

**ANEXO 1**

**DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO**

**CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 02 - 2014**

**(UPME 02 - 2014)**

**SELECCIÓN DE UN INVERSIONISTA Y UN INTERVENTOR PARA EL DISEÑO,  
ADQUISICIÓN DE LOS SUMINISTROS, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y  
MANTENIMIENTO DE LA CONEXIÓN DE LA SUBESTACIÓN REFORMA AL  
CIRCUITO GUAVIO – TUNAL 230 kV**

**Bogotá D. C., mayo de 2014**

## ÍNDICE

1			
2			
3			
4	<b>1. CONSIDERACIONES GENERALES</b>		<b>4</b>
5	1.1	Requisitos Técnicos Esenciales	4
6	1.2	Definiciones	5
7	<b>2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>		<b>5</b>
8	2.1	Descripción de Obras en las Subestaciones	5
9	2.1.1	Subestación Reforma 230 kV	6
10	2.2	Puntos de Conexión del Proyecto	6
11	2.2.1	En la Subestación Reforma 230 kV	6
12	2.2.2	En la línea Guavio – Tunal 230 kV	7
13	<b>3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES</b>		<b>8</b>
14	3.1	Parámetros del Sistema	8
15	3.2	Nivel de Corto Circuito	9
16	3.3	Materiales	9
17	3.4	Efecto Corona, Radiointerferencia y Ruido Audible	9
18	3.5	Licencias, Permisos y Contrato de Conexión	10
19	3.6	Infraestructura y Módulo Común	10
20	3.7	Pruebas en Fábrica	11
21	3.8	Espacios de Reserva	12
22	<b>4. ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 230 kV</b>		<b>12</b>
23	4.1	General	12
24	4.2	Ruta de la Línea de Transmisión 230 kV	14
25	4.3	Longitud Aproximada de la Línea	14
26	4.4	Especificaciones de Diseño y Construcción Líneas de 230 kV	15
27	4.4.1	Aislamiento	15
28	4.4.2	Conductores de Fase	16
29	4.4.3	Cable(s) de Guarda	16
30	4.4.4	Puesta a Tierra de las Líneas	17
31	4.4.5	Transposiciones de Línea	17
32	4.4.6	Estructuras	17
33	4.4.7	Localización de Estructuras	18
34	4.4.8	Sistema Antivibratorio – Espaciadores - Amortiguadores	18
35	4.4.9	Cimentaciones	19
36	4.4.10	Señalización Aérea	19
37	4.4.11	Obras Complementarias	19
38	4.5	Informe Técnico	19
39	<b>5. ESPECIFICACIONES DE LA SUBESTACIÓN</b>		<b>20</b>
40	5.1	General	20
41	5.1.1	Predio de la subestación Reforma 230 kV	21

1	5.1.2	Conexiones con Equipos Existentes.....	21
2	5.1.3	Servicios Auxiliares.....	21
3	5.1.4	Infraestructura y Módulo Común.....	21
4	5.2	Normas para Fabricación de los Equipos.....	21
5	5.3	Condiciones Sísmicas de los equipos.....	22
6	5.3.1	Procedimiento General del Diseño.....	22
7	5.3.2	Estudios del Sistema.....	24
8	5.3.3	Distancias de Seguridad.....	26
9	5.4	Equipos de Potencia.....	26
10	5.4.1	Interruptores.....	26
11	5.4.2	Descargadores de Sobretensión.....	26
12	5.4.3	Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra.....	27
13	5.4.4	Transformadores de Tensión.....	27
14	5.4.5	Transformadores de Corriente.....	28
15	5.4.6	Equipo GIS o Híbrido.....	29
16	5.5	Equipos de Control y Protección.....	29
17	5.5.1	Sistemas de Protección.....	29
18	5.5.2	Sistema de Automatización y Control de la Subestación.....	30
19	5.5.3	Medidores Multifuncionales.....	34
20	5.5.4	Controladores de Bahía.....	34
21	5.5.5	Controlador de los Servicios Auxiliares.....	35
22	5.5.6	Switches.....	36
23	5.5.7	Interfaz Nivel 2 - Nivel 1.....	36
24	5.5.8	Equipos y Sistemas de Nivel 2.....	37
25	5.5.9	Requisitos de Telecomunicaciones.....	39
26	5.6	Obras Civiles.....	39
27	5.7	Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento.....	40
28	<b>6</b>	<b>ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO.....</b>	<b>40</b>
29	6.1	Pruebas y Puesta en Servicio.....	40
30	6.2	Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio.....	41
31	<b>7</b>	<b>ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN.....</b>	<b>42</b>
32	<b>8</b>	<b>INFORMACIÓN ESPECÍFICA.....</b>	<b>42</b>
33	<b>9</b>	<b>FIGURAS.....</b>	<b>43</b>
34			

**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 02 – 2014.

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. 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. La adopción de criterios de ingeniería y normas específicas para el Proyecto deberá ser tal que con su aplicación no se incumpla en ningún 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 lo establecido en la última versión del RETIE, vigente en la fecha de apertura de esta Convocatoria, Resolución MME 90708 de agosto de 2013, Capítulo II, Requisitos Técnicos Esenciales, para el Proyecto será obligatorio que se deba contar con

1 un diseño, efectuado por el profesional o profesionales legalmente competentes para  
2 desarrollar esta actividad como se establece en el Artículo 10 del RETIE de la fecha  
3 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  
10 diseños según cronograma presentado por el Transmisor y aprobado por la UPME, la  
11 última de estas revisiones o actualizaciones, en cada uno de los aspectos requeridos,  
12 primará sobre 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  
23 El Proyecto consiste en el diseño, adquisición de los suministros, construcción, pruebas,  
24 operación y mantenimiento de las obras definidas en el “Plan de Expansión de Referencia  
25 Generación – Transmisión 2013-2027”, adoptado mediante Resolución del Ministerio de  
26 Minas y Energía 90772 de septiembre 17 de 2013 y subrogada por la Resolución 91159  
27 del 26 de diciembre de 2013, así:

- 28  
29 i. Construcción de dos (2) bahías de línea en la existente Subestación Reforma ubicada  
30 en inmediaciones del Municipio de Villavicencio - Meta.  
31  
32 ii. Construcción de dos (2) circuitos 230 kV con una longitud aproximada de 1 km, desde  
33 la existente Subestación Reforma 230 kV hasta un punto de la línea de transmisión  
34 existente Guavio – Tunal 230 kV.  
35

36 **Nota:** El circuito existente Guavio – Tunal 230 kV, que será intervenido como parte del  
37 alcance de la presente Convocatoria Pública UPME 02-2014, también será intervenido por  
38 el proyecto Suria 230 kV objeto de la Convocatoria Pública UPME 05-2013.

## 39 40 **2.1 Descripción de Obras en las Subestaciones**

1 **2.1.1 Subestación Reforma 230 kV**

2  
 3 Las obras en la Subestación Reforma 230 kV, a cargo del Transmisor, consisten en el  
 4 diseño y construcción de dos (2) nuevas bahías de línea a 230 kV. Estas bahías se  
 5 utilizarán para conectar los circuitos que resulten de la reconfiguración de la existente  
 6 línea Guavio – Tunal 230 kV, así:

- 7  
 8 • Una bahía para el nuevo circuito Guavio – Reforma 230 kV (que a futuro será  
 9 Guavio – Suria – Reforma 230 kV)  
 10 • Una bahía para el nuevo circuito Reforma – Tunal 230

11  
 12 Las bahías deberán mantener la configuración de la Subestación Reforma 230 kV, la cual  
 13 es interruptor y medio. El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad de las nuevas  
 14 bahías de línea, en funcionalidad y en aspectos de potencia, comunicaciones, control y  
 15 protecciones con la infraestructura existente en la Subestación Reforma 230 kV.

