



|  |  |   |                 |   |
|--|--|---|-----------------|---|
|  <div>Ministerio de Energía y Minería<br/>Presidencia de la Nación</div>  | <b>Proyecto:</b> INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA AISLADO “ZONA PUNA” CON EL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXIÓN |   |                 |   |
|  | <b>Obra:</b> Apertura LEAT 345 Cobos – Andes y ES Altiplano 345  |   |                 |   |
|  | <b>Título:</b>   | Capítulo 7 Sección 4 Parte 21<br>Especificaciones técnicas particulares<br>Reactor monofásico de línea 345 kV | <b>Revisión</b> | 1 |
| <b>Fecha</b>   |  |   | 04-07-2017      |   |
| <b>Página</b>  |  |   | 1 de 26         |   |



**Ministerio de Energía y Minería**  
**Presidencia de la Nación**



## **LICITACIÓN PÚBLICA**

### **LICITACIÓN Nº 01/2017**

**EJECUCIÓN “LLAVE EN MANO” DE LA OBRA CIVIL,  
MONTAJE ELECTROMECAÁNICO, PROVISION DE MATERIAL  
COMPLEMENTARIO Y PUESTA EN SERVICIO**

**APERTURA LEAT 345 kV COBOS - ANDES  
ES ALTIPLANO 345**

#### **CAPÍTULO 7**

**Condiciones técnicas ES Altiplano 345**

#### **SECCIÓN 4**



**Especificaciones técnicas particulares equipamientos**

#### **PARTE 21**

**Reactor monofásico de línea 345 kV**


**04 de julio de 2017**

| <b>Rev.</b> | <b>Fecha</b> | <b>Aprobó</b> | <b>Comentarios</b>      |
|-------------|--------------|---------------|-------------------------|
| 0           | 21-03-2017   | TLA           | Emisión para revisión   |
| 1           | 02-06-2017   | Interandes    | Emisión para licitación |



|   |  |   |                 |            |  |
|---|--|---|-----------------|------------|--|
|  <b>Ministerio de Energía y Minería</b><br><b>Presidencia de la Nación</b><br> | <b>Proyecto:</b> INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA AISLADO "ZONA PUNA" CON EL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXIÓN |   |                 |            |  |
|   | <b>Obra:</b> Apertura LEAT 345 Cobos – Andes y ES Altiplano 345  |   |                 |            |  |
|   | <b>Título:</b>   | Capítulo 7 Sección 4 Parte 21<br>Especificaciones técnicas particulares<br>Reactor monofásico de línea 345 kV | <b>Revisión</b> | 1          |  |
|   |  |   | <b>Fecha</b>    | 04-07-2017 |  |
|   |  |   | <b>Página</b>   | 2 de 26    |  |

## ÍNDICE


|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUCCIÓN .....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>NORMAS DE APLICACIÓN .....</b>   | <b>5</b>  |
| 2.1      | Normas IRAM .....   | 5         |
| 2.1.1    | Normas IRAM para transformadores de transmisión y distribución de energía eléctrica ..... | 5         |
| 2.1.2    | Normas IRAM para transformadores de corriente incorporados a los bushings .....           | 5         |
| 2.1.3    | Normas IRAM para temas varios .....   | 5         |
| 2.2      | Normas IEC .....  | 6         |
| 2.2.1    | Normas IEC para transformadores de potencia .....   | 6         |
| 2.2.2    | Normas IEC para temas varios .....  | 6         |
| 2.3      | Normas ASTM y ANSI .....  | 6         |
| <b>3</b> | <b>CONDICIONES AMBIENTALES, SÍSMICAS Y CRITERIOS DE DISEÑO .....</b>                      | <b>7</b>  |
| <b>4</b> | <b>ALCANCE DEL SUMINISTRO .....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>5</b> | <b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS .....</b>   | <b>8</b>  |
| 5.1      | Aspectos constructivos .....  | 8         |
| 5.1.1    | Núcleo magnético .....  | 8         |
| 5.1.2    | Arrollamientos .....  | 8         |
| 5.1.3    | Cuba y Tapa. Válvulas .....   | 9         |
| 5.1.3.1  | Materiales y diseño general .....   | 9         |
| 5.1.3.2  | Válvulas de la cuba .....   | 9         |
| 5.1.3.3  | Otras válvulas .....  | 10        |
| 5.1.4    | Sistema de conservación del aceite .....  | 10        |
| 5.1.5    | Aisladores pasatapas .....  | 10        |
| 5.1.6    | Sistema de Enfriamiento .....   | 10        |
| 5.1.6.1  | Radiadores .....  | 11        |
| 5.1.6.2  | Tapas para bridas .....   | 11        |
| 5.1.6.3  | Válvula limitadora de flujo .....   | 11        |
| 5.1.7    | Tratamiento de superficies y pintura .....  | 11        |
| 5.1.8    | Elementos no lineales o descargadores de sobretensión .....                               | 12        |
| <b>6</b> | <b>ACCESORIOS .....</b>   | <b>12</b> |
| 6.1      | Accesorios especiales .....   | 12        |
| 6.1.1    | Transformadores de corriente .....  | 12        |
| 6.1.2    | Registrador de impactos .....   | 12        |
| 6.1.3    | Línea de vida .....   | 12        |
| 6.2      | Accesorios normales .....   | 13        |
| 6.2.1    | Relé Buchholz .....   | 13        |
| 6.2.2    | Indicador de nivel de aceite .....  | 13        |
| 6.2.3    | Detectores, relés e instrumentos para control de temperatura .....                        | 13        |
| 6.2.3.1  | Dispositivos de imagen térmica .....  | 13        |
| 6.2.3.2  | Detector de temperatura a resistencia .....   | 14        |
| 6.2.3.3  | Termómetro a cuadrante .....  | 14        |
| 6.2.4    | Monitor "on line" de gases disueltos y contenido de agua en el aceite .....               | 14        |
| 6.2.5    | Dispositivo de alivio de sobrepresión .....   | 15        |
| 6.2.6    | Previsiones y dispositivos para soporte y manipulación .....                              | 15        |
| 6.2.7    | Caños, cables y bandejas .....  | 16        |
| 6.2.8    | Dispositivos de puesta a tierra .....   | 16        |

