

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39

ANEXO 1

DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO

CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 09 DE 2019

(UPME 09 – 2019)

SELECCIÓN DE UN INVERSIONISTA Y UN INTERVENTOR PARA EL DISEÑO, ADQUISICIÓN DE LOS SUMINISTROS, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA NUEVA SUBESTACIÓN SAHAGÚN 500 KV Y LINEAS DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS

Bogotá D. C., diciembre de 2019

ÍNDICE

1		
2		
3	1. CONSIDERACIONES GENERALES	4
4	1.1 Requisitos Técnicos Esenciales.....	4
5	1.2 Definiciones.....	5
6	2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	5
7	2.1 Descripción de Obras en las Subestaciones.....	8
8	2.1.1 Subestación Sahagún 500 kV.....	8
9	2.2 Puntos de Conexión del Proyecto.....	9
10	2.2.1 En la Subestación Sahagún 500 kV.....	9
11	3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES	10
12	3.1 Parámetros del Sistema.....	10
13	3.2 Nivel de Corto Circuito.....	11
14	3.3 Materiales.....	12
15	3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible.....	12
16	3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión.....	12
17	3.6 Pruebas en Fábrica.....	13
18	4. ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 500 kV	13
19	4.1 General.....	13
20	4.2 Ruta de las Líneas de Transmisión.....	15
21	4.3 Longitud Aproximada de las Líneas.....	17
22	4.4 Especificaciones de diseño y construcción líneas.....	17
23	4.4.1 Aislamiento.....	17
24	4.4.2 Conductores de Fase.....	18
25	4.4.3 Cable(s) de Guarda.....	20
26	4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas.....	20
27	4.4.5 Transposiciones de Línea.....	21
28	4.4.6 Estructuras.....	22
29	4.4.7 Localización de Estructuras.....	22
30	4.4.8 Sistema Antivibratorio, Amortiguadores y Espaciadores - Amortiguadores.....	23
31	4.4.9 Cimentaciones.....	23
32	4.4.10 Canalizaciones, cajas e instalación de cables para tramos de líneas subterráneas.....	24
33	4.4.11 Señalización Aérea.....	24
34	4.4.12 Desviadores de vuelo para aves.....	25
35	4.4.13 Obras Complementarias.....	25
36		
37	4.5 Informe Técnico	25
38	5. ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN	26
39	5.1 General.....	26
40	5.1.1 Predio de las Subestación.....	27
41	5.1.2 Espacios de Reserva.....	28
42	5.1.3 Conexiones con Equipos Existentes.....	30

1	5.1.4	Servicios Auxiliares.....	31
2	5.1.5	Infraestructura y Módulo Común.....	31
3	5.2	Normas para Fabricación de los Equipos	33
4	5.3	Condiciones Sísmicas de los equipos	33
5	5.4	Procedimiento General del Diseño	33
6	5.4.1	Los documentos de Ingeniería Básica	35
7	5.4.2	Los documentos de la Ingeniería de Detalle	37
8	5.4.3	Estudios del Sistema	41
9	5.4.4	Distancias de Seguridad	43
10	5.5	Equipos de Potencia.....	43
11	5.5.1	Interruptores	43
12	5.5.2	Descargadores de Sobretensiones.....	44
13	5.5.3	Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra.....	44
14	5.5.4	Transformadores de Tensión	45
15	5.5.5	Transformadores de Corriente	46
16	5.5.6	Equipo GIS o Híbrido.....	47
17	5.5.7	Sistema de Puesta A Tierra	48
18	5.5.8	Apantallamiento de la Subestación.....	48
19	5.6	Equipos de Control y Protección.....	49
20	5.6.1	Sistemas de Protección	49
21	5.6.2	Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones.....	51
22	5.6.2.1	Características Generales.....	53
23	5.6.3	Unidad de medición fasorial sincronizada - medidores multifuncionales	54
24	5.6.4	Controladores de Bahía	55
25	5.6.5	Controlador de los Servicios Auxiliares.....	56
26	5.6.6	Switches	57
27	5.6.7	Interfaz Nivel 2 - Nivel 1.....	57
28	5.6.8	Equipos y Sistemas de Nivel 2	58
29	5.6.8.1	Controlador de la Subestación	58
30	5.6.8.2	Registradores de Fallas	58
31	5.6.8.3	Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación	58
32	5.6.9	Requisitos de Telecomunicaciones.....	59
33	5.7	Obras Civiles.....	59
34	5.8	Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento.....	60
35	6.	ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO	61
36	6.1	Pruebas y Puesta en Servicio	61
37	6.2	Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio	61
38	7	ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN	62
39	8	INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO	62
40	9	INFORMACIÓN ESPECÍFICA	62
41	10	FIGURAS	62
42			

ANEXO 1

1. CONSIDERACIONES GENERALES

Las expresiones que figuren en mayúsculas, que no se encuentren expresamente definidas en el presente documento, tendrán el significado que se les atribuye en los Documentos de Selección del Inversionista de la Convocatoria Pública UPME 09 – 2019.

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, Minenergía. 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 será obligatorio que los trabajos deban contar con un diseño, efectuado por el profesional

1 o profesionales legalmente competentes para desarrollar esta actividad como se establece
2 en el Artículo 10 del RETIE de la fecha anotada, en general y el numeral 10.2 en particular.
3

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

13 **1.2 Definiciones**

14
15 Las expresiones que figuren con letra mayúscula inicial tendrán el significado establecido
16 en el Numeral 1.1 de los Documentos de Selección del Inversionista - DSI.
17

18 **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

19
20
21 Consiste en el diseño, adquisición de los suministros, construcción, pruebas, puesta en
22 servicio, operación y mantenimiento de las obras asociadas al Proyecto nueva subestación
23 Sahagún 500 kV y líneas de transmisión asociadas, definido en el “Plan de Expansión de
24 Referencia Generación – Transmisión 2019-2033”, adoptado mediante Resolución del
25 Ministerio de Minas y Energía 40779 de junio 30 de 2019, el cual comprende:

- 26 i. Nueva subestación Sahagún 500 kV en configuración interruptor y medio, con dos
27 (2) bahías de línea las cuales deberán quedar en diámetros diferentes, por lo que
28 se deberán construir 2/3 de cada uno de los dos diámetros con sus respectivos
29 cortes centrales, a ubicarse en jurisdicción del municipio de Sahagún en el
30 departamento de Córdoba.
- 31 ii. Construcción de una línea doble circuito o dos líneas independientes a 500 kV con
32 una longitud aproximada de 1 km, desde la nueva Subestación Sahagún 500 kV
33 (ítem i del presente numeral) hasta interceptar la Línea existente Cerromatoso –
34 Chinú I 500 kV, para reconfigurarla en la Línea Cerromatoso – Sahagún y Sahagún
35 – Chinú 500 kV. Hace parte de este alcance las conexiones, desconexiones y
36 adecuaciones requeridas para la reconfiguración mencionada. Ver nota 7.
- 37 iii. Se deben incluir todos los elementos y adecuaciones tanto eléctricas como físicas
38 necesarias para cumplir con el objeto de la presente Convocatoria durante la
39 construcción, operación y mantenimiento de las obras, garantizando siempre su

1 compatibilidad con la infraestructura existente. Estas acciones incluyen sistemas de
2 control, protecciones, medida, comunicaciones e infraestructura asociada, etc, sin
3 limitarse a estos.

4
5 iv. Los espacios de reserva establecidos en el numeral 5.1.2 del presente documento.

6
7 **NOTAS:** Las siguientes notas tienen carácter vinculante frente al alcance de la presente
8 Convocatoria:

- 9
10 1. A futuro se instalarán tres (3) bancos de autotransformadores 500/110 kV –
11 150 MVA (3X50 MVA) cada uno junto con su unidad de reserva (1X50 MVA) y
12 conexión para cambio rápido que se conectarán en la nueva Subestación Sahagún
13 500/110 kV y sus respectivas bahías en el lado de alta tensión (500 kV) y de baja
14 tensión (110 kV), los cuales no hacen parte del objeto de la presente Convocatoria
15 Pública, sin embargo se deberá prever el espacio para los mismos de conformidad
16 con lo señalado en el presente anexo. La frontera entre el Inversionista de la
17 presente Convocatoria y el Inversionista del STR en la Subestación Sahagún, será
18 en los bornes de alta tensión de cada uno de los bancos de transformadores.
19
20 2. Los Diagramas Unifilares, hacen parte del Anexo 1. El Inversionista seleccionado,
21 buscando una disposición con alto nivel de confiabilidad, podrá modificar la
22 disposición de las bahías en los diagramas unifilares, previa revisión y concepto del
23 Interventor, y aprobación por parte de la UPME. Si la propuesta de modificación
24 presentada involucra o afecta a terceros como otros usuarios o propietarios de
25 activos en Subestación (existente o ampliación), deberán establecerse acuerdos
26 previos a la solicitud.
27
28 3. En configuración interruptor y medio, cuando una bahía, objeto de la presente
29 Convocatoria Pública, quede en un diámetro incompleto, el cual pueda utilizarse
30 para una ampliación futura, el Transmisor deberá hacerse cargo del enlace entre el
31 corte central y el otro barraje, de tal manera que dicho enlace pueda ser removido
32 fácilmente en caso de instalación de nuevos equipos.
33
34 4. Corresponde a los involucrados en las Subestaciones, llegar a acuerdos para la
35 ubicación y/o disposición física de equipos en la subestación. En cualquier caso, se
36 debe garantizar una disposición de alto nivel de confiabilidad.
37
38 5. Todos los equipos o elementos a instalar, por motivo de la presente Convocatoria
39 Pública UPME, deberán ser completamente nuevos y de última tecnología.
40
41 6. Están a cargo del Inversionista seleccionado, todos los elementos necesarios para
42 la construcción, operación y mantenimiento de las obras, como por ejemplo

1 sistemas de control, protecciones, comunicaciones e infraestructura asociada, sin
2 limitarse a estos, y debe garantizar su compatibilidad con la infraestructura
3 existente. En general, el Adjudicatario se debe hacer cargo de las adecuaciones
4 necesarias para cumplir con el alcance del presente proyecto.
5

6 7. De acuerdo con la información suministrada por INTERCOLOMBIA S.A. E.S.P, es
7 posible que se requieran realizar modificaciones en las transposiciones de la línea
8 que será intervenida, por lo que el Inversionista adjudicatario deberá considerar lo
9 que se requiera para mencionada modificación y los costos que ello implique.

10
11 8. En la página WEB de la presente Convocatoria Pública, se encuentra disponible la
12 información técnica y costos de conexión remitidos por INTERCOLOMBIA S.A.
13 E.S.P. – ISA-ITCO, con radicados UPME 20191100068042 del 01 de octubre de
14 2019 y 20191100083892 del 4 de diciembre de 2019. La información específica
15 relacionada con este comunicado (anexos) pueden ser solicitadas en oficinas de la
16 UPME en los términos señalados en el numeral 9 del presente Anexo 1, sin
17 detrimento a lo anterior, el Inversionista podrá consultar a los propietarios de la
18 infraestructura de manera directa. La información suministrada por la UPME no
19 representa ninguna limitante y deberá ser evaluada por el Inversionista para lo de
20 su interés, en concordancia con los numerales 5.5, Independencia del Proponente,
21 y 5.6, Responsabilidad, de los DSI de la presente Convocatoria Pública.
22

23 9. Hace parte de la presente Convocatoria el suministro, construcción, pruebas, puesta
24 en servicio, operación y mantenimiento del cable de potencia (conductor de fase
25 para la conexión entre las bahías de transformación y los bornes de alta de los
26 transformadores del STR), junto con las obras civiles y elementos necesarios
27 asociados a los cables de potencia (estructuras de apoyo, aisladores, soportes,
28 canalizaciones, protecciones y demás elementos de requerirse). Lo anterior aplica
29 hasta los 200 metros de conductor por fase, sin importar la distancia entre la salida
30 de las bahías de transformación y los bornes de alta de los transformadores del
31 STR.
32

33 10. En la subestación Sahagún 500 kV se instalará una bahía con su corte central para
34 la conexión del proyecto de generación Tesorito I, no obstante los equipos
35 asociados no serán objeto de la presente Convocatoria Pública UPME 09-2019,
36 pero se deberá prever el espacio para los mismos de conformidad con lo señalado
37 en el presente Anexo.
38

39 11. La ubicación de la nueva subestación Sahagún 500 kV deberá cumplir con lo
40 señalado en el numeral 5.1.1 del presente Anexo.
41

1 12. El Inversionista seleccionado deberá garantizar que los espacios de reserva (no
2 utilizados por el presente Proyecto) en las subestaciones intervenidas, no se verán
3 afectados o limitados para su utilización, por infraestructura (equipos, línea,
4 edificaciones, etc.) desarrollada en el marco de la presente Convocatoria Pública.
5 El Interventor deberá certificar el cumplimiento de la exigencia antes indicada. Lo
6 anterior no implica que los espacios ocupados por las bahías construidas en la
7 presente convocatoria se deban reponer en otro lugar, con excepción de aquellos
8 casos en que el propietario de la subestación lo hubiese declarado antes del inicio
9 de la convocatoria.

10
11 13. El Inversionista seleccionado para la presente Convocatoria, deberá analizar y
12 tomar las precauciones, realizar todos los estudios que apliquen y tomar cualquier
13 medida preventiva o correctiva en todas las etapas del proyecto, incluida la
14 operación y mantenimiento, con el fin que se minimice el riesgo o no existan
15 afectaciones en el Sistema Interconectado Nacional – SIN por cualquier
16 circunstancia que involucre o se derive de sus activos.

