de cálculo estructural para las cimentaciones de equipos de patio.
- 7 • Memorias de cálculo estructural para cimentación de la caseta de control.
- 8 • Memoria de cálculo muro de cerramiento
- 9 • Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras soporte de equipos.
- 10 • Memorias de cálculo estructural para canaletas de cables eléctricos exteriores y
- 11 cárcamos interiores en caseta de control.
- 12 • Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras de pórticos de líneas y
- 13 barrajes.
- 14 • Memorias de cálculo para vías, parqueos y zonas de maniobra en pavimento
- 15 rígido.
- 16 • Memoria de cálculo estructural para canaletas de cables exteriores e interiores en
- 17 casa de control.
- 18 • Memoria de cálculo para el sistema de drenaje de aguas lluvias.
- 19 • Memoria de cálculo sistema de acueducto.
- 20

21 **5.4.2.2 Planos de obras civiles**

- 22
- 23 • Planos para construcción de bases para equipos
- 24 • Planos estructurales con árboles de carga para construcción de estructuras
- 25 soporte para equipos y pórticos a 110 kV.
- 26 • Planos para construcción de cimentaciones para equipos y transformador de
- 27 potencia.
- 28 • Planos para construcción de cárcamos de cables, ductos y cajas de tiro.
- 29 • Planos para construcción de acabados exteriores
- 30 • Planos para construcción del sistema de drenajes y aguas residuales
- 31 • Planos estructurales para construcción de caseta de control, ubicación bases de
- 32 tableros, equipos y canales interiores.
- 33 • Planos arquitectónicos y de acabados para la caseta de control.
- 34 • Planos para construcción de vías
- 35

36 **5.4.2.3 Diseño detallado electromecánico**

37

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

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

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

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

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

1 aunque ella no esté explícitamente citada en estas especificaciones y en un todo de  
2 acuerdo con lo establecido en las Normas Nacionales e Internacionales, aplicables al  
3 diseño y montaje de éste tipo de instalaciones.  
4

5 El Inversionista deberá entregar a la Interventoría para su revisión y verificación la  
6 información y planos según el Programa de Entrega de Documentación Técnica  
7 aprobado, el cual deberá contener como mínimo la siguiente documentación:  
8

9 **a. Sistema de puesta a tierra:**

- 10 • Planos de malla de puesta a tierra planta y detalles de conexiones a equipos y  
11 estructuras.  
12 • Lista de materiales referenciados sobre planos.  
13 • Plano de conexión de equipos interior y tableros a la malla de tierra, detalles.  
14 • Memorias de cálculo de diseño de la malla de puesta a tierra.  
15 • Procedimiento para la medida de la resistencia de puesta a tierra, según el  
16 RETIE.  
17 • Procedimiento para la medida de las tensiones de paso y contacto, según el  
18 RETIE.  
19

20 **b. Equipos principales:**

- 21 • Equipos de Patio: Disposición general de la planta y cortes del patio de  
22 conexiones, incluyendo las distancias entre los centros (ejes) de los equipos.  
23 • Peso de cada uno de los equipos y localización del centro de masa con relación al  
24 nivel rasante del patio.  
25 • Características geométricas de equipos y peso de los soportes de equipos,  
26 sistemas de anclaje.  
27 • Diseño de las cimentaciones de los equipos de patio.  
28 • Dimensiones requeridas para canales de cables de potencia y cables de control.  
29 Diseño civil de los canales de cables.  
30 • Diseño geométrico y sistemas de fijación de las bandejas portacables y de ductos  
31 para cables entre los equipos y las bandejas.  
32 • Localización, geometría y sistemas de anclaje de los gabinetes de conexión.  
33

34 **c. Equipos de patio 110 kV:**

- 35 • Para equipos de corte, transformadores de medida, descargadores de  
36 sobretensión.  
37 - Diagramas eléctricos completos para control, señalización, etc, hasta borneras  
38 de interconexión.  
39 - Características técnicas definitivas, dimensiones y pesos.  
40 - Placas de características técnicas.  
41 - Información técnica complementaria y catálogos.  
42 - Manuales detallados para montaje de los equipos.

