

**ANEXO 1**

**DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO**

**CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 01 DE 2017**

**(UPME 01 – 2017)**

**SELECCIÓN DE UN INVERSIONISTA Y UN INTERVENTOR PARA EL DISEÑO,  
ADQUISICIÓN DE LOS SUMINISTROS, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y  
MANTENIMIENTO DE UNA BAHÍA DE TRANSFORMACIÓN DE 220 kV EN LA  
SUBESTACIÓN EL BOSQUE UBICADA EN EL DEPARTAMENTO DE BOLÍVAR**

**Bogotá D. C., Abril de 2017**

## 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 El Bosque 220 kV.....	7
9	2.2 Puntos de Conexión del Proyecto en la Subestación El Bosque 220 kV .....	7
10	2.1.1 Con el transformador 220/66 kV (convertible a 220/110 kV) .....	8
11	<b>3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES</b> .....	<b>9</b>
12	3.1 Parámetros del Sistema .....	9
13	3.2 Nivel de Corto Circuito .....	9
14	3.3 Materiales .....	10
15	3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible.....	10
16	3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión .....	10
17	3.6 Pruebas en Fábrica .....	11
18	<b>4. ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN</b> .....	<b>11</b>
19	4.1 General.....	11
20	5.1.1 Predio de la Subestación El Bosque 220 kV .....	12
21	5.1.2 Espacios de Reserva.....	12
22	5.1.3 Conexiones con Equipos Existentes.....	13
23	5.1.4 Servicios Auxiliares.....	13
24	5.1.5 Infraestructura y Módulo Común.....	13
25	4.2 Normas para Fabricación de los Equipos .....	15
26	4.3 Condiciones Sísmicas de los equipos .....	15
27	4.4 Procedimiento General del Diseño .....	15
28	5.4.1 Los documentos de Ingeniería Básica .....	17
29	5.4.2 Los documentos de la Ingeniería de Detalle .....	17
30	5.4.3 Estudios del Sistema .....	18
31	5.4.4 Distancias de Seguridad.....	19
32	4.5 Equipos de Potencia .....	19
33	5.5.1 Interruptores .....	19
34	5.5.2 Descargadores de Sobretensión.....	20
35	5.5.3 Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra.....	21
36	5.5.4 Transformadores de Tensión.....	21
37	5.5.5 Transformadores de Corriente.....	22
38	5.5.6 Equipo GIS o Híbrido.....	23
39	5.5.7 Sistema de Puesta A Tierra .....	23
40	5.5.8 Apantallamiento de la Subestación.....	24
41	4.6 Equipos de Control y Protección .....	24

1	5.6.1	Sistemas de Protección .....	24
2	5.6.2	Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones.....	25
3	5.6.3	Unidad de medición fasorial sincronizada - medidores multifuncionales .....	29
4	5.6.4	Controladores de Bahía .....	30
5	5.6.5	Controlador de los Servicios Auxiliares.....	31
6	5.6.6	Switches .....	31
7	5.6.7	Interfaz Nivel 2 - Nivel 1 .....	32
8	5.6.8	Equipos y Sistemas de Nivel 2 .....	32
9	5.6.9	Requisitos de Telecomunicaciones.....	34
10	4.7	Obras Civiles.....	34
11	4.8	Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento .....	35
12	<b>5.</b>	<b>ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO .....</b>	<b>35</b>
13	5.1	Pruebas y Puesta en Servicio .....	35
14	5.2	Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio .....	36
15	<b>6.</b>	<b>ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN .....</b>	<b>37</b>
16	<b>7.</b>	<b>INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO .....</b>	<b>37</b>
17	<b>8.</b>	<b>INFORMACIÓN ESPECÍFICA .....</b>	<b>37</b>
18	<b>9.</b>	<b>FIGURAS .....</b>	<b>37</b>
19			

## ANEXO 1

### 1. CONSIDERACIONES GENERALES

Las expresiones que figuren en mayúsculas, que no se encuentren expresamente definidas en el presente documento, tendrán el significado que se les atribuye en los Documentos de Selección del Inversionista de la Convocatoria Pública UPME 01 – 2017.

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

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

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

#### 1.1 Requisitos Técnicos Esenciales

De acuerdo con la legislación colombiana y en particular, con lo establecido en la última versión del RETIE, vigente en la fecha de apertura de esta Convocatoria, Resolución MME 90708 de agosto de 2013, Capítulo II, Requisitos Técnicos Esenciales, para el Proyecto

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

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

## 14 1.2 Definiciones

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

## 19 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

20  
21  
22  
23 Consiste en el diseño, adquisición de los suministros, construcción, pruebas, puesta en  
24 servicio, operación y mantenimiento de una bahía de transformación 220 kV en la  
25 subestación El Bosque 220 kV, aprobado en el “Plan de Expansión de Referencia  
26 Generación – Transmisión 2014 - 2028”, adoptado mediante Resolución del Ministerio de  
27 Minas y Energía 40029 del 9 de enero de 2015, el cual comprende:

- 28 i. Construcción de una (1) bahía de transformación a 220 kV, en configuración  
29 interruptor y medio, tipo “GIS” o encapsulado, en la Subestación El Bosque 220 kV.

30 **NOTAS:** Las siguientes notas tienen carácter vinculante frente al alcance de la presente  
31 Convocatoria Pública UPME 01-2016  
32

- 33 1. El Diagrama unifilar de la Subestación El Bosque 220 kV hace parte del Anexo 1. El  
34 Inversionista seleccionado, buscando una disposición con alto nivel de confiabilidad,  
35 podrá modificar la disposición del diagrama unifilar previa revisión y concepto del  
36 Interventor, y aprobación por parte de la UPME. Si la propuesta de modificación  
37 presentada involucra o afecta a terceros como otros usuarios o al propietario de la  
38 Subestación, deberán establecerse acuerdos previos a la solicitud.  
39