17 18 **2.1 Descripción de Obras en las Subestaciones**

19 20 **2.1.1 Subestación Sahagún 500 kV.**

21
22 El Inversionista seleccionado deberá hacerse cargo de la selección y adquisición del lote o
23 área (según se requiera), el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de las
24 obras descritas en el numeral 2, incluyendo los espacios de reserva definidos.

25
26 La nueva Subestación Sahagún 500 kV deberá ser construida en configuración interruptor
27 y medio, y los equipos a instalar podrán ser convencionales AIS (Air Insulated Substations)
28 o GIS (tomado de la primera letra del nombre en inglés “Gas Insulated Substations”
29 Subestaciones aisladas en gas SF6) o una solución híbrida, de tipo exterior o interior según
30 sea el caso, cumpliendo con la normatividad técnica aplicable y todos los demás requisitos
31 establecidos en los DSI.

32
33 El predio para esta Subestación es el señalado en el numeral 5.1.1 del presente Anexo 1.

34
35 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad de las nuevas bahías de líneas y de
36 transformación, en funcionalidad y en aspectos de potencia, comunicaciones, control y
37 protecciones con la infraestructura existente.

38
39 El diagrama unifilar de la nueva Subestación Sahagún 500 kV se muestra en la Figura 2.

40
41 Los equipos o elementos a instalar deberán ser completamente nuevos y de última
42 tecnología.

1
2 El Inversionista deberá implementar redundancia en los canales de comunicación utilizando
3 diferentes medios o tecnologías para el envío y la recepción de señales entre los extremos
4 de las líneas de transmisión. El Inversionista seleccionado deberá verificar que con los
5 equipos a instalar en las subestaciones, se eviten puntos comunes de fallas. Lo anterior
6 con el fin de incrementar la fiabilidad de los esquemas de teleprotección de las líneas de
7 transmisión, ante mantenimientos o contingencias sobre uno de los sistemas de
8 comunicación.

9
10 **2.2 Puntos de Conexión del Proyecto**

11
12 El Inversionista seleccionado, además de adquirir el predio y/o los espacios para la
13 construcción de las obras objeto de la presente Convocatoria, independiente de la
14 modalidad (compra o arrendamiento, etc), deberá tener en cuenta lo definido en el Código
15 de Conexión (Resolución CREG 025 de 1995 y sus modificaciones) y las siguientes
16 consideraciones en cada uno de los puntos de conexión, para los cuales se debe establecer
17 un contrato de conexión con el responsable y/o propietario de los activos relacionados.

18
19 Cuando el Transmisor considere la necesidad de hacer modificaciones a la infraestructura
20 existente (independientemente del nivel tensión), deberá informar al Interventor y acordar
21 estas modificaciones en el contrato de conexión con el responsable y/o propietario de los
22 activos relacionados. Estas modificaciones estarán a cargo del Transmisor.

23
24 **2.2.1 En la Subestación Sahagún 500 kV.**

25
26 El propietario de la Subestación Sahagún 500 kV será el Transmisor resultante de la
27 presente Convocatoria Pública.

28
29 **Con la central de generación termoeléctrica TESORITO:**

30
31 Se prevé la conexión de una (1) bahía y su corte central a 500 kV en la subestación Sahagún
32 500 kV, para la conexión de la central de generación Tesorito 1. La frontera entre el
33 Inversionista y Tesorito será el barraje de la subestación 500 kV.

34
35 Descripción del proyecto de generación:

36

Agente (a quien se le asignó la capacidad)	Proyecto de generación	Capacidad de transporte asignada (MW)
TERMOELÉCTRICA EL TESORITO S.A.S. E.S.P.	Tesorito	198.7

37

1 La infraestructura requerida para la conexión de esta central no será parte del alcance de
2 la presente convocatoria. Aunque se podrán realizar acuerdos entre las partes, no se podrá
3 afectar el propósito y alcance de la presente convocatoria y no se podrán limitar los espacios
4 de reserva de la subestación.
5

6 El contrato de conexión entre el Transmisor resultante de la presente Convocatoria Pública
7 y TESORITO deberá incluir, entre otros aspectos y según corresponda, lo relacionado con
8 las condiciones para acceder al uso del terreno para la ubicación de la infraestructura a
9 instalar, el espacio para la ubicación de los tableros de control y protecciones de los
10 módulos, el enlace al sistema de control del CND, suministro de servicios auxiliares de AC
11 y DC; y demás acuerdos necesarios. Este contrato de conexión deberá estar firmado por
12 las partes, dentro de los **seis (6) meses** siguientes a la expedición de la Resolución CREG
13 que oficialice los Ingresos Anuales Esperados del Transmisor adjudicatario de la
14 Convocatoria Pública, **al menos en sus condiciones básicas** (objeto del contrato, terreno
15 en el cual se realizarán las obras, espacios, ubicación y condiciones para acceder, entrega
16 de datos sobre equipos y demás información requerida para diseños, obligaciones de las
17 partes para la construcción, punto de conexión, duración del contrato, etc), lo cual deberá
18 ser puesto en conocimiento del Interventor. No obstante las partes en caso de requerirse,
19 podrán solicitar a la UPME, con la debida justificación, la modificación de la fecha de firma
20 del contrato de conexión. Esta solicitud deberá estar firmada por los representantes legales
21 de los agentes involucrados.
22
23

24 **3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES**

25

26 El Interventor informará de manera independiente a la UPME, el cumplimiento de las
27 especificaciones técnicas consignadas en el presente Anexo 1. El uso de normas y
28 procedimientos aquí descritos podrá ser modificado en cualquier momento, hasta la fecha
29 de realización de los diseños o de realización de la obra según el caso, sin detrimento del
30 cumplimiento de la regulación y las normas técnicas de obligatorio cumplimiento,
31 asegurando en cualquier caso que los requisitos y calidades técnicas se mantengan, para
32 lo cual deberá previamente comunicarlo y soportarlo al Interventor.
33

34 Las Especificaciones contenidas en este Anexo 1, se complementan con la información de
35 las subestaciones existentes que se incluyen en los documentos de esta Convocatoria
36 Pública.
37

38 **3.1 Parámetros del Sistema**

39

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

1		
2	<u>Generales:</u>	
3	Tensión nominal	500 kV
4	Frecuencia asignada	60 Hz
5	Puesta a tierra	Sólida
6	Número de fases	3
7		
8	<u>Subestaciones 500 kV:</u>	
9	Servicios auxiliares AC	120/208V, tres fases, cuatro hilos.
10	Servicios Auxiliares DC	125V
11	Tipo de la Subestación	Convencional o GIS o un híbrido.
12	Configuración de la subestación	Interruptor y medio
13		
14	<u>Línea de transmisión 500 kV:</u>	
15	Tipo de línea y estructuras:	Aérea con torres auto-soportadas y/o postes y/o estructuras compactas y/o subterráneas.
16		
17	Estructuras de soporte:	Para doble circuito o circuito sencillo.
18	Circuitos por torre o canalización:	Según diseño. Para líneas aéreas, se podrán compartir estructuras de soporte con infraestructura existente.
19		
20		
21	Conductores de fase:	Ver numeral 4.4.2 del presente Anexo 1.
22	Cables de guarda:	Ver numeral 4.4.3 del presente Anexo 1.
23		
24	La longitud de las líneas de transmisión de 500 kV, serán función del diseño y estudios pertinentes que realice el Inversionista.	
25		
26		
27	Las líneas de transmisión podrán ser totalmente aéreas o parcialmente aéreas, subterráneas. Las longitudes reales de las líneas de transmisión de 500 kV, serán en función del diseño y estudios pertinentes que realice el Inversionista.	
28		
29		
30		
31	En caso de tramos subterráneos (si se requieren), el Inversionista deberá considerar todas las obras civiles requeridas (ductos y demás elementos), además de hacerse cargo del respectivo mantenimiento de esta obra civil.	
32		
33		
34		
35	3.2 Nivel de Corto Circuito	
36		
37	El Transmisor deberá realizar los estudios pertinentes, de tal manera que se garantice que el nivel de corto circuito utilizado en los diseños y selección de los equipos y demás elementos de líneas y subestaciones será el adecuado durante la vida útil de estos, no obstante, la capacidad de corto circuito asignada a los equipos y elementos asociados que se instalarán objeto de la presente Convocatoria no deberá ser inferior a 40 kA para 500 kV. La duración asignada al corto circuito no podrá ser inferior a los tiempos máximos	
38		
39		
40		
41		
42		

1 provistos para interrupción de las fallas y los indicados en las normas aplicables. Copia del
2 estudio deberá ser entregada al Interventor para su conocimiento y análisis.

3.3 Materiales

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

3.4 Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible

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

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

29
30 En cuanto a ruido audible generado por la línea y/o la subestación, deberá limitarse a los
31 estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido establecidos en Resolución
32 0627 de 2006 (Abril 7) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy
33 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o aquella que la modifique o sustituya.

3.5 Licencias, Permisos y Contrato de Conexión

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

40
41 La celebración de los Contratos de Conexión deberá dar prioridad a todos los acuerdos
42 técnicos, administrativos, comerciales y operativos de tal forma que no existan

1 imprecisiones en este aspecto antes de la fabricación de los equipos y materiales del
2 Proyecto. La fecha para haber llegado a estos acuerdos técnicos se deberá reflejar como
3 Hito en el cronograma de la Convocatoria, lo cual será objeto de verificación por parte del
4 Interventor.

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

11 **3.6 Pruebas en Fábrica**

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

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

24
25 El Inversionista deberá dar cumplimiento a lo estipulado en la Resolución CREG 098-2000,
26 numeral 3.3 “MATERIALES”, según el cual “el Transportador presentará a la Entidad
27 designada, todos los Formularios de Características Técnicas garantizadas de los
28 materiales utilizados y los correspondientes reportes de pruebas de materiales y equipos,
29 según las exigencias de las normas técnicas correspondientes”.

30 **4. ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 500 KV**

31 **4.1 General**

32
33 En la siguiente tabla se presentan las especificaciones técnicas mínimas para las nuevas
34 líneas de transmisión que el Inversionista construya, lo cual deberá revisar y ajustar una
35 vez haya hecho el análisis comparativo de las normas:

Línea de 500 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
1	Tensión nominal trifásica	Numeral 3.1	kV	500
2	Frecuencia nominal	Numeral 3.1	Hz	60
3	Tipo de línea	Numeral 3.1	-	Aérea/ Subterránea
4	Longitud aproximada	Numeral 4.3	km	1 circuito existente Cerromatoso – Chinú I 500 kV
5	Altura (estimada) sobre el nivel del mar	Numeral 4.3	msnm	108 – 125
6	Número de circuitos por torre o canalización	Numeral 3.1	-	1 o 2 circuitos (líneas aéreas o subterráneas), según diseño
7	Conductores de fase	Numeral 4.4.2	-	-
8	Subconductores por fase	Numeral 4.4.2	-	-
9	Cables de guarda	Numeral 4.4.3	-	-
10	Cantidad de cables de guarda	Numeral 4.4.3	-	-
11	Distancias de seguridad	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
12	Ancho de servidumbre	Código de Redes o RETIE según aplique para estructura de doble circuito y 500 kV	-	-
13	Máximo campo eléctrico e interferencia	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
14	Contaminación	Debe verificar la presencia en el aire de partículas que puedan tener importancia en el diseño del aislamiento. Investigar presencia de contaminación salina, industrial o de otro tipo.	g/cm ²	-

Línea de 500 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
15	Condiciones de tendido de los cables	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
16	Estructuras	Numeral 4.4.6	-	-
17	Árboles de carga y curvas de utilización	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
18	Herrajes	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
19	Cadena de aisladores	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
20	Diseño de aislamiento	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
21	Valor resistencia de puesta a tierra	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
22	Sistema de puesta a tierra	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
23	Salidas por descargas atmosféricas	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-
24	Cimentaciones	Código de Redes o RETIE según aplique	-	-

1
2 En cualquier caso se deberá dar cumplimiento al Código de Redes (Resolución CREG 025
3 de 1995 con sus anexos, incluyendo todas sus modificaciones) y al RETIE (Reglamento
4 Técnico de Instalaciones Eléctricas en su versión vigente).

5
6 Se debe propender por la minimización u optimización de cruces entre líneas de transmisión
7 objeto de la presente Convocatoria con otras líneas en ejecución o existentes y evitar la
8 afectaciones o riesgos al Sistema Interconectado Nacional, por lo cual el Transmisor deberá
9 implementar las medidas técnicas necesarias. Para ello, el Transmisor se obliga a realizar
10 el estudio correspondiente **antes del inicio de construcción de las obras** y, a más tardar
11 en ese momento, ponerlo a consideración de la Interventoría, la UPME, terceros
12 involucrados, el CND y si es del caso al CNO. Este documento hará parte de las memorias
13 del proyecto.

14
15 Las líneas de transmisión podrán ser totalmente aéreas o parcialmente aéreas y
16 subterráneas. La longitud de las líneas de transmisión, serán en función del diseño y
17 estudios pertinentes que realice el Inversionista.

18 19 4.2 Ruta de las Líneas de Transmisión

20

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

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

22
23 El Inversionista deberá considerar todas las restricciones, precauciones y demás aspectos
24 relevantes que se identifiquen en los análisis tendientes a identificar alertas tempranas en
25 la zona del proyecto.