|  |  |   |                 |            |  |
|--|--|---|-----------------|------------|--|
|  | <b>Proyecto:</b> INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA AISLADO “ZONA PUNA” CON EL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXIÓN |   |                 |            |  |
|  | <b>Obra:</b> Apertura LEAT 345 Cobos – Andes y ES Altiplano 345  |   |                 |            |  |
|  | <b>Título:</b>   | Capítulo 7 Sección 4 Parte 21<br>Especificaciones técnicas particulares<br>Reactor monofásico de línea 345 kV | <b>Revisión</b> | 1          |  |
|  |  |   | <b>Fecha</b>    | 04-07-2017 |  |
|  |  |   | <b>Página</b>   | 3 de 26    |  |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 6.2.9     | Placas de identificación e información técnica .....   | 16        |
| <b>7</b>  | <b>CAJA DE INTERCONEXIÓN .....</b>   | <b>16</b> |
| <b>8</b>  | <b>MONTAJE, ENSAYOS EN OBRA Y PUESTA EN SERVICIO.....</b>  | <b>17</b> |
| 8.1       | Generalidades .....  | 17        |
| 8.2       | Montaje y verificaciones durante el mismo.....   | 17        |
| 8.3       | Puesta en servicio y marcha industrial.....  | 17        |
| <b>9</b>  | <b>ACEITE AISLANTE .....</b>   | <b>17</b> |
| <b>10</b> | <b>REPUESTOS.....</b>  | <b>17</b> |
| <b>11</b> | <b>DOCUMENTACION TECNICA .....</b>   | <b>18</b> |
| 11.1      | Documentación técnica de la oferta .....   | 18        |
| 11.2      | Documentación técnica de la ingeniería de detalle .....  | 18        |
| <b>12</b> | <b>INSPECCIONES Y ENSAYOS.....</b>   | <b>19</b> |
| 12.1      | Ensayos de tipo.....   | 19        |
| 12.1.1    | Ensayo de calentamiento .....  | 19        |
| 12.1.2    | Medición de armónicas de la corriente.....   | 19        |
| 12.1.3    | Ensayo de linealidad .....   | 19        |
| 12.1.4    | Medición de niveles de ruido .....   | 20        |
| 12.1.5    | Análisis de gases disueltos.....   | 20        |
| 12.1.6    | Medición de tensión de radiointerferencia.....   | 20        |
| 12.1.7    | Verificación sismorresistente .....  | 20        |
| 12.1.8    | Ensayos de aisladores pasantes.....  | 20        |
| 12.1.9    | Ensayos de transformadores de corriente .....  | 20        |
| 12.2      | Presentaciones oferente .....  | 20        |
| 12.3      | Presentaciones contratista.....  | 20        |
| 12.4      | Ensayos de rutina .....  | 21        |
| 12.4.1    | Ensayos dieléctricos.....  | 21        |
| 12.4.1.1  | Arrollamientos de 500 kV .....   | 21        |
| 12.4.1.2  | Todos los arrollamientos contra tierra.....  | 21        |
| 12.4.2    | Ensayo de estanqueidad.....  | 21        |
| 12.4.3    | Resistencia óhmica de los arrollamientos .....   | 21        |
| 12.4.4    | Determinación de las pérdidas y de la corriente.....   | 22        |
| 12.4.5    | Ensayo de rigidez dieléctrica y de resistencia de aislación con tensión aplicada en los accesorios y auxiliares..... | 22        |
| 12.4.6    | Verificación del funcionamiento y ensayos de accesorios .....  | 22        |
| 12.4.7    | Rigidez dieléctrica del circuito magnético .....   | 22        |
| 12.4.8    | Ensayo de vacío interno.....   | 22        |
| 12.4.9    | Medición de vibraciones.....   | 22        |
| 12.4.10   | Inspección visual y control dimensional de la pintura y de otros revestimientos superficiales .....                  | 23        |
| 12.4.11   | Cromatografía del aceite aislante.....   | 23        |
| 12.4.12   | Ensayos de aisladores pasantes.....  | 23        |
| 12.4.13   | Ensayos de transformadores de corriente .....  | 23        |
| 12.4.14   | Presentaciones oferente .....  | 23        |
| 12.4.15   | Presentaciones Contratista.....  | 23        |
| 12.5      | Ensayos de recepción .....   | 24        |
| 12.5.1    | Ensayo de componentes en fábrica.....  | 24        |
| 12.5.1.1  | Ensayos de verificación de la calidad de la materia prima.....   | 24        |
| 12.5.1.2  | Para el cobre.....   | 24        |

|   |  |   |          |            |  |
|---|--|---|----------|------------|--|
|  <b>Ministerio de Energía y Minería</b><br><b>Presidencia de la Nación</b><br> | <b>Proyecto:</b> INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA AISLADO “ZONA PUNA” CON EL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXIÓN |   |          |            |  |
|   | <b>Obra:</b> Apertura LEAT 345 Cobos – Andes y ES Altiplano 345  |   |          |            |  |
|   | <b>Título:</b>   | Capítulo 7 Sección 4 Parte 21<br>Especificaciones técnicas particulares<br>Reactor monofásico de línea 345 kV | Revisión | 1          |  |
|   |  |   | Fecha    | 04-07-2017 |  |
|   |  |   | Página   | 4 de 26    |  |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 12.5.1.3  | Para chapa de acero al silicio .....             | 24        |
| 12.5.1.4  | Para materiales aislantes.....                   | 24        |
| 12.6      | Ensayos en el sitio (Ensayos SAT) .....          | 25        |
| 12.7      | Costos de ensayos .....                          | 25        |
| <b>13</b> | <b>EMBALAJE, DESPACHO E IDENTIFICACIÓN .....</b> | <b>26</b> |
| <b>14</b> | <b>GESTION DE CALIDAD .....</b>                  | <b>26</b> |
| <b>15</b> | <b>GARANTIA .....</b>                            | <b>26</b> |

|  |  |   |            |   |  |
|--|--|---|------------|---|--|
|  | <b>Proyecto:</b> INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA AISLADO “ZONA PUNA” CON EL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXIÓN |   |            |   |  |
|  | <b>Obra:</b> Apertura LEAT 345 Cobos – Andes y ES Altiplano 345  |   |            |   |  |
|  | <b>Título:</b>   | Capítulo 7 Sección 4 Parte 21<br>Especificaciones técnicas particulares<br>Reactor monofásico de línea 345 kV | Revisión   | 1 |  |
| Fecha  |  |   | 04-07-2017 |   |  |
| Página   |  |   | 5 de 26    |   |  |

## 1 INTRODUCCIÓN

Las presentes Especificaciones Técnicas, son de aplicación para el diseño, la fabricación, ensayos en fábrica, montaje y ejecución de los ensayos en el emplazamiento, de los reactores monofásicos para compensación en derivación de 345 kV, incluyendo todos los equipos auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento y operación.

## 2 NORMAS DE APLICACIÓN

Todos los reactores, incluyendo sus accesorios (transformadores de intensidad y aisladores pasantes) se diseñarán, fabricarán y ensayarán según las siguientes normas y recomendaciones, en su última versión.