- 1 - Manuales detallados para operación y mantenimiento.  
2 - Protocolo de pruebas en fábrica.  
3 - Procedimiento para pruebas en sitio.  
4  
5 **d. Para tableros:**  
6 • Diagramas esquemáticos que incluyan todos los circuitos de c.a. y c.c.  
7 • Diagramas eléctricos completos hasta borneras de interconexión para circuitos de  
8 control, señalización y protección.  
9 • Lista de instrumentos de control medida, señalización, protecciones, fusibles, etc.,  
10 que serán instalados en los tableros, suministrando información técnica y  
11 catálogos respectivos con indicación clara del equipo suministrado.  
12 • Planos de disposición física de elementos y equipos dentro de los tableros.  
13 • Instrucciones detalladas de pruebas y puesta en servicio.  
14 • Elaboración de planos desarrollados, esquemáticos de control, protección, medida,  
15 telecontrol y teleprotección, incluyendo:  
16 - Diagramas de principio y unifilares  
17 - Diagramas de circuito  
18 - Diagramas de localización exterior e interior.  
19 - Tablas de cableado interno y externo.  
20 - Disposición de aparatos y elementos en tableros de control.  
21 - El Inversionista debe entregar al Interventor como mínimo, los siguientes  
22 diagramas de principio:  
23     ▪ Diagramas de protección y del sistema de gestión de los relés.  
24     ▪ Diagramas del sistema de control de la subestación.  
25     ▪ Diagramas de medición de energía.  
26     ▪ Diagramas lógicos de enclavamientos.  
27     ▪ Diagramas de comunicaciones.  
28 - Diagramas de bloque para enclavamientos eléctricos de toda la Subestación.  
29 - Listado de cables y borneras.  
30 - Planos de Interfase con equipos existentes.  
31 - Filosofía de operación de los sistemas de protección, control, sincronización,  
32 señalización y alarmas.  
33  
34 **e. Reportes de Pruebas:**  
35 - Treinta (30) días calendario posterior a la fecha en la cual se efectuó la última  
36 prueba, el Inversionista deberá suministrar a la Interventoría dos (2) copias que  
37 contengan cada uno un juego completo de todos los reportes de pruebas de  
38 fábrica por cada uno de los aparatos y equipos suministrados.  
39 Las instrucciones deberán estar en idioma español.  
40

### 5.4.3 Estudios del Sistema

41  
42

1 El Inversionista seleccionado deberá presentar al Interventor los estudios eléctricos que  
2 permitan definir los parámetros útiles para los diseños básicos y detallados; se destacan  
3 como mínimo la elaboración de los siguientes documentos técnicos y/o memorias de cálculo  
4 en lo que aplique:

- 5
- 6 - Condiciones atmosféricas del sitio de instalación, parámetros ambientales y  
7 meteorológicos, contaminación ambiental, estudios topográficos, geotécnicos, sísmicos  
8 y de resistividad.
- 9
- 10 - Cálculo de flechas y tensiones.
- 11
- 12 - Flujos de carga; estudios de corto circuito; estudio de estabilidad para determinar  
13 tiempos máximos de despeje de fallas; y cálculos de sobretensiones.
- 14
- 15 - Estudios de ajuste y coordinación de protecciones.
- 16
- 17 - Selección de aislamiento, incluye selección de descargadores de sobretensión y  
18 distancias eléctricas.
- 19
- 20 - Estudio de cargas ejercidas sobre las estructuras metálicas de soporte debida a sismo  
21 y a corto circuito.
- 22
- 23 - Selección de equipos, conductores para barrajes, cables de guarda y conductores  
24 aislados.
- 25
- 26 - Memoria de revisión de los enlaces de comunicaciones existentes.
- 27
- 28 - Memoria de resistividad del terreno y estudio de malla de puesta a tierra
- 29
- 30 - Estudio de apantallamiento contra descargas atmosféricas
- 31
- 32 - Dimensionamiento de los servicios auxiliares AC y DC.
- 33
- 34 - Informe de interfaces con equipos existentes.
- 35
- 36 - Estudios ambientales, programas del Plan de Manejo Ambiental, (PMA) de acuerdo con  
37 el Estudio de Impacto Ambiental (EIA).
- 38
- 39 - Ajustes de relés de protecciones, dispositivos de mando sincronizado y registradores  
40 de fallas.