26
27 A modo informativo, el Inversionista podrá consultar los Documentos del **“ANÁLISIS ÁREA
28 DE ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO NUEVA
29 SUBESTACIÓN SAHAGÚN 500 kV Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS,
30 OBJETO DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 09-2019 DEL PLAN DE EXPANSIÓN
31 DE REFERENCIA GENERACIÓN - TRANSMISIÓN 2019-2033”**, los cuales suministran
32 información de referencia. El objeto de estos documentos es identificar de manera
33 preliminar las posibilidades y condicionantes físicos, ambientales y sociales,
34 constituyéndose en documentos ilustrativos para los diferentes Interesados, sin pretender
35 determinar o definir rutas, por lo tanto es exclusivamente de carácter ilustrativo y no puede
36 o no debe considerarse como una asesoría en materia de inversiones, legal, fiscal o de
37 cualquier otra naturaleza por parte de la UPME o sus funcionarios, empleados, asesores,
38 agentes y/o representantes. Es responsabilidad del Inversionista el asumir en su integridad
39 los riesgos inherentes a la ejecución del Proyecto, para ello deberá validar la información,
40 realizar sus propios estudios y consultas ante las Autoridades competentes, entre otras.

41

1 En general, los Proponentes basarán sus Propuestas en sus propios estudios,
2 investigaciones, exámenes, inspecciones, visitas, entrevistas y otros.

4.3 Longitud Aproximada de las Líneas

6 La longitud y la altura sobre el nivel del mar, anunciadas en este documento es de referencia
7 y está basada en estimativos preliminares. Por tanto, los cálculos y valoraciones que realice
8 el inversionista para efectos de su propuesta económica deberán estar fundamentados en
9 sus propias evaluaciones, análisis y consideraciones.

11 Tanto la longitud real como la altura sobre el nivel del mar real, serán función del diseño y
12 estudios pertinentes que realiza el Inversionista seleccionado.

Circuito	Tensión	Longitud Aproximada
Sahagún – Conexión a la línea Cerromatoso – Chinú I	500 kV	1 km

15 A manera de información, la altura sobre el nivel del mar (asociada a estimativos
16 preliminares) está comprendida entre los 108 m y 125 m para la conexión a la línea
17 Cerromatoso – Chinú I 500 kV. Sin embargo, tanto la longitud real como la altura sobre el
18 nivel del mar real, serán función del trazado, diseño y estudios pertinentes que debe realizar
19 el Inversionista seleccionado.

4.4 Especificaciones de diseño y construcción líneas

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

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

4.4.1 Aislamiento

34 El Inversionista deberá verificar, en primer lugar, las condiciones meteorológicas y de
35 contaminación de la zona en la que se construirán las líneas, la nueva subestación y/o las
36 obras en las subestaciones existentes y, con base en ello, hacer el diseño del aislamiento
37 de las líneas, los equipos de las subestaciones, y la coordinación de aislamiento, teniendo

1 en cuenta las máximas sobretensiones que puedan presentarse en las líneas por las
2 descargas atmosféricas, por maniobras propias de la operación, en particular el cierre y
3 apertura de las líneas en vacío, despeje de fallas con extremos desconectados del sistema,
4 considerando que en estado estacionario las tensiones en las barras no deben ser inferiores
5 al 90% ni superiores al 105% del valor nominal y que los elementos del sistema deben
6 soportar las tensiones de recuperación y sus tasas de crecimiento.

7
8 De acuerdo con la Resolución CREG 098 de 2000 se considera como parámetro de diseño
9 un límite máximo de tres (3) salidas por cada 100 km de línea / año ante descargas
10 eléctricas atmosféricas, una (1) falla por cada 100 operaciones de maniobra de la línea y
11 servicio continuo permanente ante sobre-tensiones a frecuencia industrial.

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

18 **4.4.2 Conductores de Fase**

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

26
27 Las características de los conductores de fase deberán cumplir con las siguientes
28 exigencias técnicas:

- 29
- 30 • Capacidad normal de operación del circuito no inferior a 2400 Amperios a
31 temperatura ambiente máxima promedio.
 - 32
 - 33 • Máxima resistencia DC a 20°C por conductor de fase igual o inferior a 0,0230
34 ohmios/km.
 - 35

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

41

- 1 El Inversionista deberá garantizar los valores de capacidad de corriente y resistencia, tanto
2 en los tramos aéreos como en los subterráneos según sea el caso.
3
- 4 En cualquier condición, la tensión longitudinal máxima en el conductor, no deberá exceder
5 el 50% de su correspondiente tensión de rotura.
6
- 7 El conductor seleccionado deberá cumplir con las exigencias de radio interferencia
8 establecidas en la normatividad aplicable. El Inversionista deberá verificar el cumplimiento
9 de estas exigencias.
10
- 11 Los valores máximos permitidos para Intensidad de Campo Eléctrico y Densidad de Flujo
12 Magnético son los indicados en el RETIE, donde el público o una persona en particular
13 pueden estar expuestos durante varias horas.
14
- 15 De presentarse características en el ambiente para las nuevas líneas, que tuvieran efecto
16 corrosivo, los conductores aéreos deberán ser de tipo AAC, ACAR o AAAC, con alambres
17 de aleación ASTM 6201-T81 y cumplir con los valores de capacidad de transporte mínima,
18 resistencia óhmica máxima y ruido audible especificados o establecidas en la normatividad
19 aplicable. Para líneas subterráneas el conductor podrá ser en cobre o aluminio con
20 aislamiento XLPE y con capacidad adecuada para resistir las corrientes de corto circuito
21 previsible para las líneas durante el tiempo de operación de los interruptores. En caso de
22 que el Inversionista requiera cables de fibra óptica, estas podrán ser incorporadas al cable
23 o incluidas en la canalización. El Inversionista deberá informar a la Interventoría su decisión
24 sobre el tipo de conductor, sustentándola técnicamente.
25
- 26 Alternativamente, si el Inversionista lo estima conveniente, se considera aceptable el uso
27 de conductores aéreos no convencionales tales como los que pueden operar a
28 temperaturas superiores a los conductores convencionales, de flecha reducida, con alta
29 resistencia a la corrosión en los ambientes marinos y similares. Se pueden considerar
30 conductores para líneas aéreas como conductores conformados por materiales especiales
31 (reemplazo del aluminio por aleaciones termo-resistentes, cambio del acero del núcleo por
32 otros materiales que permitan flechas menores), combinación de materiales (combinación
33 de alambre de aluminio con fibras de carbono o materiales especiales) o cambio de formas
34 (de los alambres y/o del cable completo). Para que estos tipos de cables sean aceptables
35 deberán cumplir, no solo con los requisitos técnicos indicados en este numeral para los
36 conductores convencionales, sino también con las siguientes condiciones adicionales:
37
- 38 • El conductor de fases deberá cumplir con regulaciones internacionalmente aceptadas,
39 tales como normas ASTM, IEC o entidades de similar categoría.

- 1 • Los accesorios para conductor de fases (grapas de suspensión y retención, empalmes,
2 camisas de reparación y varillas de blindaje) deberán ser técnicamente apropiados para
3 este tipo de conductores.

4
5 **4.4.3 Cable(s) de Guarda**

6
7 El cumplimiento de las siguientes condiciones será responsabilidad del Inversionista y
8 aplican solo para cables de guarda de los circuitos que se instalarán en el desarrollo de la
9 presente Convocatoria Pública.

10
11 Se requiere que todos los tramos de línea tengan uno o dos cables de guarda
12 (convencionales u OPGW). En líneas nuevas, al menos uno de los cables de guarda deberá
13 ser OPGW. En nuevos tramos que reconfiguren líneas existentes, los cables de guarda a
14 instalar deberán características técnicas iguales o superiores al del cable o los cables de
15 guarda de la línea existente.

16
17 De presentarse características en el ambiente con efecto corrosivo, los cables de guarda
18 no deberán contener hilos en acero galvanizado y deberán ser del tipo Alumoclad o de otro
19 material resistente a la corrosión, que cumpla con las especificaciones técnicas y los
20 propósitos de un cable de guarda convencional u OPGW desde el punto de vista de su
21 comportamiento frente a descargas atmosféricas. El o los cables de guarda a instalar
22 deberán soportar el impacto directo de las descargas eléctricas atmosféricas que puedan
23 incidir sobre la línea, garantizando el criterio de comportamiento indicado en el diseño del
24 aislamiento. El incremento de temperatura del cable o cables de guarda a ser instalados
25 deberán soportar las corrientes de corto circuito monofásico de la línea que circulen por
26 ellos.

27
28 En cualquier condición, la tensión longitudinal máxima en el conductor o cable de guarda,
29 no deberá exceder el 50% de su correspondiente tensión de rotura.

30
31 El Interventor verificará para la UPME, que el diseño realizado por el Transmisor cumpla
32 con las normas técnicas aplicables.

33
34 En el evento de que el Inversionista decida usar alguna o todas las líneas objeto de la
35 presente Convocatoria Pública UPME, para la transmisión de comunicaciones por fibra
36 óptica, será de su responsabilidad seleccionar los parámetros y características técnicas del
37 cable de guarda o de los cables de fibra óptica asociados con cables enterrados o
38 subfluviales e informar de ellos al Interventor.

39
40 **4.4.4 Puesta a Tierra de las Líneas**

1 El sistema de puesta a tierra se diseñará de acuerdo con las condiciones específicas del
2 sitio de cada una de las estructuras, buscando ante todo preservar la seguridad de las
3 personas, considerando además el comportamiento del aislamiento ante descargas
4 atmosféricas. La selección del tipo de cimentación (zapata de concreto o parrilla metálica)
5 corresponde al Inversionista. Para ello deberá determinar los parámetros de ph y contenido
6 de sulfatos en cada sitio de torre y, con base en estos resultados, definir el tipo de
7 cimentación.

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

17
18 El Transmisor debe determinar en su diseño, los materiales que utilizará en la ejecución de
19 las puestas a tierra de las estructuras de la línea teniendo en cuenta la vida útil, la frecuencia
20 de las inspecciones y mantenimientos, la posibilidad del robo de los elementos de cobre,
21 así como la corrosividad de los suelos del sitio de cada torre. No obstante, en cualquier
22 caso deberá cumplirse con lo estipulado en el RETIE, en particular con el numeral 15.3
23 “MATERIALES DE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA” o el numeral aplicable si la
24 norma ha sido objeto de actualización.

25
26 Los conectores a utilizar deberán contar con certificado de producto donde debe ser claro
27 si son adecuados para enterramiento directo.

28
29 Para los cables asilados subterráneos se deberá instalar un sistema de puesta a tierra de
30 las pantallas metálicas que garanticen el adecuado funcionamiento de los cables y los
31 voltajes de paso en la superficie de los terrenos aledaños.

32 33 **4.4.5 Transposiciones de Línea**

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

39
40 El Transmisor deberá calcular los desbalances en las fases con suficiente anticipación al
41 inicio de las obras y asegurar que cumplan con la norma técnica aplicable para ello, *IEC*
42 *1000-3-6* o *equivalente*, lo cual deberá soportar y poner en consideración del Interventor.

1 Así mismo, el Transmisor deberá hacerse cargo de todos los costos asociados. En general,
2 la implementación física de la solución hace parte del presente Proyecto.

3
4 Las transposiciones se podrán localizar a un sexto (1/6), a tres sextos (3/6) y a cinco sextos
5 (5/6) de la longitud total de la línea correspondiente o según el resultado de los análisis.

6
7 El Transmisor se obliga a realizar el estudio correspondiente **antes del inicio de**
8 **construcción de las obras** y ponerlo a consideración de la Interventoría, el propietario de
9 la línea existente, terceros involucrados, el CND y si es del caso al CNO, con una
10 anticipación no inferior a 6 meses según el cronograma de la Propuesta. Este documento
11 hará parte de las memorias del proyecto.

12 13 **4.4.6 Estructuras**

14
15 El dimensionamiento eléctrico de las estructuras se debe realizar considerando la
16 combinación de las distancias mínimas que arrojen los estudios de sobretensiones debidas
17 a descargas atmosféricas, a las sobretensiones de maniobra y a las sobretensiones de
18 frecuencia industrial.

19
20 Las estructuras de apoyo para las líneas aéreas y las de transición aéreo-subterráneo (si
21 esta última opción se presenta) deberán ser auto-soportadas. En cualquier caso, las
22 estructuras no deberán requerir para su montaje el uso de grúas autopropulsadas ni de
23 helicópteros. El Inversionista podrá hacer uso de estos recursos para su montaje pero, se
24 requiere que estas estructuras puedan ser montadas sin el concurso de este tipo de
25 recursos.

26
27 El cálculo de las curvas de utilización de cada tipo de estructura, la definición de las
28 hipótesis de carga a considerar y la evaluación de los árboles de cargas definitivos, para
29 cada una de las hipótesis de carga definidas, deberá hacerse considerando la metodología
30 establecida por el ASCE en la última revisión del documento "*Guidelines for Electrical*
31 *Transmission Line Structural Loading - Practice 74*". La definición del vano peso máximo y
32 del vano peso mínimo de cada tipo de estructura será establecida a partir de los resultados
33 del plantillado de la línea. El diseño estructural deberá adelantarse atendiendo lo
34 establecido por el ASCE en la última revisión de la norma ASCE STANDARD 10 "*Design of*
35 *Latticed Steel Transmission Structures*". En cualquier evento, ningún resultado de valor de
36 cargas evaluadas con esta metodología de diseño podrá dar resultados por debajo que los
37 que se obtienen según la metodología que establece la última revisión del RETIE. Si ello
38 resultara así, primarán estas últimas.

39 40 **4.4.7 Localización de Estructuras**

1 Para la localización de estructuras, deberán respetarse las distancias mínimas de seguridad
2 entre el conductor inferior de la línea y el terreno en zonas accesibles a peatones y las
3 distancias de seguridad mínimas a obstáculos tales como vías, oleoductos, líneas de
4 transmisión o de comunicaciones, ríos navegables, bosques, etc., medidas en metros. La
5 temperatura del conductor a considerar para estos efectos será la correspondiente a las
6 condiciones de máxima temperatura del conductor durante toda la vida útil del Proyecto,
7 estas condiciones deben ser definidas por el Inversionista.