### 2.1 Normas IRAM

2079 Reactores

#### 2.1.1 Normas IRAM para transformadores de transmisión y distribución de energía eléctrica

Las siguientes normas se deberán cumplir en lo que resulten aplicables.

2018 Calentamiento  
2099 Condiciones generales  
2105 Niveles de aislación y ensayos dieléctricos  
2106 Ensayos en vacío y en cortocircuito  
2446 Distancias de aislación en aire


#### 2.1.2 Normas IRAM para transformadores de corriente incorporados a los bushings

Las siguientes normas se deberán cumplir en lo que resulten aplicables.

2275-1 Requisitos generales aplicables a todos los tipos  
2275-11 Requisitos adicionales para transformadores de corriente para medición  
2275-111 Requisitos adicionales para transformadores de corriente para protección

#### 2.1.3 Normas IRAM para temas varios

2026 Aceite aislante  
2128 Métodos de ensayo para la determinación de la resistividad  
2180 Materiales eléctricos aislantes  
2193 Planchuelas desnudas de cobre recocido de sección rectangular o cuadrada para bobinado  
2211 Partes I, II y III Coordinación de la aislación  
2340 Medición de la tangente de  $\delta$  del aceite aislante  
2341 Determinación de la rigidez dieléctrica de aceites aislantes  
IAP A 65-41 Ensayo de viscosidad  
IAP A 65-55 Ensayo del punto de inflamación  
IAP A 65-35 Ensayo del índice de neutralización

|  |  |   |            |   |
|--|--|---|------------|---|
|  | <b>Proyecto:</b> INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA AISLADO “ZONA PUNA” CON EL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXIÓN |   |            |   |
|  | <b>Obra:</b> Apertura LEAT 345 Cobos – Andes y ES Altiplano 345  |   |            |   |
|  | <b>Título:</b>   | Capítulo 7 Sección 4 Parte 21<br>Especificaciones técnicas particulares<br>Reactor monofásico de línea 345 kV | Revisión   | 1 |
| Fecha  |  |   | 04-07-2017 |   |
| Página   |  |   | 6 de 26    |   |

## 2.2 Normas IEC

60076 -6 Reactores

### 2.2.1 Normas IEC para transformadores de potencia

Las siguientes normas se deberán cumplir en lo que resulten aplicables.


- 60076-1 General
- 60076-2 Calentamiento
- 60076-3 Niveles de aislación y ensayos dieléctricos y distancias de aislación en aire
- 60076-5 Capacidad de soportar cortocircuitos
- 60076-10 Medición de niveles de ruido
- 60722 Guía para los ensayos con impulso atmosférico y de maniobra

### 2.2.2 Normas IEC para temas varios

- 60071 Partes I, II y III. Coordinación de la aislación
- 60085 Clasificación de materiales para la aislación de máquinas y equipos eléctricos en relación a su estabilidad térmica en servicio
- 60137 Aisladores pasantes para tensiones superiores a 1000 V
- 60156 Method for the determination of the electric strenght of insulating oils
- 60182 Basic dimensions of winding wires
- 60044-1 Transformadores de corriente
- 60233 Tests on hollow insulators for use in electrical equipment
- 60250 Recommended methods for the determination of the permittivity and dielectric dissipation factor of electrical insulating materials at power, audio and radio frequencies including metric wavelengths
- 60270 Partial discharge measurements
- 60296 Specification for new insulating oils for transformers and switchgear
- 60567 Guide for the sampling of gases and of oil from oil-filled electrical equipment and for the analysis of free and dissolved gases
- 60599 Interpretation of the analysis of gases in transformers and other oil filled electrical equipment in service

## 2.3 Normas ASTM y ANSI

- D-202 Part 29 Sampling and testing untreated paper used for electrical insulation
- A-343 Part 44 Test for alternating-current magnetic properties of materials at power frequencies using the wattmeter-ammeter-voltmeter method and 25 cm Epstein frame
- A-344 Part 44 Test for electrical and mechanical properties at magnetic materials
- D-709 Part 29 Specification for laminated thermosetting materials
- D-971 Part 17 Test for interfacial tension of oil against water bay the ring method

|  |  |   |            |   |
|--|--|---|------------|---|
|  | <b>Proyecto:</b> INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA AISLADO “ZONA PUNA” CON EL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXIÓN |   |            |   |
|  | <b>Obra:</b> Apertura LEAT 345 Cobos – Andes y ES Altiplano 345  |   |            |   |
|  | <b>Título:</b>   | Capítulo 7 Sección 4 Parte 21<br>Especificaciones técnicas particulares<br>Reactor monofásico de línea 345 kV | Revisión   | 1 |
| Fecha  |  |   | 04-07-2017 |   |
| Página   |  |   | 7 de 26    |   |

D-1473 Determinación del contenido de inhibidor de oxidación

D-1533Part 29 Test for water in insulating liquids

Si los equipos ofrecidos están diseñados o fabricados según otras normas, la oferta deberá indicar claramente las diferencias entre esas normas y las establecidas en este pliego y adjuntar copia de las mismas.

### 3 CONDICIONES AMBIENTALES, SÍSMICAS Y CRITERIOS DE DISEÑO

Los datos ambientales, sísmicos y criterios de diseño generales de las subestaciones donde se instalarán estos equipos son los indicados en el Capítulo 7 sección 2 parte 1, Especificaciones Técnicas Generales de Montaje Electromecánico.

### 4 ALCANCE DEL SUMINISTRO

El Contratista se encargará de proveer los reactores para compensación en derivación completos, con todo el material necesario para su correcto funcionamiento y para el cumplimiento integral de las finalidades previstas según el Proyecto, las Especificaciones Técnicas Generales, las Especificaciones Técnicas Particulares, y las Planillas de Datos Técnicos Garantizados.

Para aspectos que no se hayan definido, se complementará con las Especificaciones Técnicas Nº 13 y 20 de Transener S.A. (Última versión). Asimismo forman parte de la provisión los siguientes elementos:


Suministrará según los reactores monofásicos de línea y barra y de los reactores de neutro indicados en las planillas de datos garantizados.

Los reactores serán para instalación intemperie, con arrollamientos sumergidos en aceite aislante, refrigerados por circulación natural de aceite que intercambiará calor con aire natural (ONAN).

Se deberá proveer además los reactores monofásicos de reserva indicados en los planos de planta de cada estación transformadora.

