

**ANEXO 1**

**DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO**

**CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 05 DE 2016**

**(UPME 05 – 2016)**

**SELECCIÓN DE UN INVERSIONISTA Y UN INTERVENTOR PARA EL DISEÑO,  
ADQUISICIÓN DE LOS SUMINISTROS, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y  
MANTENIMIENTO DE LA CONEXIÓN DE LA SUBESTACIÓN LA ENEA 230 kV AL  
CIRCUITO SAN FELIPE – LA ESMERALDA 230 kV**

**Bogotá D. C., marzo de 2016**

## ÍNDICE

1		
2		
3		
4	<b>1. CONSIDERACIONES GENERALES</b> .....	<b>5</b>
5	1.1 Requisitos Técnicos Esenciales .....	5
6	1.2 Definiciones .....	6
7	<b>2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b> .....	<b>6</b>
8	<b>2.1 Descripción de obras en las subestaciones</b> .....	<b>7</b>
9	<b>2.1.1 Descripción de Obras en la Subestación San Antonio 230 kV</b> ¡Error! Marcador no	
10	definido.	
11	2.2 Puntos de Conexión del Proyecto .....	8
12	2.2.1 En la Subestación San Antonio 230 kV .....	¡Error! Marcador no definido.
13	2.2.2 En la Subestación Sochagota 230 kV .....	8
14	<b>3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES</b> .....	<b>10</b>
15	3.1. Parámetros del Sistema.....	10
16	3.2 Nivel de Corto Circuito .....	11
17	3.3 Materiales .....	11
18	3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible .....	11
19	3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión .....	12
20	3.6 Pruebas en Fábrica.....	12
21	<b>4. ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN 230 kV</b> .....	<b>12</b>
22	4.1 General.....	13
23	4.2. Ruta de las Líneas de Transmisión .....	14
24	4.3 Longitud Aproximada de la Línea.....	15
25	4.4 Especificaciones de diseño y construcción Líneas.....	15
26	4.4.1 Aislamiento .....	16
27	4.4.2 Conductores de Fase.....	16
28	4.4.3 Cable(s) de Guarda .....	18
29	4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas .....	19
30	4.4.5 Transposiciones de Línea .....	19
31	4.4.6 Estructuras.....	20
32	4.4.7 Localización de Estructuras .....	21
33	4.4.8 Sistema Antivibratorio, Amortiguadores y Espaciadores - Amortiguadores .....	21
34	4.4.9 Cimentaciones .....	22
35	4.4.10 Señalización Aérea .....	22
36	4.4.11 Desviadores de vuelo para aves .....	22
37	4.4.12 Obras Complementarias .....	22
38	4.5 Informe Técnico .....	22
39	<b>5. ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN</b> .....	<b>23</b>
40	5.1 General.....	23
41	5.1.1 Predio de las Subestaciones.....	24

1	5.1.2 Espacios de Reserva .....	25
2	5.1.3 Conexiones con Equipos Existentes .....	25
3	5.1.4 Servicios Auxiliares .....	25
4	5.1.5 Infraestructura y Módulo Común .....	25
5	5.2 Normas para Fabricación de los Equipos.....	27
6	5.3 Condiciones Sísmicas de los equipos .....	27
7	5.4 Procedimiento General del Diseño.....	27
8	5.4.1 Los documentos de Ingeniería Básica .....	29
9	5.4.1.1 Memorias de cálculo electromecánicas.....	29
10	5.4.1.2 Especificaciones equipos 230 kV .....	30
11	5.4.1.3 Características técnicas de los equipos 230 kV .....	30
12	5.4.1.4 Planos electromecánicos 230 kV .....	31
13	5.4.1.5 Planos de obras civiles .....	31
14	5.4.1.6 Estudios y trabajos de campo .....	31
15	5.4.2 Los documentos de la Ingeniería de Detalle .....	32
16	5.4.2.1 Cálculos detallados de obras civiles.....	33
17	5.4.2.2 Planos de obras civiles .....	33
18	5.4.2.3 Diseño detallado electromecánico.....	33
19	5.4.3 Estudios del Sistema .....	36
20	5.4.4 Distancias de Seguridad .....	37
21	5.5 Equipos de Potencia .....	37
22	5.5.1 Interruptores 230 kV .....	37
23	5.5.2 Descargadores de Sobretensión.....	39
24	5.5.3 Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra .....	41
25	5.5.4 Transformadores de Tensión a 230 kV .....	42
26	5.5.5 Transformadores de Corriente a 230 kV .....	44
27	5.5.6 Equipo GIS o Híbrido .....	45
28	5.5.7 Sistema de Puesta A Tierra .....	46
29	5.5.8 Apantallamiento de la Subestación .....	47
30	5.5.9 Pruebas en Sitio para el Sistema de Puesta a Tierra .....	47
31	5.6 Equipos de Control y Protección .....	47
32	5.6.1 Sistemas de Protección .....	47
33	5.6.2 Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones .....	48
34	5.6.2.1 Características Generales.....	50
35	5.6.4 Controladores de Bahía .....	53
36	5.6.5 Controlador de los Servicios Auxiliares .....	54
37	5.6.6 Switches .....	54
38	5.6.7 Interfaz Nivel 2 - Nivel 1 .....	55
39	5.6.8 Equipos y Sistemas de Nivel 2.....	55
40	5.6.9 Requisitos de Telecomunicaciones .....	57
41	5.7 Obras Civiles .....	57

1	5.8 Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento .....	58
2	<b>6. ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO .....</b>	<b>58</b>
3	6.1 Pruebas y Puesta en Servicio .....	58
4	6.2 Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio .....	59
5	<b>7. ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN .....</b>	<b>59</b>
6	<b>8. INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO .....</b>	<b>60</b>
7	<b>9. INFORMACIÓN ESPECÍFICA .....</b>	<b>60</b>
8	<b>10. FIGURAS .....</b>	<b>60</b>
9		

## 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 05 – 2016.

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

## 20 **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

21  
22 Consiste en el diseño, adquisición de los suministros, construcción, pruebas, puesta en  
23 servicio, operación y mantenimiento de las obras asociadas al Proyecto de conexión de la  
24 Subestación La Enea 230 kV al circuito San Felipe – La Esmeralda 230 kV, definido en el  
25 “Plan de Expansión de Referencia Generación – Transmisión 2014-2028” y adoptado  
26 mediante Resolución del Ministerio de Minas y Energía 40029 de enero 9 de 2015, el cual  
27 comprende:

- 28 i. Dos (2) bahías de línea a 230 kV, en configuración barra principal y barra de  
29 transferencia, en la existente Subestación La Enea 230 kV, ubicada en el Municipio  
30 de Villamaría, departamento de Caldas.
- 31 ii. Dos (2) circuitos 230 kV con una longitud aproximada de 50 m, desde la existente  
32 Subestación La Enea 230 kV y hasta interceptar el circuito existente San Felipe –  
33 Esmeralda 230 kV, para reconfigurarla en el circuito San Felipe – La Enea 230 kV y  
34 La Enea – Esmeralda 230 kV. El circuito a interceptar llega a pórticos de la  
35 Subestación existente La Enea.

## 36 **NOTAS:**

37

- 1 1. Los Diagramas unifilares de Subestaciones a intervenir por motivo de la presente  
2 Convocatoria Pública hacen parte del Anexo 1. El Inversionista seleccionado,  
3 buscando una disposición con alto nivel de confiabilidad, podrá modificar la  
4 disposición de los diagramas unifilares previa revisión y concepto del Interventor, y  
5 aprobación por parte de la UPME. Si la propuesta de modificación presentada afecta  
6 a terceros, deberán establecerse acuerdos previos a la solicitud.  
7
- 8 2. Todos los equipos o elementos a instalar, por motivo de la presente Convocatoria  
9 Pública UPME, deberán ser completamente nuevos y de última tecnología.  
10
- 11 3. Están a cargo del Inversionista seleccionado, todos los elementos necesarios para  
12 la construcción, operación y mantenimiento de las obras, como por ejemplo  
13 sistemas de control, protecciones, comunicaciones e infraestructura asociada, sin  
14 limitarse a estos, y debe garantizar su compatibilidad con la infraestructura  
15 existente. En general, el Adjudicatario se debe hacer cargo de las adecuaciones  
16 necesarias para cumplir con el alcance del presente proyecto.  
17
- 18 4. Se debe garantizar que los espacios de reserva (no utilizados por el presente  
19 Proyecto) en las Subestaciones del STN y/o del STR no se verán afectados o  
20 limitados para su utilización, por infraestructura (equipos, línea, edificaciones, etc.)  
21 desarrollada en el marco de la presente Convocatoria Pública del STR.  
22

## 23 2.1 Descripción de obras en las subestaciones

### 24 2.1.2 Descripción de Obras en la Subestación La Enea 230 kV

25 El Inversionista seleccionado deberá hacerse cargo de la selección y adquisición del lote  
26 (en caso de ser necesario), el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de  
27 las obras descritas en el numeral 2.  
28

29 Las bahías deberán mantener la configuración de la existente subestación La Enea 230 kV,  
30 la cual es barra principal y barra de transferencia. Los equipos a instalar podrán ser  
31 convencionales o GIS (tomado de la primera letra del nombre en inglés “Gas Insulated  
32 Substations” Subestaciones aisladas en gas SF6) o una solución híbrida, de tipo exterior o  
33 interior según el caso, cumpliendo con la normatividad técnica aplicable y todos los demás  
34 requisitos establecidos en los DSI, cumpliendo con la normatividad técnica aplicable y todos  
35 los demás requisitos establecidos en los DSI.  
36

37 El Inversionista seleccionado, resultante de la presente Convocatoria Pública, deberá  
38 hacerse cargo de la extensión del barraje (de ser necesario), para la conexión de las nuevas  
39 bahías objeto de la presente Convocatoria, junto con los equipos de protección y  
40  
41



1 adecuaciones físicas y eléctricas necesarias. Toda la infraestructura utilizada para ampliar  
2 el barraje, deberá tener una capacidad de corriente, y demás características técnicas, igual  
3 o superior al barraje existente donde se conecta.

4  
5 El terreno donde se construya la ampliación de esta subestación es el señalado en el  
6 numeral 5.1.1 del presente Anexo 1.

7  
8 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad de las nuevas bahías, en funcionalidad  
9 y en aspectos de potencia, comunicaciones, control y protecciones con infraestructura  
10 existente.

11  
12 El diagrama unifilar de la subestación La Enea 230 kV se muestra en la Figura 1.