16  
 17 El diagrama unifilar de la subestación Reforma 230 kV se muestra en la Figura 1.

18  
 19 La subestación Reforma 230 kV estará compuesta por los módulos que se indican a  
 20 continuación:

21

Ítem	EQUIPOS SUBESTACIÓN REFORMA 230 kV	CANTIDAD
1	Bahía de línea configuración interruptor y medio.	2
2	Corte central	1
3	Sistema de control, protecciones, comunicaciones e infraestructura asociada.	1

22  
 23 **2.2 Puntos de Conexión del Proyecto**

24  
 25 El Transmisor, deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones en cada uno de los  
 26 puntos de conexión, para los cuales se debe establecer un contrato de conexión con el  
 27 responsable y propietario de los activos relacionados.

28  
 29 **2.2.1 En la Subestación Reforma 230 kV**

30  
 31 El propietario de la Subestación Reforma 230 kV es ISA S.A. E.S.P. Esta Subestación, en  
 32 230 kV, tiene una configuración de interruptor y medio según se describe en la Figura 1.  
 33

1 El punto de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública UPME 02 - 2014  
2 en la Subestación Reforma 230 kV, es el barraje 230 kV.

3  
4 El contrato de conexión entre el Transmisor resultante de la presente Convocatoria  
5 Pública UPME 02 - 2014 e ISA S.A. E.S.P. deberá incluir, entre otros aspectos y según  
6 corresponda, lo relacionado con las condiciones para acceder al uso del terreno para la  
7 ubicación de las dos (2) bahías de línea 230 kV y del espacio para la ubicación de los  
8 tableros de control y protecciones de los módulos de 230 kV; enlace al sistema de control  
9 del CND; y suministro de servicios auxiliares de AC y DC. Este contrato de conexión  
10 deberá estar firmado por las partes, dentro de los cuatro (4) meses siguientes a la  
11 expedición de la Resolución CREG que oficializa los Ingresos Anuales Esperados del  
12 Transmisor adjudicatario de la presente Convocatoria Pública, al menos en sus  
13 condiciones básicas. No obstante las partes en caso de requerirse, podrán solicitar a la  
14 UPME, con la debida justificación, la modificación de la fecha de firma del contrato de  
15 conexión

### 16 17 **2.2.2 En la línea Guavio – Tunal 230 kV**

18  
19 El propietario de la línea de transmisión Guavio – Tunal 230 kV es la Empresa de Energía  
20 de Bogotá S.A. E.S.P. – EEB.

21  
22 El punto de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública UPME 02 - 2014  
23 es el punto de seccionamiento del circuito Guavio –Tunal 230 kV. Dicho circuito pasa  
24 frente a la subestación Reforma 230 kV.

25  
26 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad con los sistemas de comunicaciones,  
27 control y protecciones de las bahías de la subestación Reforma 230 kV, con los sistemas  
28 de las bahías de los extremos, específicamente las de Guavio, Suria (objeto de la  
29 Convocatoria Pública UPME 05-2013) y Tunal 230 kV.

30  
31 El contrato de conexión entre el Inversionista resultante de la presente Convocatoria  
32 Pública UPME 02 - 2014 y EEB deberá incluir, entre otros aspectos y según corresponda,  
33 todos los aspectos que tengan que ver con cambios o ajustes de cualquier índole que  
34 deban hacerse en las subestaciones de Guavio y Tunal 230 kV que se generen producto  
35 de la reconfiguración de la línea Guavio – Tunal 230 kV, considerando incluso la futura  
36 Subestación Suria 230 kV objeto de la Convocatoria Pública UPME 05-2013. Este  
37 contrato de conexión deberá estar firmado por las partes, dentro de los cuatro (4) meses  
38 siguientes a la expedición de la Resolución CREG que oficializa los Ingresos Anuales  
39 Esperados del Inversionista de la presente Convocatoria Pública, al menos en sus  
40 condiciones básicas. No obstante las partes en caso de requerirse, podrán solicitar a la



1 UPME, con la debida justificación, la modificación de la fecha de firma del contrato de  
2 conexión

### 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

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

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

#### 3.1 Parámetros del Sistema

21 Todos los equipos a ser suministrados por el inversionista deberán ser nuevos y cumplir  
22 con las siguientes características técnicas del STN, las cuales serán verificadas por la  
23 Interventoría para la UPME.

25 Tensión nominal	230 kV
26 Frecuencia asignada	60 Hz
27 Puesta a tierra	Sólida
28 Numero de fases	3
29 Servicios auxiliares AC	120/208V, tres fases, cuatro hilos.
30 Servicios Auxiliares DC	125V
31 Tipo de las Subestaciones	Convencional o GIS o Híbrido

33 **Circuito Guavio – Reforma 230 kV, desde la Subestación Reforma hasta el punto**  
34 **donde interceptará el existente circuito Guavio – Tunal 230 kV, el cual también**  
35 **interceptará la Subestación Suria 230 kV objeto de la Convocatoria Pública UPME**  
36 **05-2013:**

38 Tipo de línea:	Aérea con torres auto-soportadas y/o postes y/o 39 estructuras compactas y/o subterráneas
40 Circuitos por torre:	Uno (1) o dos (2) según diseño. Se podrán compartir 41 estructuras de soporte con infraestructura existente



- 1 Conductores de fase: Ver numeral 4.4.2 del presente Anexo.  
2 Cables de guarda: Ver numeral 4.4.3 del presente Anexo.

3  
4 **Línea de transmisión Reforma – Tunal 230 kV, desde la S/E Reforma hasta el punto**  
5 **donde interceptará el existente circuito Guavio – Tunal 230 kV:**  
6

- 7 Tipo de línea: Aérea con torres auto-soportadas y/o postes y/o  
8 estructuras compactas y/o subterráneas  
9 Circuitos por torre: Uno (1) o dos (2) según diseño. Se podrán compartir  
10 estructuras de soporte con infraestructura existente  
11 Conductores de fase: Ver numeral 4.4.2 del presente Anexo.  
12 Cables de guarda: Ver numeral 4.4.3 del presente Anexo.  
13

14 **3.2 Nivel de Corto Circuito**  
15

16 La capacidad de corto circuito asignada a los equipos que se instalarán objeto de la  
17 presente Convocatoria no deberá ser inferior a 40 kA; sin embargo, el Inversionista  
18 deberá realizar los estudios pertinentes, de tal manera que se garantice que el nivel de  
19 corto asignado será el adecuado para los equipos durante la vida útil de estos. La  
20 duración asignada al corto circuito no deberá ser inferior a un segundo (1 s). Podrá servir  
21 como referencia indicativa la información del Plan de Expansión más reciente elaborado  
22 por la UPME.  
23

24 **3.3 Materiales**  
25

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

36 **3.4 Efecto Corona, Radiointerferencia y Ruido Audible**  
37

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

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

3  
4 Para niveles máximos de radio-interferencia, se acepta una relación señal-ruido mínima  
5 de: a) Zona Rurales: 22 dB a 80m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de buen  
6 tiempo y b) Zonas Urbanas: 22 dB a 40m del eje de la línea a 1000 kHz en condiciones de  
7 buen tiempo.

8  
9 En cuanto a ruido audible generado por la línea, deberá limitarse a los estándares  
10 máximos permisibles de niveles de emisión de ruido establecidos en Resolución 0627 de  
11 2006 (Abril 7) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio  
12 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.  
17 Se debe considerar lo establecido en 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 Infraestructura y Módulo Común**

34  
35 El Inversionista debe prever el espacio necesario para el desarrollo del patio de conexión  
36 del nivel 230 kV objeto de la presente Convocatoria Pública UPME 02-2014, junto con los  
37 espacios de acceso, vías internas y edificios según se requiera, considerando la  
38 disponibilidad de espacio en el predio actual y las eventuales restricciones o  
39 condicionantes que establezca el ordenamiento territorial en el área. Igualmente estarán a  
40 cargo del Inversionista las vías de acceso al predio de la Subestación Reforma 230 kV y/o  
41 adecuaciones que sean necesarias.