8 9 **4.4.8 Sistema Antivibratorio, Amortiguadores y Espaciadores -** 10 **Amortiguadores**

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

21
22 En los cables de guarda los amortiguadores serán del tipo "stockbridge" y su
23 posicionamiento medido desde la boca de la grapa y entre amortiguadores o espaciadores
24 - amortiguadores será el que determine el estudio de amortiguamiento que realice el
25 Inversionista, copia del cual deberá ser entregada al Interventor.

26 27 **4.4.9 Cimentaciones**

28
29 La selección del tipo de cimentación corresponde al Inversionista. Para ello deberá
30 determinar los parámetros de PH y contenido de sulfatos en cada sitio de torre y, con base
31 en estos resultados, definir el tipo de cimentación e informar por escrito a la Interventoría
32 su decisión.

33
34 Para los fines pertinentes, el Interventor revisará los resultados de las memorias de cálculo
35 de las cimentaciones propuestas de acuerdo con lo establecido en la Resolución CREG
36 098 de 2000, numeral 2.7, o en sus actualizaciones posteriores previas al inicio de las obras.
37 Los diseños de cimentaciones para las torres de una línea de transmisión deben hacerse
38 considerando los resultados de los estudios de suelos que mandatoriamente debe adelantar
39 el Inversionista en todos los sitios de torre, y las cargas a nivel de cimentación más críticas
40 que se calculen a partir de las cargas mostradas en los árboles de cargas de diseño de
41 cada tipo de estructura.
42

1 **4.4.10 Canalizaciones, cajas e instalación de cables para tramos de líneas**
2 **subterráneas**

3
4 De acuerdo con el numeral 22.12 del RETIE las canalizaciones para los tramos
5 subterráneos podrán realizarse mediante ductos, o enterramiento directo, sin embargo
6 dadas las dificultades para realizar las excavaciones sin obstaculizar el uso normal de tales
7 vías, el Inversionista podrá considerar la posibilidad de utilizar el sistema de perforación
8 dirigida. En la escogencia e instalación del tipo de canalización, se deben evaluar las
9 condiciones particulares de la instalación y su ambiente y aplicar los elementos más
10 apropiados teniendo en cuenta los usos permitidos y las prohibiciones, así como contar con
11 los permisos de los propietarios o de las autoridades competentes según corresponda.

12
13 Los ductos se colocarán, con pendiente mínima del 0,1% hacia las cámaras de inspección,
14 y con una profundidad de enterramiento que cumpla con normas técnicas internacionales
15 o de reconocimiento internacional para este tipo de líneas.

16
17 Para cables de enterramiento directo, el fondo de la zanja será una superficie firme, lisa,
18 libre de discontinuidades y sin obstáculos. El cable se dispondrá con una barrera de
19 protección contra el deterioro mecánico. A una distancia entre 20 y 30 cm por encima del
20 cable deben instalarse cintas de identificación o señalización no degradables en un tiempo
21 menor a la vida útil del cable enterrado.

22
23 Todas las transiciones entre tipos de cables, las conexiones en los extremos o las
24 derivaciones, deben realizarse en cámaras o cajas de inspección cuya construcción y sus
25 sistemas de drenaje garanticen que ellas pueden mantenerse sin presencia de agua en su
26 interior. Las dimensiones internas útiles de las cajas o cámaras de paso, derivación,
27 conexión o salida deben ser adecuadas para la ejecución de empalmes, realizar las curvas
28 de los cables cumpliendo con el radio de curvatura mínimo recomendado por el fabricante
29 del cable y permitir el tendido en función de la sección de los conductores. Los cables deben
30 quedar debidamente identificados dentro de las cámaras de inspección.

31
32 Las tapas de las cajas, podrán ser prefabricadas, siempre que sean de materiales
33 resistentes a la corrosión, que resistan impacto y aplastamiento, dependiendo del ambiente
34 y el uso del suelo donde se instalen, lo cual debe demostrarse mediante el cumplimiento de
35 una norma técnica para ese tipo de producto, tal como la ANSI/STCE 77.

36
37 **4.4.11 Señalización Aérea**

38
39 El Inversionista deberá investigar con la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil
40 (Aerocivil), la Fuerza Aérea de Colombia, FAC, la Armada Nacional, u otros posibles
41 actores, la existencia de aeródromos o zonas de tránsito de aeronaves de cualquier índole
42 (particulares, militares, de fumigación aérea, etc) que hagan imperioso que la línea lleve

1 algún tipo de señales que impidan eventuales accidentes originados por la carencia de
2 ellos.

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

7 8 **4.4.12 Desviadores de vuelo para aves**

9
10 Es responsabilidad del Inversionista identificar la necesidad de instalar desviadores de
11 vuelo para aves. La determinación de esta necesidad será responsabilidad del Inversionista
12 por intermedio de los funcionarios a cuyo cargo están los estudios ambientales. Serán de
13 su responsabilidad la determinación de la existencia de aves (migratorias o no) que puedan
14 resultar afectadas por la existencia de las líneas y, recomendar el uso de desviadores de
15 vuelo de aves, determinando los tramos de colocación de estos dispositivos y las distancias
16 a los que estos deben colocarse.

17 18 **4.4.13 Obras Complementarias**

19
20 El Interventor informará a la UPME acerca del cumplimiento de requisitos técnicos del
21 diseño y construcción de todas las obras civiles que garanticen la estabilidad de los sitios
22 de torre, protegiendo taludes, encauzando aguas, etc., tales como muros de contención,
23 tablestacados o trinchos, cunetas, filtros, obras de mitigación, control de efectos
24 ambientales y demás obras que se requieran.

25 26 **4.5 Informe Técnico**

27
28 De acuerdo con lo establecido en el numeral 3 de la Resolución CREG 098 de 2000 o como
29 se establezca en resoluciones posteriores a esta, el Interventor verificará que el Transmisor
30 suministre los siguientes documentos técnicos durante las respectivas etapas
31 de construcción de las líneas de transmisión del Proyecto:

- 32
- 33 - Informes de diseño de acuerdo con el numeral 3.1 de la Resolución CREG 098 de
34 2000.
 - 35
 - 36 - Planos definitivos de acuerdo con el numeral 3.2 de la Resolución CREG 098 de
37 2000.
 - 38
 - 39 - Materiales utilizados para la construcción de las líneas del Proyecto de acuerdo
40 con el numeral 3.3 de la Resolución CREG 098 de 2000.
 - 41
 - 42 - Servidumbres de acuerdo con el numeral 3.4 de la Resolución CREG 098 de 2000.

- 1 - Informe mensual de avance de obras de acuerdo con el numeral 3.5.1 de la
2 Resolución CREG 098 de 2000.
3
4 - Informe final de obra de acuerdo con el numeral 3.5.2 de la Resolución CREG 098
5 de 2000.
6

7 5. ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN

8
9 Las siguientes son las especificaciones técnicas para las subestaciones a construir o
10 intervenir en el objeto de la presente Convocatoria Pública.

11 5.1 General

12
13 La información específica, remitida por los propietarios de la infraestructura existente, como
14 costos de conexión, datos técnicos, planos, etc, serán suministrados por la UPME conforme
15 el Numeral 9 del presente Anexo 1.
16

17
18 A modo informativo, el Inversionista podrá consultar los Documentos del **“ANÁLISIS ÁREA**
19 **DE ESTUDIO PRELIMINAR Y ALERTAS TEMPRANAS PROYECTO NUEVA**
20 **SUBESTACIÓN SAHAGÚN 500 kV Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS,**
21 **OBJETO DE LA CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 09-2019 DEL PLAN DE EXPANSIÓN**
22 **DE REFERENCIA GENERACIÓN - TRANSMISIÓN 2019-2033”**, los cuales suministran
23 información de referencia. El objeto de estos documentos es identificar de manera
24 preliminar las posibilidades y condicionantes físicos, ambientales y sociales,
25 constituyéndose en documentos ilustrativos para los diferentes Interesados, sin pretender
26 determinar o definir rutas, por lo tanto es exclusivamente de carácter ilustrativo y no puede
27 o no debe considerarse como una asesoría en materia de inversiones, legal, fiscal o de
28 cualquier otra naturaleza por parte de la UPME o sus funcionarios, empleados, asesores,
29 agentes y/o representantes. Es responsabilidad del Inversionista el asumir en su integridad
30 los riesgos inherentes a la ejecución del Proyecto, para ello deberá validar la información,
31 realizar sus propios estudios y consultas ante las Autoridades competentes, entre otras.
32

33 La siguiente tabla presenta las características de las subestaciones que hacen parte del
34 proyecto objeto de la presente Convocatoria Pública:
35

Ítem	Descripción	Sahagún 500 kV	Cerromatoso 500 kV	Chinú 500 kV
1	Subestación nueva	Si	No	No
2	Configuración	Interruptor y medio	Interruptor y medio	Interruptor y medio
3	Tipo de subestación existente	Convencional o GIS o híbrida	Convencional	Convencional

Ítem	Descripción	Sahagún 500 kV	Cerromatoso 500 kV	Chinú 500 kV
4	Agente Responsable de la Subestación	Adjudicatario Convocatoria Pública UPME	INTERCOLOMBIA S.A. E.S.P. – ISA-ITCO,	INTERCOLOMBIA S.A. E.S.P. – ISA-ITCO,

5.1.1 Predio de las Subestación

Nueva Subestación Sahagún 500 kV

El predio de la subestación Sahagún 500 kV será el ofrecido por la empresa Termoeléctrica El Tesorito S.A.S. E.S.P., mediante radicado UPME 20191100080972 del 20 de noviembre de 2019, el cual está ubicado en inmediaciones del municipio de Sahagún del departamento de Córdoba. El área del terreno y costos asociados, se encuentran en la citada comunicación. Es pertinente señalar que Termoeléctrica El Tesorito S.A.S. E.S.P., construirá en este predio el proyecto de generación Tesorito. Las coordenadas aproximadas de la ubicación del predio para el desarrollo de la subestación Sahagún 500 kV son las siguientes (información que deberá verificar el Interesado):

COORDENADAS GEOGRÁFICAS					
Puntos	ESTE	NORTE	Puntos	ESTE	NORTE
P1	847616.814	1448498.258	P17	847297.999	1448067.136
P2	847485.342	1448428.959	P18	847261.010	1448040.001
P3	847449.381	1448410.082	P19	847252.965	1448035.112
P4	847434.079	1448400.997	P20	847240.420	1448028.232
P5	847441.689	1448392.368	P21	847231.083	1447994.516
P6	847446.877	1448381.475	P22	847222.264	1447941.608
P7	847447.395	1448361.245	P23	847223.301	1447880.399
P8	847444.282	1448328.566	P24	847228.488	1447832.159
P9	847433.908	1448297.444	P25	847230.921	1447815.691
P10	847415.752	1448253.353	P26	847385.990	1447760.171
P11	847406.415	1448226.898	P27	847529.350	1447708.702
P12	847399.152	1448197.851	P28	847625.056	1447674.242
P13	847387.221	1448167.765	P29	847696.678	1448220.912
P14	847370.103	1448139.755	P30	847644.715	1448401.365
P15	847351.429	1448113.300	P31	847637.060	1448427.950
P16	847322.899	1448084.253		--	

De acuerdo al comunicado del generador Tesorito (radicado UPME 20191100080972) se dispone de aproximadamente 249.094,09 m² (249 ha) para el desarrollo de las obras del

1 SIN. Este espacio se encuentra en el predio adyacente donde se ubicará la planta de
2 generación propiedad de Termoeléctrica El Tesorito S.A.S. E.S.P.

3
4 No obstante lo anterior, el Inversionista podrá extender el área ofrecida por el generador
5 Tesorito adquiriendo terreno aledaño, en caso de que dicha área no sea suficiente para el
6 desarrollo del SIN.

7
8 Según informa el generador TESORITO en comunicación con radicado UPME
9 20191100080972, surtió el proceso de consulta sobre la necesidad de Diagnóstico
10 Ambiental de Alternativas y está avanzando en el proceso de licenciamiento ambiental,
11 incluso para la subestación. Allí señala que pone a disposición sus avances e indica los
12 costos asociados a los mismos. Complementando la información suministrada por la
13 Termoeléctrica El Tesorito, se tienen los siguientes radicados UPME 20191100085602 del
14 10 de diciembre de 2019 y 20191100089342 del 20 de diciembre del mismo año.

15
16 El Inversionista deberá dotar la Subestación Sahagún 500 kV del espacio físico necesario
17 para la construcción de las obras objeto de la presente Convocatoria Pública UPME 09-
18 2019 y los espacios de reserva definidos en el numeral 5.1.2 de este Anexo 1.

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

27
28 En el predio usado para el desarrollo de las obras, el inversionista deberá analizar todos los
29 posibles riesgos físicos y tenerlos en cuenta y en cualquier caso, deberán considerar los
30 posibles riesgos de inundación, condición que deberá ser investigada en detalle por el
31 inversionista.

32 **5.1.2 Espacios de Reserva**

33
34 Los espacios de reserva futuros del STN y STR son objeto de la presente Convocatoria
35 Pública UPME y por tanto deben ser adecuados y dotados con las obras y equipos
36 constitutivos del módulo común, como se describe en el numeral 5.1.5 del presente Anexo
37 1; sin embargo, los equipos eléctricos no son parte de la presente Convocatoria. Los
38 anteriores espacios de reserva podrán ser dispuestos para otros niveles de tensión según
39 necesidades del SIN y previa definición por parte de la UPME, lo cual no alterará lo exigido
40 como espacio en el presente numeral.