41

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

- 1  
2 - Objeto del documento técnico o de la memoria de cálculo.  
3  
4 - Origen de los datos de entrada.  
5  
6 - Metodología para el desarrollo soportada en normas o estándares de amplio  
7 reconocimiento, por ejemplo en Publicaciones IEC, ANSI o IEEE.  
8  
9 - Resultados.  
10  
11 - Bibliografía.  
12

#### 13 **5.4.4 Distancias de Seguridad**

14 Las distancias de seguridad aplicables en las Subestaciones deben cumplir los lineamientos  
15 establecidos en el RETIE, en su última revisión y/o actualización.  
16  
17

### 18 **5.5 Equipos de Potencia**

#### 19 **5.5.1 Interruptores**

20 Los interruptores de potencia deben cumplir las prescripciones de la última edición de las  
21 siguientes normas, o su equivalente ANSI, según aplique al tipo de equipo a suministrar:  
22  
23

- 24
- 25 • IEC 62271 - 100: "High-Voltage Switchgear And Controlgear"
  - 26 • IEC 60694: "Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear  
27 standards".
  - 28 • IEC 60265: " High-voltage switches- Part 2; High-voltage switches for rated voltages of  
29 52 kV an above"
- 30

31 Los interruptores deberán estar diseñados de forma tal que puedan operar tanto a 66 kV  
32 como a 110 kV sin ningún problema.  
33

34 **Mecanismos de operación:** los armarios y gabinetes deberán tener como mínimo el grado  
35 de protección IP54 de acuerdo con IEC 60947-1 o su equivalente en ANSI, el mecanismo  
36 de operación será tipo resorte. No se permitirán fuentes centralizadas de aire comprimido  
37 o aceite para ninguno de los interruptores. Los circuitos de fuerza y control deben ser  
38 totalmente independientes.  
39

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

1  
2 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Inversionista seleccionado debe  
3 entregar una copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre interruptores iguales o  
4 similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 62271-100 o su  
5 equivalente en ANSI. Si el Inversionista seleccionado no dispone de estos documentos  
6 deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.

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

### 10 11 **5.5.2 Descargadores de Sobretensión**

12  
13 Los descargadores de sobretensión, deben cumplir las prescripciones de la última edición  
14 de las siguientes normas o su equivalente ANSI, según aplique al tipo de equipo a  
15 suministrar

- 16  
17 • IEC 60099-4: "Surge Arrester. Part 4: Metal oxide surge arresters without gaps for a.c.  
18 systems"
- 19 • IEC 61264: "Ceramic pressurized hollow insulators for high-voltage switchgear and  
20 controlgear".

21  
22 **Pruebas de rutina:** Los descargadores deben ser sometidos a las pruebas de rutina  
23 establecidas en la publicación IEC 60099-4 o su equivalente en ANSI. Copia de los  
24 respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para los fines que requiera la  
25 Interventoría.

26  
27 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Inversionista seleccionado debe  
28 entregar una copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre descargadores iguales o  
29 similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60099-4 o su  
30 equivalente en ANSI. Si el Inversionista seleccionado no dispone de estos documentos  
31 deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.

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

### 35 36 **5.5.3 Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra**

37  
38 Los seccionadores y seccionadores de puesta a tierra, deben cumplir las prescripciones de  
39 la última edición de las siguientes normas o su equivalente ANSI, según se aplique al tipo  
40 de equipo a suministrar:

- 41  
42 • IEC 62271-102: "Alternating current disconnectors and earthing switches", o su  
43 equivalente en ANSI.

- 1 • IEC 60273: "Characteristics of indoor and outdoor post insulators for systems with  
2 nominal voltages greater than 1000 V".  
3 • IEC 60694 "Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear standards".  
4

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

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

16 **Pruebas en Sitio:** Se deben efectuar las pruebas necesarias in situ para verificar las  
17 condiciones de estado y funcionamiento de los seccionadores de puesta a tierra.  
18

#### 19 5.5.4 Transformadores de Tensión

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

- 24
- 25 • IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su  
26 equivalente en ANSI.
  - 27 • IEC 60044-2: "Inductive Voltage Transformers"
  - 28 • IEC 60186, "Voltage Transformers", IEC 60358, "Coupling capacitor and capacitor  
29 dividers".  
30

31 Los transformadores de tensión podrán ser del tipo divisor capacitivo, para conexión entre  
32 fase y tierra o inductivo en función de las condiciones de la subestación. El soporte de tal  
33 elección deberá ser presentado al Interventor. La precisión de cada devanado debe  
34 cumplirse sin la necesidad de utilizar cargas externas adicionales. La precisión, deberá ser  
35 según normas IEC o su equivalente en ANSI, y específicamente, cumplir todos los  
36 requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG 025 de 1995, en su última revisión.  
37

38 **Pruebas de rutina:** Los transformadores de tensión deben ser sometidos a las pruebas de  
39 rutina establecidos en la publicación IEC 60186, sección 5 y 25, IEC 60358 cláusula 7.1.o  
40 su equivalente en ANSI. Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser  
41 presentados para fines pertinentes de la Interventoría.  
42

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

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

### 10 11 5.5.5 Transformadores de Corriente

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

- 16  
17 • IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su  
18 equivalente en ANSI.
- 19 • IEC 60044-1: "Current Transformers".