Asimismo forman parte de la provisión los siguientes elementos:

- Gabinete de comando y cajas complementarias (si las hubiere).
- Cables asociados a la unidad.
- La documentación técnica para proyecto, montaje, ensayos en fábrica y en obra, y para mantenimiento y demás Documentación Técnica, de acuerdo con lo indicado en las presentes Especificaciones.
- Equipos, herramientas y piezas de repuesto para el mantenimiento.
- Todas las herramientas y los dispositivos especiales exigidos para el transporte, montaje y desmontaje del equipo, con excepción del registrador de impactos que será provisto por el Contratista sólo para el transporte.
- Ensayos y el aporte provisorio de equipos y aparatos para efectuar los mismos en fábrica y en obra.
- Embalaje y accesorios para transporte, incluyendo pintura para detalles de terminación.
- Supervisión de montaje y ensayos en obra.
- Repuestos.
- Aceite para el primer llenado, con un excedente del 5% para reposición.
- Transporte y posicionamiento definitivo en sus bases, incluyendo los seguros correspondientes.

|  |  |   |          |            |
|--|--|---|----------|------------|
|  | <b>Proyecto:</b> INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA AISLADO “ZONA PUNA” CON EL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXIÓN |   |          |            |
|  | <b>Obra:</b> Apertura LEAT 345 Cobos – Andes y ES Altiplano 345  |   |          |            |
|  | <b>Título:</b>   | Capítulo 7 Sección 4 Parte 21<br>Especificaciones técnicas particulares<br>Reactor monofásico de línea 345 kV | Revisión | 1          |
|  |  |   | Fecha    | 04-07-2017 |
|  |  |   | Página   | 8 de 26    |

- Supervisión por parte del fabricante de los reactores, del montaje, ensayos y puesta en servicio.
- Embalajes para estiba temporaria, almacenaje en fábrica hasta su despacho, transporte a obra y seguros.

Los límites del suministro del presente capítulo serán:

- Bornes 500 kV, neutros: terminales para conexión.
- Instalaciones Auxiliares y de Control: El Contratista suministrará todas las interconexiones entre elementos de los reactores y sus cajas de interconexión y entre éstas y el tablero de comando local. Tales interconexiones serán realizadas con conductores blindados con pantalla de cobre corrugada.

Toda desviación y/o apartamiento a estas Especificaciones Técnicas deberán indicarse con la Oferta y por escrito, quedando a criterio del Comitente su aceptación o rechazo, sin que el Oferente tenga derecho a reclamo alguno.

## 5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

La presente especificación se complementa con las Planillas de Datos Técnicos Garantizados incluidas en el Capítulo 7 sección 5 parte 21.

### 5.1 Aspectos constructivos

#### 5.1.1 Núcleo magnético

Los núcleos podrán ser de acero con entre hierros (gapped- core) o totalmente de aire (coreless), o acorazados.

En la oferta se deberán indicar las características y forma constructiva a adoptar por el fabricante.

#### 5.1.2 Arrollamientos

Para los reactores tipo gapped-core serán convencionales, es decir del tipo columna.

Para los reactores tipo acorazado las bobinas serán de tipo plano, con disposición vertical de las mismas, debiendo los planos de dos consecutivas ser divergentes a fin de mantener las distancias eléctricas necesarias.

En todos los casos se tendrán en cuenta los niveles de aislación fijados en las Planillas de Datos Técnicos Garantizados para los arrollamientos y el lado neutro.


Los conductores de los arrollamientos serán de cobre electrolítico con los requerimientos que fija la norma IRAM 2193.

En los reactores con secundario deben ser accesibles ambos extremos del arrollamiento, con aisladores pasatapas y terminales.

Los arrollamientos y derivaciones deberán ser capaces de resistir los impactos que puedan ocurrir durante el transporte y el manipuleo y durante el servicio debido a maniobras de cierre o apertura de los circuitos eléctricos.

También deberán resistir los fenómenos de carácter transitorio y cortocircuitos externos y reducir el deterioro resultante debido a cortocircuitos internos.



|  |  |   |          |            |  |
|--|--|---|----------|------------|--|
|  | <b>Proyecto:</b> INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA AISLADO "ZONA PUNA" CON EL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXIÓN |   |          |            |  |
|  | <b>Obra:</b> Apertura LEAT 345 Cobos – Andes y ES Altiplano 345  |   |          |            |  |
|  | <b>Título:</b>   | Capítulo 7 Sección 4 Parte 21<br>Especificaciones técnicas particulares<br>Reactor monofásico de línea 345 kV | Revisión | 1          |  |
|  |  |   | Fecha    | 04-07-2017 |  |
|  |  |   | Página   | 9 de 26    |  |

### 5.1.3 Cuba y Tapa. Válvulas

#### 5.1.3.1 Materiales y diseño general

Deberán tomarse precauciones para disminuir en la tapa y en la cuba los efectos de pérdidas resultantes de corrientes parásitas. Se usará, si fuera necesario, acero no magnético o bien acero laminado similar al del núcleo para recubrir las paredes interiores de cuba y tapa.

Debe evitarse en lo posible que la cuba contenga interiormente cavidades en las cuales pueda acumularse gas. Donde ello sea inevitable, se montarán cañerías para evacuar el gas a la cañería principal que una la cuba con el tanque de expansión o a la parte superior de aquélla, si el sistema de conservación fuera del tipo de gas inerte.

Se preverán bridas sobre la cuba para montaje de válvulas adosadas a ellas, que servirán para aislar todas las cañerías de aceite que salgan de aquélla.

La base de la cuba estará diseñada en forma tal que asegure la no deformación del cuerpo del reactor en las condiciones más severas de explotación (viento máximo, vibraciones, peso propio, o debidas a cargas dinámicas durante el transporte.

Los reactores no contarán con ruedas y serán montados sobre bases planas de hormigón armado ( $H^0 A^0$ ).

Se deberá indicar la fijación de la cuba sobre la fundación, que deberá estar anclada a su base.

La cuba será proyectada de manera que sea posible alzar el reactor mediante criques hidráulicos (gatos) y trasladarlo completo, con aceite, sin producir deterioros en la misma y sin causar pérdidas posteriores de aceite.

La cuba contará con un dispositivo con guías, para facilitar los trabajos de desencubado.

Tendrá entradas de hombre de 400 x 400 mm. Como mínimo para permitir el fácil acceso a los extremos inferiores de todos los aisladores pasantes y a la parte superior de los arrollamientos.

Las tapas de las aberturas para pasaje de hombre serán provistas con ganchos de izaje adecuados cuando su masa exceda los 25 kg.

El conjunto cuba y tapa deberá considerarse, a los efectos de la estanqueidad, como un recipiente a presión y poseer una resistencia mecánica tal que posibilite su utilización como autoclave, a fin de poder realizar el tratamiento de los arrollamientos si ello fuese necesario. Por lo tanto, deberá soportar una sobrepresión de  $0,7 \text{ daN/cm}^2$  y "vacío absoluto" con los radiadores en su lugar y sus válvulas abiertas. Las deflexiones de la chapa no serán permanentes ni provocarán pérdidas en las conexiones entre cuba y radiadores.

