

**ANEXO 1**

**DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO**

**CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 05 DE 2015**

**(UPME 05 – 2015)**

**SELECCIÓN DE UN INVERSIONISTA Y UN INTERVENTOR PARA EL DISEÑO,  
ADQUISICIÓN DE LOS SUMINISTROS, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y  
MANTENIMIENTO DE LA SUBESTACIÓN PALENQUE 230 kV Y LÍNEAS DE  
TRANSMISIÓN ASOCIADAS**

**Bogotá D. C., julio de 2015**

## ÍNDICE

1			
2			
3			
4	<b>1.</b>	<b>CONSIDERACIONES GENERALES</b> .....	<b>5</b>
5	1.1	Requisitos Técnicos Esenciales .....	5
6	1.2	Definiciones .....	6
7	<b>2.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b> .....	<b>6</b>
8	2.1	Descripción de Obras en la Subestación Palenque 230 kV.....	7
9	2.2	Puntos de Conexión del Proyecto .....	8
10	2.2.1	En la Subestación Palenque 230 kV.....	9
11	2.2.2	En la línea doble circuito Sogamoso – Guatigará 230 kV.....	9
12	<b>3.</b>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES</b> .....	<b>10</b>
13	3.1	Parámetros del Sistema .....	10
14	3.2	Nivel de Corto Circuito .....	11
15	3.3	Materiales .....	11
16	3.4	Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible.....	11
17	3.5	Licencias, Permisos y Contrato de Conexión .....	12
18	3.6	Pruebas en Fábrica.....	12
19	<b>4.</b>	<b>ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN</b> .....	<b>13</b>
20	4.1	General.....	13
21	4.1.1	Líneas 230 kV.....	13
22	4.2	Ruta de las Líneas de Transmisión .....	15
23	4.3	Longitud Aproximada de la Línea .....	15
24	4.4	Especificaciones de diseño y construcción Líneas .....	15
25	4.4.1	Aislamiento .....	16
26	4.4.2	Conductores de Fase .....	16
27	4.4.3	Cable(s) de Guarda .....	17
28	4.4.4	Puesta a Tierra de las Líneas .....	18
29	4.4.5	Transposiciones de Línea.....	19
30	4.4.6	Estructuras .....	19
31	4.4.7	Localización de Estructuras .....	20
32	4.4.8	Sistema Antivibratorio, Amortiguadores y Espaciadores - Amortiguadores ..	21
33	4.4.9	Cimentaciones.....	21
34	4.4.10	Señalización Aérea.....	21
35	4.4.11	Desviadores de vuelo para aves.....	22
36	4.4.12	Obras Complementarias.....	22
37	4.5	Informe Técnico .....	22
38	<b>5.</b>	<b>ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN</b> .....	<b>23</b>
39	5.1	General.....	23
40	5.1.1	Predio de las Subestaciones .....	23
41	5.1.2	Espacios de Reserva.....	25

1	5.1.3	Conexiones con Equipos Existentes.....	25
2	5.1.4	Servicios Auxiliares.....	26
3	5.1.5	Infraestructura y Módulo Común.....	26
4	5.2	Normas para Fabricación de los Equipos.....	27
5	5.3	Condiciones Sísmicas de los equipos.....	27
6	5.4	Procedimiento General del Diseño.....	27
7	5.4.1	Los documentos de Ingeniería Básica.....	29
8	5.4.1.1	Memorias de cálculo electromecánicas.....	29
9	5.4.1.2	Especificaciones equipos 230 kV.....	30
10	5.4.1.3	Características técnicas de los equipos 230 kV.....	30
11	5.4.1.4	Planos electromecánicos 230 kV.....	31
12	5.4.1.5	Planos de obras civiles.....	31
13	5.4.1.6	Estudios y trabajos de campo.....	32
14	5.4.2	Los documentos de la Ingeniería de Detalle.....	32
15	5.4.2.1	Cálculos detallados de obras civiles.....	33
16	5.4.2.2	Planos de obras civiles.....	33
17	5.4.2.3	Diseño detallado electromecánico.....	34
18	5.4.3	Estudios del Sistema.....	36
19	5.4.4	Distancias de Seguridad.....	37
20	5.5	Equipos de Potencia.....	38
21	5.5.1	Interruptores 230 kV.....	38
22	5.5.2	Descargadores de Sobretensión.....	40
23	5.5.3	Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra.....	41
24	5.5.4	Transformadores de Tensión a 230 kV.....	42
25	5.5.5	Transformadores de Corriente a 230 kV.....	44
26	5.5.6	Equipo GIS o Híbrido.....	46
27	5.5.7	Sistema de Puesta A Tierra.....	46
28	5.5.8	Apantallamiento de la Subestación.....	47
29	5.5.9	Pruebas en Sitio para el Sistema de Puesta a Tierra.....	47
30	5.6	Equipos de Control y Protección.....	47
31	5.6.1	Sistemas de Protección.....	48
32	5.6.2	Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones.....	48
33	5.6.2.1	Características Generales.....	50
34	5.6.4	Controladores de Bahía.....	53
35	5.6.5	Controlador de los Servicios Auxiliares.....	54
36	5.6.6	Switches.....	54
37	5.6.7	Interfaz Nivel 2 - Nivel 1.....	55
38	5.6.8	Equipos y Sistemas de Nivel 2.....	55
39	5.6.9	Requisitos de Telecomunicaciones.....	57
40	5.7	Obras Civiles.....	57
41	5.8	Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento.....	58

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

## ANEXO 1

### 1. CONSIDERACIONES GENERALES

Las expresiones que figuren en mayúsculas y negrita, 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 – 2015.

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, operación y  
23 mantenimiento de las obras asociadas al Proyecto nueva Subestación Palenque 230 kV,  
24 definido en el “Plan de Expansión de Referencia Generación – Transmisión 2014-2028”,  
25 adoptado mediante Resolución del Ministerio de Minas y Energía 40029 de enero 9 de 2015  
26 el cual comprende:

- 27 i. Construcción de la nueva Subestación Palenque 230 kV, configuración interruptor y  
28 medio, con cuatro (4) bahías de línea y dos (2) bahías de transformación a 230 kV,  
29 a ubicarse junto a la actual Subestación Palenque 115 kV en jurisdicción del  
30 municipio de Girón, Santander.
- 31 ii. Construcción de dos (2) dobles circuitos 230 kV con una longitud aproximada de 15  
32 km, desde la nueva Subestación Palenque 230 kV hasta interceptar la existente  
33 línea de transmisión doble circuito Sogamoso – Guatigará 230 kV, para  
34 reconfigurarla en la línea doble circuito Sogamoso – Palenque 230 kV y la línea  
35 doble circuito Palenque – Guatigará 230 kV.
- 36 iii. Los espacios de reserva establecidos en el Numeral 5.1.2 del presente documento.  
37

1 **NOTAS:**

- 2
- 3 1. Los bancos de transformación 230/115 kV, que se conectarán a la nueva
- 4 Subestación Palenque 230 kV, y sus respectivas bahías en el lado de baja tensión
- 5 (115 kV), no hacen parte del objeto de la presente Convocatoria Pública UPME 05
- 6 – 2015, por tratarse de activos del STR. La frontera entre el Transmisor y el STR en
- 7 la Subestación Palenque 230 kV será en los bornes de alta de los transformadores.
- 8
- 9 2. Diagramas unifilares de Subestaciones a intervenir por motivo de la presente
- 10 Convocatoria Pública hacen parte del Anexo 1. El Inversionista seleccionado,
- 11 buscando una disposición con alto nivel de confiabilidad, podrá modificar los
- 12 diagramas unifilares previa revisión y concepto del Interventor, y aprobación por
- 13 parte de la UPME. Si la propuesta de modificación presentada afecta a terceros,
- 14 deberán establecerse acuerdos previos a la solicitud.
- 15
- 16 3. En configuración interruptor y medio, cuando una bahía, objeto de la presente
- 17 Convocatoria Pública, quede en un diámetro incompleto, el cual pueda utilizarse
- 18 para una ampliación futura, el Transmisor deberá hacerse cargo del enlace entre el
- 19 corte central y el otro barraje, de tal manera que dicho enlace pueda ser removido
- 20 fácilmente en caso de instalación de nuevos equipos.

21

22

23 **2.1 Descripción de Obras en la Subestación Palenque 230 kV**

24

25 Las obras en la Subestación Palenque 230 kV, a cargo del Transmisor, consisten en la

26 selección y adquisición del lote, el diseño y la construcción de la nueva Subestación

27 Palenque 230 kV.

28

29 Los equipos a instalar podrán ser convencionales o GIS (tomado de la primera letra del

30 nombre en inglés “Gas Insulated Substations” Subestaciones aisladas en gas SF6) o una

31 solución híbrida, de tipo exterior o interior según el caso, cumpliendo con la normatividad

32 técnica aplicable y todos los demás requisitos establecidos en los DSI, cumpliendo con la

33 normatividad técnica aplicable y todos los demás requisitos establecidos en los DSI.

34

35 Las mencionadas obras incluyen, como mínimo, la instalación de los siguientes equipos:

36

37

38

Ítem	Equipos Expansión Subestación Palenque 230 kV	Cantidad
1.	Bahía de línea configuración interruptor y medio.	4
2.	Bahías de transformación, configuración de interruptor y medio.	2
3.	Corte central para la configuración de interruptor y medio.	3
4.	Módulo de barraje.	1
5.	Protección diferencial de barras.	1
6.	Módulo común.	1
7.	Sistema de control, protecciones, comunicaciones e infraestructura asociada.	1

1  
 2 La nueva Subestación Palenque 230 kV deberá prever los espacios de reserva señalados  
 3 en el numeral 5.1.2 del presente Anexo.  
 4

5 Para efectos de clasificación en Unidades Constructivas asociadas con la conexión de los  
 6 transformadores 230/115 kV, tanto el Transmisor como el Transmisor Regional podrán  
 7 consultar el oficio CREG S-2009-000213 del 30 de enero de 2009. Será responsabilidad de  
 8 los involucrados, consultar o validar su vigencia y/o modificaciones.  
 9

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

13 El diagrama unifilar de la nueva Subestación Palenque 230 kV se muestra en la Figura 1.  
 14

## 15 2.2 Puntos de Conexión del Proyecto

16  
 17 El Transmisor, deberá garantizar el terreno necesario para la construcción del Proyecto  
 18 descrito en el Numeral 2. Además deberá tener en cuenta lo definido en el Código de  
 19 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, deberá informar al Interventor y acordar estas modificaciones en el contrato de

1 conexión con el responsable y propietario de los activos relacionados. Estas obras estarán  
2 a cargo del Transmisor.