1  
2 El Inversionista deberá suministrar toda la infraestructura necesaria y la ampliación del  
3 módulo común que se requiera en la Subestación Reforma 230 kV, es decir, los equipos  
4 que sirven para la conexión de las nuevas bahías de línea 230 kV y las obras civiles  
5 asociadas. La infraestructura y módulo común de la Subestación, estarán conformadas  
6 como mínimo por los siguientes componentes:  
7

8 **Infraestructura civil:** Compuesta por pozos de agua y/o toma de agua de acueducto  
9 vecino si existe; la malla de puesta a tierra; las vías de acceso a la subestación y/o  
10 adecuación de las existentes; las vías internas de acceso a los patios de conexiones y/o  
11 adecuación de las existentes; la adecuación del terreno; y en general, todas aquellas  
12 obras civiles necesarias para construcción e integración de las dos (2) nuevas bahías 230  
13 kV a la existente subestación Reforma 230 kV. En el espacio que ocuparán las nuevas  
14 bahías de línea, las obras civiles incluyen modificaciones y/o ampliaciones a:  
15 alcantarillado; filtros y drenajes; pozo séptico y de agua y/o conexión a acueducto /  
16 alcantarillados vecinos, si existen, alumbrado interior y exterior y cárcamos comunes.  
17

18 **Equipos:** Todos los necesarios para la integración de las dos (2) nuevas bahías de línea  
19 de 230 kV en la existente subestación Reforma 230 kV. Se incluyen, entre otros, los  
20 sistemas de automatización, de gestión de medición, de protecciones, control y el sistema  
21 de comunicaciones, los materiales de la malla de puesta a tierra y los equipos para los  
22 servicios auxiliares AC y DC, los equipos de conexión a 230 kV, todo el cableado  
23 necesario y las obras civiles asociadas.  
24

25 La Interventoría analizará, e informará a la UPME el resultado de su análisis, todas las  
26 previsiones que faciliten la evolución de la Subestación.  
27

28 La medición para efectos comerciales, se sujetará a lo establecido en la regulación  
29 pertinente, en particular el Código de Medida (Anexo de la Resolución CREG 025 de 1995  
30 o aquella que la modifique o sustituya).  
31

### 32 3.7 Pruebas en Fábrica

33  
34 Una vez el Inversionista haya seleccionado los equipos a utilizar deberá entregar al  
35 Interventor, copia de los reportes de las pruebas que satisfagan las normas aceptadas en  
36 el Código de Conexión, para interruptores, seccionadores, transformadores de corriente y  
37 potencial, entre otros. En caso de que los reportes de las pruebas no satisfagan las  
38 normas aceptadas, el Interventor podrá solicitar la repetición de las pruebas a costo del  
39 Inversionista.  
40

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

5  
 6 **3.8 Espacios de Reserva**

7  
 8 En caso de que una de las bahías objeto de la presente Convocatoria Pública quede en  
 9 un diámetro incompleto, el cual pueda utilizarse para una ampliación futura, el Transmisor  
 10 deberá hacerse cargo del enlace entre el corte central y el otro barraje, de tal manera que  
 11 dicho enlace pueda ser removido fácilmente en caso de instalación de nuevos equipos.  
 12 No obstante, la presente convocatoria no tiene previsto dejar espacios de reserva para  
 13 futuras ampliaciones.

14  
 15  
 16  
 17 **4. ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 230 kV**

18  
 19  
 20 **4.1 General**

21  
 22 Las especificaciones de diseño, suministro y construcción de esta línea de conexión serán  
 23 básicamente las mismas del diseño de la línea Guavio – Tunal 230 kV excepto en los  
 24 casos en los que la normatividad de determinados aspectos del diseño hubiere cambiado  
 25 y sea ahora más severa o restrictiva. En estos casos, deberán aplicarse las normas  
 26 vigentes.

27  
 28 En la siguiente tabla se presentan las especificaciones técnicas para las nuevas líneas de  
 29 230 kV que el Inversionista deberá revisar y ajustar una vez haya hecho el análisis  
 30 comparativo de las normas:

LÍNEAS de 500 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
1	Tensión nominal trifásica		kV	230
2	Frecuencia nominal		Hz	60
3	Número de circuitos		Unidad	2
4	Subconductores por fase	Numeral 4.4.2	Unidad	-
5	Cantidad de cables de guarda	Numeral 4.4.3	Unidad	-
6	Altura promedio sobre el nivel del mar (línea Guavio – Tunal 230 kV)		m	Entre 400 y 2600

LÍNEAS de 500 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
7	Distancias de seguridad	Código de Redes o RETIE según aplique		
8	Ancho de servidumbre	Código de Redes o RETIE según aplique	m	
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	Código de Redes o RETIE según aplique		
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		
10	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 El Código de Redes corresponde a la Resolución CREG 025 de 1995 con sus anexos,
- 3 incluyendo todas sus modificaciones.
- 4

1 El RETIE corresponde al Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas en su versión  
2 vigente.

3

#### 4 **4.2 Ruta de la Línea de Transmisión 230 kV**

5

6 La selección de la ruta de la línea de transmisión objeto de la presente Convocatoria  
7 Pública UPME 02 - 2014, será responsabilidad del Transmisor. Por lo tanto, a efectos de  
8 definir la ruta de la línea a 230 kV, será el Inversionista el responsable de realizar  
9 investigaciones detalladas y consultas a las autoridades ambientales, a las autoridades  
10 nacionales, regionales y locales, a los diferentes Planes de Ordenamiento Territorial que  
11 se puedan ver afectados, a las autoridades que determinan las restricciones para la  
12 aeronavegación en el área de influencia del Proyecto y, en general, con todo tipo de  
13 restricciones y reglamentaciones existentes. En consecuencia, deberá tramitar los  
14 permisos y licencias a que hubiere lugar. Se deberá tener en cuenta que pueden existir  
15 exigencias y/o restricciones de orden nacional, regional o local.

16

17 La Figura 2 corresponde a una vista satelital de la Subestación Reforma 230/115 kV, el  
18 centro de control, el espacio para una eventual ampliación a 500 kV, los accesos de los  
19 actuales del circuito a 230 kV Guavio – Reforma y Tunal – Reforma y los puntos de torre y  
20 torrecillas de apoyo.

21

22 Para la definición de la ruta se deberá tener en cuenta que el predio contiguo al centro de  
23 control, está previsto para una eventual ampliación futura a 500 kV, por lo cual, el paso  
24 por dicho predio podría limitar dicho desarrollo.

25

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

29

30

31

#### 32 **4.3 Longitud Aproximada de la Línea**

33

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

38

39 **Circuito**

**Tensión**

**Longitud Aproximada**

40

41 S/E Reforma – Conexión a la



1 Línea Guavio – Tunal 230 kV 1 km  
2

#### 3 **4.4 Especificaciones de Diseño y Construcción Líneas de 230 kV**

4  
5 Las especificaciones de diseño de las Líneas de Transmisión Asociadas a este Proyecto,  
6 deben ser las mismas del diseño de la actual línea de transmisión Guavio - Tunal 230 kV  
7 excepto en los casos en los que la normatividad de determinados aspectos del diseño  
8 hubiere cambiado y sea ahora más severa o restrictiva. El Inversionista tendrá que  
9 recopilar al detalle todas las características del diseño original de la línea Guavio – Tunal  
10 230 kV y confrontarlas con la normatividad actual.

