



## **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y CONTROL DE CALIDAD**

### **RECONECTADOR MONOFÁSICO PARA 19,92 kV**



## RECONECTADOR MONOFÁSICO PARA 19,92 kV

### 1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La presente especificación define las características técnicas que deben satisfacer los reconectadores automáticos monofásicos, que serán utilizados en sistemas de distribución eléctrica propiedad del ICE, en su área de concesión, dentro del territorio de Costa Rica, cuyo sistema eléctrico presenta las siguientes características:

- a. Sistemas aéreos de distribución de energía eléctrica en estrella multiaterrizada.
- b. Tensión Nominal del Sistema 19,92/34,5 kV.
- c. Tensión Máxima 36 kV.
- d. Frecuencia del Sistema 60 Hz.

### 2. CARACTERÍSTICAS DEL SITIO DONDE SE INSTALARÁN LOS EQUIPOS

Los equipos solicitados y todos sus componentes, tanto internos como externos, al igual que los sistemas complementarios solicitados, deben contar con la capacidad para trabajar en las condiciones que se presentan en este apartado.

Los lugares de instalación de los equipos cuentan con las siguientes características:

Trópico húmedo y seco (ambas condiciones indistintamente).

Latitud: Entre los 8° 00' y los 11° 13', norte, aproximadamente.

Longitud: Entre los 82° 30' y los 85° 58', oeste, aproximadamente.

Altitud: 0 m.s.n.m. a 3300 m.s.n.m. aproximadamente.

Temperatura ambiente: De -2 °C a 45 °C aproximadamente.

Humedad relativa: De 75% a 100%, aproximadamente.

Precipitación media anual: De 2000 mm a 7000 mm anuales, aproximadamente.

Tipos de ambientes: Salino, volcánico, contaminante por humos de carros, húmedo, caliente, y seco. Puede existir la presencia de uno de esos ambientes, o una mezcla de dos o más a la vez.



Sísmico: La zonificación es de tipo III y IV, de acuerdo al Código Sísmico de Costa Rica 2010 (revisión 2014).

### **3. ELEMENTOS SOLICITADOS**

- a. Reconectador completo (incluye tanque, control y cable de interconexión tanque-control).
- b. Enrutador de comunicación 3G/4G LTE/4.5G LTE.
- c. Herrajes de montaje del tanque, y herrajes de montaje del control.
- d. Pararrayos y herrajes de montaje.
- e. Conectores para cables.
- f. Cables de tierras y terminales.
- g. Cables para alimentación eléctrica del reconectador y terminales.

Los documentos de información técnica presentados junto con la oferta, hagan referencia, a cada punto correspondiente de esta especificación, y se indique el nombre de los archivos correspondientes, el párrafo y el número de página de referencia para comprobar el cumplimiento de cada punto de esta especificación.

### **4. NORMAS POR CUMPLIR**

Las normas por cumplir en los reconectores por entregar, son las siguientes:

IEEE C37.60/IEC 62271-111-2019 High-voltage switchgear and controlgear - Part 111: Automatic circuit reclosers for alternating current systems up to and including 38 kV.

IEC 62271-1-2017 High-voltage switchgear and controlgear-Part 1: Common specifications for alternating current switchgear and controlgear.

IEEE 1815-2012 IEEE Standard for Electric Power Systems Communications-Distributed Network Protocol (DNP3).

En caso de que los documentos anteriores sean revisados o modificados, debe tomarse en cuenta la edición vigente o la última edición a la fecha de apertura de las ofertas en licitación. En la oferta deben enumerarse las normas utilizadas.

En caso de que las normas utilizadas sean diferentes a las indicadas, éstas gozarán de igual aceptación, siempre y cuando por medio de certificados de prueba en un laboratorio de un tercero debidamente acreditado y certificados por el Instituto Nacional de Normas y Tecnología de EEUU (NIST por sus siglas en inglés), demuestre que igualen o superen a las solicitadas, en cuyo caso, en la oferta se deberá



suministrar copia de dichos certificados, además se debe indicar las características en que tal norma utilizada iguala o supera a las solicitadas por el ICE.

Aparte, se podrá solicitar el cumplimiento de normas adicionales, a lo largo de estas especificaciones, las cuales serán de cumplimiento obligatorio.

## **5. ACREDITACIÓN DEL ENTE CERTIFICADOR PARA LAS PRUEBAS SOLICITADAS**

El ente certificador debe estar acreditado por un ente de acreditación que cuente con un reconocimiento multilateral (MLA) en certificación, y los resultados de los ensayos deben ser emitidos por laboratorios acreditados en la norma IEEE C37.60/IEC 62271-111 por un ente que cuente con reconocimiento otorgado por la Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios (ILAC) o Cooperación Interamericana de Acreditación (IAAC).

## **6. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL RECONECTADOR**

- 6.1 Estos equipos se instalarán en postes y su sistema de control será tipo empresa distribuidora (utility).
- 6.2 Serán de tipo intemperie, y resistentes a la corrosión.
- 6.3 Todos los equipos deben estar completamente integrados y parametrizados con valores que garanticen el cumplimiento de cada uno de los requerimientos solicitados en este cartel.
- 6.4 Ninguno de sus materiales será nutritivo de hongos, en cualquier de los componentes del reconectador.
- 6.5 Los equipos deben ser entregados de tal forma que no se obvие ningún elemento de los solicitados en estas especificaciones para su correcto funcionamiento.
- 6.6 Los equipos vendrán adecuadamente embalados. El embalaje, debe contar con la rigidez necesaria para proteger al equipo, así como de disponer de adecuada resistencia para soportar un manejo rudo, tanto en el transporte como en el manejo en los sitios de almacenamiento, además de resistir las condiciones propias de un clima tropical. En el exterior del empaque debe indicarse la forma de manejo para evitar deterioros.
- 6.7 De acuerdo al comportamiento de la red de distribución eléctrica del ICE, los equipos podrán ser cambiados de sitio, en al menos 5 oportunidades durante su vida útil, y deben estar capacitados para desinstalarse, transportarse, y reinstalarse esa cantidad de veces, haciendo paradas obligatorias en los diferentes inmuebles del ICE, para revisión y limpieza. Eso implica el transporte en carreteras de lastre, carreteras asfaltadas y carreteras en mal estado. El ICE contará únicamente con medios de sujeción propios y sus camiones para el



transporte. No habrá ningún tipo de embalaje especial, ni se hará uso del embalaje original, el cual se desarma luego del primer montaje.

- 6.8 El control, tanque, y cable de tanque-control serán de la misma marca, y tendrán el respaldo del mismo fabricante.
- 6.9 El control debe ser intercambiable, tipo “plug and play”, entre reconectores, sin necesidad de elementos adicionales, cambio de equipo (hardware), y cambio o ajustes de programas (software).
- 6.10 Cada reconector deberá poseer una placa resistente a la intemperie, donde se indiquen las principales características del equipo. Se desea que estén presentes los siguientes datos como mínimo:
- Nombre del equipo.
  - Marca, número de serie, modelo y año de manufactura.
  - Voltaje nominal.
  - Voltaje máximo de diseño.
  - Máxima capacidad de carga continua en amperios.
  - Capacidad interruptora simétrica en amperios.
  - Nivel básico del aislamiento al impulso.
  - Número de licitación.
  - Peso bruto y neto.
  - Medio de extinción del arco.
- 6.11 En caso de requerirse el cambio de alguna tarjeta o dispositivo del tanque o control, incluyendo el tanque, o elementos periféricos instalados, no debe requerirse de recalibración del equipo, tarjeta o dispositivo cambiado, ni reprogramación de los mismos, o del control en forma general. Toda tarjeta, equipo, periférico o dispositivo, será del tipo “plug and play”, sin que se requiere programa, calibración o aditamento adicional para que funcione.
- 6.12 Se debe incluir por cada equipo entregado, un paquete de 100 c/u amarras plásticas color negro de 25,4 cm de longitud y un paquete de 100 c/u amarras plásticas de 10 cm de longitud.
- 6.13 Se debe entregar junto con la oferta, una lista de repuestos de los reconectores ofrecidos. Para efectos de la lista de repuestos por entregar, el ICE se reserva el derecho de adquirir, no adquirir, ampliar o disminuir la cantidad de los repuestos sugeridos por el fabricante, para lo cual se mantendrán los mismos precios unitarios indicados en la oferta.

## **7. INTERRUPTOR DE POTENCIA (TANQUE)**

### **7.1 Características eléctricas**



7.1.1 Serán diseñados para los valores que se indican a continuación:

**Cuadro 1.** Valores nominales del equipo

<b>Tensión nominal</b>	<b>19,92 kV</b>
<b>Tensión de diseño</b>	<b>no menor de 24 kV</b>
<b>Nivel básico de impulso (NBI)</b>	<b>no menor de 125 kV</b>
<b>Capacidad interruptiva simétrica</b>	<b>no menor de 6 kA</b>
<b>Corriente nominal</b>	<b>no menor de 400 A</b>
<b>Frecuencia</b>	<b>60 Hz</b>
<b>Tipo de operación</b>	<b>Monopolar</b>

**Fuente:** GAP, NDyC

7.1.2 En relación con el medio aislante y elemento extintor del arco se aceptará el siguiente:

**Cuadro 2.** Medio aislante y elemento extintor

<b>MEDIO AISLANTE</b>	<b>ELEMENTO EXTINTOR</b>
Dieléctrico Sólido	Cámaras al vacío

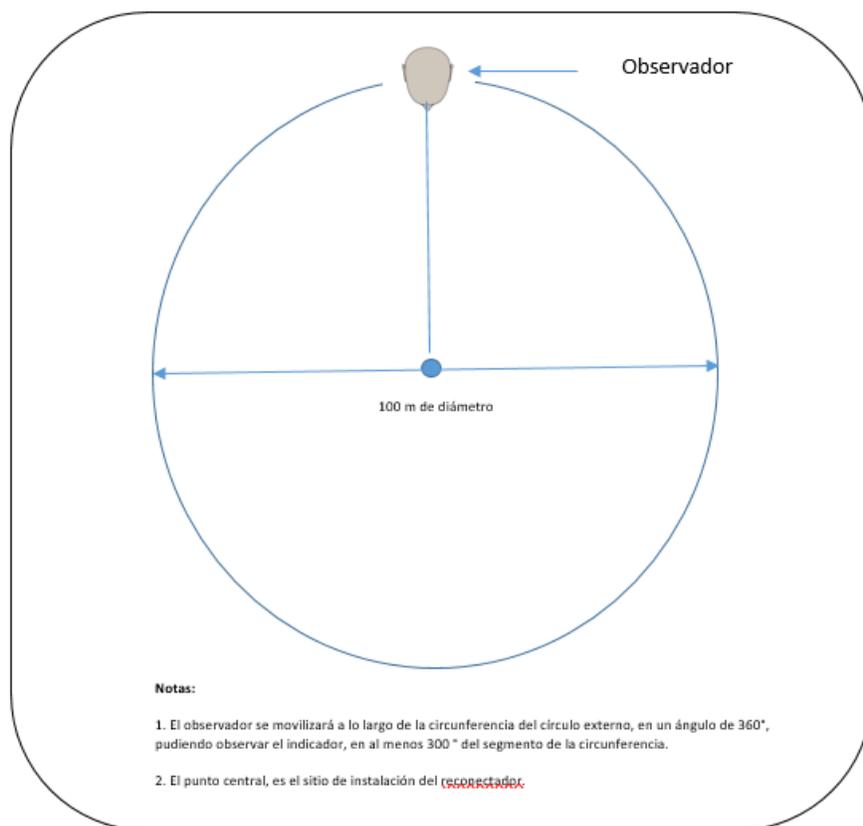
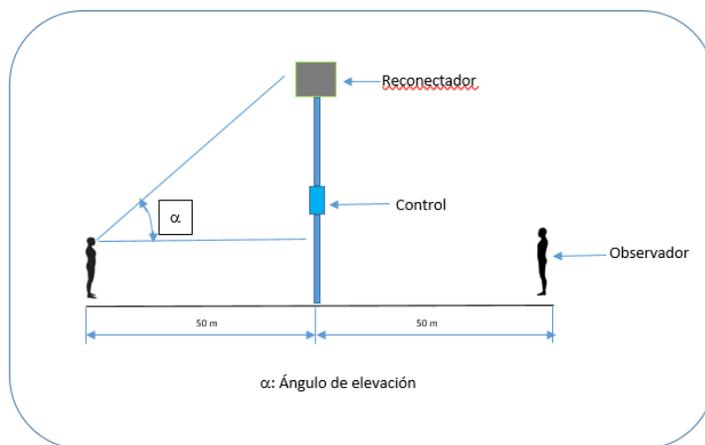
**Fuente:** GAP, NDyC