### 4 **2.2.1 En la Subestación Palenque 230 kV**

6 El propietario de la Subestación Palenque 230 kV será el Inversionista resultante de la  
7 presente Convocatoria Pública UPME 05 – 2015.

9 De acuerdo con lo solicitado por ESSA S.A. E.S.P. a la UPME, se prevé la conexión de dos  
10 (2) bancos de transformadores 230/115 kV de 150 MVA cada uno, en la Subestación  
11 Palenque 230 kV.

13 La frontera entre el Transmisor y el STR será en los bornes de alta de los transformadores.  
14 Considerando que el Transmisor se hará cargo de las bahías de transformación del lado de  
15 alta, deberá suministrar hasta 200 metros de conductor por fase para la conexión entre las  
16 bahías y los transformadores del STR, incluyendo las estructuras y aisladores soporte.

18 El contrato de conexión entre el Transmisor resultante de la presente Convocatoria Pública  
19 y ESSA S.A. E.S.P. deberá incluir, entre otros aspectos y según corresponda, lo relacionado  
20 con las condiciones para acceder al uso del terreno para la ubicación de las obras descritas  
21 en el Numeral 2.1; el espacio para la ubicación de los tableros de control y protecciones de  
22 los módulos; enlace al sistema de control del CND; suministro de servicios auxiliares de AC  
23 y DC; y demás acuerdos necesarios para la construcción de la nueva Subestación Palenque  
24 230 kV y la conexión de los dos (2) bancos de transformación del STR. Este contrato de  
25 conexión deberá estar firmado por las partes, antes del inicio de la construcción de las  
26 obras, al menos en sus condiciones básicas (objeto del contrato, terreno en el cual se  
27 realizarán las obras y condiciones para acceder al mismo, obligaciones de las partes para  
28 la construcción, punto de conexión, duración del contrato, etc), lo cual deberá ser puesto  
29 en conocimiento del Interventor. No obstante las partes en caso de requerirse, podrán  
30 solicitar a la UPME, con la debida justificación, la modificación de la fecha de firma del  
31 contrato de conexión.

### 33 **2.2.2 En la línea doble circuito Sogamoso – Guatiguará 230 kV**

35 El responsable de la línea de transmisión doble circuito Sogamoso – Guatiguará 230 kV es  
36 la INTERCOLOMBIA S.A. E.S.P.

38 El punto de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública UPME es el punto,  
39 o puntos, de seccionamiento del doble circuito Sogamoso – Guatiguará 230 kV.

1 El contrato de conexión entre el Transmisor y el responsable de la línea, deberá incluir,  
2 entre otros aspectos y según corresponda, todo lo relacionado con cambios o ajustes de  
3 cualquier índole, generados por el presente Proyecto, que deban hacerse en las  
4 Subestaciones existentes en los extremos de la línea, garantizando entre otros, la  
5 compatibilidad con los sistemas de comunicaciones, control y protecciones de las bahías  
6 de línea. Este contrato de conexión deberá estar firmado por las partes, antes del inicio de  
7 la construcción de las obras, al menos en sus condiciones básicas (objeto del contrato,  
8 lugar donde se realizarán las obras y condiciones para su realización, obligaciones de las  
9 partes para la construcción, punto de conexión, duración del contrato, etc), lo cual deberá  
10 ser puesto en conocimiento del Interventor. No obstante las partes en caso de requerirse,  
11 podrán solicitar a la UPME, con la debida justificación, la modificación de la fecha de firma  
12 del contrato de conexión.  
13  
14

### 15 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

16  
17 El Interventor informará de manera independiente a la UPME, el cumplimiento de las  
18 especificaciones técnicas consignadas en el presente Anexo. El uso de normas y  
19 procedimientos aquí descritos podrá ser modificado en cualquier momento, hasta la fecha  
20 de realización de los diseños o de realización de la obra según el caso, sin detrimento del  
21 cumplimiento de la regulación y las normas técnicas de obligatorio cumplimiento,  
22 asegurando en cualquier caso que los requisitos y calidades técnicas se mantengan, para  
23 lo cual deberá previamente comunicarlo y soportarlo al Interventor.  
24

25 Las Especificaciones contenidas en este Anexo, se complementan con la información de  
26 las subestaciones existentes que se incluyen en los documentos de esta Convocatoria.  
27

#### 28 3.1 Parámetros del Sistema

29  
30 Todos los equipos e instalaciones a ser suministrados por el Transmisor deberán ser  
31 nuevos y de última tecnología, cumplir con las siguientes características técnicas del STN,  
32 las cuales serán verificadas por la Interventoría para la UPME.  
33

#### 34 Generales:

35 Tensión nominal	230 kV
36 Frecuencia asignada	60 Hz
37 Puesta a tierra	Sólida
38 Numero de fases	3

#### 40 Subestaciones 230 kV:

41 Servicios auxiliares AC 120/208V, tres fases, cuatro hilos.

1	Servicios Auxiliares DC	125V
2	Tipo de las Subestaciones	Convencional o GIS o Híbrido
3		
4	<b><u>Líneas de transmisión 230 kV:</u></b>	
5	Tipo de línea y estructuras:	Aérea con torres auto-soportadas y/o postes y/o estructuras compactas y/o subterráneas
6		
7	Circuitos por torre:	Según diseño. Se podrán compartir estructuras de soporte con infraestructura existente.
8		
9	Conductores de fase:	Ver numeral 4.4.2 del presente Anexo.
10	Cables de guarda:	Ver numeral 4.4.3 del presente Anexo.

11

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

13

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

23

### 24 **3.3 Materiales**

25

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

36

### 37 **3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible**

38

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

1 Interventor para los fines pertinentes a la Interventoría las Memorias de Cálculo y/o reportes  
2 de pruebas en donde se avalen las anteriores consideraciones.  
3

4 Para niveles máximos de radio-interferencia, se acepta una relación señal-ruido mínima de:  
5 a) Zona Rurales: 22 dB a 80m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen tiempo  
6 y b) Zonas Urbanas: 22 dB a 40m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen  
7 tiempo.  
8

9 En cuanto a ruido audible generado por la línea y/o la subestación, deberá limitarse a los  
10 estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido establecidos en Resolución  
11 0627 de 2006 (Abril 7) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy  
12 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o aquella que la modifique o sustituya.  
13

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

15  
16 La consecución de todas las licencias y permisos son responsabilidad del Inversionista. Se  
17 debe considerar lo establecido en el capítulo X de la Ley 143 de 1994, en especial los  
18 artículos 52 y 53.  
19

20 La celebración de los Contratos de Conexión deberá dar prioridad a todos los acuerdos  
21 técnicos, administrativos, comerciales y operativos de tal forma que no existan  
22 imprecisiones en este aspecto antes de la fabricación de los equipos y materiales del  
23 Proyecto. La fecha para haber llegado a estos acuerdos técnicos se deberá reflejar como  
24 Hito en el cronograma del Proyecto, lo cual será objeto de verificación por parte del  
25 Interventor.  
26

27 Los acuerdos administrativos y comerciales de los Contratos de Conexión se podrán  
28 manejar independientemente de los acuerdos técnicos. El conjunto de los acuerdos  
29 técnicos y administrativos constituye el Contrato de Conexión cuyo cumplimiento de la  
30 regulación vigente deberá ser certificado por el Transmisor. Copia de estos acuerdos  
31 deberán entregarse al Interventor.  
32

### 33 **3.6 Pruebas en Fábrica**

34  
35 Una vez el Inversionista haya seleccionado los equipos a utilizar deberá entregar al  
36 Interventor, copia de los reportes de las pruebas que satisfagan las normas aceptadas en  
37 el Código de Conexión, para interruptores, seccionadores, transformadores de corriente y  
38 potencial, entre otros. En caso de que los reportes de las pruebas no satisfagan las normas  
39 aceptadas, el Interventor podrá solicitar la repetición de las pruebas a costo del  
40 Inversionista.  
41

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

5  
6  
7 **4. ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN**

8  
9 **4.1 General**

10  
11 Las especificaciones de diseño y construcción de las líneas objeto de la presente  
 12 Convocatoria serán básicamente las mismas del diseño de la existente línea Sogamoso –  
 13 Guatiguará 230 kV, excepto en los casos en los que la normatividad de determinados  
 14 aspectos del diseño hubiere cambiado y sea ahora más severa o restrictiva. En estos casos,  
 15 deberán aplicarse las normas vigentes.

16  
17 La información específica referente a la línea Sogamoso – Guatiguará 230 kV, remitida por  
 18 el responsable de la infraestructura existente, como costos de conexión, datos técnicos,  
 19 etc, serán suministrados por la UPME conforme el Numeral 9 del presente Anexo 1.

20  
21 **4.1.1 Líneas 230 kV**

22  
23 En la siguiente tabla se presentan las especificaciones técnicas mínimas para las nuevas  
 24 líneas de 230 kV que el Inversionista deberá revisar y ajustar una vez haya hecho el análisis  
 25 comparativo de las normas:  
 26

Líneas de 230 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
1	Tensión nominal trifásica		kV	<b>230</b>
2	Frecuencia nominal		Hz	<b>60</b>
3	Número de circuitos por torre	Numeral 3.1	Unidad	-
4	Subconductores por fase	Numeral 4.4.2	Unidad	-
5	Cantidad de cables de guarda	Numeral 4.4.3	Unidad	-
6	Altura sobre el nivel del mar	En función del diseño y estudios pertinentes que realice el Inversionista	msnm	<b>685 – 1380</b>
7	Distancias de seguridad	Código de Redes o RETIE según aplique		

Líneas de 230 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
8	Ancho de servidumbre	Código de Redes o RETIE según aplique		
9	Máximo campo eléctrico e interferencia	Código de Redes o RETIE según aplique		
10	Contaminación	Debe verificar la presencia en el aire de partículas que pueda tener importancia en el diseño del aislamiento	g/cm <sup>2</sup>	
11	Conductores de fase	Numeral 4.4.2		
12	Cables de guarda	Numeral 4.4.3		
13	Condiciones de tendido de los cables	Código de Redes o RETIE según aplique		
14	Estructuras	Numeral 4.4.6		
15	Árboles de carga y curvas de utilización	Código de Redes o RETIE según aplique		
16	Herrajes	Código de Redes o RETIE según aplique		
17	Cadena de aisladores	Código de Redes o RETIE según aplique		
18	Diseño aislamiento	Código de Redes o RETIE según aplique		
19	Valor resistencia de puesta a tierra	Código de Redes o RETIE según aplique		
20	Sistema de puesta a tierra	Código de Redes o RETIE según aplique		
21	Salidas por descargas atmosféricas	Código de Redes o RETIE según aplique		
22	Cimentaciones	Código de Redes o RETIE según aplique		

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7

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).