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

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

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

### 27 28 **2.2.1 En la Subestación La Enea 230 kV**

29  
30 El propietario de la subestación existente La Enea 230 kV es ISA S.A. E.S.P. y el  
31 responsable de la misma, por mandato, es INTERCOLOMBIA S.A. E.S.P.

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

35  
36 Los costos asociados a la conexión, fueron suministrados por INTERCOLOMBIA mediante  
37 comunicación con radicado UPME 20151260030792, la cual es puesta a disposición de los  
38 Interesados en la sección de documentos relacionados en la página WEB de la presente  
39 convocatoria.

40



1 El contrato de conexión entre el Transmisor resultante de la presente Convocatoria Pública  
2 e INTERCOLOMBIA S.A. E.S.P. deberá incluir, entre otros aspectos y según corresponda,  
3 lo relacionado con las condiciones para acceder al uso del terreno para la ubicación de la  
4 infraestructura a instalar, el espacio para la ubicación de los tableros de control y  
5 protecciones de los módulos, el enlace al sistema de control del CND, suministro de  
6 servicios auxiliares de AC y DC; y demás acuerdos. Este contrato de conexión deberá estar  
7 firmado por las partes, antes del inicio de la construcción de obras, al menos en sus  
8 condiciones básicas (objeto del contrato, terreno en el cual se realizarán las obras y  
9 condiciones para acceder al mismo, obligaciones de las partes para la construcción, punto  
10 de conexión. Duración del contrato, etc), lo cual deberá ser puesto en conocimiento del  
11 Interventor. No obstante las partes en caso de requerirse, podrán solicitar a la UPME, con  
12 la debida justificación, la modificación de la fecha de firma del contrato de conexión.  
13

#### 14 **2.2.2 En el circuito San Felipe – La Esmeralda 230 kV**

15  
16 El responsable de la **línea** de transmisión San Felipe – Esmeralda 230 kV es  
17 INTERCOLOMBIA S.A. E.S.P.

18  
19 El punto de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública UPME es el punto,  
20 o puntos, de seccionamiento de la línea San Felipe – Esmeralda 230 kV.

21  
22 Se debe tener en cuenta que el circuito a intervenir, San Felipe – Esmeralda 230 kV,  
23 comparte estructuras con el circuito San Felipe – La Enea – La Esmeralda 230 kV y llega a  
24 pórticos de la Subestación existente La Enea.

25  
26 Los costos asociados a la conexión, fueron suministrados por INTERCOLOMBIA mediante  
27 comunicación con radicado UPME 20151260030792, la cual es puesta a disposición de los  
28 Interesados en la sección de documentos relacionados en la página WEB de la presente  
29 convocatoria.  
30

31 El contrato de conexión entre el Transmisor y el responsable de la línea, deberá incluir,  
32 entre otros aspectos y según corresponda, todo lo relacionado con cambios o ajustes de  
33 cualquier índole, generados por el presente Proyecto, que deban hacerse en las  
34 Subestaciones existentes en los extremos de la línea, garantizando entre otros, la  
35 compatibilidad con los sistemas de comunicaciones, control y protecciones de las bahías  
36 de línea. Este contrato de conexión deberá estar firmado por las partes, antes del inicio de  
37 la construcción de las obras, al menos en sus condiciones básicas (objeto del contrato,  
38 lugar donde se realizarán las obras y condiciones para su realización, obligaciones de las  
39 partes para la construcción, punto de conexión, duración del contrato, etc), lo cual deberá  
40 ser puesto en conocimiento del Interventor. No obstante las partes en caso de requerirse,

1 podrán solicitar a la UPME, con la debida justificación, la modificación de la fecha de firma  
 2 del contrato de conexión.

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

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

14  
 15 Las Especificaciones contenidas en este Anexo, se complementan con la información de  
 16 las subestaciones existentes que se incluyen en los documentos de esta Convocatoria.

17  
 18 **3.1. Parámetros del Sistema**

19  
 20 Todos los equipos e instalaciones a ser suministrados por el Transmisor deberán ser  
 21 nuevos y de última tecnología, cumplir con las siguientes características técnicas del STN,  
 22 las cuales serán verificadas por la Interventoría para la UPME.

23  
 24 **Generales:**

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

29  
 30 **Subestaciones 230 kV:**

31 Servicios auxiliares AC	120/208V, tres fases, cuatro hilos.
32 Servicios Auxiliares DC	125V
33 Tipo de las Subestaciones	Convencional o GIS o Híbrido

34  
 35 **Líneas de transmisión 230 kV:**

36 Tipo de línea y estructuras:	Aérea con torres auto-soportadas y/o postes y/o estructuras compactas y/o subterráneas
37	
38 Circuitos por torre o canalización:	Según diseño. Para líneas aéreas, se podrán compartir estructuras de soporte con infraestructura existente.
39	
40	
41 Conductores de fase:	Ver numeral 4.4.2 del presente Anexo.

1 Cables de guarda: Ver numeral 4.4.3 del presente Anexo.  
2  
3

### 4 **3.2 Nivel de Corto Circuito**

5  
6 El Transmisor deberá realizar los estudios pertinentes, de tal manera que se garantice que  
7 el nivel de corto utilizado en los diseños y selección de los equipos y demás elementos de  
8 líneas y subestaciones será el adecuado durante la vida útil de estos, no obstante, la  
9 capacidad de corto circuito asignada a los equipos que se instalarán objeto de la presente  
10 Convocatoria no deberá ser inferior a 40 kA. Para esta determinación podrá servir como  
11 referencia indicativa la información del Plan de Expansión más reciente elaborado por la  
12 UPME o publicaciones realizadas por la UPME sobre estas características del STN. La  
13 duración asignada al corto circuito no podrá ser inferior a los tiempos máximos provistos  
14 para interrupción de las fallas.  
15

### 16 **3.3 Materiales**

17  
18 Todos los equipos y materiales incorporados al Proyecto deben ser nuevos y de la mejor  
19 calidad, de última tecnología y fabricados bajo normas internacionales y sello de  
20 fabricación, libres de defectos e imperfecciones. La fabricación de equipos y estructuras  
21 deberán ser tales que se eviten la acumulación de agua. Todos los materiales usados para  
22 el Proyecto, listados en la tabla 2.1 del RETIE deberán contar con certificado de producto  
23 según el numeral 2.3 del Artículo 2 del RETIE. El Transmisor deberá presentar para fines  
24 pertinentes al Interventor los documentos que le permitan verificar las anteriores  
25 consideraciones. En el caso de producirse una nueva actualización del RETIE antes del  
26 inicio de los diseños y de la construcción de la obra, dicha actualización primará sobre el  
27 Reglamento actualmente vigente.  
28

### 29 **3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible**

30  
31 Todos los equipos y los conectores deberán ser de diseño y construcción tales que, en lo  
32 relacionado con el efecto corona y radio interferencia, deben cumplir con lo establecido en  
33 el RETIE, Código de Redes y Normatividad vigente. El Transmisor deberá presentar al  
34 Interventor para los fines pertinentes a la Interventoría las Memorias de Cálculo y/o reportes  
35 de pruebas en donde se avalen las anteriores consideraciones.  
36

37 Para niveles máximos de radio-interferencia, se acepta una relación señal-ruido mínima de:  
38 a) Zona Rurales: 22 dB a 80m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen tiempo  
39 y b) Zonas Urbanas: 22 dB a 40m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen  
40 tiempo.  
41

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. Se  
9 debe considerar lo establecido en el capítulo X de la Ley 143 de 1994, en especial los  
10 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 del  
15 Proyecto. La fecha para haber llegado a estos acuerdos técnicos se deberá reflejar como  
16 Hito en el cronograma del Proyecto, lo cual será objeto de verificación por parte del  
17 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 Transmisor. Copia de estos acuerdos  
23 deberán entregarse al Interventor.

### 24 25 **3.6 Pruebas en Fábrica**

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

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

## 38 39 **4. ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN 230 kV**

1        **4.1 General**

2  
3  
4  
5  
6

En la siguiente tabla se presentan las especificaciones técnicas mínimas para las nuevas líneas de 230 kV que el Inversionista deberá revisar y ajustar una vez haya hecho el análisis comparativo de las normas:

Líneas de 230 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
1	Tensión nominal trifásica	Numeral 3.1	kV	230
2	Frecuencia nominal	Numeral 3.1	Hz	60
3	Tipo de línea	Numeral 3.1	-	-
4	Longitud aproximada	Numeral 4.3	km	-
5	Altura (estimada) sobre el nivel del mar	Numeral 4.3	msnm	-
6	Número de circuitos por torre o canalización	Numeral 3.1	-	-
7	Conductores de fase	Numeral 4.4.2	-	-
8	Subconductores por fase	Numeral 4.4.2	-	-
9	Cables de guarda	Numeral 4.4.3	-	-
10	Cantidad de cables de guarda	Numeral 4.4.3	-	-
11	Distancias de seguridad	Según Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
12	Ancho de servidumbre	Según Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
13	Máximo campo eléctrico e interferencia	Según Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
14	Contaminación	Debe verificar la presencia en el aire de partículas que pueda tener importancia en el diseño del aislamiento	g/cm <sup>2</sup>	-
15	Condiciones de tendido de los cables	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
16	Estructuras	Numeral 4.4.6	-	-

Líneas de 230 kV				
Íte m	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
17	Árboles de carga y curvas de utilización	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
18	Herrajes	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
19	Cadena de aisladores	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
20	Diseño aislamiento	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
21	Valor resistencia de puesta a tierra	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
22	Sistema de puesta a tierra	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
23	Salidas por descargas atmosféricas	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
24	Cimentaciones	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-

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).

#### 4.2. Ruta de las Líneas de Transmisión

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

Específicamente para los tramos subterráneos, si se requirieran, durante la selección de la ruta, deberán identificarse todas las instalaciones subterráneas existentes así como raíces de árboles, discontinuidades estratigráficas etc., que puedan incidir en ubicación de los



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

8  
 9 A modo informativo, el Inversionista podrá consultar el Documento **“ANÁLISIS ÁREA DE  
 10 ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO CONEXIÓN DE LA  
 11 SUBESTACIÓN LA ENEA 230 kV AL CIRCUITO SAN FELIPE – LA ESMERALDA 230  
 12 kV , OBJETO DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 05 – 2016 DEL PLAN DE  
 13 EXPANSIÓN 2014”**, el cual suministra información de referencia. El objeto de este  
 14 documento es identificar de manera preliminar las posibilidades y restricciones ambientales,  
 15 constituyéndose en un documento ilustrativo para los diferentes Interesados, sin pretender  
 16 determinar o definir rutas. Es responsabilidad del Inversionista en asumir en su integridad  
 17 los riesgos inherentes del Proyecto, para ello deberá validar la información, realizar sus  
 18 propios estudios y consultas ante las Autoridades competentes, entre otras.

