



**Unidad de Planeación  
Minero Energética**

**REPÚBLICA DE COLOMBIA**

**MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA  
(MME)**

**UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO-ENERGÉTICA  
(UPME)**

**CONVOCATORIA PÚBLICA UPME 02 DE 2024  
(UPME 02 – 2024)**

**SELECCIÓN DE UN INVERSIONISTA Y UN INTERVENTOR PARA EL DISEÑO,  
ADQUISICIÓN DE LOS SUMINISTROS, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y  
MANTENIMIENTO DE LA NUEVA SUBESTACIÓN MAGANGUÉ 500 kV Y LÍNEAS DE  
TRANSMISIÓN ASOCIADAS.**

**DOCUMENTOS DE SELECCIÓN DEL INVERSIONISTA**

**ANEXO NO. 1**

**DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO**

**Bogotá D. C., septiembre de 2024**



## Unidad de Planeación Minero Energética

### TABLA DE CONTENIDO

1		
2		
3		
4	1.	CONSIDERACIONES GENERALES ..... 5
5	1.1.	Requisitos Técnicos Esenciales ..... 5
6	1.2.	Definiciones ..... 6
7	2.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ..... 6
8	2.1.	Objeto del Proyecto. .... 6
9	2.2.	Descripción de Obras en las Subestaciones..... 9
10	2.2.1.	Descripción de Obras en la Subestación Magangué 500 kV..... 9
11	2.3.	Puntos de Conexión del Proyecto..... 9
12	2.3.1.	En la Subestación Magangué 500 kV. .... 10
13	2.3.2.	En la Línea Chinú – El Copey 500 kV ..... 11
14	3.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES ..... 11
15	3.1.	Parámetros del Sistema ..... 12
16	3.2.	Nivel de Corto Circuito..... 12
17	3.3.	Materiales..... 13
18	3.4.	Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible ..... 13
19	3.5.	Licencias, Permisos, Compromisos y Contrato de Conexión ..... 13
20	3.6.	Pruebas en Fábrica ..... 14
21	4.	ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 500 kV..... 14
22	4.1.	General ..... 14
23	4.2.	Ruta de las Líneas de Transmisión..... 16
24	4.3.	Longitud de las Líneas..... 17
25	4.4.	Especificaciones de diseño y construcción Líneas ..... 18
26	4.4.1.	Aislamiento ..... 18
27	4.4.2.	Conductores de Fase ..... 18
28	4.4.3.	Cable(s) de Guarda ..... 19
29	4.4.4.	Puesta a Tierra de las Líneas ..... 19
30	4.4.5.	Transposiciones de Línea..... 20
31	4.4.6.	Estructuras ..... 20
32	4.4.7.	Localización de Estructuras ..... 21
33	4.4.8.	Sistema Antivibratorio, Amortiguadores y Espaciadores - Amortiguadores ..... 21
34	4.4.9.	Cimentaciones..... 22
35	4.4.10.	Canalizaciones, cajas e instalación de cables para tramos de Líneas subterráneas o subfluviales..... 22
36	4.4.11.	Señalización Aérea ..... 23
37	4.4.12.	Desviadores de vuelo para aves ..... 23
38	4.4.13.	Obras Complementarias ..... 24
39	4.5.	Informe Técnico..... 24
40	5.	ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN..... 24
41	5.1.	General ..... 24
42	5.1.1.	Predio de las Subestación ..... 25
43	5.1.2.	Espacios de Reserva ..... 26
44	5.1.3.	Conexiones con Equipos Existentes ..... 28
45	5.1.4.	Servicios Auxiliares..... 28
46		



## Unidad de Planeación Minero Energética

1	5.1.5. Infraestructura y Módulo Común.....	28
2	5.2. Normas para Fabricación de los Equipos .....	30
3	5.3. Condiciones Sísmicas de los equipos.....	30
4	5.4. Procedimiento General del Diseño .....	30
5	5.4.1. Los documentos de Ingeniería Básica .....	32
6	5.4.1.1. Memorias de cálculo electromecánicas.....	32
7	5.4.1.2. Especificaciones equipos.....	32
8	5.4.1.3. Características técnicas de los equipos .....	33
9	5.4.1.4. Planos electromecánicos .....	33
10	5.4.1.5. Planos de obras civiles .....	34
11	5.4.1.6. Estudios y trabajos de campo .....	34
12	5.4.2. Los documentos de la Ingeniería de Detalle .....	34
13	5.4.2.1. Cálculos detallados de obras civiles.....	35
14	5.4.2.2. Planos de obras civiles .....	35
15	5.4.2.3. Diseño detallado electromecánico.....	36
16	5.4.3. Estudios del Sistema .....	38
17	5.4.4. Distancias de Seguridad .....	39
18	5.5. Equipos de Potencia.....	39
19	5.5.1. Interruptores .....	39
20	5.5.2. Descargadores de Sobretensiones.....	40
21	5.5.3. Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra.....	41
22	5.5.4. Transformadores de Tensión .....	42
23	5.5.5. Transformadores de Corriente .....	42
24	5.5.6. Equipo GIS o Híbrido.....	43
25	5.5.7. Sistema de Puesta A Tierra .....	44
26	5.5.8. Apantallamiento de la Subestación.....	44
27	5.6. Equipos de Control y Protección.....	45
28	5.6.1. Sistemas de Protección .....	45
29	5.6.2. Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones.....	46
30	5.6.2.1. Características Generales.....	48
31	5.6.3. Unidad de medición fasorial sincronizada - medidores multifuncionales .....	49
32	5.6.4. Controladores de Bahía .....	50
33	5.6.5. Controlador de los Servicios Auxiliares .....	51
34	5.6.6. Switches .....	52
35	5.6.7. Interfaz Nivel 2 - Nivel 1.....	52
36	5.6.8. Equipos y Sistemas de Nivel 2.....	52
37	5.6.8.1. Controlador de la Subestación .....	52
38	5.6.8.2. Registradores de Fallas .....	53
39	5.6.8.3. Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación .....	53
40	5.6.9. Requisitos de Telecomunicaciones.....	54
41	5.7. Obras Civiles .....	54
42	5.8. Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento.....	55
43	6. ESPECIFICACIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DEL PROYECTO .....	55
44	6.1. Pruebas y Puesta en Servicio.....	55
45	6.2. Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio .....	56
46	7. ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN.....	56



## Unidad de Planeación Minero Energética



1	8. INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO .....	56
2	9. INFORMACIÓN ESPECÍFICA.....	56
3	10. FIGURAS .....	57
4		



## Unidad de Planeación Minero Energética

### ANEXO NO. 1 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO

#### 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 - DSI de la Convocatoria Pública UPME 02 – 2024.

Toda mención efectuada en este documento a “Condiciones Generales”, “Anexo”, “Formulario”, “Formato”, “Literal”, y “Numeral”, se deberá entender efectuada a las Condiciones Generales, Anexos, Formularios, Formatos, Literales, y Numerales de este documento, respectivamente, 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 DSI, 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 DSI, en el Código de Redes de la CREG (Resolución CREG 025 de 1995 y sus actualizaciones, en especial CREG 098 de 2000), 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, julio 2014 y abril 2024. 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 DSI, en el Código de Redes y en los reglamentos técnicos que expida el Ministerio de Minas y Energía - MME. Adicionalmente, se deberá considerar las condiciones técnicas existentes en los puntos de conexión de tal forma que los diferentes sistemas sean compatibles y permitan la operación según los estándares de seguridad, calidad y confiabilidad establecidos en la regulación.

##### 1.1. Requisitos Técnicos Esenciales

De acuerdo con la legislación colombiana y en particular, con lo establecido en la última versión del RETIE, vigente en la fecha de apertura de esta Convocatoria, Resolución MME 40117 de abril de 2024, Libro 3, Capítulo II, Requerimientos generales de las instalaciones eléctricas; para el Proyecto será obligatorio que el diseño, construcción, operación y mantenimiento, debe ser dirigida, supervisada y ejecutada por personas técnicas y legalmente competentes, que según la ley colombiana les faculte para efectuar esa actividad, como se establece en el Título 2 del RETIE.

Como requisito general, de mandatorio cumplimiento, aplicable a todos los aspectos técnicos y/o regulatorios que tengan que ver con el RETIE, con el Código de Redes, con normas técnicas



## Unidad de Planeación Minero Energética

1 nacionales o internacionales y con resoluciones de la CREG y del Ministerio de Minas y Energía  
2 - MME, se establece que, de producirse una revisión o una actualización de cualquiera de los  
3 documentos mencionados, antes del inicio de los diseños según Cronograma presentado por  
4 el Transmisor y aprobado por la UPME, la última de estas revisiones o actualizaciones, en cada  
5 uno de los aspectos requeridos, primará sobre cualquier versión anterior de los citados docu-  
6 mentos.

### 7 8 **1.2. Definiciones**

9  
10 Las expresiones que figuren con letra mayúscula inicial tendrán el significado establecido en el  
11 Numeral 1.1 de las Condiciones Generales de los DSI.

## 12 13 **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### 14 15 **2.1. Objeto del Proyecto.**

16  
17 La presente Convocatoria Pública, que se rige por estos DSI, tiene por objeto seleccionar un  
18 Inversionista que se encargue de realizar el Proyecto que comprende, entre otras posibles, las  
19 siguientes actividades:

- 20
- 21 (i) La definición de las especificaciones técnicas de la nueva Subestación Magangué 500  
22 kV y Líneas de transmisión asociadas;
  - 23
  - 24 (ii) La preconstrucción de las obras que requiera el Proyecto, (incluyendo firma del Con-  
25 trato con la Fiducia para contratar la Interventoría, diseños, servidumbres, estudios,  
26 Contratos de Conexión, licencias ambientales y demás permisos, licencias o coordina-  
27 ciones interinstitucionales requeridas para iniciar la construcción, costos y viabilidad  
28 ambiental del proyecto);
  - 29
  - 30 (iii) La construcción de las obras necesarias (incluyendo las resultantes de los Contratos  
31 de Conexión y cualquier obra que se requiera para la viabilidad ambiental del Proyecto,  
32 garantizando desde el punto de vista jurídico, la disponibilidad de los predios requeridos  
33 para la construcción de tales obras); y
  - 34
  - 35 (iv) La administración, operación y mantenimiento del Proyecto durante veinticinco (25)  
36 años contados desde la Fecha Oficial de Puesta en Operación.
  - 37

38 En términos generales, el Proyecto consiste en el diseño, adquisición de los suministros, cons-  
39 trucción, pruebas, puesta en servicio, operación y mantenimiento de las obras asociadas al  
40 Proyecto nueva Subestación Magangué 500 kV y Líneas de transmisión asociadas, identificado  
41 como proyecto urgente según resolución de la Unidad de Planeación Minero Energética - UPME  
42 número 000727 de septiembre de 2024, "Por la cual se identifican y priorizan los proyectos  
43 Nueva subestación S/E Magangué 500/110 kV - STN, Nueva subestación S/E Magangué  
44 500/110 kV - STR, Instalación de un SVC de 80 MVAR en la subestación Ínsula 115 kV, Insta-  
45 lación de un SVC de 30 MVAR en la subestación Cértegui 115 kV, como proyectos urgentes, en  
46 los términos de las Resoluciones MME 90604 de 2014 y CREG 093 de 2014". El Proyecto debe



## Unidad de Planeación Minero Energética

1 entrar en operación a más tardar el 31 de diciembre de 2028, siendo esta fecha parte integral  
2 del Proyecto, el cual comprende:

3  
4 (i) Construcción de la Subestación Magangué 500 kV en configuración interruptor y medio,  
5 con dos (2) bahías de Línea y dos (2) bahías de transformación con sus respectivos cortes  
6 centrales para conformar dos (2) diámetros completos a 500 kV, a ubicarse en inmediacio-  
7 nes del Municipio de Magangué en el departamento de Bolívar.

8  
9 (ii) Construcción de una Línea de doble circuito a 500 kV desde la nueva Subestación Magan-  
10 gué 500 kV (ítem i del presente numeral), hasta interceptar la Línea existente Chinú – El  
11 Copey 500 kV, para reconfigurarla en Chinú - Magangué – El Copey 500 kV. Hacen parte  
12 de este alcance las conexiones, desconexiones y adecuaciones requeridas para la recon-  
13 figuración mencionada.

14  
15 (iii) Se deben incluir todos los elementos y adecuaciones tanto eléctricas como físicas neces-  
16 rias para cumplir con el objeto de la presente Convocatoria durante la construcción, opera-  
17 ción y mantenimiento de las obras, garantizando siempre su compatibilidad con la infraes-  
18 tructura existente. Estas acciones incluyen sistemas de control, protecciones, medida, co-  
19 municaciones e infraestructura asociada, entre otras, sin limitarse a estos.

20  
21 (iv) Los espacios de reserva establecidos en el numeral 5.1.2 del presente documento.

22  
23 Adicionalmente, las siguientes notas tienen carácter vinculante frente al alcance de la presente  
24 Convocatoria:

25  
26 1. A las bahías de transformación, en la Subestación Magangué se conectarán dos (2) ban-  
27 cos de autotransformadores a 500/110 kV de 150 MVA cada uno, cada dos banco contará  
28 con una unidad monofásica de respaldo de 50 MVA. Se aclara que estos bancos de trans-  
29 formación y sus respectivas bahías en el lado de baja tensión (110 kV), no hacen parte  
30 del objeto de la presente Convocatoria Pública, por tratarse de activos del STR. La fron-  
31 tera entre el Inversionista de la presente Convocatoria y el Inversionista del STR en la  
32 Subestación Magangué, será en los bornes de alta tensión de cada uno de los bancos de  
33 transformación.

34  
35 2. Los Diagramas Unifilares, hacen parte del Anexo No. 1. El Inversionista seleccionado,  
36 buscando una disposición con alto nivel de confiabilidad, podrá modificar la disposición  
37 de las bahías en los diagramas unifilares, previa revisión y concepto del Interventor, y  
38 aprobación por parte de la UPME. Si la propuesta de modificación presentada involucra  
39 o afecta a terceros como otros usuarios o propietarios de activos en Subestación (exis-  
40 tente o ampliación), deberán establecerse acuerdos previos a la solicitud.

41  
42 3. Corresponde a los involucrados en las Subestaciones, llegar a acuerdos para la ubicación  
43 y/o disposición física de equipos en la Subestación. En cualquier caso, se debe garantizar  
44 una disposición de alto nivel de confiabilidad.