- 1           2. En configuración interruptor y medio, cuando una bahía, objeto de la presente  
2           Convocatoria Pública, quede en un diámetro incompleto, el cual pueda utilizarse  
3           para una ampliación futura, el Transmisor deberá hacerse cargo del enlace entre el  
4           corte central y el otro barraje, de tal manera que dicho enlace pueda ser removido  
5           fácilmente en caso de instalación de nuevos equipos.  
6
- 7           3. Todos los equipos o elementos a instalar, por motivo de la presente Convocatoria  
8           Pública UPME, deberán ser completamente nuevos y de última tecnología.  
9
- 10          4. Están a cargo del Inversionista seleccionado, todos los elementos necesarios para  
11          la construcción, operación y mantenimiento de las obras, como por ejemplo  
12          sistemas de control, protecciones, comunicaciones e infraestructura asociada, sin  
13          limitarse a estos, y debe garantizar su compatibilidad con la infraestructura  
14          existente. En general, el Adjudicatario se debe hacer cargo de las adecuaciones  
15          necesarias para cumplir con el alcance del presente proyecto. Se debe tener en  
16          cuenta lo manifestado por ISA-INTERCOLOMBIA mediante oficio con radicado  
17          UPME 20161110025302 y eventuales aclaraciones posteriores, en cuanto a la falta  
18          de espacio disponible en el cuarto de control para gabinetes adicionales.  
19
- 20          5. El Inversionista seleccionado deberá optimizar los espacios de reserva en la  
21          Subestación del STN y/o del STR no se verán afectados o limitados para su  
22          utilización, por infraestructura (equipos, línea, edificaciones, etc.) desarrollada en el  
23          marco de la presente Convocatoria Pública del STN. Lo anterior no implica que el  
24          espacio ocupado por la bahía construida en la presente convocatoria se deba  
25          reponer en otro lugar, con excepción de aquellos casos en que el propietario de la  
26          subestación lo hubiese declarado antes del inicio de la convocatoria.  
27
- 28          6. Se debe tener en cuenta que actualmente dentro de la subestación El Bosque se  
29          están llevando a cabo las obras pertenecientes al proyecto UPME STR 07 – 2015  
30          Segundo transformador El Bosque 220/66 kV. Estas obras están siendo ejecutadas  
31          por el Consorcio TRELCA, quien resultó adjudicatario de la Convocatoria Pública  
32          STR.  
33
- 34          7. En la página WEB de la presente convocatoria, se encuentra disponible la  
35          información técnica y costos de conexión remitidos por ISA-INTERCOLOMBIA, con  
36          radicado UPME 20161110025302. Información específica relacionada con estos  
37          comunicados (anexos) pueden ser solicitadas en oficinas de la UPME en los  
38          términos señalados en el numeral 9 del presente Anexo 1, sin detrimento a lo  
39          anterior, el Inversionista podrá consultar a los propietarios de la infraestructura de  
40          manera directa. La información suministrada por la UPME no representa ninguna  
41          limitante y deberá ser evaluada por el Inversionista para lo de su interés, en

1 concordancia con los numerales 5.5, Independencia del Proponente, y 5.6,  
2 Responsabilidad, de los DSI de la Convocatoria Pública UPME 01-2017.  
3  
4  
5

## 6 **2.1 Descripción de obras en la Subestación El Bosque 220 kV**

7  
8 El Inversionista seleccionado deberá hacerse cargo de la selección y adquisición del lote  
9 (según se requiera), el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de las obras  
10 descritas en el numeral 2.  
11

12 La bahía de transformación deberá mantener la configuración de la existente Subestación  
13 El Bosque 220 kV, la cual es Interruptor y Medio encapsulada tipo interior. Los equipos a  
14 instalar deberán ser GIS (tomado de la primera letra del nombre en inglés "*Gas Insulated*  
15 *Substations*" Subestaciones aisladas en gas SF6).  
16

17 El Inversionista podrá instalar la nueva bahía de transformación en la caseta GIS de la  
18 subestación 220 kV perteneciente a ISA-INTERCOLOMBIA completando el corte c del  
19 existente diámetro 1. Se debe tener en cuenta lo manifestado por ISA-INTERCOLOMBIA  
20 en el comunicado con radicado UPME 20161110025302 y eventuales aclaraciones  
21 posteriores.  
22

23 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad de la nueva bahía de transformación,  
24 en funcionalidad y en aspectos de potencia, comunicaciones, control y protecciones con la  
25 infraestructura existente en la Subestación El Bosque 220 kV.  
26

27 Los equipos o elementos a instalar en la Subestación El Bosque 220 kV deberán ser  
28 completamente nuevos y de última tecnología. El diagrama unifilar de la Subestación El  
29 Bosque 220 kV se muestra en la Figura 1.  
30

31 Para efectos de clasificación en Unidades Constructivas asociadas con la bahía de  
32 conexión del transformador, tanto el Transmisor Nacional como el Transmisor Regional  
33 podrán consultar el oficio CREG S-2009-000213 del 30 de enero de 2009. Será  
34 responsabilidad de los involucrados, consultar o validar su vigencia y/o modificaciones.  
35

## 36 **2.2 Puntos de Conexión del Proyecto en la Subestación El Bosque 220 kV**

37  
38 El Inversionista seleccionado, además de adquirir el predio y/o los espacios para la  
39 construcción de las obras objeto de la presente convocatoria, independiente de la  
40 modalidad (compra o arrendamiento, etc.), deberá tener en cuenta lo definido en el Código  
41 de Conexión (Resolución CREG 025 de 1995 y sus modificaciones) y las siguientes

1 consideraciones en cada uno de los puntos de conexión, para los cuales se debe establecer  
2 un contrato de conexión con el responsable y/o propietario de los activos relacionados.

3  
4 Cuando el Transmisor considere la necesidad de hacer modificaciones a la infraestructura  
5 existente (independientemente del nivel tensión), deberá informar al Interventor y acordar  
6 estas modificaciones en el contrato de conexión con el responsable y/o propietario de los  
7 activos relacionados. Estas modificaciones estarán a cargo del Transmisor.

8  
9 La Subestación El Bosque 220 kV es propiedad de INTERCOLOMBIA S.A. E.S.P.

10  
11 La bahía 220 kV objeto de la presente convocatoria, permitirá la conexión del tercer  
12 transformador 22/66 kV (convertible a 220/110 kV) objeto de la Convocatoria Pública UPME  
13 STR 02-2017.

#### 14 15 **2.1.1 Con el transformador 220/66 kV (convertible a 220/110 kV)**

16  
17 Los Inversionistas resultantes de la presente Convocatoria Pública UPME 01-2017 y de la  
18 Convocatoria Pública UPME STR 02-2017, deberán llegar a acuerdos con  
19 INTERCOLOMBIA S.A. E.S.P., responsable de la Subestación El Bosque 220 kV.

20  
21 El punto de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública con el transformador  
22 220/66 kV (convertible a 220/110 kV), será en los bornes de salida de la bahía de  
23 transformación 220 kV a cargo de la presente Convocatoria Pública UPME 01 – 2017.