NOTA: Información referente a la línea existente Sogamoso – Guatiguará 230 kV, recopilada por la UPME será suministrada conforme el Numeral 9 del presente Anexo 1.

1  
 2 **4.2 Ruta de las Líneas de Transmisión**  
 3

4 La selección de la ruta de la línea de transmisión objeto de la presente Convocatoria Pública  
 5 UPME, será responsabilidad del Inversionista seleccionado. Por lo tanto, a efectos de definir  
 6 las rutas de las líneas a 230 kV, será el Inversionista el responsable de realizar  
 7 investigaciones detalladas y consultas a las autoridades ambientales, a las autoridades  
 8 nacionales, regionales y locales los diferentes Planes de Ordenamiento Territorial que se  
 9 puedan ver afectados, a las autoridades que determinan las restricciones para la  
 10 aeronavegación en el área de influencia del Proyecto y, en general, con todo tipo de  
 11 restricciones y reglamentaciones existentes. En consecuencia, deberá tramitar los permisos  
 12 y licencias a que hubiere lugar. Se deberá tener en cuenta que pueden existir exigencias  
 13 y/o restricciones de orden nacional, regional o local.  
 14

15 En el Documento **“ANÁLISIS ÁREA DE ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS**  
 16 **TEMPRANAS PROYECTO SUBESTACIÓN PALENQUE 230 kV Y LÍNEAS DE**  
 17 **TRANSMISIÓN ASOCIADAS, OBJETO DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 05 –**  
 18 **2015”** se suministra información de referencia. El objeto de este documento es identificar  
 19 de manera preliminar las posibilidades y restricciones ambientales, constituyéndose en un  
 20 documento ilustrativo para los diferentes Interesados, sin pretender determinar o definir  
 21 rutas. Es responsabilidad del Inversionista en asumir en su integridad los riesgos inherentes  
 22 del Proyecto, para ello deberá validar la información, realizar sus propios estudios y  
 23 consultas ante las Autoridades competentes, entre otras.  
 24

25 **4.3 Longitud Aproximada de la Línea**  
 26

27 La longitud anunciada en este documento es de referencia y está basada en estimativos  
 28 preliminares. Por tanto, los cálculos y valoraciones que realice el inversionista para efectos  
 29 de su propuesta económica deberán estar fundamentados en sus propias evaluaciones,  
 30 análisis y consideraciones.  
 31

<b>Circuito</b>	<b>Tensión</b>	<b>Longitud Aproximada</b>
S/E Palenque – Conexión a la Línea Sogamoso – Guatiguará 230 kV	230 kV	15 km

32  
 33 **4.4 Especificaciones de diseño y construcción Líneas**  
 34

35 Las especificaciones de diseño y construcción que se deben cumplir para la ejecución del  
 36 Proyecto son las establecidas en el presente Anexo No. 1, los Documentos de Selección  
 37 del Inversionista – DSI, en el Código de Redes (Resolución CREG 025 de 1995 y

1 actualizaciones, en especial CREG 098 de 2000) y en el RETIE (Resolución MME 90708  
2 de 30 de agosto de 2013, y actualizaciones posteriores previas al diseño y construcción de  
3 la línea).

4  
5 Para el caso de la reconfiguración de líneas de transmisión, las especificaciones de diseño  
6 deben ser las mismas al diseño de la existente línea de transmisión, excepto en los casos  
7 en los que la normatividad de determinados aspectos del diseño hubiere cambiado y sea  
8 ahora más severa o restrictiva. El Inversionista tendrá que recopilar al detalle todas las  
9 características del diseño original de la línea existente y confrontarlas con la normatividad  
10 actual.

11  
12 El Interventor verificará para la UPME, que los diseños realizados por el Transmisor  
13 cumplan con las normas técnicas aplicables y con las siguientes especificaciones.

#### 14 15 **4.4.1 Aislamiento**

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

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

#### 32 33 **4.4.2 Conductores de Fase**

34  
35 Las siguientes condiciones y/o límites estarán determinadas por las características propias  
36 de la ruta y el lugar donde el Proyecto operará, por tanto será responsabilidad del  
37 Inversionista su verificación. El Interventor informará a la UPME si el diseño realizado por  
38 el Inversionista cumple con las normas técnicas aplicables y con los valores límites  
39 establecidos.

40

1 El conductor de fase de los circuitos de 230 kV será el mismo conductor instalado en la  
2 línea Sogamoso – Guatiguará 230 kV, o será un conductor de igual o menor resistencia  
3 óhmica DC a 20° C y de igual o mayor capacidad de corriente. Sin detrimento a lo anterior,  
4 en ningún caso la capacidad normal de operación de cada uno de los nuevos circuitos podrá  
5 ser inferior a 1000 Amperios, ni la resistencia de conductor de fase para cada nuevo circuito  
6 podrá ser superior a 0.0318 Ohmios/km a 20 °C.

7  
8 En el caso de conductores en haz, la resistencia DC a 20°C por conductor de fase  
9 corresponderá a la resistencia en paralelo de los cables sub-conductores de cada fase, y  
10 las reconfiguraciones deberán tener el mismo número de sub-conductores por haz de la  
11 existente línea y la separación entre sub-conductores del haz deberá ser de 457,2 mm.

12  
13 El Inversionista deberá garantizar los valores de capacidad de corriente y resistencia tanto  
14 en los tramos aéreos como en los subterráneos de implementarlos.

15  
16 En cualquier condición, la tensión longitudinal máxima en el conductor, no deberá exceder  
17 el 50% de su correspondiente tensión de rotura.

18  
19 El conductor seleccionado deberá cumplir con las exigencias de radio interferencia  
20 establecidas en la normatividad aplicable.

21  
22 De acuerdo con lo establecido en el numeral 14.3 del Artículo 14 del RETIE, los valores  
23 máximos permitidos para Intensidad de Campo Eléctrico y Densidad de Flujo Magnético  
24 son los indicados en la Tabla 14.1 del RETIE, donde el público o una persona en particular  
25 pueden estar expuestos durante varias horas.

26  
27 De presentarse características en el ambiente que tuviere efecto sobre el aislamiento,  
28 deberá tenerse en cuenta para el diseño de aislamiento y si tuviere efecto corrosivo, los  
29 conductores, en ese tramo por lo menos, deberán ser de tipo ACAR o AAAC, con hilos de  
30 aleación ASTM 6201-T81 y cumplir con los valores de capacidad de transporte mínima,  
31 resistencia óhmica máxima, radio-interferencia y ruido audible especificados o establecidas  
32 en la normatividad aplicable. El Inversionista deberá informar a la Interventoría su decisión  
33 sobre el tipo de conductor, sustentándola técnicamente.

#### 34 35 **4.4.3 Cable(s) de Guarda**

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

40

1 Se requiere que todos los tramos de línea tengan uno o dos cables de guarda  
2 (convencionales u OPGW). Al menos uno de los cables de guarda deberá ser OPGW, con  
3 la única excepción de líneas a reconfigurar que no tengan instalados cables con fibra óptica.  
4

5 El o los cables de guarda a instalar deberán soportar el impacto directo de las descargas  
6 eléctricas atmosféricas que puedan incidir sobre la línea, garantizando el criterio de  
7 comportamiento indicado en el diseño del aislamiento. El incremento de temperatura del  
8 cable o cables de guarda a ser instalados deberán soportar las corrientes de corto circuito  
9 monofásico de la línea que circulen por ellos.  
10

11 De presentarse características en el ambiente con efecto corrosivo, los cables de guarda  
12 no deberán contener hilos o núcleos en acero galvanizado y deberá ser del tipo Alumoweld  
13 o de otro material resistente a la corrosión, que cumpla con las especificaciones técnicas y  
14 los propósitos de un cable de guarda convencional desde el punto de vista de su  
15 comportamiento frente a descargas atmosféricas y capacidad para soportar las corrientes  
16 de corto circuito.  
17

18 A título informativo, se indica que cada uno de los circuitos de la existente línea Sogamoso-  
19 Guatiguará 230 kV tiene un cable de guarda de tipo acero 3/8" EHS. En consecuencia, los  
20 cables a instalar en la reconfiguración deberán características técnicas iguales o superiores  
21 a las de los cables existentes.  
22

23 En cualquier condición, la tensión longitudinal máxima en el conductor o cable de guarda,  
24 no deberá exceder el 50% de su correspondiente tensión de rotura.  
25

26 El Interventor verificará para la UPME, que el diseño realizado por el Transmisor cumpla  
27 con las normas técnicas aplicables.  
28

29 En el evento de que el Inversionista decida usar alguna o todas las Líneas objeto de la  
30 presente Convocatoria pública UPME, para la transmisión de comunicaciones por fibra  
31 óptica, será de su responsabilidad seleccionar los parámetros y características técnicas del  
32 cable de guarda e informar de ellos al Interventor.  
33

#### 34 **4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas**

35

36 El sistema de puesta a tierra se diseñará de acuerdo con las condiciones específicas del  
37 sitio de cada una de las estructuras, buscando ante todo preservar la seguridad de las  
38 personas, considerando además el comportamiento del aislamiento ante descargas  
39 atmosféricas.  
40

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

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

17  
18 Los conectores a utilizar deberán contar con certificado de producto donde debe ser claro  
19 si son adecuados para enterramiento directo.