20  
21 Los transformadores de corriente deben ser de relación múltiple con cambio de relación en  
22 el secundario. Deben tener precisión 0.2s, según IEC o su equivalente en ANSI, y  
23 específicamente, cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG  
24 025 de 1995, en su última revisión.

25  
26 **Pruebas de rutina:** Los transformadores de corriente deben ser sometidos a las pruebas  
27 de rutina establecidos en la publicación IEC 60044-1 e IEC 60044-6 o su equivalente en  
28 ANSI, Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para fines  
29 pertinentes de la Interventoría.

30  
31 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Inversionista seleccionado debe  
32 entregar una copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre transformadores de  
33 corriente iguales o similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación  
34 IEC 60044-1 e IEC 60044-6, o su equivalente en ANSI. Si el Inversionista seleccionado no  
35 dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.

36  
37 **Pruebas en Sitio:** Se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las  
38 condiciones de estado y funcionamiento de los Interruptores de Potencia

### 39 40 5.5.6 Equipo GIS o Híbrido

1 En caso que el equipo propuesto por el Inversionista seleccionado sea GIS (Gas Insulated  
2 Substations) o Híbrido, además de cumplir con las normas antes mencionadas, debe  
3 cumplir la siguiente normatividad:  
4

5 Los equipos componentes de la celda compacta, híbrida o GIS, deberán cumplir con las  
6 características técnicas garantizadas que les aplique de los equipos individuales tal como  
7 lo indicado en estas especificaciones.  
8

- 9 • IEC60071-Insulation Coordination.
- 10 • IEC62271-203High voltage switchgear and controlgear.
- 11 • IEC60137-Insulated bushings above 1000V.
- 12 • IEC60270-Partial discharge measurement.
- 13 • IEC60376-Specification and acceptance of new SF6.
- 14 • IEC 60480-Guide for checking SF6.
- 15 • IEC62271-1-Common clauses or HV switchgear and controlgears standards.
- 16 • IEC60815-1/2-Guide for selection of insulators in respect of pulled conditions.
- 17 • IEC 62271-209-Cable connections of gas insulated metal-enclosed switchgears.
- 18 • IEC62271-303-Use and handling SF6 in HV switchgears and controlgears.
- 19 • IEC61639-Direct connection between GIS and power transformer.

20 |  
21 El equipo GIS será sometido a pruebas de rutina que consisten en pruebas de alta tensión,  
22 pruebas mecánicas y pruebas de gas.  
23

24 Se deben suministrar certificados de pruebas tipo de pruebas de alta tensión, prueba de  
25 temperatura, prueba de gas y prueba sísmica.  
26

### 27 **5.5.7 Sistema de puesta a tierra** 28

29 Todos los requerimientos para la malla de tierra de la Subestación, estarán de acuerdo a la  
30 última revisión de la publicación IEEE No.80-2013 "Guide for Safety and Alternating Current  
31 Substation Grounding" y a los requerimientos del RETIE en su última versión.  
32

33 La subestación estará provista con una instalación de malla de tierra, diseñada para que en  
34 condiciones normales y anormales, no se presente ningún peligro para el personal situado  
35 en cualquier lugar, al que tenga acceso.  
36

37 Todos los equipos, estructuras y accesorios metálicos se conectarán a tierra en el punto  
38 más cercano y conveniente.  
39

40 La malla de tierra se diseñará para cubrir efectivamente la subestación completa y al menos  
41 2 m más allá de la cerca o malla de cerramiento.  
42

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

#### 5.5.8 Apantallamiento de la Subestación

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

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

#### 5.6 Equipos de Control y Protección

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

##### 5.6.1 Sistemas de Protección

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

30 Cuando se instalen transformadores, su esquema de protección deberá consistir, como  
31 mínimo en un relé de protección con función diferencial de transformador, apta para  
32 proteger un transformador con devanado terciario cargable y con cambiador de tomas.  
33 Deberá disponer además de restricción de armónicos de segundo y quinto orden para  
34 corrientes de energización y condiciones de sobre excitación respectivamente. Deberá  
35 tener disponibilidad de al menos cuatro elementos de sobrecorriente, para la  
36 implementación de las funciones de sobrecorriente de respaldo de la función diferencial en  
37 cada uno de los devanados. Otras funciones de protección podrán ser implementadas de  
38 acuerdo con las prácticas propias de cada Transmisor. En este caso deberá considerarse  
39 también la protección diferencial de transformador correspondiente