La tapa de la cuba deberá estar provista de dos (2) dispositivos de alivio de sobrepresión.


Tendrá una orientación tal como para evitar verter aceite sobre el área de la caja de interconexión e instrumentos de medición.

La tapa será fijada a la cuba en la parte superior, mediante bulonería adecuada.

#### 5.1.3.2 Válvulas de la cuba

Todas las válvulas de aceite de la cuba estarán diseñadas específicamente para que no existan pérdidas al operar con aceite aislante caliente. Cada reactor se proveerá con las válvulas necesarias para cumplir con las siguientes funciones:

- Drenaje completo de aceite de la cuba
- Toma de muestras de aceite en el fondo y en la parte superior de la cuba
- Drenaje y conexión inferior para equipo de tratamiento de aceite

|  |  |   |          |            |  |
|--|--|---|----------|------------|--|
|  | <b>Proyecto:</b> INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA AISLADO “ZONA PUNA” CON EL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXIÓN |   |          |            |  |
|  | <b>Obra:</b> Apertura LEAT 345 Cobos – Andes y ES Altiplano 345  |   |          |            |  |
|  | <b>Título:</b>   | Capítulo 7 Sección 4 Parte 21<br>Especificaciones técnicas particulares<br>Reactor monofásico de línea 345 kV | Revisión | 1          |  |
|  |  |   | Fecha    | 04-07-2017 |  |
|  |  |   | Página   | 10 de 26   |  |

- Conexión superior para equipo de tratamiento de aceite.
- Conexión a radiadores

#### 5.1.3.3 Otras válvulas

Serán previstas como mínimo las siguientes válvulas:

- Carga de aceite desde el tanque de expansión
- Válvula para el analizador de gases
- Una válvula automática de retención de aceite (ver Válvula limitadora de flujo) que será instalada entre el tanque de expansión principal y la cuba del transformador. Dicha válvula se cerrará automáticamente y bloqueará el paso del aceite cuando se produzca una pérdida importante de éste por avería en la cuba. Esta válvula permitirá el tratamiento o llenado de aceite de la máquina.
- Drenaje del tanque de expansión, accionada desde el nivel de la base.
- Aislación del relé Buchholz sin que sea necesario vaciar el conservador (2 válvulas adyacentes al mismo).

Los modelos y características de todas las válvulas deberán ser presentados para la aprobación.

#### 5.1.4 Sistema de conservación del aceite

El sistema de conservación de aceite será del tipo de presión atmosférica positiva que incluirá un conservador de aceite, conexión de aceite a la cuba con válvula de bloqueo, indicador del nivel de aceite, dispositivo para entrada de aire, tapa para el llenado, válvula de drenaje, secador de aire, recolector de gases y todo tipo de equipo requerido para una operación satisfactoria.

El tanque de expansión estará diseñado para evitar el contacto directo entre el aceite y el aire, mediante un diafragma o bolsa de aire en el interior del mismo u otro dispositivo, tal como el pulmón de nitrógeno (tipo Josse).

El diafragma o bolsa de aire será de goma de nitrilo u otro material similar. Se diseñará de forma que no esté sometido a esfuerzos mecánicos perjudiciales cuando el aceite esté en sus niveles máximo y mínimo.

El aire en la parte superior del diafragma o en el interior de la bolsa de aire, deberá estar en contacto con la atmosfera a través de un deshidratador de silicagel, con indicador o testigo de humedad.

La cañería de aceite entre el tanque de expansión y el reactor deberá estar conectada en el punto más alto de la cuba.


#### 5.1.5 Aisladores pasatapas

Sus características se indican en las Planillas de Datos Técnicos Garantizados.

#### 5.1.6 Sistema de Enfriamiento

Los reactores serán refrigerados por circulación natural de aceite y aire. Serán pues del tipo ONAN, según IRAM 2099 e IEC 60076-2.

El sistema de enfriamiento estará compuesto por radiadores, en número tal que se garantice la operación a potencia nominal de los reactores, aún con uno de ellos fuera de servicio.

|  |  |   |          |            |  |
|--|--|---|----------|------------|--|
|  | <b>Proyecto:</b> INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA AISLADO “ZONA PUNA” CON EL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXIÓN |   |          |            |  |
|  | <b>Obra:</b> Apertura LEAT 345 Cobos – Andes y ES Altiplano 345  |   |          |            |  |
|  | <b>Título:</b>   | Capítulo 7 Sección 4 Parte 21<br>Especificaciones técnicas particulares<br>Reactor monofásico de línea 345 kV | Revisión | 1          |  |
|  |  |   | Fecha    | 04-07-2017 |  |
|  |  |   | Página   | 11 de 26   |  |

#### 5.1.6.1 Radiadores

Los radiadores serán montados a la cuba a través de válvulas estancas al aceite caliente, en forma tal que cualquiera de ellos pueda ser removido para revisión o reparación sin que se manifiesten inconvenientes en el servicio.

Cada válvula dispondrá de una señalización visible desde el nivel de piso, cuando la misma se encuentre en posición cerrada.

Todos los radiadores serán intercambiables, contarán con dispositivos para llenado y drenaje de aceite en sus partes superior e inferior y deberán resistir las mismas pruebas de vacío y sobrepresión que la cuba.

Los radiadores contarán con cáncamos para izaje.

Los radiadores deberán ser limpiados en fábrica por medio de chorros de vapor a presión, debiendo eliminarse cuidadosamente todo rastro de virutas metálicas o escorias de soldaduras. Posteriormente se los llenará de aceite, el que será circulado y secado hasta eliminar todo vestigio de humedad.

Los radiadores serán luego vaciados, cubriendo sus entradas herméticamente para su posterior transporte. No deberán existir cavidades en las que pueda acumularse humedad.

#### 5.1.6.2 Tapas para bridas

Por cada tipo de brida del circuito de enfriamiento se suministrarán dos juegos de tapas ciegas con juntas de goma sintética, pernos, tuercas, arandelas, etc., a fin de poder obturar las cañerías en las bridas cuando se desmontan los elementos conectados.

#### 5.1.6.3 Válvula limitadora de flujo

Entre el conservador y la cuba se instalará una válvula limitadora de flujo. Esta tendrá por finalidad evitar, en caso de roturas de cuba o radiadores, que el aceite del conservador sea descargado en su totalidad.

El funcionamiento de esta válvula será automático, no dependiente de energía eléctrica y podrá ser abierta con facilidad desde el exterior.

#### 5.1.7 Tratamiento de superficies y pintura

La cuba, radiadores, conservador, soportes y todos los caños y accesorios ferrosos serán pintados y el Contratista deberá someter para aprobación los esquemas, calidad de pintura y métodos de aplicación.