1 **A nivel del STN (para activos de uso):**
2

- 3 • En la Subestación Sahagún 500 kV se deberán incluir espacios de reserva para la
4 instalación de activos de uso, terrenos que no serán objeto de cobros a futuro:
5
6 ○ Cinco (5) bahías de línea a 500 kV por lo que se deberá dejar previsto espacios
7 para reactores inductivos de línea con sus respectivos equipos de control y
8 maniobra bajo carga y cada reactor deberá contar con reactor de neutro.
9
10 ○ Tres (3) bahías de transformación a 500 kV.

11
12 **A nivel del STR (para activos de uso):**
13

- 14 ○ Espacio para una nueva subestación a 110 kV en tecnología convencional
15 (aislada en aire), en configuración doble barra más seccionador de transferencia,
16 con sus respectivos equipos y/o elementos de patio, vías y casa de control, etc.
17 ○ Espacio disponible para la futura instalación de tres (3) bancos de
18 autotransformadores 500/110 kV – 150 MVA (3X50 MVA) cada uno junto con su
19 unidad de reserva (1X50 MVA) con cambio rápido.
20 ○ Tres (3) bahías de transformación a 110 kV.
21 ○ Cuatro (4) bahías de línea a 110 kV.
22 ○ Una (1) bahía de acople de barras.
23

24 El Inversionista deberá dejar adecuado el terreno para la fácil instalación de los equipos en
25 los espacios de reserva objeto de la presente Convocatoria Pública, deberá dejar explanado
26 y/o nivelado el terreno de los espacios de reserva y deberá realizar las obras civiles básicas
27 necesarias para evitar que dicho terreno se deteriore. Adicionalmente, tanto los espacios
28 de reserva como las obras básicas asociadas, deberán estar incluidas dentro del
29 mantenimiento que el Inversionista realice a la Subestación, hasta tanto sean ocupados.
30

31 El Transmisor preparará un documento en el cual se indiquen las características de los
32 espacios de reserva establecidos en el presente Anexo 1 y planos con la disposición
33 propuesta de la ubicación, canalizaciones, distribución de los equipos en los espacios de
34 reserva, planos electromecánicos y de obras civiles, y en general toda la ingeniería básica
35 asociada. Esto deberá ser entregado al Interventor quien verificará el cumplimiento de las
36 exigencias para los espacios de reserva y su correcto dimensionamiento.
37

38 Se debe garantizar que los espacios de reserva (no utilizados por el presente Proyecto) en
39 las Subestaciones del STN y/o del STR no se verán afectados o limitados para su
40 utilización, por infraestructura (equipos, línea, edificaciones, etc.) desarrollada en el marco
41 de la presente Convocatoria Pública.
42

1 Se aclara que los equipos a instalarse en los espacios de reserva no son parte del proyecto
2 objeto de la presente Convocatoria Pública. Sin embargo, para las bahías objeto de la
3 presente Convocatoria Pública que queden en diámetros incompletos y puedan utilizarse
4 para ampliaciones futuras, también estará a cargo de la presente Convocatoria el enlace
5 con el otro barraje, de tal manera que dicho enlace pueda ser removido fácilmente en caso
6 de instalación de nuevos equipos.

7
8 Espacios de reserva adicionales a los listados en el presente numeral, podrán ser provistos
9 por el Adjudicatario según su decisión o acuerdos con terceros interesados (Operadores de
10 Red o generadores o grandes consumidores, etc). No obstante, **estos espacios de reserva
11 adicionales no son objeto de la presente Convocatoria**, por ello sus costos no podrán
12 ser incluidos en la Propuesta Económica y las condiciones de entrega no son las
13 enmarcadas en el presente Anexo. El nivel de adecuación de los terrenos, la definición de
14 las áreas, sus costos, entre otros aspectos, deberán ser acordados con el tercero en el
15 respectivo Contrato de Conexión, si hay lugar a ello.

16
17 Adicionalmente, en la Subestación Sahagún 500 kV el Inversionista deberá prever el
18 espacio de reserva para la instalación de los activos de conexión del generador
19 correspondiente a dos bahías (un diámetro completo), aclarando que el costo del predio
20 asociado no serán objeto de la presente convocatoria UPME 09-2019, sino que estará a
21 cargo del generador TESORITO. Para esto se deberán lograr acuerdos que se consignarán
22 en el contrato de conexión de tal manera que la estimación aquí señalada podrá cambiar
23 en función de dichos acuerdos.

24
25 El generador TESORITO deberá hacerse cargo de extender el barraje en lo que sea
26 necesario para su conexión. Las características de la extensión del barraje, deberán ser
27 igual o superior a las definidas por el inversionista de la convocatoria UPME 09-2019. Los
28 asuntos relacionados con explanación, nivelación del terreno, mantenimiento y obras
29 necesarias del espacio de reserva para los activos de conexión del generador, serán objeto
30 de acuerdos entre la partes.

31 32 **5.1.3 Conexiones con Equipos Existentes**

33
34 El Inversionista seleccionado deberá proveer los equipos necesarios para hacer
35 completamente compatibles los equipos en funcionalidad y en aspectos de
36 comunicaciones, medida, control y protección, con la infraestructura existente que pueda
37 verse afectada por el desarrollo del Proyecto.

38
39 Cuando el Inversionista considere la necesidad de hacer modificaciones a la infraestructura
40 existente, deberá acordar estas modificaciones en el contrato de conexión con el
41 responsable y propietario de los activos relacionados y si es del caso, ponerlo en
42 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 la
4 topología de las Subestaciones, incluyendo las reservas para el STN, STR, activos de
5 conexión y SDL. Se deberá dar cumplimiento con lo señalado en el numeral 3.1 del presente
6 Anexo 1.

7
8 **5.1.5 Infraestructura y Módulo Común**

9
10 El Inversionista seleccionado deberá realizar la implementación y mantenimiento de todas
11 las obras y equipos constitutivos del módulo común como se describe a continuación:

12
13 El Inversionista debe prever el espacio necesario para el desarrollo actual del patio de
14 conexiones a 500 kV y los espacios de reserva definidos en el numeral 5.1.2. del presente
15 anexo, junto con los espacios de acceso, vías internas, edificios, cerramientos, iluminación
16 interior y exterior, etc, según se requiera, considerando la disponibilidad de espacio en los
17 predios actuales y las eventuales restricciones o condicionantes que establezca el
18 ordenamiento territorial en el área, igualmente estarán a cargo del Inversionista, las vías de
19 acceso a predios de las Subestaciones y/o adecuaciones que sean necesarias en las
20 subestaciones existentes para el desarrollo de las obras objeto de la presente Convocatoria
21 Pública.

22
23 El Inversionista deberá suministrar todos los elementos necesarios para la infraestructura y
24 módulo en la subestación y/o adecuaciones que sean necesarias, es decir las obras civiles
25 y los equipos que sirven a la subestación y que son utilizados por todas las bahías de la
26 subestación, son objeto de la presente Convocatoria Pública. La infraestructura y módulo
27 común de la nueva Subestación, estarán conformados como mínimo por los siguientes
28 componentes:

- 29
30 • **Infraestructura civil:** En el caso de las obras a cargo del Inversionista y para los
31 espacios de reserva, está compuesta por: vías internas de acceso a los patios de
32 conexiones y/o adecuación de las existentes; adecuación del terreno, filtros y
33 drenajes, pozos sépticos y de agua y/o conexión al acueducto/alcantarillado
34 vecinos, si existen, alumbrado interior y exterior y cárcamos comunes, y en general,
35 todas aquellas obras civiles utilizadas de manera común en la subestación. En el
36 caso particular de las obras a cargo del Inversionista, es su responsabilidad el
37 proveer todo lo necesario para su construcción, protección física, malla de puesta a
38 tierra, y se deberán proveer los puntos de conexión para la ampliación de la malla
39 de puesta a tierra para las futuras instalaciones.

40

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

17 La Interventoría analizará todas las previsiones que faciliten la evolución de las obras
18 descritas en el Numeral 2 del presente Anexo 1, e informará a la UPME el resultado de su
19 análisis.
20

21 La medición para efectos comerciales, se sujetará a lo establecido en la regulación
22 pertinente, en particular el Código de Medida (Resolución CREG 038 de 2014 o aquella que
23 la modifique o sustituya).
24

25 El dimensionamiento de la infraestructura incluido edificios, pórticos, vías, etc., deberá
26 considerar las reservas objeto de la presente Convocatoria pública.
27

28 Nota 1: El Adjudicatario deberá prever y dejar disponible al Inversionista del STR, todas las
29 facilidades para que pueda dar cumplimiento a sus responsabilidades, en lo referente a
30 conexiones de potencia, protecciones, control, comunicaciones y medidas, sin limitarse a
31 éstas.
32

33 Nota 2: El Inversionista deberá realizar la adecuación y mantenimiento de los espacios de
34 reserva para futuras ampliaciones de la subestación indicados en este Anexo, en relación
35 a la explanación y adecuación de la plataforma, el suministro del material de grava, vías
36 perimetrales y de un adecuado sistema de filtros y drenajes que evite posibles inundaciones
37 de las áreas de reserva. Estas labores de adecuación y mantenimiento de las reservas
38 futuras estarán a cargo del Inversionista desde la puesta en servicio del proyecto hasta el
39 momento de inicio de las obras de ampliación en las áreas de reserva. La construcción de
40 la malla de tierra en los espacios de reserva para desarrollos futuros no hace parte del
41 alcance del Inversionista dentro de esta Convocatoria Pública, pero si se deberán proveer

1 los puntos de conexión para la ampliación de la malla existente para las ampliaciones
2 futuras.

3 4 **5.2 Normas para Fabricación de los Equipos**

5
6 El Inversionista deberá suministrar equipos en conformidad con la última edición de las
7 Normas *International Electrotechnical Commission – IEC, International Organization for*
8 *Standardization – ISO, ANSI – American National Standards Institute, International*
9 *Telecomunicaciones Union - ITU-T, Comité Internacional Spécial des Perturbations*
10 *Radioélectriques – CISPR*. El uso de normas diferentes deberá ser sometido a
11 consideración del Interventor quien conceptuará sobre su validez en aspectos
12 eminentemente técnicos y de calidad.

13 14 **5.3 Condiciones Sísmicas de los equipos**

15
16 Los suministros deberán tener un nivel de desempeño sísmico clase III de acuerdo con la
17 publicación IEC 60068-3-3 “*Guidance Seismic Test Methods for Equipments*” o de acuerdo
18 con la publicación IEEE-693 Recommended Practice for Seismic Design of Substations, en
19 su última versión y la de mayores exigencias. El Transmisor deberá entregar copias al
20 Interventor de las memorias de cálculo en donde se demuestre que los suministros son
21 aptos para soportar las condiciones sísmicas del sitio de instalación.

22 23 **5.4 Procedimiento General del Diseño**

24
25 Este procedimiento seguirá la siguiente secuencia:

- 26
27 a) Inicialmente, el Transmisor preparará las Especificaciones Técnicas del Proyecto, que
28 gobernarán el desarrollo total del Proyecto.

29
30 En dicho documento se consignará toda la normatividad técnica, y las especificaciones
31 para llevar a cabo la programación y control del desarrollo de los trabajos;
32 especificaciones y procedimientos para adelantar el Control de Calidad en todas las
33 fases del Proyecto; las definiciones a nivel de Ingeniería Básica tales como: resultados
34 de estudios del sistema eléctrico asociado con el Proyecto; parámetros básicos de
35 diseño (corrientes nominales, niveles de aislamiento, capacidades de cortocircuito,
36 tiempos de despeje de falla, entre otros); hojas de datos de los equipos; diagramas
37 unifilares generales; especificaciones técnicas detalladas de los equipos y materiales;
38 filosofía de control, medida y protección; previsiones para facilitar la evolución de la
39 Subestación; especificaciones de Ingeniería de Detalle; procedimientos y
40 especificaciones de pruebas en fábrica; procedimientos de transporte, almacenamiento
41 y manejo de equipos y materiales; los procedimientos de construcción y montaje; los
42 procedimientos y programaciones horarias durante los cortes de servicio de las

1 instalaciones existentes que guardan relación con los trabajos del Proyecto; los
2 procedimientos de intervención sobre equipos existentes; los procedimientos y
3 especificación de pruebas en campo, los procedimientos para efectuar las pruebas
4 funcionales de conjunto; los procedimientos para desarrollar las pruebas de puesta en
5 servicio, los procedimientos de puesta en servicio del Proyecto y los procedimientos de
6 operación y mantenimiento.

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

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

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

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

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

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

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

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

5.4.1 Los documentos de Ingeniería Básica

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

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

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

5.4.1.1 Memorias de cálculo electromecánicas

- Criterios básicos de diseño electromecánico
- Memoria de medida de resistividad del terreno
- Memoria de dimensionamiento de cárcamos, ductos y bandejas porta-cables
- Memoria de dimensionamiento de los servicios auxiliares AC.
- Memoria de dimensionamiento de los servicios auxiliares DC.
- Memoria de cálculo de distancias mínimas y de seguridad.
- Memoria de dimensionamiento de transformadores de tensión y corriente
- Coordinación de aislamiento y estudio de sobretensiones
- Memoria de cálculo del sistema de puesta a tierra
- Memoria de cálculo sistema de apantallamiento
- Memoria de cálculo de aisladores de alta y media tensión
- Memoria de cálculo selección de conductores aéreos y barrajes.
- Memoria de cálculo selección de cables aislados de media tensión (si aplica).
- Memoria de cálculo del sistema de iluminación exterior e interior.
- Análisis de identificación de riesgos.