## 7.2 Características Físicas



- 7.2.1 Cada unidad debe tener un mecanismo para apertura manual con enclavamiento desde el suelo, mediante el uso de pértiga, sin que haya necesidad de acceder al control electrónico.
- 7.2.2 Cada unidad deberá contar con dos indicadores: El primero en el tanque que muestre la condición de abierto o cerrado, cuando el operador se encuentre en un sitio cercano, a nivel del terreno. Este indicador será propio del reconector, diseñado, manufacturado, e instalado por el fabricante. El segundo indicador mostrará la condición de abierto o cerrado, sin la necesidad de utilizar medios de iluminación externos por parte del observador, durante las 24 horas del día, y podrá ser observado a una distancia horizontal del punto de instalación del reconector, de 50 m, en un ángulo de 300 °, alrededor de la circunferencia que se forma tomando como punto central, el sitio de instalación del reconector. El ángulo de elevación para observar dicho indicador, irá de los 4° a los 18°. El segundo indicador debe ser diseñado, ensamblado e instalado por el fabricante. El segundo indicador, podrá estar instalado en el tanque o en el control del reconector. El primer indicador podrá ser instalado en las paredes laterales, frontal, o inferior del tanque. El segundo indicador podrá ser instalado en las paredes laterales, o lado inferior del gabinete de control. Ni el primer indicador, ni el segundo indicador, serán impedimento para: la manipulación normal del tanque y control por parte de la cuadrilla de operación y mantenimiento, considerando los vehículos utilizados y herramientas; mantener el sello de humedad del tanque y control; facilidad de traslado tanto del tanque como del control y sus elemento accesorios (cables, herrajes de montaje, pararrayos, entre otros); montaje y desmontaje de tanque y control, así como de sus elementos accesorios (cables, herrajes de montaje, pararrayos, entre otros); funcionamiento normal (sin falla presente o con falla presente) tanto del tanque como del control y sus dispositivos accesorios (cables, herrajes de montaje, pararrayos, entre otros); cambio de consumibles; instalación de equipos de comunicación dentro del control; instalación sobre el lado superior del control, de las antenas de comunicación. Tanto el primer indicador como el segundo indicador, serán fijos en el equipo, y no tendrán que ser desarmados para la instalación, desinstalación o traslado del equipo. Ambos indicadores, deberán: contar con tecnología LED o alguna tecnología de ahorro energético; ser capaces soportar los rayos UV, el polvo, la lluvia directa; contar con una vida útil no inferior a la cantidad mínima de operaciones del tanque, que se solicita en estas especificaciones (Ver la **figura 1**).

**Figura 1.** Diagramas explicativos de formas de observar el segundo indicador solicitado



**Fuente:** GAP, NDyC



- 7.2.3 Cada unidad debe venir con los cables para conexión del primario. Los mismos serán del tipo semiaislado en calibre tal, cuya corriente nominal no sea inferior a 800 A. Los conductores podrán ser de hilos (stranded), compactos, o comprimidos. Se considerará 5 m por cada terminal (bushing) del reconector.
- 7.2.4 Cada unidad debe contar con los conductores de conexión del cable de pararrayos al terminal primario (bushing). Los mismos serán del tipo cobre desnudo calibre 1/0 AWG. Se considerará 1,5 m por pararrayos.
- 7.2.5 El tanque contará con al menos dos conectores de puesta a tierra, incorporados en la parte externa del mismo. Dichos conectores estarán compuestos por al menos un espárrago no inferior a 50,8 mm de diámetro y 50,8 mm de longitud, su respectiva tuerca, su respectiva arandela plana, y su respectiva arandela de presión, para ser utilizados con terminal de ojo sencillo o doble ojo para calibre del #2 al 2/0 AWG. Asimismo, se suministrará un cable de cobre desnudo de puesta a tierra calibre 1/0 AWG de 12 m de longitud, con dos terminales de compresión, los cuales serán de ojo sencillo o doble ojo, cuyo diámetro sea el adecuado, para el conector de puesta tierra que vendrá provisto en el tanque. Dichos terminales, tendrán la capacidad de soportar cables en hilos (stranded), comprimidos, y compactos, los cuales podrán ser de cobre o aluminio, por lo que deberá ser para uso bimetálico.
- 7.2.6 Cada equipo debe contar con los terminales que a continuación se indican, los cuales deben ser del tipo bimetálico, sea para recibir cables de cobre o aluminio, tanto en hilos (stranded), compactos y comprimidos, según la solicitud en esta especificación de calibres para cada caso:
- a. Todos los terminales primarios (bushings), con sus tuercas, arandelas, y tornillos respectivos (si así corresponde), de acuerdo al método de instalación recomendado por el fabricante. Se permite solamente conectores de 27/38 kV, NEMA PAD 4, de 4 agujeros distanciados simétricamente, de manera horizontal y vertical entre ellos, y con configuración a 180° entre la paleta, y el conector que se instala en el terminal primario (bushing). Dichos terminales deben venir ensamblados e instalados de fábrica.



- b. Todos los terminales de los cables primarios, los cuales se unirán directamente a los terminales primarios (bushings), tendrán el tamaño y configuración exacto, para acoplarse sin problema con el terminal NEMA PAD 4 que se colocará en el terminal primario (bushing). Deben venir con sus tuercas, arandelas (plana y de presión), y tornillos respectivos, de acuerdo al método de instalación recomendado por el fabricante. En su parte de conexión al terminal primario (bushing), serán del tipo NEMA PAD 4 de 4 agujeros, para ser recibido por el conector del terminal primario (bushing). En el caso de su parte de conexión al cable, serán del tipo de abrazadera con tornillos. El conector debe venir en una configuración a 180° entre la paleta y la parte de conexión al cable. En la parte de conexión al cable, dicho conector debe ser capaz de recibir el siguiente ámbito de calibres, de manera intercambiable, sin tener necesidad de cambiar nada en el conector:

**Cuadro 3.** Calibres

<b>Tipo</b>	<b>AWG o kCM</b>
Aluminio AAAC	De 123.3 hasta 397.5
Cobre	De 1/0 hasta 400

**Fuente:** GAP, NDyC



- c. Terminales de compresión para ambos extremos del cable que va del terminal primario del pararrayos, al terminal primario del equipo (bushing). Deben contar con sus tuercas, arandelas y tornillos respectivos, de acuerdo al método de instalación recomendado por el fabricante. El terminal del extremo del cable que va al terminal primario del equipo, será de doble ojo, para ser instalado sobre el terminal NEMA PAD 4 del terminal primario (bushing primario). En caso de utilizar para su conexión los tornillos, tuercas, y arandelas (plana y de presión) con que cuenta el terminal NEMA PAD 4, debe considerarse mayor longitud en los tornillos, de forma tal sea capaz de recibir adecuadamente este terminal, y el terminal NEMA PAD 4 del cable primario. La distancia entre los ojos del conector, y el diámetro de los agujeros del conector, serán del mismo tamaño que los del conector NEMA PAD 4 del terminal primario (bushing). El lado de doble ojo y el lado de recepción del cable, tendrá una configuración de 180°. El terminal del extremo del cable al terminal primario del pararrayos, será de ojo sencillo o doble ojo, dependiendo del tipo de terminal que venga en el pararrayos. Se entregará las tuercas, arandelas (plana y de presión) para realizar la conexión entre el terminal y el pararrayos, sin que se necesite realizar ninguna modificación.
- 7.2.7 Debe contar con aisladores de paso, los cuales podrán ser de preferencia de hule siliconado (HTV), o como opciones adicionales, resina epóxica (epoxi cicloalifáticas o resina cicloalifática diglicidil éter anhídridoftálico sometido a proceso de hidrogenación que evite el amarilleamiento y el efecto de caleo) o aleación de EPDM (Etileno – Propileno – Dieno – Monómero), y deberán tener una distancia de fuga mínima de 1000 mm. En caso de que se entregue EPDM, éste debe estar aleado con otro material, que le permita tener una mejor respuesta a la influencia de los rayos ultravioleta, por lo que no se aceptará aislamientos compuestos en su totalidad por EPDM (100% EPDM).
- 7.2.8 Debe incluir el suministro de todos los elementos semiaislados para garantizar la protección contra vida silvestre en los aisladores, tanto para que cubra los terminales primarios (bushings) de conexión del reconectador, incluyendo conectores y cables.
- 7.2.9 El diseño mecánico del tanque debe permitir que el mismo se disponga de forma estable en superficies planas (que se pueda erguir sin requerir de arriostres o soportes para mantenerlo equilibrado), tanto para colocarlo a nivel de terreno, como para la seguridad en transporte en vehículos de carga, o bien al situarlo en andenes de bodegas.



- 7.2.10 Deberá contar con las previstas del sistema de elevación, capaz de soportar el peso total del reconectador, y que permita levantarlo por medio de una grúa cuando sea necesario. No se acepta como sistema de elevación, los terminales primarios (bushing) del reconectador.
- 7.2.11 Cada equipo debe poseer de manera integrada un transformador de corriente (fase de la fuente) para medición, control y protección, el cual vendrá embebido en el terminal primario (bushing). No se aceptará transformador de corriente externo al terminal primario (bushing).
- 7.2.12 Cada equipo deberá contar con 2 transformadores de potencial o 2 sensores de tensión (capacitivos o resistivos), 1 para el lado de fuente, y 1 para el lado de carga, los cuales vendrán embebidos en los terminales primarios (bushings). No se aceptará transformadores de potencial o sensores de tensión externos a los terminales primarios (bushings).