45



## Unidad de Planeación Minero Energética

- 1 4. Todos los equipos o elementos por instalar, con motivo de la presente Convocatoria Pública UPME, deberán ser completamente nuevos y de última tecnología.
- 2
- 3
- 4 5. Están a cargo del Inversionista seleccionado, todos los elementos necesarios para la construcción, operación y mantenimiento de las obras, como por ejemplo sistemas de control, protecciones, comunicaciones e infraestructura asociada, sin limitarse a estos, y debe garantizar su compatibilidad con la infraestructura existente. En general, el Inversionista se debe hacer cargo de las adecuaciones necesarias para cumplir con el alcance del presente proyecto.
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11 6. El inversionista seleccionado será responsable de contemplar un posible cambio, modificación o traslado de los reactores existentes en los extremos de la línea Chinú – Copey 500 kV de propiedad de ISA Intercolombia S.A. E.S.P.
- 12
- 13
- 14
- 15 7. En la Página Electrónica de la presente Convocatoria Pública, se encuentra disponible la información técnica y Costos de Conexión remitidos por ISA Intercolombia S.A. E.S.P., con radicado UPME 20241110168752 del 26 de julio de 2024. La información suministrada por la UPME no representa ninguna limitante y deberá ser evaluada por el Inversionista para lo de su interés, en concordancia con los numerales 5.5, Estudios Propios del Proponente, y 5.6, Responsabilidad, de las Consideraciones Generales de los DSI de la presente Convocatoria Pública.
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23 8. Hace parte de la presente Convocatoria el suministro, construcción, pruebas, puesta en servicio, operación y mantenimiento del cable de potencia (conductor de fase para la conexión entre las bahías de transformación y los bornes de alta de los transformadores del STR), junto con las obras civiles y elementos necesarios asociados a los cables de potencia (estructuras de apoyo, aisladores, soportes, canalizaciones, protecciones y demás elementos de requerirse). Lo anterior aplica hasta los 200 metros de conductor por fase, sin importar la distancia entre la salida de las bahías de transformación y los bornes de alta de los transformadores del STR.
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30
- 31
- 32 9. La ubicación de la nueva Subestación Magangué 500 kV deberá cumplir con lo señalado en el numeral 5.1.1. del presente Anexo.
- 33
- 34
- 35 10. El Inversionista seleccionado deberá garantizar que los espacios de reserva (no utilizados por el presente Proyecto) en las subestaciones intervenidas, no se verán afectados o limitados para su utilización, por infraestructura (equipos, Línea, edificaciones, etc.) desarrollada en el marco de la presente Convocatoria Pública. El Interventor deberá certificar el cumplimiento de la exigencia antes indicada. Lo anterior no implica que los espacios ocupados por las bahías construidas en la presente convocatoria se deban reponer en otro lugar, con excepción de aquellos casos en que el propietario de la Subestación lo hubiese declarado antes del inicio de la convocatoria.
- 36
- 37
- 38
- 39
- 40
- 41
- 42
- 43
- 44 11. El Inversionista seleccionado para la presente Convocatoria, deberá analizar y tomar las precauciones, realizar todos los estudios que apliquen y tomar cualquier medida preventiva o correctiva en todas las etapas del proyecto, incluida la operación y mantenimiento,
- 45
- 46



## Unidad de Planeación Minero Energética

1 con el fin que no existan afectaciones en el Sistema Interconectado Nacional - SIN por  
2 cualquier circunstancia que involucre o se derive de sus activos.

### 3 4 **2.2. Descripción de Obras en las Subestaciones**

#### 5 6 **2.2.1. Descripción de Obras en la Subestación Magangué 500 kV.**

7  
8 El Inversionista seleccionado deberá hacerse cargo de la selección y adquisición del lote o área,  
9 el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de las obras descritas en el numeral  
10 2, incluyendo los espacios de reserva definidos.

11  
12 La nueva Subestación Magangué 500 kV deberá ser construida en configuración interruptor y  
13 medio, y los equipos a instalar podrán ser convencionales AIS (Air Insulated Substations), tipo  
14 GIS (tomado de la primera letra del nombre en inglés "Gas Insulated Substations" Subestacio-  
15 nes aisladas en gas SF6) o una solución híbrida, de tipo exterior o interior según sea el caso,  
16 cumpliendo con la normatividad técnica aplicable y todos los demás requisitos establecidos en  
17 los DSI.

18  
19 Se aclara que, dada la cantidad de bahías a instalar mediante la presente Convocatoria, la  
20 subestación no estará inicialmente en interruptor y medio, sin embargo, para efectos del diseño,  
21 suministro, construcción, alcance y todas las obligaciones de la presente Convocatoria se con-  
22 sidera en configuración interruptor y medio.

23  
24 El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad de las nuevas bahías de líneas y de trans-  
25 formación, en funcionalidad y en aspectos de potencia, comunicaciones, control y protecciones  
26 con la infraestructura existente.

27  
28 El diagrama unifilar de la nueva Subestación Magangué 500 kV se muestra en el Anexo 1.2.

29  
30 Los equipos o elementos por instalar deberán ser completamente nuevos y de última tecnolo-  
31 gía.

32  
33 El Inversionista deberá implementar redundancia en los canales de comunicación utilizando  
34 diferentes medios o tecnologías para el envío y la recepción de señales entre los extremos de  
35 las Líneas de transmisión. El Inversionista seleccionado deberá verificar que, con los equipos  
36 a instalar en las subestaciones, se eviten puntos comunes de fallas. Lo anterior con el fin de  
37 incrementar la fiabilidad de los esquemas de teleprotección de las Líneas de transmisión, ante  
38 mantenimientos o contingencias sobre uno de los sistemas de comunicación.

### 39 40 **2.3. Puntos de Conexión del Proyecto**

41  
42 El Inversionista seleccionado, además de adquirir el predio y/o los espacios para la presente  
43 Convocatoria Pública, independiente de la modalidad (compra o arrendamiento, etc.), deberá  
44 tener en cuenta lo definido en el Código de Conexión (Resolución CREG 025 de 1995 y sus  
45 modificaciones) y las siguientes consideraciones en cada uno de los puntos de conexión, para



## Unidad de Planeación Minero Energética

1 los cuales se debe establecer un contrato de conexión con el responsable y/o propietario de los  
2 activos relacionados.

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

### 9 **2.3.1. En la Subestación Magangué 500 kV.**

10  
11 El propietario de la Subestación Magangué 500 kV será el Transmisor resultante de la presente  
12 Convocatoria Pública.

#### 14 **Con el STR:**

15  
16 Se prevé la conexión de dos (2) bancos de transformadores 500/110 kV de 150 MVA cada uno,  
17 cada banco contará con una unidad monofásica de reserva de 50 MVA en la Subestación Ma-  
18 gangué 500 kV. La frontera entre el Transmisor y el STR en la Subestación Magangué 500 kV  
19 será en los bornes de alta de los transformadores.

20  
21 El contrato de conexión entre el Transmisor resultante de la presente Convocatoria Pública  
22 UPME 02 – 2024 con el Operador de Red o con el Transmisor del STR según ocurra, deberá  
23 incluir, entre otros aspectos y según corresponda, lo relacionado con las condiciones para ac-  
24 ceder al uso del terreno para la ubicación de la infraestructura a instalar, el espacio para la  
25 ubicación de los tableros de control y protecciones de los módulos, el enlace al sistema de  
26 control del CND, suministro de servicios auxiliares de AC y DC; y demás acuerdos necesarios  
27 para la conexión de los transformadores del STR. Este contrato de conexión deberá estar fir-  
28 mado por las partes, dentro de los cuatro (4) meses siguientes a la expedición de la Resolución  
29 CREG que oficializa los Ingresos Anuales Esperados del Transmisor Inversionista de la pre-  
30 sente Convocatoria Pública, al menos en sus condiciones básicas (objeto del contrato, terreno  
31 en el cual se realizarán las obras, espacios, ubicación y condiciones para acceder, entrega de  
32 datos sobre equipos y demás información requerida para diseños, obligaciones de las partes  
33 para la construcción, punto de conexión, duración del contrato, etc.), lo cual deberá ser puesto  
34 en conocimiento del Interventor. En el contrato de conexión deberá quedar plasmado entre  
35 otros:

- 37 • Una vez el Inversionista de la presente convocatoria tenga definido el lote en el cual se  
38 ubicará la Subestación Magangué 500/110 kV deberá entregarle al Operador de Red  
39 CaribeMar de la Costa S.A.S. E.S.P. - Afinia, el espacio destinado para las obras del  
40 STR, según lo definido en el numeral 5.1.2. Espacios de Reserva del presente Anexo,  
41 con el fin que este inicie oportunamente los trámites de licenciamiento ambiental del  
42 terreno y las obras del STR.



## Unidad de Planeación Minero Energética

- Una vez el Operador de red obtenga la licencia ambiental, el Inversionista de la presente Convocatoria Pública deberá adecuar los correspondientes espacios del STR, sin embargo, podrán llegar a acuerdos para estos fines. El costo del terreno y sus adecuaciones estarán a cargo del Transmisor Nacional.

No obstante, en caso de requerirse, las partes podrán solicitar a la UPME, con la debida justificación, la modificación de la fecha de firma del contrato de conexión. Esta solicitud deberá ser remitida por los representantes legales de los agentes involucrados.

### 2.3.2. En la Línea Chinú – El Copey 500 kV

El agente responsable de la Línea Chinú – El Copey 500 kV es el Transmisor ISA Intercolombia S.A. E.S.P.

El punto de conexión del Proyecto de la presente Convocatoria Pública en la Línea Chinú – El Copey 500 kV, será en los puntos de seccionamiento de la Línea, para realizar la reconfiguración de la Línea Chinú - Magangué – El Copey 500 kV.

El Inversionista deberá garantizar la compatibilidad con los sistemas de comunicación y control de las bahías de Línea en la Subestación Magangué 500 kV, con los sistemas de las bahías de los extremos de las Líneas, específicamente en las subestaciones Chinú y El Copey 500 kV.

Los contratos de conexión entre el Transmisor resultante de la presente Convocatoria Pública UPME 02-2024 e ISA Intercolombia S.A. E.S.P., deberán incluir, entre otros aspectos y según corresponda, todos los aspectos que tengan que ver con la conexión a la Línea y cambios o ajustes de cualquier índole que deben hacerse en las Subestaciones Chinú y El Copey 500 kV que se generen producto de la reconfiguración de la Línea existente en Chinú - Magangué – El Copey 500 kV. Este contrato de conexión deberá estar firmado por las partes, antes del inicio de la construcción y montaje de las obras, al menos en sus condiciones básicas, lo cual deberá ser puesto en conocimiento del Interventor. No obstante, las partes, en caso de requerirse, podrán solicitar a la UPME, con debida justificación, la modificación del momento en que se firma el contrato de conexión.

### 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

El Interventor informará de manera independiente a la UPME, el cumplimiento de las especificaciones técnicas consignadas en el presente Anexo No. 1. El uso de normas y procedimientos aquí descritos podrá ser modificado en cualquier momento, hasta la fecha de realización de los diseños o de realización de la obra según el caso, sin detrimento del cumplimiento de la regulación y las normas técnicas de obligatorio cumplimiento, asegurando en cualquier caso que los requisitos y calidades técnicas se mantengan, para lo cual deberá previamente comunicarlo y soportarlo al Interventor.

Las Especificaciones contenidas en este Anexo No. 1, se complementan con la información de las subestaciones existentes que se incluyen en los documentos de esta Convocatoria Pública.



## Unidad de Planeación Minero Energética



### 3.1. Parámetros del Sistema

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

#### **Generales:**

Tensión nominal	500 kV
Frecuencia asignada	60 Hz
Puesta a tierra	Sólida
Número de fases	3

#### **Subestaciones 500 kV:**

Servicios auxiliares AC	120/208V, tres fases, cuatro hilos.
Servicios Auxiliares DC	125V
Tipo de la Subestación	Convencional o GIS o un híbrido.
Nivel de aislamiento al impulso tipo rayo	1050 kV
Nivel de aislamiento a frecuencia industrial	460 kV
Configuración de la Subestación	Interruptor y medio.

#### **Línea de transmisión 500 kV:**

Tipo de Línea y estructuras:	Aérea con torres auto-soportadas y/o postes y/o estructuras compactas y/o subterráneas.
Estructuras de soporte:	Para doble circuito.
Circuitos por torre o canalización:	Para líneas aéreas dos (2) circuitos, para líneas subterráneas según diseño.
Conductores de fase:	Ver numeral 4.4.2 del presente Anexo No. 1.
Cables de guarda:	Ver numeral 4.4.3 del presente Anexo No. 1.

La longitud de las Líneas de transmisión de 500 kV, serán función del diseño y estudios pertinentes que realice el Inversionista.

Las Líneas de transmisión podrán ser totalmente aéreas o parcialmente aéreas, subterráneas o subfluviales. Las longitudes reales de las Líneas de transmisión de 500 kV, serán en función del diseño y estudios pertinentes que realice el Inversionista.

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.

### 3.2. Nivel de Corto Circuito

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



## Unidad de Planeación Minero Energética

1 presente Convocatoria no deberá ser inferior a 40 kA para 500 kV. La duración asignada al  
2 corto circuito no podrá ser inferior a los tiempos máximos provistos para interrupción de las  
3 fallas y los indicados en las normas aplicables. Copia del estudio deberá ser entregada al Inter-  
4 ventor para su conocimiento y análisis.

### 6 **3.3. Materiales**

8 Todos los equipos y materiales incorporados al Proyecto deben ser nuevos y de la mejor cali-  
9 dad, de última tecnología y fabricados bajo normas internacionales y sello de fabricación, libres  
10 de defectos e imperfecciones. La fabricación de equipos y estructuras deberán ser tales que se  
11 eviten la acumulación de agua. Todos los materiales usados para el Proyecto, establecidos en  
12 el libro 2 tabla 2.1.2.1.a del RETIE deberán contar con certificado de producto según el numeral  
13 c del Título 2. del RETIE. El Transmisor deberá presentar para fines pertinentes al Interventor  
14 los documentos que le permitan verificar las anteriores consideraciones. En el caso de produ-  
15 cirse una nueva actualización del RETIE antes del inicio de los diseños y de la construcción de  
16 la obra, dicha actualización primará sobre el Reglamento actualmente vigente.