Antes de pintar o de llenar con aceite, todas las piezas de la máquina deberán ser granalladas o arenadas para lograr una superficie totalmente limpia y donde se observe directamente el metal libre de toda clase de adherencias.

El interior de los tanques de la máquina o de otras cámaras que se llenarán de aceite, será pintado con un barniz o esmalte resistente al aceite, y de color claro, preferentemente blanco.

Los radiadores serán pintados solo exteriormente.

Las superficies de exteriores recibirán, en fábrica, un mínimo de 4 (cuatro) capas de pintura, con acabado brillante según el siguiente detalle:

- Base: Una capa de pintura de cinc inorgánico que contenga 85% de cinc una vez seca (espesor de la capa seca aproximadamente 80 micrones).
- Capa intermedia: Una capa de base de pintura vinílica universal, modificada con una proporción en volumen de 25% de sólidos (espesor de la capa seca aproximadamente 50 micrones).
- Terminación: Dos capas de esmalte alquídico siliconado, con una proporción en volumen de 40% de sólidos (espesor de la capa seca aproximadamente 40 micrones).

|  |  |   |            |   |
|--|--|---|------------|---|
|  | <b>Proyecto:</b> INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA AISLADO “ZONA PUNA” CON EL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXIÓN |   |            |   |
|  | <b>Obra:</b> Apertura LEAT 345 Cobos – Andes y ES Altiplano 345  |   |            |   |
|  | <b>Título:</b>   | Capítulo 7 Sección 4 Parte 21<br>Especificaciones técnicas particulares<br>Reactor monofásico de línea 345 kV | Revisión   | 1 |
| Fecha  |  |   | 04-07-2017 |   |
| Página   |  |   | 12 de 26   |   |

El recubrimiento exterior será de color verde: 01-1-40 según la Tabla 11 de la norma IRAM DEFD 10-54, o su equivalente RAL 6021.

Toda la tornillería será galvanizada por inmersión. El espesor de las capas cincadas en pieza que se encuentran a la intemperie no será inferior a 80 micrones en promedio, con valores puntuales no inferiores a 70 micrones.

#### **5.1.8 Elementos no lineales o descargadores de sobretensión**

La posibilidad de uso de descargadores internos para reducir los valores de tensiones transferidas debe ser declarada por el Oferente en su oferta, la decisión de su aceptación queda a solo juicio del Comitente, sin que ello dé lugar a ningún reclamo por parte del Oferente.

No se aceptará en el diseño del reactor la utilización de descargadores internos, si previamente (antes de la firma del Contrato) no ha sido acordado su uso con el Comitente.

## **6 ACCESORIOS**

### **6.1 Accesorios especiales**

#### **6.1.1 Transformadores de corriente**

Deberán diseñarse y fabricarse de acuerdo con la Recomendación IEC 60044-1.

Los aisladores pasantes estarán equipados eventualmente con transformadores de corriente según lo requerido en las Planillas de Datos Técnicos Garantizados respectivas.

Los transformadores de corriente deberán soportar los esfuerzos térmicos y mecánicos de cortocircuito para los que serán proyectados los reactores.

Todos los transformadores serán sometidos a ensayos de fabricación de rutina. Para todos los núcleos de medición deberán suministrarse datos de calibración medidos en fábrica incluyendo error de magnitud y desplazamiento del ángulo de fase, para el rango de medición comprendido entre 25% y 100% de la carga nominal.

#### **6.1.2 Registrador de impactos**

Durante el transporte cada reactor deberá ser equipado con un registrador de impactos de tres ejes ortogonales; aptos para funcionar a la intemperie con 100% de humedad.

El Fabricante deberá informar en las Planillas de Datos Técnicos Garantizados las aceleraciones máximas permisibles para el reactor.


Dicho registrador no es parte de la provisión, pero sus características deberán ser presentadas para su aprobación.

Luego del arribo de los reactores a la obra, serán comparados los datos del registrador con los valores máximos garantizados.

En el caso de verificarse la falta ó falla de alguno de los registradores o superación de los límites establecidos en la PDTG, El Comitente se reserva el derecho de repetir los ensayos que estime necesarios. El costo de los mismos y el eventual traslado del reactor serán a cargo del Contratista.

#### **6.1.3 Línea de vida**

El fabricante proveerá los dispositivos necesarios para montar la línea de vida en la tapa de la cuba de la máquina, cuando se realicen tareas sobre el reactor.

|  |  |   |            |   |
|--|--|---|------------|---|
|  | <b>Proyecto:</b> INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA AISLADO “ZONA PUNA” CON EL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXIÓN |   |            |   |
|  | <b>Obra:</b> Apertura LEAT 345 Cobos – Andes y ES Altiplano 345  |   |            |   |
|  | <b>Título:</b>   | Capítulo 7 Sección 4 Parte 21<br>Especificaciones técnicas particulares<br>Reactor monofásico de línea 345 kV | Revisión   | 1 |
| Fecha  |  |   | 04-07-2017 |   |
| Página   |  |   | 13 de 26   |   |

El fabricante deberá amarrar dichos dispositivos al reactor (Por ejemplo: cercano a la caja de Interconexión), para ser utilizados cuando sea necesario.

## 6.2 Accesorios normales

Los accesorios de todas las máquinas serán del mismo tipo y fabricante a fin de que resulten intercambiables sus repuestos.

Los contactos de los accesorios serán independientes, aptos para operar con las tensiones auxiliares indicadas en las P.D.T.G. y serán conectadas a bornes ubicados en la caja de interconexión.

### 6.2.1 Relé Buchholz

Cada reactor será provisto con un relé Buchholz del tipo antisísmico, que operará tanto por incremento brusco de presión como por una acumulación de gases.

Tendrá indicación a bandera y contará con contactos para alarma por baja acumulación de gases. Para alta acumulación tendrá otros dos, independientes, para disparo y alarma.

El relé tendrá dos contactores de actuación sucesiva, accionados mediante pulsador protegido, para poder realizar el cierre de los contactos de alarma y de disparo para prueba de circuitos. Además contará con válvula de purga, para tomar muestras de gases y para prueba de actuación mediante inyección de aire a presión, y válvulas aisladoras para extraerlo sin necesidad de disminuir el nivel de aceite.

### 6.2.2 Indicador de nivel de aceite

Se instalará un indicador de nivel de aceite del tipo magnético. Será de fácil lectura desde el nivel del piso.

Estará equipado con contactos independientes para alarma y para disparo por bajo nivel o por sobre el nivel de aceite.

### 6.2.3 Detectores, relés e instrumentos para control de temperatura.

Todos los dispositivos indicadores tendrán dimensiones y ubicaciones sobre el reactor tales que puedan ser leídos y/o ajustados fácilmente por un observador de pie a nivel del suelo.

Las escalas serán visibles e inalterables al sol, así como los colores de referencia.