24  
25 El contrato de conexión entre el Transmisor resultante de la presente Convocatoria Pública  
26 y el propietario de la Subestación El Bosque 220 kV deberá incluir, entre otros aspectos y  
27 según corresponda, lo relacionado con las condiciones para acceder al uso del terreno para  
28 la ubicación de la infraestructura a instalar, el espacio para la ubicación de los tableros de  
29 control y protecciones de los módulos, enlace al sistema de control del CND, suministro de  
30 servicios auxiliares de AC y DC, y demás acuerdos. Este contrato de conexión deberá estar  
31 firmado por las partes, dentro de los cuatro (4) meses siguientes a la expedición de la  
32 Resolución CREG que oficialice los Ingresos Anuales Esperados del Transmisor  
33 adjudicatario de la presente Convocatoria Pública, **al menos en sus condiciones básicas**  
34 (objeto del contrato, **terreno en el cual se realizarán las obras**, espacios, ubicación y  
35 condiciones para acceder, entrega de datos sobre equipos existentes y demás información  
36 requerida para diseños, obligaciones de las partes para la construcción, punto de conexión,  
37 duración del contrato, etc.), lo cual deberá ser puesto en conocimiento del Interventor. No  
38 obstante las partes en caso de requerirse, podrán solicitar a la UPME, con la debida  
39 justificación, la modificación de la fecha de firma del contrato de conexión.

### 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

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

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

#### 3.1 Parámetros del Sistema

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

##### Generales:

Tensión nominal	220 kV.
Frecuencia asignada	60 Hz.
Puesta a tierra	Sólida.
Numero de fases	3.

##### Subestación 220 kV:

Servicios auxiliares AC	120/208V, tres fases, cuatro hilos.
Servicios Auxiliares DC	125V.
Tipo de la Subestación	Convencional.

#### 3.2 Nivel de Corto Circuito

El Transmisor deberá realizar los estudios pertinentes, de tal manera que se garantice que el nivel de corto utilizado en los diseños y selección de los equipos y demás elementos de la subestación, será el adecuado durante la vida útil de estos, no obstante, la capacidad de corto circuito asignada a los equipos que se instalarán objeto de la presente Convocatoria no deberá ser inferior a 40 kA. La duración asignada al corto circuito no podrá ser inferior a los tiempos máximos provistos para interrupción de las fallas. Copia del estudio deberá ser entregada al Interventor para su conocimiento y análisis.

1           **3.3 Materiales**

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

13  
14           **3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible**

15  
16    Todos los equipos y los conectores deberán ser de diseño y construcción tales que, en lo  
17    relacionado con el efecto corona y radio interferencia, deben cumplir con lo establecido en  
18    el RETIE, Código de Redes y Normatividad vigente. El Transmisor deberá presentar al  
19    Interventor para los fines pertinentes a la Interventoría las Memorias de Cálculo y/o reportes  
20    de pruebas en donde se avalen las anteriores consideraciones.

21  
22    Para niveles máximos de radio-interferencia, se acepta una relación señal-ruido mínima de:  
23    a) Zona Rurales: 22 dB a 80m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen tiempo  
24    y b) Zonas Urbanas: 22 dB a 40m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen  
25    tiempo.

26  
27    En cuanto a ruido audible generado por la línea y/o la subestación, deberá limitarse a los  
28    estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido establecidos en Resolución  
29    0627 de 2006 (Abril 7) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy  
30    Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o aquella que la modifique o sustituya.

31  
32           **3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión**

33  
34    La consecución de todas las licencias y permisos son responsabilidad del Inversionista. Se  
35    debe considerar lo establecido en el capítulo X de la Ley 143 de 1994, en especial los  
36    artículos 52 y 53.

37  
38    La celebración de los Contratos de Conexión deberá dar prioridad a todos los acuerdos  
39    técnicos, administrativos, comerciales y operativos de tal forma que no existan  
40    imprecisiones en este aspecto antes de la fabricación de los equipos y materiales del  
41    Proyecto. La fecha para haber llegado a estos acuerdos técnicos se deberá reflejar como

1 Hito en el cronograma del Proyecto, lo cual será objeto de verificación por parte del  
 2 Interventor.

3  
 4 Los acuerdos administrativos y comerciales de los Contratos de Conexión se podrán  
 5 manejar independientemente de los acuerdos técnicos. El conjunto de los acuerdos  
 6 técnicos y administrativos constituye el Contrato de Conexión cuyo cumplimiento de la  
 7 regulación vigente deberá ser certificado por el Transmisor. Copia de estos acuerdos  
 8 deberán entregarse al Interventor.

9  
 10 **3.6 Pruebas en Fábrica**

11  
 12 Una vez el Inversionista haya seleccionado los equipos a utilizar deberá entregar al  
 13 Interventor, copia de los reportes de las pruebas que satisfagan las normas aceptadas en  
 14 el Código de Conexión, para interruptores, seccionadores, transformadores de corriente y  
 15 potencial, entre otros. En caso de que los reportes de las pruebas no satisfagan las normas  
 16 aceptadas, el Interventor podrá solicitar la repetición de las pruebas a costo del  
 17 Inversionista.

18  
 19 Durante la etapa de fabricación de todos los equipos y materiales de líneas y subestación,  
 20 estos deberán ser sometidos a todas las pruebas de rutina y aceptación que satisfagan lo  
 21 estipulado en la norma para cada equipo en particular. Los reportes de prueba de  
 22 aceptación deberán ser avalados por personal idóneo en el laboratorio de la fábrica.

23  
 24  
 25  
 26 **4. ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN**

27  
 28 Las siguientes son las especificaciones técnicas para la Subestación.

29  
 30 **4.1 General**

31  
 32 La información específica, remitida por los propietarios de la infraestructura existente, como  
 33 costos de conexión, datos técnicos, planos, etc., serán suministrados por la UPME  
 34 conforme el Numeral 8 del presente Anexo 1.

35  
 36 La siguiente tabla presenta las características de la Subestación que hacen parte del  
 37 proyecto objeto de la presente Convocatoria Pública:

ítem	Descripción	El Bosque 220 kV
1	Subestación nueva	No
2	Configuración	Interruptor y medio

<b>3</b>	Tipo de subestación	Encapsulada tipo interior
<b>4</b>	Agente Responsable de la Subestación	ISA-INTERCOLOMBIA S.A. E.S.P.

**5.1.1 Predio de la Subestación El Bosque 220 kV**

La subestación El Bosque 220 kV, propiedad de ISA-INTERCOLOMBIA, se encuentra localizada en el municipio de Cartagena, departamento de Bolívar, en las siguientes coordenadas aproximadas (información que deberá verificar el Interesado):

Latitud: 10° 24' 33.66" N  
 Longitud: 75° 21' 15.9" O  
 Localización: Barrio el Prado, Cartagena  
 Dirección: Diagonal 22 No 32-15

De acuerdo a lo manifestado por ISA-INTERCOLOMBIA S.A. E.S.P. mediante oficio con radicado UPME 20161110025302 "(...) Actualmente, se tiene previsto la conexión al corte C del diámetro 1 existente de un tercer transformador, y por tanto en dicho diámetro se tendrá la conexión de dos (2) transformadores (...)