19  
 20 En general, los Proponentes basarán sus Propuestas en sus propios estudios,  
 21 investigaciones, exámenes, inspecciones, visitas, entrevistas y otros.

22  
 23 **4.3 Longitud Aproximada de la Línea**

24  
 25 La longitud anunciada en este documento es de referencia y está basada en estimativos  
 26 preliminares. Por tanto, los cálculos y valoraciones que realice el inversionista para efectos  
 27 de su propuesta económica deberán estar fundamentados en sus propias evaluaciones,  
 28 análisis y consideraciones.

29

<i>Circuito</i>	<i>Tensión</i>	<i>Longitud Aproximada</i>
S/E La Enea – Conexión al circuito Esmeralda – San Felipe 230 kV	230 kV	50 m

30  
 31 A manera de información, la altura sobre el nivel del mar (asociada a estimativos  
 32 preliminares) está comprendida entre los 2000 m y 2400 m. Sin embargo, Tanto la longitud  
 33 real como la altura sobre el nivel del mar real, serán función del diseño y estudios  
 34 pertinentes que realiza el Inversionista seleccionado.

35  
 36 **4.4 Especificaciones de diseño y construcción Líneas**



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

7  
8 El Interventor verificará para la UPME, que los diseños realizados por el Transmisor  
9 cumplan con las normas técnicas aplicables y con las siguientes especificaciones.

#### 10 11 **4.4.1 Aislamiento**

12  
13 El Inversionista deberá verificar, en primer lugar, las condiciones meteorológicas y de  
14 contaminación de la zona en la que se construirán las líneas, la nueva subestación y/o las  
15 obras en las subestaciones existentes y, con base en ello, hacer el diseño del aislamiento  
16 de las líneas, los equipos de las subestaciones, y la coordinación de aislamiento, teniendo  
17 en cuenta las máximas sobretensiones que puedan presentarse en las líneas por las  
18 descargas atmosféricas, por maniobras propias de la operación, en particular el cierre y  
19 apertura de las líneas en vacío, despeje de fallas con extremos desconectados del sistema,  
20 considerando que en estado estacionario las tensiones en las barras de 230 kV no deben  
21 ser inferiores al 90% ni superiores al 110% del valor nominal y que los elementos del  
22 sistema deben soportar las tensiones de recuperación y sus tasas de crecimiento.

23  
24 De acuerdo con la Resolución CREG 098 de 2000 se considera como parámetro de diseño  
25 un límite máximo de tres (3) salidas por cada 100 km de línea / año ante descargas  
26 eléctricas atmosféricas, una (1) falla por cada 100 operaciones de maniobra de la línea y  
27 servicio continuo permanente ante sobre-tensiones de frecuencia industrial.

28  
29 Para el caso de tramos de líneas aéreas-subterráneas en todos los sitios de transición  
30 deberán preverse los descargadores de sobretensión que protejan el cable ante la  
31 ocurrencia de sobretensiones por descargas atmosféricas, fallas, desconexiones o  
32 maniobras. El aislamiento de los cables deberá garantizar la operación de continua de la  
33 línea ante sobretensiones de frecuencia de 60 Hz.

#### 34 35 **4.4.2 Conductores de Fase**

36  
37 Las siguientes condiciones y/o límites estarán determinadas por las características propias  
38 de la ruta y el lugar donde el Proyecto operará, por tanto será responsabilidad del  
39 Inversionista su verificación. El Interventor verificará e informará a la UPME si el diseño  
40 realizado por el Inversionista cumple con las normas técnicas aplicables y con los valores  
41 límites establecidos.

1  
2 El conductor de fase de los circuitos de 230 kV, sean aéreos y/o subterráneos, deberá  
3 cumplir con las siguientes exigencias técnicas:

- 4
- 5 • Capacidad normal de operación del circuito a temperatura ambiente máxima  
6 promedio: igual o mayor capacidad de corriente que la del conductor existente en el  
7 punto de conexión que otorga el circuito Esmeralda – San Felipe 230 kV al presente  
8 Proyecto.
  - 9 • Máxima resistencia DC a 20°C por conductor de fase: igual o inferior resistencia en  
10 ohmios/km que la del conductor existente en el punto de conexión que otorga el  
11 circuito Esmeralda – San Felipe 230 kV al presente Proyecto.
- 12

13 INTERCOLOMBIA mediante comunicación con radicado UPME 20151260030792,  
14 suministró información técnica de la existente Línea Esmeralda – San Felipe 230 kV, la cual  
15 es puesta a disposición de los Interesados en la sección de documentos relacionados en la  
16 página WEB de la presente convocatoria.

17  
18 El conductor de fase del circuito a instalar, deberá tener conductores sencillos o en haz de  
19 sub-conductores según decisión del inversionista que deberá ser soportada ante el  
20 Interventor. En caso de conductores en haz o múltiples por fase, la resistencia DC a 20°C  
21 por conductor de fase corresponderá a la resistencia en paralelo de los sub-conductores de  
22 cada fase y la capacidad de corriente corresponderá a la capacidad en paralelo de los sub-  
23 conductores de cada fase. Lo anterior utilizando las normas o cálculos aplicables y según  
24 las características de la línea (p. eje, aérea o subterránea).

25  
26 El Inversionista deberá garantizar los valores de capacidad de corriente y resistencia, tanto  
27 en los tramos aéreos como en los subterráneos según sea el caso.

28  
29 En cualquier condición, la tensión longitudinal máxima en el conductor, no deberá exceder  
30 el 50% de su correspondiente tensión de rotura.

31  
32 El conductor seleccionado deberá cumplir con las exigencias de radio interferencia  
33 establecidas en la normatividad aplicable.

34  
35 De acuerdo con lo establecido en el numeral 14.3 del Artículo 14 del RETIE, los valores  
36 máximos permitidos para Intensidad de Campo Eléctrico y Densidad de Flujo Magnético  
37 son los indicados en la Tabla 14.1 del RETIE, donde el público o una persona en particular  
38 pueden estar expuestos durante varias horas.

39  
40 De presentarse características en el ambiente para esta nueva líneas, que tuvieren efecto  
41 corrosivo, los conductores aéreos deberán ser de tipo AAC, ACAR o AAAC, con hilos de

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

#### 10 **4.4.3 Cable(s) de Guarda**

11  
12 El cumplimiento de las siguientes condiciones será responsabilidad del Inversionista y  
13 aplican solo para cables de guarda de los circuitos que se instalarán en el desarrollo de la  
14 presente Convocatoria Pública.  
15

16 Se requiere que todos los tramos de línea tengan uno o dos cables de guarda  
17 (convencionales u OPGW). Al menos uno de los cables de guarda deberá ser OPGW, con  
18 la única excepción de líneas a reconfigurar que no tengan instalados cables con fibra óptica.  
19 Para la presente convocatoria, el o los cables de guarda a instalar en la reconfiguración  
20 deberán características técnicas iguales o superiores a las de los cables existentes.  
21 INTERCOLOMBIA mediante comunicación con radicado UPME 20151260030792,  
22 suministró información técnica de la existente Línea Esmeralda – San Felipe 230 kV, la cual  
23 es puesta a disposición de los Interesados en la sección de documentos relacionados en la  
24 página WEB de la presente convocatoria.  
25

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

37 En cualquier condición, la tensión longitudinal máxima en el conductor o cable de guarda,  
38 no deberá exceder el 50% de su correspondiente tensión de rotura.  
39

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

1  
2 En el evento de que el Inversionista decida usar alguna o todas las Líneas objeto de la  
3 presente Convocatoria pública UPME, para la transmisión de comunicaciones por fibra  
4 óptica, será de su responsabilidad seleccionar los parámetros y características técnicas del  
5 cable de guarda e informar de ellos al Interventor.  
6

#### 7 **4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas**

8  
9 El sistema de puesta a tierra se diseñará de acuerdo con las condiciones específicas del  
10 sitio de cada una de las estructuras, buscando ante todo preservar la seguridad de las  
11 personas, considerando además el comportamiento del aislamiento ante descargas  
12 atmosféricas.  
13

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

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

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

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

#### 38 **4.4.5 Transposiciones de Línea**

39  
40 El Inversionista deberá analizar la necesidad de implementar transposiciones de línea para  
41 garantizar los niveles máximos de desbalance exigidos por la normatividad aplicable para

1 ello, considerando incluso la posibilidad de implementar ajustes o modificaciones sobre la  
2 infraestructura actual o reubicaciones necesarias para el cumplimiento de tal propósito.

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

9  
10 En caso de requerirse, las transposiciones se podrán localizar a un sexto (1/6), a tres sextos  
11 (3/6) y a cinco sextos (5/6) de la longitud total de la línea correspondiente.

12  
13 El Transmisor se obliga a realizar el estudio correspondiente y ponerlo a consideración de  
14 la Interventoría, terceros involucrados y el CNO. Este documento hará parte de las  
15 memorias del proyecto.

#### 16 **4.4.6 Estructuras**

17  
18  
19 El dimensionamiento eléctrico de las estructuras se debe realizar considerando la  
20 combinación de las distancias mínimas que arrojen los estudios de sobretensiones debidas  
21 a descargas atmosféricas, a las sobretensiones de maniobra y a las sobretensiones de  
22 frecuencia industrial.

23  
24 Las estructuras de apoyo para las líneas aéreas y las de transición aéreo-subterráneo  
25 deberán ser auto-soportadas. Solo en ocasiones excepcionales se podrán considerar  
26 estructuras para situaciones especiales, que requieran apoyos externos, tales situaciones  
27 especiales y las condiciones de diseño deberán garantizar la estabilidad de la línea y deben  
28 ser justificadas al Interventor, no obstante su uso estará condicionado al concepto del  
29 Interventor y pronunciamiento por parte de la UPME. En cualquier caso, las estructuras no  
30 deberán requerir para su montaje el uso de grúas autopropulsadas ni de helicópteros. El  
31 Inversionista podrá hacer uso de estos recursos para su montaje pero, se requiere que  
32 estas estructuras puedan ser montadas sin el concurso de este tipo de recursos.

33  
34 En la salida o llegada de líneas a las subestaciones donde se requiera dejar previsión de  
35 espacio de reserva para bahías de línea (Ver numeral 5.1.5), la localización de las  
36 estructuras deberá contemplar torres de circuito sencillo o doble que permitan la salida de  
37 las líneas requeridas para tales bahías, al menos en un kilómetro contado desde el pórtico  
38 de cada subestación. El diseño, adquisición de los suministros y construcción de estas  
39 torres de reserva hace parte de la presente Convocatoria.