11  
12 Así mismo, para las especificaciones de diseño y construcción, se deberá tener en cuenta  
13 que el circuito existente Guavio – Tunal 230 kV, que será intervenido como parte del  
14 alcance de la presente Convocatoria Pública UPME 02-2014, también será intervenido por  
15 el proyecto Suria 230 kV objeto de la Convocatoria Pública UPME 05-2013.

16  
17 Las especificaciones de diseño y construcción que se deben cumplir para la ejecución del  
18 Proyecto son las establecidas en el presente Anexo No. 1, los Documentos de Selección  
19 del Inversionista – DSI, en el Código de Redes (Resolución CREG 025 de 1995 y  
20 actualizaciones, en especial CREG 098 de 2000) y en el RETIE (Resolución MME 90708  
21 de agosto de 2013 y actualizaciones posteriores previas al diseño y construcción de la  
22 línea).

23  
24 El Interventor verificará para la UPME, que los diseños realizados por el Transmisor  
25 cumplan con las normas técnicas aplicables y con las siguientes especificaciones.

##### 26 **4.4.1 Aislamiento**

27  
28  
29 El Inversionista deberá verificar, en primer lugar, las condiciones de contaminación en la  
30 zona en la que se construirán las líneas y, con base en ello, hacer el diseño del  
31 aislamiento de las líneas y las bahías de subestación, y la coordinación de aislamiento,  
32 teniendo en cuenta las máximas sobretensiones que puedan presentarse en las líneas por  
33 las descargas atmosféricas, por maniobras propias de la operación, en particular el cierre  
34 y apertura de las líneas en vacío, despeje de fallas con extremos desconectados del  
35 sistema, considerando que en estado estacionario las tensiones en las barras de 230 kV  
36 no deben ser inferiores al 90% ni superiores al 110% del valor nominal y que los  
37 elementos del sistema deben soportar las tensiones de recuperación y sus tasas de  
38 crecimiento.

39  
40 De acuerdo con la Resolución CREG 098 de 2000 se considera como parámetro de  
41 diseño un límite máximo de tres (3) salidas por cada 100 km de línea / año ante



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

#### 4 **4.4.2 Conductores de Fase**

6 Las siguientes condiciones y/o límites estarán determinadas por las características  
7 propias de la ruta y el lugar donde el Proyecto operará, no obstante, será responsabilidad  
8 del Inversionista su verificación. El Interventor informará a la UPME si el diseño realizado  
9 por el Inversionista cumple con las normas técnicas aplicables y con los valores límites  
10 establecidos:

12 El conductor de fase de los circuitos de conexión de la subestación Reforma 230 kV al  
13 circuito Guavio – Tunal 230 kV deberá ser un conductor de igual o menor resistencia  
14 óhmica DC a 20° C y de igual o mayor capacidad de corriente de las que tiene el  
15 conductor de fase existente en el circuito a reconfigurar que es en haz de 2 sub-  
16 conductores por fase ACSR Rail 954 kCM (45/7). Deberá verificarse que cumpla con las  
17 siguientes exigencias técnicas:

- 19 • Capacidad normal de operación de cada uno de los circuitos no inferior a 1000  
20 Amperios a temperatura ambiente máxima promedio.
- 22 • Máxima resistencia DC a 20°C por conductor de fase igual o inferior a la actual.

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

27 El conductor seleccionado deberá cumplir con las exigencias de radio interferencia  
28 establecidas en la normatividad aplicable.

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

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

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

39 Se requiere que todos los tramos de línea tengan uno o dos cables de guarda  
40 convencionales y/u OPGW. El o los cables de guarda a instalar deberá soportar el  
41 impacto directo de las descargas eléctricas atmosféricas que puedan incidir sobre la línea,

1 garantizando el criterio de comportamiento indicado en el diseño del aislamiento. El  
2 incremento de temperatura del cable o cables de guarda a ser instalado deberán soportar  
3 las corrientes de corto circuito monofásico de la línea que circulen por ellos.  
4

5 A título informativo los cables de guarda actualmente instalados en la línea Guavio - Tunal  
6 corresponden al conductor ACSR Minorca. En consecuencia, los cables a instalar en la  
7 conexión deberán características técnicas iguales o superiores a las de los cables  
8 existentes.  
9

10 En cualquier condición, la tensión longitudinal máxima en el conductor o cable de guarda,  
11 no deberá exceder el 50% de su correspondiente tensión de rotura.  
12

13 El Interventor verificará para la UPME, que el diseño realizado por el Transmisor cumpla  
14 con las normas técnicas aplicables.  
15

#### 16 **4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas**

17  
18 El sistema de puesta a tierra se diseñará de acuerdo con las condiciones específicas del  
19 sitio de las estructuras, buscando ante todo preservar la seguridad de las personas. Con  
20 base en la resistividad del terreno y la componente de la corriente de corto circuito que  
21 fluye a tierra a través de las estructuras, se deben calcular los valores de puesta a tierra  
22 tal que se garanticen las tensiones de paso de acuerdo con la recomendación IEEE 80 y  
23 con lo establecido en el Artículo 15 del RETIE en su última revisión. La medición de las  
24 tensiones de paso y contacto para efectos de la comprobación antes de la puesta en  
25 servicio de la línea, deberán hacerse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 15 del  
26 RETIE y específicamente con lo establecido en el numeral 15.5.3.  
27

#### 28 **4.4.5 Transposiciones de Línea**

29  
30 El Inversionista deberá analizar la necesidad de implementar transposiciones de línea  
31 para mantener los niveles de desbalance exigidos por la normatividad aplicable para ello,  
32 considerando incluso la posibilidad de implementar ajustes o modificaciones sobre la  
33 infraestructura actual o reubicaciones necesarias para el cumplimiento de tal propósito.  
34

35 Se deberá tener en cuenta que el circuito existente Guavio – Tunal 230 kV, que será  
36 intervenido como parte del alcance de la presente Convocatoria Pública UPME 02-2014,  
37 también será intervenido por el proyecto Suria 230 kV objeto de la Convocatoria Pública  
38 UPME 05-2013.  
39

#### 40 **4.4.6 Estructuras**

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

5  
6 Las estructuras de apoyo para las líneas deberán ser auto-soportadas y no deberán  
7 requerir para su montaje el uso de grúas autopropulsadas ni de helicópteros. El  
8 Inversionista podrá hacer uso de estos recursos para su montaje pero, se requiere que  
9 estas estructuras puedan ser montadas sin el concurso de este tipo de recursos.

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

#### 23 24 **4.4.7 Localización de Estructuras**

25  
26 Para la localización de estructuras, deberán respetarse las distancias mínimas de  
27 seguridad entre el conductor inferior de la línea y el terreno en zonas accesibles a  
28 peatones y las distancias de seguridad mínimas a obstáculos tales como vías, oleoductos,  
29 líneas de transmisión o de comunicaciones, ríos navegables, bosques, etc., medidas en  
30 metros. La temperatura del conductor a considerar para estos efectos será la  
31 correspondiente a las condiciones de máxima temperatura del conductor exigida durante  
32 toda la vida útil del Proyecto según el RETIE.

#### 33 34 **4.4.8 Sistema Antivibratorio – Espaciadores - Amortiguadores**

35  
36 El Interventor informará a la UPME los resultados del estudio del sistema de protección  
37 anti-vibratoria del conductor de fase y del cable de guarda. Los espaciadores -  
38 amortiguadores deben ser adecuados para amortiguar efectivamente la vibración eólica  
39 en un rango de frecuencias de 10 Hz a 100 Hz, tal como lo establece el Código de Redes  
40 (Resolución CREG 025 de 1995 y sus modificaciones). El Inversionista determinará los  
41 sitios de colocación, a lo largo de cada vano, de los espaciadores - amortiguadores de tal

1 manera que la amortiguación de las fases sea efectiva. Copia del estudio de  
2 amortiguamiento será entregada al Interventor para su conocimiento y análisis.