Será responsabilidad de los diferentes Interesados verificar la información anterior y la suministrada en los documentos relacionados de la Convocatoria Pública por medio de visitas técnicas o comunicaciones con ISA-INTERCOLOMBIA.

El Inversionista 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.

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

**5.1.2 Espacios de Reserva**

1 La presente convocatoria no tiene previsto dejar espacios de reserva adicionales a los ya  
2 existentes en las subestaciones para futuras ampliaciones. No obstante, se debe garantizar  
3 que los espacios de reserva en las subestaciones no se verán afectados o limitados para  
4 su utilización, por infraestructura (equipos, línea, edificaciones, etc.) desarrollada en el  
5 marco de la presente Convocatoria Pública. Esto no implica que los espacios ocupados por  
6 las bahías construidas en la presente convocatoria se deban reponer en otro lugar, con  
7 excepción de aquellos casos en que el propietario de la subestación lo hubiese declarado  
8 antes del inicio de la convocatoria.

### 5.1.3 Conexiones con Equipos Existentes

11 El Transmisor deberá proveer los equipos necesarios para hacer completamente  
12 compatibles los equipos en funcionalidad y en aspectos de comunicaciones, control y  
13 protección de la nueva bahía 220 kV, con la infraestructura existente que pueda verse  
14 afectada por el desarrollo del Proyecto.

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

### 5.1.4 Servicios Auxiliares

22 El Inversionista deberá proveer los servicios auxiliares en AC y DC suficientes para el  
23 Proyecto objeto de la presente Convocatoria. Las tensiones a utilizar en los servicios  
24 auxiliares son las señaladas en el numeral 3.1.

### 5.1.5 Infraestructura y Módulo Común

27 Como parte del Proyecto, el Inversionista deberá implementar todas las obras y equipos  
28 constitutivos del módulo común como se describe a continuación:

31 El Inversionista debe prever el espacio necesario para el desarrollo de la conexión a 220  
32 kV objeto de la presente Convocatoria Pública, junto con los espacios de acceso, vías  
33 internas y edificios, según se requiera, considerando la disponibilidad de espacio en el  
34 predio actual y las eventuales restricciones o condicionantes que establezca el  
35 ordenamiento territorial en el área, igualmente estarán a cargo del Inversionista, y según se  
36 requiera, las vías de acceso a predios de la Subestación y/o adecuaciones que sean  
37 necesarias.  
38  
39  
40

1 El Inversionista deberá suministrar todos los elementos necesarios para la infraestructura y  
2 módulo común que requiera el Proyecto objeto de la presente Convocatoria, es decir las  
3 obras civiles y los equipos que sirven a las obras descritas en el Numeral 2 del Anexo 1. La  
4 infraestructura y módulo común, estarán conformados como mínimo por los siguientes  
5 componentes:  
6

- 7 • **Infraestructura civil:** compuesta por pozos de agua y/o toma de agua de acueducto  
8 vecino si existe; la malla de puesta a tierra; las vías de acceso a la subestación y/o  
9 adecuación de las existentes; las vías internas de acceso a los patios de conexiones  
10 y/o adecuación de las existentes; la adecuación del terreno; y en general, todas  
11 aquellas obras civiles necesarias (incluyendo, entre otros, construcción,  
12 modificaciones y/o ampliaciones a alcantarillado, filtros y drenajes, pozo séptico y  
13 de agua y/o conexión a acueducto/alcantarillados vecinos, alumbrado interior y  
14 exterior, cárcamos comunes, etc.) para las obras descritas en el Numeral 2 del  
15 presente Anexo 1. Igualmente deberá proveer los puntos de conexión para la  
16 ampliación de la malla de puesta a tierra para las futuras instalaciones.  
17
- 18 • **Equipos:** Todos los equipos necesarios para las obras descritas en el Numeral 2  
19 del presente Anexo 1. Se incluyen, entre otros, los sistemas de automatización, de  
20 gestión de medición, de protecciones, control y el sistema de comunicaciones, los  
21 materiales de la malla de puesta a tierra y los equipos para los servicios auxiliares  
22 AC y DC, los equipos de conexión, todo el cableado necesario y las obras civiles  
23 asociadas.  
24

25 Para la ampliación de la Subestación El Bosque 220 kV se deberá tener en cuenta que se  
26 utilizará un espacio disponible en la subestación existente. Será responsabilidad del  
27 Inversionista enterarse de las facilidades y de los requerimientos que se requieren para los  
28 servicios auxiliares, obras civiles y ampliación de la malla de puesta a tierra. Igualmente  
29 deberá respetar las disposiciones actuales de equipos y mantener los arreglos y  
30 configuraciones existentes, en principio deberá suministrar todos los equipos y elementos  
31 requeridos para la operación óptima y segura de la ampliación a realizar.  
32

33 La Interventoría analizará todas las previsiones que faciliten la evolución de las obras  
34 descritas en el Numeral 2 del presente Anexo 1, e informará a la UPME el resultado de su  
35 análisis.  
36

37 La medición para efectos comerciales, se sujetará a lo establecido en la regulación  
38 pertinente, en particular el Código de Medida (Resolución CREG 038 de 2014 o aquella que  
39 la modifique o sustituya).  
40

## 4.2 Normas para Fabricación de los Equipos

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

## 4.3 Condiciones Sísmicas de los equipos

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

## 4.4 Procedimiento General del Diseño

Este procedimiento seguirá la siguiente secuencia:

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

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

1 especificación de pruebas en campo, los procedimientos para efectuar las pruebas  
2 funcionales de conjunto; los procedimientos para desarrollar las pruebas de puesta en  
3 servicio, los procedimientos de puesta en servicio del Proyecto y los procedimientos de  
4 operación y mantenimiento.

5  
6 Las Especificaciones Técnicas podrán desarrollarse, en forma parcial y continuada, de  
7 tal forma que se vayan definiendo paso a paso todos los aspectos del Proyecto, para  
8 lograr en forma acumulativa el Código Final que vaya rigiendo el Proyecto.