### 18 **3.4. Efecto Corona, Radio-interferencia y Ruido Audible**

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

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

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 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de  
33 Ambiente y Desarrollo Sostenible o aquella que la modifique o sustituya.

### 35 **3.5. Licencias, Permisos, Compromisos y Contrato de Conexión**

37 La consecución de todas las licencias y permisos, así como las modificaciones a que haya  
38 lugar, son responsabilidad del Inversionista. Se debe considerar lo establecido en el capítulo X  
39 de la Ley 143 de 1994, en especial los artículos 52 y 53.

41 Los acuerdos operacionales de coexistencias y contratos de conexión deben considerar lo es-  
42 tablecido en la Resolución 40303 de 2022 del MME.

44 La celebración de los Contratos de Conexión deberá dar prioridad a todos los acuerdos técni-  
45 cos, administrativos, comerciales y operativos de tal forma que no existan imprecisiones en este  
46 aspecto antes de la fabricación de los equipos y materiales del Proyecto. La fecha para haber



## Unidad de Planeación Minero Energética

1 llegado a estos acuerdos técnicos se deberá reflejar como Hito en el Cronograma de la Convo-  
2 catoria, lo cual será objeto de verificación por parte del Interventor.

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

9  
10 Así mismo, en el evento que se presenten casos de superposición de proyectos se debe atender  
11 al compromiso suscrito en el marco de lo dispuesto en el numeral 6.1. literal n) de las Condicio-  
12 nes Generales de los DSI.

### 13 14 **3.6. Pruebas en Fábrica**

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

21  
22 Durante la etapa de fabricación de todos los equipos y materiales de Líneas y Subestación,  
23 estos deberán ser sometidos a todas las pruebas de rutina y aceptación que satisfagan lo esti-  
24 pulado en la norma para cada equipo en particular. Los reportes de prueba de aceptación de-  
25 berán ser avalados por Personal idóneo en el laboratorio de la fábrica.

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

## 32 33 **4. ESPECIFICACIONES PARA LAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 500 kV**

### 34 35 **4.1. General**

36  
37 En la siguiente tabla se presentan las especificaciones técnicas mínimas para las nuevas Lí-  
38 neas de transmisión que el Inversionista construya, lo cual deberá revisar y ajustar una vez  
39 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



## Unidad de Planeación Minero Energética

Línea de 500 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
4	Longitud aproximada	Numeral 4.3	km	Longitud que corresponde desde la nueva SE Magangué 500 kV a interceptar la línea existente Chinú – El Copey 500 kV
5	Altura (estimada) sobre el nivel del mar	Numeral 4.3	msnm	19 m
6	Número de circuitos por torre o canalización	Numeral 3.1	-	Para líneas aéreas dos (2) circuitos, para líneas 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 RE-TIE según aplique	-	-
12	Ancho de servidumbre	Código de Redes o RE-TIE según aplique	-	-
13	Máximo campo eléctrico e interferencia	Código de Redes o RE-TIE 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 <sup>2</sup>	-
15	Condiciones de tendido de los cables	Código de Redes o RE-TIE según aplique	-	-
16	Estructuras	Numeral 4.4.6	-	-
17	Árboles de carga y curvas de utilización	Código de Redes o RE-TIE según aplique	-	-
18	Herrajes	Código de Redes o RE-TIE según aplique	-	-
19	Cadena de aisladores	Código de Redes o RE-TIE según aplique	-	-
20	Diseño de aislamiento	Código de Redes o RE-TIE según aplique	-	-



## Unidad de Planeación Minero Energética

Línea de 500 kV				
Ítem	Descripción	Observación	Unidad	Magnitud
21	Valor resistencia de puesta a tierra	Código de Redes o RE-TIE según aplique	-	-
22	Sistema de puesta a tierra	Código de Redes o RE-TIE según aplique	-	-
23	Salidas por descargas atmosféricas	Código de Redes o RE-TIE según aplique	-	-
24	Cimentaciones	Código de Redes o RE-TIE según aplique	-	-

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

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

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

17 Se aclara que la definición del número de cables de guarda necesarios para la estructura doble  
18 circuito a construir es definido por el Inversionista de la presente Convocatoria. Será el Inver-  
19 sionista quien defina el número de cables de guarda que instalará, pues en cualquier caso  
20 deberá garantizar la protección de los circuitos a instalar en la presente Convocatoria y el cum-  
21 plimiento de las normas técnicas aplicables.  
22

#### 23 4.2. Ruta de las Líneas de Transmisión

24  
25 La selección de la ruta de las Líneas de transmisión objeto de la presente Convocatoria Pública  
26 UPME, será responsabilidad del Inversionista seleccionado. Por lo tanto, a efectos de definir  
27 dicha ruta, será el Inversionista el responsable de realizar investigaciones detalladas y consul-  
28 tas a las Autoridades ambientales, a las Autoridades nacionales, regionales y locales los dife-  
29 rentes Planes de Ordenamiento Territorial, a las Autoridades que determinan las restricciones  
30 para la aeronavegación en el área de influencia del Proyecto y, en general, con todo tipo de  
31 consideraciones, restricciones y reglamentaciones existentes. En consecuencia, deberá trami-  
32 tar los permisos y licencias a que hubiere lugar. Se deberá tener en cuenta que pueden existir  
33 exigencias y/o restricciones de orden nacional, regional o local.  
34

35 La Unidad de Planeación Minero Energética – UPME, no tendrá ningún tipo de responsabilidad  
36 en la planeación, definición, elaboración de estudios, solicitud de licencias o autorizaciones y



## Unidad de Planeación Minero Energética

1 sus modificaciones. Será responsabilidad exclusiva del Inversionista cualquier retraso, demora,  
2 dificultad o imposibilidad de llevar a cabo el proyecto de la manera planeada por la falta de  
3 alguna autorización o licencia.

4  
5 Específicamente para los tramos subterráneos, si se requirieran, durante la selección de la ruta,  
6 deberán identificarse todas las instalaciones subterráneas existentes, así como raíces de árbo-  
7 les, discontinuidades estratigráficas etc., que puedan incidir en ubicación de los cables o ductos  
8 requeridos. Para la determinación de los elementos enterrados se podrá ejecutar, sin limitarse  
9 a ello, un rastreo electromagnético del subsuelo mediante equipo especial para este propósito  
10 tal como el Georradar o Radar de Penetración Terrestre (Ground Penetration Radar –GPR). En  
11 estos tramos deberá tenerse en cuenta la posibilidad de ubicación de las cajas para empalme  
12 o cambio de dirección. También será responsabilidad del Inversionista consultar a las Autori-  
13 dades y/o entidades correspondientes, encargadas de otra infraestructura que pueda estar re-  
14 lacionada.

15  
16 El Inversionista deberá considerar todas las restricciones, precauciones y demás aspectos re-  
17 levantes que se identifiquen en los análisis tendientes a identificar alertas tempranas en la zona  
18 del proyecto.

19  
20 A modo informativo, el Inversionista podrá consultar el documento denominado **Alertas Tem-**  
21 **pranas de Segundo Momento** para el proyecto “**UPME 02-2024 Nueva Subestación Magan-**  
22 **gué 500/110 kV y obras asociadas**”, el cual corresponde una caracterización ilustrativa que  
23 no puede o debe considerarse como una asesoría en materia de inversiones, legal, fiscal o de  
24 cualquier otra naturaleza por parte de la UPME o sus funcionarios, empleados, asesores, agen-  
25 tes y/o representantes. Su objetivo es identificar de manera preliminar e indicativa las posibili-  
26 dades y condicionantes de tipo ambiental y social, en un área de estudio preliminar que corres-  
27 ponde a un espacio geográfico que brinda la posibilidad a los interesados de plantear diferentes  
28 alternativas para el desarrollo de la presente Convocatoria Pública UPME.

29  
30 La fuente de la información de este documento es secundaria y se aclara que el documento en  
31 general fue realizado en el año 2024, por lo cual es responsabilidad del Inversionista el asumir  
32 en su integridad los riesgos inherentes a la ejecución del Proyecto, para ello deberá validar la  
33 información, realizar sus propios estudios y consultas ante las Autoridades  
34 competentes, entre otras.

35  
36 En general, los Proponentes basarán sus Propuestas en sus propios estudios, investigaciones,  
37 exámenes, inspecciones, visitas, entrevistas y otros.

### 38 39 **4.3. Longitud de las Líneas**

40  
41 La longitud de la línea corresponderá al trazado de la línea desde la futura Subestación Magan-  
42 gué hasta interceptar el circuito Chinú – El Copey 500 kV. Por tanto, los cálculos y valoraciones  
43 que realice el Inversionista para efectos de su propuesta económica deberán estar fundamen-  
44 tados en sus propias evaluaciones, análisis y consideraciones.



## Unidad de Planeación Minero Energética

1 A manera de información, la altura sobre el nivel del mar (asociada a estimativos preliminares)  
2 está a 19 m para la reconfiguración de la Línea Chinú – El Copey 500 kV. Sin embargo, tanto la  
3 longitud real como la altura sobre el nivel del mar real serán función del trazado, diseño y estu-  
4 dios pertinentes que debe realizar el Inversionista seleccionado.

### 6 **4.4. Especificaciones de diseño y construcción Líneas**

8 Las especificaciones de diseño y construcción que se deben cumplir para la ejecución del Pro-  
9 yecto son las establecidas en el presente Anexo No. 1, los DSI, en el Reglamento de Operación  
10 del SIN, en el Código de Redes (Resolución CREG 025 de 1995 y actualizaciones) y en el  
11 RETIE, y actualizaciones posteriores previas al diseño y construcción de la Línea.

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

#### 16 **4.4.1. Aislamiento**

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

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

34 Para el caso de tramos de Líneas aéreas-subterráneas en todos los sitios de transición deberán  
35 preverse los descargadores de sobretensión que protejan el cable ante la ocurrencia de sobre-  
36 tensiones por descargas atmosféricas, fallas, desconexiones o maniobras. El aislamiento de  
37 los cables deberá garantizar la operación de continua de la Línea ante sobretensiones de fre-  
38 cuencia de 60 Hz.

#### 40 **4.4.2. Conductores de Fase**

42 El conductor de fase y el número de conductores por fase deberá tener como mínimo las ca-  
43 racterísticas del conductor existente en la línea a intervenir Chinú – El Copey 500 kV, el cual  
44 corresponde a AAC ORCHID 636 KCM (37AL/333MM), información reportada por ISA Interco-  
45 lombia S.A. E.S.P.; incluyendo las condiciones de capacidad de operación en amperios y la  
46 máxima resistencia DC en ohmios/km.



## Unidad de Planeación Minero Energética



1  
2 En cualquier condición, la tensión longitudinal máxima en el conductor no deberá exceder el 50  
3 % de su correspondiente tensión de rotura.

4  
5 El conductor de fase deberá cumplir con las exigencias de radio interferencia establecidas en  
6 la Normativa Aplicable. El Inversionista deberá verificar el cumplimiento de estas exigencias.

7  
8 Los valores máximos permitidos para Intensidad de Campo Eléctrico y Densidad de Flujo Mag-  
9 nético son los indicados en el RETIE, donde el público o una Persona en particular pueden  
10 estar expuestos durante varias horas.

11  
12 El conductor aéreo deberá ser del mismo y cumplir con los valores de capacidad de transporte  
13 mínima, resistencia óhmica máxima y ruido audible especificados o establecidas en la norma-  
14 tividad aplicable.

- 15
- 16 • El conductor de fases deberá cumplir con regulaciones internacionalmente aceptadas, tales  
17 como normas ASTM, IEC o entidades de similar categoría.
  - 18
  - 19 • Los accesorios para conductor de fases (grapas de suspensión y retención, empalmes, ca-  
20 misas de reparación y varillas de blindaje) deberán ser técnicamente apropiados para este  
21 tipo de conductores.

### 22 23 **4.4.3. Cable(s) de Guarda**

24  
25 El cumplimiento de las siguientes condiciones será responsabilidad del Inversionista.

26  
27 Como en el caso de los conductores de fase, los cables de guarda de estas nuevas líneas  
28 deberán tener las mismas características que tiene la línea Chinú – El Copey 500 kV, ), infor-  
29 mación reportada por ISA Intercolombia S.A. ESP, sean OPGW o de otro tipo convencional.

### 30 31 **4.4.4. Puesta a Tierra de las Líneas**

32  
33 El sistema de puesta a tierra se diseñará de acuerdo con las condiciones específicas del sitio  
34 de cada una de las estructuras, buscando ante todo preservar la seguridad de las Personas,  
35 considerando además el comportamiento del aislamiento ante descargas atmosféricas. La se-  
36 lección del tipo de cimentación (zapata de concreto o parrilla metálica) corresponde al Inversio-  
37 nista. Para ello deberá determinar los parámetros de pH y contenido de sulfatos en cada sitio  
38 de torre y, con base en estos resultados, definir el tipo de cimentación, sin detrimento de aplicar  
39 nuevas alternativas tecnológicas que en cualquier caso deberán permitir la operación de las  
40 líneas reconfiguradas acorde a la normatividad aplicable.

41  
42 Con base en la resistividad del terreno y la componente de la corriente de corto circuito que  
43 fluye a tierra a través de las estructuras, se deben calcular los valores de puesta a tierra tal que  
44 se garanticen las tensiones de paso de acuerdo con la recomendación IEEE 80 y con lo esta-  
45 blecido en el RETIE en su última revisión. La medición de las tensiones de paso y contacto para  
46 efectos de la comprobación antes de la puesta en servicio de la Línea, deberán hacerse de



## Unidad de Planeación Minero Energética



1 acuerdo con lo indicado en el título 12 del Libro 3 del RETIE y específicamente con lo estable-  
2 cido en el numeral 3.12.4.3., o el numeral aplicable si la norma ha sido objeto de actualización.

3  
4 El Transmisor debe determinar en su diseño, los materiales que utilizará en la ejecución de las  
5 puestas a tierra de las estructuras de la Línea teniendo en cuenta la vida útil, la frecuencia de  
6 las inspecciones y mantenimientos, la posibilidad del robo de los elementos de cobre, así como  
7 la corrosividad de los suelos del sitio de cada torre. No obstante, en cualquier caso, deberá  
8 cumplirse con lo estipulado en el RETIE, en particular con el artículo 3.12.2 “COMPONENTES  
9 DE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA” o el numeral aplicable si la norma ha sido objeto  
10 de actualización.

11  
12 Los conectores a utilizar deberán contar con certificado de producto donde debe ser claro si  
13 son adecuados para enterramiento directo.