40

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

#### 13 14 **4.4.7 Localización de Estructuras**

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

#### 23 24 **4.4.8 Sistema Antivibratorio, Amortiguadores y Espaciadores -** 25 **Amortiguadores**

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

35  
36 En los cables de guarda y conductores sencillos los amortiguadores serán del tipo  
37 "stockbridge" y su colocación medida desde la boca de la grapa y entre amortiguadores  
38 será la que determine el estudio de amortiguamiento que haga el Inversionista, copia del  
39 cual le será entregada al Interventor.

40



1                   **4.4.9 Cimentaciones**

2  
3       Para los fines pertinentes, el Interventor revisará los resultados de las memorias de cálculo  
4       de las cimentaciones propuestas de acuerdo con lo establecido en la Resolución CREG  
5       098 de 2000, numeral 2.7, o en sus actualizaciones posteriores previas al inicio de las obras.  
6       Los diseños de cimentaciones para las torres de una línea de transmisión deben hacerse  
7       considerando los resultados de los estudios de suelos que mandatoriamente debe adelantar  
8       el Inversionista en todos los sitios de torre, y las cargas a nivel de cimentación más críticas  
9       que se calculen a partir de las cargas mostradas en los árboles de cargas de diseño de  
10       cada tipo de estructura.

11  
12                   **4.4.10 Señalización Aérea**

13  
14       El Inversionista deberá investigar con el Departamento de Aeronáutica Civil, las Empresas  
15       Petroleras que operan proyectos petroleros en la región, si existen, la Armada Nacional, u  
16       otros posibles actores, la existencia de aeródromos o zonas de tránsito de aeronaves de  
17       cualquier índole (particulares, militares, de fumigación aérea, etc) que hagan imperioso que  
18       la línea lleve algún tipo de señales que impidan eventuales accidentes originados por la  
19       carencia de ellos.

20  
21       Se mencionan en su orden: la pintura de las estructuras según norma de Aerocivil; balizas  
22       de señalización aérea ubicadas en el cable de guarda en vanos específicos y/o faros  
23       centelleantes en torres en casos más severos.

24  
25                   **4.4.11 Desviadores de vuelo para aves**

26  
27       Es responsabilidad del Inversionista identificar la necesidad de instalar desviadores de  
28       vuelo para aves.

29  
30                   **4.4.12 Obras Complementarias**

31  
32       El Interventor informará a la UPME acerca del cumplimiento de requisitos técnicos del  
33       diseño y construcción de todas las obras civiles que garanticen la estabilidad de los sitios  
34       de torre, protegiendo taludes, encauzando aguas, etc., tales como muros de contención,  
35       tablestacados o trinchos, cunetas, filtros, obras de mitigación, control de efectos  
36       ambientales y demás obras que se requieran.

37  
38                   **4.5 Informe Técnico**

39  
40       De acuerdo con lo establecido en el numeral 3 de la Resolución CREG 098 de 2000 o como  
41       se establezca en resoluciones posteriores a esta, el Interventor verificará que el Transmisor



1 suministre los siguientes documentos técnicos durante las respectivas etapas de  
 2 construcción de las líneas de transmisión del Proyecto:

- 3
- 4 - Informes de diseño de acuerdo con el numeral 3.1 de la Resolución CREG 098 de
- 5 2000.
- 6
- 7 - Planos definitivos de acuerdo con el numeral 3.2 de la Resolución CREG 098 de
- 8 2000.
- 9
- 10 - Materiales utilizados para la construcción de las líneas del Proyecto de acuerdo
- 11 con el numeral 3.3 de la Resolución CREG 098 de 2000.
- 12
- 13 - Servidumbres de acuerdo con el numeral 3.4 de la Resolución CREG 098 de 2000.
- 14
- 15 - Informe mensual de avance de obras de acuerdo con el numeral 3.5.1 de la
- 16 Resolución CREG 098 de 2000.
- 17
- 18 - Informe final de obra de acuerdo con el numeral 3.5.2 de la Resolución CREG 098
- 19 de 2000.
- 20

21

22 **5. ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN**

23

24 Las siguientes son las especificaciones técnicas para la Subestación.

25

26 **5.1 General**

27

28 La información específica, remitida por los propietarios de la infraestructura existente, como

29 costos de conexión, datos técnicos, planos, etc, serán suministrados por la UPME conforme

30 el Numeral 9 del presente Anexo 1.

31

32 La siguiente tabla presenta las características de la Subestación que hacen parte del

33 proyecto objeto de la presente Convocatoria Pública:

34

ítem	Descripción	La Enea 230 kV
1	Configuración	barra principal y barra de transferencia
2	Tipo de subestación	Convencional.
3	Subestación nueva	No
4	Responsable de la Subestación	INTERCOLOMBIA S.A. E.S.P.

35

1           **5.1.1 Predio de las Subestaciones**

2  
3           **Subestación La Enea 230 kV**

4  
5           La existente subestación La Enea 230 kV, se encuentra localizada en inmediaciones del  
6           municipio de Villamaría (Caldas), en las siguientes coordenadas aproximadas (información  
7           que deberá verificar el Interesado):

8  
9           Latitud:           5°01'08.20" N.  
10          Longitud:        75°27'28.81" O.

11  
12          En comunicación de INTERCOLOMBIA S.A. E.S.P. con radicado UPME 20151260030792,  
13          indica que "...*El patio a 230 kV de la Subestación La Enea cuenta con el espacio completo*  
14          *para el montaje de dos nuevas bahías con las mismas dimensiones de las existentes...*".  
15          La información técnica, costo del terreno y costos asociados a la conexión, se encuentra en  
16          dicho comunicado, el cual es puesto a disposición de los Interesados en la sección de  
17          documentos relacionados en la página WEB de la presente convocatoria.

18  
19          No obstante lo anterior, se permite la expansión de la existente Subestación La Enea 230  
20          kV en inmediaciones del predio anteriormente señalado.

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

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

35  
36          A modo informativo, el Inversionista podrá consultar el Documento "**ANÁLISIS ÁREA DE**  
37          **ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO CONEXIÓN DE LA**  
38          **SUBESTACIÓN LA ENEA 230 kV AL CIRCUITO SAN FELIPE – LA ESMERALDA 230**  
39          **kV OBJETO DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 03 DE 2016 DEL PLAN DE**  
40          **EXPANSIÓN 2014**", el cual suministra información de referencia. El objeto de este  
41          documento es identificar de manera preliminar las posibilidades y restricciones ambientales,

1 constituyéndose en un documento ilustrativo para los diferentes Interesados, sin pretender  
2 determinar o definir rutas. Es responsabilidad del Inversionista en asumir en su integridad  
3 los riesgos inherentes del Proyecto, para ello deberá validar la información, realizar sus  
4 propios estudios y consultas ante las Autoridades competentes, entre otras. En general, los  
5 Proponentes basarán sus Propuestas en sus propios estudios, investigaciones, exámenes,  
6 inspecciones, visitas, entrevistas y otros.

### 7 8 **5.1.2 Espacios de Reserva**

9  
10 La presente convocatoria no tiene previsto dejar espacios de reserva para futuras  
11 ampliaciones.

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

### 17 18 **5.1.3 Conexiones con Equipos Existentes**

19  
20 El Transmisor deberá proveer los equipos necesarios para hacer completamente  
21 compatibles los equipos en funcionalidad y en aspectos de comunicaciones, control y  
22 protección de las nuevas bahías 230 kV, con la infraestructura existente que pueda verse  
23 afectada por el desarrollo del Proyecto.

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

### 29 30 **5.1.4 Servicios Auxiliares**

31  
32 El Inversionista deberá proveer los servicios auxiliares en AC y DC suficientes para el  
33 Proyecto objeto de la presente Convocatoria. Los siguientes son los niveles de tensión a  
34 utilizar en los servicios auxiliares a instalar:

35  
36 Servicios auxiliares AC 120/208V, tres fases, cuatro hilos.  
37 Servicios Auxiliares DC 125V

### 38 39 **5.1.5 Infraestructura y Módulo Común**

40

1 Como parte del Proyecto, el Inversionista deberá implementar todas las obras y equipos  
2 constitutivos del módulo común como se describe a continuación:  
3

4 El Inversionista debe prever el espacio necesario para el desarrollo de las conexiones a  
5 230 kV objeto de la presente Convocatoria Pública, junto con los espacios de acceso, vías  
6 internas y edificios, según se requiera, considerando la disponibilidad de espacio en el  
7 predio actual y las eventuales restricciones o condicionantes que establezca el  
8 ordenamiento territorial en el área, igualmente estarán a cargo del Inversionista, y según se  
9 requiera, las vías de acceso a predios de Subestaciones y/o adecuaciones que sean  
10 necesarias.  
11

12 El Inversionista deberá suministrar todos los elementos necesarios para la infraestructura y  
13 módulo común que requiera el Proyecto objeto de la presente Convocatoria, es decir las  
14 obras civiles y los equipos que sirven a las obras descritas en el Numeral 2 del Anexo 1. La  
15 infraestructura y módulo común, estarán conformados como mínimo por los siguientes  
16 componentes:  
17

- 18 • **Infraestructura civil:** Compuesta por pozos de agua y/o toma de agua de  
19 acueducto vecino si existe; la malla de puesta a tierra; las vías de acceso a la  
20 subestación y/o adecuación de las existentes; las vías internas de acceso a los  
21 patios de conexiones y/o adecuación de las existentes; la adecuación del terreno; y  
22 en general, todas aquellas obras civiles necesarias (incluyendo, entre otros,  
23 construcción, modificaciones y/o ampliaciones a alcantarillado, filtros y drenajes,  
24 pozo séptico y de agua y/o conexión a acueducto/alcantarillados vecinos, alumbrado  
25 interior y exterior, cárcamos comunes, etc.) para las obras descritas en el Numeral  
26 2 del presente Anexo 1.  
27
- 28 • **Equipos:** Todos los equipos necesarios para las obras descritas en el Numeral 2  
29 del presente Anexo 1. Se incluyen, entre otros, los sistemas de automatización, de  
30 gestión de medición, de protecciones, control y el sistema de comunicaciones, los  
31 materiales de la malla de puesta a tierra y los equipos para los servicios auxiliares  
32 AC y DC, los equipos de conexión, todo el cableado necesario y las obras civiles  
33 asociadas.  
34

35 Para la ampliación de la subestación La Enea 230 kV se deberá tener en cuenta que se  
36 utilizará un terreno disponible en una subestación existente. Será responsabilidad del  
37 Inversionista enterarse de las facilidades y de los requerimientos que se requieren para los  
38 servicios auxiliares, obras civiles y ampliación de la malla de puesta a tierra. Igualmente  
39 deberá respetar las disposiciones actuales de equipos y mantener los arreglos y  
40 configuraciones existentes, en principio deberá suministrar todos los equipos y elementos  
41 requeridos para la operación óptima y segura de la ampliación a realizar.