9  
10 Todas las actividades de diseño, suministro, construcción, montaje y pruebas deben  
11 estar incluidas en las especificaciones técnicas del Proyecto. El Interventor presentará  
12 un informe a la UPME en el que se detalle y se confirma la inclusión de todas y cada  
13 una de las actividades mencionadas. No podrá adelantarse ninguna actividad sin que  
14 antes haya sido incluida la correspondiente característica o Especificación en las  
15 Especificaciones Técnicas del Proyecto.

16  
17 **b)** Las Especificaciones Técnicas del Proyecto serán revisadas por el Interventor, quien  
18 hará los comentarios necesarios, recomendando a la UPME solicitar todas las  
19 aclaraciones y justificaciones por parte del Transmisor. Para lo anterior se efectuarán  
20 reuniones conjuntas entre el Transmisor y el Interventor con el fin de lograr los acuerdos  
21 modificatorios que deberán plasmarse en comunicaciones escritas.

22  
23 **c)** Con base en los comentarios hechos por el Interventor y acordados con el Transmisor,  
24 este último emitirá la nueva versión de las Especificaciones Técnicas del Proyecto.

25  
26 **d)** Se efectuarán las revisiones necesarias hasta llegar al compendio final, que será el  
27 documento de cumplimiento obligatorio.

28  
29 En esta especificación, se consignará la lista de documentos previstos para el Proyecto  
30 representados en especificaciones, catálogos, planos, memorias de cálculos y reportes de  
31 pruebas.

32  
33 Los documentos serán clasificados como: documentos de Ingeniería Básica; documentos  
34 de Ingeniería de Detalle; memorias de cálculos a nivel de Ingeniería Básica y de Detalle;  
35 documentos de seguimiento de los Suministros; y documentos que especifiquen la pruebas  
36 en fábrica y en campo; los procedimientos de montaje y puesta en servicio y la operación y  
37 mantenimiento.

38  
39 La lista y clasificación de la documentación debe ser preparada por el Transmisor y  
40 entregada a la Interventoría para revisión.

41

#### 5.4.1 Los documentos de Ingeniería Básica

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

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

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

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

5  
6 Con base en los comentarios, observaciones o conceptos realizados por la Interventoría, la  
7 UPME podrá trasladar consultas al Transmisor.

### 8 9 **5.4.3 Estudios del Sistema**

10  
11 Bajo esta actividad, el Transmisor deberá presentar al Interventor para los fines pertinentes  
12 a la Interventoría los estudios eléctricos que permitan definir los parámetros útiles para el  
13 diseño básico y detallado de la Subestación y de las Líneas; entre todos los posibles, se  
14 destacan como mínimo la elaboración de los siguientes documentos técnicos y/o memorias  
15 de cálculo:

- 16  
17 - Condiciones atmosféricas del sitio de instalación, parámetros ambientales y  
18 meteorológicos, contaminación ambiental, estudios topográficos, geotécnicos, sísmicos  
19 y de resistividad.
- 20  
21 - Cálculo de flechas y tensiones.
- 22  
23 - Flujos de carga; estudios de corto circuito; estudio de estabilidad para determinar  
24 tiempos máximos de despeje de fallas; y cálculos de sobretensiones.
- 25  
26 - Estudios de coordinación de protecciones.
- 27  
28 - Selección de aislamiento, incluye selección de descargadores de sobre tensión y  
29 distancias eléctricas.
- 30  
31 - Estudio de cargas ejercidas sobre las estructuras metálicas de soporte debida a sismo  
32 y a corto circuito.
- 33  
34 - Selección de equipos, conductores para barrajes, cables de guarda y conductores  
35 aislados.
- 36  
37 - Memoria de revisión de los enlaces de comunicaciones existentes.
- 38  
39 - Estudio de apantallamiento contra descargas atmosféricas
- 40  
41 - Dimensionamiento de los servicios auxiliares AC y DC.

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

9 Cada uno de los documentos o memorias de cálculo, antes referidos, deberán destacar

10 como mínimo los siguientes aspectos:

- 11
- 12 - Objeto del documento técnico o de la memoria de cálculo.
- 13
- 14 - Origen de los datos de entrada.
- 15
- 16 - Metodología para el desarrollo soportada en normas o estándares de amplio
- 17 reconocimiento, por ejemplo en Publicaciones IEC, ANSI o IEEE.
- 18
- 19 - Resultados.
- 20
- 21 - Bibliografía.
- 22

#### 23 **5.4.4 Distancias de Seguridad**

24

25 Las distancias de seguridad aplicables en las Subestaciones deben cumplir los lineamientos

26 establecidos en el RETIE, en su última revisión y/o actualización.

27

### 28 **4.5 Equipos de Potencia**

29

#### 30 **5.5.1 Interruptores**

31

32 Los interruptores de potencia a 220 kV, deben cumplir las prescripciones de la última edición

33 de las siguientes normas, o su equivalente ANSI, según aplique al tipo de equipo a

34 suministrar:

35

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

1  
2 Los interruptores automáticos para maniobrar las líneas de transmisión deberán tener  
3 mando monopolar, ser aptos para recierres monopolares y tripolares rápidos.

4  
5 Todos los interruptores de subestaciones nuevas, en configuración interruptor y medio,  
6 deberán contar con transformadores de corriente en ambos extremos del interruptor, de  
7 acuerdo con la recomendación IEEE Std C37.234-2009 “IEEE Guide for Protective Relay  
8 Applications to Power System Buses”.

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

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

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

### 26 27 **5.5.2 Descargadores de Sobretensión**

28  
29 Los descargadores de sobretensión a 220 kV, deben cumplir las prescripciones de la última  
30 edición de las siguientes normas o su equivalente ANSI, según aplique al tipo de equipo a  
31 suministrar

- 32
- 33 • IEC 60099-4: "Surge Arrester. Part 4: Metal oxide surge arresters without gaps for  
34 a.c. systems"
  - 35 • IEC 61264: "Ceramic pressurized hollow insulators for high-voltage switchgear and  
36 controlgear".
- 37

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

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

### 7 8 **5.5.3 Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra**

9  
10 Los Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra a 220 kV, deben cumplir las  
11 prescripciones de la última edición de las siguientes normas o su equivalente ANSI, según  
12 se aplique al tipo de equipo a suministrar:

- 13  
14 • IEC 62271-102: "Alternating current disconnectors and earthing switches", o su  
15 equivalente en ANSI.
- 16 • IEC 60273: "Characteristics of indoor and outdoor post insulators for systems with  
17 nominal voltages greater than 1000 V".
- 18 • IEC 60694 "Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear  
19 standards".

20  
21 **Pruebas de rutina:** los seccionadores deben ser sometidos a las pruebas de rutina  
22 establecidas en la publicación IEC 62271-102 o su equivalente en ANSI. Copia de los  
23 respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para los fines que requiera la  
24 Interventoría.