14  
15 Para los cables asilados subterráneos se deberá instalar un sistema de puesta a tierra de las  
16 pantallas metálicas que garanticen el adecuado funcionamiento de los cables y los voltajes de  
17 paso en la superficie de los terrenos aledaños.

### 18 19 **4.4.5. Transposiciones de Línea**

20  
21 Dado el cambio de longitud que las dos líneas reconfiguradas tendrán en relación con la longi-  
22 tud de la línea Chinú – El Copey 500 kV, el Inversionista deberá analizar la necesidad de tener  
23 que implementar cambios en los sitios de transposición que tiene la línea original para mantener  
24 los niveles de desbalance exigidos por la normatividad aplicable. Para ello, el Inversionista debe  
25 analizar todos los ajustes o modificaciones sobre la infraestructura futura de las líneas, e infor-  
26 mar al Interventor sobre esta situación.

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

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

36  
37 El Transmisor se obliga a realizar el estudio correspondiente antes del inicio de construcción  
38 de las obras y, a más tardar en ese momento, ponerlo a consideración de la Interventoría,  
39 terceros involucrados, el CND y si es del caso al CNO. Este documento hará parte de las me-  
40 morias del proyecto.

### 41 42 **4.4.6. Estructuras**

43  
44 Sería deseable, pero no mandatorio, que los tipos de estructuras de estas líneas que se selec-  
45 cionen para el soporte de éstas tengan el mismo diseño de las estructuras de soporte que tienen  
46 las correspondientes de la línea Chinú – El Copey 500 kV. La definición de una sola línea en



## Unidad de Planeación Minero Energética

1 doble circuito debe tener en cuenta los aspectos de confiabilidad del sistema y de utilizar re-  
2 puestos de estructuras diferentes a los que se tienen para la línea Chinú – El Copey 500 kV.

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

7  
8 Las estructuras de apoyo para las Líneas aéreas y las de transición aéreo-subterráneo (si esta  
9 última opción se presenta) deberán ser auto-soportadas. En cualquier caso, las estructuras no  
10 deberán requerir para su montaje el uso de grúas autopropulsadas ni de helicópteros. El Inver-  
11 sionista podrá hacer uso de estos recursos para su montaje, pero, se requiere que estas es-  
12 tructuras puedan ser montadas sin el concurso de este tipo de recursos.

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

25  
26 El grado de galvanización del acero de las estructuras deberá ser concordante con el nivel de  
27 contaminación salina y con el efecto de la abrasión resultante de bancos de arena con el viento  
28 presente en las zonas o áreas donde este efecto se presenta.

### 29 30 **4.4.7. Localización de Estructuras**

31  
32 Para la localización de estructuras, deberán respetarse las distancias mínimas de seguridad  
33 entre el conductor inferior de la Línea y el terreno en zonas accesibles a peatones y las distan-  
34 cias de seguridad mínimas a obstáculos tales como vías, oleoductos, Líneas de transmisión o  
35 de comunicaciones, ríos navegables, bosques, etc., medidas en metros. La temperatura del  
36 conductor a considerar para estos efectos será la correspondiente a las condiciones de máxima  
37 temperatura del conductor durante toda la vida útil del Proyecto, estas condiciones deben ser  
38 definidas por el Inversionista.

### 39 40 **4.4.8. Sistema Antivibratorio, Amortiguadores y Espaciadores - Amortiguadores**

41  
42 El Interventor informará a la UPME los resultados del estudio del sistema de protección anti-  
43 vibratoria del conductor de fase y del cable de guarda. Los amortiguadores y espaciadores -  
44 amortiguadores (según el número de conductores por fase) deben ser adecuados para amorti-  
45 guar efectivamente la vibración eólica en un rango de frecuencias de 10 Hz a 100 Hz, tal como  
46 lo establece el Código de Redes (Resolución CREG 025 de 1995 y sus modificaciones). El



## Unidad de Planeación Minero Energética

1 Inversionista determinará los sitios de colocación, a lo largo de cada vano, de los espaciadores  
2 - amortiguadores de tal manera que la amortiguación de las fases sea efectiva. Copia del estu-  
3 dio de amortiguamiento será entregada al Interventor para su conocimiento y análisis.

4  
5 En los cables de guarda los amortiguadores serán del tipo "stockbridge" y su posicionamiento  
6 medido desde la boca de la grapa y entre amortiguadores o espaciadores – amortiguadores  
7 será el que determine el estudio de amortiguamiento que realice el Inversionista, copia del cual  
8 deberá ser entregada al Interventor.

### 9 10 **4.4.9. Cimentaciones**

11  
12 La selección del tipo de cimentación corresponde al Inversionista. Para ello deberá determinar  
13 los parámetros de pH y contenido de sulfatos en cada sitio de torre y, con base en estos resul-  
14 tados, definir el tipo de cimentación e informar por escrito a la Interventoría su decisión.

15  
16 Para los fines pertinentes, el Interventor revisará los resultados de las memorias de cálculo de  
17 las cimentaciones propuestas de acuerdo con lo establecido en la Resolución CREG 098 de  
18 2000, numeral 2.7, o en sus actualizaciones posteriores previas al inicio de las obras. Los dise-  
19 ños de cimentaciones para las torres de una Línea de transmisión deben hacerse considerando  
20 los resultados de los estudios de suelos que obligatoriamente debe adelantar el Inversionista  
21 en todos los sitios de torre, y las cargas a nivel de cimentación más críticas que se calculen a  
22 partir de las cargas mostradas en los árboles de cargas de diseño de cada tipo de estructura.

### 23 24 **4.4.10. Canalizaciones, cajas e instalación de cables para tramos de Líneas subterráneas** 25 **o subfluviales**

26  
27 De acuerdo con el artículo 3.19.10 del RETIE las canalizaciones para los tramos subterráneos  
28 podrán realizarse mediante puentes, túneles, bancos de ductos, o enterramiento directo, sin  
29 embargo, dadas las dificultades para realizar las excavaciones sin obstaculizar el uso normal  
30 de tales vías, el Inversionista podrá considerar la posibilidad de utilizar el sistema de perforación  
31 dirigida. En la escogencia e instalación del tipo de canalización, se deben evaluar las condicio-  
32 nes particulares de la instalación y su ambiente y aplicar los elementos más apropiados te-  
33 niendo en cuenta los usos permitidos y las prohibiciones, así como contar con los permisos de  
34 los propietarios o de las Autoridades competentes según corresponda.

35  
36 Los ductos se colocarán, con pendiente mínima del 0,1 % hacia las cámaras de inspección, y  
37 con una profundidad de enterramiento que cumpla con normas técnicas internacionales o de  
38 reconocimiento internacional para este tipo de Líneas.

39  
40 Para cables de enterramiento directo, el fondo de la zanja será una superficie firme, lisa, libre  
41 de discontinuidades y sin obstáculos. El cable se dispondrá con una barrera de protección con-  
42 tra el deterioro mecánico. A una distancia entre 20 y 30 cm por encima del cable deben insta-  
43 larse cintas de identificación o señalización no degradables en un tiempo menor a la vida útil  
44 del cable enterrado.



## Unidad de Planeación Minero Energética



1 Todas las transiciones entre tipos de cables, las conexiones en los extremos o las derivaciones  
2 deben realizarse en cámaras o cajas de inspección cuya construcción y sus sistemas de dre-  
3 naje garanticen que ellas pueden mantenerse sin presencia de agua en su interior. Las dimen-  
4 siones internas útiles de las cajas o cámaras de paso, derivación, conexión o salida deben ser  
5 adecuadas para la ejecución de empalmes, realizar las curvas de los cables cumpliendo con el  
6 radio de curvatura mínimo recomendado por el fabricante del cable y permitir el tendido en  
7 función de la sección de los conductores. Los cables deben quedar debidamente identificados  
8 dentro de las cámaras de inspección.

9  
10 Las tapas de las cajas podrán ser prefabricadas, siempre que sean de materiales resistentes a  
11 la corrosión, que resistan impacto y aplastamiento, dependiendo del ambiente y el uso del suelo  
12 donde se instalen, lo cual debe demostrarse mediante el cumplimiento de una norma técnica  
13 para ese tipo de producto, tal como la ANSI/STCE 77.

14  
15 El inversionista deberá proveer todo lo necesario para la conexión subterránea a aérea, inclu-  
16 yendo todos los dispositivos de protección y de puesta a tierra.

### 17 18 **4.4.11. Señalización Aérea**

19  
20 El Inversionista deberá investigar con la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil  
21 (Aerocivil), la Fuerza Aérea de Colombia, FAC, la Armada Nacional, u otros posibles actores,  
22 la existencia de aeródromos o zonas de tránsito de aeronaves de cualquier índole (particulares,  
23 militares, de fumigación aérea, etc.) que hagan imperioso que la Línea lleve algún tipo de se-  
24 ñales que impidan eventuales accidentes originados por la carencia de ellos.

25  
26 Se mencionan en su orden: la pintura de las estructuras según norma de Aerocivil; balizas de  
27 señalización aérea ubicadas en el cable de guarda en vanos específicos y/o faros centelleantes  
28 en torres en casos más severos.

29  
30 La Unidad de Planeación Minero Energética - UPME no tendrá ningún tipo de responsabilidad  
31 en la ejecución de esta obligación, la cual es de responsabilidad exclusiva del Inversionista.

### 32 33 **4.4.12. Desviadores de vuelo para aves**

34  
35 Es responsabilidad del Inversionista identificar la necesidad de instalar desviadores de vuelo  
36 para aves. La determinación de esta necesidad será responsabilidad del Inversionista por in-  
37 termedio de los funcionarios a cuyo cargo están los estudios ambientales. Serán de su respon-  
38 sabilidad la determinación de la existencia de aves (migratorias o no) que puedan resultar afec-  
39 tadas por la existencia de las Líneas y, recomendar el uso de desviadores de vuelo de aves,  
40 determinando los tramos de colocación de estos dispositivos y las distancias a los que estos  
41 deben colocarse.

42  
43 Cualquier afectación que se pueda provocar por la falta de previsión o de identificación de la  
44 necesidad de la instalación de los desviadores de vuelo para aves será responsabilidad exclu-  
45 siva del Inversionista. La Unidad de Planeación Minero Energética - UPME no tendrá ningún  
46 tipo de responsabilidad en la ejecución de esta obligación.



## Unidad de Planeación Minero Energética



### 4.4.13. Obras Complementarias

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

### 4.5. Informe Técnico

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

- Informes de diseño de acuerdo con el numeral 3.1 de la Resolución CREG 098 de 2000.
- Planos definitivos de acuerdo con el numeral 3.2 de la Resolución CREG 098 de 2000.
- Materiales utilizados para la construcción de las Líneas del Proyecto de acuerdo con el numeral 3.3 de la Resolución CREG 098 de 2000.
- Servidumbres de acuerdo con el numeral 3.4 de la Resolución CREG 098 de 2000.
- Informe mensual de avance de obras de acuerdo con el numeral 3.5.1 de la Resolución CREG 098 de 2000.
- Informe final de obra de acuerdo con el numeral 3.5.2 de la Resolución CREG 098 de 2000.
- Análisis de riesgos de origen eléctrico de acuerdo con el artículo 15.1 del título 5 del RETIE, resolución 40117 del 02 de abril de 2024.

## 5. ESPECIFICACIONES PARA LA SUBESTACIÓN

Las siguientes son las especificaciones técnicas para la subestación a construir en el objeto de la presente Convocatoria Pública.

### 5.1. General

La información específica, remitida por los propietarios de la infraestructura existente, como Costos de Conexión, datos técnicos, planos, etc., serán suministrados por la UPME conforme el Numeral 9 del presente Anexo No. 1.



## Unidad de Planeación Minero Energética



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

ítem	Descripción	Magangué 500 kV
1	Subestación nueva	Si
2	Configuración	Interruptor y medio
3	Tipo de Subestación	AIS o GIS o una solución híbrida
4	Agente Responsable de la Subestación	Inversionista Convocatoria Pública UPME 02-2024

### 5.1.1. Predio de las Subestación

#### Nueva Subestación Magangué 500 kV

El predio de la nueva Subestación Magangué 500 kV será el que adquiera el Inversionista Adjudicatario considerando y garantizando las facilidades para los accesos de las líneas de transmisión y el acceso de equipos, para el STN y STR. Sin embargo, su ubicación está limitada dentro de un radio no mayor a 1 km de la siguiente coordenada (centroide), la cual está ubicada en inmediaciones del municipio de Magangué en el departamento de Bolívar:

- Latitud: 9° 15' 50,354" N
- Longitud: 74° 47' 46,111" W

El predio seleccionado debe ser tal que no esté limitado para el crecimiento de la Subestación mediante futuras ampliaciones.

El Inversionista deberá proveer el espacio físico necesario para la construcción de las obras objeto de la presente Convocatoria Pública y los espacios de reserva definidos en el numeral 5.1.2 de este Anexo No. 1.

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

La Unidad de Planeación Minero Energética UPME no tendrá ningún tipo de responsabilidad en la ejecución de esta obligación, la cual es de responsabilidad exclusiva del Inversionista.