#### 6.2.3.1 Dispositivos de imagen térmica

Cada reactor tendrá instalado un dispositivo de imagen térmica y sólo deberán prever tres (3) contactos independientes, uno para alarma y dos para disparo.


Cada dispositivo estará constituido por un elemento detector de temperatura, el cual estará conectado a un instrumento indicador. Cada elemento detector estará rodeado por una resistencia de calentamiento que a su vez estará alimentada por un transformador de corriente.

El transformador de corriente (TI) se ubicará en el aislador pasante del reactor y será independiente de los TI, solicitados en las Planillas de Datos Técnicos Garantizados.

El resistor de calibración y su cubierta serán fácilmente accesibles para las pruebas de re- calibración. El Fabricante suministrará instrucciones precisas sobre el método de prueba e información de diseño sobre la determinación de los puntos más calientes.

Se proveerán los medios adecuados para cortocircuitar los transformadores de corriente y aplicar una corriente de prueba a los resistores con el reactor en servicio.

Los instrumentos indicadores abarcarán el rango de 0 a 150 °C.

|  |  |   |          |            |  |
|--|--|---|----------|------------|--|
|  | <b>Proyecto:</b> INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA AISLADO "ZONA PUNA" CON EL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXIÓN |   |          |            |  |
|  | <b>Obra:</b> Apertura LEAT 345 Cobos – Andes y ES Altiplano 345  |   |          |            |  |
|  | <b>Título:</b>   | Capítulo 7 Sección 4 Parte 21<br>Especificaciones técnicas particulares<br>Reactor monofásico de línea 345 kV | Revisión | 1          |  |
|  |  |   | Fecha    | 04-07-2017 |  |
|  |  |   | Página   | 14 de 26   |  |

El instrumento contará con dos agujas, una que indique la temperatura en cada instante y otra (testigo), arrastrada por la anterior, que indique la temperatura máxima que se ha alcanzado.

Se calibrarán los instrumentos en fábrica para indicar la temperatura del punto más caliente de los arrollamientos. Esta calibración se verificará durante el ensayo de calentamiento (temperaturas del aceite y del cobre).

Se deberá prever la indicación a distancia, por lo que se debe proveer además la Pt100, la fuente y el transductor con salida 4-20 mA.

#### 6.2.3.2 Detector de temperatura a resistencia

El reactor estará provisto de dos (2) detectores de temperatura tipo PT 100, de tres terminales ubicados en las siguientes posiciones:

- Uno (1) en vaina de la tapa de cuba, lado EAT.
- Uno (1) en vaina de la tapa de cuba, lado Neutro.

Con cada detector de temperatura se debe proveer:

- Resistencia de calibración.
- Fuente de alimentación.
- Instrumento indicador o registrador (a instalar a distancia)

#### 6.2.3.3 Termómetro a cuadrante

El reactor contará con un (1) dispositivo para medición de la temperatura del aceite del tipo a cuadrante. Tendrá escala de 0 a 150 °C y un indicador de máxima con reposición externa.

Tendrá tres (3) contactos independientes, uno para alarma y dos para disparo.

#### 6.2.4 Monitor "on line" de gases disueltos y contenido de agua en el aceite

Tiene como finalidad la detección del desarrollo de posibles fallas incipientes en los reactores mediante el control de la variación de los parámetros que se indican a continuación y con las siguientes posibilidades:

- Hidrógeno disuelto en el aceite y contenido de agua en el aceite.
- Gases combustibles (Hidrógeno H<sub>2</sub>, Monóxido de carbono CO, Acetileno C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> y Etileno C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) disueltos en el aceite y contenido de agua en el aceite.

Conformación:

El diseño deberá ser perfectamente estanco, grado de protección mayor a IP55.



Poseerá sensores de H<sub>2</sub> y de humedad, o sensores de gases combustibles y de humedad.

Las mediciones deberán ser independientes (por separado) para cada parámetro a relevar.

Dispondrá de salidas analógicas aisladas del tipo 4-20 mA.

Poseerá dos niveles de alarmas programables para cada parámetro a relevar, las que señalarán a través de contactos libres de potencial, así como también alarma local y a distancia por mal funcionamiento.

También deberá contar con un software, el cual formará parte del suministro, que permita la transmisión online, de datos a distancia para ser almacenados en una PC. El programa correrá bajo entorno Windows y como mínimo deberá realizar las siguientes tareas:

|   |  |   |          |            |
|---|--|---|----------|------------|
|  <div>Ministerio de Energía y Minería<br/>Presidencia de la Nación</div>  | <b>Proyecto:</b> INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA AISLADO “ZONA PUNA” CON EL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXIÓN |   |          |            |
|   | <b>Obra:</b> Apertura LEAT 345 Cobos – Andes y ES Altiplano 345  |   |          |            |
|   | <b>Título:</b>   | Capítulo 7 Sección 4 Parte 21<br>Especificaciones técnicas particulares<br>Reactor monofásico de línea 345 kV | Revisión | 1          |
|   |  |   | Fecha    | 04-07-2017 |
| Página  |  |   | 15 de 26 |            |

- Almacenaje de registros con la fecha de medición del mismo. Deberá tener capacidad de almacenar registros correspondientes a un año.
- Visualización gráfica de las curvas de evolución de los parámetros de registro en función del tiempo.
- Visualización histórica de registro.
- Colocación a distancia de los niveles de alarma.
- Visualización gráfica con señal acústica cuando el registro alcanza a nivel de alarma.
- Alarma por aumento en la pendiente de crecimiento de cada parámetro.
- Alarma por mal funcionamiento del equipo.

Opcionalmente se considerará conveniente que el equipo tenga un puerto de comunicación que permita transmitir las señales de alarma vía protocolos de transmisión de datos.

El equipo prescindiendo de su comunicación poseerá una memoria tal que permita almacenar datos por al menos 2500 registros.

Medición:

- El monitor debe detectar continuamente y medir independientemente:
  - El  $H_2$  disuelto en un rango de 0 a 50.000 ppm.
  - El contenido de agua con un rango de 0 a 100 ppm.
- El monitor debe detectar continuamente y medir independientemente:
  - Gases combustibles disueltos en un rango de 0 a 2000 ppm.
  - El contenido de agua con un rango de 0 a 100 ppm.

La cuba deberá disponer de una conexión dedicada específicamente para este instrumento, la que contará con una válvula tipo esclusa que permitirá el retiro del equipo ante una eventual falla y/o posibilite realizar vacío sobre la cuba sin afectar el equipo en caso de no soportar esta exigencia.

Deberá garantizar las prestaciones mínimas requeridas en las planillas de datos garantizados de la especificación técnica.