41 Para la subestación nueva, el Sistema de Protecciones -SP- para las barras (diferencial de  
42 barras) deberá ser redundante con principio de operación diferente. Adicionalmente  
43 deberán seleccionarse de acuerdo con la configuración de la subestación. La alimentación



1 DC de cada sistema de protección debe ser independiente; las señales de corriente deben  
 2 ser tomadas, para cada SP, desde núcleos diferentes de los CT's y cada SP debe tener la  
 3 posibilidad de comandar disparo a ambas bobinas de los interruptores. Los SP diferenciales  
 4 de barra, deberán ser seleccionado considerando las bahías a construirse objeto de la  
 5 presente convocatoria y las ampliaciones futuras a 110 kV (futuras bahías a 110 kV  
 6 operando inicialmente a 66 kV) que se instalarán en los espacios de reserva, y deberán  
 7 permitir la conexión de CT's con diferentes relaciones de transformación. El inversionista  
 8 deberá implementar protección diferencial de barras multizona y de fase segregada para  
 9 las subestaciones nuevas.

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

19  
 20 El Interventor verificará e informará a la UPME el cumplimiento de requisitos de las  
 21 protecciones según la Resolución CREG 025 de 1995, anexo CC4, numeral 3.1 y sus  
 22 modificaciones.

23  
 24 **5.6.2 Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones**

25  
 26 La arquitectura del sistema de automatización estará constituida por los subsistemas y  
 27 equipos que conforman los niveles 0, 1, 2 y 3 según la siguiente arquitectura:  
 28

Nivel	Descripción	Modos de Operación
3	Corresponde a los sistemas remotos de información.  Comunicaciones e interfaces entre niveles 2 y 3.  Proporciona la comunicación entre el Sistema de Automatización y los sistemas remotos de información.	Es la facilidad que debe tener el sistema para ser tele-comandado y supervisado desde el centro de control remoto de acuerdo con las normas del CND.  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.
2	Corresponde al sistema de procesamiento del Sistema de Automatización, controladores de Subestación, almacenamiento de datos y el	Corresponde al mando desde las estaciones de operación localizadas en la Subestación. Este es el modo de

Nivel	Descripción	Modos de Operación
	<p>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>operación normal para la Subestación atendida. En el IHM se deberán tener despliegues gráficos que muestren en forma dinámica las condiciones de los enclavamientos para cada tipo de maniobra.</p>
	<p>Comunicaciones e Interfaces Nivel 2 y Nivel 1.</p> <p>Corresponde a la red de área local de la Subestación, la cual permite la comunicación entre los equipos de nivel 2, los controladores de Subestación, de bahía y otros IEDs de nivel 1.</p>	
1	<p>Controladores de bahía, que se encargan de la adquisición de datos, cálculos, acciones de control y procesamiento de la información relacionada con los dispositivos en cada campo y sistema de servicios auxiliares de la Subestación. A través del panel frontal de cada controlador de bahía, se debe proporcionar un nivel básico de acceso al personal de operación para la supervisión y control de los equipos de campo asociados al controlador respectivo.</p>	<p>Para el equipo de alta tensión y los servicios auxiliares, los modos corresponden al mando de los equipos de maniobra desde el controlador de bahía a través del panel frontal.</p> <p>Para subestaciones de tipo convencional, se deberá prever la utilización de casetas de patio.</p>
	<p>Comunicaciones e interfaces Nivel 1 y 0. Corresponde a la comunicación entre los controladores de bahía, los IEDs y al cableado convencional de las señales individuales de entrada y salida asociadas con los equipos de potencia en el patio de la Subestación. Deberá haber integración de las protecciones con el Sistema de Automatización.</p>	
0	<p>Conformado por los equipos de patio (interruptores, seccionadores, transformadores de potencia y de instrumentación, reactores, bancos de capacitores, etc.), por los servicios auxiliares de la Subestación (13,2 kV, 208/120 Vca, 125 Vcc, grupos electrógenos, inversores, cargadores, equipos, etc.), por los IEDs tales como relés de protección, medidores multifuncionales, registradores de fallas,</p>	<p>Corresponde al mando directamente desde las cajas de mando de los interruptores y seccionadores en el conjunto de equipos de potencia de las Subestaciones y para los servicios auxiliares desde sus propios gabinetes.</p> <p>Los medidores multifuncionales deben cumplir todos los requisitos técnicos</p>

Nivel	Descripción	Modos de Operación
	equipos de monitoreo, cajas de mando de equipos de maniobra y demás.	exigidos por la Resolución CREG 025 de 1995, en su última revisión, especialmente lo referente al Código de Medida y sus anexos.