#### 4 4.4.9 Cimentaciones

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

#### 15 4.4.10 Señalización Aérea

17 El Inversionista deberá investigar con el Departamento de Aeronáutica Civil y, en el caso  
18 particular de esta Convocatoria, con la Armada Nacional, si existen aeródromos o zonas  
19 de tránsito de aeronaves particulares o militares que hagan imperioso que la línea lleve  
20 algún tipo de señales que impidan accidentes por la carencia de ellos. Se mencionan en  
21 su orden: la pintura de las estructuras según norma de Aerocivil; balizas de señalización  
22 aérea ubicadas en el cable de guarda en vanos específicos y/o faros centelleantes en  
23 torres en casos más severos.

#### 25 4.4.11 Obras Complementarias

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

#### 33 4.5 Informe Técnico

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

- 40 - Informes de diseño de acuerdo con el numeral 3.1 de la Resolución CREG 098
- 41 de 2000.

- 1
- 2 - Planos definitivos de acuerdo con el numeral 3.2 de la Resolución CREG 098 de
- 3 2000.
- 4
- 5 - Materiales utilizados para la construcción de las líneas del Proyecto de acuerdo
- 6 con el numeral 3.3 de la Resolución CREG 098 de 2000.
- 7
- 8 - Servidumbres de acuerdo con el numeral 3.4 de la Resolución CREG 098 de
- 9 2000.
- 10
- 11 - Informe mensual de avance de obras de acuerdo con el numeral 3.5.1 de la
- 12 Resolución CREG 098 de 2000.
- 13
- 14 - Informe final de obra de acuerdo con el numeral 3.5.2 de la Resolución CREG
- 15 098 de 2000.
- 16
- 17

## 18 5. ESPECIFICACIONES DE LA SUBESTACIÓN

19 Las siguientes son las especificaciones técnicas para la Subestación Reforma 230 kV.

### 20 5.1 General

21 La siguiente tabla presenta las características de la Subestación y la infraestructura que  
 22 hace parte del proyecto objeto de la presente Convocatoria Pública:

DESCRIPCIÓN	REFORMA 230 kV
Configuración	Interruptor y medio
Subestación nueva	NO
Propietario de la subestación.	Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P. - ISA
Número de bahías de línea a instalar	2
Corte central	1

1  
2 **5.1.1 Predio de la subestación Reforma 230 kV**

3  
4 La subestación existente Reforma 230 kV se encuentra localizada en las siguientes  
5 coordenadas aproximadamente, información que deberá verificar el Interesado:

6  
7 Latitud: 4° 10' 44.9" N  
8 Longitud: 73° 42' 20.2" O  
9

10 NOTA: Información referente a la Subestación existente Reforma 230 kV, recopilada por  
11 la UPME será suministrada conforme el Numeral 8 del presente Anexo 1.  
12

13 **5.1.2 Conexiones con Equipos Existentes**

14  
15 El Inversionista deberá proveer los equipos necesarios para hacer completamente  
16 compatibles los equipos en funcionalidad y en aspectos de comunicaciones, control y  
17 protección de las nuevas bahías de línea con la actual infraestructura en la existente  
18 subestación Reforma 230 kV y con la infraestructura existente en las subestaciones  
19 Guavio y Tunal a 230 kV y la futura Suria 230 kV objeto de la Convocatoria Pública UPME  
20 05-2013.  
21

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

27 **5.1.3 Servicios Auxiliares**

28  
29 El Inversionista deberá proveer los servicios auxiliares en AC y DC suficientes para la  
30 topología de cada una de las Subestaciones objeto del Proyecto.  
31

32 **5.1.4 Infraestructura y Módulo Común**

33  
34 Como parte del Proyecto, el Inversionista deberá implementar todas las obras y equipos  
35 constitutivos del módulo común como se describe en el numeral 3.6 de este Anexo No. 1.  
36

37 **5.2 Normas para Fabricación de los Equipos**

38  
39 El Inversionista deberá suministrar equipos en conformidad con la última edición de las  
40 Normas *International Electrotechnical Commission – IEC, International Organization for*  
41 *Standardization – ISO, ANSI – American National Standards Institute, International*



1 *Telecomunicaciones Unión* - ITU-T, Comité Internacional Spécial des Perturbations  
2 Radioélectriques – CISPR. El uso de normas diferentes deberá ser sometido a  
3 consideración del Interventor quien conceptuará sobre su validez en aspectos  
4 eminentemente técnicos y de calidad.

### 5.3 Condiciones Sísmicas de los equipos

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

#### 5.3.1 Procedimiento General del Diseño

17 Este procedimiento seguirá la siguiente secuencia:

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

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



1 Las Especificaciones Técnicas podrán desarrollarse, en forma parcial y continuada, de  
2 tal forma que se vayan definiendo paso a paso todos los aspectos del Proyecto, para  
3 lograr en forma acumulativa el Código Final que vaya rigiendo el Proyecto.  
4

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

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

18 **c)** Con base en los comentarios hechos por el Interventor y acordados con el  
19 Inversionista, este último emitirá la nueva versión de las Especificaciones Técnicas del  
20 Proyecto.  
21

22 **d)** Se efectuarán las revisiones necesarias hasta llegar al compendio final, que será el  
23 documento de cumplimiento obligatorio.  
24

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

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

35 La lista y clasificación de la documentación debe ser preparada por el Inversionista y  
36 entregada a la Interventoría para revisión.  
37

38 **Los documentos de Ingeniería Básica**, son aquellos que definen los parámetros  
39 básicos del Proyecto; dan a conocer el dimensionamiento del mismo; determinan las  
40 características para la adquisición de equipos; especifican la filosofía de comunicaciones,  
41 control, medición y protección; establecen la implantación física de las obras; especifican

1 las previsiones para el desarrollo futuro del Proyecto; establecen las reglas para efectuar  
2 la Ingeniería de Detalle e incluye las memorias de cálculos que soportan las decisiones de  
3 Ingeniería Básica.

4  
5 Todos los documentos de Ingeniería Básica serán objeto de revisión por parte de la  
6 Interventoría a efecto de cumplimiento de condiciones y para conocimiento de la UPME.  
7 Sobre cada uno de estos documentos, la Interventoría podrá solicitar aclaraciones o  
8 justificaciones que estime conveniente, haciendo los comentarios respectivos al  
9 Inversionista y a la UPME si es del caso.

10  
11 **Los documentos de Ingeniería de Detalle**, son los necesarios para efectuar la  
12 construcción y el montaje del Proyecto; permiten definir y especificar cantidades y  
13 características de material a granel o accesorio e incluye todas las memorias de cálculos  
14 que soporten las decisiones en esta fase de ingeniería. Se fundamentará en las  
15 especificaciones de Ingeniería de Detalle que se emitan en la fase de Ingeniería Básica.

16  
17 Todos los documentos de Ingeniería de Detalle serán objeto de revisión por parte de la  
18 Interventoría, quien formulará los comentarios respectivos al Inversionista y a la UPME si  
19 es del caso.

20  
21 Los documentos que sirven para hacer el seguimiento a los suministros, serán aquellos  
22 que preparen y entreguen los proveedores y fabricantes de los equipos y materiales.  
23 Estos documentos serán objeto de revisión por parte de la Interventoría quien formulará  
24 los comentarios y pedirá aclaraciones necesarias al Inversionista.