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

5  
6 La medición para efectos comerciales, se sujetará a lo establecido en la regulación  
7 pertinente, en particular el Código de Medida (Resolución CREG 038 de 2014 o aquella que  
8 la modifique o sustituya).

## 9 10 **5.2 Normas para Fabricación de los Equipos**

11  
12 El Inversionista deberá suministrar equipos en conformidad con la última edición de las  
13 Normas *International Electrotechnical Commission – IEC, International Organization for*  
14 *Standardization – ISO, ANSI – American National Standards Institute, International*  
15 *Telecomunicaciones Unión - ITU-T, Comité Internacional Spécial des Perturbations*  
16 *Radioélectriques – CISPR*. El uso de normas diferentes deberá ser sometido a  
17 consideración del Interventor quien conceptuará sobre su validez en aspectos  
18 eminentemente técnicos y de calidad.

## 19 20 **5.3 Condiciones Sísmicas de los equipos**

21  
22 Los suministros deberán tener un nivel de desempeño sísmico clase III de acuerdo con la  
23 publicación IEC 60068-3-3 “*Guidance Seismic Test Methods for Equipments*” o de acuerdo  
24 con la publicación IEEE-693 Recommended Practice for Seismic Design of Substations, la  
25 de mayores exigencias. El Transmisor deberá entregar copias al Interventor de las  
26 memorias de cálculo en donde se demuestre que los suministros son aptos para soportar  
27 las condiciones sísmicas del sitio de instalación.

## 28 29 **5.4 Procedimiento General del Diseño**

30  
31 Este procedimiento seguirá la siguiente secuencia:

- 32  
33 a) Inicialmente, el Transmisor preparará las Especificaciones Técnicas del Proyecto, que  
34 gobernarán el desarrollo total del Proyecto.

35  
36 En este documento se consignará toda la normatividad técnica, y las especificaciones  
37 para llevar a cabo la programación y control del desarrollo de los trabajos;  
38 especificaciones y procedimientos para adelantar el Control de Calidad en todas las  
39 fases del Proyecto; las definiciones a nivel de Ingeniería Básica tales como: resultados  
40 de estudios del sistema eléctrico asociado con el Proyecto; parámetros básicos de  
41 diseño (corrientes nominales, niveles de aislamiento, capacidades de cortocircuito,

1 tiempos de despeje de falla, entre otros); hojas de datos de los equipos; diagramas  
2 unifilares generales; especificaciones técnicas detalladas de los equipos y materiales;  
3 filosofía de control, medida y protección; previsiones para facilitar la evolución de la  
4 Subestación; especificaciones de Ingeniería de Detalle; procedimientos y  
5 especificaciones de pruebas en fabrica; procedimientos de transporte, almacenamiento  
6 y manejo de equipos y materiales; los procedimientos de construcción y montaje; los  
7 procedimientos y programaciones horarias durante los cortes de servicio de las  
8 instalaciones existentes que guardan relación con los trabajos del Proyecto; los  
9 procedimientos de intervención sobre equipos existentes; los procedimientos y  
10 especificación de pruebas en campo, los procedimientos para efectuar las pruebas  
11 funcionales de conjunto; los procedimientos para desarrollar las pruebas de puesta en  
12 servicio, los procedimientos de puesta en servicio del Proyecto y los procedimientos de  
13 operación y mantenimiento.

14  
15 Las Especificaciones Técnicas podrán desarrollarse, en forma parcial y continuada, de  
16 tal forma que se vayan definiendo paso a paso todos los aspectos del Proyecto, para  
17 lograr en forma acumulativa el Código Final que vaya rigiendo el Proyecto.

18  
19 Todas las actividades de diseño, suministro, construcción, montaje y pruebas deben  
20 estar incluidas en las especificaciones técnicas del Proyecto. El Interventor presentará  
21 un informe a la UPME en el que se detalle y se confirma la inclusión de todas y cada  
22 una de las actividades mencionadas. No podrá adelantarse ninguna actividad sin que  
23 antes haya sido incluida la correspondiente característica o Especificación en las  
24 Especificaciones Técnicas del Proyecto.

25  
26 **b)** Las Especificaciones Técnicas del Proyecto serán revisadas por el Interventor, quien  
27 hará los comentarios necesarios, recomendando a la UPME solicitar todas las  
28 aclaraciones y justificaciones por parte del Transmisor. Para lo anterior se efectuarán  
29 reuniones conjuntas entre el Transmisor y el Interventor con el fin de lograr los acuerdos  
30 modificatorios que deberán plasmarse en comunicaciones escritas.

31  
32 **c)** Con base en los comentarios hechos por el Interventor y acordados con el Transmisor,  
33 este último emitirá la nueva versión de las Especificaciones Técnicas del Proyecto.

34  
35 **d)** Se efectuarán las revisiones necesarias hasta llegar al compendio final, que será el  
36 documento de cumplimiento obligatorio.

37  
38 En esta especificación, se consignará la lista de documentos previstos para el Proyecto  
39 representados en especificaciones, catálogos, planos, memorias de cálculos y reportes de  
40 pruebas.

41



1 Los documentos serán clasificados como: documentos de Ingeniería Básica; documentos  
2 de Ingeniería de Detalle; memorias de cálculos a nivel de Ingeniería Básica y de Detalle;  
3 documentos de seguimiento de los Suministros; y documentos que especifiquen la pruebas  
4 en fábrica y en campo; los procedimientos de montaje y puesta en servicio y la operación y  
5 mantenimiento.

6  
7 La lista y clasificación de la documentación debe ser preparada por el Transmisor y  
8 entregada a la Interventoría para revisión.

#### 9 10 **5.4.1 Los documentos de Ingeniería Básica**

11  
12 Son aquellos que definen los parámetros básicos del Proyecto; dan a conocer el  
13 dimensionamiento del mismo; determinan las características para la adquisición de equipos;  
14 especifican la filosofía de comunicaciones, control, medición y protección; establecen la  
15 implantación física de las obras; especifican las previsiones para el desarrollo futuro del  
16 Proyecto; establecen las reglas para efectuar la Ingeniería de Detalle e incluye las  
17 memorias de cálculos que soportan las decisiones de Ingeniería Básica.

18  
19 Todos los documentos de Ingeniería Básica (y toda la información necesaria, aunque ella  
20 no esté explícitamente citada en estas especificaciones, acorde con lo establecido en las  
21 Normas Nacionales e Internacionales, aplicables al diseño y montaje de éste tipo de  
22 instalaciones) serán entregados por el Transmisor al Interventor para su revisión,  
23 verificación del cumplimiento de condiciones y para conocimiento de la UPME. Sobre cada  
24 uno de estos documentos, la Interventoría podrá solicitar aclaraciones o justificaciones que  
25 estime conveniente, haciendo los comentarios respectivos al Transmisor y a la UPME si es  
26 del caso.

27  
28 La siguiente es la lista de documentos y planos mínimos de la Ingeniería Básica:

##### 29 30 **5.4.1.1 Memorias de cálculo electromecánicas**

- 31  
32
- 33 • Criterios básicos de diseño electromecánico
  - 34 • Memoria de cálculo de resistividad del terreno
  - 35 • Memoria de dimensionamiento de cárcamos, ductos y bandejas portacables
  - 36 • Memoria de dimensionamiento de los servicios auxiliares ac.
  - 37 • Memoria de dimensionamiento de los servicios auxiliares dc.
  - 38 • Memoria de cálculo de distancias eléctricas
  - 39 • Memoria de dimensionamiento de transformadores de tensión y corriente
  - 40 • Coordinación de aislamiento y estudio de sobretensiones
  - Memoria de cálculo del sistema de puesta a tierra



- 1 • Memoria de cálculo sistema de apantallamiento
- 2 • Memoria de cálculo de aisladores de alta y media tensión
- 3 • Memoria selección de conductores aéreos y barrajes.
- 4 • Memoria de cálculo del sistema de iluminación exterior e interior.
- 5 • Análisis de identificación de riesgos.

#### 7 **5.4.1.2 Especificaciones equipos 230 kV**

- 9 • Especificación técnica equipos de patio.
- 10 • Especificaciones técnicas sistema de puesta a tierra.
- 11 • Especificaciones técnicas sistema de apantallamiento.
- 12 • Especificación técnica dispositivos de protección contra sobretensiones.
- 13 • Especificación técnica gabinetes de control y protección.
- 14 • Especificación técnica equipos de medida, control, protección y comunicaciones.
- 15 • Especificación técnica de cables desnudos, para barrajes e interconexión de
- 16 equipos.
- 17 • Especificación funcional del sistema de control.
- 18 • Lista de señales para sistema de control, de los equipos de la subestación.
- 19 • Especificación técnica de los servicios auxiliares ac / dc.
- 20 • Especificación técnica del sistema de alumbrado interior y exterior.
- 21 • Especificaciones técnicas para montaje electromecánico, pruebas individuales de
- 22 equipos, pruebas funcionales y puesta en servicio.

#### 24 **5.4.1.3 Características técnicas de los equipos 230 kV**

- 26 • Características técnicas, equipos 230 kV.
  - 27 - Interruptores 230 kV
  - 28 - Seccionadores 230 kV.
  - 29 - Transformadores de corriente 230 kV.
  - 30 - Transformadores de tensión 230 kV.
  - 31 - Descargadores de sobretensión 230 kV.
  - 32 - Aisladores y cadenas de aisladores 230 kV.
- 33 • Dimensiones de equipos.
- 34 • Características técnicas, cables de fuerza y control.
- 35 • Características técnicas, dispositivo de protección contra sobretensiones
- 36 • Características técnicas, sistema de automatización y control.
- 37 • Características técnicas, sistema de comunicaciones.
- 38 • Características de equipos y materiales del sistema de servicios auxiliares ac/dc.