25  
26 **Pruebas tipo:** en caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una  
27 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre seccionadores iguales o similares a los  
28 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 62271-102 o su equivalente en  
29 ANSI, si el Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas  
30 pruebas a su costa.

### 31 32 **5.5.4 Transformadores de Tensión**

33  
34 Los Transformadores de Tensión deben cumplir las prescripciones de la última edición de  
35 las siguientes normas o su equivalente ANSI, según se aplique al tipo de equipo a  
36 suministrar:

- 37  
38 • IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su  
39 equivalente en ANSI.
- 40 • IEC 60044-2: "Inductive Voltage Transformers"

- 1 • Publicación IEC 60186, "Voltaje Transformers", IEC 60358, "Coupling capacitor and
- 2 capacitor dividers".
- 3 • Publicación IEC-61869-1/3/5: "Inductive/capative Voltage Transformers".
- 4 • IEC 60296: "Specification for unused mineral insulating oils for transformers and
- 5 switchgear"
- 6

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

12  
13 **Pruebas de rutina:** los transformadores de tensión deben ser sometidos a las pruebas de  
14 rutina establecidos en la publicación IEC 60186, sección 5 y 25, IEC 60358 cláusula 7.1. o  
15 su equivalente en ANSI. Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser  
16 presentados para fines pertinentes de la Interventoría.

17  
18 **Pruebas tipo:** en caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una  
19 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre transformadores de tensión iguales o  
20 similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60186, sección  
21 4 y 24 e IEC 60358, cláusula 6.2, o sus equivalente en ANSI. Si el Transmisor no dispone  
22 de estos documentos deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.

### 23 24 5.5.5 Transformadores de Corriente

25  
26 Los Transformadores de Corriente deben cumplir las prescripciones de la última edición de  
27 las siguientes normas, o su equivalente en ANSI, según se aplique al tipo de equipo a  
28 suministrar:

- 29 • IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su
- 30 equivalente en ANSI.
- 31 • IEC 60044-1: "Current Transformers".
- 32 • IEC-61869-1/2: "Current Transformers".
- 33

34 Los transformadores de corriente deben ser de relación múltiple con cambio de relación en  
35 el secundario. Deben tener precisión 0.2s, según IEC o su equivalente en ANSI, y  
36 específicamente, cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG  
37 025 de 1995, en su última revisión.

38  
39 **Pruebas de rutina:** los transformadores de corriente deben ser sometidos a las pruebas  
40 de rutina establecidos en la publicación IEC 60044-1 e IEC 60044-6 o su equivalente en

1 ANSI, Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para fines  
2 pertinentes de la Interventoría.  
3

4 **Pruebas tipo:** en caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una  
5 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre transformadores de corriente iguales o  
6 similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60044-1 e IEC  
7 60044-6, o su equivalente en ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos documentos  
8 deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.  
9

### 10 5.5.6 Equipo GIS o Híbrido

11  
12 En caso que el equipo propuesto por el Inversionista sea GIS (Gas Insulated Substations)  
13 o Híbrido, además de cumplir con las normas antes mencionadas, debe cumplirse la  
14 siguiente normatividad:  
15

16 Los equipos componentes de la celda compacta, híbrida o GIS, deberán cumplir con las  
17 características técnicas garantizadas que les aplique de los equipos individuales tal como  
18 lo indicado en estas especificaciones.  
19

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

32  
33 El equipo GIS será sometido a pruebas de rutina que consisten en pruebas de alta tensión,  
34 pruebas mecánicas y pruebas de gas.  
35

36 Se deben suministrar certificados de pruebas tipo de pruebas de alta tensión, prueba de  
37 temperatura, prueba de gas y prueba sísmica.  
38

### 39 5.5.7 Sistema de Puesta A Tierra

40

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

3  
4 Todos los requerimientos para la malla de tierra de la Subestación, estarán de acuerdo a la  
5 última revisión de la publicación IEEE No.80-2000 "Guide for Safety and Alternating Current  
6 Substation Grounding" y a los requerimiento del RETIE.

7  
8 Todos los equipos, estructuras y accesorios metálicos se conectarán a tierra en el punto  
9 más cercano y conveniente.

10  
11 Todo el equipo eléctrico y partes metálicas expuestas, estarán conectadas a la malla de  
12 tierra.

13  
14 La malla de tierra se diseñará para cubrir efectivamente la subestación completa y al menos  
15 2 metros más allá de la cerca o malla de cerramiento.

16  
17 Para propósitos del diseño final del sistema de tierra el Transmisor hará los ensayos de  
18 resistividad en el sitio, con el objeto de comprobar la resistividad del terreno y las tensiones  
19 de paso y contacto, según requerimiento del RETIE.

#### 20 21 **5.5.8 Apantallamiento de la Subestación**

22  
23 El apantallamiento será hecho por medio de cables de guarda de material apropiado para  
24 las condiciones ambientales existentes en el sitio. Todos los cables de guarda serán  
25 aterrizados con cables bajantes de cobre.

26  
27 Las estructuras no conductoras y edificios requerirán un sistema completo de protección  
28 contra descargas atmosféricas, incluyendo varillas de puesta a tierra. La instalación deberá  
29 cumplir con el RETIE, la Norma NTC-4552-1-2-3 y la Norma IEC-62305-2.

#### 30 31 32 **4.6 Equipos de Control y Protección**

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

#### 36 37 **5.6.1 Sistemas de Protección**

38  
39 Los equipos de protección deberán cumplir con las partes pertinentes establecidas en la  
40 publicación IEC 60255 "*Electrical relays*", en la IEC 60870 "Telecontrol equipments and  
41 systems" y en el caso de los registradores de falla, los archivos de datos deberán utilizar el

1 formato COMTRADE (*Common Format for Transient Data Exchange*), recomendación IEEE  
 2 C37.111 o en su defecto, el Inversionista deberá proveer el software que haga la  
 3 transcripción del formato del registrador de fallas al formato COMTRADE, o cumplir con las  
 4 respectivas normas equivalentes ANSI.

5  
 6 El esquema de protección de líneas deberá consistir en dos protecciones principales de  
 7 línea con principio de operación diferente, o en el caso de que sean dos protecciones de  
 8 distancia, éstas deben tener distintos principios de medición. El esquema completo deberá  
 9 consistir de relés rápidos para emisión y recepción del disparo directo transferido; falla  
 10 interruptor; funciones de recierre y verificación de sincronismo, protección de sobretensión;  
 11 supervisión del circuito de disparo y registro de fallas. La protección de línea debe dar  
 12 disparo monopolar y tripolar e iniciar el ciclo de recierre.