### **7.3 Características de Operación**



- 7.3.1 El mecanismo debe ser estable y confiable, de tal forma que no exista la posibilidad de que los contactos queden en una posición intermedia entre "abiertos" y "cerrados".
- 7.3.2 La operación será con acción simultánea sobre el polo en: cierre, apertura y bloqueo.
- 7.3.3 El mecanismo de operación del interruptor debe ser diseñado de manera que, en caso de existir fallas en el mismo, no se altere la operación causando apertura o cierre indeseable.
- 7.3.4 Cada interruptor estará diseñado de tal manera que la operación de apertura y cierre de sus contactos principales pueda controlarse eléctricamente de forma remota y local (a través del control, a través del sistema SCADA, a través de computadora portátil, y a través de dispositivo electrónico portátil conectado al control).
- 7.3.5 La apertura y cierre de los contactos se efectuará por accionamiento magnético, y que la vida útil de éstos, garantice al menos 20 000 operaciones. La alimentación de potencia de este sistema de accionamiento se realizará por medio de baja tensión (120-240 VCA).
- 7.3.6 El equipo debe realizar la medición de tensión en las fases, tanto en el lado de la fuente, como en el lado de la carga, sea en condición de apertura como de cierre, a través de los transformadores de potencial o sensores de tensión embebidos en los terminales primarios (bushings). Estos valores deben estar disponibles tanto en el panel frontal como a través de los puertos de comunicación, para lo que el adjudicatario podrá utilizar los medios que considere más convenientes. La exactitud de los sensores de tensión o transformadores de potencial de ambos lados (fuente y carga), debe ser igual o menor a  $\pm 2,5\%$ .
- 7.3.7 En caso de ser necesario, los transformadores de potencial o sensores de tensión deben poder ser parametrizados mediante el sistema de gestión y el control electrónico sin necesidad de corte de energía, ni desinstalar los equipos del poste.
- 7.3.8 Cuando sea necesario realizar una desconexión del cable de control, el sistema de control debe aislar de manera automática las corrientes provenientes de los transformadores de corriente para evitar accidentes al personal.

## **8. CONTROL ELECTRÓNICO**

### **8.1 Características básicas**



- 8.1.1 Cada reconectador debe venir provisto de un control, basado en tecnología de microprocesadores.
- 8.1.2 Debe contar con los dispositivos necesarios que permitan ejecutar las acciones de programación, control, indicación y medición en forma manual utilizando los dispositivos o teclas dispuestas para tal fin, y por medio de ajustes de programación hechos en forma local utilizando un teclado que funcione como interfaz hombre-máquina, o a través de puertos de acceso local mediante un dispositivo portátil apropiado para tal efecto.
- 8.1.3 Debe tener disponible algún elemento que permita controlar el acceso a los controles por temas de seguridad, de manera que garantice la no modificación de los parámetros de protección por parte de personal no autorizado. (Por ejemplo, autenticación con palabra de paso).
- 8.1.4 Cada reconectador debe traer el manual respectivo en idioma español o idioma inglés. (Manual de usuario, tanto del control como del reconectador).

## **8.2 Características Físicas**



- 8.2.1 El control debe venir en un gabinete totalmente hermético para trabajo a la intemperie el cual debe garantizar la no entrada de insectos, que no haya ingreso de humedad, además debe tener la capacidad de trabajar expuesto a altas temperaturas y humedades relativas superiores al 95% sin condensación.
- 8.2.2 El gabinete de control debe contener el relé de protección multifunción, fuente de alimentación, batería, cargador de baterías, el módulo de comunicación y de control.
- 8.2.3 El control se conectará al reconectador por medio de un cable multiconductor. Este cable será del tipo intemperie y con una longitud mínima de siete metros. El cable multiconductor debe venir con conectores removibles, con una sujeción adecuada que garantice el buen contacto y que permitan la fácil conexión y desconexión tanto en el control electrónico como en el reconectador, y que garantice la no desconexión accidental. Los conectores del cable, deben impedir el acceso de humedad y de pequeños animales como por ejemplo hormigas.
- 8.2.4 Todos los cables o conexiones entre elementos del control, deberán venir debidamente identificados y ordenados en ambos extremos de manera que se facilite la identificación de los mismos de manera visual, o siguiendo los planos que debe facilitar el fabricante. Asimismo, los dispositivos y regletas internas, deberán venir debidamente identificados.
- 8.2.5 Además, se requiere que todos los cables se distribuyan a través de una canalización, fundas u otro medio debidamente certificado para ese uso que sustituya el uso de gazas plásticas directas sobre los cables, para facilitar temas de mantenimiento. Las canalizaciones o fundas, deberán contar con al menos un 20% de espacio adicional para la introducción de cables adicionales que requiera el ICE. Para ello el contratista, suministrará un diagrama esquemático, indicando la ruta de los cables, donde se identifique cada uno de los cables dentro del gabinete, con el fin de hacer un control cruzado a la hora de la revisión de los gabinetes. Cada gabinete traerá su diagrama esquemático dentro de una funda protectora.
- 8.2.6 No se permitirá la formación de condensación dentro de los gabinetes de control. Para ello debe incluir calefacción o algún otro medio que se indique claramente y cumpla con el propósito. De ser necesario, el voltaje normal de operación será de 120V/240VCA. El dispositivo que se coloque para tal fin, no debe permitir la entrada de polvo, humedad o insectos dentro de los gabinetes.



- 8.2.7 Los sistemas de manija para apertura del gabinete de control, su mecanismo de apertura, así como las tapas de protección traseras e internas de la pantalla del control, deben ser tratadas para no sufrir corrosión alguna.
- 8.2.8 Debe suministrarse todas las protecciones pertinentes tanto para el suministro de energía, y protección contra eventos (transitorios) meteorológicos.
- 8.2.9 El gabinete contará con una clasificación mínima IP65. Cualquier empaque utilizado en el gabinete o los accesorios solicitados, interna o externamente, deberán ser capaces de resistir cambios de temperatura que van de los  $-10^{\circ}\text{C}$  a los  $75^{\circ}\text{C}$ , sin que presenten deformaciones o tueste.
- 8.2.10 Todos los empaques que se coloquen en el gabinete, tanto interna como externamente, deberán evitar la entrada de insectos al interior del gabinete.
- 8.2.11 El gabinete contará con 5 prepunzonados (electrical knockouts) de doble medida en cada uno de ellos, siendo las mismas 12,7 mm y 19,05 mm nominales ( $\frac{1}{2}$ " y  $\frac{3}{4}$ " nominales), y colocados en la parte inferior del gabinete, con su respectivo conector o empaque autoajustable para el paso de cables. Eso conectores o empaques, deben permitir que la clasificación solicitada del gabinete (IP65 como mínimo), se mantenga, evitando adicionalmente la entrada de insectos, la pérdida de flexibilidad, y tueste, del elemento autoajustable. Se aceptará igualmente unos prensaestopas que eviten la entrada de humedad e insectos, los cuales no deben perder la flexibilidad y no debe tostarse.
- 8.2.12 El gabinete contará con un conector de puesta a tierra, incorporado en la parte inferior externa del mismo. Dicho conector estará compuesto por al menos un espárrago no inferior a 50,8 mm de diámetro y 50,8 mm de longitud, su respectiva tuerca, su respectiva arandela plana, y su respectiva arandela de presión, para ser utilizado con terminal de ojo sencillo o doble ojo para calibre del #2 al 2/0 AWG. Asimismo, se suministrará un cable de cobre desnudo de puesta a tierra calibre 2/0 AWG de 6 m de longitud, con su respectivo terminal de compresión, el cual será de ojo sencillo o doble ojo, cuyo diámetro sea el adecuado, para el conector de puesta tierra que vendrá provisto en el gabinete. Dicho terminal, tendrá la capacidad de soportar cables en hilos (stranded), comprimidos, y compactos, los cuales podrán ser de cobre o aluminio, por lo que deberá ser para uso bimetálico.
- 8.2.13 Las baterías deberán colocarse dentro del gabinete, en la parte inferior al control, dejando los espacios libres solicitados y sin bloquear los prepunzonados (electrical knockouts). Las mismas deben contar con una bandeja para recoger cualquier derrame que se pueda ocasionar.

### **8.3 Control y operación**



- 8.3.1. La unidad de control deberá estar provista de una interfaz local que permita visualizar lecturas, selección de funciones preprogramadas y ajuste de protecciones, consistente en una pantalla, teclado y luces indicadoras, así como identificación precisa de las funciones de apertura y cierre.
- 8.3.2. El control dispondrá como mínimo de los siguientes botones en el panel frontal, para ejecutar las acciones rápidas de los mandos: Abrir, Cerrar, Bloqueo de recierres, trabajo en líneas calientes (Hot line tag o WorkTag o similar), cambio entre grupos de protección, local/remoto, acceso rápido al registrador (log) de la última falla con los valores de las corrientes de cortocircuito registradas. Dichos botones deben estar asociados a un led o lámparas de indicación para revisar el estatus del reconectador de manera instantánea. Además, los botones deben venir debidamente configurados e identificados.
- 8.3.3. La pantalla del equipo debe apagarse de manera automática luego de un tiempo determinado sin actividad por parte del operario local.
- 8.3.4. El control dispondrá de mandos para la selección de operación local o remota y su respectiva señalización. Para garantizar la seguridad de las operaciones en campo, una vez ajustado a operación local, se debe enclavar para garantizar la no operación remota. De manera similar aplica al uso de la función de trabajo en líneas energizadas.
- 8.3.5. Deberá contar con elementos de almacenamiento (memoria no volátil), que permita mantener almacenada la información ante ausencia de alimentación.
- 8.3.6. El equipo debe permitir seleccionar cuál es su lado fuente y lado carga de forma automática, en caso de que la instalación así lo requiera.
- 8.3.7. El control debe almacenar en una memoria no volátil al menos 10 000 eventos cada uno de ellos con estampa de tiempo (fecha y hora, ésta última con una resolución mínima de 1 ms), que incluya como mínimo: cambios de estado, cambio en los ajustes del equipo, datos de falla (magnitud, tipo, fase), bloqueo, pérdida de alimentación auxiliar, encendido del control.
- 8.3.8. El control debe ser capaz de exportar archivos entre los diferentes modelos de la marca, desde modelos más recientes a modelos más antiguos, y viceversa, con el fin de que sirvan de comparación entre los mismos archivos, curvas de protección, mapeo del SCADA, programación, entre otros.
- 8.3.9. El registro de eventos se podrá descargar y exportar a formatos estándar (pdf, .xls, csv, .xml, como mínimo) mediante el sistema de gestión y en intervalos de tiempo seleccionables.

## **8.4 Sistema de gestión**



8.4.1 En lo que respecta al sistema para la gestión de los equipos, el mismo se debe suministrar en su versión vigente y más actualizada al momento de la entrega de los equipos, con un tipo de licenciamiento corporativo para el ICE, para que sea utilizado por éste, sin ninguna restricción en el ejercicio de sus funciones. El mismo debe mantenerse y actualizarse por parte del proveedor por un período de 12 años a partir de la adjudicación, sin costo adicional para el ICE. El oferente se compromete a suministrar a través de un sitio colaborativo, o algún sitio que sea conveniente para el ICE, o una página web, las actualizaciones que se liberen.