1  
2 **5.6.2.1 Características Generales**  
3

4 Todos los equipos del sistema de automatización deberán cumplir con las norma IEC.  
5

6 El Inversionista seleccionado garantizará que la arquitectura del Sistema de Automatización  
7 permita la ampliación a medida que se expandan las Subestaciones y que sin cambios  
8 fundamentales en su arquitectura, permita cambios en la funcionalidad, hardware y  
9 software; también garantizará que el Sistema inter-opere (capacidad de intercambiar y  
10 compartir recursos de información) con IED's de diversos fabricantes, razón por la cual  
11 deberán utilizarse protocolos abiertos. El Transmisor Regional garantizará igualmente, que  
12 el Sistema de Control ofrezca una respuesta abierta y modular a las necesidades de  
13 protecciones, automatismos, control y monitoreo de la Subestación. Copia de toda la  
14 información relacionada con la arquitectura del Sistema de Automatización y con el Sistema  
15 de Control, deberá ser entregada por el Transmisor Regional al Interventor para la  
16 verificación de cumplimiento.  
17

18 Se entiende que todos los elementos auxiliares, equipos y servicios necesarios para la  
19 correcta operación y mantenimiento del sistema de control serán suministrados, sin  
20 limitarse al: hardware, software, GPS, programas para el IHM, trabajos de parametrización  
21 del sistema, etc.  
22

23 La arquitectura del sistema de control deberá estar basada en una red redundante a la cual  
24 se conectan los equipos que soportan las funciones de automatismo, monitoreo, protección  
25 y control. Se destacan las siguientes funciones:  
26

- 27
- Las redes de comunicación entre los controladores de bahía deberán ser de protocolo, que resulte compatible con las comunicaciones existentes.  
28
  - La arquitectura del sistema estará compuesta de equipos, que deben permitir:
    - Optimización de la integración funcional a través de intercambios rápidos entre equipos vía la red.  
29
    - Integrar los equipos de otros fabricantes con el Sistema de control y Automatización de la Subestación.  
30
  - La herramienta de gestión del sistema debe permitir por lo menos las siguientes funciones:  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38

- 1 ○ Gestión de las bases de datos del sistema.
- 2 ○ Permitir la integración de elementos futuros.
- 3 ○ Implementación de herramientas de seguridad y administración.
- 4 ○ Gestión del modo de funcionamiento de los equipos permitiendo la explotación
- 5 normal, el mantenimiento y/o paro de cada elemento del sistema sin perturbar ni
- 6 detener el sistema.
- 7 ○ Mantenimiento de cada equipo.
- 8 ○ Gestión de protecciones que permite verificar y dar parámetros a las protecciones
- 9 del sistema.

10  
11 Los IED de protección, los controladores de bahía, los controladores de Subestación y/o  
12 computadores del IHM deberán permitir la transmisión de información entre la Subestación  
13 y el CND o el centro de control remoto del Inversionista seleccionado (sean funciones de  
14 control, visualización o de mantenimiento). El Inversionista seleccionado es responsable  
15 por utilizar los protocolos de comunicación que el CND le exija y en general, todos los costos  
16 de implementación y coordinación de información a intercambiar con el CND son  
17 responsabilidad del Inversionista seleccionado.

18  
19 Las funcionalidades siguientes deben ser garantizadas por los controladores de  
20 Subestación:

- 21
- 22 • Transmisión de comandos del centro de control remoto hacia los equipos de la
- 23 Subestación.
- 24
- 25 • Sincronización satelital de todos los equipos de los sistemas de control, protecciones y
- 26 registro de fallas de la Subestación a través de una señal de sincronización proveniente
- 27 de un reloj GPS.
- 28
- 29 • Recuperación de información proveniente de los equipos hacia el centro de control
- 30 remoto (mediciones, alarmas, cambios de estado, etc.).
- 31

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

### 38 39 **5.6.3 Medidores multifuncionales**

40  
41 Las unidades de medición deben tomar sus señales de los transformadores de medida,  
42 para determinación de parámetros eléctricos tales como: tensión, corriente, potencia activa,  
43 potencia reactiva, factor de potencia y frecuencia. Deben contar con emisor de impulsos o

1 un sistema de registro comunicado con niveles superiores. Deben cumplir como mínimo  
2 con todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG 025 de 1995, en su  
3 última revisión, especialmente lo referente al Código de Medida y sus anexos.