25  
26 Los documentos que especifiquen y muestren los resultados de las pruebas en fábrica y  
27 en campo, la puesta en servicio, la operación del Proyecto y el mantenimiento, serán  
28 objeto de revisión por parte de la Interventoría, quien hará los comentarios al Inversionista  
29 y a la UPME si es del caso.

30  
31 Con base en los comentarios, observaciones o conceptos realizados por la Interventoría,  
32 la UPME podrá trasladar consultas al Inversionista.

### 33 34 **5.3.2 Estudios del Sistema**

35  
36 Bajo esta actividad, el Inversionista deberá presentar al Interventor para los fines  
37 pertinentes a la Interventoría los estudios eléctricos que permitan definir los parámetros  
38 útiles para el diseño básico y detallado de la Subestación y de las Líneas; entre todos los  
39 posibles, se destacan como mínimo la elaboración de los siguientes documentos técnicos  
40 y/o memorias de cálculo:

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

- 1 - Metodología para el desarrollo soportada en normas o estándares de amplio reconocimiento, por ejemplo en Publicaciones IEC, ANSI o IEEE.
- 2
- 3
- 4 - Resultados.
- 5
- 6 - Bibliografía.
- 7

### 5.3.3 Distancias de Seguridad

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

## 5.4 Equipos de Potencia

### 5.4.1 Interruptores

El Inversionista suministrará al Interventor copia de toda la documentación que le permita analizar el cumplimiento de los requisitos técnicos establecidos en la última edición de la publicación IEC 62271-100, "*High voltage alternating current circuit breakers*" o ANSI.

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

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

**Pruebas de rutina:** los interruptores deben ser sometidos a las pruebas, de rutina, establecidas en la publicación IEC 62271-100 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 Inversionista debe entregar una copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre interruptores iguales o similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 62271-100 o su equivalente en ANSI. Si el Inversionista no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.

### 5.4.2 Descargadores de Sobretensión

1 Los descargadores de sobretensión deben cumplir con IEC 60099-4, “*surge arrester*” o su  
2 equivalente en ANSI. Los descargadores deben ser de óxido de zinc (ZnO) sin  
3 explosores, equipados con dispositivo de alivio de presión. Los descargadores se  
4 conectarán fase a tierra.

5  
6 **Pruebas de rutina:** los descargadores deben ser sometidos a las pruebas de rutina  
7 establecidas en la publicación IEC 60099-4 o su equivalente en ANSI. Copia de los  
8 respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para los fines que requiera la  
9 Interventoría.

10  
11 **Pruebas tipo:** en caso de que el Interventor lo requiera, el Inversionista debe entregar  
12 una copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre descargadores iguales o similares  
13 a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60099-4 o su  
14 equivalente en ANSI. Si el Inversionista no dispone de estos documentos deberá hacer  
15 las respectivas pruebas a su costa.

#### 16 17 **5.4.3 Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra**

18  
19 El Inversionista deberá suministrar seccionadores que cumplan con la publicación IEC  
20 62271-102, “*Alternating current disconnectors and earthing switches*” o su equivalente en  
21 ANSI. Los seccionadores deben ser de accionamiento manual y motorizado, tripolar. Los  
22 seccionadores de puesta a tierra deben ser aptos para maniobrar las corrientes inducidas  
23 por los otros circuitos.

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

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

#### 35 36 **5.4.4 Transformadores de Tensión**

37  
38 Los transformadores de tensión deben cumplir con IEC 60186, “*voltage transformers*”, IEC  
39 60358, “*Coupling capacitor and capacitor dividers*”, IEC 60044-4, “*Instrument*  
40 *transformers, Measurement of partial discharges*” o su equivalente en ANSI.

41

1 Los transformadores de tensión deben ser del tipo divisor capacitivo, para conexión entre  
2 fase y tierra. La precisión de cada devanado debe cumplirse sin la necesidad de utilizar  
3 cargas externas adicionales. La precisión deberá ser según IEC o su equivalente en  
4 ANSI, y específicamente, cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución  
5 CREG 025 de 1995, en su última revisión.  
6

7 **Pruebas de rutina:** los transformadores de tensión deben ser sometidos a las pruebas de  
8 rutina establecidos en la publicación IEC 60186, sección 5 y 25, IEC 60358 cláusula 7.1. o  
9 su equivalente en ANSI. Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser  
10 presentados para fines pertinentes de la Interventoría.  
11

12 **Pruebas tipo:** en caso de que el Interventor lo requiera, el Inversionista debe entregar  
13 una copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre transformadores de tensión  
14 iguales o similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC  
15 60186, sección 4 y 24 e IEC 60358, cláusula 6.2, o sus equivalente en ANSI. Si el  
16 Inversionista no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas pruebas a su  
17 costa.  
18

#### 19 **5.4.5 Transformadores de Corriente**

20  
21 Los transformadores de corriente deben cumplir con IEC 60044, “*Instrument*  
22 *transformers*”, Parte 1, “*Current transformers*”, Parte 4, “*Measurement of partial*  
23 *discharges*”, Parte 6, “*Requirements for protective current transformers for transient*  
24 *performance*”, o su equivalente en ANSI.  
25

26 Los transformadores de corriente deben ser de relación múltiple con cambio de relación  
27 en el secundario. Deben tener precisión 0.2s, según IEC o su equivalente en ANSI, y  
28 específicamente, cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG  
29 025 de 1995, en su última revisión.  
30

31 **Pruebas de rutina:** los transformadores de corriente deben ser sometidos a las pruebas  
32 de rutina establecidos en la publicación IEC 60044-1 e IEC 60044-6 o su equivalente en  
33 ANSI, Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para fines  
34 pertinentes de la Interventoría.  
35

36 **Pruebas tipo:** en caso de que el Interventor lo requiera, el Inversionista debe entregar  
37 una copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre transformadores de corriente  
38 iguales o similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC  
39 60044-1 e IEC 60044-6, o su equivalente en ANSI. Si el Inversionista no dispone de estos  
40 documentos deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.  
41



1 **5.4.6 Equipo GIS o Híbrido**

2

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

6 • Instrument transformer – IEC6189

7 • Insulation Coordination – IEC60071

8 • High voltage switchgear and controlgear - IEC62271-203

9 • Insulated bushings above 1000V – IEC60137

10 • Partial discharge measurement – IEC60270

11 • Specification and acceptance of new SF6 - IEC60376

12 • Guide for checking SF6 - IEC 60480

13 • Common clauses or HV switchgear and controlgears standards - IEC62271-1

14 • Guide for selection of insulators in respect of pulled conditions - IEC60815-1/2

15 • Cable connections of gas insulated metal-enclosed switchgears – IEC 62271-209

16 • Use and handling SF6 in HV switchgears and controlgears – IEC62271-303

17 • Direct connection between GIS and power transformer - IEC61639

18

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

21

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

24

25 **5.5 Equipos de Control y Protección**

26

27 **5.5.1 Sistemas de Protección**

28

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



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

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

11  
 12 El Inversionista deberá verificar en sitio la validez de la información técnica disponible en  
 13 la UPME. El Interventor conceptuará para la UPME el cumplimiento de requisitos de las  
 14 protecciones según la Resolución CREG 025 de 1995, anexo CC4, numeral 3.1.

15  
 16 Las bahías de línea deberán acoplarse al esquema de protección diferencial de barras  
 17 existente en la subestación Reforma 230 kV.