#### 20 21 **4.4.5 Transposiciones de Línea**

22  
23 El Inversionista deberá analizar la necesidad de implementar transposiciones de línea para  
24 garantizar los niveles máximos de desbalance exigidos por la normatividad aplicable para  
25 ello, considerando incluso la posibilidad de implementar ajustes o modificaciones sobre la  
26 infraestructura actual o reubicaciones necesarias para el cumplimiento de tal propósito.

27  
28 El Transmisor deberá calcular los desbalances en las fases y asegurar que cumplan con la  
29 norma técnica aplicable para ello, *IEC 1000-3-6 o equivalente*, lo cual deberá soportar y  
30 poner en consideración del Interventor. Así mismo, el Transmisor deberá hacerse cargo de  
31 todos los costos asociados. En general, la implementación física de la solución hace parte  
32 del presente Proyecto.

33  
34 En caso de requerirse, las transposiciones se podrán localizar a un sexto (1/6), a tres sextos  
35 (3/6) y a cinco sextos (5/6) de la longitud total de la línea correspondiente.

#### 36 37 **4.4.6 Estructuras**

38  
39 El dimensionamiento eléctrico de las estructuras se debe realizar considerando la  
40 combinación de las distancias mínimas que arrojen los estudios de sobretensiones debidas

1 a descargas atmosféricas, a las sobretensiones de maniobra y a las sobretensiones de  
2 frecuencia industrial.

3  
4 Las estructuras de apoyo para las líneas deberán ser auto-soportadas. Solo en ocasiones  
5 excepcionales se podrán considerar estructuras para situaciones especiales, que requieran  
6 apoyos externos, tales situaciones especiales y las condiciones de diseño deberán  
7 garantizar la estabilidad de la línea y deben ser justificadas al Interventor, no obstante su  
8 uso estará condicionado al concepto del Interventor y pronunciamiento por parte de la  
9 UPME. En cualquier caso, las estructuras no deberán requerir para su montaje el uso de  
10 grúas autopropulsadas ni de helicópteros. El Inversionista podrá hacer uso de estos  
11 recursos para su montaje pero, se requiere que estas estructuras puedan ser montadas sin  
12 el concurso de este tipo de recursos.

13  
14 El cálculo de las curvas de utilización de cada tipo de estructura, la definición de las  
15 hipótesis de carga a considerar y la evaluación de los árboles de cargas definitivos, para  
16 cada una de las hipótesis de carga definidas, deberá hacerse considerando la metodología  
17 establecida por el ASCE en la última revisión del documento "*Guidelines for Electrical*  
18 *Transmission Line Structural Loading - Practice 74*". La definición del vano peso máximo y  
19 del vano peso mínimo de cada tipo de estructura será establecido a partir de los resultados  
20 del plantillado de la línea. El diseño estructural deberá adelantarse atendiendo lo  
21 establecido por el ASCE en la última revisión de la norma ASCE STANDARD 10 "*Design of*  
22 *Latticed Steel Transmission Structures*". En cualquier evento, ningún resultado de valor de  
23 cargas evaluadas con esta metodología de diseño podrá dar resultados por debajo que los  
24 que se obtienen según la metodología que establece la última revisión del RETIE. Si ello  
25 resultara así, primarán estas últimas.

#### 26 27 **4.4.7 Localización de Estructuras**

28  
29 Para la localización de estructuras, deberán respetarse las distancias mínimas de seguridad  
30 entre el conductor inferior de la línea y el terreno en zonas accesibles a peatones y las  
31 distancias de seguridad mínimas a obstáculos tales como vías, oleoductos, líneas de  
32 transmisión o de comunicaciones, ríos navegables, bosques, etc., medidas en metros. La  
33 temperatura del conductor a considerar para estos efectos será la correspondiente a las  
34 condiciones de máxima temperatura del conductor exigida durante toda la vida útil del  
35 Proyecto según el RETIE.

36  
37 En la salida o llegada de líneas a las subestaciones donde se requiera dejar previsión de  
38 espacio de reserva para bahías de línea (Ver numeral 5.1.2), la localización de las  
39 estructuras deberá contemplar torres de circuito sencillo o doble que permitan la salida de  
40 las líneas requeridas para tales bahías, al menos en un kilómetro contado desde el pórtico

1 de cada subestación. El diseño, adquisición de los suministros y construcción de estas  
2 torres de reserva hace parte de la presente Convocatoria.

#### 3 4 **4.4.8 Sistema Antivibratorio, Amortiguadores y Espaciadores - Amortiguadores**

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

14  
15 En los cables de guarda y conductores sencillos los amortiguadores serán del tipo  
16 "stockbridge" y su colocación medida desde la boca de la grapa y entre amortiguadores  
17 será la que determine el estudio de amortiguamiento que haga el Inversionista, copia del  
18 cual le será entregada al Interventor.

#### 19 20 **4.4.9 Cimentaciones**

21  
22 Para los fines pertinentes, el Interventor revisará los resultados de las memorias de cálculo  
23 de las cimentaciones propuestas de acuerdo con lo establecido en la Resolución CREG  
24 098 de 2000, numeral 2.7, o en sus actualizaciones posteriores previas al inicio de las obras.  
25 Los diseños de cimentaciones para las torres de una línea de transmisión deben hacerse  
26 considerando los resultados de los estudios de suelos que mandatoriamente debe adelantar  
27 el Inversionista en todos los sitios de torre, y las cargas a nivel de cimentación más críticas  
28 que se calculen a partir de las cargas mostradas en los árboles de cargas de diseño de  
29 cada tipo de estructura.

#### 30 31 **4.4.10 Señalización Aérea**

32  
33 El Inversionista deberá investigar con el Departamento de Aeronáutica Civil, las Empresas  
34 Petroleras que operan proyectos petroleros en la región, si existen, la Armada Nacional, u  
35 otros posibles actores, la existencia de aeródromos o zonas de tránsito de aeronaves de  
36 cualquier índole (particulares, militares, de fumigación aérea, etc) que hagan imperioso que  
37 la línea lleve algún tipo de señales que impidan eventuales accidentes originados por la  
38 carencia de ellos.

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

#### 4 4.4.11 Desviadores de vuelo para aves

5  
6  
7 Es responsabilidad del Inversionista identificar la necesidad de instalar desviadores de  
8 vuelo para aves.

#### 9 4.4.12 Obras Complementarias

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

#### 15 4.5 Informe Técnico

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

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

1  
2 **5. ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN**

3  
4 Las siguientes son las especificaciones técnicas para la Subestación.

5  
6 **5.1 General**

7  
8 La información específica referente a subestaciones, remitida por los propietarios de la  
9 infraestructura existente, como costos de conexión, datos técnicos y planos, serán  
10 suministrados por la UPME conforme el Numeral 9 del presente Anexo 1.

11  
12 La siguiente tabla presenta las características de la Subestación que hacen parte del  
13 proyecto objeto de la presente Convocatoria Pública:

14

ítem	Descripción	Palenque 230 kV
1	Configuración	Interruptor y medio
2	Tipo de subestación	Convencional o GIS o híbrido.
3	Subestación nueva	Si
4	Propietario de la Subestación	Inversionista Adjudicatario Convocatoria Pública 05 - 2015

15  
16 **5.1.1 Predio de las Subestaciones**

17  
18 **Subestación Palenque 230 kV**

19  
20 El predio para la nueva Subestación Palenque 230 kV será el que adquiera el Inversionista  
21 Adjudicatario. Sin embargo su ubicación está limitada a un radio de 500 m medidos a partir  
22 de las coordenadas de localización de la Subestación Palenque 115 kV señaladas en el  
23 presente Anexo 1. Se deberán considerar las facilidades para los accesos y obras del  
24 Proyecto y el acceso de los equipos de conexión del STR.

25  
26 El propietario de la existente Subestación Palenque 115 kV es la Electrificadora de  
27 Santander S.A. E.S.P. – ESSA. Las coordenadas aproximadas de la Subestación Palenque  
28 115 kV, son las siguientes:

29  
30 Latitud: 7° 5'49.90" N  
31 Longitud: 73° 9'59.42" O.

32  
33 Mediante radicado UPME 20151260027642 del 30 de junio de 2015, la Electrificadora de  
34 Santander S.A. E.S.P - ESSA, manifiesta lo siguiente: "... Para la expansión de la subestación  
35 230 kV, se confirma la disponibilidad de un espacio dentro de la subestación correspondiente al sitio

1 *donde se encuentran las plantas de generación que actualmente están inactivas. Este terreno tiene*  
2 *una extensión de aproximadamente 1,273 metro cuadrados y se muestra en el Anexo 1 y Anexo 2.*  
3 *ESSA aclara que para la utilización de este espacio, se requiere que el inversionista desmantele los*  
4 *activos allí existentes y los disponga en el almacén general de la empresa, ubicado dentro del predio*  
5 *de la subestación Palenque. Con respecto a las condiciones del terreno, ESSA lo ofrece en*  
6 *arrendamiento para cobrar vía contrato de conexión. Es importante resaltar que de acuerdo con*  
7 *modelamientos realizados al interior de ESSA, en este espacio no caben equipos convencionales*  
8 *para una configuración interruptor y medio compuesta por 6 bahías, en este sentido consideramos*  
9 *que tendría que utilizarse tecnología GIS. De requerirse una subestación con equipos*  
10 *convencionales, la expansión en nivel de 230 kV debe hacerse en el terreno aledaño a subestación*  
11 *actual como se puede observar en el Anexo 3... ”*

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

20  
21 En la selección del predio de la Subestación, el Inversionista deberá analizar todos los  
22 posibles riesgos físicos y tenerlos en cuenta. En cualquier caso, se deberán considerar los  
23 riesgos de inundación, condición que deberá ser investigada en detalle por el Inversionista.  
24 Se debe elaborar un documento soporte de la selección del predio, el cual deberá ser  
25 puesto a consideración del Interventor y de la UPME y hará parte de las memorias del  
26 proyecto.

27  
28 El Transmisor deberá dotar la Subestación Palenque 230 kV del espacio físico necesario  
29 para la construcción de las obras objeto de la presente Convocatoria Pública UPME 05 –  
30 2015, y los espacios de reserva definidos en el numeral 5.1.2 de este Anexo 1.