5.4.1.2 Especificaciones equipos

- 1 • Especificación técnica equipos de patio.
- 2 • Especificación técnica sistema de puesta a tierra.
- 3 • Especificación técnica sistema de apantallamiento.
- 4 • Especificación técnica dispositivos de protección contra sobretensiones.
- 5 • Especificación técnica gabinetes de control y protección.
- 6 • Especificación técnica equipos de medida, control, protección y comunicaciones
- 7 (bahías de línea y de transformadores desfasadores).
- 8 • Especificación técnica de cables desnudos, para barrajes e interconexión de
- 9 equipos.
- 10 • Especificación funcional del sistema de control.
- 11 • Lista de señales para sistema de control, de los equipos de la subestación.
- 12 • Especificación técnica de los servicios auxiliares ac / dc.
- 13 • Especificación técnica del sistema de alumbrado interior y exterior.
- 14 • Especificaciones técnicas para montaje electromecánico, pruebas individuales de
- 15 equipos, pruebas funcionales y de puesta en servicio.

17 **5.4.1.3 Características técnicas de los equipos**

- 18
- 19 • Características técnicas, equipos.
- 20 - Interruptores
- 21 - Seccionadores.
- 22 - Transformadores de corriente.
- 23 - Transformadores de tensión.
- 24 - Descargadores de sobretensión.
- 25 - Aisladores y cadenas de aisladores.
- 26 - Trampas de onda (si aplica)
- 27 • Dimensiones de equipos.
- 28 • Características técnicas, cables de fuerza y control.
- 29 • Características técnicas, dispositivo de protección contra sobretensiones
- 30 • Características técnicas, sistema de automatización y control.
- 31 • Características técnicas, sistema de comunicaciones.
- 32 • Características de equipos y materiales del sistema de servicios auxiliares AC/DC.
- 33 • Características técnicas, cables desnudo para interconexión de equipos y barrajes.

35 **5.4.1.4 Planos electromecánicos**

- 36
- 37 • Diagrama unifilar de la subestación
- 38 • Diagrama unifilar con características de equipos
- 39 • Diagrama unifilar de control y protecciones.
- 40 • Diagrama unifilar de medidas.

- 1 • Diagrama unifilar servicios auxiliares AC/DC.
- 2 • Arquitectura sistema de control de la subestación.
- 3 • Planimetría del sistema de apantallamiento
- 4 • Planimetría del sistema de puesta a tierra.
- 5 • Planos de disposición física de equipos (planta y secciones).
- 6 • Planos de disposición de gabinetes y equipos en sala de control.
- 7 • Planos ubicación de equipos en sala de control.
- 8 • Elevación general de edificaciones y equipos.
- 9 • Planimetría del sistema de iluminación interior y exterior.
- 10 • Planos de detalles de montaje y de ruta de bandejas porta-cables, cárcamos y
- 11 tuberías.
- 12 • Planimetría de aisladores y cadenas de aisladores.
- 13 • Plano de disposición física de conectores
- 14 • Planimetría general de nomenclatura operativa.

15

16 **5.4.1.5 Planos de obras civiles**

17

- 18 • Plano localización de la subestación.
- 19 • Plano disposición de cimentaciones de equipos.
- 20 • Plano cimentación de equipos y pórticos.
- 21 • Plano de drenajes de la subestación.
- 22 • Plano de cárcamos y ductos para cables en patio.
- 23 • Plano de cárcamos y ductos para cables en sala de control.
- 24 • Planos casa de control.
- 25 • Plano disposición de bases para equipos en sala de control.
- 26 • Plano cerramiento de la subestación.
- 27 • Plano obras de adecuación.

28

29 **5.4.1.6 Estudios y trabajos de campo**

30

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

39 **5.4.2 Los documentos de la Ingeniería de Detalle**

40

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

6
7 Todos los documentos de Ingeniería de Detalle serán entregados por el Inversionista
8 seleccionado al Interventor para su revisión, verificación del cumplimiento de condiciones y
9 para conocimiento de la UPME. Sobre cada uno de estos documentos, la Interventoría
10 podrá solicitar aclaraciones o justificaciones que estime conveniente, haciendo los
11 comentarios respectivos al Inversionista seleccionado y a la UPME si es del caso.

12
13 Los documentos que sirven para hacer el seguimiento a los suministros, serán aquellos que
14 preparen y entreguen los proveedores y fabricantes de los equipos y materiales. Estos
15 documentos serán objeto de revisión por parte de la Interventoría quien formulará los
16 comentarios y pedirá aclaraciones necesarias al Inversionista seleccionado.

17
18 Los documentos que especifiquen y muestren los resultados de las pruebas en fábrica y en
19 campo, la puesta en servicio, la operación del Proyecto y el mantenimiento, serán objeto de
20 revisión por parte de la Interventoría, quien hará los comentarios al Inversionista
21 seleccionado y a la UPME si es del caso.

22
23 Con base en los comentarios, observaciones o conceptos realizados por la Interventoría, la
24 UPME podrá trasladar consultas al Inversionista seleccionado.

25
26 La siguiente es la lista de documentos y planos mínimos de la Ingeniería de Detalle:

27 28 **5.4.2.1 Cálculos detallados de obras civiles**

- 29
- 30 • Criterios básicos de diseño de obras civiles.
- 31 • Dimensiones y pesos de equipos.
- 32 • Memorias de cálculo estructural para las cimentaciones de equipos de patio.
- 33 • Memorias de cálculo estructural para cimentación del edificio de control y de la
34 caseta de relés.
- 35 • Memoria de cálculo muro de cerramiento
- 36 • Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras soporte de equipos.
- 37 • Memorias de cálculo estructural para canaletas de cables eléctricos exteriores y
38 cárcamos interiores en edificio de control y casetas de relés.
- 39 • Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras de pórticos de líneas y
40 barrajes.

- 1 • Memorias de cálculo para vías, parqueos y zonas de maniobra en pavimento
- 2 rígido.
- 3 • Memoria de cálculo estructural para canaletas de cables exteriores e interiores en
- 4 casa de control.
- 5 • Memoria de cálculo para el sistema de drenaje de aguas lluvias.
- 6 • Memoria de cálculo sistema de acueducto.

7

8 **5.4.2.2 Planos de obras civiles**

9

- 10 • Planos para construcción de bases para equipos
- 11 • Planos estructurales con árboles de carga para construcción de estructuras
- 12 soporte para equipos y pórticos.
- 13 • Planos para construcción de cimentaciones para equipos.
- 14 • Planos para construcción de cárcamos de cables, ductos y cajas de tiro.
- 15 • Planos para construcción de acabados exteriores
- 16 • Planos para construcción del sistema de drenajes y aguas residuales
- 17 • Planos estructurales para construcción de caseta de control, ubicación bases de
- 18 tableros, equipos y canales interiores.
- 19 • Planos arquitectónicos y de acabados para la caseta de control.
- 20 • Planos para construcción de vías

21

22 **5.4.2.3 Diseño detallado electromecánico**

23

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

32

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

36

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

- 38 • Planos de malla de puesta a tierra planta y detalles de conexiones a equipos y
- 39 estructuras.
- 40 • Lista de materiales referenciados sobre planos.
- 41 • Plano de detalles de conexión de equipos y tableros a la malla de tierra.

- 1 • Memorias de cálculo de diseño de la malla de puesta a tierra.
- 2 • Procedimiento para la medida de la resistencia de puesta a tierra, según el RETIE.
- 3 • Procedimiento para la medida de las tensiones de paso y contacto, según el
- 4 RETIE.
- 5
- 6 **b. Equipos principales:**
- 7 • Equipos de Patio: Disposición general de la planta y cortes del patio de
- 8 conexiones, incluyendo las distancias entre los centros (ejes) de los equipos.
- 9 • Peso de cada uno de los equipos y localización del centro de masa con relación al
- 10 nivel rasante del patio.
- 11 • Características geométricas de equipos y peso de los soportes de equipos,
- 12 sistemas de anclaje.
- 13 • Diseño de las cimentaciones de los equipos de patio.
- 14 • Dimensiones requeridas para canales de cables de potencia y cables de control.
- 15 Diseño civil de los canales de cables.
- 16 • Diseño geométrico y sistemas de fijación de las bandejas portacables y de ductos
- 17 para cables entre los equipos y las bandejas.
- 18 • Localización, geometría y sistemas de anclaje de los gabinetes de conexión.
- 19
- 20 **c. Equipos de patio:**
- 21 • Para equipos de corte y derivación de línea y transformación, transformadores de
- 22 medida, descargadores de sobretensiones.
- 23 - Diagramas eléctricos completos para control, señalización, etc, hasta borneras
- 24 de interconexión.
- 25 - Características técnicas definitivas, dimensiones y pesos.
- 26 - Placas de características técnicas.
- 27 - Información técnica complementaria y catálogos.
- 28 - Manuales detallados para montaje de los equipos.
- 29 - Manuales detallados para operación y mantenimiento.
- 30 - Protocolo de pruebas en fábrica.
- 31 - Procedimiento para pruebas en sitio.
- 32
- 33 **d. Para tableros:**
- 34 • Diagramas esquemáticos que incluyan todos los circuitos de A.C. y D.C.
- 35 • Diagramas eléctricos completos hasta borneras de interconexión para circuitos de
- 36 control, señalización y protección.
- 37 • Lista de instrumentos de control medida, señalización, protecciones, fusibles, etc.,
- 38 que serán instalados en los tableros, suministrando información técnica y
- 39 catálogos respectivos con indicación clara del equipo suministrado.
- 40 • Planos de disposición física de elementos y equipos dentro de los tableros.
- 41 • Instrucciones detalladas de pruebas y puesta en servicio.

- 1 • Elaboración de planos desarrollados, esquemáticos de control, protección, medida,
2 telecontrol y teleprotección, incluyendo:
3 - Diagramas de principio y unifilares
4 - Diagramas de circuito
5 - Diagramas de localización exterior e interior.
6 - Tablas de cableado interno y externo.
7 - Disposición de aparatos y elementos en tableros de control.
8 - El Inversionista debe entregar al Interventor como mínimo, los siguientes
9 diagramas de principio:
10 ▪ Diagramas de protección y del sistema de gestión de los relés.
11 ▪ Diagramas del sistema de control de la subestación.
12 ▪ Diagramas de medición de energía.
13 ▪ Diagramas lógicos de enclavamientos.
14 ▪ Diagramas de comunicaciones.
15 - Diagramas de bloque para enclavamientos eléctricos de toda la Subestación.
16 - Listado de cables y borneras.
17 - Planos de Interfase con equipos existentes.
18 - Filosofía de operación de los sistemas de protección, control, sincronización,
19 señalización y alarmas.
20
21 **e. Reportes de Pruebas:**
22 - Treinta (30) días calendario posterior a la fecha en la cual se efectuó la última
23 prueba, el Inversionista deberá suministrar a la Interventoría dos (2) copias que
24 contengan cada uno un juego completo de todos los reportes de pruebas de
25 fábrica por cada uno de los equipos de potencia, control, protección, medida,
26 comunicaciones, etc, que hayan sido suministrados.
27 Las instrucciones deberán estar en idioma español.

28 **5.4.3 Estudios del Sistema**

29 Bajo esta actividad, el Inversionista seleccionado deberá presentar al Interventor para los
30 fines pertinentes a la Interventoría los estudios eléctricos que permitan definir los
31 parámetros útiles para el diseño básico y detallado de la Subestación y de las Líneas; entre
32 todos los posibles, se destacan como mínimo la elaboración de los siguientes documentos
33 técnicos y/o memorias de cálculo:
34

- 35 - Condiciones atmosféricas del sitio de instalación, parámetros ambientales y
36 meteorológicos, contaminación ambiental, estudios topográficos, geotécnicos, sísmicos
37 y de resistividad del terreno.
38
39 - Cálculo de flechas y tensiones.
40
41
42

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

1 **5.4.4 Distancias de Seguridad**

2
3 Las distancias de seguridad aplicables en las Subestaciones deben cumplir los lineamientos
4 establecidos en el RETIE, en su última revisión y/o actualización.

5
6 **5.5 Equipos de Potencia**

7
8 **5.5.1 Interruptores**

9
10 Los interruptores de potencia, deben cumplir las prescripciones de la última edición de las
11 siguientes normas, o su equivalente ANSI, según aplique al tipo de equipo a suministrar:

- 12
13 • IEC 62271-100: "High-voltage alternating current circuit-breakers"
14 • IEC 60694: "Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear
15 standards".
16 • IEC 60265-2: " High-voltage switches- Part 2: High-voltage switches for rated
17 voltages of 52 kV and above"
18 • IEC 60376: "Specification of technical grade sulfur hexafluoride (SF6) for use in
19 electrical equipment".
20 • IEC 62155: "Hollow pressurized and unpressurized ceramic and glass insulators for
21 use in electrical equipment with rated voltages greater than 1000 V".
22 • IEEE Std. 693-2005: "Recommended practice for seismic design of substations".

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

28
29 **Mecanismos de operación:** Los armarios y gabinetes deberán tener como mínimo el grado
30 de protección IP54 de acuerdo con IEC 60947-1 o su equivalente en ANSI, el mecanismo
31 de operación será tipo resorte. No se permitirán fuentes centralizadas de aire comprimido
32 o aceite para ninguno de los interruptores. Los circuitos de fuerza y control deben ser
33 totalmente independientes.

34
35 **Pruebas de rutina:** Los interruptores deben ser sometidos a las pruebas de rutina
36 establecidas en la publicación IEC 62271-100 o su equivalente en ANSI. Copia de los
37 respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para fines pertinentes de la
38 Interventoría.

39
40 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una
41 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre interruptores iguales o similares a los

1 incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 62271-100 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:** se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las
6 condiciones de estado y funcionamiento de los interruptores de Potencia.