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

27  
 28 **5.5.2 Sistema de Automatización y Control de la Subestación**

29  
 30 La arquitectura del sistema de automatización estará constituida por los subsistemas y  
 31 equipos que conforman los niveles 0, 1, 2 y 3 según la siguiente arquitectura:

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

Nivel	Descripción	Modos de Operación
	Proporciona la comunicación entre el Sistema de Automatización y los sistemas remotos de información.	y desde el sistema remoto deben ser independientes de la IHM de las Subestaciones. Debe ser independiente de cualquier falla en las interfaces de usuario IHM.
2	<p>Corresponde al sistema de procesamiento del Sistema de Automatización, controladores de Subestación, almacenamiento de datos y el IHM, localizados en la sala de control de la Subestación.</p> <p>El sistema de procesamiento del nivel 2 procesa la información de la Subestación para que pueda ser utilizada por el IHM del nivel 2 y pueda ser almacenada para operación, análisis futuros, mantenimiento y generación de reportes.</p>	<p>Corresponde al mando desde las estaciones de operación localizadas en la Subestación. Este es el modo de operación normal para la Subestación atendida. En el IHM se deberán tener despliegues gráficos que muestren en forma dinámica las condiciones de los enclavamientos para cada tipo de maniobra.</p>
	<p>Comunicaciones e Interfaces Nivel 2 y Nivel 1.</p> <p>Corresponde a la red de área local de la Subestación, la cual permite la comunicación entre los equipos de nivel 2, los controladores de subestación, de bahía y otros IEDs de nivel 1.</p>	
1	<p>Controladores de bahía, que se encargan de la adquisición de datos, cálculos, acciones de control y procesamiento de la información relacionada con los dispositivos en cada campo y sistema de servicios auxiliares de la Subestación. A través del panel frontal de cada controlador de bahía, se debe proporcionar un nivel básico de acceso al personal de operación para la supervisión y control de los equipos de campo asociados al controlador respectivo.</p> <p>Comunicaciones e interfaces Nivel 1 y 0.</p>	<p>Para el equipo de alta tensión y los servicios auxiliares, los modos corresponden al mando de los equipos de maniobra desde el controlador de bahía a través del panel frontal.</p> <p>Para subestaciones de tipo convencional, se deberá prever la utilización de casetas de patio.</p>

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

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16

### 5.5.2.1 Características Generales

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

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

1  
2 Se entiende que todos los elementos auxiliares, equipos y servicios necesarios para la  
3 correcta operación y mantenimiento del sistema de control serán suministrados, sin  
4 limitarse al: hardware, software, GPS, programas para el IHM, trabajos de  
5 parametrización del sistema, etc.

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

- 10  
11 • Las redes de comunicación entre los controladores de bahía deberán ser de protocolo,  
12 que resulte compatible con las comunicaciones existentes.  
13  
14 • La arquitectura del sistema estará compuesta de equipos, que deben permitir:  
15 ➤ Optimización de la integración funcional a través de intercambios rápidos entre  
16 equipos vía la red.  
17 ➤ Integrar los equipos de otros fabricantes con el Sistema de control y  
18 Automatización de la Subestación.  
19  
20 • La herramienta de gestión del sistema debe permitir por lo menos las siguientes  
21 funciones:  
22 ➤ Gestión de las bases de datos del sistema.  
23 ➤ Permitir la integración de elementos futuros.  
24 ➤ Implementación de herramientas de seguridad y administración.  
25 ➤ Gestión del modo de funcionamiento de los equipos permitiendo la explotación  
26 normal, el mantenimiento y/o paro de cada elemento del sistema sin perturbar ni  
27 detener el sistema.  
28 ➤ Mantenimiento de cada equipo.  
29 ➤ Gestión de protecciones que permite verificar y dar parámetros a las protecciones  
30 del sistema.  
31

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

40 Las funcionalidades siguientes deben ser garantizadas por los controladores de  
41 subestación:

- 1 - Transmisión de comandos del centro de control remoto hacia los equipos de la Subestación.
- 2
- 3
- 4 - Sincronización satelital de todos los equipos de los sistemas de control, protecciones y registro de fallas de la Subestación a través de una señal de sincronización proveniente de un reloj GPS.
- 5
- 6
- 7
- 8 - Recuperación de información proveniente de los equipos hacia el centro de control remoto (mediciones, alarmas, cambios de estado, etc.).
- 9

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

### 17 **5.5.3 Medidores Multifuncionales**

18  
19 Los medidores multifuncionales deben tomar sus señales de los transformadores de medida, para determinación de parámetros eléctricos tales como: tensión, corriente, potencia activa, potencia reactiva, factor de potencia y frecuencia. Deben contar con emisor de impulsos o un sistema de registro comunicado con niveles superiores. Deben cumplir con 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.

### 26 **5.5.4 Controladores de Bahía**

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

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

- 41 - Despliegue del diagrama mímico de la bahía que muestre la información del proceso.

- 1
- 2 - Despliegue de alarmas.
- 3
- 4 - Despliegue de eventos.
- 5
- 6 - Despliegue de medidas de proceso de la bahía.
- 7
- 8 - Control local (Nivel 1) de los equipos que forman parte de la bahía.
- 9
- 10 - Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de
- 11 función.
- 12
- 13 - Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.
- 14

15 Deben también tener LEDs de anuncio de alarma configurables. Deben contar con

16 puertos para la comunicación.

17

18 Estos equipos también deberán ser capaces de recibir una señal de sincronización horaria

19 para hacer el estampado de tiempo al momento de recibir un evento.

20

### 21 **5.5.5 Controlador de los Servicios Auxiliares**

22

23 Debe ser diseñado, probado y ampliamente utilizado en subestaciones de alta tensión.

24 Debe permitir la medida, supervisión y control de los servicios auxiliares del Proyecto y

25 contar con los mismos protocolos del controlador de bahía.

26

27 Debe preparar y enviar la información asociada con los servicios auxiliares a la interfaz

28 IHM y a los niveles superiores. Debe integrarse al sistema de control de la Subestación y

29 estar sincronizados con todos los dispositivos de la Subestación. El controlador de

30 servicios auxiliares debe contar con un mímico amplio en LCD que permitirá las siguientes

31 funcionalidades como mínimo:

32

- 33 - Despliegue del diagrama mímico de la bahía.
- 34
- 35 - Despliegue de alarmas.
- 36
- 37 - Despliegue de eventos.
- 38
- 39 - Despliegue de medidas de tensión y de corriente.
- 40

1 - Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de  
2 función.

3  
4 - Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.

5  
6 Deben también tener LEDs de anuncio de alarma configurables. Deben contar con  
7 puertos para la comunicación.

### 8 9 **5.5.6 Switches**

10  
11 Los switches o concentradores de datos de la red de control, deberán ser adecuados para  
12 operar en ambientes industriales y cumplir sin limitarse a ello, con los siguientes  
13 requisitos:

14  
15 - Deberán cumplir con IEEE 1613 *standard* - "error free" *networking device*.

16  
17 - Deberán cumplir con IEC 61850-3 *standard for networks in substations*.

18  
19 - Deberá incluir las siguientes características de red:

- 20
- 21 • IEEE 802.1d, *message prioritization* y *rapid spanning tree* en *MAC Bridges*
- 22 • IEEE 802.1q VLAN

23  
24 - Deberán tener funciones de administración SNMP v2 y RMON.

25  
26 - Deberán soportar las condiciones de estabilidad bajo las condiciones de prueba  
27 descritas en las normas IEC 60068-2-6 e IEC 60068-2-27.

28  
29 - En caso de alguna discrepancia en las normas antes mencionadas, prevalecerá la  
30 más exigente.

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

### 35 36 **5.5.7 Interfaz Nivel 2 - Nivel 1**

37  
38 Para la interconexión de los equipos se requieren comunicaciones digitales, así:

39  
40 La red local de comunicaciones para control y supervisión de la Subestación se debe  
41 conformar para que sea inmune electromagnéticamente, que posea suficiente rigidez



1 mecánica para ser tendido en la Subestación, con protección no metálica contra roedores,  
2 con chaqueta retardante a la llama, con conectores, marquillas, terminales, amarres y  
3 demás accesorios de conexión, según diseño detallado a cargo del Inversionista.