31  
32 En el documento **“ANÁLISIS ÁREA DE ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS**  
33 **TEMPRANAS PROYECTO SUBESTACIÓN PALENQUE 230 kV Y LAS LÍNEAS DE**  
34 **TRANSMISIÓN ASOCIADAS OBJETO DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 05 DE**  
35 **2015”** se suministra información de referencia. El objeto de este documento es identificar  
36 de manera preliminar las posibilidades y restricciones ambientales, constituyéndose en un  
37 documento ilustrativo para los diferentes Interesados, sin pretender determinar o definir  
38 rutas. Es responsabilidad del Inversionista en asumir en su integridad los riesgos inherentes  
39 del Proyecto, para ello deberá validar la información, realizar sus propios estudios y  
40 consultas ante las Autoridades competentes, entre otras.

41

### 5.1.2 Espacios de Reserva

Los espacios de reserva futuros del STN son objeto de la presente Convocatoria Pública UPME 05 – 2015 y por tanto deben ser adecuados y dotados con las obras y equipos constitutivos del módulo común, como se describe en el numeral 5.1.5 del presente Anexo 1; sin embargo, los equipos eléctricos no son parte de la presente Convocatoria.

En la Subestación Palenque 230 kV se deberán incluir espacios de reserva para:

- La futura instalación de cuatro (4) bahías sean de línea o transformación a 230 kV.

Se debe garantizar que los espacios de reserva en las Subestaciones del STN y del STR no se verán afectados o limitados para su utilización, por infraestructura (equipos, línea, edificaciones, etc.) objeto de la presente Convocatoria Pública.

El Inversionista deberá dejar adecuado el terreno para la fácil instalación de los equipos en los espacios de reserva previstos para futuras ampliaciones del STN, es decir, deberá dejar explanado y/o nivelado el terreno de los espacios de reserva y deberá realizar las obras civiles básicas necesarias para evitar que dicho terreno se deteriore. Adicionalmente, tanto los espacios de reserva como las obras básicas asociadas, deberán estar incluidas dentro del mantenimiento que el Inversionista realice a la Subestación, hasta tanto sean ocupados.

El Transmisor preparará un documento en el cual se indiquen las características de los espacios de reserva establecidos en el presente Anexo y planos con la disposición de los espacios propuesta para la ubicación futura de las bahías de reserva. Esto deberá ser entregado al Interventor quien verificará el cumplimiento de las exigencias para los espacios de reserva.

### 5.1.3 Conexiones con Equipos Existentes

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

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

1 **5.1.4 Servicios Auxiliares**

2  
3 El Inversionista deberá proveer los servicios auxiliares en AC y DC suficientes para el  
4 Proyecto objeto de la presente Convocatoria. Los siguientes son los niveles de tensión a  
5 utilizar en los servicios auxiliares a instalar:

6  
7 Servicios auxiliares AC 120/208V, tres fases, cuatro hilos.  
8 Servicios Auxiliares DC 125V

9  
10 **5.1.5 Infraestructura y Módulo Común**

11  
12 Como parte del Proyecto, el Inversionista deberá implementar todas las obras y equipos  
13 constitutivos del módulo común como se describe a continuación:

14  
15 El Inversionista debe prever el espacio necesario para el desarrollo de las conexiones a  
16 230 kV objeto de la presente Convocatoria Pública, junto con los espacios de acceso, vías  
17 internas y edificios, según se requiera, considerando la disponibilidad de espacio en el  
18 predio actual y las eventuales restricciones o condicionantes que establezca el  
19 ordenamiento territorial en el área, igualmente estarán a cargo del Inversionista, y según se  
20 requiera, las vías de acceso a predios de Subestaciones y/o adecuaciones que sean  
21 necesarias.

22  
23 El Inversionista deberá suministrar todos los elementos necesarios para la infraestructura y  
24 módulo común que requiera el Proyecto objeto de la presente Convocatoria, es decir las  
25 obras civiles y los equipos que sirven a las obras descritas en el Numeral 2 del Anexo 1. La  
26 infraestructura y módulo común, estarán conformados como mínimo por los siguientes  
27 componentes:

- 28  
29 • **Infraestructura civil:** Compuesta por pozos de agua y/o toma de agua de  
30 acueducto vecino si existe; la malla de puesta a tierra; las vías de acceso a la  
31 subestación y/o adecuación de las existentes; las vías internas de acceso a los  
32 patios de conexiones y/o adecuación de las existentes; la adecuación del terreno; y  
33 en general, todas aquellas obras civiles necesarias (incluyendo, entre otros,  
34 construcción, modificaciones y/o ampliaciones a alcantarillado, filtros y drenajes,  
35 pozo séptico y de agua y/o conexión a acueducto/alcantarillados vecinos, alumbrado  
36 interior y exterior, cárcamos comunes, etc.) para las obras descritas en el Numeral  
37 2 del presente Anexo 1.  
38  
39 • **Equipos:** Todos los equipos necesarios para las obras descritas en el Numeral 2  
40 del presente Anexo 1. Se incluyen, entre otros, los sistemas de automatización, de  
41 gestión de medición, de protecciones, control y el sistema de comunicaciones, los

1 materiales de la malla de puesta a tierra y los equipos para los servicios auxiliares  
2 AC y DC, los equipos de conexión, todo el cableado necesario y las obras civiles  
3 asociadas.  
4

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

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

13 NOTA: El Adjudicatario deberá prever y dejar disponible al Operador de Red todas las  
14 facilidades para que pueda dar cumplimiento a sus responsabilidades, en lo referente a  
15 conexiones de potencia, protecciones, comunicaciones y medidas, entre otras posibles.  
16

## 17 **5.2 Normas para Fabricación de los Equipos**

18  
19 El Inversionista deberá suministrar equipos en conformidad con la última edición de las  
20 Normas *International Electrotechnical Commission – IEC, International Organization for*  
21 *Standardization – ISO, ANSI – American National Standards Institute, International*  
22 *Telecommunications Union - ITU-T, Comité Internacional Spécial des Perturbations*  
23 *Radioélectriques – CISPR*. El uso de normas diferentes deberá ser sometido a  
24 consideración del Interventor quien conceptuará sobre su validez en aspectos  
25 eminentemente técnicos y de calidad.  
26

## 27 **5.3 Condiciones Sísmicas de los equipos**

28  
29 Los suministros deberán tener un nivel de desempeño sísmico clase III de acuerdo con la  
30 publicación IEC 60068-3-3 “*Guidance Seismic Test Methods for Equipments*” o de acuerdo  
31 con la publicación IEEE-693 Recommended Practice for Seismic Design of Substations, la  
32 de mayores exigencias. El Transmisor deberá entregar copias al Interventor de las  
33 memorias de cálculo en donde se demuestre que los suministros son aptos para soportar  
34 las condiciones sísmicas del sitio de instalación.  
35

## 36 **5.4 Procedimiento General del Diseño**

37  
38 Este procedimiento seguirá la siguiente secuencia:  
39

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

1  
2 En este documento se consignará toda la normatividad técnica, y las especificaciones  
3 para llevar a cabo la programación y control del desarrollo de los trabajos;  
4 especificaciones y procedimientos para adelantar el Control de Calidad en todas las  
5 fases del Proyecto; las definiciones a nivel de Ingeniería Básica tales como: resultados  
6 de estudios del sistema eléctrico asociado con el Proyecto; parámetros básicos de  
7 diseño (corrientes nominales, niveles de aislamiento, capacidades de cortocircuito,  
8 tiempos de despeje de falla, entre otros); hojas de datos de los equipos; diagramas  
9 unifilares generales; especificaciones técnicas detalladas de los equipos y materiales;  
10 filosofía de control, medida y protección; previsiones para facilitar la evolución de la  
11 Subestación; especificaciones de Ingeniería de Detalle; procedimientos y  
12 especificaciones de pruebas en fabrica; procedimientos de transporte, almacenamiento  
13 y manejo de equipos y materiales; los procedimientos de construcción y montaje; los  
14 procedimientos y programaciones horarias durante los cortes de servicio de las  
15 instalaciones existentes que guardan relación con los trabajos del Proyecto; los  
16 procedimientos de intervención sobre equipos existentes; los procedimientos y  
17 especificación de pruebas en campo, los procedimientos para efectuar las pruebas  
18 funcionales de conjunto; los procedimientos para desarrollar las pruebas de puesta en  
19 servicio, los procedimientos de puesta en servicio del Proyecto y los procedimientos de  
20 operación y mantenimiento.

21  
22 Las Especificaciones Técnicas podrán desarrollarse, en forma parcial y continuada, de  
23 tal forma que se vayan definiendo paso a paso todos los aspectos del Proyecto, para  
24 lograr en forma acumulativa el Código Final que vaya rigiendo el Proyecto.

25  
26 Todas las actividades de diseño, suministro, construcción, montaje y pruebas deben  
27 estar incluidas en las especificaciones técnicas del Proyecto. El Interventor presentará  
28 un informe a la UPME en el que se detalle y se confirma la inclusión de todas y cada  
29 una de las actividades mencionadas. No podrá adelantarse ninguna actividad sin que  
30 antes haya sido incluida la correspondiente característica o Especificación en las  
31 Especificaciones Técnicas del Proyecto.

32  
33 **b)** Las Especificaciones Técnicas del Proyecto serán revisadas por el Interventor, quien  
34 hará los comentarios necesarios, recomendando a la UPME solicitar todas las  
35 aclaraciones y justificaciones por parte del Transmisor. Para lo anterior se efectuarán  
36 reuniones conjuntas entre el Transmisor y el Interventor con el fin de lograr los acuerdos  
37 modificatorios que deberán plasmarse en comunicaciones escritas.

38  
39 **c)** Con base en los comentarios hechos por el Interventor y acordados con el Transmisor,  
40 este último emitirá la nueva versión de las Especificaciones Técnicas del Proyecto.

41

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

3  
4 En esta especificación, se consignará la lista de documentos previstos para el Proyecto  
5 representados en especificaciones, catálogos, planos, memorias de cálculos y reportes de  
6 pruebas.