8.4.2 El sistema de gestión debe ser capaz de ejecutarse en el sistema operativo Windows, en su última versión, y que permita al menos:

- El ajuste
- La programación
- La modificación de los parámetros de protección
- La creación de curvas personalizadas
- El acceso a los perfiles de medición de carga
- El acceso a los registros de eventos
- El acceso a los registros de calidad de la energía
- La extracción y análisis de oscilogramas y sus datos relacionados.
- La exportación de oscilogramas en formato COMTRADE
- La actualización del programa firme (firmware)
- El control de seguridad a través autenticación en el acceso y niveles de permisos según el usuario.

8.4.3 El sistema debe soportar múltiples usuarios, con la capacidad de gestionar tanto uno como todos los equipos adquiridos. El sistema de gestión debe operar sin que se tenga que variar la configuración de los sistemas operativos ni los cortafuegos (firewalls) utilizados por la institución.

8.4.4 El oferente se compromete a facilitar las versiones actualizadas del programa firme (firmware) cada vez que éstas sean liberadas por el fabricante, mediante descarga a través de la página oficial del fabricante. Estos programas firmes (firmwares) deben ser completamente portátiles mediante un dispositivo de almacenamiento (USB, CD, DVD, disco duro, o cualquier otro medio de almacenamiento electrónico). El contratista deberá informar al ICE cuando se liberen las nuevas actualizaciones de los programas firmes (firmwares).



8.4.5 La actualización del programa firme (firmware) para corrección de errores o implementación de nuevas funciones, se debe poder realizar en campo, de manera remota o laboratorio, mediante el sistema de gestión, sin afectación en este proceso, de la operación normal del equipo.

## **8.5 Fuente de alimentación**



- 8.5.1. Los equipos deberán disponer los medios para alimentación auxiliar de 120/240 VCA del sistema de control y protección.
- 8.5.2. Se deberá disponer de un sistema de respaldo batería-cargador que le permita al control operar (abrir y cerrar), en ausencia de alimentación CA. Además, bajo esa condición de ausencia de CA, deberá ser capaz de almacenar al menos 500 registros. En caso de daño o estallido del sistema de respaldo, se debe garantizar que no se producirá afectación al control y que los vapores se evacuarán de una manera segura.
- 8.5.3. Todos los equipos deben disponer de un tomacorriente doble 120 VCA/60 Hz NEMA 5-15R, con dispositivo de protección contra sobretensiones (SPD por sus siglas en inglés), para conexión de equipos de inspección o supervisión como computadoras portátiles, así como un disyuntor monofásico para su alimentación.
- 8.5.4. El control debe poseer una fuente de alimentación de voltaje en corriente directa para equipos externos (radio, enrutador, otros), para una tensión de 10 VCD a 36 VCD, con una capacidad no menor a 50W con carga continua. Las baterías deben traer impresa la fecha de fabricación, la cual no debe ser mayor a tres meses anterior a la fecha de recepción de los equipos.
- 8.5.5. En caso de falla de la fuente de alimentación se debe alertar tanto en el registro de eventos como el sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA por sus siglas en inglés).
- 8.5.6. Cada equipo debe entregarse con una transferencia automática de alimentación auxiliar (dos de CA y una de CD con respaldo de la batería). La misma debe permitir alimentar el control de manera simultánea desde tres fuentes distintas (dos en CA y una en CD con respaldo de la batería) y continuar la operación normal en caso de que alguna fallara. Esta transferencia debe estar instalada de fábrica dentro del gabinete.
- 8.5.7. Los controles deberán disponer de una protección tipo disyuntor para la entrada de CA a la fuente, y una protección tipo disyuntor o fusible para la protección de la batería.
- 8.5.8. La fuente de poder (PSU por sus siglas en inglés) debe tener una tensión de 120 VCA a 127 VCA nominales, con un ámbito mínimo de  $\pm 10\%$  según su tensión nominal.

## **8.6 Medición**

- 8.6.1. Los equipos deben entregarse con los accesorios necesarios para medir y registrar al menos las siguientes variables:



- Corrientes de cada fase.
- Corrientes de neutro.
- Corriente de secuencia de fase positiva, negativa y cero.
- Voltajes de cada fase tanto del lado fuente como del lado carga.
- Potencia activa en los cuatro cuadrantes.
- Potencia reactiva en los cuatro cuadrantes.
- Potencia aparente en los cuatro cuadrantes.
- Factor de potencia.
- Frecuencia.

8.6.2. El período de tiempo de almacenamiento debe ser configurable de acuerdo al intervalo de tiempo asignado y la cantidad de variables seleccionadas para medir.

8.6.3. El sistema de gestión debe contar con perfiles (gráficas en el tiempo) de las variables arriba mencionadas.

8.6.4. Tanto el registro de medición como los perfiles deben ser exportables a formatos estándar, como mínimo: .pdf, .xls, csv, .xml.

## **8.7 Calidad de energía**



- 8.7.1 Los equipos deben tener la capacidad de registrar variables sobre el estado de la calidad de la energía que permita como mínimo:
  - 8.7.1.1 Registro de huecos de tensión (sags) y sobretensiones de corta duración (swells).
  - 8.7.2.1 Registro de corrientes armónicas y distorsión armónica total de corriente (THDI por sus siglas en inglés), hasta al menos el 15to armónico.
  - 8.7.3.1 Registro de voltajes armónicos y distorsión armónica total de tensión (THDV por sus siglas en inglés), hasta al menos el 15to armónico.
  - 8.7.4.1 Capturas de forma de onda.
  - 8.7.5.1 Si se requiere de un medio de gestión adicional para la medición de calidad de energía, se debe entregar el mismo, el cual debe ser libre en instalación y actualizaciones, y no tendrá costo adicional para el ICE.
  - 8.7.6.1 La programación de umbrales para registro se debe realizar con el sistema de gestión. La medición necesaria debe realizarse mediante los transformadores de corriente y de potencial (o sensores de tensión) integrados e incluidos en los equipos.
  - 8.7.7.1 Estas funciones deben estar disponibles en el control y solamente requerir los ajustes para su adecuado funcionamiento.

## **8.8 Automatización**



- 8.8.1 Los equipos deben poseer ajuste automático del grupo de protección ante un cambio en la dirección del flujo de potencia.
- 8.8.2 Debe posibilitar un esquema de automatización de redes de distribución el cual retornará el suministro de energía, a secciones libres de falla en la red, las cuales han sido desconectadas debido a una falla en otra sección de la red, de la siguiente forma:
  - 8.8.2.1 Aislando la sección de falla.
  - 8.8.3.1 Reconfigurando automáticamente la red, para que las secciones libres de falla reciban suministro eléctrico.
- 8.8.3 La lógica asociada a cada reconectador, operará en este esquema sin necesidad de comunicaciones o intervención del operador, usando la detección de tensión integrada al equipo.
- 8.8.4 Los equipos deben incluir todos los accesorios necesarios, en caso que aplique, para funcionar bajo este esquema de automatismos.
- 8.8.5 Los equipos deben permitir Activar/Desactivar un esquema de transferencia automática que suministre tensión a una carga crítica a partir de dos fuentes disponibles, para asegurar el suministro de energía desde una red alternativa en el caso de una falla en la red principal.
- 8.8.6 Los equipos deben contar con todas las provisiones necesarias para implementar la comunicación con otro reconectador para la configuración de esquemas de transferencia automática en media tensión o disparos transferidos, para la atención de cargas críticas.

## **8.9 Comunicaciones**



8.9.1 Las unidades de control deben contar con los siguientes puertos de comunicación:

- Al menos 1 puerto de comunicación Serial RS-232 DB9 para comunicación del sistema SCADA o comunicación con accesorios, y que sea capaz de soportar al menos 1 protocolo de comunicación abierto y también los protocolos propietarios.
- Al menos 2 puertos Ethernet 100 BASE T RJ45, para comunicación con el sistema SCADA, siendo capaces de soportar 3 protocolos de comunicación abiertos (DNP3 TCP/IP, IEC 60870-5-104 e IEC 61850), el paquete informático propietario (proprietary software) para gestión del equipo, y al menos un protocolo de automatización, todos ellos al mismo tiempo.
- Al menos 1 puerto USB-A 2.0 o superior, para conexión mediante el software propietario para comunicación con el sistema SCADA. Éstos deben ser capaces de soportar convertidores de medios si se requiere.
- 1 puerto USB-B 2.0 o superior, para la gestión local con el software propietario.
- Todos los puertos con las características solicitadas deben ser embebidos en el control. (No se aceptarán dispositivos adicionales al control como conectores como interfaz, convertidores de medios de uso permanente para que operen, etc.).
- Los protocolos deben coexistir simultáneamente en el relé de protección, independientemente del puerto de comunicación.

8.9.2 Los protocolos de comunicación que soporte el control, deben ser capaces de ser multimaestro, es decir, que los protocolos de comunicación abiertos (DNP 3.0 TCP/IP, IEC 60870-5-104 e IEC 61850) sean capaces cada uno de reportar al menos a 2 estaciones maestras al mismo tiempo.

8.9.3 El control debe tener la capacidad de ser multiprotocolo, es decir, el control debe soportar los diferentes protocolos de comunicación sobre el puerto Ethernet: debe soportar al menos 3 protocolos abiertos (DNP 3.0 TCP/IP, IEC 60870-5-104 e IEC 61850), más el medio de gestión propietario (proprietary software).

8.9.4 La interrogación del control con el medio de gestión propietario (proprietary software) se hará mediante cualquiera de las dos formas siguientes:

- De forma remota a través del enrutador.



- De forma local punto a punto.

8.9.5 La integración a un sistema de "Supervisión, Control y Adquisición de Datos en forma remota" (SCADA), mediante los protocolos de comunicación ya mencionados, debe incluir como mínimo:

#### **8.9.5.1 Entradas binarias.**

- Recloser abierto
- Recloser cerrado
- Control de bloqueo (lockout)
- Línea caliente (Hot line tag o Work Tag o similar)
- Recierres
- Grupo protección 1
- Grupo protección 2
- Grupo protección 3
- Grupo protección 4
- Falla de AC
- Mal funcionamiento
- Estado de batería
- Local/remoto
- Disparo por sobrecorriente
- Disparo por operador

#### **8.9.5.2 Salidas binarias.**

- Abrir
- Cerrar
- Activar/desactivar línea caliente
- Activar/desactivar recierres
- Activar los grupos de protección
- Activar/desactivar automatización

#### **8.9.5.3 Indicaciones analógicas.**

- Corriente fase
- Corriente N
- Voltaje fase
- Potencia aparente (kVA)
- Potencia real (kW)
- Potencia reactiva (kVAR)



- Factor de potencia
- Corriente de cortocircuito fase (última operación)
- Corriente de cortocircuito N (última operación)

#### **8.9.5.4 Contadores.**

- Contador de operaciones.
- Contador de operaciones por sobrecorriente en fase.

8.9.6 Debe entregarse en formato electrónico la última versión de los protocolos abiertos y propietarios.

8.9.7 El relé de protección debe tener la capacidad de sincronizar la fecha y hora por protocolo por medio del sistema SCADA, DNP3.0 y SNTP.