- 1 • Características técnicas, cables desnudo para interconexión de equipos y  
2 barrajes.  
3

4 **5.4.1.4 Planos electromecánicos 230 kV**  
5

- 6 • Diagrama unifilar de la subestación  
7 • Diagrama unifilar con características de equipos  
8 • Diagrama unifilar de protecciones.  
9 • Diagrama unifilar de medidas.  
10 • Diagrama unifilar servicios auxiliares ac  
11 • Diagrama unifilar servicios auxiliares dc.  
12 • Arquitectura sistema de control de la subestación.  
13 • Planimetría del sistema de apantallamiento  
14 • Planimetría del sistema de puesta a tierra.  
15 • Planos en planta de ubicación de equipos 230 kV.  
16 • Planos vista en cortes de equipos 230 kV.  
17 • Planos ubicación de equipos en sala de control.  
18 • Elevación general de edificaciones y equipos.  
19 • Planimetría del sistema de apantallamiento.  
20 • Planos de ruta de bandejas portacables, cárcamos y tuberías.  
21 • Planimetría general alumbrado y tomacorrientes, interior, exterior.  
22

23 **5.4.1.5 Planos de obras civiles**  
24

- 25 • Plano localización de la subestación.  
26 • Plano disposición de bases de equipos.  
27 • Planos cimentación del transformador de potencia.  
28 • Plano cimentación de equipos y pórticos.  
29 • Plano base cimentación del transformador de potencia.  
30 • Plano de drenajes de la subestación.  
31 • Plano de cárcamos y ductos para cables en patio.  
32 • Plano de cárcamos y ductos para cables en sala de control.  
33 • Planos casa de control.  
34 • Plano disposición de bases para equipos en sala de control.  
35 • Plano cerramiento de la subestación.  
36 • Plano obras de adecuación.  
37

38 **5.4.1.6 Estudios y trabajos de campo**  
39

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

#### 9 10 **5.4.2 Los documentos de la Ingeniería de Detalle**

11  
12 Son los necesarios para efectuar la construcción y el montaje del Proyecto; permiten definir  
13 y especificar cantidades y características de material a granel o accesorio e incluye todas  
14 las memorias de cálculos que soporten las decisiones en esta fase de ingeniería. Se  
15 fundamentará en las especificaciones de Ingeniería de Detalle que se emitan en la fase de  
16 Ingeniería Básica.

17  
18 Todos los documentos de Ingeniería de Detalle (y toda la información necesaria, aunque  
19 ella no esté explícitamente citada en estas especificaciones, acorde con lo establecido en  
20 las Normas Nacionales e Internacionales, aplicables al diseño y montaje de éste tipo de  
21 instalaciones) serán entregados por el Transmisor al Interventor para su revisión,  
22 verificación del cumplimiento de condiciones y para conocimiento de la UPME. Sobre cada  
23 uno de estos documentos, la Interventoría podrá solicitar aclaraciones o justificaciones que  
24 estime conveniente, haciendo los comentarios respectivos al Transmisor y a la UPME si es  
25 del caso.

26  
27 Los documentos que sirven para hacer el seguimiento a los suministros, serán aquellos que  
28 preparen y entreguen los proveedores y fabricantes de los equipos y materiales. Estos  
29 documentos serán objeto de revisión por parte de la Interventoría quien formulará los  
30 comentarios y pedirá aclaraciones necesarias al Transmisor.

31  
32 Los documentos que especifiquen y muestren los resultados de las pruebas en fábrica y en  
33 campo, la puesta en servicio, la operación del Proyecto y el mantenimiento, serán objeto de  
34 revisión por parte de la Interventoría, quien hará los comentarios al Transmisor y a la UPME  
35 si es del caso.

36  
37 Con base en los comentarios, observaciones o conceptos realizados por la Interventoría, la  
38 UPME podrá trasladar consultas al Transmisor.

39  
40 La siguiente es la lista de documentos y planos mínimos de la Ingeniería de Detalle:

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

#### 5.4.2.1 Cálculos detallados de obras civiles

- Criterios básicos de diseño de obras civiles.
- Dimensiones y pesos de equipos.
- Memorias de cálculo estructural para cimentación del transformador de potencia.
- Memorias de cálculo estructural para las cimentaciones de equipos de patio.
- Memorias de cálculo estructural para cimentación de la caseta de control.
- Memoria de cálculo muro de cerramiento
- Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras soporte de equipos.
- Memorias de cálculo estructural para canaletas de cables eléctricos exteriores y cárcamos interiores en caseta de control.
- Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras de pórticos de líneas y barrajes.
- Memorias de cálculo para vías, parqueos y zonas de maniobra en pavimento rígido.
- Memoria de cálculo estructural para canaletas de cables exteriores e interiores en casa de control.
- Memoria de cálculo para el sistema de drenaje de aguas lluvias.
- Memoria de cálculo sistema de acueducto.

#### 5.4.2.2 Planos de obras civiles

- Planos para construcción de bases para equipos
- Planos estructurales con árboles de carga para construcción de estructuras soporte para equipos y pórticos a 230 kV.
- Planos para construcción de cimentaciones para equipos y transformador de potencia.
- Planos para construcción de cárcamos de cables, ductos y cajas de tiro.
- Planos para construcción de acabados exteriores
- Planos para construcción del sistema de drenajes y aguas residuales
- Planos estructurales para construcción de caseta de control, ubicación bases de tableros, equipos y canales interiores.
- Planos arquitectónicos y de acabados para la caseta de control.
- Planos para construcción de vías

#### 5.4.2.3 Diseño detallado electromecánico

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

9  
10 El Transmisor deberá entregar a la Interventoría para su revisión y verificación la  
11 información y planos según el Programa de Entrega de Documentación Técnica  
12 aprobado, el cual deberá contener como mínimo la siguiente documentación:

13  
14 **a. Sistema de Puesta a Tierra:**

- 15  
16
- 17 • Planos de malla de puesta a tierra planta y detalles de conexiones a equipos y estructuras.
  - 18 • Lista de materiales referenciados sobre planos.
  - 19 • Plano de conexión de equipos interior y tableros a la malla de tierra, detalles.
  - 20 • Memorias de cálculo de diseño de la malla de puesta a tierra.
  - 21 • Procedimiento para la medida de la resistencia de puesta a tierra, según el RETIE.
  - 22 • Procedimiento para la medida de las tensiones de paso y contacto, según el RETIE.
- 23

24 **b. Equipos principales:**

- 25  
26
- 27 • Equipos de patio: disposición general de la planta y cortes del patio de conexiones, incluyendo las distancias entre los centros (ejes) de los equipos.
  - 28 • Peso de cada uno de los equipos y localización del centro de masa con relación al nivel rasante del patio.
  - 29 • Características geométricas de equipos y peso de los soportes de equipos, sistemas de anclaje.
  - 30 • Diseño de las cimentaciones de los equipos de patio.
  - 31 • Dimensiones requeridas para canales de cables de potencia y cables de control. Diseño civil de los canales de cables.
  - 32 • Diseño geométrico y sistemas de fijación de las bandejas portacables y de ductos para cables entre los equipos y las bandejas.
  - 33 • Localización, geometría y sistemas de anclaje de los gabinetes de conexión.
- 34  
35  
36  
37  
38

39 **c. Equipos de patio 230 kV:**

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

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

3 **e. Reportes de pruebas:**

- 4  
5 • Treinta (30) días calendario posterior a la fecha en la cual se efectuó la última  
6 prueba, el transmisor deberá suministrar a la interventoría dos (2) copias que  
7 contengan cada uno un juego completo de todos los reportes de pruebas de fábrica  
8 por cada uno de los aparatos y equipos suministrados.  
9 • Las instrucciones deberán estar en idioma español.

10  
11 **5.4.3 Estudios del Sistema**

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

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



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

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

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

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

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

### 31 32 **5.5 Equipos de Potencia**

#### 33 34 **5.5.1 Interruptores 230 kV**

35  
36 Los interruptores de potencia a 230 kV, deben cumplir las prescripciones de la última edición  
37 de las siguientes normas, o su equivalente ANSI, según aplique al tipo de equipo a  
38 suministrar:  
39

- 40  
• IEC 62271-100: "High-voltage alternating current circuit-breakers"

- 1 • IEC 60694: "Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards".
- 2
- 3 • IEC 60265: " High-voltage switches- Part 2; High-voltage switches for rated voltages
- 4 of 52 kV an above"
- 5

6 Los interruptores de potencia a 230 kV a suministrar deberán cumplir como mínimo con las  
7 siguientes características técnicas:

Ítem	Interruptores de Potencia	Característica Garantizada
1	Norma de fabricación	IEC 62271-100, o ANSI equivalente
2	Tensión nominal de operación	230 kV
3	Tensión máxima de operación	245 kV
4	Corriente nominal de operación	1600 A
5	Corriente de corto-circuito, 1seg.	40 kA
6	Nivel básico de Aislamiento	1050 kV
7	Mecanismo de operación	A resorte
8	Tipo de operación y accionamiento	Monopolar y tripolar
9	Medio de extinción del arco	SF6
10	Secuencia de maniobras de recierre asignada	O-0,3s-CO-3min-CO
11	Número de bobinas de apertura por mecanismo	2
12	Número de bobinas de cierre por mecanismo	1
13	Línea de fuga mínima, fase- tierra	25 mm/kV

9

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

12

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

17

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

23

24 **Pruebas de rutina:** los interruptores deben ser sometidos a las pruebas de rutina  
25 establecidas en la publicación IEC 62271-100 o su equivalente en ANSI. Copia de los  
26 respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para fines pertinentes de la  
27 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 interruptores iguales o similares a los  
4 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 62271-100 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 **Pruebas en Sitio:** Como mínimo se deben efectuar las siguientes pruebas en sitio para los  
9 Interruptores de Potencia a 230 kV:

- 10  
11
- 12 • Inspección visual.
  - 13 • Inspección y verificación de mecanismos de operación, apertura y cierre manual.
  - 14 • Verificar distancias eléctricas
  - 15 • Verificación presión de gas.
  - 16 • Pruebas del gas, alarma y disparo por baja presión de gas.
  - 17 • Pruebas de Aislamiento.
  - 18 • Factor de Potencia.
  - 19 • Verificación de mando local y a distancia, apertura y cierre.
  - 20 • Prueba de resistencia de contactos.
  - 21 • Prueba de simultaneidad de polos al cierre a la apertura.
  - 22 • Verificación de los enclavamientos.
  - 23 • Verificación de indicación y señalización local y remota.
  - 24 • Verificación de la secuencia nominal de operación.
  - 25 • Verificación de ajustes y operación de los relés auxiliares, contactores, bobinas,
  - 26 suiches y válvulas de presión, suiches auxiliares y selectores, botones pulsadores,
  - 27 luces, calentadores, resistencia de aislamiento del equipo eléctrico.
  - 28 • Verificación de hermeticidad.
  - 29 • Prueba de operación mecanismo de accionamiento.
  - 30 • Comprobar ciclo de operación sin carga del resorte.
  - 31 • Tiempo de Operación durante una operación automática de recierre.
  - 32 • Consumo y Resistencia de Bobinas de Cierre y Apertura
  - 33 • Corriente de operación del motor.
  - 34 • Verificación de disparos por protecciones.
  - 35 • Verificar la puesta a tierra.
  - 36 • Verificación de placa de características.
  - 37 • Verificar ausencia de fugas de SF6

38 **5.5.2 Descargadores de Sobretensión**

39

1 Los descargadores de sobretensión a 230 kV, deben cumplir las prescripciones de la última  
 2 edición de las siguientes normas o su equivalente ANSI, según aplique al tipo de equipo a  
 3 suministrar

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

10 Los descargadores de sobretensiones a 230 kV a suministrar deberán cumplir como mínimo  
 11 con las siguientes características técnicas:

Ítem	Descargadores de Sobretensión	Característica Garantizada
1	Norma de fabricación	IEC 60099-4 o ANSI equivalente
2	Tensión nominal de operación	230 kV
3	Tensión máxima de operación	245 kV
4	Tensión asignada (Ur)	192/196/198 kV
5	Corriente de descarga soportada	20 kA
6	Corriente de corto-circuito, 1seg.	40 kA
7	Nivel básico de Aislamiento	1050 kV
8	Capacidad mínima de disipación de energía asignada para dos impulsos de larga duración, 3000 microsegundos	≥8 kJ/kV
9	Línea de fuga mínima, fase- tierra	25 mm/kV

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

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

24  
 25 **Pruebas en Sitio:** Como mínimo se deben efectuar las siguientes pruebas en sitio para los  
 26 descargadores de sobretensión a 230 kV:

- 27
- 28 • Inspección visual.
- 29 • Verificación anclaje y conexiones.