7  
8 Los documentos serán clasificados como: documentos de Ingeniería Básica; documentos  
9 de Ingeniería de Detalle; memorias de cálculos a nivel de Ingeniería Básica y de Detalle;  
10 documentos de seguimiento de los Suministros; y documentos que especifiquen la pruebas  
11 en fábrica y en campo; los procedimientos de montaje y puesta en servicio y la operación y  
12 mantenimiento.

13  
14 La lista y clasificación de la documentación debe ser preparada por el Transmisor y  
15 entregada a la Interventoría para revisión.

#### 16 17 **5.4.1 Los documentos de Ingeniería Básica**

18  
19 Son aquellos que definen los parámetros básicos del Proyecto; dan a conocer el  
20 dimensionamiento del mismo; determinan las características para la adquisición de equipos;  
21 especifican la filosofía de comunicaciones, control, medición y protección; establecen la  
22 implantación física de las obras; especifican las previsiones para el desarrollo futuro del  
23 Proyecto; establecen las reglas para efectuar la Ingeniería de Detalle e incluye las  
24 memorias de cálculos que soportan las decisiones de Ingeniería Básica.

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

34  
35 La siguiente es la lista de documentos y planos mínimos de la Ingeniería Básica:

##### 36 37 **5.4.1.1 Memorias de cálculo electromecánicas**

- 38  
39
  - Criterios básicos de diseño electromecánico
  - Memoria de cálculo de resistividad del terreno
- 40

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

#### 14 **5.4.1.2 Especificaciones equipos 230 kV**

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

#### 31 **5.4.1.3 Características técnicas de los equipos 230 kV**

- 33 • Características técnicas, equipos 230 kV.
  - 34 - Interruptores 230 kV
  - 35 - Seccionadores 230 kV.
  - 36 - Transformadores de corriente 230 kV.
  - 37 - Transformadores de tensión 230 kV.
  - 38 - Descargadores de sobretensión 230 kV.
  - 39 - Aisladores y cadenas de aisladores 230 kV.

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

#### 10 **5.4.1.4 Planos electromecánicos 230 kV**

- 11
- 12 • Diagrama unifilar de la subestación
- 13 • Diagrama unifilar con características de equipos
- 14 • Diagrama unifilar de protecciones.
- 15 • Diagrama unifilar de medidas.
- 16 • Diagrama unifilar servicios auxiliares ac
- 17 • Diagrama unifilar servicios auxiliares dc.
- 18 • Arquitectura sistema de control de la subestación.
- 19 • Planimetría del sistema de apantallamiento
- 20 • Planimetría del sistema de puesta a tierra.
- 21 • Planos en planta de ubicación de equipos 230 kV.
- 22 • Planos vista en cortes de equipos 230 kV.
- 23 • Planos ubicación de equipos en sala de control.
- 24 • Elevación general de edificaciones y equipos.
- 25 • Planimetría del sistema de apantallamiento.
- 26 • Planos de ruta de bandejas portacables, cárcamos y tuberías.
- 27 • Planimetría general alumbrado y tomacorrientes, interior, exterior.
- 28

#### 29 **5.4.1.5 Planos de obras civiles**

- 30
- 31 • Plano localización de la subestación.
- 32 • Plano disposición de bases de equipos.
- 33 • Planos cimentación del transformador de potencia.
- 34 • Plano cimentación de equipos y pórticos.
- 35 • Plano base cimentación del transformador de potencia.
- 36 • Plano de drenajes de la subestación.
- 37 • Plano de cárcamos y ductos para cables en patio.
- 38 • Plano de cárcamos y ductos para cables en sala de control.
- 39 • Planos casa de control.

- Plano disposición de bases para equipos en sala de control.
- Plano cerramiento de la subestación.
- Plano obras de adecuación.

#### 5.4.1.6 Estudios y trabajos de campo

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- 30  
31
- 32 • Planos para construcción de bases para equipos
  - 33 • Planos estructurales con árboles de carga para construcción de estructuras
  - 34 soporte para equipos y pórticos a 230 kV.
  - 35 • Planos para construcción de cimentaciones para equipos y transformador de
  - 36 potencia.
  - 37 • Planos para construcción de cárcamos de cables, ductos y cajas de tiro.
  - 38 • 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

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

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

##### a. Sistema de Puesta a Tierra:

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

##### b. Equipos principales:

- Equipos de patio: disposición general de la planta y cortes del patio de conexiones, incluyendo las distancias entre los centros (ejes) de los equipos.
- Peso de cada uno de los equipos y localización del centro de masa con relación al nivel rasante del patio.
- Características geométricas de equipos y peso de los soportes de equipos, sistemas de anclaje.
- Diseño de las cimentaciones de los equipos de patio.

- 1 • Dimensiones requeridas para canales de cables de potencia y cables de control.  
2 Diseño civil de los canales de cables.  
3 • Diseño geométrico y sistemas de fijación de las bandejas portacables y de ductos  
4 para cables entre los equipos y las bandejas.  
5 • Localización, geometría y sistemas de anclaje de los gabinetes de conexión.  
6  
7 **c. Equipos de patio 230 kV:**  
8  
9 • Para equipos de corte, transformadores de medida, descargadores de  
10 sobretensión.  
11 - Diagramas eléctricos completos para control, señalización, etc, hasta borneras  
12 de interconexión.  
13 - Características técnicas definitivas, dimensiones y pesos.  
14 - Placas de características técnicas.  
15 - Información técnica complementaria y catálogos.  
16 - Manuales detallados para montaje de los equipos.  
17 - Manuales detallados para operación y mantenimiento.  
18 - Protocolo de pruebas en fábrica.  
19 - Procedimiento para pruebas en sitio.  
20  
21 **d. Para tableros:**  
22  
23 • Diagramas esquemáticos que incluyan todos los circuitos de c.a. y c.c.  
24 • Diagramas eléctricos completos hasta borneras de interconexión para circuitos de  
25 control, señalización y protección.  
26 • Lista de instrumentos de control medida, señalización, protecciones, fusibles, etc.,  
27 que serán instalados en los tableros, suministrando información técnica y catálogos  
28 respectivos con indicación clara del equipo suministrado.  
29 • Planos de disposición física de elementos y equipos dentro de los tableros.  
30 • Instrucciones detalladas de pruebas y puesta en servicio.  
31 • Elaboración de planos desarrollados, esquemáticos de control, protección, medida,  
32 telecontrol y teleprotección, incluyendo.  
33 - Diagramas de principio y unifilares  
34 - Diagramas de circuito  
35 - Diagramas de localización exterior e interior.  
36 - Tablas de cableado interno y externo.  
37 - Disposición de aparatos y elementos en tableros de control.  
38 - Diagramas de principio  
39 - El contratista debe entregar como mínimo, los siguientes diagramas de  
40 principio:

- 1           ▪ Diagramas de protección y del sistema de gestión de los relés.
- 2           ▪ Diagramas del sistema de control de la subestación.
- 3           ▪ Diagramas de medición de energía.
- 4           ▪ Diagramas lógicos de enclavamientos.
- 5           ▪ Diagramas de comunicaciones.
- 6       • Diagramas de bloque para enclavamientos eléctricos de toda la subestación.
- 7       • Listado de cables y borneras.
- 8       • Planos de interfase con equipos existentes.
- 9       • Filosofía de operación de los sistemas de protección, control, sincronización,
- 10       señalización y alarmas.

11

12       **e. Reportes de pruebas:**

13

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

19

20       **5.4.3 Estudios del Sistema**

21

22       Bajo esta actividad, el Transmisor deberá presentar al Interventor para los fines pertinentes

23       a la Interventoría los estudios eléctricos que permitan definir los parámetros útiles para el

24       diseño básico y detallado de la Subestación y de las Líneas; entre todos los posibles, se

25       destacan como mínimo la elaboración de los siguientes documentos técnicos y/o memorias

26       de cálculo:

27

- 28       - Condiciones atmosféricas del sitio de instalación, parámetros ambientales y
- 29       meteorológicos, contaminación ambiental, estudios topográficos, geotécnicos, sísmicos
- 30       y de resistividad.
- 31
- 32       - Cálculo de flechas y tensiones.
- 33
- 34       - Flujos de carga; estudios de corto circuito; estudio de estabilidad para determinar
- 35       tiempos máximos de despeje de fallas; y cálculos de sobretensiones.
- 36       - Estudios de coordinación de protecciones.
- 37
- 38       - Selección de aislamiento, incluye selección de descargadores de sobre tensión y
- 39       distancias eléctricas.

40

- 1 - Estudio de cargas ejercidas sobre las estructuras metálicas de soporte debida a sismo y a corto circuito.
- 2
- 3
- 4 - Selección de equipos, conductores para barrajes, cables de guarda y conductores aislados.
- 5
- 6
- 7 - Memoria de revisión de los enlaces de comunicaciones existentes.
- 8
- 9 - Estudio de apantallamiento contra descargas atmosféricas
- 10
- 11 - Dimensionamiento de los servicios auxiliares AC y DC.
- 12
- 13 - Informe de interfaces con equipos existentes.
- 14
- 15 - Estudios ambientales, programas del Plan de Manejo Ambiental, (PMA) de acuerdo con el Estudio de Impacto Ambiental (EIA).
- 16
- 17
- 18 - Ajustes de relés de protecciones, dispositivos de mando sincronizado y registradores de fallas.
- 19
- 20

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

- 23
- 24 - Objeto del documento técnico o de la memoria de cálculo.
- 25
- 26 - Origen de los datos de entrada.
- 27
- 28 - Metodología para el desarrollo soportada en normas o estándares de amplio  
29 reconocimiento, por ejemplo en Publicaciones IEC, ANSI o IEEE.
- 30
- 31 - Resultados.
- 32
- 33 - Bibliografía.
- 34
- 35

#### 36 **5.4.4 Distancias de Seguridad**

37  
38 Las distancias de seguridad aplicables en las Subestaciones deben cumplir los lineamientos  
39 establecidos en el RETIE, en su última revisión y/o actualización.