8.9.8 Los reconectadores deberán contar con los accesorios, cables y conectores necesarios para la interrogación desde la computadora portátil en sitio. La interfaz para este fin, deberá ser de una longitud no menor a 8 metros y aprobada por UL.

8.9.9 Cada gabinete de control del reconectador deberá tener todas las previstas para la adecuada conexión de un enrutador (router) de comunicación 3G (850 MHz) /4G LTE/4.5G LTE (Banda 7 2600 MHz y Banda 3 1800 MHz). Estas previstas incluyen el espacio de unos 20 cm de alto y 20 cm de fondo dentro del gabinete, un riel DIN disponible e instalado. El enrutador (router) vendrá listo y con todos los accesorios disponibles, para ser instalado en dicho espacio sobre el riel DIN disponible.

8.9.10 El control debe contar con una salida de alimentación auxiliar que pueda alimentar los equipos de comunicación (éstos aceptan un voltaje desde 10VCD hasta 36VCD).

#### **8.10 Almacenamiento de información**

8.10.1 Debe garantizarse un respaldo de memoria que mantenga un registro de la siguiente información como mínimo, referente al interruptor: cantidad de operaciones, desgaste de contactos, y número de serie del equipo. Dicha memoria debe estar en el control electrónico. El equipo debe permitir una reprogramación de sus datos mediante el sistema de gestión.

#### **8.11 Protección**



8.11.1 Los equipos deben permitir ajustar fácilmente una secuencia mínima de tres recierres y cuatro disparos, por protección, con bloqueo final e intervalos según la norma ANSI/IEEE C.37.60.

8.11.2 Toda protección debe actuar de manera independiente, pudiendo ser claramente interpretada, ya que debe ser mapeada en el sistema SCADA, y no se permitirá una confusión para el personal de la red.

8.11.3 Los recierres deben manejar como mínimo los siguientes valores:

- Primer recierre: 0,5-45 segundos
- Segundo recierre: 2-45 segundos
- Tercer recierre: 2-45 segundos

8.11.4 Los equipos deben contar con las siguientes características o funciones de protección preprogramados y listos para ser ajustados:

8.11.4.1 Sobrecorriente de fase.

8.11.4.2 Sobrecorriente a tierra.

8.11.4.3 Secuencia de fase negativa.

8.11.4.4 Baja/sobre frecuencia.

8.11.4.5 Baja/sobre tensión.

8.11.4.6 Control de secuencia.

8.11.4.7 Bloqueo por alta corriente.

8.11.4.8 Corriente de energización (Inrush = magnetizante + histéresis).

8.11.4.9 Carga fría.

8.11.4.10 Disparo único.

8.11.4.11 Trabajo en líneas energizadas (Hot line tag, Work tag o similar)

8.11.4.12 Protección de tiempo inverso. El control debe disponer de curvas que el usuario pueda seleccionar sin necesidad de programación. Debe contar como mínimo con curvas definidas por las normas IEEE C.37.112, IEC 60255 (última versión) y las denominadas curvas no estándar (llamadas curvas Kyle o curvas Cooper).

8.11.5 Cada una de las curvas tendrá la capacidad de ser modificada por los siguientes elementos:

- Multiplicador Instantáneo.
- Multiplicador de tiempo.
- Tiempo máximo.
- Tiempo mínimo.



- Tiempo adicional.

8.11.6 La corriente mínima de disparo de fase, debe ser ajustable entre los siguientes valores: 50-1 200 amperios.

8.11.7 La corriente mínima de disparo de fallas a tierra, debe ser ajustable entre los siguientes valores: 25-800 amperios.

8.11.8 El sistema de gestión debe contar con la opción de construir e incluir dentro de los grupos de curvas, al menos tres curvas personalizadas para enfrentar problemas específicos de coordinación de protecciones.

8.11.9 El sistema de gestión deberá poseer herramientas de análisis en ingeniería, como editor gráfico de curvas de protección de sobrecorriente para efectos de coordinación de protecciones con otros reconectores monofásicos, o de otras marcas.

## **8.12 Pruebas a efectuarse en fábrica**



8.12.1 Debe probarse el 100% de los reconectores contratados, con simulador digital ARCO 400 o equipo similar. En los ensayos se debe:

- Probar la protección de sobrecorriente para fallas a tierra.
- Probar y evaluar automáticamente dos curvas individuales una lenta y una rápida (usadas en esquemas de salvaguarda de fusibles) sin desactivar una de las curvas en el controlador bajo prueba.
- Probar como mínimo 5 puntos en cualquier curva de sobrecorriente sin tener que interactuar con el controlador bajo prueba.
- Evaluar automáticamente los tiempos de disparo de acuerdo a la tolerancia indicada en los documentos entregados en la oferta.
- Probar los ciclos de recierre tanto para fallas a tierra.
- Ejecutar una secuencia de disparos hasta que se logre la condición de bloqueo (lockout) para fallas a tierra y evaluar automáticamente los tiempos de recierre.
- Verificar la correcta operación de la función de coordinación de secuencia del restaurador aguas arriba, simulando los ciclos de recierre del restaurador aguas abajo ante una falla permanente.
- Probar el ajuste de arranque de sobrecorriente, para baja frecuencia o bajo voltaje.
- Probar las funciones de automatismo voltaje-tiempo. Al menos se debe comprobar:

- ✓ Restaurador alimentador.

- Apertura por pérdidas de voltaje del lado de la fuente.
- Cierre por presencia de voltaje del lado de la fuente.
- Apertura por cierta caída de tensión.

- ✓ Restaurador intermedio.

- Apertura y bloqueo por inversión de flujo de corriente con fallas aguas arriba.

- ✓ Restaurador de enlace

- Cierre por pérdida de voltaje del lado de la fuente.
- Apertura por falla del lado de la fuente o del lado de la carga.



- Entregar un detalle completo de las siguientes pruebas:
  - ✓ Prueba 1 - Apertura y cierre manual desde la botonera del ARCO 400 o equipo similar.
  - ✓ Prueba 2 – Comprobación de salidas analógicas.
  - ✓ Prueba 3- Arranque (pick up) fase con recierre deshabilitado.
  - ✓ Prueba 4- Curva rápida fase sólo prueba de puntos de disparo, incluir curvas de tiempo corriente con resultados.
  - ✓ Prueba 5- Curva rápida/lenta fase, incluir curvas de tiempo corriente con resultados.
  - ✓ Prueba 6- Recierre fase=>bloqueo, recierre secuencia completa con bloqueo (disparo monofásico y bloqueo monofásico).
  - ✓ Prueba 7- Recierre fase=>exitoso, recierre - recierre (disparo monofásico y bloqueo monofásico).
  - ✓ Prueba 8- Bloqueo recierre fase x Hi, recierre – secuencia completa (disparo monofásico y bloqueo monofásico).
  - ✓ Prueba 9- Secuencia (respaldo) fase, recierre-coordinación con recierre en equipo aguas abajo (disparo monofásico).

8.12.2 Se deberá realizar a cada reconector contratado, la prueba con simulador digital de las siguientes funciones:

- Trabajo en líneas energizadas (hot line tag o work tag o similar).

8.12.3 Debe aplicarse las pruebas tipo indicadas en la norma IEC 62271-111 y presentarse los resultados, con no más de 5 años de expedidos. También debe aplicarse las pruebas de rutina indicadas en la norma IEC 62271-111-2019, a cada reconector contratado, así como presentarse sus correspondientes resultados.



8.12.4 Otro tipo de pruebas que se deben aplicar a un reconectador de las mismas características y prestaciones contratado, así como la presentación de sus resultados, con no más de 5 años de expedidos, se solicitan en el siguiente cuadro:

**Cuadro 4.** Resultados de pruebas adicionales solicitadas

Nombre de prueba por entregar	Equipo	Valor medido	Valor de referencia	Puntos probados	Indicación de norma que cumple y procedimiento certificado del fabricante (test procedure) que utilizó	Entrega al ICE de documentos (norma usada completa y procedimiento empleado paso a paso, y procedimiento del fabricante)	Explicación
Prueba de resistencia de contacto							Se refiere a la resistencia de los contactos del interruptor de vacío (VI)
Torque de contactos eléctricos de acuerdo a calibres de cables							Indicar los torques mecánicos necesarios, de cada uno de los contactos eléctricos del equipo y de los sistemas complementarios
Prueba de termografía en contactos eléctricos con apriete, tensión, y corriente, nominales							Se trata de obtener una termografía de los contactos eléctricos, bajo una prueba de laboratorio, donde el equipo se someta a su potencia nominal de operación
Prueba de resistencia de aislamiento							Ésta es una prueba dieléctrica la cual será realizada de terminales del equipo a tierra, y



							entre terminales del equipo
Prueba de potencial aplicado							Ésta es una prueba dieléctrica que busca obtener la corriente de fuga entre los contactos de fuente y los contactos de carga
Tolerancia de contactos							Se trata de obtener, el espaciamiento entre contactos y su tolerancia, tanto en posición abierta como cerrada
Pérdida de vacío del interruptor de vacío							Debe entregarse la curva de Paschen
Radiación por rayos X							Conocer los valores de rayos X producidos en los interruptores de vacío
Pruebas de contactos posterior a cortocircuitos (estudio de comportamiento)							Muestra el estado de los contactos posterior a un cortocircuito
Prueba de fuerza, velocidad y posibilidad de rebote							Busca el valor de fuerza producida por los contactos, la velocidad a la que viajan los contactos en el proceso de apertura o cierre, y el tiempo de duración de rebote junto con una gráfica de tiempo vs distancia de rebote



Si la aparatación eléctrica viene contenida en el tanque, presentar prueba mecánica de integridad del tanque para contener el arco o permitir una liberación controlada del mismo							Definir la capacidad de resistencia del tanque, o la posibilidad de liberar el arco de manera controlada, sin que exista un daño colateral del equipo y sus alrededores
Si la aparatación eléctrica, viene contenida en los terminales primarios (bushings) del equipo, pero fuera del tanque, presentar prueba de integridad del equipo para no desperdigar objetos en forma de proyectiles							Conocer la integridad mecánica del equipo, de manera que ante una falla, no cause daños al equipo o a sus alrededores
Clasificación IAC (internal arc classification)							Conocer la clasificación IAC del reconector
Prueba de entrada de humedad							Definir la prueba de humedad y su ingreso a los terminales primarios
Prueba de composición de productos y subproductos de los aisladores de paso							Identifica los tipos de materiales que componen el producto entregado
Prueba de DSC y curva de prueba DSC para los aisladores de paso							Muestra el comportamiento del producto entregado y su transición vítrea-fundida
Prueba de TGA y curva de prueba TGA para los aisladores de paso							Muestra el comportamiento del producto



							entregado y su estabilidad
Prueba de la exactitud de la medición, de los sensores de tensión o transformadores de potencial							Permite obtener los valores exactos sobre los que el equipo estará trabajando

**Fuente:** GAP, NDyC

**Notas al cuadro 4:** 1. Para su revisión y aprobación, el cuadro con los resultados de las pruebas, sus informes de resultados y documentos solicitados, será remitido al Administrador de Contrato, al menos 10 días hábiles antes del embarque de los equipos. 2. Cada prueba realizada, debe referenciarse a una norma cuando la misma exista. Si solamente se presenta un procedimiento certificado del fabricante, y la norma existe, la prueba y sus resultados, no será tomada en cuenta.