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



## Unidad de Planeación Minero Energética

1  
2 El Inversionista debe elaborar un documento soporte de la selección del predio, el cual deberá  
3 ser puesto a disposición del Interventor y de la UPME y hará parte de las memorias del proyecto.  
4

### 5 **5.1.2. Espacios de Reserva**

6

7 Los espacios de reserva futuros del STN y STR son objeto de la presente Convocatoria Pública  
8 UPME y por tanto deben ser adecuados y dotados con las obras y equipos constitutivos del  
9 módulo común, como se describe en el numeral 5.1.5 del presente Anexo No. 1; sin embargo,  
10 los equipos eléctricos no son parte de la presente Convocatoria. Los anteriores espacios de  
11 reserva podrán ser dispuestos para otros niveles de tensión según necesidades del SIN y previa  
12 definición por parte de la UPME, lo cual no alterará lo exigido como espacio en el presente  
13 numeral.  
14

### 15 **Espacios de reserva a cargo del Inversionista incluidos en el alcance y costos de la pre-** 16 **sente Convocatoria Pública:**

17

#### 18 **A nivel del STN (para activos de uso):**

19

- 20 • En la Subestación Magangué 500 kV se deberán incluir espacios de reserva para la  
21 futura instalación de:  
22
  - 23 ○ Una (1) bahía de transformación de reserva para un futuro transformador  
24 500/110 kV.
  - 25 ○ Dos (2) bahías de líneas para los futuros segundos circuitos de las líneas Chinú  
26 - Magangué 500 kV y Magangué - El Copey 500 kV.
  - 27 ○ Una (1) bahía que podrá ser utilizado para la conexión de una bahía de línea a  
28 500 kV o una bahía de transformación para un transformador de 500/110 kV.  
29

#### 30 **A nivel del STR, se deberán incluir espacios de reserva para la futura instalación de:**

31

- 32 ○ Una nueva Subestación Magangué 110 kV en tecnología convencional (SF6), en  
33 configuración doble barra más transferencia, con sus respectivos equipos y/o ele-  
34 mentos de patio, vías y casa de control, etc., para:  
35
  - 36 ○ Cuatro (4) bancos de autotransformadores 500/110 kV de 150 MVA cada  
37 uno.
  - 38 ○ Dos (2) unidades de reserva (1X50 MVA cada una).
  - 39 ○ Cuatro (4) bahías de transformación a 110 kV.
  - 40 ○ Una (1) Bahía de acople de barras.
  - 41 ○ Seis (6) bahías de línea.  
42

#### 43 **Otros espacios de reserva:**

44

45 Los siguientes espacios de reserva deberán ser considerados por el Inversionista de la presente  
46 Convocatoria Pública para su uso por parte del SDL, no obstante, no serán parte del alcance y



## Unidad de Planeación Minero Energética

1 costos de la presente Convocatoria Pública. Su dimensionamiento deberá ser coordinado con  
2 el Operador de Red y su costo estará a cargo del Operador de Red:

- 3
- 4 • La futura instalación de una (1) bahía de transformación a 110 kV.
- 5 • La futura instalación de un (1) Transformadores de potencia 110/34.5/13.8 kV.
- 6 • Espacio para celdas a 34.5 kV y/o 13.8 kV.
- 7 • Espacio para facilidades necesarias que permitan el uso de los espacios (mencionados  
8 en los anteriores puntos) e instalación de los correspondientes equipos, como por ejem-  
9 plo cárcamos, fosos colectores de aceites, zonas de circulación y cargue/descargue,  
10 muros cortafuego, caseta de control, tableros de control y protecciones, casa de control,  
11 etc, sin limitarse a estos.

12  
13 El Inversionista deberá dejar adecuado el terreno para la fácil instalación de los equipos en los  
14 espacios de reserva objeto de la presente Convocatoria Pública, deberá dejar explanado y/o  
15 nivelado el terreno de los espacios de reserva y deberá realizar las obras civiles básicas nece-  
16 sarias para evitar que dicho terreno se deteriore. Adicionalmente, tanto los espacios de reserva  
17 como las obras básicas asociadas deberán estar incluidas dentro del mantenimiento que el  
18 Inversionista realice a la Subestación, hasta tanto sean ocupados.

19  
20 El Transmisor preparará un documento en el cual se indiquen las características de los espacios  
21 de reserva establecidos en el presente Anexo No. 1 y planos con la disposición propuesta de  
22 la ubicación, canalizaciones, distribución de los equipos en los espacios de reserva, planos  
23 electromecánicos y de obras civiles, y en general toda la ingeniería básica asociada. Esto de-  
24 berá ser entregado al Interventor quien verificará el cumplimiento de las exigencias para los  
25 espacios de reserva y su correcto dimensionamiento.

26  
27 Se debe garantizar que los espacios de reserva (no utilizados por el presente Proyecto) en las  
28 Subestaciones del STN y/o del STR no se verán afectados o limitados para su utilización, por  
29 infraestructura (equipos, Línea, edificaciones, etc.) desarrollada en el marco de la presente  
30 Convocatoria Pública.

31  
32 Se aclara que los equipos a instalarse en los espacios de reserva no son parte del proyecto  
33 objeto de la presente Convocatoria Pública. Sin embargo, para las bahías objeto de la presente  
34 Convocatoria Pública que queden en diámetros incompletos y puedan utilizarse para amplia-  
35 ciones futuras, también estará a cargo de la presente Convocatoria el enlace con el otro barraje,  
36 de tal manera que dicho enlace pueda ser removido fácilmente en caso de instalación de nue-  
37 vos equipos.

38  
39 Espacios de reserva adicionales a los listados en el presente numeral, podrán ser provistos por  
40 el Inversionista según su decisión o acuerdos con terceros interesados (Operadores de Red o  
41 generadores o grandes consumidores, etc.). No obstante, **estos espacios de reserva adicio-  
42 nales no son objeto de la presente Convocatoria**, por ello sus costos no podrán ser incluidos  
43 en la Propuesta Económica y las condiciones de entrega no son las enmarcadas en el presente  
44 Anexo. El nivel de adecuación de los terrenos, la definición de las áreas, sus costos, entre otros  
45 aspectos, deberán ser acordados con el tercero en el respectivo Contrato de Conexión, si hay  
46 lugar a ello.



## Unidad de Planeación Minero Energética



### 5.1.3. Conexiones con Equipos Existentes

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

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

### 5.1.4. Servicios Auxiliares

El Inversionista deberá proveer los servicios auxiliares en AC y DC suficientes para la topología de la Subestación, incluyendo las reservas para el STN. Se deberá dar cumplimiento con lo señalado en el numeral 3.1 del presente Anexo No. 1.

### 5.1.5. Infraestructura y Módulo Común

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

El Inversionista debe prever el espacio necesario para edificios, equipos y obras del desarrollo inicial del proyecto y los espacios de reserva para futuros desarrollos, objeto de la presente Convocatoria Pública, junto con los espacios de acceso, vías internas, cerramientos, iluminación interior y exterior, etc., según se requiera, considerando la disponibilidad de espacio en los predios actuales y/o nuevos, y las eventuales restricciones o condicionantes que establezca el ordenamiento territorial en el área, igualmente estarán a cargo del Inversionista, las vías de acceso a predios de las Subestaciones y/o adecuaciones que sean necesarias en las subestaciones existentes para el desarrollo de las obras objeto de la presente Convocatoria Pública.

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

- **Infraestructura civil:** En el caso de las obras a cargo del Inversionista y para los espacios de reserva, está compuesta por: las vías de acceso a la Subestación, las vías internas de acceso a los patios de conexiones y la adecuación del terreno para los espacios de reserva, alcantarillado, barreras de protección y de acceso al predio, todos los cerramientos de seguridad del predio, filtros y drenajes, pozos sépticos y de agua y/o conexión al acueducto/alcantarillado vecinos, si existen, alumbrado interior y exterior y



## Unidad de Planeación Minero Energética

1 cárcamos comunes, y en general, todas aquellas obras civiles utilizadas de manera co-  
2 mún en la Subestación. En el caso particular de las obras a cargo del Inversionista, es  
3 su responsabilidad el proveer todo lo necesario para su construcción, protección física,  
4 malla de puesta a tierra, etc., y deberá considerar espacio suficiente en los cárcamos y  
5 demás elementos construidos en la presente Convocatoria y que servirán de manera  
6 común a los espacios de reserva, según la propuesta que realice el Inversionista de  
7 conformidad con el numeral 5.1.2. Para los espacios de reserva se aclara que no debe-  
8 rán ser provistos de malla de puesta a tierra en la presente Convocatoria, pero si se  
9 deberán proveer los puntos de conexión para la ampliación de la malla de puesta a tierra  
10 para las futuras instalaciones.

- 11  
12 • **Equipos:** Todos los equipos necesarios para las obras descritas en el Numeral 2 del  
13 presente Anexo No. 1. Se incluyen, entre otros, los sistemas de automatización, de ges-  
14 tión de medición, de protecciones, control y el sistema de comunicaciones propio de  
15 cada Subestación, los materiales de la malla de puesta a tierra y el apantallamiento, los  
16 equipos para los servicios auxiliares AC y DC, los equipos de conexión, todo el cableado  
17 necesario y las obras civiles asociadas. Se incluyen todos los equipos necesarios para  
18 integrar las nuevas bahías con las subestaciones existentes, en conexiones de poten-  
19 cia, control, medida, protecciones y servicios auxiliares. Se aclara que para los espacios  
20 de reserva no deberá suministrarse ningún elemento particular, sin embargo, los equipos  
21 instalados por la presente Convocatoria si deberá considerar capacidad o espacio (fí-  
22 sico, servicios auxiliares, protecciones, control, etc.) suficiente para recibir la conexión  
23 de todos los elementos que a futuro ocuparán los espacios de reserva. Se aclara que  
24 particularmente la protección diferencial de barras si deberá tener espacio suficiente  
25 para la conexión de todas las bahías actuales y futuras, señaladas en el presente Anexo  
26 No. 1.

27  
28 La Interventoría analizará todas las provisiones que faciliten la evolución de las obras descritas  
29 en el Numeral 2 del presente Anexo No. 1, e informará a la UPME el resultado de su análisis.

30  
31 La medición para efectos comerciales se sujetará a lo establecido en la regulación pertinente,  
32 en particular el Código de Medida (Resolución CREG 038 de 2014 o aquella que la modifique  
33 o sustituya).

34  
35 El dimensionamiento de la infraestructura incluido edificios, pórticos, vías, etc., deberá consi-  
36 derar las reservas objeto de la presente Convocatoria Pública.

37  
38 Nota 1: El Inversionista deberá prever y dejar disponible al Inversionista del STR, todas las  
39 facilidades para que pueda dar cumplimiento a sus responsabilidades, en lo referente a cone-  
40 xiones de potencia, protecciones, control, comunicaciones y medidas, sin limitarse a éstas.

41  
42 Nota 2: El Inversionista deberá realizar la adecuación y mantenimiento de los espacios de re-  
43 serva para futuras ampliaciones de la Subestación indicados en este Anexo, en relación a la  
44 explicación y adecuación de la plataforma, el suministro del material de grava, vías perimetra-  
45 les y de un adecuado sistema de filtros y drenajes que evite posibles inundaciones de las áreas  
46 de reserva. Estas labores de adecuación y mantenimiento de las reservas futuras estarán a



## Unidad de Planeación Minero Energética

1 cargo del Inversionista desde la puesta en servicio del proyecto hasta el momento de inicio de  
2 las obras de ampliación en las áreas de reserva. La construcción de la malla de tierra en los  
3 espacios de reserva para desarrollos futuros no hace parte del alcance del Inversionista dentro  
4 de esta Convocatoria Pública, pero si se deberán proveer los puntos de conexión para la ampliación  
5 de la malla existente para las ampliaciones futuras.

### 6 7 **5.2. Normas para Fabricación de los Equipos**

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

### 15 16 **5.3. Condiciones Sísmicas de los equipos**

17  
18 Los suministros deberán tener un nivel de desempeño sísmico apto de acuerdo con la publicación  
19 IEEE-693 (2018): “*Recommended Practice for Seismic Design of Substations*”, o las publicaciones  
20 de las partes de requisitos sísmicos de la familia de estándares IEC 62271: “*High-voltage switchgear and controlgear*”,  
21 en versiones más recientes. El Inversionista seleccionado deberá entregar copias al Interventor de las  
22 memorias de cálculo en donde se demuestre que los suministros son aptos para soportar las condiciones  
23 sísmicas del sitio de instalación. Si aplica para los suministros, el Inversionista seleccionado deberá  
24 entregar copias al Interventor del certificado de la prueba tipo para el mismo modelo y nivel de tensión,  
25 según la publicación IEC 60068-3-3: “*Environmental testing - Part 3-3: Supporting documentation and guidance -*  
26 *Seismic test methods for equipment*”.

### 27 28 29 **5.4. Procedimiento General del Diseño**

30  
31 Este procedimiento seguirá la siguiente secuencia:

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

35  
36 En dicho documento se consignará toda la normatividad técnica, y las especificaciones para  
37 llevar a cabo la programación y control del desarrollo de los trabajos; especificaciones y  
38 procedimientos para adelantar el Control de Calidad en todas las fases del Proyecto; las  
39 definiciones a nivel de Ingeniería Básica tales como: resultados de estudios del sistema  
40 eléctrico asociado con el Proyecto; parámetros básicos de diseño (corrientes nominales,  
41 niveles de aislamiento, capacidades de cortocircuito, tiempos de despeje de falla, entre  
42 otros); hojas de datos de los equipos; diagramas unifilares generales; especificaciones técnicas  
43 detalladas de los equipos y materiales; filosofía de control, medida y protección; provisiones  
44 para facilitar la evolución de la Subestación; especificaciones de Ingeniería de Detalle;  
45 procedimientos y especificaciones de pruebas en fábrica; procedimientos de trans-



## Unidad de Planeación Minero Energética

1 porte, almacenamiento y manejo de equipos y materiales; los procedimientos de construc-  
2 ción y montaje; los procedimientos y programaciones horarias durante los cortes de servicio  
3 de las instalaciones existentes que guardan relación con los trabajos del Proyecto; los pro-  
4 cedimientos de intervención sobre equipos existentes; los procedimientos y especificación  
5 de pruebas en campo, los procedimientos para efectuar las pruebas funcionales de con-  
6 junto; los procedimientos para desarrollar las pruebas de puesta en servicio, los procedi-  
7 mientos de puesta en servicio del Proyecto y los procedimientos de operación y manteni-  
8 miento.

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

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

- 20  
21 a) Las Especificaciones Técnicas del Proyecto serán revisadas por el Interventor, quien hará  
22 los comentarios necesarios, recomendando a la UPME solicitar todas las aclaraciones y  
23 justificaciones por parte del Transmisor. Para lo anterior se efectuarán reuniones conjuntas  
24 entre el Transmisor y el Interventor con el fin de lograr los acuerdos modificatorios que  
25 deberán plasmarse en comunicaciones escritas.  
26  
27 b) Con base en los comentarios hechos por el Interventor y acordados con el Transmisor, este  
28 último emitirá la nueva versión de las Especificaciones Técnicas del Proyecto.  
29  
30 c) Se efectuarán las revisiones necesarias hasta llegar al compendio final, que será el docu-  
31 mento de cumplimiento obligatorio.  
32

33 En esta especificación, se consignará la lista de documentos previstos para el Proyecto repre-  
34 sentados en especificaciones, catálogos, planos, memorias de cálculos y reportes de pruebas.

35  
36 Los documentos serán clasificados como: documentos de Ingeniería Básica; documentos de  
37 Ingeniería de Detalle; memorias de cálculos a nivel de Ingeniería Básica y de Detalle; docu-  
38 mentos de seguimiento de los suministros; y documentos que especifiquen las pruebas en fá-  
39 brica y en campo; los procedimientos de montaje, puesta en servicio y la operación y manteni-  
40 miento.