40

1 **5.5 Equipos de Potencia**

2  
3 **5.5.1 Interruptores 230 kV**

4  
5 Los interruptores de potencia a 230 kV, deben cumplir las prescripciones de la última edición  
6 de las siguientes normas, o su equivalente ANSI, según aplique al tipo de equipo a  
7 suministrar:

- 8
- 9 • IEC 62271-100: "High-voltage alternating current circuit-breakers"
  - 10 • IEC 60694: "Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear  
11 standards".
  - 12 • IEC 60265: " High-voltage switches- Part 2; High-voltage switches for rated voltages  
13 of 52 kV an above"

14  
15 Los interruptores de potencia a 230 kV a suministrar deberán cumplir como mínimo con las  
16 siguientes características técnicas:

17

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

18  
19 Los interruptores automáticos para maniobrar las líneas de transmisión deberán tener  
20 mando monopolar, ser aptos para recierres monopolares y tripolares rápidos.

21  
22 Todos los interruptores, en configuración interruptor y medio, deberán contar con  
23 transformadores de corriente en ambos extremos del interruptor, de acuerdo con la  
24 recomendación IEEE Std C37.234-2009 "IEEE Guide for Protective Relay Applications to  
25 Power System Buses".

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

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

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

18 **Pruebas en Sitio:** Como mínimo se deben efectuar las siguientes pruebas en sitio para los  
19 Interruptores de Potencia a 230 kV:  
20

- 21 • Inspección visual.
- 22 • Inspección y verificación de mecanismos de operación, apertura y cierre manual.
- 23 • Verificar distancias eléctricas
- 24 • Verificación presión de gas.
- 25 • Pruebas del gas, alarma y disparo por baja presión de gas.
- 26 • Pruebas de Aislamiento.
- 27 • Factor de Potencia.
- 28 • Verificación de mando local y a distancia, apertura y cierre.
- 29 • Prueba de resistencia de contactos.
- 30 • Prueba de simultaneidad de polos al cierre a la apertura.
- 31 • Verificación de los enclavamientos.
- 32 • Verificación de indicación y señalización local y remota.
- 33 • Verificación de la secuencia nominal de operación.
- 34 • Verificación de ajustes y operación de los relés auxiliares, contactores, bobinas,  
35 suiches y válvulas de presión, suiches auxiliares y selectores, botones pulsadores,  
36 luces, calentadores, resistencia de aislamiento del equipo eléctrico.
- 37 • Verificación de hermeticidad.
- 38 • Prueba de operación mecanismo de accionamiento.
- 39 • Comprobar ciclo de operación sin carga del resorte.
- 40 • Tiempo de Operación durante una operación automática de recierre.

- Consumo y Resistencia de Bobinas de Cierre y Apertura
- Corriente de operación del motor.
- Verificación de disparos por protecciones.
- Verificar la puesta a tierra.
- Verificación de placa de características.
- Verificar ausencia de fugas de SF6

### 5.5.2 Descargadores de Sobretensión

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

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

Los descargadores de sobretensiones a 230 kV a suministrar deberán cumplir como mínimo 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

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

1 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60099-4 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 descargadores de sobretensión a 230 kV:

- 8 • Inspección visual.
- 9 • Verificación anclaje y conexiones.
- 10 • Verificar distancias eléctricas.
- 11 • Pruebas de aislamiento.
- 12 • Contador de descarga, verificación de operación.
- 13 • Verificar la puesta a tierra.
- 14 • Verificación de la placa de características.
- 15 • Verificar la corriente de fuga.

16  
 17 **5.5.3 Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra**

18  
 19 Los Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra a 230 kV, deben cumplir las  
 20 prescripciones de la última edición de las siguientes normas o su equivalente ANSI, según  
 21 se aplique al tipo de equipo a suministrar:

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

29  
 30 Los Seccionadores y Seccionadores de puesta a tierra a 230 kV a suministrar deberán  
 31 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 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 62271-102 o su 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 Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra a 230 kV:

- Inspección visual.
- Verificación de Alineación – anclaje y conexiones.
- Verificar distancias eléctricas.
- Pruebas de Aislamiento.
- Verificación de cierre total y apertura total.
- Prueba de resistencia de contactos.
- Verificación ajuste de contactos en posición cerrada.
- Verificación apertura y cierre local y remoto
- Tiempo de Operación del Seccionador (Apertura y Cierre).
- Corriente del motor para apertura y cierre.
- Operación cuchilla de puesta a tierra.
- Verificar la puesta a tierra.
- Verificación de las placas de características

#### 5.5.4 Transformadores de Tensión a 230 kV

Los Transformadores de Tensión 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 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su equivalente en ANSI.
- IEC 60044-2: "Inductive Voltage Transformers"

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

7 Los Transformadores de tensión a 230 kV a suministrar deberán cumplir como mínimo con  
 8 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

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

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

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 transformadores de tensión iguales o  
 21 similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60186, sección  
 22 4 y 24 e IEC 60358, cláusula 6.2, o sus equivalente en ANSI. Si el Transmisor no dispone  
 23 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

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

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

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

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

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

- Inspección visual.
- Verificación de anclaje y conexiones.
- Verificar distancias eléctricas
- Pruebas de aislamiento.
- Factor de potencia.
- Verificación de la relación de transformación y polaridad.
- Verificación resistencia de devanados
- Cargabilidad de núcleos secundarios.
- Curvas de saturación.
- Verificación de conexiones en alta y baja tensión.
- Inspección de hermeticidad y nivel de aceite sí lo tiene.
- Verificación de continuidad de los circuitos secundarios.
- Verificación del número de núcleos.
- Verificación de polaridad.
- Inyección de corriente primaria.
- Verificar la puesta a tierra.

- Verificación de la placa de características

### 5.5.6 Equipo GIS o Híbrido

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

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

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

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

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

### 5.5.7 Sistema de Puesta A Tierra

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

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

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

3  
4 Todo el equipo eléctrico y partes metálicas expuestas, estarán conectadas a la malla de  
5 tierra.

6  
7 La malla de tierra se diseñará para cubrir efectivamente la subestación completa y al menos  
8 2 m más allá de la cerca o malla de cerramiento.

9  
10 Para propósitos del diseño final del sistema de tierra el Transmisor hará los ensayos de  
11 resistividad en el sitio, con el objeto de comprobar la resistividad del terreno y las tensiones  
12 de paso y contacto, según requerimiento del RETIE.

#### 13 14 **5.5.8 Apantallamiento de la Subestación**

15  
16 El apantallamiento será hecho por medio de cables de guarda de material apropiado para  
17 las condiciones ambientales existentes en el sitio. Todos los cables de guarda serán  
18 aterrizados con cables bajantes de cobre.

19  
20 Las estructuras no conductoras y edificios requerirán un sistema completo de protección  
21 contra descargas atmosféricas, incluyendo varillas de puesta a tierra. La instalación deberá  
22 cumplir con el RETIE, la Norma NTC-4552-1-2-3 y la Norma IEC-62305-2.

#### 23 24 **5.5.9 Pruebas en Sitio para el Sistema de Puesta a Tierra.**

- 25
- 26 • Inspección calibre del cable de puesta a tierra.
  - 27 • Inspección de los electrodos de puesta a tierra, características técnicas.
  - 28 • Verificar la calidad de las pegas con soldadura exotérmica.
  - 29 • Inspección profundidad de enterramiento, según diseño.
  - 30 • Verificar el número de colas y la longitud de las mismas.
  - 31 • Verificación cajas de pruebas.
  - 32 • Medida de la resistencia de puesta a tierra.
  - 33 • Verificación, conexiones de los equipos y estructuras a la malla de puesta a tierra.
  - 34 • Medición de las tensiones de paso y contacto en los sitios acordados con la  
35 Interventoría, mediante la inyección de corriente por electrodo remoto.
- 36

#### 37 **5.6 Equipos de Control y Protección**

38  
39 Las siguientes son las características principales que deberán cumplir los equipos de  
40 control y protección:

1  
2 **5.6.1 Sistemas de Protección**  
3

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

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

19  
20 Las bahías deberán estar acopladas al esquema de protección diferencial de barras de la  
21 Subestación.

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

31  
32 El Interventor verificará e informará a la UPME el cumplimiento de requisitos de las  
33 protecciones según la Resolución CREG 025 de 1995, anexo CC4, numeral 3.1 y sus  
34 modificaciones.

35  
36 **5.6.2 Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones**  
37

38 La arquitectura del sistema de automatización estará constituida por los subsistemas y  
39 equipos que conforman los niveles 0, 1, 2 y 3 según la siguiente arquitectura:  
40

Nivel	Descripción	Modos de Operación
3	<p>Corresponde a los sistemas remotos de información.</p> <hr/> <p>Comunicaciones e interfaces entre niveles 2 y 3. Proporciona la comunicación entre el Sistema de Automatización y los sistemas remotos de información.</p>	<p>Es la facilidad que debe tener el sistema para ser tele-comandado y supervisado desde el centro de control remoto de acuerdo con las normas del CND.</p> <hr/> <p>La captura de datos y la transmisión de información hacia y desde el sistema remoto deben ser independientes de la IHM de las Subestaciones. Debe ser independiente de cualquier falla en las interfaces de usuario IHM.</p>
2	<p>Corresponde al sistema de procesamiento del Sistema de Automatización, controladores de Subestación, almacenamiento de datos y el IHM, localizados en la sala de control de la Subestación.</p> <hr/> <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> <hr/> <p>Comunicaciones e Interfaces Nivel 2 y Nivel 1. 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</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>

Nivel	Descripción	Modos de Operación
	<p>controlador de bahía, se debe proporcionar un nivel básico de acceso al personal de operación para la supervisión y control de los equipos de campo asociados al controlador respectivo.</p> <p>Comunicaciones e interfaces Nivel 1 y 0. Corresponde a la comunicación entre los controladores de bahía, los IEDs y al cableado convencional de las señales individuales de entrada y salida asociadas con los equipos de potencia en el patio de la Subestación. Deberá haber integración de las protecciones con el Sistema de Automatización.</p>	<p>Para subestaciones de tipo convencional, se deberá prever la utilización de casetas de patio.</p>
<b>0</b>	<p>Conformado por los equipos de patio (interruptores, seccionadores, transformadores de potencia y de instrumentación, reactores, bancos de capacitores, etc.), por los servicios auxiliares de la Subestación (13,2 kV, 208/120 Vca, 125 Vcc, grupos electrógenos, inversores, cargadores, equipos, etc.), por los IEDs tales como relés de protección, medidores multifuncionales, registradores de fallas, equipos de monitoreo, cajas de mando de equipos de maniobra y demás.</p>	<p>Corresponde al mando directamente desde las cajas de mando de los interruptores y seccionadores en el conjunto de equipos de potencia de las Subestaciones y para los servicios auxiliares desde sus propios gabinetes.</p> <p>Los medidores multifuncionales deben cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG 025 de 1995, en su última revisión, especialmente lo referente al Código de Medida y sus anexos.</p>