## 9. SISTEMAS COMPLEMENTARIOS

### 9.1 ENRUTADOR

Cada reconectador, debe contar con un enrutador aparte del control, el cual es necesario cumpla lo siguiente:

#### 9.1.1 Descripción del equipo



Las características del enrutador (router) solicitado son las siguientes:

- Debe ser capaz de registrar datos.
- Debe ser capaz de hacer uso de la tecnología 3G (850 MHz), 4G LTE /4.5G LTE (Banda 7, 2600 MHz y Banda 3, 1800 MHz) utilizadas en Costa Rica por Kölbi.
- Debe contar con carcasa externa metálica.
- Debe ser designado para uso industrial.
- Debe contar con botón de reseteo.
- Debe contar con al menos 2 puertos Ethernet 10/100 Mb/s, con conector RJ45, los cuales pueden trabajar independientes o como distribuidor (switch).
- Debe contar con un 1 módulo GPS ya instalado, para aplicaciones de geolocalización futuras. Se debe incluir 1 antena con conector SMA para ser instalada en el puerto SMA del GPS del enrutador.
- Debe contar con al menos dos puertos para tarjeta SIM. Dichos puertos deben ser de tipo bandeja, de tal forma que sea fácil de instalar y extraer la tarjeta SIM. No se aceptará modelos de enrutadores, en que se tenga que utilizar herramientas especiales, o se deba desarmar el equipo, para instalar las tarjetas SIM. Los puertos para tarjeta SIM, deben ser de un tamaño máximo, para el uso de una tarjeta Mini SIM (2FF).
- Debe ser apto para montaje en riel DIN. Para ello debe incluir el juego de accesorios propios del fabricante, para montaje en riel DIN.
- Debe contar como mínimo con 2 antenas, de las cuales, una de ellas será una antena auxiliar de diversidad con conectores tipo SMA de 50  $\Omega$  (macho); otra antena para uso externo con base magnética, que cuente con un cable de 1,5 m a 2 m de longitud con conector SMA de 50  $\Omega$  (macho), siendo este cable manufacturado en fábrica.
- Debe contar con al menos 2 conectores tipo SMA de 50  $\Omega$  (hembra) para conectar la antena externa y para conectador la antena auxiliar de diversidad.
- Debe contar con un convertidor (adaptador) fabricado para el enrutador solicitado, con una tensión de entrada 120/240 VCA/60 Hz con clavijas para tomacorriente NEMA 5-15R, y una tensión de salida, con un ámbito de tensiones mínimo, de 10 VCD a 36 VCD. El convertidor debe contar con un cable integrado al mismo, no inferior a 1 metro de longitud y en cuyo extremo, debe contar con un conector idéntico al utilizado para la alimentación del enrutador. Si la alimentación fuese con cables y no con conector, éstos deben venir preparados para tal fin.



- Debe contar con señalización por medio de leds individuales frontales de los siguientes estados: indicación de funcionamiento de la tarjeta SIM, indicación de recepción de señal de la red celular, indicación de la transmisión y recepción de datos, e indicación de la disponibilidad de energía.
- El oferente debe incluir el archivo MIB (Management Information Base por sus siglas en inglés) correspondiente.
- Debe venir acompañado de 1 cable LAN (patch cord) de 1 metro a 1,5 metros de largo, UTP Categoría 6 o superior, con terminales RJ45 en ambos extremos. Los terminales deben venir ensamblados de fábrica.
- Debe soportar como mínimo, los siguientes protocolos móviles, lo cual será comprobado, mediante carta del fabricante, donde se garantice que así es:
  - **LTE:**
    - UE Categoría 4 como mínimo.
    - Frecuencias soportadas como mínimo: 850/1800/2100/2600 MHz UMTS, HSPA, HSPA+, HSDPA, GSM, GPRS.
  - **HSPA+/UMTS:**
    - Transferencia de datos mínima 21 Mbps (DL)/5,76 Mbps (UL)
    - UE CAT. 1 to 6, 8, 10, 12, 14.
    - Frecuencias mínimas soportadas: 850/1800/2100 MHz.
- Debe contar con modo de ahorro de energía.
- Debe contar con capacidad de comunicación entre enrutadores, donde permita, por ejemplo, diseñar esquemas de automatización entre equipos en la red de distribución eléctrica.
- Debe soportar una interfaz de red “Web Server” en el puerto Ethernet, que permita la fácil configuración del equipo. Esta interfaz de red debe permitir la generación de reportes con estadísticas y gráficos de comportamiento de cada uno de los enrutadores. La generación de estos reportes debe ser posible en períodos diarios, semanales, y mensuales. Los reportes deben incluir como mínimo, las siguientes variables: latencia, potencia de la señal, calidad de la señal, pérdida de paquetes, porcentaje de habilitación, número de la celda, número del canal de la celda, cantidad de enrutadores en línea, ubicación del enrutador, tiempo de estar el enrutador activo (uptime), versión del firmware, temperatura del equipo, voltaje de alimentación, número de serie, número IMEI, dirección MAC, dirección IP, versión del SNMP activado, número celular asociado al SIM, y comunidad SNMP (password).
- Debe contar con una memoria flash de mínimo 256 MB.



- Debe contar con una memoria RAM de mínimo 512 MB.
- Debe tener un consumo promedio eléctrico igual o inferior a 5 W.
- Debe tener una masa no superior a 1,5 kg.
- Debe tener la capacidad de operar en un ámbito de temperaturas de -40°C hasta 75°C, y de almacenar, entre -40°C hasta 85 °C. Tanto el ámbito de temperaturas para operar y para almacenar, podrá ser mayor.
- Sus medidas deben ser como máximo de: 50 mm de alto x 115 mm de ancho x 200 mm de largo.
- Debe contar con:
  - Posibilidad de envío de alarmas por medio del correo electrónico (email), y enviar alarmas por medio de mensajes de texto (SMS). Por tanto, debe contar con funciones de SMS y para envío de correo electrónico.
  - La función de diagnóstico de verificación automática de la conexión PPP, garantizando la comunicación continua, y el reseteo automático del enrutador.
  - Al menos, las siguientes funciones de red: NAT, DHCP, VLAN, NTP, QoS, balanceo de carga, DNS dinámico, entre otras.
  - Al menos, los siguientes sistemas de seguridad: HTTPS, SSH, SFTP, firewall, encapsulamiento (tunelling) de VPN, VPN abierta, IPsec, autenticación, y encriptación, entre otros.
  - Al menos, los siguientes protocolos de red: TCP/IP, UDP, DHCP, HTTPS, Telnet, NTP, NAT, SNMPv3, SMTP, PPP, IPv4, DDNS, VLAN, entre otros.
  - Al menos, los siguientes protocolos industriales de comunicación: DNP 3.0 TCP, IEC 60870-5-104 y Modbus TCP, entre otros.
- Debe cumplir al menos, con las siguientes normas:

**Cuadro 1.** Normas por cumplir

Aspecto regulado	Norma
Mecánico	EN 60068-2-27, EN 60068-2-64, EN 61373, EN 60529
Seguridad	EN 62 368-1, IEEE 802.3
Climático	EN 60068-2-1, EN 60068-2-2, EN 60068-2-14, EN 60068-2-30
Ambiental	REACH, RoHS3 and WEEE
EMC	EN 301 489-1, EN 301 489-17, EN 301 489-19, EN 301 489-52, EN 61000-6-2,



	EN 50121-3-2, EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4,  EN 61000-4-5, EN 61000-4-6, EN 61000-4-11
Radio	EN 301 511, EN 301 908-1, EN 301 908-2, EN 301 908-13, EN 303 413, EN 301 893, EN 300 328

**Fuente:** GAP, NDyC

**Nota al cuadro 1:** En caso de que las normas utilizadas sean diferentes a las indicadas, éstas gozarán de igual aceptación, siempre y cuando demuestren su equivalencia con respecto de las normas solicitadas.

## 9.2 PARARRAYOS

9.2.1 Cada reconectador debe incluir 2 unidades de pararrayos, los cuales garantizarán que no ocurran daños colaterales sobre el reconectador, a la hora de generarse un evento en la red. Deberán ser de óxido metálico, para uso en sistemas aéreos de distribución de energía eléctrica en estrella multiterrizada, con voltaje nominal de 34,5/19,9 kV, variaciones máximas de  $\pm 5\%$ , nivel básico de impulso de 170 kV y frecuencia de funcionamiento de 60 Hz.

9.2.2 Junto con cada uno de los equipos, debe entregarse un procedimiento, de la manera cómo se colocan y conectan los pararrayos para los terminales de entrada y salida (2 pararrayos) de la alimentación al interruptor, de manera que se garantice que cumpla con los criterios de coordinación de aislamiento en la protección del equipo, conforme al método de instalación recomendado por el fabricante, para los reconectores. Asimismo, deberá suministrar cualquier accesorio o herraje que sea necesario para el montaje de los pararrayos.

9.2.3 Las especificaciones por cumplir los pararrayos, son las siguientes:

### 9.2.4 NORMAS APLICABLES

Para el cumplimiento de estas especificaciones técnicas es indispensable que los pararrayos de distribución cumplan las siguientes normas:

- ANSI/IEEE C 62.11: STANDARD FOR METAL-OXIDE SURGE ARRESTERS FOR ALTERNATING CURRENT POWER CIRCUITS.



- IEC 60099-4: SURGE ARRESTERS - PART 4: METAL-OXIDE SURGE ARRESTERS WITHOUT GAPS FOR A.C. SYSTEMS.
- ASTM A 153 STANDARD SPECIFICATION FOR ZINC COATING (HOT-DIP) ON IRON AND STEEL HARDWARE.
- AISI- SAE-316 AMERICAN IRON AND STEEL INSTITUTE-AUTHENTIC STEEL 316.
- ANSI/ASQ Z1.4 SAMPLING PROCEDURES AND TABLES FOR INSPECTION BY ATTRIBUTES.
- UL-94 STANDARD FOR TESTS FOR FLAMMABILITY OF PLASTIC MATERIALS FOR PARTS IN DEVICES AND APPLIANCES

Deben cumplir con lo indicado en las normas anteriores según corresponda excepto en donde se indique lo contrario.

Si los documentos anteriores son revisados o modificados, debe tomarse en cuenta la edición en vigencia o la última edición a la fecha de apertura de las ofertas de la adquisición.

En caso de que las normas utilizadas sean diferentes a las indicadas, éstas gozarán de igual aceptación, siempre y cuando igualen o superen a las de referencia, en cuyo caso, en la oferta se deberá suministrar copia de dichas normas, además indicar puntualmente las características en que tal norma iguala o supera a las solicitadas por el ICE. La no presentación de este requisito será motivo de exclusión de la oferta.