7 8 **5.5.2 Descargadores de Sobretensiones**

9
10 Los descargadores de sobretensiones, deben cumplir las prescripciones de la última edición
11 de las siguientes normas o su equivalente ANSI, según aplique al tipo de equipo a
12 suministrar:

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

17
18
19 **Pruebas de rutina:** Los descargadores deben ser sometidos a las pruebas de rutina
20 establecidas en la publicación IEC 60099-4 o su equivalente en ANSI. Copia de los
21 respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para los fines que requiera la
22 Interventoría.

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

29
30 **Pruebas en Sitio:** Se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las
31 condiciones de estado y funcionamiento de los descargadores.

32 33 **5.5.3 Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra**

34
35 Los Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra, deben cumplir las prescripciones
36 de la última edición de las siguientes normas o su equivalente ANSI, según se aplique al
37 tipo de equipo a suministrar:

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

- 1 • IEC 60273: "Characteristics of indoor and outdoor post insulators for systems with
- 2 nominal voltages greater than 1000 V".
- 3 • IEC 60694 "Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear
- 4 standards".
- 5

6 Los seccionadores podrán ser de accionamiento tripolar y deberán poseer mecanismos de
7 operación manual y motorizado, dispuestos en gabinetes de acero galvanizado o aluminio,
8 con grado de protección IP54. El mecanismo de operación deberá ser suministrado con
9 contactos auxiliares, eléctricamente independientes y deberá contar con un sistema de
10 condena que evite la operación eléctrica y mecánica.

11 El control del mecanismo de operación podrá ser operado local o remotamente y el modo
12 de operación se podrá realizar mediante un selector de tres posiciones: LOCAL-
13 DESCONECTADO-REMOTO. La operación local se realizará mediante dos pulsadores:
14 CIERRE y APERTURA. El mecanismo de operación debe tener claramente identificadas
15 las posiciones de cerrado (I) y abierto (O).

16 Para los seccionadores con cuchilla de puesta a tierra, se deberá suministrar un
17 enclavamiento eléctrico y mecánico que no permita cerrar el seccionador mientras la
18 cuchilla de puesta a tierra esté cerrada.

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

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

28 **Pruebas en Sitio:** se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las
29 condiciones de estado y funcionamiento de los seccionadores.

30 **5.5.4 Transformadores de Tensión**

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

- 1 • IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su
- 2 equivalente en ANSI.
- 3 • IEC 60044-2: "Inductive Voltage Transformers"
- 4 • Publicación IEC 60186, "Voltaje Transformers", IEC 60358, "Coupling capacitor and
- 5 capacitor dividers".
- 6 • Publicación IEC-61869-1/3/5: "Inductive/capative Voltage Transformers".
- 7 • IEC 60296: "Specification for unused mineral insulating oils for transformers and
- 8 switchgear"
- 9

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

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

26
27 **Pruebas en Sitio:** Se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las
28 condiciones de estado y funcionamiento de los Transformadores de Tensión.

30 5.5.5 Transformadores de Corriente

31
32 Los Transformadores de Corriente deben cumplir las prescripciones de la última edición de
33 las siguientes normas, o su equivalente en ANSI, según se aplique al tipo de equipo a
34 suministrar:

- 35
- 36 • IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su
- 37 equivalente en ANSI.
- 38 • IEC 60044-1: "Current Transformers".
- 39 • IEC-61869-1/2: "Current Transformers: General requirements".
- 40

1 Los transformadores de corriente deben ser de relación múltiple con cambio de relación en
2 el secundario. Deben tener precisión 0.2s, según IEC o su equivalente en ANSI, y
3 específicamente, cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG
4 025 de 1995, en su última revisión.

5
6 **Pruebas de rutina:** Los transformadores de corriente deben ser sometidos a las pruebas
7 de rutina establecidos en la publicación IEC 60044-1 e IEC 60044-6 o su equivalente en
8 ANSI, Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados para fines
9 pertinentes de la Interventoría.

10
11 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una
12 copia de los reportes de pruebas tipo hechas sobre transformadores de corriente iguales o
13 similares a los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60044-1 e IEC
14 60044-6, o su equivalente en ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos documentos
15 deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.

16
17 **Pruebas en Sitio:** Se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las
18 condiciones de estado y funcionamiento de los transformadores de corriente.

19 **5.5.6 Equipo GIS o Híbrido**

20
21
22 En caso que el equipo propuesto por el Inversionista sea GIS (Gas Insulated Substations)
23 o Híbrido, además de cumplir con las normas antes mencionadas, debe cumplirse la
24 siguiente normatividad:

25
26 Los equipos componentes de la celda compacta, híbrida o GIS, deberán cumplir con las
27 características técnicas garantizadas que les aplique de los equipos individuales tal como
28 lo indicado en estas especificaciones.

- 29
30
- 31 • Instrument transformer – IEC6189
 - 32 • Insulation Coordination – IEC60071
 - 33 • High voltage switchgear and controlgear - IEC62271
 - 34 • Insulated bushings above 1000V – IEC60137
 - 35 • Partial discharge measurement – IEC60270
 - 36 • Specification and acceptance of new SF6 - IEC60376
 - 37 • Guide for checking SF6 - IEC 60480
 - 38 • Common clauses or HV switchgear and controlgears standards - IEC62271-1
 - 39 • Guide for selection of insulators in respect of pulled conditions - IEC60815-1/2
 - 40 • Cable connections of gas insulated metal-enclosed switchgears – IEC 62271-209
 - 41 • Use and handling SF6 in HV switchgears and controlgears – IEC62271-303
 - Direct connection between GIS and power transformer - IEC61639

1
2 El equipo GIS será sometido a pruebas de rutina que consisten en pruebas de alta tensión,
3 pruebas mecánicas y pruebas de gas.

4
5 Se deben suministrar certificados de pruebas tipo de pruebas de alta tensión, prueba de
6 temperatura, prueba de gas y prueba sísmica.

7 8 **5.5.7 Sistema de Puesta A Tierra**

9
10 Deberá diseñarse para que en condiciones normales y anormales, no se presente ningún
11 peligro para el personal situado en cualquier lugar de la subestación, al que tenga acceso.

12
13 Todos los requerimientos para la malla de tierra de la nueva Subestación y en las
14 subestaciones existentes (si aplica), estarán de acuerdo a la última revisión de la
15 publicación IEEE No.80-2013 "Guide for Safety and Alternating Current Substation
16 Grounding" e IEEE Std. 81-2012 "Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance,
17 and Earth Surface Potentials of a Grounding System". El diseño, materiales y validación
18 del sistema de puesta a tierra deberán cumplir con los requerimientos que le apliquen del
19 artículo 15° del RETIE en su última versión.

20
21 Todos los elementos sin tensión como equipos, estructuras metálicas expuestas y no
22 expuestas, accesorios metálicos, aisladores de soporte y otros, se conectarán directamente
23 a la malla de tierra en el punto más cercano y conveniente, utilizando empalmes de
24 soldadura exotérmica.

25
26 La malla de tierra se diseñará para cubrir efectivamente la subestación completa y
27 garantizar el control de las tensiones de toque y de paso hasta 1,0 m por fuera de la cerca
28 o malla de cerramiento de la subestación, según requerimiento del RETIE.

29
30 Para propósitos del diseño final del sistema de tierra el Transmisor realizará los ensayos de
31 resistividad en el sitio, con el objeto de comprobar la resistividad del terreno, y realizará las
32 mediciones de resistencia de puesta a tierra y de las tensiones de paso y contacto, según
33 los requerimientos del RETIE en su última versión, de tal manera que se garantice la
34 seguridad de las personas en torno a la subestación.

35 36 **5.5.8 Apantallamiento de la Subestación**

37
38 El diseño del sistema de apantallamiento de la nueva subestación Sahagún 500 kV, deberá
39 realizar una evaluación del nivel de riesgo de las instalaciones ante descargas atmosféricas
40 directas de acuerdo con los procedimientos de la norma IEC 62305-2 "Protection against
41 lightning – Part 2: Risk management".

42

1 El diseño del sistema de apantallamiento deberá considerar elementos captadores de
2 descargas atmosféricas como cables de guarda y puntas captadoras de material apropiado
3 para las condiciones ambientales existentes en el sitio, particularmente del nivel cerámico,
4 y deberá ser verificado según el método electrogeométrico referido en las normas IEC
5 62305-2 o NTC 4552. Todos los cables de guarda serán aterrizados mediante conductores
6 bajantes de cobre que se conectarán con la malla de puesta a tierra mediante soldadura
7 exotérmica. Se deberá garantizar la continuidad de la conexión entre el sistema de
8 apantallamiento y el sistema de puesta a tierra de la subestación.

9
10 Las estructuras no conductoras y edificios requerirán un sistema completo de protección
11 contra descargas atmosféricas, incluyendo puntas captadoras, conductores bajantes y
12 varillas de puesta a tierra. En general los materiales e instalación del RETIE (artículo 16°),
13 la Norma IEEE Std. 998, la Norma NTC-4552-1-2-3 y la Norma IEC-62305-2, en su última
14 versión.

15 **5.6 Equipos de Control y Protección**

16
17
18 Las siguientes son las características principales que deberán cumplir los equipos de
19 control y protección:

20 **5.6.1 Sistemas de Protección**

21
22
23 Los equipos de protección deberán cumplir con las partes pertinentes establecidas en la
24 publicación IEC 60255 “*Electrical relays*”, en la IEC 60870 “*Telecontrol equipments and*
25 *systems*” y en el caso de los registradores de falla, los archivos de datos deberán utilizar el
26 formato COMTRADE (*Common Format for Transient Data Exchange*), recomendación IEEE
27 C37.111 o en su defecto, el Inversionista deberá proveer el software que realice la
28 transcripción del formato del registrador de fallas al formato COMTRADE, o cumplir con las
29 respectivas normas equivalentes ANSI.

30
31 El esquema de protección de líneas deberá ser implementado con dos protecciones
32 principales para líneas de transmisión con principio de operación (diferente algoritmo de
33 cálculo) o diferente fabricante y medición diferente. El esquema completo deberá consistir
34 de relés rápidos para emisión y recepción del disparo directo transferido; falla interruptor;
35 funciones de recierre y verificación de sincronismo, protección de sobretensión; supervisión
36 del circuito de disparo y registro de fallas. La protección de línea debe dar disparo
37 monopolar y tripolar e iniciar el ciclo de recierre. Para el caso de Fibra Óptica dedicada
38 como medio de comunicación para la PPL1 y Fibra Óptica dedicada como medio de
39 comunicación para la PPL2, se entiende como medio de comunicación para la PPL1, un
40 cable diferente al del medio de comunicación para la PPL2. Para el caso de Fibra Óptica
41 dedicada como medio de comunicación para el relé o función de protección distancia ANSI
42 21/21N, el esquema de comunicación se debe implementar con equipos digitales de

1 teleprotección conectados directamente a la fibra óptica. Para el caso de Fibra Óptica
2 multiplexada se entiende como medio de comunicación para la PPL2, un enlace
3 (trayectoria) independiente del medio de comunicación para la PPL1. Para el caso de Fibra
4 Óptica multiplexada, el canal de comunicación no deberá de exceder una asimetría de canal
5 de 5 ms y retardo máximo de 16 ms. Si el medio de comunicación para la protección
6 diferencial de línea ANSI 87L es multiplexado, éste deberá de ser único y dedicado.

7
8 En cualquier caso, el esquema de protección de las nuevas líneas debe ser redundante y
9 definirse considerando el SIR (Source Impedance Ratio), de acuerdo con la metodología
10 de la norma IEEE Std. C37.113 en su última versión. En caso de que se obtenga un SIR
11 mayor a 4, será necesario considerar un esquema de protección totalmente selectivo, según
12 la definición de dicha norma. También deberá garantizar la redundancia de los sistemas y
13 canales de comunicación asociados con las líneas de transmisión objeto de esta
14 Convocatoria, utilizando sistemas de comunicación que usen diferentes medios o
15 tecnologías de envío y recepción de señales de teleprotección en ambos extremos de las
16 líneas.

17
18 Para subestaciones nuevas que lo requieran, el Sistema de Protecciones -SP- para las
19 barras (diferencial de barras) deberá ser redundante con principio de operación diferente
20 (diferente algoritmo de cálculo) o diferente fabricante. Adicionalmente deberán
21 seleccionarse de acuerdo con la configuración de la subestación. La alimentación DC de
22 cada sistema de protección debe ser independiente; las señales de corriente deben ser
23 tomadas, para cada SP, desde núcleos diferentes de los CT's y cada SP de manera
24 independiente, debe tener la posibilidad de comandar disparo a ambas bobinas de los
25 interruptores. Los SP diferenciales de barra, deben ser seleccionados considerando las
26 bahías a construirse objeto de la presente Convocatoria y las ampliaciones futuras que se
27 instalarán en los espacios de reserva, y deberán permitir la conexión de CT's con diferentes
28 relaciones de transformación. El inversionista deberá implementar protección diferencial de
29 barras multizona y de fase segregada para las subestaciones nuevas.

30
31 Las bahías deberán estar acopladas al esquema de protección diferencial de barras de la
32 Subestación, que deberá ser un sistema de protección diferencial distribuido que permita el
33 mantenimiento de cada unidad individualmente con la protección en operación continua.

34
35 Cada una de las nuevas bahías de línea en la subestación Sahagún 500 kV deberá contar
36 con un módulo de bahía que se acople en operación y mantenimiento a la protección
37 diferencial de barras existente en la subestación.