41  
42 La lista y clasificación de la documentación debe ser preparada por el Transmisor y entregada  
43 a la Interventoría para revisión.  
44  
45



## Unidad de Planeación Minero Energética



### 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 este 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

- Especificación técnica equipos de patio.
- Especificación técnica sistema de puesta a tierra.
- Especificación técnica sistema de apantallamiento.
- Especificación técnica dispositivos de protección contra sobretensiones.
- Especificación técnica gabinetes de control y protección.



## Unidad de Planeación Minero Energética



- 1 • Especificación técnica equipos de medida, control, protección y comunicaciones (bahías
- 2 de Línea y de transformadores).
- 3 • Especificación técnica de cables desnudos, para barrajes e interconexión de equipos.
- 4 • Especificación funcional del sistema de control.
- 5 • Lista de señales para sistema de control, de los equipos de la Subestación.
- 6 • Especificación técnica de los servicios auxiliares ac / dc.
- 7 • Especificación técnica del sistema de alumbrado interior y exterior.
- 8 • Especificaciones técnicas para montaje electromecánico, pruebas individuales de equi-
- 9 pos, pruebas funcionales y de puesta en servicio.

10

### 11 **5.4.1.3. Características técnicas de los equipos**

12

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

29

### 30 **5.4.1.4. Planos electromecánicos**

31

- 32 • Diagrama unifilar de la Subestación
- 33 • Diagrama unifilar con características de equipos
- 34 • Diagrama unifilar de control y protecciones.
- 35 • Diagrama unifilar de medidas.
- 36 • Diagrama unifilar servicios auxiliares AC/DC.
- 37 • Arquitectura sistema de control de la Subestación.
- 38 • Planimetría del sistema de apantallamiento
- 39 • Planimetría del sistema de puesta a tierra.
- 40 • Planos de disposición física de equipos en 220 kV y 110 kV (planta y secciones).
- 41 • Planos de disposición de gabinetes y equipos en sala de control.
- 42 • Planos ubicación de equipos en sala de control.
- 43 • Elevación general de edificaciones y equipos.
- 44 • Planimetría del sistema de iluminación interior y exterior.



## Unidad de Planeación Minero Energética

- Planos de detalles de montaje y de ruta de bandejas porta-cables, cárcamos y tuberías.
- Planimetría de aisladores y cadenas de aisladores.
- Plano de disposición física de conectores
- Planimetría general de nomenclatura operativa.

### 5.4.1.5. Planos de obras civiles

- Plano localización de la Subestación.
- Plano disposición de cimentaciones de equipos.
- Plano cimentación de equipos y pórticos.
- Plano de drenajes de la Subestación.
- Plano de cárcamos y ductos para cables en patio.
- Plano de cárcamos y ductos para cables en sala de control.
- Planos casa de control.
- Plano disposición de bases para equipos en sala de control.
- Plano cerramiento de la Subestación.
- Plano obras de adecuación.

### 5.4.1.6. Estudios y trabajos de campo

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

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

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

Todos los documentos de Ingeniería de Detalle serán entregados por el Inversionista seleccionado 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 Inversionista seleccionado y a la UPME si es del caso.



## Unidad de Planeación Minero Energética

1 Los documentos que sirven para hacer el seguimiento a los suministros serán aquellos que  
2 preparen y entreguen los proveedores y fabricantes de los equipos y materiales. Estos docu-  
3 mentos serán objeto de revisión por parte de la Interventoría quien formulará los comentarios y  
4 pedirá aclaraciones necesarias al Inversionista seleccionado.

5  
6 Los documentos que especifiquen y muestren los resultados de las pruebas en fábrica y en  
7 campo, la puesta en servicio, la operación del Proyecto y el mantenimiento, serán objeto de  
8 revisión por parte de la Interventoría, quien hará los comentarios al Inversionista seleccionado  
9 y a la UPME si es del caso.

10  
11 Con base en los comentarios, observaciones o conceptos realizados por la Interventoría, la  
12 UPME podrá trasladar consultas al Inversionista seleccionado.

13  
14 La siguiente es la lista de documentos y planos mínimos de la Ingeniería de Detalle:

### 15 16 **5.4.2.1. Cálculos detallados de obras civiles**

- 17
- 18 • Criterios básicos de diseño de obras civiles.
- 19 • Dimensiones y pesos de equipos.
- 20 • Memorias de cálculo estructural para las cimentaciones de equipos de patio.
- 21 • Memorias de cálculo estructural para cimentación del edificio de control y de la caseta  
22 de relés.
- 23 • Memoria de cálculo muro de cerramiento
- 24 • Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras soporte de equipos.
- 25 • Memorias de cálculo estructural para canaletas de cables eléctricos exteriores y cárca-  
26 mos interiores en edificio de control y casetas de relés.
- 27 • Memoria de cálculo árboles de carga para estructuras de pórticos de Líneas y barrajes.
- 28 • Memorias de cálculo para vías, parqueos y zonas de maniobra en pavimento rígido.
- 29 • Memoria de cálculo estructural para canaletas de cables exteriores e interiores en casa  
30 de control.
- 31 • Memoria de cálculo para el sistema de drenaje de aguas lluvias.
- 32 • Memoria de cálculo sistema de acueducto.
- 33

### 34 **5.4.2.2. Planos de obras civiles**

- 35
- 36 • Planos para construcción de bases para equipos
- 37 • Planos estructurales con árboles de carga para construcción de estructuras soporte para  
38 equipos y pórticos.
- 39 • Planos para construcción de cimentaciones para equipos.
- 40 • Planos para construcción de cárcamos de cables, ductos y cajas de tiro.
- 41 • Planos para construcción de acabados exteriores
- 42 • Planos para construcción del sistema de drenajes y aguas residuales
- 43 • Planos estructurales para construcción de caseta de control, ubicación bases de table-  
44 ros, equipos y canales interiores.
- 45 • Planos arquitectónicos y de acabados para la caseta de control.



## Unidad de Planeación Minero Energética

- Planos para construcción de vías

### 5.4.2.3. Diseño detallado electromecánico

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

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

#### a. Sistema de puesta a tierra:

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

#### b. Equipos principales:

- Equipos de Patio: Disposición general de la planta y cortes del patio de conexiones, incluyendo las distancias entre los centros (ejes) de los equipos.
- Peso de cada uno de los equipos y localización del centro de masa con relación al nivel rasante del patio.
- Características geométricas de equipos y peso de los soportes de equipos, sistemas de anclaje.
- Diseño de las cimentaciones de los equipos de patio.
- Dimensiones requeridas para canales de cables de potencia y cables de control. Diseño civil de los canales de cables.
- Diseño geométrico y sistemas de fijación de las bandejas portacables y de ductos para cables entre los equipos y las bandejas.
- Localización, geometría y sistemas de anclaje de los gabinetes de conexión.

#### c. Equipos de patio:

- Para equipos de corte y derivación de Línea y transformación, transformadores de medida, descargadores de sobretensiones.
  - Diagramas eléctricos completos para control, señalización, etc., hasta borneras de interconexión.
  - Características técnicas definitivas, dimensiones y pesos.



## Unidad de Planeación Minero Energética



- 1 - Placas de características técnicas.  
2 - Información técnica complementaria y catálogos.  
3 - Manuales detallados para montaje de los equipos.  
4 - Manuales detallados para operación y mantenimiento.  
5 - Protocolo de pruebas en fábrica.  
6 - Procedimiento para pruebas en sitio.  
7  
8 **d. Para tableros:**  
9 • Diagramas esquemáticos que incluyan todos los circuitos de c.a. y c.c.  
10 • Diagramas eléctricos completos hasta borneras de interconexión para circuitos de control, señalización y protección.  
11 • Lista de instrumentos de control medida, señalización, protecciones, fusibles, etc., que  
12 serán instalados en los tableros, suministrando información técnica y catálogos respectivos con indicación clara del equipo suministrado.  
13 • Planos de disposición física de elementos y equipos dentro de los tableros.  
14 • Instrucciones detalladas de pruebas y puesta en servicio.  
15 • Elaboración de planos desarrollados, esquemáticos de control, protección, medida, telecontrol y teleprotección, incluyendo:  
16  
17 - Diagramas de principio y unifilares  
18 - Diagramas de circuito  
19 - Diagramas de localización exterior e interior.  
20 - Tablas de cableado interno y externo.  
21 - Disposición de aparatos y elementos en tableros de control.  
22 - El Inversionista debe entregar al Interventor como mínimo, los siguientes diagramas de principio:  
23  
24     ▪ Diagramas de protección y del sistema de gestión de los relés.  
25     ▪ Diagramas del sistema de control de la Subestación.  
26     ▪ Diagramas de medición de energía.  
27     ▪ Diagramas lógicos de enclavamientos.  
28     ▪ Diagramas de comunicaciones.  
29 - Diagramas de bloque para enclavamientos eléctricos de toda la Subestación.  
30 - Listado de cables y borneras.  
31 - Planos de Interfase con equipos existentes.  
32 - Filosofía de operación de los sistemas de protección, control, sincronización, señalización y alarmas.  
33  
34 **e. Reportes de Pruebas:**  
35 - Treinta (30) Días calendario posterior a la fecha en la cual se efectuó la última  
36 prueba, el Inversionista deberá suministrar a la Interventoría dos (2) copias que  
37 contengan cada uno un juego completo de todos los reportes de pruebas de fábrica por  
38 cada uno de los equipos de potencia, control, protección, medida, comunicaciones,  
39 etc., que hayan sido suministrados.  
40 Las instrucciones deberán estar en idioma español.  
41  
42  
43  
44  
45



## Unidad de Planeación Minero Energética



### 5.4.3. Estudios del Sistema

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

- Condiciones atmosféricas del sitio de instalación, parámetros ambientales y meteorológicos, contaminación ambiental, estudios topográficos, geotécnicos, sísmicos y de resistividad del terreno.
- Cálculo de flechas y tensiones.
- Flujos de carga; estudios de corto circuito; estudio de estabilidad para determinar tiempos máximos de despeje de fallas; y cálculos de sobretensiones.
- Estudios de ajuste y coordinación de protecciones.
- Selección de aislamiento, incluye selección de descargadores de sobretensiones y distancias eléctricas.
- Estudio de cargas ejercidas sobre las estructuras metálicas de soporte debida a sismo y a corto circuito.
- Selección de equipos, conductores para barrajes, cables de guarda y conductores aislados.
- Memoria de revisión de los enlaces de comunicaciones existentes.
- Estudio de apantallamiento contra descargas atmosféricas
- Dimensionamiento de los servicios auxiliares AC y DC.
- Informe de interfaces con equipos existentes.
- Estudios ambientales, programas del Plan de Manejo Ambiental, (PMA) de acuerdo con el Estudio de Impacto Ambiental (EIA).
- Ajustes y coordinación de relés de protecciones, dispositivos de mando sincronizado y registradores de fallas.
- Análisis de riesgos de origen eléctrico de acuerdo con el artículo 15.1 del título 5 del RETIE, resolución 40117 del 02 de abril de 2024.

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



## Unidad de Planeación Minero Energética



- 1  
2 - Objeto del documento técnico o de la memoria de cálculo.  
3  
4 - Origen de los datos de entrada.  
5  
6 - Metodología para el desarrollo soportada en normas o estándares de amplio reconoci-  
7 miento, por ejemplo, en Publicaciones IEC, ANSI o IEEE.  
8  
9 - Resultados.  
10  
11 - Bibliografía.

### 5.4.4. Distancias de Seguridad

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

### 5.5. Equipos de Potencia

#### 5.5.1. Interruptores

21 Los interruptores de potencia deben cumplir las prescripciones de la última edición de las si-  
22 guientes normas, o su equivalente ANSI, según aplique al tipo de equipo a suministrar:

- 25 • IEC 62271-100: "High-voltage alternating current circuit-breakers"
- 26 • IEC 60694: "Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear stand-  
27 ards".
- 28 • IEC 60265-2: " High-voltage switches- Part 2: High-voltage switches for rated voltages  
29 of 52 kV and above"
- 30 • IEC 60376: "Specification of technical grade sulfur hexafluoride (SF6) for use in electrical  
31 equipment".
- 32 • IEC 62155: "Hollow pressurized and unpressurized ceramic and glass insulators for use  
33 in electrical equipment with rated voltages greater than 1000 V".
- 34 • IEEE Std. 693-2018: "Recommended practice for seismic design of substations", o su  
35 version más actualizada.

36  
37 Todos los interruptores de subestaciones nuevas, en configuración interruptor y medio, deberán  
38 contar con transformadores de corriente en ambos extremos del interruptor, de acuerdo con la  
39 recomendación IEEE Std C37.234-2009 "IEEE Guide for Protective Relay Applications to Power  
40 System Buses".

41  
42 **Mecanismos de operación:** Los interruptores deberán tener mando tripolar y monopolar y su  
43 mecanismo de operación deberá ser tipo resorte. El mecanismo de operación deberá ser equi-  
44 pado con contactos de cierre y apertura, los cuales deberán ser eléctricamente independientes.  
45



## Unidad de Planeación Minero Energética

1 El mecanismo de operación debe ser equipado con un indicador mecánico de posición del in-  
2 terruptor, con señalización fácilmente visible desde el exterior del gabinete, donde se indique si  
3 el interruptor se encuentra cerrado o abierto. Adicionalmente, debe tener un contador de ope-  
4 ración donde se indique la cantidad total de operaciones del interruptor.

5  
6 El número y características técnicas de las bobinas de disparo de los interruptores serán defi-  
7 nidos por el Inversionista mediante sus propios análisis técnicos y eléctricos, cumpliendo con  
8 los requerimientos técnicos y de pruebas de la norma IEC 60947-100 en su última versión. En  
9 cualquier caso, se debe garantizar que el interruptor cuente con una bobina de cierre y dos (2)  
10 bobinas de apertura, cada una de las cuales debe alimentarse con un circuito DC independiente  
11 con su respectiva protección (fusible o MCB). El esquema de disparo redundante debe ali-  
12 nearse con alguno de los métodos de inicio del esquema de falla interruptor expuestos en la  
13 sección 7.6 de la norma IEEEC37.119-2016.