#### 9.2.5 **CONDICIONES DE SERVICIO**

Los pararrayos serán utilizados en los reconectores adquiridos bajo las siguientes condiciones:

##### 9.2.5.1 **Características Ambientales:**

- Alturas sobre el nivel del mar: 0 a 3300 m
- Ambiente Tropical
- Humedad relativa superior al 94%
- Temperatura Máxima 38 °C y Mínima 10 °C
- Vientos sostenidos de 120 km/h
- Nivel de Contaminación Alto

##### 9.2.5.2 **Características Eléctricas:**



- Sistemas aéreos de distribución de energía eléctrica en estrella multiterrizada.
- Tensión Nominal del Sistema 19,9/34,5 kV
- Tensión Máxima 36 kV
- Frecuencia del Sistema 60 Hz
- Nivel básico de impulso de 170 kV
- Factor de Regulación del Sistema 5%

#### 9.2.6 REQUERIMIENTOS GENERALES

- Clase: Distribución, conexión directa.
- Tipo: Óxido metálico, trabajo pesado
- Corriente nominal de descarga a 8/20  $\mu$ s de 10 kA

**Construcción del pararrayos:** Toda la construcción del pararrayos debe asegurar un sellado total de todos los componentes, totalmente hermético a prueba de humedad, aire o cualquier otro agente externo, a fin de evitar las descargas parciales; de tal modo que las características eléctricas y mecánicas permanezcan inalterables aún después de largos períodos de uso.

**Núcleo del Pararrayos:** debe estar conformado por una columna de discos varistores de óxido de zinc (Diseño Núcleo Sólido), mediante aplicación a su alrededor de fibra de vidrio reforzada con un material epóxido firmemente adherida, adecuada para proporcionar una protección térmica, favorecer la compactación del núcleo y proteger del ataque de agentes externos, tener excelentes propiedades aislantes y además del sellado proporcionar resistencia mecánica y el grado de estanqueidad necesarios. Cabe señalar que de utilizar separadores de aluminio u otro material, éstos deben ser sólidos, no se aceptarán con hueco en el centro.

**Material del aislamiento:** debe ser fabricado de silicona HTV (High Temperature Vulcanized) u otro material con características iguales o superiores, color gris uniforme y consistente; en un solo molde para evitar discontinuidad en la silicona, debe tener un excelente comportamiento a condiciones climáticas severas como: radiación ultravioleta, temperaturas extremas, alta humedad, ambientes marinos, contaminación, así como



resistencia al impacto, la abrasión y formación de zonas conductoras superficiales. Del mismo modo, el material ha de garantizar los riesgos ante el fuego satisfaciendo los requerimientos de inflamabilidad de la Norma UL 94 Clasificación Clase V-0 en el ensayo de llama vertical. Flamabilidad extinguido menor a 10 segundos. Se debe presentar el certificado de prueba UL-94.

No se aceptará material de aislamiento de EPDM (Etileno-Propileno-Dieno-Monómero) o gomas compuestas basadas en EPDM (o cualquier caucho orgánico), ya que estos compuestos no mantienen sus propiedades hidrofóbicas.

**Tapas, juntas de cierre y tornillos terminales:** deben ser fabricados de acero inoxidable de la serie AISI-SAE preferiblemente 316, que garantice la resistencia a la oxidación en todos los ambientes tanto zonas marítimas, tropicales, altamente contaminadas o en contacto con ácidos, además de excelente comportamiento mecánico, se debe indicar la serie del acero inoxidable para realizar la verificación correspondiente en el Laboratorio de Investigación en Corrosión del Instituto Costarricense de Electricidad.

**Dispositivo de desconexión:** debe estar provisto de un dispositivo de desconexión (Isolator ground lead disconnect) que asegure un efectivo aislamiento y una clara indicación visual de que el pararrayos se dañó internamente. Se deberá incluir la información técnica referida a este dispositivo de cada uno de los pararrayos y adjuntar detalle constructivo interno del desconectador, preferiblemente sea fabricado premoldeado de poliéster en su parte exterior.

**Soporte aislante:** De ser necesario para el correcto montaje, debe estar provisto de un soporte premoldeado de poliéster reforzado con fibra de vidrio, con una carga específica de ruptura no menor a 14,5 kgf.

**Cobertor superior aislante:** deberá estar provisto de un cobertor en la conexión de fase que cubra completamente las partes metálicas sin dejarlas expuestas y debe estar provisto de un acceso para el cable de conexión. Rigidez dieléctrica mínimo 36 kV.

El material constructivo de los cobertores será de plástico termoformado u otro material rígido de dureza  $\geq 70$  Shore A, que sea apropiado para asegurar un excelente desempeño en las características de resistencia mecánica y eléctrica.



El sistema de agarre o cierre ha de permitir la apertura y posterior cierre para revisión de bornes de conexión sin afectar la efectividad del cierre ni dañar el cobertor. Además, que su agarre sea firme y no se desprenda, ya sea por manipulación o por condiciones ambientales.

El cobertor debe estar dotado de un sistema que garantice el drenaje y evita la acumulación de humedad en el mismo.

**Conexión y fijaciones:** El extremo superior del pararrayos estará provisto de dos tuercas, dos arandelas cuadradas de lado  $\geq 26\text{mm}$  y una arandela de presión; para el otro extremo- lado del desconectador- también estará provisto de dos tuercas, dos arandelas cuadradas de lado  $\geq 26\text{mm}$  y una arandela de presión.

Las arandelas además de las dimensiones indicadas deben ser adecuadas en su diseño para que aseguren mecánica y eléctricamente una adecuada conexión del conductor. El material constructivo debe ser acero inoxidable de la serie AISI-SAE preferiblemente 316, que garantice la resistencia a la oxidación en todos los ambientes tanto zonas marítimas, tropicales, altamente contaminadas o en contacto con ácidos, además de excelente comportamiento mecánico, se debe indicar la serie del acero inoxidable para realizar la verificación correspondiente en el Laboratorio de Investigación en Corrosión del Instituto Costarricense de Electricidad.

**Soporte metálico:** Cada pararrayos debe incluir los herrajes, tornillos y accesorios recomendados por el fabricante, que permita el montaje al reconector solicitado.

### 9.2.7 REQUERIMIENTOS PARTICULARES

Los pararrayos de acuerdo a las normas aplicables indicadas serán diseñados para los valores eléctricos y mecánicos que se indican a continuación:

**Cuadro 6.** Parámetros eléctricos y mecánicos de los pararrayos

Tensión nominal, kV		27
Distancia de fuga, mm		Mínimo 800
Distancia de arqueo, mm		Mínimo 360
Tensión de operación continua (MCOV), kV.		Mínimo 22
Tensión residual con onda de corriente de $8 \times 20 \mu\text{s}$ , kV.	5 kA	Máximo 70
	10 kA	Máximo 75
	20 kA	Máximo 85



Tensión de prueba de baja frecuencia (60 Hz Withstand), kV	En seco, 1 minuto	Mínimo 70
	En húmedo, 10 segundos	Mínimo 60

**Fuente:** GAP, NDyC

## 9.2.8 PRUEBAS

### 9.2.8.1 PRUEBAS TIPO

Las pruebas tipo para el pararrayos idéntico al ofrecido serán:

- Prueba de tensión de sostenimiento de aislamiento externo
- Prueba de Tensión residual
- Prueba de tensión de sostenimiento al impulso de maniobra
- Prueba de Operación de Servicio
- Prueba de envejecimiento acelerado
- Prueba de Descarga parciales
- Pruebas de Cortocircuito

### 9.2.8.2 PRUEBAS DE RUTINA

Las pruebas que se realizarán a cada uno de los pararrayos por entregar:

- Verificación visual y dimensional
- Galvanización
- Prueba de medición de la tensión de referencia a frecuencia industrial
- Prueba de la tensión residual
- Prueba de medición de las corrientes a través del pararrayos
- Prueba de medición de descargas parciales
- Prueba de Estanqueidad

## 9.2.9 MARCADO



Cada pararrayos debe presentar marcas legibles y durables, que indique los siguiente:

- a) Nombre del fabricante
- b) Mes y año de fabricación
- c) Lote de fabricación
- d) Modelo/tipo
- e) Corriente nominal de descarga a 8/20  $\mu$ s de 10 kA
- f) Voltaje nominal
- g) Voltaje de operación continua (MCOV)



El marcado se aceptará en placa metálica o impresa en el envoltorio de silicón, de tal forma que no comprometa su desempeño eléctrico y mecánico. No se aceptará en materiales adhesivos.

### **9.3 TRANSFORMADOR DE ALIMENTACIÓN DEL CONTROL Y TANQUE**

Cada reconector contratado vendrá con un transformador de potencial, el cual cumplirá con lo siguiente:

- 9.3.1 Tensión de alimentación primaria 19 920 kVCA.
- 9.3.2 Tensión de alimentación secundaria 120VCA, 240 VCA o 120VCA/240VCA, o según corresponda, de acuerdo a la alimentación propia del control y el tanque.
- 9.3.3 La potencia aparente del transformador de potencial será del tamaño del consumo del control, la cual rondará los 500 VA a 750 VA.
- 9.3.4 El valor máximo de tensión no será inferior a 34,5 kVCA.
- 9.3.5 Debe trabajar a una frecuencia de 60 Hz.
- 9.3.6 Debe ser del tipo para montaje en poste.
- 9.3.7 Debe ser de núcleo de grano orientado.
- 9.3.8 Debe tener aislamiento de resina epóxica para exteriores, que no sufra daños ante los rayos UV.
- 9.3.9 Debe estar designado para ser utilizado como transformador de potencia auxiliar.
- 9.3.10 Debe contar con al menos 8 m de multiconductor cuádruplex tipo TGP/TC-ER, que cumpla las normas ASTM, UL. El mismo debe ser del tipo THHN. La capacidad de voltaje será de 600 V y el calibre del mismo será de acuerdo al consumo del control, pero nunca inferior a un calibre 12 AWG. Se podrá ofrecer otro tipo de conductor con características iguales o superiores, al TGP/TC-ER. El cable vendrá acompañado con la cantidad de terminales necesarios, para la conexión al secundario del transformador de potencial.
- 9.3.11 La caja de conexiones del secundario del transformador, debe ser integrada al transformador, y contará con sistema de sellado para exteriores, impidiendo el paso de agua y entrada de insectos. A la vez, deberá contar con su respectivo conector o empaque autoajustable para el paso de cables, en la medida correcta, según el cable solicitado en el punto anterior, y que éste permita mantener el sello contra entrada de agua y y entrada de insectos, evitando la pérdida de flexibilidad y tueste, del elemento autoajustable.

- 9.3.12 Debe aplicar las normas IEC 61869-Parte 1, y partes subsecuentes correspondientes. También se aceptará transformadores de potencial que cumplan con las normas IEEE C57.13 correspondientes.
- 9.3.13 Debe suministrarse, con la respectiva estructura de soporte y tornillería de montaje para su instalación en postes de concreto o metal, ambos de 11 m, 13 m y 15 m. Todos los herrajes deberán cumplir con la Sección 2 “Especificaciones técnicas generales para herrajes” numerales del 1 al 8 y Procedimiento de Control de Calidad, del Manual de Normas de Construcción, Tomo I-Materiales y Equipos Normalizados publicado en la página [www.grupoice.com](http://www.grupoice.com). Los herrajes para montaje serán de acuerdo al fabricante del equipo, sin embargo, las gazas para abrazar el montaje del transformador de potencial al poste, serán del tipo mostrado en la siguiente fotografía.