- Verificar distancias eléctricas.
- Pruebas de aislamiento.
- Contador de descarga, verificación de operación.
- Verificar la puesta a tierra.
- Verificación de la placa de características.
- Verificar la corriente de fuga.

### 5.5.3 Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra

Los Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra a 230 kV, deben cumplir las prescripciones de la última edición de las siguientes normas o su equivalente ANSI, según se aplique al tipo de equipo a suministrar:

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

Los Seccionadores y Seccionadores de puesta a tierra a 230 kV a suministrar deberán cumplir como mínimo con las siguientes características técnicas:

Ítem	Seccionadores y seccionadores de Puesta a Tierra	Característica Garantizada
1	Norma de fabricación	IEC 62271-102 IEC 61129, o ANSI equivalente.
2	Tensión nominal de operación	230 kV
3	Tensión máxima de operación	245 kV
4	Corriente de corto-circuito, 1seg.	40 kA
5	Corriente nominal de operación	1600 A
6	Nivel básico de Aislamiento	1050 kV
7	Línea de fuga mínima, fase- tierra	25 mm/kV

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

**Pruebas tipo:** en caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre seccionadores iguales o similares a los

1 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 62271-102 o su equivalente en  
 2 ANSI, si el Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas  
 3 pruebas a su costa.

4  
 5 **Pruebas en Sitio:** Como mínimo se deben efectuar las siguientes pruebas en sitio para los  
 6 Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra a 230 kV:

- 8 • Inspección visual.
- 9 • Verificación de Alineación – anclaje y conexiones.
- 10 • Verificar distancias eléctricas.
- 11 • Pruebas de Aislamiento.
- 12 • Verificación de cierre total y apertura total.
- 13 • Prueba de resistencia de contactos.
- 14 • Verificación ajuste de contactos en posición cerrada.
- 15 • Verificación apertura y cierre local y remoto
- 16 • Tiempo de Operación del Seccionador (Apertura y Cierre).
- 17 • Corriente del motor para apertura y cierre.
- 18 • Operación cuchilla de puesta a tierra.
- 19 • Verificar la puesta a tierra.
- 20 • Verificación de las placas de características

21  
 22 **5.5.4 Transformadores de Tensión a 230 kV**

23  
 24 Los Transformadores de Tensión a 230 kV, deben cumplir las prescripciones de la última  
 25 edición de las siguientes normas o su equivalente ANSI, según se aplique al tipo de equipo  
 26 a suministrar:

- 28 • IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su  
 29 equivalente en ANSI.
- 30 • IEC 60044-2: "Inductive Voltage Transformers"
- 31 • Publicación IEC 60186, "Voltaje Transformers", IEC 60358, "Coupling capacitor and  
 32 capacitor dividers".
- 33 • Publicación IEC-61869-1/3/5: "Inductive/capative Voltage Transformers".
- 34 • IEC 60296: "Specification for unused mineral insulating oils for transformers and  
 35 switchgear"

36 Los Transformadores de tensión a 230 kV a suministrar deberán cumplir como mínimo con  
 37 las siguientes características técnicas:

Ítem	Transformadores de Tensión	Característica Garantizada
------	----------------------------	----------------------------

1	Norma de fabricación	IEC 60044-2, IEC-60044-5 IEC 60358, o ANSI equivalente, IEC-61869-1/3/5
2	Tensión nominal de operación	230 kV
3	Tensión máxima de operación	245 kV
4	Corriente de corto-circuito, 1seg.	40 kA
5	Nivel básico de Aislamiento	1050 kV
6	Relación de transformación asignada	$230/\sqrt{3}$ KV : $115/\sqrt{3}$ V
7	Clase de precisión para medida	0,2S
8	Clase de precisión para protección	3P
9	Cargabilidad	Según diseño
10	Línea de fuga mínima, fase- tierra	25 mm/kV

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

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

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

**Pruebas en Sitio:** Como mínimo se deben efectuar las siguientes pruebas en sitio para los Transformadores de Tensión a 230 kV:

- Inspección visual.
- Verificación, anclaje y conexiones.
- Verificar distancias eléctricas
- Pruebas de aislamiento.
- Factor de potencia.
- Relación de transformación, polaridad y relación de fase.
- Verificación resistencia de devanados
- Verificar cargabilidad de núcleos secundarios.



- Verificar conexiones en alta y baja tensión.
- Hermeticidad y nivel de aceite si lo tiene.
- Verificación del número de núcleos.
- Verificar continuidad de los circuitos secundarios.
- Verificar la puesta a tierra.
- Verificación de la placa de características.

### 5.5.5 Transformadores de Corriente a 230 kV

Los Transformadores de Corriente a 230 kV, deben cumplir las prescripciones de la última edición de las siguientes normas, o su equivalente en ANSI, según se aplique al tipo de equipo a suministrar:

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

Los Transformadores de corriente a 230 kV a suministrar deberán cumplir como mínimo con las siguientes características técnicas:

Ítem	Transformadores de Corriente	Característica Garantizada
1	Norma de fabricación	IEC 60044-1, o ANSI equivalente, IEC-61869-1/2.
2	Tensión nominal de operación	230 kV
3	Tensión máxima de operación	245 kV
4	Corriente de corto-circuito, 1seg.	40 kA
5	Nivel básico de Aislamiento	1050 kV
6	Relación de transformación asignada	800-1600/1
7	Clase de precisión para medida	0,2S
8	Clase de precisión para protección	5P20
9	Cargabilidad	Según diseño
10	Línea de fuga mínima, fase- tierra	25 mm/kV

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

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

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 **Pruebas en Sitio:** Como mínimo se deben efectuar las siguientes pruebas en sitio para los  
11 Transformadores de Corriente a 230 kV:  
12

- 13 • Inspección visual.
- 14 • Verificación de anclaje y conexiones.
- 15 • Verificar distancias eléctricas
- 16 • Pruebas de aislamiento.
- 17 • Factor de potencia.
- 18 • Verificación de la relación de transformación y polaridad.
- 19 • Verificación resistencia de devanados
- 20 • Cargabilidad de núcleos secundarios.
- 21 • Curvas de saturación.
- 22 • Verificación de conexiones en alta y baja tensión.
- 23 • Inspección de hermeticidad y nivel de aceite sí lo tiene.
- 24 • Verificación de continuidad de los circuitos secundarios.
- 25 • Verificación del número de núcleos.
- 26 • Verificación de polaridad.
- 27 • Inyección de corriente primaria.
- 28 • Verificar la puesta a tierra.
- 29 • Verificación de la placa de características  
30

### 31 5.5.6 Equipo GIS o Híbrido 32

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

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

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

13  
14 El equipo GIS será sometido a pruebas de rutina que consisten en pruebas de alta tensión,  
15 pruebas mecánicas y pruebas de gas.

16  
17 Se deben suministrar certificados de pruebas tipo de pruebas de alta tensión, prueba de  
18 temperatura, prueba de gas y prueba sísmica.

### 19 20 **5.5.7 Sistema de Puesta A Tierra**

21  
22 Deberá diseñarse para que en condiciones normales y anormales, no se presente ningún  
23 peligro para el personal situado en cualquier lugar, al que tenga acceso.

24  
25 Todos los requerimientos para la malla de tierra de la Subestación, estarán de acuerdo a la  
26 última revisión de la publicación IEEE No.80-2000 "Guide for Safety and Alternating Current  
27 Substation Grounding" y a los requerimiento del RETIE.

28  
29 Todos los equipos, estructuras y accesorios metálicos se conectarán a tierra en el punto  
30 más cercano y conveniente.

31  
32 Todo el equipo eléctrico y partes metálicas expuestas, estarán conectadas a la malla de  
33 tierra.

34  
35 La malla de tierra se diseñará para cubrir efectivamente la subestación completa y al menos  
36 2 m más allá de la cerca o malla de cerramiento.

37  
38 Para propósitos del diseño final del sistema de tierra el Transmisor hará los ensayos de  
39 resistividad en el sitio, con el objeto de comprobar la resistividad del terreno y las tensiones  
40 de paso y contacto, según requerimiento del RETIE.

1  
2 **5.5.8 Apantallamiento de la Subestación**  
3

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

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

12 **5.5.9 Pruebas en Sitio para el Sistema de Puesta a Tierra.**  
13

- 14
- 15 • Inspección calibre del cable de puesta a tierra.
  - 16 • Inspección de los electrodos de puesta a tierra, características técnicas.
  - 17 • Verificar la calidad de las pegadas con soldadura exotérmica.
  - 18 • Inspección profundidad de enterramiento, según diseño.
  - 19 • Verificar el número de colas y la longitud de las mismas.
  - 20 • Verificación cajas de pruebas.
  - 21 • Medida de la resistencia de puesta a tierra.
  - 22 • Verificación, conexiones de los equipos y estructuras a la malla de puesta a tierra.
  - 23 • Medición de las tensiones de paso y contacto en los sitios acordados con la  
24 Interventoría, mediante la inyección de corriente por electrodo remoto.