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

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

## 12 13 **5.5.8 Equipos y Sistemas de Nivel 2**

### 14 15 **5.5.8.1 Controlador de la Subestación**

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

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

### 33 34 **5.5.8.2 Registradores de Fallas**

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

1  
2 **5.5.8.3 Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación**

3  
4 El sistema de supervisión local debe efectuar el monitoreo y control del proceso a través  
5 de una IHM conformada básicamente por computadores industriales y software tipo  
6 SCADA. Las pantallas o monitores de IHM deben ser suficientemente amplias para  
7 mostrar la información del proceso.

8  
9 Toda la información, se debe desplegar, almacenar, filtrar, imprimir en los mismos  
10 dispositivos suministrados con el sistema de medida, control y supervisión de la  
11 Subestación, la cual debe tener como mínimo las siguientes funciones:

- 12  
13 - Adquisición de datos y asignación de comandos.  
14  
15 - Auto-verificación y auto-diagnóstico.  
16  
17 - Comunicación con el CND.  
18  
19 - Comunicación con la red de área local.  
20  
21 - Facilidades de mantenimiento.  
22  
23 - Facilidades para entrenamiento.  
24  
25 - Función de bloqueo.  
26  
27 - Función de supervisión.  
28  
29 - Funciones del Controlador de Subestación a través del IHM.  
30  
31 - Guía de operación.  
32  
33 - Manejo de alarmas.  
34  
35 - Manejo de curvas de tendencias.  
36  
37 - Manejo de mensajes y consignas de operación.  
38  
39 - Marcación de eventos y alarmas.  
40  
41 - Operación de los equipos.

- 1
- 2 - Programación, parametrización y actualización.
- 3
- 4 - Reportes de operación.
- 5
- 6 - Representación visual del proceso mediante despliegues de los equipos de la
- 7 Subestación, incluidos los servicios auxiliares y las redes de comunicaciones.
- 8
- 9 - Secuencia de eventos.
- 10
- 11 - Secuencias automáticas.
- 12
- 13 - Selección de los modos de operación, local, remoto y enclavamientos de operación.
- 14
- 15 - Supervisión de la red de área local.
- 16

#### 17 **5.5.9 Requisitos de Telecomunicaciones**

18  
19 Son los indicados en el Anexo CC3 del Código de Conexión, resolución CREG 025 de  
20 1995, en su última revisión.

#### 22 **5.6 Obras Civiles**

23  
24 Estará a cargo del Inversionista la construcción de las obras civiles asociadas a las  
25 nuevas bahías en la subestación Reforma 230 kV con el siguiente alcance:

- 26
- 27 • Diseño y construcción de todas las obras civiles para la construcción, instalación, e
- 28 integración de las dos (2) nuevas bahías de línea en la existente subestación
- 29 Reforma 230 kV incluyendo, entre otras, la construcción o mejora de las vías de
- 30 acceso y la construcción o ampliación del edificio de control.
- 31
- 32 • Todas las actividades relacionadas con la gestión ambiental en la subestación
- 33 Reforma 230 kV deben cumplir con los requerimientos establecidos en el Plan de
- 34 Manejo ambiental (PMA) del Proyecto, el cual también está a cargo del
- 35 Inversionista.
- 36
- 37 • Todos los diseños de las obras civiles deben cumplir con los requisitos
- 38 establecidos en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo
- 39 Resistente NSR-10.
- 40

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

- 7
- 8 - Memorias de cálculo que soporten los diseños.
- 9
- 10 - Planos de construcción completamente claros, con secciones, detalles completos,  
11 listas y especificaciones de los materiales para la ejecución de las obras.
- 12
- 13 - Una vez finalizadas las obras debe actualizarse los planos de construcción y editarse  
14 la versión denominada “tal como construido” que incluye las modificaciones hechas en  
15 campo verificadas por el Interventor.
- 16

## 17 **5.7 Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento**

18

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

24

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

## 30

## 31

## 32 **6 ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO**

### 33

### 34

### 35 **6.1 Pruebas y Puesta en Servicio**

36

37 Todos los equipos suministrados y montados deben ser sometidos a pruebas de campo  
38 tanto de aceptación para recepción, como individuales, funcionales, de puesta en servicio  
39 y de energización de acuerdo con lo especificado por los fabricantes, la normatividad  
40 CREG vigente y los requisitos del Centro Nacional de Despacho CND.

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 Inversionista 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  
7 con la filosofía de operación en cuanto a polaridades, acciones de protecciones y demás.

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

- 12
- 13 - Direccionalidad de las protecciones de línea.
- 14
- 15 - Medición y obtención de los parámetros y las impedancias de secuencia de las líneas  
16 asociadas.
- 17
- 18 - Fallas simuladas monofásicas, trifásicas, cierre en falla con el fin de verificar el  
19 correcto funcionamiento de las protecciones, registro de fallas, telecomunicaciones,  
20 gestión de protecciones.
- 21
- 22 - Pruebas de conexión punto a punto con el CND.
- 23

24 **Pruebas de energización:** El Inversionista será responsable por la ejecución de las  
25 pruebas de energización. Los Protocolos de las pruebas de energización deben ser  
26 verificados para los fines pertinentes por la Interventoría.

## 27

### 28 **6.2 Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio**

29  
30 La información requerida por CND para la puesta en servicio del Proyecto es la siguiente:

- 31
- 32 - Presentación del Proyecto al Centro Nacional de Despacho CND.
- 33
- 34 - Formatos con información técnica preliminar para la realización de estudios.
- 35
- 36 - Diagrama Unifilar.
- 37
- 38 - Estudio de coordinación de protecciones de los equipos y el área de influencia del  
39 Proyecto.
- 40
- 41 - Lista disponible de señales de SCADA y requerimiento de comunicaciones.

- 1
- 2 - Cronograma de desconexiones y consignaciones.
- 3
- 4 - Cronograma de pruebas.
- 5
- 6 - Protocolo y formatos para la declaración de los parámetros del equipo y sus bahías con información definitiva.
- 7
- 8
- 9 - Protocolo de energización.
- 10
- 11 - Inscripción como agente y de la frontera comercial ante el ASIC.
- 12
- 13 - Certificación de cumplimiento de código de conexión otorgado por el propietario del punto de conexión.
- 14
- 15
- 16 - Carta de declaración en operación comercial.
- 17
- 18 - Formatos de Información técnica. Los formatos son corrientemente elaborados y actualizados por el CND.
- 19
- 20

## 21

### 22 **7 ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN**

## 23

24

25 Según el Código de Operación del Sistema Interconectado Nacional (Resolución CREG 26 025 de 1995 y sus actualizaciones) y otra regulación de la CREG que sea aplicable.

27

### 28

### 29 **8 INFORMACIÓN ESPECÍFICA**

## 30

31

32 Información específica referente a la Convocatoria Pública UPME 02 - 2014, como costos 33 de conexión, datos técnicos y planos, serán suministrados por la UPME en formato digital 34 en lo posible a través de su página WEB junto con los presentes DSI o a solicitud de los 35 Interesados, mediante carta firmada por el Representante Legal o el Representante 36 Autorizado, indicando domicilio, teléfono, fax y correo electrónico. Dicha información 37 deberá ser tomada por los Inversionistas como de referencia; mayores detalles requeridos 38 será su responsabilidad consultarlos e investigarlos.

39

40

1 **9 FIGURAS**

2

3

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

5

6 Figura 1 Diagrama Unifilar Subestación Reforma 230 kV.

7 Figura 2 Imagen de planta, subestación y torres

8 Figura 3 Imagen de planta, subestación

9 Figura 4 Imagen lateral