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9

**5.6.2.1 Características Generales**

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

El Transmisor garantizará que la arquitectura del Sistema de Automatización permita la ampliación a medida que se expandan las Subestaciones y que sin cambios fundamentales en su arquitectura, permita cambios en la funcionalidad, hardware y software; también garantizará que el Sistema inter-opere (capacidad de intercambiar y compartir recursos de

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

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

12  
13 La arquitectura del sistema de control deberá estar basada en una red redundante a la cual  
14 se conectan los equipos que soportan las funciones de automatismo, monitoreo, protección  
15 y control. Se destacan las siguientes funciones:

- 16
- 17 • Las redes de comunicación entre los controladores de bahía deberán ser de
- 18 protocolo, que resulte compatible con las comunicaciones existentes.
- 19 • La arquitectura del sistema estará compuesta de equipos, que deben permitir:
  - 20 ○ Optimización de la integración funcional a través de intercambios rápidos
  - 21 entre equipos vía la red.
  - 22 ○ Integrar los equipos de otros fabricantes con el Sistema de control y
  - 23 Automatización de la Subestación.
- 24
- 25 • La herramienta de gestión del sistema debe permitir por lo menos las siguientes
- 26 funciones:
  - 27 ○ Gestión de las bases de datos del sistema.
  - 28 ○ Permitir la integración de elementos futuros.
  - 29 ○ Implementación de herramientas de seguridad y administración.
  - 30 ○ Gestión del modo de funcionamiento de los equipos permitiendo la
  - 31 explotación normal, el mantenimiento y/o paro de cada elemento del sistema
  - 32 sin perturbar ni detener el sistema.
  - 33 ○ Mantenimiento de cada equipo.
  - 34 ○ Gestión de protecciones que permite verificar y dar parámetros a las
  - 35 protecciones del sistema.
  - 36

37 Los IED de protección, los controladores de bahía, los controladores de Subestación y/o  
38 computadores del IHM deberán permitir la transmisión de información entre la Subestación  
39 y el CND o el centro de control remoto del Inversionista (sean funciones de control,  
40 visualización o de mantenimiento). El Inversionista es responsable por utilizar los protocolos

1 de comunicación que el CND le exija y en general, todos los costos de implementación y  
2 coordinación de información a intercambiar con el CND son responsabilidad del  
3 Inversionista.

4  
5 Las funcionalidades siguientes deben ser garantizadas por los controladores de  
6 Subestación:

- 7
- 8 • Transmisión de comandos del centro de control remoto hacia los equipos de la  
9 Subestación.
- 10 • Sincronización satelital de todos los equipos de los sistemas de control,  
11 protecciones y registro de fallas de la Subestación a través de una señal de  
12 sincronización proveniente de un reloj GPS.
- 13 • Recuperación de información proveniente de los equipos hacia el centro de control  
14 remoto (mediciones, alarmas, cambios de estado, etc.).
- 15

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

### 21 22 **5.6.3 Unidad de medición fasorial sincronizada - medidores multifuncionales**

23  
24 En configuración interruptor y medio, se debe instalar unidades de medición fasorial -PMU-  
25 para cada bahía de línea, transformador y acople. Una PMU por corte, incluyendo el corte  
26 central. Adicionalmente, se deben poseer entradas de corriente independiente por corte.

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

36  
37 Deberá existir un tablero independiente para concentrar la información sincrofásorial, en  
38 donde el operador nacional instalará un concentrador de datos fasoriales -PDC- y otros  
39 dispositivos asociados. El tablero suministrado por el inversionista deberá estar provisto de  
40 servicios de energía con las mismas características de los tableros de control de la

1 Subestación. El inversionista deberá permitir al operador nacional las labores de gestión y  
2 mantenimiento de los equipos instalados en este tablero.

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

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

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

#### 24 25 **5.6.4 Controladores de Bahía**

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

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

- 38  
39
- Despliegue del diagrama mímico de la bahía que muestre la información del proceso.
  - Despliegue de alarmas.
- 40  
41

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

7  
8       Deben también tener LEDs de anuncio de alarma configurables. Deben contar con puertos  
9       para la comunicación.

10  
11       Estos equipos también deberán ser capaces de recibir una señal de sincronización horaria  
12       para hacer el estampado de tiempo al momento de recibir un evento.

### 13 14       **5.6.5 Controlador de los Servicios Auxiliares**

15  
16       Debe ser diseñado, probado y ampliamente utilizado en subestaciones de alta tensión.  
17       Debe permitir la medida, supervisión y control de los servicios auxiliares del Proyecto y  
18       contar con los mismos protocolos del controlador de bahía.

19  
20       Debe preparar y enviar la información asociada con los servicios auxiliares a la interfaz IHM  
21       y a los niveles superiores. Debe integrarse al sistema de control de la Subestación y estar  
22       sincronizados con todos los dispositivos de la Subestación. El controlador de servicios  
23       auxiliares debe contar con un mímico amplio en LCD que permitirá las siguientes  
24       funcionalidades como mínimo:

- 25  
26       • Despliegue del diagrama mímico de la bahía.  
27       • Despliegue de alarmas.  
28       • Despliegue de eventos.  
29       • Despliegue de medidas de tensión y de corriente.  
30       • Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de  
31       función.  
32       • Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.

33  
34       Deben también tener LEDs de anuncio de alarma configurables. Deben contar con puertos  
35       para la comunicación.

### 36 37       **5.6.6 Switches**

38  
39       Los switches o concentradores de datos de la red de control, deberán ser adecuados para  
40       operar en ambientes industriales y cumplir sin limitarse a ello, con los siguientes requisitos:

- 1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13
- Deberán cumplir con IEEE 1613 standard - "error free" networking device.
  - Deberán cumplir con IEC 61850-3 standard for networks in substations.
  - Deberá incluir las siguientes características de red:
    - IEEE 802.1d, message prioritization y rapid spanning tree en MAC Bridges
    - IEEE 802.1q VLAN
  - Deberán tener funciones de administración SNMP v2 y RMON.
  - Deberán soportar las condiciones de estabilidad bajo las condiciones de prueba 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.

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

### 17 18 **5.6.7 Interfaz Nivel 2 - Nivel 1**

19  
20 Para la interconexión de los equipos se requieren comunicaciones digitales, así:

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

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

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

### 35 36 **5.6.8 Equipos y Sistemas de Nivel 2**

#### 37 38 **5.6.8.1 Controlador de la Subestación**

39

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

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

#### 17 18 **5.6.8.2 Registradores de Fallas**

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

#### 26 27 **5.6.8.3 Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación**

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

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

- 37  
38
- 39 • Adquisición de datos y asignación de comandos.
  - 40 • Auto-verificación y auto-diagnóstico.
  - Comunicación con el CND.

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

### 22 **5.6.9 Requisitos de Telecomunicaciones**

23  
24 Son los indicados en el Anexo CC3 del Código de Conexión, resolución CREG 025 de 1995,  
25 en su última revisión.

### 27 **5.7 Obras Civiles**

28  
29 Estará a cargo del Inversionista la construcción de las obras descritas en el numeral 2 del  
30 presente Anexo 1, con el siguiente alcance:

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

1  
2 El Interventor conceptuará para la UPME y hará seguimiento al cumplimiento de los  
3 aspectos regulatorios, el RETIE y las normas legales aplicables a los diseños para  
4 construcción de las obras civiles. Únicamente se podrá realizar obra civil con base en planos  
5 de construcción previamente aprobados. El Interventor informará a la UPME y hará el  
6 seguimiento correspondiente al cumplimiento de las normas técnicas. El Transmisor deberá  
7 presentarle al Interventor la siguiente información:

- 8  
9
- 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.
- 10  
11  
12  
13  
14  
15

## 16 **5.8 Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento**

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

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

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

### 33 **6.1 Pruebas y Puesta en Servicio**

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

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

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

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

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

## 23 24 **6.2 Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio**

25  
26 La información requerida por CND para la puesta en servicio del Proyecto es la siguiente:

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

- 1 • Certificación de cumplimiento de código de conexión otorgado por el propietario del  
2 punto de conexión.  
3 • Carta de declaración en operación comercial.  
4 • Formatos de Información técnica. Los formatos son corrientemente elaborados y  
5 actualizados por el CND.  
6  
7

## 8 7. ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN

9  
10 Según el Código de Operación del Sistema Interconectado Nacional (Resolución CREG  
11 025 de 1995 y sus actualizaciones) y otra regulación de la CREG que sea aplicable.  
12  
13

## 14 8. INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO

15  
16 Antes de que termine el contrato de interventoría, el Transmisor debe entregar al Interventor  
17 un documento con la información detallada para el planeamiento, según lo requiere el  
18 Código de Planeamiento en sus apéndices, para que éste se la entregue a la UPME.  
19  
20

## 21 9. INFORMACIÓN ESPECÍFICA

22  
23 Información específica referente a la Convocatoria Pública UPME 05 - 2015, recopilada por  
24 la UPME, como costos de conexión, datos técnicos y planos, etc, serán suministrados por  
25 la UPME en formato digital en lo posible a través de su página WEB junto con los presentes  
26 DSI o a solicitud de los Interesados, mediante carta firmada por el Representante Legal o  
27 el Representante Autorizado, indicando domicilio, teléfono, fax y correo electrónico. Dicha  
28 información deberá ser tomada por los Inversionistas como de referencia; mayores detalles  
29 requeridos será su responsabilidad consultarlos e investigarlos.  
30  
31

## 32 10. FIGURAS

33  
34 La siguiente es la lista de figuras referenciadas en este documento:  
35  
36

37 Figura 1 – Diagrama Unifilar Subestación Palenque 230 kV.