25 **5.6 Equipos de Control y Protección**  
26

27 Las siguientes son las características principales que deberán cumplir los equipos de  
28 control y protección:  
29

30 **5.6.1 Sistemas de Protección**  
31

32 Los equipos de protección deberán cumplir con las partes pertinentes establecidas en la  
33 publicación IEC 60255 “*Electrical relays*”, en la IEC 60870 “*Telecontrol equipments and*  
34 *systems*” y en el caso de los registradores de falla, los archivos de datos deberán utilizar el  
35 formato COMTRADE (*Common Format for Transient Data Exchange*), recomendación IEEE  
36 C37.111 o en su defecto, el Inversionista deberá proveer el software que haga la  
37 transcripción del formato del registrador de fallas al formato COMTRADE, o cumplir con las  
38 respectivas normas equivalentes ANSI.  
39

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

8  
 9 Las bahías deberán estar acopladas al esquema de protección diferencial de barras de la  
 10 Subestación.

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

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

24  
 25 **5.6.2 Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones**

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

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

Nivel	Descripción	Modos de Operación
		independiente de cualquier falla en las interfaces de usuario IHM.
2	<p>Corresponde al sistema de procesamiento del Sistema de Automatización, controladores de Subestación, almacenamiento de datos y el IHM, localizados en la sala de control de la Subestación.</p> <p>El sistema de procesamiento del nivel 2 procesa la información de la Subestación para que pueda ser utilizada por el IHM del nivel 2 y pueda ser almacenada para operación, análisis futuros, mantenimiento y generación de reportes.</p> <p>Comunicaciones e Interfaces Nivel 2 y Nivel 1.</p> <p>Corresponde a la red de área local de la Subestación, la cual permite la comunicación entre los equipos de nivel 2, los controladores de Subestación, de bahía y otros IEDs de nivel 1.</p>	<p>Corresponde al mando desde las estaciones de operación localizadas en la Subestación. Este es el modo de operación normal para la Subestación atendida. En el IHM se deberán tener despliegues gráficos que muestren en forma dinámica las condiciones de los enclavamientos para cada tipo de maniobra.</p>
1	<p>Controladores de bahía, que se encargan de la adquisición de datos, cálculos, acciones de control y procesamiento de la información relacionada con los dispositivos en cada campo y sistema de servicios auxiliares de la Subestación. A través del panel frontal de cada controlador de bahía, se debe proporcionar un nivel básico de acceso al personal de operación para la supervisión y control de los equipos de campo asociados al controlador respectivo.</p> <p>Comunicaciones e interfaces Nivel 1 y 0. Corresponde a la comunicación entre los controladores de bahía, los IEDs y al cableado convencional de las señales individuales de entrada y salida</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
	asociadas con los equipos de potencia en el patio de la Subestación. Deberá haber integración de las protecciones con el Sistema de Automatización.	
<b>0</b>	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 **5.6.2.1 Características Generales**  
3

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

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

17 Se entiende que todos los elementos auxiliares, equipos y servicios necesarios para la  
18 correcta operación y mantenimiento del sistema de control serán suministrados, sin



1 limitarse al: hardware, software, GPS, programas para el IHM, trabajos de parametrización  
2 del sistema, etc.

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

- 7
- 8 • Las redes de comunicación entre los controladores de bahía deberán ser de  
9 protocolo, que resulte compatible con las comunicaciones existentes.
  - 10 • La arquitectura del sistema estará compuesta de equipos, que deben permitir:
    - 11 ○ Optimización de la integración funcional a través de intercambios rápidos  
12 entre equipos vía la red.
    - 13 ○ Integrar los equipos de otros fabricantes con el Sistema de control y  
14 Automatización de la Subestación.
  - 15
  - 16 • La herramienta de gestión del sistema debe permitir por lo menos las siguientes  
17 funciones:
    - 18 ○ Gestión de las bases de datos del sistema.
    - 19 ○ Permitir la integración de elementos futuros.
    - 20 ○ Implementación de herramientas de seguridad y administración.
    - 21 ○ Gestión del modo de funcionamiento de los equipos permitiendo la  
22 explotación normal, el mantenimiento y/o paro de cada elemento del sistema  
23 sin perturbar ni detener el sistema.
    - 24 ○ Mantenimiento de cada equipo.
    - 25 ○ Gestión de protecciones que permite verificar y dar parámetros a las  
26 protecciones del sistema.
- 27

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

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

- 38
- 39 • Transmisión de comandos del centro de control remoto hacia los equipos de la  
40 Subestación.

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

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

### 13 **5.6.3. Unidad de medición fasorial sincronizada - medidores multifuncionales**

14  
15 En configuración interruptor y medio, se debe instalar unidades de medición fasorial -PMU-  
16 para cada bahía de línea, transformador y acople. Una PMU por corte, incluyendo el corte  
17 central. Adicionalmente, se deben poseer entradas de corriente independiente por corte.  
18

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

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

35 La comunicación entre las PMU y el PDC será provistas y mantenidas por el inversionista,  
36 a través de una red de comunicación redundante local y deberá permitir el intercambio de  
37 información con la red del sistema de control a través de los mecanismos de seguridad  
38 apropiados. Esta red deberá ser independiente de la red de gestión de protecciones, pues  
39 sobre la primera el operador nacional deberá poder tener acceso remoto para gestionar las  
40 PMU. La comunicación desde la Subestación (o desde el PDC) hacia el sistema que

1 disponga el operador nacional, será responsabilidad de este último, según lo establecido  
2 en la resolución CREG 080 de 1999.

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

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

#### 15 16 **5.6.4 Controladores de Bahía**

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

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

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

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

1  
2 Estos equipos también deberán ser capaces de recibir una señal de sincronización horaria  
3 para hacer el estampado de tiempo al momento de recibir un evento.  
4

### 5 **5.6.5 Controlador de los Servicios Auxiliares**

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

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

- 16
- 17 • Despliegue del diagrama mímico de la bahía.
- 18 • Despliegue de alarmas.
- 19 • Despliegue de eventos.
- 20 • Despliegue de medidas de tensión y de corriente.
- 21 • Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de
- 22 función.
- 23 • Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.
- 24

25 Deben también tener LEDs de anuncio de alarma configurables. Deben contar con puertos  
26 para la comunicación.  
27

### 28 **5.6.6 Switches**

29  
30 Los switches o concentradores de datos de la red de control, deberán ser adecuados para  
31 operar en ambientes industriales y cumplir sin limitarse a ello, con los siguientes requisitos:  
32

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

- En caso de alguna discrepancia en las normas antes mencionadas, prevalecerá la más exigente.

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

### 5.6.7 Interfaz Nivel 2 - Nivel 1

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

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

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

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

### 5.6.8 Equipos y Sistemas de Nivel 2

#### 5.6.8.1 Controlador de la Subestación

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

Adicionalmente el controlador de la Subestación, debe centralizar información de los relés de protección, los registradores de fallas y los medidores multifuncionales, conformando la red de ingeniería de la Subestación, la cual debe permitir acceso local y remoto para

1 interrogación, configuración y descarga de información de los relés, de los registradores de  
2 fallas y los medidores multifuncionales. Deben suministrarse todos los equipos, accesorios,  
3 programas y bases de datos requeridos para implementar un sistema de gestión de  
4 protecciones y registradores de fallas para la Subestación.

### 5.6.8.2 Registradores de Fallas

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

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

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

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

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



- Programación, parametrización y actualización.
- Reportes de operación.
- Representación visual del proceso mediante despliegues de los equipos de la Subestación, incluidos los servicios auxiliares y las redes de comunicaciones.
- Secuencia de eventos.
- Secuencias automáticas.
- Selección de los modos de operación, local, remoto y enclavamientos de operación.
- Supervisión de la red de área local.

### 5.6.9 Requisitos de Telecomunicaciones

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

### 5.7 Obras Civiles

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

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

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

- Memorias de cálculo que soporten los diseños.
- Planos de construcción completamente claros, con secciones, detalles completos, listas y especificaciones de los materiales para la ejecución de las obras.



- Una vez finalizadas las obras debe actualizarse los planos de construcción y editarse la versión denominada “tal como construido” que incluye las modificaciones hechas en campo verificadas por el Interventor.

## 5.8 Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento

En los edificios a cargo del Inversionista o en las adecuaciones a lo existente, se deberá diseñar, suministrar e instalar todos los elementos necesarios para la instalación de puntas tipo Franklin, suministrar e instalar todos los elementos necesarios para la construcción de la red de puesta a tierra 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 y de energización de acuerdo con lo especificado por los fabricantes, la normatividad CREG vigente, los requisitos del Centro Nacional de Despacho CND y los acuerdos del Consejo Nacional de Operación C.N.O, en particular el 646 de 2013.

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

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

- 1 • Direccionalidad de las protecciones de línea.
- 2 • Medición y obtención de los parámetros y las impedancias de secuencia de las líneas
- 3 asociadas.
- 4 • Fallas simuladas monofásicas, trifásicas, cierre en falla con el fin de verificar el correcto
- 5 funcionamiento de las protecciones, registro de fallas, telecomunicaciones, gestión de
- 6 protecciones.
- 7 • Pruebas de conexión punto a punto con el CND.

8  
9 **Pruebas de energización:** El Transmisor será responsable por la ejecución de las pruebas  
10 de energización. Los Protocolos de las pruebas de energización deben ser verificados para  
11 los fines pertinentes por la Interventoría.

## 12 13 **6.2 Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio**

14  
15 La información requerida por CND para la puesta en servicio del Proyecto es la siguiente:

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

## 36 **7. ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN**

37  
38 Según el Código de Operación del Sistema Interconectado Nacional (Resolución CREG  
39 025 de 1995 y sus actualizaciones) y otra regulación de la CREG que sea aplicable.  
40

1  
2 **8. INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO**  
3

4 Antes de que termine el contrato de interventoría, el Transmisor debe entregar al Interventor  
5 un documento con la información detallada para el planeamiento, según lo requiere el  
6 Código de Planeamiento en sus apéndices, para que éste se la entregue a la UPME.  
7

8  
9 **9. INFORMACIÓN ESPECÍFICA**

10  
11 Información específica referente a la Convocatoria Pública UPME 05 - 2016, recopilada por  
12 la UPME, como costos de conexión, datos técnicos y planos, etc, serán suministrados por  
13 la UPME en formato digital en lo posible a través de su página WEB junto con los presentes  
14 DSI o a solicitud de los Interesados, mediante carta firmada por el Representante Legal o  
15 el Representante Autorizado, indicando domicilio, teléfono, fax y correo electrónico. Dicha  
16 información deberá ser tomada por los Inversionistas como de referencia; mayores detalles  
17 requeridos será su responsabilidad consultarlos e investigarlos.  
18

19  
20 **10. FIGURAS**

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

22  
23  
24 Figura 1 - Diagrama Unifilar Subestación La Enea 230 kV.  
25