14  
15 **Requisitos Generales:** Los armarios y gabinetes deberán tener como mínimo el grado de pro-  
16 tección IP54 de acuerdo con IEC 60947-1 o su equivalente en ANSI, el mecanismo de opera-  
17 ción será tipo resorte. No se permitirán fuentes centralizadas de aire comprimido o aceite para  
18 ninguno de los interruptores. Los circuitos de fuerza y control deben ser totalmente indepen-  
19 dientes.

20  
21 **Pruebas de rutina:** Los interruptores deben ser sometidos a las pruebas de rutina establecidas  
22 en la publicación IEC 62271-100 o su equivalente en ANSI. Copia de los respectivos protocolos  
23 de prueba deberán ser presentados para fines pertinentes de la Interventoría.

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

29  
30 **Pruebas en Sitio:** se deben efectuar las pruebas necesarias in situ para verificar las condi-  
31 ciones de estado y funcionamiento de los interruptores de Potencia.

### 32 33 **5.5.2. Descargadores de Sobretensiones**

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

- 37 • IEC 60099-4: "Surge Arrester. Part 4: Metal oxide surge arresters without gaps for a.c.  
38 systems"
- 39 • IEC 61264: "Ceramic pressurized hollow insulators for high-voltage switchgear and con-  
40 trolgear".

41  
42  
43 **Pruebas de rutina:** Los descargadores deben ser sometidos a las pruebas de rutina estable-  
44 cidas en la publicación IEC 60099-4 o su equivalente en ANSI. Copia de los respectivos proto-  
45 colos de prueba deberán ser presentados para los fines que requiera la Interventoría.



## Unidad de Planeación Minero Energética

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

5  
6 **Pruebas en Sitio:** Se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las condi-  
7 ciones de estado y funcionamiento de los descargadores.

### 8 9 **5.5.3. Seccionadores y Seccionadores de Puesta a Tierra**

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

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

18  
19 Los seccionadores podrán ser de accionamiento tripolar y deberán poseer mecanismos de ope-  
20 ración manual y motorizado, dispuestos en gabinetes de acero galvanizado o aluminio, con  
21 grado de protección IP54. El mecanismo de operación deberá ser suministrado con contactos  
22 auxiliares, eléctricamente independientes y deberá contar con un sistema de condena que evite  
23 la operación eléctrica y mecánica.

24 El control del mecanismo de operación podrá ser operado local o remotamente y el modo de  
25 operación se podrá realizar mediante un selector de tres posiciones: LOCAL-DESCONEC-  
26 TADO-REMOTO. La operación local se realizará mediante dos pulsadores: CIERRE y APER-  
27 TURA. El mecanismo de operación debe tener claramente identificadas las posiciones de ce-  
28 rrado (I) y abierto (O).

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

32  
33 **Pruebas de rutina:** Los seccionadores deben ser sometidos a las pruebas de rutina estableci-  
34 das en la publicación IEC 62271-102 o su equivalente en ANSI. Copia de los respectivos pro-  
35 tocolos de prueba deberán ser presentados para los fines que requiera la Interventoría.

36  
37 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una copia  
38 de los reportes de pruebas tipo hechas sobre seccionadores iguales o similares a los incluidos  
39 en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 62271-102 o su equivalente en ANSI, si el  
40 Transmisor no dispone de estos documentos deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.



## Unidad de Planeación Minero Energética

1 **Pruebas en Sitio:** se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las condi-  
2 ciones de estado y funcionamiento de los seccionadores.

### 3 4 **5.5.4. Transformadores de Tensión**

5  
6 Los Transformadores de Tensión deben cumplir las prescripciones de la última edición de las  
7 siguientes normas o su equivalente ANSI, según se aplique al tipo de equipo a suministrar:

- 8
- 9 • IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su equiv-  
10 alente en ANSI.
- 11 • IEC 60044-2: "Inductive Voltage Transformers"
- 12 • Publicación IEC 60186, "Voltaje Transformers", IEC 60358, "Coupling capacitor and ca-  
13 pacitor dividers".
- 14 • Publicación IEC-61869-1/3/5: "Inductive/capative Voltage Transformers".
- 15 • IEC 60296: "Specification for unused mineral insulating oils for transformers and switch-  
16 gear".
- 17

18 Los transformadores de tensión deben ser del tipo divisor capacitivo, para conexión entre fase  
19 y tierra. La precisión de cada devanado debe cumplirse sin la necesidad de utilizar cargas ex-  
20 ternas adicionales. La precisión, deberá ser según normas IEC o su equivalente en ANSI, y  
21 específicamente, cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG 025 de  
22 1995, en su última revisión.

23  
24 **Pruebas de rutina:** Los transformadores de tensión deben ser sometidos a las pruebas de  
25 rutina establecidos en la publicación IEC 60186, sección 5 y 25, IEC 60358 cláusula 7.1. o su  
26 equivalente en ANSI. Copia de los respectivos protocolos de prueba deberán ser presentados  
27 para fines pertinentes de la Interventoría.

28  
29 **Pruebas tipo:** En caso de que el Interventor lo requiera, el Transmisor debe entregar una copia  
30 de los reportes de pruebas tipo hechas sobre transformadores de tensión iguales o similares a  
31 los incluidos en el suministro de acuerdo con la publicación IEC 60186, sección 4 y 24 e IEC  
32 60358, cláusula 6.2, o sus equivalentes en ANSI. Si el Transmisor no dispone de estos docu-  
33 mentos deberá hacer las respectivas pruebas a su costa.

34  
35 **Pruebas en Sitio:** Se deben efectuar las pruebas necesarias en sitio para verificar las condi-  
36 ciones de estado y funcionamiento de los Transformadores de Tensión.

### 37 38 **5.5.5. Transformadores de Corriente**

39  
40 Los Transformadores de Corriente deben cumplir las prescripciones de la última edición de las  
41 siguientes normas, o su equivalente en ANSI, según se aplique al tipo de equipo a suministrar:

- 42
- 43 • IEC 60044-4: "Instrument transformers. Measurement of partial discharges", o su equiv-  
44 alente en ANSI.
- 45 • IEC 60044-1: "Current Transformers".
- 46 • IEC-61869-1/2: "Current Transformers: General requirements".



## Unidad de Planeación Minero Energética



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

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

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

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

### 20 21 **5.5.6. Equipo GIS o Híbrido**

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

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

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

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



## Unidad de Planeación Minero Energética



1  
2 Se deben suministrar certificados de pruebas tipo de pruebas de alta tensión, prueba de tem-  
3 peratura, prueba de gas y prueba sísmica.

### 4 5 **5.5.7. Sistema de Puesta A Tierra**

6  
7 Deberá diseñarse para que, en condiciones normales y anormales, no se presente ningún  
8 peligro para el Personal situado en cualquier lugar de la Subestación, al que tenga acceso.

9  
10 Todos los requerimientos para la malla de tierra de la nueva Subestación y en las subestaciones  
11 existentes (si aplica), estarán de acuerdo con la última revisión de la publicación IEEE No.80-  
12 2013 "Guide for Safety and Alternating Current Substation Grounding" e IEEE Std. 81-2012  
13 "Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a  
14 Grounding System". El diseño, materiales y validación del sistema de puesta a tierra deberán  
15 cumplir con los requerimientos que le apliquen del artículo 15° del RETIE en su última versión.

16  
17 Todos los elementos sin tensión como equipos, estructuras metálicas expuestas y no  
18 expuestas, accesorios metálicos, aisladores de soporte y otros, se conectarán directamente a  
19 la malla de tierra en el punto más cercano y conveniente, utilizando empalmes de soldadura  
20 exotérmica.

21  
22 La malla de tierra se diseñará para cubrir efectivamente la Subestación completa y garantizar  
23 el control de las tensiones de toque y de paso hasta 1,0 m por fuera de la cerca o malla de  
24 cerramiento de la Subestación, según requerimiento del RETIE.

25  
26 Para propósitos del diseño final del sistema de tierra el Transmisor realizará los ensayos de  
27 resistividad en el sitio, con el objeto de comprobar la resistividad del terreno, y realizará las  
28 mediciones de resistencia de puesta a tierra y de las tensiones de paso y contacto, según los  
29 requerimientos del RETIE en su última versión, de tal manera que se garantice la seguridad de  
30 las Personas en torno a la Subestación.

### 31 32 **5.5.8. Apantallamiento de la Subestación**

33  
34 El diseño del sistema de apantallamiento de la nueva Subestación Magangué 500 kV y de las  
35 subestaciones existentes intervenidas dentro del alcance de la presente Convocatoria Pública,  
36 deberá realizar una evaluación del nivel de riesgo de las instalaciones ante descargas  
37 atmosféricas directas de acuerdo con los procedimientos de la norma IEC 62305-2 "Protection  
38 against lightning – Part 2: Risk management".

39  
40 El diseño del sistema de apantallamiento deberá considerar elementos captadores de  
41 descargas atmosféricas como cables de guarda y puntas captadoras de material apropiado  
42 para las condiciones ambientales existentes en el sitio, particularmente del nivel cerámico, y  
43 deberá ser verificado según el método electrogeométrico referido en las normas IEC 62305-2  
44 o NTC 4552. Todos los cables de guarda serán aterrizados mediante conductores bajantes de  
45 cobre que se conectarán con la malla de puesta a tierra mediante soldadura exotérmica. Se



## Unidad de Planeación Minero Energética

1 deberá garantizar la continuidad de la conexión entre el sistema de apantallamiento y el sistema  
2 de puesta a tierra de la Subestación.

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

### 9 **5.6. Equipos de Control y Protección**

10  
11 Las siguientes son las características principales que deberán cumplir los equipos de control y  
12 protección:

#### 14 **5.6.1. Sistemas de Protección**

15  
16 Los equipos de protección deberán cumplir con las partes pertinentes establecidas en la publi-  
17 cación IEC 60255 “*Electrical relays*”, en la IEC 60870 “*Telecontrol equipments and systems*” y  
18 en el caso de los registradores de falla, los archivos de datos deberán utilizar el formato COM-  
19 TRADE (*Common Format for Transient Data Exchange*), recomendación IEEE C37.111 o en  
20 su defecto, el Inversionista deberá proveer el software que realice la transcripción del formato  
21 del registrador de fallas al formato COMTRADE, o cumplir con las respectivas normas equiva-  
22 lentes ANSI.

23  
24 El esquema de protección de Líneas deberá ser implementado con dos protecciones principales  
25 para Líneas de transmisión con principio de operación (diferente algoritmo de cálculo) o dife-  
26 rente fabricante y medición diferente. El esquema completo deberá consistir de relés rápidos  
27 para emisión y recepción del disparo directo transferido; falla interruptor; funciones de recierre  
28 y verificación de sincronismo, protección de sobretensión; supervisión del circuito de disparo y  
29 registro de fallas. La protección de Línea debe dar disparo monopolar y tripolar e iniciar el ciclo  
30 de recierre. Para el caso de Fibra Óptica dedicada como medio de comunicación para la PPL1  
31 y Fibra Óptica dedicada como medio de comunicación para la PPL2, se entiende como medio  
32 de comunicación para la PPL1, un cable diferente al del medio de comunicación para la PPL2.  
33 Para el caso de Fibra Óptica dedicada como medio de comunicación para el relé o función de  
34 protección distancia ANSI 21/21N, el esquema de comunicación se debe implementar con equi-  
35 pos digitales de teleprotección conectados directamente a la fibra óptica. Para el caso de Fibra  
36 Óptica multiplexada se entiende como medio de comunicación para la PPL2, un enlace (trayec-  
37 toria) independiente del medio de comunicación para la PPL1. Para el caso de Fibra Óptica  
38 multiplexada, el canal de comunicación no deberá de exceder una asimetría de canal de 5 ms  
39 y retardo máximo de 16 ms. Si el medio de comunicación para la protección diferencial de Línea  
40 ANSI 87L es multiplexado, éste deberá de ser único y dedicado.

41  
42 En cualquier caso, el esquema de protección de las nuevas Líneas debe ser redundante y de-  
43 finirse considerando el SIR (Source Impedance Ratio), de acuerdo con la metodología de la  
44 norma IEEE Std. C37.113 en su última versión. En caso de que se obtenga un SIR mayor a 4,  
45 será necesario considerar un esquema de protección totalmente selectivo, según la definición



## Unidad de Planeación Minero Energética

1 de dicha norma. También deberá garantizar la redundancia de los sistemas y canales de co-  
2 municacion asociados con las Líneas de transmision objeto de esta Convocatoria, utilizando  
3 sistemas de comunicacion que usen diferentes medios o tecnologías de envío y recepción de  
4 señales de teleprotección en ambos extremos de las Líneas.

5  
6 Para subestaciones nuevas, el Sistema de Protecciones -SP- para las barras (diferencial de  
7 barras) deberá ser redundante con principio de operacion diferente (diferente algoritmo de  
8 cálculo) o diferente fabricante. Adicionalmente deberán seleccionarse de acuerdo con la confi-  
9 guración de la Subestación. La alimentacion DC de cada sistema de proteccion debe ser inde-  
10 pendiente; las señales de corriente deben ser tomadas, para cada SP, desde núcleos diferentes  
11 de los CT's y cada SP de manera independiente, debe tener la posibilidad de comandar disparo  
12 a ambas bobinas de los interruptores. Los SP diferenciales de barra, deben ser seleccionados  
13 considerando las bahías a construirse objeto de la presente Convocatoria y las ampliaciones  
14 futuras que se instalarán en los espacios de reserva, y deberán permitir la conexión de CT's  
15 con diferentes relaciones de transformacion. El Inversionista deberá implementar proteccion  
16 diferencial de barras multizona y de fase segregada para las subestaciones nuevas.

17  
18 Las bahías deberán estar acopladas al esquema de proteccion diferencial de barras de la  
19 Subestación, que deberá ser un sistema de proteccion diferencial distribuido que permita el  
20 mantenimiento de cada unidad individualmente con la proteccion en operacion continua.

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

30  
31 El Interventor verificará e informará a la UPME el cumplimiento de requisitos de las protecciones  
32 según lo solicitado en este Anexo No. 1 y en la Resolución CREG 025 de 1995, Anexo No. CC4  
33 y sus modificaciones.