**Fotografía 2.** Gazas solicitadas



**Fuente:** GAP, NDyC

- 9.3.14 Contará con un paquete de 100 gazas de plástico de color negro, de 40 cm de longitud, para el amarre del cable al poste.

## **9.4 HERRRAJES**

9.4.1 El tanque y control de cada reconectador contratado, deben suministrarse, con la respectiva estructura de soporte y tornillería de montaje para su instalación en postes de concreto o metal, ambos de 11 m, 13 m y 15 m. Todos los herrajes deberán cumplir con la Sección 2 “Especificaciones técnicas generales para herrajes” numerales del 1 al 8 y Procedimiento de Control de Calidad, del Manual de Normas de Construcción, Tomo I-Materiales y Equipos Normalizados publicado en la página [www.grupoice.com](http://www.grupoice.com). Los herrajes para montaje serán de acuerdo al fabricante del equipo, sin embargo, las gazas para abrazar al poste, tanto el montaje control, por un lado, como el montaje del reconectador por el otro, serán del tipo mostrado en la siguiente fotografía.

**Fotografía 3.** Gazas solicitadas



**Fuente:** GAP, NDyC

Eso implicará, que independientemente del tipo de herrajes que vengan con el reconectador, el adjudicatario deberá hacer los ajustes necesarios y estructuralmente analizados, para que las gazas sean las mostradas en la fotografía anterior, y que tanto el tanque, como el control, puedan ser soportados adecuadamente por las mismas.



Las platinas utilizadas, no serán inferiores a 76,2 mm de ancho x 6,35 mm de espesor. El perno será todorrosca, tipo UNC, de no menos de 19,05 mm de diámetro nominal, y una longitud no inferior a 152,4 mm. Cada perno tendrá 4 tuercas cuadradas como mínimo. A partir de estos datos mínimos, el adjudicatario presentará sus cálculos estructurales, de acuerdo al peso y a la forma del equipo, para definir si debe incrementar las dimensiones de todos o algunos de los componentes de las gazas solicitadas.

De manera general, debe incluirse dentro del conjunto de los herrajes para el montaje del tanque y los herrajes para el montaje del control, como mínimo lo siguiente: abrazaderas, soportes para tanque y soportes para control, tornillos, arandelas, soportes para pararrayos, cruceros, bandas, pletinas entre otros, que permita el completo, seguro y correcto montaje del tanque y del control al poste.

## **9.5 INSPECCIÓN Y PRUEBAS EN FÁBRICA PARA RECONECTADORES**

9.5.1 El ICE se reserva el derecho de realizar inspecciones en fábrica durante la manufactura o antes del envío de los bienes contratados. Dicha labor será efectuada por inspectores representantes del ICE debidamente autorizados.

9.5.2 La realización de la inspección en fábrica, así como la aprobación de las pruebas y la aceptación de los certificados (informes) de pruebas durante el proceso de inspección en fábrica, no eximen de ninguna manera, al fabricante de las obligaciones establecidas en el contrato y posteriormente, puede rechazarse el material si se determina que presenta incumplimientos durante el período de vigencia de la garantía.

9.5.3 El fabricante informará con al menos 6 semanas de anticipación, la fecha en que los equipos estarán disponibles en fábrica para las pruebas que realizarán.

9.5.4 Los bienes no podrán ser embarcados sin autorización del Administrador de Contrato.

9.5.5 El ICE evaluará durante la visita a fábrica, al menos los siguientes puntos:

9.5.5.1 Pruebas de rutina.

9.5.5.2 Pruebas de funcionamiento.

9.5.5.3 Pruebas de comunicación.

9.5.5.4 Revisión del proceso constructivo y de armado del equipo.

9.5.5.5 Revisión de documentos de pruebas existentes, así como procedimientos de fabricación.

9.5.5.6 Revisión de fichas técnicas de los equipos.

9.5.5.7 Revisión de planos del equipo.

9.5.6 El adjudicatario deberá suministrar al Administrador de Contrato, el cronograma de pruebas con un mínimo de 30 días antes de su inicio.

9.5.7 En caso de que se realice inspección en fábrica, será necesaria autorización de los inspectores representantes del ICE para despachar los equipos. El



requisito anterior no es de aplicación cuando no se realice inspección en fábrica por parte del ICE.

9.5.8 Si el ICE decide realizar inspección en fábrica, se procederá de acuerdo a lo siguiente:

9.6.6.1 Los inspectores del ICE podrán solicitar estar presentes en la realización de todas las pruebas indicadas, una parte de éstas o cualquier otra ofrecida por el adjudicatario. Si las pruebas revelan deficiencias, el ICE podrá exigir la repetición de las pruebas que, en su opinión, fuesen necesarias para asegurar la conformidad con las exigencias del Contrato.

9.6.6.2 Los inspectores del ICE podrán solicitar la realización de pruebas diferentes a las establecidas en el Contrato, si las pruebas solicitadas inicialmente demuestran que existe una falta a lo estipulado contractualmente.

9.6.6.3 Los inspectores del ICE tendrán de parte del adjudicatario y del fabricante, todas las facilidades necesarias para su labor, para lo cual deberán proveer y disponer toda asistencia tal como equipos de medición, equipos de seguridad, laboratorio y personal, máquinas, electricidad, acceso a planos y documentos, así como todo lo necesario para desarrollar cualquier prueba prevista. Además, se les facilitará el acceso a talleres y oficinas, laboratorios de pruebas y otros, en caso de que así lo requiera su labor en las diferentes etapas de fabricación. Los inspectores designados por el ICE podrán realizar por sí mismos, si así lo estiman conveniente, pruebas con la instalación e instrumentos previstos por el fabricante.

9.6.6.4 El suministro de todos los equipos y materiales necesarios para las inspecciones y pruebas en fábrica, así como todos los gastos originados por la ejecución de las pruebas propiamente dichas, correrán por cuenta del adjudicatario, sin embargo, el ICE se reserva el derecho de utilizar equipos y personal propio.

9.6.6.5 Los gastos en que incurran los inspectores del ICE tales como traslado, alojamiento, alimentación y otros serán cubiertos por el ICE por lo que su costo no se debe incluir como parte del costo de los materiales ni debe ser incluido en la oferta.

9.5.9 En caso de que no se realice inspección en fábrica, los informes de pruebas deberán remitirse al Administrador de Contrato.

## **10. CONTROL DE CALIDAD RECONECTADORES MONOFÁSICOS PARA 34,5 kV.**

### **10.1 PRUEBAS A EFECTUAR DURANTE LA RECEPCIÓN DE LOS ARTÍCULOS**

Las pruebas a realizar durante la recepción del material están descritas abajo. Todos los equipos que componen la muestra deberán aprobar las pruebas, para poder emitir la aceptación de conformidad de los bienes.

Este procedimiento es complemento de la información recibida en el informe de pruebas de rutina de cada reconectador por parte del fabricante, en cuyo caso, quedará a criterio de los encargados de Control de Calidad del ICE, la repetición o no de las pruebas efectuadas en la fábrica.

Se probará cada una de las unidades entregadas por el contratista.

Las pruebas de aceptación serán desarrolladas en el Taller de Equipos Especiales de Colima por personal ICE, acompañado por personal especializado del fabricante, del representante o personal especializado en reconectores. El plazo límite para iniciar las pruebas es de 5 días hábiles posterior a la comunicación por parte del ICE de que los equipos están disponibles para realizar las pruebas.

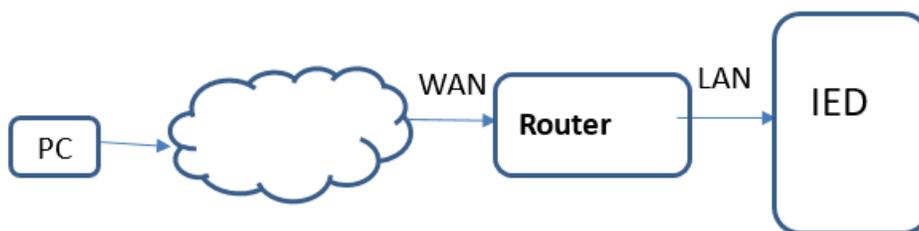
Las pruebas eléctricas por realizar eléctricas, serán las siguientes:

1. Prueba de apertura y cierre.
2. HiPot.
3. Inyección de corriente.

Las pruebas de comunicación, serán las siguientes:

1. Prueba comunicación SCADA ICE-control.
2. Prueba de mandos a través del SCADA.
3. Debe realizarse por parte del adjudicatario, las siguientes pruebas de funcionamiento del enrutador, en el taller de Equipos Especiales del ICE, en presencia de personal encargado del sistema SCADA, basado en el siguiente esquema:

**Esquema 1.** Prueba de enrutador



**Fuente:** GAP, NDyC

- Prueba para la respectiva conexión y verificar su correcto funcionamiento tanto en el sistema SCADA, conexiones OPC y la correcta operación de las diferentes funcionalidades de la interfaz “Web Server”.
- Prueba de secuencia de mandos a un IED específico a través de una aplicación del SCADA ICE, para determinar el tiempo promedio de



ejecución de una operación, observar la temperatura de funcionamiento, la pérdida de tramas, errores de comunicación, entre otros. La cantidad de transacciones evaluadas será de al menos 100 000 (cien mil).

Las pruebas del transformador de potencial, serán las siguientes:

1. Resistencia de aislamiento.
2. Resistencia de devanados primario y secundario.
3. Relación de transformación.
4. Prueba de potencial aplicado.
5. Prueba de potencial inducido.
6. Prueba de pérdidas en vacío.
7. Prueba de pérdidas con carga.

Se entregará los informes de pruebas tipo de cada transformador de potencial por parte del fabricante.

Las pruebas visuales de todo el conjunto serán las siguientes:

1. Organización del gabinete de control, versus diagrama esquemático suministrado, para comprobar que cumpla con el acomodo solicitado en las especificaciones técnicas.
2. Revisión por golpes o daños físicos de componentes y pintura.
3. Revisión de embalaje.
4. Conteo de los elementos adicionales solicitados.

En caso de duda por parte del ICE, de que el cumplimiento de alguna de las protecciones con que cuenta el equipo se cumpla, se solicitará al contratista a acompañar al personal del ICE den un plazo máximo de 5 días hábiles, a efectuar pruebas de campo con un equipo completo, para demostrar que la variable o las variables de protección, funcionan y se registran adecuadamente.

La aceptación definitiva de los bienes por parte del ICE, se realizará luego de la realización de las pruebas. Para ello el evaluador por parte del ICE, enviará dicha aceptación al Administrador de Contrato.

Las Pruebas de Interacción SCADA - equipos, funcionamiento, protecciones, y comunicaciones estarán a cargo del Área de Operación y para el caso de Pruebas Eléctricas a equipo y pruebas visuales del Área de Mantenimiento.

### ***Responsables de las pruebas***



<b>Nombre</b>	<b>Teléfono</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Área de responsabilidad</b>
			<b>Pruebas interacción SCADA- equipos, funcionamiento, protecciones, y comunicaciones</b>
			<b>Pruebas eléctricas a equipo y pruebas visuales</b>