13  
 14 Las bahías deberán estar acopladas al esquema de protección diferencial de barras de la  
 15 Subestación.

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

25  
 26 El Interventor verificará e informará a la UPME el cumplimiento de requisitos de las  
 27 protecciones según la Resolución CREG 025 de 1995, anexo CC4, numeral 3.1 y sus  
 28 modificaciones.

29  
 30 **5.6.2 Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones**

31  
 32 La arquitectura del sistema de automatización estará constituida por los subsistemas y  
 33 equipos que conforman los niveles 0, 1, 2 y 3 según la siguiente arquitectura:

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

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

Nivel	Descripción	Modos de Operación
	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.	
0	Conformado por los equipos de patio (interruptores, seccionadores, transformadores de potencia y de instrumentación, reactores, bancos de capacitores, etc.), por los servicios auxiliares de la Subestación (13,2 kV, 208/120 Vca, 125 Vcc, grupos electrógenos, inversores, cargadores, equipos, etc.), por los IEDs tales como relés de protección, medidores multifuncionales, registradores de fallas, equipos de monitoreo, cajas de mando de equipos de maniobra y demás.	Corresponde al mando directamente desde las cajas de mando de los interruptores y seccionadores en el conjunto de equipos de potencia de las Subestaciones y para los servicios auxiliares desde sus propios gabinetes.  Los medidores multifuncionales deben cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG 025 de 1995, en su última revisión, especialmente lo referente al Código de Medida y sus anexos.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13

### 5.6.2.1 Características Generales

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

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

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

3  
4 Se entiende que todos los elementos auxiliares, equipos y servicios necesarios para la  
5 correcta operación y mantenimiento del sistema de control serán suministrados, sin  
6 limitarse al: hardware, software, GPS, programas para el IHM, trabajos de parametrización  
7 del sistema, etc.

8  
9 La arquitectura del sistema de control deberá estar basada en una red redundante a la cual  
10 se conectan los equipos que soportan las funciones de automatismo, monitoreo, protección  
11 y control. Se destacan las siguientes funciones:

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

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

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

- 3
- 4 • Transmisión de comandos del centro de control remoto hacia los equipos de la
- 5 Subestación.
- 6 • Sincronización satelital de todos los equipos de los sistemas de control,
- 7 protecciones y registro de fallas de la Subestación a través de una señal de
- 8 sincronización proveniente de un reloj GPS.
- 9 • Recuperación de información proveniente de los equipos hacia el centro de control
- 10 remoto (mediciones, alarmas, cambios de estado, etc.).
- 11

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

### 17 **5.6.3 Unidad de medición fasorial sincronizada - medidores** 18 **multifuncionales**

19 Se debe instalar unidades de medición fasorial -PMU- para cada bahía de línea objeto de  
20 la presente Convocatoria, si aplica, garantizando un PMU por corte, incluyendo el corte  
21 central. Adicionalmente, se deben poseer entradas de corriente independiente por corte  
22 instalado mediante la presente convocatoria.

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

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

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

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

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

#### 23 24 **5.6.4 Controladores de Bahía**

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

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

- 37  
38
  - Despliegue del diagrama mímico de la bahía que muestre la información del
  - 39 proceso.
  - 40 • Despliegue de alarmas.

- Despliegue de eventos.
- Despliegue de medidas de proceso de la bahía.
- Control local (Nivel 1) de los equipos que forman parte de la bahía.
- Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de función.
- Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.

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

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

### 5.6.5 Controlador de los Servicios Auxiliares

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

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

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

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

### 5.6.6 Switches

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

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

11  
12 Los switches suministrados deberán contar con el número de puertos suficientes para  
13 conectar todos los equipos de las redes, tanto los equipos de control, como los de  
14 protección y medida.

#### 15 16 **5.6.7 Interfaz Nivel 2 - Nivel 1**

17  
18 Para la interconexión de los equipos se requieren comunicaciones digitales, así:

19  
20 La red local de comunicaciones para control y supervisión de la Subestación se debe  
21 conformar para que sea inmune electromagnéticamente, que posea suficiente rigidez  
22 mecánica para ser tendido en la Subestación, con protección no metálica contra roedores,  
23 con chaqueta retardante a la llama, con conectores, marquillas, terminales, amarres y  
24 demás accesorios de conexión, según diseño detallado a cargo del Inversionista.

25  
26 La red debe incluir todos los transductores, convertidores, amplificadores y demás  
27 accesorios requeridos para la adecuada conexión y comunicación de todos los equipos  
28 distribuidos en la Subestación.

29  
30 La comunicación de todos los equipos como controladores de bahía, IEDs, registradores  
31 de eventos con el controlador de la Subestación debe ser redundante y con autodiagnóstico  
32 en caso de interrupción de una cualquiera de las vías.

#### 33 34 **5.6.8 Equipos y Sistemas de Nivel 2**

##### 35 36 **5.6.8.1 Controlador de la Subestación**

37  
38 Es un computador industrial, de última tecnología, robusto, apto para las condiciones del  
39 sitio de instalación, programable, que adquiere toda la información para supervisión y  
40 control de la Subestación proveniente de los dispositivos electrónicos inteligentes, la

1 procesa, la evalúa, la combina de manera lógica, le etiqueta tiempos, la almacena y la  
2 entrega al Centro Nacional de Despacho, CND, de acuerdo con la programación realizada  
3 en ella y al sistema de supervisión de la Subestación o a otros IED's que dependen de ella.  
4 La información requerida para realizar la supervisión remota, se enviará por enlaces de  
5 comunicaciones.  
6

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

#### 15 **5.6.8.2 Registradores de Fallas**

16  
17 Los registradores de falla deberán programarse de manera que al ocurrir una falla, la  
18 descarga del archivo con los datos de la falla, se realice automáticamente a un equipo de  
19 adquisición, procesamiento y análisis, en el cual se realizará la gestión de los registros de  
20 falla provenientes de equipos instalados en las bahías del Proyecto, incluyendo  
21 almacenamiento, despliegue, programación e interrogación remota, cumpliendo con lo  
22 establecido en el Código de Redes CREG 025 de 1995, en su última revisión.  
23

#### 24 **5.6.8.3 Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación**

25  
26 El sistema de supervisión local debe efectuar el monitoreo y control del proceso a través de  
27 una IHM conformada básicamente por computadores industriales y software tipo SCADA.  
28 Las pantallas o monitores de IHM deben ser suficientemente amplias para mostrar la  
29 información del proceso.  
30

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

- 35 • Adquisición de datos y asignación de comandos.
- 36 • Auto-verificación y auto-diagnóstico.
- 37 • Comunicación con el CND.
- 38 • Comunicación con la red de área local.
- 39 • Facilidades de mantenimiento.
- 40 • Facilidades para entrenamiento.