#### 5.6.4 Controladores de Bahía

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

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

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

28 Deben también tener LED's de anuncio de alarma configurables. Deben contar con puertos  
29 para la comunicación.

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

#### 5.6.5 Controlador de los Servicios Auxiliares

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

40 Debe preparar y enviar la información asociada con los servicios auxiliares a la interfaz IHM  
41 y a los niveles superiores. Debe integrarse al sistema de control de la Subestación y estar  
42 sincronizados con todos los dispositivos de la Subestación. El controlador de servicios

1 auxiliares debe contar con un mímico amplio en LCD que permitirá las siguientes  
2 funcionalidades como mínimo:

- 3
- 4 • Despliegue del diagrama mímico de la bahía.
  - 5 • Despliegue de alarmas.
  - 6 • Despliegue de eventos.
  - 7 • Despliegue de medidas de tensión y de corriente.
  - 8 • Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de  
9 función.
  - 10 • Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.

11  
12 Deben también tener LED's de anuncio de alarma configurables. Deben contar con puertos  
13 para la comunicación.

#### 14 **5.6.6 Switches**

15  
16 Los switches o concentradores de datos de la red de control, deberán ser adecuados para  
17 operar en ambientes industriales y cumplir sin limitarse a ello, con los siguientes requisitos:

- 18
- 19 • Deberán cumplir con IEEE 1613 standard - "error free" networking device.
  - 20 • Deberán cumplir con IEC 61850-3 standard for networks in substations.
  - 21 • Deberá incluir las siguientes características de red:
    - 22 ○ IEEE 802.1d, message prioritization y rapid spanning tree en MAC Bridges
    - 23 ○ IEEE 802.1q VLAN
  - 24 • Deberán tener funciones de administración SNMP v2 y RMON.
  - 25 • Deberán soportar las condiciones de estabilidad bajo las condiciones de prueba  
26 descritas en las normas IEC 60068-2-6 e IEC 60068-2-27.
  - 27 • En caso de alguna discrepancia en las normas antes mencionadas, prevalecerá la más  
28 exigente.

29  
30 Los switches suministrados deberán contar con el número de puertos suficientes para  
31 conectar todos los equipos de las redes, tanto los equipos de control, como los de  
32 protección y medida.

#### 33 **5.6.7 Interfaz Nivel 2 - Nivel 1**

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

2

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

9

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

13

14 La comunicación de todos los equipos como controladores de bahía, IED's, registradores  
15 de eventos con el controlador de la Subestación debe ser redundante y con auto-  
16 diagnóstico en caso de interrupción de una cualquiera de las vías.

17

## 18 **5.6.8 Equipos y Sistemas de Nivel 2**

19

### 20 **5.6.8.1 Controlador de la Subestación**

21

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

30

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

38

### 39 **5.6.8.2 Registradores de Fallas**

40

41 Los registradores de falla deberán programarse de manera que al ocurrir una falla, la  
42 descarga del archivo con los datos de la falla, se realice automáticamente a un equipo de  
43 adquisición, procesamiento y análisis, en el cual se realizará la gestión de los registros de

1 falla provenientes de equipos instalados en las bahías del Proyecto, incluyendo  
2 almacenamiento, despliegue, programación e interrogación remota, cumpliendo con lo  
3 establecido en el Código de Redes CREG025 de 1995, en su última revisión.  
4

### 5 **5.6.8.3 Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación**

6

7 El sistema de supervisión local debe efectuar el monitoreo y control del proceso a través de  
8 una IHM conformada básicamente por computadores industriales y software tipo SCADA.  
9 Las pantallas o monitores de IHM deben ser suficientemente amplias para mostrar la  
10 información del proceso.  
11

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

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

### 39 **5.6.9 Requisitos de Telecomunicaciones**

40

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

## 5.7 Obras Civiles

Estará a cargo del Inversionista seleccionado la construcción de las obras civiles necesarias en la subestación, cumpliendo con el PMA del Proyecto o la Subestación. 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 verificará e informará a 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 verificará e informará a la UPME y hará el seguimiento correspondiente al cumplimiento de las normas técnicas. El Inversionista seleccionado deberá presentarle al Interventoría 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 de apantallamiento electromagnético tales como bajantes, platinas de cobre, varillas de puesta a tierra y redes de tierra.