38
39 Los relés de protección, y registradores de fallas deberán ser de estado sólido, de
40 tecnología numérica o digital. Los relés de protección, y los registradores de fallas deben
41 incorporar dispositivos de prueba que permitan aislar completamente los equipos de los
42 transformadores de medida de los circuitos de disparo, polaridades y del arranque de la

1 protección por falla en interruptor, de tal manera que no se afecte ningún otro equipo de
2 forma automática sin tener que hacer puentes externos. Los equipos deberán contar con
3 todos los módulos, tarjetas y elementos que sean necesarios para las labores de búsqueda
4 de fallas paramétricas de los relés de protección y registradores de fallas.

5
6 El Interventor verificará e informará a la UPME el cumplimiento de requisitos de las
7 protecciones según lo solicitado en este Anexo 1 y en la Resolución CREG 025 de 1995,
8 anexo CC4 y sus modificaciones.

9
10 **5.6.2 Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones**

11
12 La arquitectura del sistema de automatización estará constituida por los subsistemas y
13 equipos que conforman los niveles 0, 1, 2 y 3 según la siguiente arquitectura:
14

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

Nivel	Descripción	Modos de Operación
	<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>	
1	<p>Controladores de bahía, que se encargan de la adquisición de datos, cálculos, acciones de control y procesamiento de la información relacionada con los dispositivos en cada campo y sistema de servicios auxiliares de la Subestación. A través del panel frontal de cada controlador de bahía, se debe proporcionar un nivel básico de acceso al personal de operación para la supervisión y control de los equipos de campo asociados al controlador respectivo.</p>	<p>Para el equipo de alta tensión y los servicios auxiliares, los modos corresponden al mando de los equipos de maniobra desde el controlador de bahía a través del panel frontal.</p> <p>Para subestaciones de tipo convencional, se deberá prever la utilización de casetas de patio.</p>
	<p>Comunicaciones e interfaces Nivel 1 y 0. Corresponde a la comunicación entre los controladores de bahía, los IEDs y al cableado convencional de las señales individuales de entrada y salida asociadas con los equipos de potencia en el patio de la Subestación. Deberá haber integración de las protecciones con el Sistema de Automatización.</p>	
0	<p>Conformado por los equipos de patio (interruptores, seccionadores, transformadores de potencia y de instrumentación, reactores, bancos de capacitores, etc.), por los servicios auxiliares de la Subestación (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</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</p>

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

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 incremente el número de bahías en la Subestación 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

35 **5.6.3 Unidad de medición fasorial sincronizada - medidores multifuncionales**

36
37
38 En la subestación nueva debe instalarse unidades de medición fasorial -PMU- para cada
39 bahía (línea, transformación o compensación, etc) objeto de la presente Convocatoria, y en
40 configuración interruptor y medio se deberá garantizar un PMU por corte, incluyendo el corte
41 central. Deberá tener entradas de corriente independiente por bahía o corte instalado.

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

9
10 Deberá existir un tablero independiente para concentrar la información sincrofásorial, en
11 donde el operador nacional instalará un concentrador de datos fasoriales -PDC- y otros
12 dispositivos asociados. El tablero suministrado por el inversionista deberá estar provisto de
13 servicios de energía con las mismas características de los tableros de control de la
14 Subestación. El inversionista deberá permitir al operador nacional las labores de gestión y
15 mantenimiento de los equipos instalados en este tablero.

16
17 La comunicación entre las PMU y el PDC será provistas y mantenidas por el inversionista,
18 a través de una red de comunicación redundante local y deberá permitir el intercambio de
19 información con la red del sistema de control a través de los mecanismos de seguridad
20 apropiados. Esta red deberá ser independiente de la red de gestión de protecciones, pues
21 sobre la primera el operador nacional deberá poder tener acceso remoto para gestionar las
22 PMU. La comunicación desde la Subestación (o desde el PDC) hacia el sistema que
23 disponga el operador nacional, será responsabilidad de este último, según lo establecido
24 en la resolución CREG 080 de 1999.

25
26 Las unidades de medición fasorial sincronizada deben cumplir con el estándar más reciente
27 IEEE C37.118 o aquel que lo reemplace en el momento de su adquisición. Estos equipos
28 deberán contar con la capacidad de ser actualizados cuando la norma IEEE de medición
29 fasorial sea revisada.

30
31 Los medidores multifuncionales deben tomar sus señales de los transformadores de
32 medida, para determinación de parámetros eléctricos tales como: tensión, corriente,
33 potencia activa, potencia reactiva, energía activa, factor de potencia y frecuencia. Deben
34 contar con emisor de impulsos o un sistema de registro comunicado con niveles superiores.
35 Deben cumplir con todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG 025 de
36 1995, en su última revisión, especialmente lo referente al Código de Medida y sus anexos.

37 38 **5.6.4 Controladores de Bahía**

39
40 Los controladores de bahía son los encargados de recibir, procesar e intercambiar
41 información con otros equipos de la red, deben ser multifuncionales y programables. Los
42 controladores de bahía deben ser compatibles con los estándares EMC y aptos para

1 aplicación en subestaciones eléctricas de alta y extra alta tensión; el Inversionista deberá
2 presentar al Interventor los certificados de pruebas que lo avalen.

3
4 A partir de entradas/salidas, el equipo podrá manejar la lógica de enclavamientos y
5 automatismos de la bahía, por lo que en caso necesario deben tener capacidad de
6 ampliación de las cantidades de entradas y salidas instaladas en el equipo para cubrir los
7 requerimientos de la bahía que controlan. Los controladores de bahía deben contar con un
8 diagrama mímico amplio en LCD que permitirá las siguientes funcionalidades como mínimo:

- 9
10
- Despliegue del diagrama mímico de la bahía que muestre la información del proceso.
 - Despliegue de alarmas.
 - Despliegue de eventos.
 - Despliegue de medidas de proceso de la bahía.
 - Control local (Nivel 1) de los equipos que forman parte de la bahía.
 - Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de función.
 - Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.
- 11
12
13
14
15
16
17
18
19

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

22
23 Estos equipos también deberán ser capaces de recibir una señal de sincronización horaria
24 para hacer el estampado de tiempo al momento de recibir un evento.

25 26 **5.6.5 Controlador de los Servicios Auxiliares**

27
28 Debe ser diseñado, probado y ampliamente utilizado en subestaciones de alta tensión.
29 Debe permitir la medida, supervisión y control de los servicios auxiliares del Proyecto y
30 contar con los mismos protocolos del controlador de bahía.

31
32 Debe preparar y enviar la información asociada con los servicios auxiliares a la interfaz IHM
33 y a los niveles superiores. Debe integrarse al sistema de control de la Subestación y estar
34 sincronizados con todos los dispositivos de la Subestación. El controlador de servicios
35 auxiliares debe contar con un mímico amplio en LCD que permitirá las siguientes
36 funcionalidades como mínimo:

- 37
38
- Despliegue del diagrama mímico de la bahía.
 - Despliegue de alarmas.
 - Despliegue de eventos.
 - Despliegue de medidas de tensión y de corriente.
- 39
40
41

- Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de función.
- Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.

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

5.6.6 Switches

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

- 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.

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

5.6.7 Interfaz Nivel 2 - Nivel 1

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

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

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

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

4 5 **5.6.8 Equipos y Sistemas de Nivel 2**

6 7 **5.6.8.1 Controlador de la Subestación**

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

17
18 Adicionalmente el controlador de la Subestación, debe centralizar información de los relés
19 de protección, los registradores de fallas y los medidores multifuncionales, conformando la
20 red de ingeniería de la Subestación, la cual debe permitir acceso local y remoto para
21 interrogación, configuración y descarga de información de los relés, de los registradores de
22 fallas y los medidores multifuncionales. Deben suministrarse todos los equipos, accesorios,
23 programas y bases de datos requeridos para implementar un sistema de gestión de
24 protecciones y registradores de fallas para la Subestación.

25 26 **5.6.8.2 Registradores de Fallas**

27
28 Los registradores de falla deberán programarse de manera que al ocurrir una falla, la
29 descarga del archivo con los datos de la falla, se realice automáticamente a un equipo de
30 adquisición, procesamiento y análisis, en el cual se realizará la gestión de los registros de
31 falla provenientes de equipos instalados en las bahías del Proyecto, incluyendo
32 almacenamiento, despliegue, programación e interrogación remota, cumpliendo con lo
33 establecido en el Código de Redes CREG 025 de 1995, en su última revisión.

34 35 **5.6.8.3 Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación**

36
37 El sistema de supervisión local debe efectuar el monitoreo y control del proceso a través de
38 una IHM conformada básicamente por computadores industriales y software tipo SCADA.
39 Las pantallas o monitores de IHM deben ser suficientemente amplias para mostrar la
40 información del proceso.
41

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

- 4
- 5 • Adquisición de datos y asignación de comandos.
- 6 • Auto-verificación y auto-diagnóstico.
- 7 • Comunicación con el CND.
- 8 • Comunicación con la red de área local.
- 9 • Facilidades de mantenimiento.
- 10 • Facilidades para entrenamiento.
- 11 • Función de bloqueo.
- 12 • Función de supervisión.
- 13 • Funciones del Controlador de Subestación a través del IHM.
- 14 • Guía de operación.
- 15 • Manejo de alarmas.
- 16 • Manejo de curvas de tendencias.
- 17 • Manejo de mensajes y consignas de operación.
- 18 • Marcación de eventos y alarmas.
- 19 • Operación de los equipos.
- 20 • Programación, parametrización y actualización.
- 21 • Reportes de operación.
- 22 • Representación visual del proceso mediante despliegues de los equipos de la
- 23 Subestación, incluidos los servicios auxiliares y las redes de comunicaciones.
- 24 • Secuencia de eventos.
- 25 • Secuencias automáticas.
- 26 • Selección de los modos de operación, local, remoto y enclavamientos de operación.
- 27 • Supervisión de la red de área local.

28 **5.6.9 Requisitos de Telecomunicaciones**

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

31 **5.7 Obras Civiles**

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



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

9
10 El Interventor conceptuará para la UPME y hará seguimiento al cumplimiento de los
11 aspectos regulatorios, el RETIE y las normas legales aplicables a los diseños para
12 construcción de las obras civiles. Únicamente se podrá realizar obra civil con base en planos
13 de construcción previamente aprobados. El Interventor informará a la UPME y hará el
14 seguimiento correspondiente al cumplimiento de las normas técnicas. El Transmisor deberá
15 presentarle al Interventor la siguiente información:

- 16 • Memorias de cálculo que soporten los diseños.
- 17 • Planos de construcción completamente claros, con secciones, detalles completos,
18 listas y especificaciones de los materiales para la ejecución de las obras.
- 19 • Una vez finalizadas las obras debe actualizarse los planos de construcción y
20 editarse la versión denominada “tal como construido” que incluye las modificaciones
21 hechas en campo verificadas por el Interventor.

22 23 24 **5.8 Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento**

25
26 En los edificios a cargo del Inversionista o en las adecuaciones a lo existente, se deberá
27 diseñar, suministrar e instalar todos los elementos necesarios para la instalación de puntas
28 tipo Franklin, suministrar e instalar todos los elementos necesarios para la construcción de
29 la red de puesta a tierra del apantallamiento electromagnético tales como bajantes, platinas
30 de cobre, varillas de puesta a tierra y redes de tierra.

31
32 Los diseños y la instalación son responsabilidad del Inversionista. La malla de puesta a
33 tierra del proyecto debe ser en cable de cobre suave, electrolítico, desnudo, recocado, sin
34 estañar, trenzado en capas concéntricas. La malla de tierra, deberá ser diseñada siguiendo
35 los lineamientos de la norma ANSI/IEEE Std 80 y Std 81 tal que garanticen la seguridad del
36 personal, limitando las tensiones de toque y paso a valores tolerables. Adicionalmente,
37 tanto la malla de puesta a tierra como el sistema de apantallamiento deberán cumplir con
38 los requerimientos técnicos de diseño e implementación, que le apliquen, según los
39 artículos 15° y 16° del RETIE, respectivamente, en especial en cuanto a materiales e
40 interconexión.

41

6. ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO

6.1 Pruebas y Puesta en Servicio

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

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

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

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

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

6.2 Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio

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

- Presentación del Proyecto al Centro Nacional de Despacho CND.
- Formatos con información técnica preliminar para la realización de estudios.

- 1 • Diagrama Unifilar.
- 2 • Estudio de ajuste y coordinación de protecciones de los equipos y el área de influencia
- 3 del Proyecto. El área de influencia definida para el estudio de ajuste y coordinación de
- 4 protecciones, de este proyecto, deberá ser acordada con el CND.
- 5 • Lista disponible de señales de SCADA y requerimiento de comunicaciones.
- 6 • Cronograma de desconexiones y consignaciones.
- 7 • Cronograma de pruebas.
- 8 • Protocolo y formatos para la declaración de los parámetros del equipo y sus bahías con
- 9 información definitiva.
- 10 • Protocolo de energización.
- 11 • Inscripción como agente y de la frontera comercial ante el ASIC.
- 12 • Certificación de cumplimiento de código de conexión otorgado por el propietario del
- 13 punto de conexión.
- 14 • Carta de declaración en operación comercial.
- 15 • Formatos de Información técnica. Los formatos son corrientemente elaborados y
- 16 actualizados por el CND.

17

18 **7 ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN**

19

20 Según el Código de Operación del Sistema Interconectado Nacional (Resolución CREG
21 025 de 1995 y sus actualizaciones) y otra regulación de la CREG que sea aplicable.

22

23

24 **8 INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO**

25

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

29

30 **9 INFORMACIÓN ESPECÍFICA**

31

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

39

40 **10 FIGURAS**

41

- 1 La siguiente es la lista de figuras referenciadas en este documento:
- 2
- 3 Figura 1 - Diagrama Esquemático del Proyecto.
- 4
- 5 Figura 2 - Diagrama Unifilar Subestación Sahagún 500 kV.