### 34 **5.6.2. Sistema de Automatización y Control de la Subestaciones**

35  
36  
37 La arquitectura del sistema de automatización estará constituida por los subsistemas y equipos  
38 que conforman los niveles 0, 1, 2 y 3 según la siguiente arquitectura:

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



## Unidad de Planeación Minero Energética

Nivel	Descripción	Modos de Operación
	Comunicaciones e interfaces entre niveles 2 y 3. Proporciona la comunicación entre el Sistema de Automatización y los sistemas remotos de información.	La captura de datos y la transmisión de información hacia y desde el sistema remoto deben ser independientes de la IHM de las Subestaciones. Debe ser 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.
	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.	
1	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.	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.  Para subestaciones de tipo convencional, se deberá prever la utilización de casetas de patio.
	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	



## Unidad de Planeación Minero Energética

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

### 5.6.2.1. Características Generales

Todos los equipos del sistema de automatización deberán cumplir con la 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.



## Unidad de Planeación Minero Energética



- 1           ○ Integrar los equipos de otros fabricantes con el Sistema de control y Automati-  
2           zación de la Subestación.
- 3
- 4           ● La herramienta de gestión del sistema debe permitir por lo menos las siguientes funcio-  
5           nes:  
6
- 7           ○ Gestión de las bases de datos del sistema.
- 8           ○ Permitir la integración de elementos futuros.
- 9           ○ Implementación de herramientas de seguridad y administración.
- 10          ○ Gestión del modo de funcionamiento de los equipos permitiendo la explotación  
11          normal, el mantenimiento y/o paro de cada elemento del sistema sin perturbar ni  
12          detener el sistema.
- 13          ○ Mantenimiento de cada equipo.
- 14          ○ Gestión de protecciones que permite verificar y dar parámetros a las proteccio-  
15          nes del sistema.
- 16

17 Los IED de protección, los controladores de bahía, los controladores de Subestación y/o compu-  
18 tadores del IHM deberán permitir la transmisión de información entre la Subestación y el CND  
19 o el centro de control remoto del Inversionista (sean funciones de control, visualización o de  
20 mantenimiento). El Inversionista es responsable por utilizar los protocolos de comunicación que  
21 el CND le exija y en general, todos los costos de implementación y coordinación de información  
22 a intercambiar con el CND son responsabilidad del Inversionista.

23  
24 Las funcionalidades siguientes deben ser garantizadas por los controladores de Subestación:

- 25
- 26          ● Transmisión de comandos del centro de control remoto hacia los equipos de la Subes-  
27          tación.
- 28          ● Sincronización satelital de todos los equipos de los sistemas de control, protecciones y  
29          registro de fallas de la Subestación a través de una señal de sincronización proveniente  
30          de un reloj GPS.
- 31          ● Recuperación de información proveniente de los equipos hacia el centro de control re-  
32          moto (mediciones, alarmas, cambios de estado, etc.).
- 33

34 Los equipos a instalar deben ser compatibles con los controladores de Subestación para el  
35 correcto envío de información hacia centros de control externos, CND y recibir los comandos  
36 aplicables enviados desde dichos centros. En este aspecto, el Inversionista será el único res-  
37 ponsable de suministrar y hacer operativos los protocolos de comunicaciones necesarios para  
38 integrar la Subestación con el CND.

### 40 **5.6.3. Unidad de medición fasorial sincronizada - medidores multifuncionales**

41  
42 En subestaciones nuevas deben instalar unidades de medición fasorial -PMU- para cada bahía  
43 (Línea, transformación o compensación, etc.) objeto de la presente Convocatoria, y en configu-  
44 ración interruptor y medio se deberá garantizar un PMU por corte, incluyendo el corte central.  
45 Deberá tener entradas de corriente independiente por bahía o corte instalado.

46



## Unidad de Planeación Minero Energética

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

8  
9 Deberá existir un tablero independiente para concentrar la información sincrofasorial, en donde  
10 el operador nacional instalará un concentrador de datos fasoriales -PDC- y otros dispositivos  
11 asociados. El tablero suministrado por el Inversionista deberá estar provisto de servicios de  
12 energía con las mismas características de los tableros de control de la Subestación. El Inver-  
13 sionista deberá permitir al operador nacional las labores de gestión y mantenimiento de los  
14 equipos instalados en este tablero.

15  
16 La comunicación entre las PMU y el PDC será provistas y mantenidas por el Inversionista, a  
17 través de una red de comunicación redundante local y deberá permitir el intercambio de infor-  
18 mación con la red del sistema de control a través de los mecanismos de seguridad apropiados.  
19 Esta red deberá ser independiente de la red de gestión de protecciones, pues sobre la primera  
20 el operador nacional deberá poder tener acceso remoto para gestionar las PMU. La comunica-  
21 ción desde la Subestación (o desde el PDC) hacia el sistema que disponga el operador nacio-  
22 nal, será responsabilidad de este último, según lo establecido en la resolución CREG 080 de  
23 1999.

24  
25 Las unidades de medición fasorial sincronizada deben cumplir con el estándar más reciente  
26 IEEE C37.118 o aquel que lo reemplace en el momento de su adquisición. Estos equipos de-  
27 berán contar con la capacidad de ser actualizados cuando la norma IEEE de medición fasorial  
28 sea revisada.

29  
30 Los medidores multifuncionales deben tomar sus señales de los transformadores de medida,  
31 para determinación de parámetros eléctricos tales como: tensión, corriente, potencia activa,  
32 potencia reactiva, energía activa, factor de potencia y frecuencia. Deben contar con emisor de  
33 impulsos o un sistema de registro comunicado con niveles superiores. Deben cumplir con todos  
34 los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG 025 de 1995, en su última revisión,  
35 especialmente lo referente al Código de Medida y sus Anexos.

### 36 37 **5.6.4. Controladores de Bahía**

38  
39 Los controladores de bahía son los encargados de recibir, procesar e intercambiar información  
40 con otros equipos de la red, deben ser multifuncionales y programables. Los controladores de  
41 bahía deben ser compatibles con los estándares EMC y aptos para aplicación en subestaciones  
42 eléctricas de alta y extra alta tensión; el Inversionista deberá presentar al Interventor los certifi-  
43 cados de pruebas que lo avalen.

44  
45 A partir de entradas/salidas, el equipo podrá manejar la lógica de enclavamientos y automatis-  
46 mos de la bahía, por lo que en caso necesario deben tener capacidad de ampliación de las



## Unidad de Planeación Minero Energética

1 cantidades de entradas y salidas instaladas en el equipo para cubrir los requerimientos de la  
2 bahía que controlan. Los controladores de bahía deben contar con un diagrama mímico amplio  
3 en LCD que permitirá las siguientes funcionalidades como mínimo:

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

13  
14 Deben también tener LEDs de anuncio de alarma configurables. Deben contar con puertos para  
15 la comunicación.

16  
17 Estos equipos también deberán ser capaces de recibir una señal de sincronización horaria para  
18 hacer el estampado de tiempo al momento de recibir un evento.

### 19 20 **5.6.5. Controlador de los Servicios Auxiliares**

21  
22 Debe ser diseñado, probado y ampliamente utilizado en subestaciones de alta tensión. Debe  
23 permitir la medida, supervisión y control de los servicios auxiliares del Proyecto y contar con los  
24 mismos protocolos del controlador de bahía.

25  
26 Debe preparar y enviar la información asociada con los servicios auxiliares a la interfaz IHM y  
27 a los niveles superiores. Debe integrarse al sistema de control de la Subestación y estar sin-  
28 cronizados con todos los dispositivos de la Subestación. El controlador de servicios auxiliares  
29 debe contar con un mímico amplio en LCD que permitirá las siguientes funcionalidades como  
30 mínimo:

- 31
- 32 • Despliegue del diagrama mímico de la bahía.
- 33 • Despliegue de alarmas.
- 34 • Despliegue de eventos.
- 35 • Despliegue de medidas de tensión y de corriente.
- 36 • Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de  
37 función.
- 38 • Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.

39  
40 Deben también tener LEDs de anuncio de alarma configurables. Deben contar con puertos para  
41 la comunicación.



## Unidad de Planeación Minero Energética



### 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.

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

### 5.6.8. Equipos y Sistemas de Nivel 2

#### 5.6.8.1. Controlador de la Subestación

Es un computador industrial, de última tecnología, robusto, apto para las condiciones del sitio de instalación, programable, que adquiere toda la información para supervisión y control de la Subestación proveniente de los dispositivos electrónicos inteligentes, la procesa, la evalúa, la combina de manera lógica, le etiqueta tiempos, la almacena y la entrega al CND, de acuerdo con la programación realizada en ella y al sistema de supervisión de la Subestación o a otros



## Unidad de Planeación Minero Energética

1 IED's que dependen de ella. La información requerida para realizar la supervisión remota, se  
2 enviará por enlaces de comunicaciones.

3  
4 Adicionalmente el controlador de la Subestación debe centralizar información de los relés de  
5 protección, los registradores de fallas y los medidores multifuncionales, conformando la red de  
6 ingeniería de la Subestación, la cual debe permitir acceso local y remoto para interrogación,  
7 configuración y descarga de información de los relés, de los registradores de fallas y los medi-  
8 dores multifuncionales. Deben suministrarse todos los equipos, accesorios, programas y bases  
9 de datos requeridos para implementar un sistema de gestión de protecciones y registradores  
10 de fallas para la Subestación.

### 11 12 **5.6.8.2. Registradores de Fallas**

13  
14 Los registradores de falla deberán programarse de manera que al ocurrir una falla, la descarga  
15 del archivo con los datos de la falla, se realice automáticamente a un equipo de adquisición,  
16 procesamiento y análisis, en el cual se realizará la gestión de los registros de falla provenientes  
17 de equipos instalados en las bahías del Proyecto, incluyendo almacenamiento, despliegue, pro-  
18 gramación e interrogación remota, cumpliendo con lo establecido en el Código de Redes CREG  
19 025 de 1995, en su última revisión.

### 20 21 **5.6.8.3. Interfaz Hombre - Máquina IHM de la Subestación**

22  
23 El sistema de supervisión local debe efectuar el monitoreo y control del proceso a través de una  
24 IHM conformada básicamente por computadores industriales y software tipo SCADA. Las pan-  
25 tallas o monitores de IHM deben ser suficientemente amplias para mostrar la información del  
26 proceso.

27  
28 Toda la información, se debe desplegar, almacenar, filtrar, imprimir en los mismos dispositivos  
29 suministrados con el sistema de medida, control y supervisión de la Subestación, la cual debe  
30 tener como mínimo las siguientes funciones:

- 31
- 32 • Adquisición de datos y asignación de comandos.
  - 33 • Auto-verificación y auto-diagnóstico.
  - 34 • Comunicación con el CND.
  - 35 • Comunicación con la red de área local.
  - 36 • Facilidades de mantenimiento.
  - 37 • Facilidades para entrenamiento.
  - 38 • Función de bloqueo.
  - 39 • Función de supervisión.
  - 40 • Funciones del Controlador de Subestación a través del IHM.
  - 41 • Guía de operación.
  - 42 • Manejo de alarmas.
  - 43 • Manejo de curvas de tendencias.
  - 44 • Manejo de mensajes y consignas de operación.
  - 45 • Marcación de eventos y alarmas.



## Unidad de Planeación Minero Energética

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

### 5.6.9. Requisitos de Telecomunicaciones

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

### 5.7. Obras Civiles

Estará a cargo del Inversionista la construcción de las obras descritas en el numeral 2 del presente Anexo No. 1, con el siguiente alcance:

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

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

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



## Unidad de Planeación Minero Energética

### 5.8. Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento

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

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

## 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 CND y los acuerdos del CNO, 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.



## Unidad de Planeación Minero Energética



1  
2 **Pruebas de energización:** El Transmisor será responsable por la ejecución de las pruebas de  
3 energización. Los Protocolos de las pruebas de energización deben ser verificados para los  
4 fines pertinentes por la Interventoría.

### 6.2. Información Requerida por CND para la Puesta en Servicio

7  
8 La información requerida por CND para la puesta en servicio del Proyecto es la siguiente:

- 9  
10
- 11 • Presentación del Proyecto al CND.
  - 12 • Formatos con información técnica preliminar para la realización de estudios.
  - 13 • Diagrama Unifilar.
  - 14 • Estudio de ajuste y coordinación de protecciones de los equipos y el área de influencia del  
15 Proyecto. El área de influencia definida para el estudio de ajuste y coordinación de protec-  
16 ciones, de este proyecto, deberá ser acordada con el CND.
  - 17 • Lista disponible de señales de SCADA y requerimiento de comunicaciones.
  - 18 • Cronograma de desconexiones y consignaciones.
  - 19 • Cronograma de pruebas.
  - 20 • Protocolo y formatos para la declaración de los parámetros del equipo y sus bahías con  
21 información definitiva.
  - 22 • Protocolo de energización.
  - 23 • Inscripción como agente y de la frontera comercial ante el ASIC.
  - 24 • Certificación de cumplimiento de código de conexión otorgado por el propietario del punto  
25 de conexión.
  - 26 • Carta de declaración en operación comercial.
  - 27 • Formatos de Información técnica. Los formatos son corrientemente elaborados y actualiza-  
28 dos por el CND.

### 7. ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN

29  
30  
31 Según el Código de Operación del SIN (Resolución CREG 025 de 1995 y sus actualizaciones)  
32 y otra regulación de la CREG que sea aplicable.

### 8. INFORMACIÓN DETALLADA PARA EL PLANEAMIENTO

33  
34  
35 Antes de que termine el Contrato de Interventoría, el Transmisor debe entregar al Interventor  
36 un documento con la información detallada para el planeamiento, según lo requiere el Código  
37 de Planeamiento en sus apéndices, para que éste se la entregue a la UPME.

### 9. INFORMACIÓN ESPECÍFICA

38  
39  
40  
41  
42 Información específica referente a la Convocatoria Pública, recopilada por la UPME, como Cos-  
43 tos de Conexión, datos técnicos y planos, etc., serán suministrados por la UPME en formato  
44 digital en lo posible a través de su Página Electrónica junto con los presentes DSI o a solicitud



## Unidad de Planeación Minero Energética



1 de los Interesados, mediante carta firmada por el Representante Legal o el Representante Au-  
2 torizado, indicando domicilio, teléfono, fax y correo electrónico. Dicha información deberá ser  
3 tomada por los Inversionistas como de referencia; mayores detalles requeridos será su respon-  
4 sabilidad consultarlos e investigarlos.

5

### 6 **10. FIGURAS**

7

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

9

10 Anexo 1.1. - Figura 1 - Diagrama Esquemático del Proyecto.

11

12 Anexo 1.2. - Figura 2 - Diagrama Unifilar Subestación Magangué 500 kV.