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

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

### 6.1 Pruebas y Puesta en Servicio

Todos los equipos suministrados y montados deben ser sometidos a pruebas de campo tanto de aceptación para recepción, como individuales, funcionales, de puesta en servicio

1 y de energización de acuerdo con lo especificado por los fabricantes, la normatividad CREG  
2 vigente, los requisitos del Centro Nacional de Despacho CND y los acuerdos del Consejo  
3 Nacional de Operación C.N.O, en particular el Acuerdo 646 de 2013 o aquel que lo  
4 modifique o sustituya.

5  
6 Los registros de todas las pruebas (aceptación para recepción, individuales, funcionales,  
7 de puesta en servicio y de energización) se consignarán en “Protocolos de Pruebas”  
8 diseñados por el Inversionista seleccionado de tal forma que la Interventoría, pueda verificar  
9 el cumplimiento de los requisitos de la Regulación vigente y de las normas técnicas; por  
10 ejemplo: que se cumplen los enclavamientos y secuencias de operación tanto de alta  
11 tensión como de servicios auxiliares, que los sistemas de protección y control cumplen con  
12 la filosofía de operación en cuanto a polaridades, acciones de protecciones y demás.

13  
14 **Pruebas de puesta en servicio:** El Inversionista seleccionado debe efectuar las siguientes  
15 pruebas como mínimo, pero sin limitarse a estas y cumpliendo con el código de redes y los  
16 requerimientos del CND, vigentes:

- 17
- 18 • Direccionalidad de las protecciones de línea.
- 19
- 20 • Medición y obtención de los parámetros y las impedancias de secuencia de las líneas  
21 asociadas.
- 22
- 23 • Fallas simuladas monofásicas, trifásicas, cierre en falla con el fin de verificar el correcto  
24 funcionamiento de las protecciones, registro de fallas, telecomunicaciones, gestión de  
25 protecciones.
- 26
- 27 • Pruebas de conexión punto a punto con el CND.
- 28

29 **Pruebas de energización:** El Inversionista seleccionado será responsable por la ejecución  
30 de las pruebas de energización. Los Protocolos de las pruebas de energización deben ser  
31 verificados para los fines pertinentes por la Interventoría.

## 32 33 **6.2 Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio**

34  
35 La información requerida por CND para la puesta en servicio del Proyecto es la siguiente:

- 36
- 37 • Presentación del Proyecto al Centro Nacional de Despacho CND.
- 38 • Formatos con información técnica preliminar para la realización de estudios.
- 39 • Diagrama Unifilar.
- 40 • Estudio de ajuste y coordinación de protecciones de los equipos y el área de influencia  
41 del Proyecto.
- 42 • Lista disponible de señales de SCADA y requerimiento de comunicaciones.
- 43 • Cronograma de desconexiones y consignaciones.

- 1 • Cronograma de pruebas.
- 2 • Protocolo y formatos para la declaración de los parámetros del equipo y sus bahías con
- 3 información definitiva.
- 4 • Protocolo de energización.
- 5 • Inscripción como agente y de la frontera comercial ante el ASIC.
- 6 • Certificación de cumplimiento de código de conexión otorgado por el propietario del
- 7 punto de conexión.
- 8 • Carta de declaración en operación comercial.
- 9 • Formatos de Información técnica. Los formatos son corrientemente elaborados y
- 10 actualizados por el CND.

11

## 12 **7. ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN**

13

14 Según el Código de Operación del Sistema Interconectado Nacional (Resolución CREG

15 025 de 1995 y sus actualizaciones) y otra regulación de la CREG que sea aplicable.

16

## 17 **8. INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO**

18

19 Antes de que termine el contrato de interventoría, el Transmisor Regional debe entregar al

20 Interventor un documento con la información detallada para el planeamiento, según lo

21 requiere el Código de Planeamiento en sus apéndices, para que éste se la entregue a la

22 UPME.

23

## 24 **9. INFORMACIÓN ESPECÍFICA**

25

26 Información específica referente a la presente Convocatoria Pública, como costos de

27 conexión, datos técnicos y planos, serán suministrados por la UPME en formato digital en

28 lo posible a través de su página WEB junto con los presentes DSI o a solicitud de los

29 Interesados, mediante carta firmada por el Representante Legal o el Representante

30 Autorizado, indicando domicilio, teléfono, fax y correo electrónico.

31

32

## 33 **10. FIGURAS**

34

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

36

37 Figura 1 – Diagrama esquemático.

38

39 Figura 2 Unifilar subestación La Marina 110 kV (operando inicialmente a 66 kV).