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

#### 18 **5.6.9 Requisitos de Telecomunicaciones**

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

#### 21 **4.7 Obras Civiles**

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

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

32 El Interventor conceptuará para la UPME y hará seguimiento al cumplimiento de los  
33 aspectos regulatorios, el RETIE y las normas legales aplicables a los diseños para  
34 construcción de las obras civiles. Únicamente se podrá realizar obra civil con base en planos

1 de construcción previamente aprobados. El Interventor informará a la UPME y hará el  
2 seguimiento correspondiente al cumplimiento de las normas técnicas. El Transmisor deberá  
3 presentarle al Interventor la siguiente información:

- 4
- 5 • Memorias de cálculo que soporten los diseños.
- 6 • Planos de construcción completamente claros, con secciones, detalles completos,  
7 listas y especificaciones de los materiales para la ejecución de las obras.
- 8 • Una vez finalizadas las obras debe actualizarse los planos de construcción y  
9 editarse la versión denominada “tal como construido” que incluye las modificaciones  
10 hechas en campo verificadas por el Interventor.
- 11

#### 12 **4.8 Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento**

13  
14 En los edificios a cargo del Inversionista o en las adecuaciones a lo existente, se deberá  
15 diseñar, suministrar e instalar todos los elementos necesarios para la instalación de puntas  
16 tipo Franklin, suministrar e instalar todos los elementos necesarios para la construcción de  
17 la red de puesta a tierra de apantallamiento electromagnético tales como bajantes, platinas  
18 de cobre, varillas de puesta a tierra y redes de tierra.

19  
20 Los diseños son responsabilidad del Inversionista. La malla de puesta a tierra del proyecto  
21 debe ser en cable de cobre suave, electrolítico, desnudo, recocido, sin estañar, trenzado  
22 en capas concéntricas deberá ser diseñada siguiendo los lineamientos de la norma  
23 ANSI/IEEE Std 80 y 81 tal que garanticen la seguridad del personal, limitando las tensiones  
24 de toque y paso a valores tolerables.

### 25 26 27 28 **5. ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO**

#### 29 30 **5.1 Pruebas y Puesta en Servicio**

31  
32 Todos los equipos suministrados y montados deben ser sometidos a pruebas de campo  
33 tanto de aceptación para recepción, como individuales, funcionales, de puesta en servicio  
34 y de energización de acuerdo con lo especificado por los fabricantes, la normatividad CREG  
35 vigente, los requisitos del Centro Nacional de Despacho CND y los acuerdos del Consejo  
36 Nacional de Operación C.N.O, en particular el 646 de 2013.

37  
38 Los registros de todas las pruebas (aceptación para recepción, individuales, funcionales,  
39 de puesta en servicio y de energización) se consignarán en “Protocolos de Pruebas”  
40 diseñados por el Transmisor de tal forma que la Interventoría, pueda verificar el

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

5  
6 **Pruebas de puesta en servicio:** El Transmisor debe efectuar las siguientes pruebas como  
7 mínimo, pero sin limitarse a estas y cumpliendo con el código de redes y los requerimientos  
8 del CND, vigentes:

- 9  
10 • Direccionalidad de las protecciones de línea.  
11 • Medición y obtención de los parámetros y las impedancias de secuencia de las líneas  
12 asociadas.  
13 • Fallas simuladas monofásicas, trifásicas, cierre en falla con el fin de verificar el correcto  
14 funcionamiento de las protecciones, registro de fallas, telecomunicaciones, gestión de  
15 protecciones.  
16 • Pruebas de conexión punto a punto con el CND.

17  
18 **Pruebas de energización:** El Transmisor será responsable por la ejecución de las pruebas  
19 de energización. Los Protocolos de las pruebas de energización deben ser verificados para  
20 los fines pertinentes por la Interventoría.

## 21 22 **5.2 Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio**

23  
24 La información requerida por CND para la puesta en servicio del Proyecto es la siguiente:

- 25  
26 • Presentación del Proyecto al Centro Nacional de Despacho CND.  
27 • Formatos con información técnica preliminar para la realización de estudios.  
28 • Diagrama Unifilar.  
29 • Estudio de coordinación de protecciones de los equipos y el área de influencia del  
30 Proyecto.  
31 • Lista disponible de señales de SCADA y requerimiento de comunicaciones.  
32 • Cronograma de desconexiones y consignaciones.  
33 • Cronograma de pruebas.  
34 • Protocolo y formatos para la declaración de los parámetros del equipo y sus bahías con  
35 información definitiva.  
36 • Protocolo de energización.  
37 • Inscripción como agente y de la frontera comercial ante el ASIC.  
38 • Certificación de cumplimiento de código de conexión otorgado por el propietario del  
39 punto de conexión.  
40 • Carta de declaración en operación comercial.

- 1 • Formatos de Información técnica. Los formatos son corrientemente elaborados y  
2 actualizados por el CND.  
3  
4

## 5 **6. ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN**

7 Según el Código de Operación del Sistema Interconectado Nacional (Resolución CREG  
8 025 de 1995 y sus actualizaciones) y otra regulación de la CREG que sea aplicable.  
9

## 10 **7. INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO**

11 Antes de que termine el contrato de interventoría, el Transmisor debe entregar al Interventor  
12 un documento con la información detallada para el planeamiento, según lo requiere el  
13 Código de Planeamiento en sus apéndices, para que éste se la entregue a la UPME.  
14  
15

## 16 **8. INFORMACIÓN ESPECÍFICA**

17 Información específica referente a la Convocatoria Pública UPME 01 - 2017, recopilada por  
18 la UPME, como costos de conexión, datos técnicos y planos, etc., serán suministrados por  
19 la UPME en formato digital en lo posible a través de su página WEB junto con los presentes  
20 DSI o a solicitud de los Interesados, mediante carta firmada por el Representante Legal o  
21 el Representante Autorizado, indicando domicilio, teléfono, fax y correo electrónico. Dicha  
22 información deberá ser tomada por los Inversionistas como de referencia; mayores detalles  
23 requeridos será su responsabilidad consultarlos e investigarlos.  
24  
25  
26  
27

## 28 **9. FIGURAS**

29 La siguiente es la lista de figuras referenciadas en este documento:  
30

31 Figura 1 - Diagrama Unifilar Subestación El Bosque 220 kV  
32  
33