### 6.2.5 Dispositivo de alivio de sobrepresión

Se proveerán, para cada reactor, dos (2) dispositivos de alivio de presión que actuarán cuando se produzca por cualquier tipo de perturbación un aumento de presión de 70 kPa (0,7 daN/cm<sup>2</sup>) por sobre la atmosférica. Deberá montarse sobre la tapa y tener medios adecuados para impedir la captación de gas.


Será de actuación rápida y una vez desaparecida la sobrepresión, tendrá reposición automática. Contará con indicador local de actuación y contactos independientes para alarma y disparo.

Será montado en forma de evitar riesgos para el personal y diseñado para impedir la entrada de agua cuando se abra.

### 6.2.6 Previsiones y dispositivos para soporte y manipulación

Cada reactor contará con placas apoya-gatos que permitan la elevación utilizando estos criques hidráulicos.

Los apoyos dejarán, desde el nivel superior de la fundación, un espacio suficiente para la colocación de los gatos, con algún eventual suplemento de madera o chapa. La distancia mínima al suelo no será inferior a 350 mm.

|  |  |   |          |            |  |
|--|--|---|----------|------------|--|
|  | <b>Proyecto:</b> INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA AISLADO "ZONA PUNA" CON EL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXIÓN |   |          |            |  |
|  | <b>Obra:</b> Apertura LEAT 345 Cobos – Andes y ES Altiplano 345  |   |          |            |  |
|  | <b>Título:</b>   | Capítulo 7 Sección 4 Parte 21<br>Especificaciones técnicas particulares<br>Reactor monofásico de línea 345 kV | Revisión | 1          |  |
|  |  |   | Fecha    | 04-07-2017 |  |
|  |  |   | Página   | 16 de 26   |  |

Los puntos de apoyo de los gatos deben ser claramente marcados en un plano de planta, así como el valor de las cargas máximas actuantes sobre ellos. Esta información será entregada en la primera presentación de los planos.

### 6.2.7 Caños, cables y bandejas

Los cables siguientes serán suministrados y montados por el Fabricante:

- Cables entre sensores, Transformadores de corriente, etc. y la caja de interconexión.
- Cables entre caja de interconexión y tablero de comando local.

Estos últimos serán provistos con vaina de cobre corrugada, cuya resistencia medida en corriente continua a una temperatura de 20° C, deberá ser inferior a (2 ohm/km), apto para su puesta a tierra en ambos extremos.

Las interconexiones entre elementos del transformador y la CI deberán ser mecánicamente protegidas en todo su recorrido mediante cañería metálica rígida de hierro galvanizado en caliente ó de aluminio ó cuando el espacio lo aconseje, con tramos de cañería metálica flexible de acero inoxidable.

Toda la cañería deberá estar fijada firmemente a la cuba, debiéndose garantizar la continuidad eléctrica de los caños y su efectiva conexión a masa.

### 6.2.8 Dispositivos de puesta a tierra

La cuba será puesta a tierra en dos puntos, cercanos al suelo y dispuestos en los extremos opuestos de una diagonal. Se preverán para ello placas de materiales y dimensiones adecuadas como para recibir terminales de cables de cobre, abulonados a la placa en cuatro puntos. Todas las partes estructurales metálicas y accesorios serán conectados a tierra.

En especial los armarios, cables, centros de estrella de TI, etc. deben ser puestos a masa, para lo cual deberán contar con los accesorios necesarios.

### 6.2.9 Placas de identificación e información técnica

Cada unidad contará, como mínimo, con las placas siguientes, las que responderán constructivamente a lo indicado en la norma IEC.


- Una placa con las características especificadas en la norma IEC 60076-1, subcláusulas 5.1. y 5.2.
- Una placa de diagramas con las conexiones internas. Vista en planta del reactor que dé la ubicación física correcta de los terminales y su identificación. Altura necesaria para el decubaje, etc.
- Una placa que muestre ubicación y función de todas las válvulas, grifos y tapones. En el caso de las válvulas por ejemplo, se debe indicar la posición (abierta o cerrada) para el reactor en funcionamiento normal.
- Curva de niveles de aceite en función de la temperatura.

## 7 CAJA DE INTERCONEXIÓN

La caja de interconexión adosada a la cuba, se destinará a recibir todas las conexiones de los elementos del reactor, la misma estará conformada básicamente por borneras de interconexión.

Constructivamente se deberán respetar los lineamientos establecidos en las "Especificaciones Técnicas Generales para Tableros de Uso Eléctrico", y a la ET 19 de Transener.



|  |  |   |          |            |  |
|--|--|---|----------|------------|--|
|  | <b>Proyecto:</b> INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA AISLADO “ZONA PUNA” CON EL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXIÓN |   |          |            |  |
|  | <b>Obra:</b> Apertura LEAT 345 Cobos – Andes y ES Altiplano 345  |   |          |            |  |
|  | <b>Título:</b>   | Capítulo 7 Sección 4 Parte 21<br>Especificaciones técnicas particulares<br>Reactor monofásico de línea 345 kV | Revisión | 1          |  |
|  |  |   | Fecha    | 04-07-2017 |  |
|  |  |   | Página   | 17 de 26   |  |

## 8 MONTAJE, ENSAYOS EN OBRA Y PUESTA EN SERVICIO

### 8.1 Generalidades

Las verificaciones y ensayos de los reactores y sus componentes en la obra se realizarán según las mismas normas utilizadas en los respectivos ensayos efectuados en la fábrica, excepto donde se establezca otra cosa.

### 8.2 Montaje y verificaciones durante el mismo

El fabricante de los equipos provistos supervisará el montaje de los mismos, debiendo solicitar que se detengan los trabajos o se modifique la realización de aquéllos que, a su criterio, no se estén efectuando adecuadamente y que puedan afectar el funcionamiento de los equipos en las condiciones que garantiza.

Las condiciones bajo las cuales se realizará el servicio de supervisión del montaje están indicadas en el tomo 5 sección 3 parte 1, Exigencias técnicas – Especificaciones y Provisiones.

Las verificaciones a realizar por el fabricante de los equipos durante el proceso de montaje estarán detalladas en el Manual de Calidad que el Contratista deberá presentar, e incluirán como mínimo las siguientes:

- Sobrepresión remanente del sistema de aire sintético súper seco.
- Tenor de humedad del resto del aceite contenido en la cuba.
- Rigidez y continuidad de las conexiones internas.
- Rigidez dieléctrica y tenor de humedad del aceite aislante a ser colocado en el reactor.
- Grado de vacío en la cuba antes de la colocación del aceite aislante tratado.

### 8.3 Puesta en servicio y marcha industrial

El Proveedor supervisará la puesta en servicio del reactor, en particular las verificaciones finales previas a su energización.

## 9 ACEITE AISLANTE

El aceite a emplear para la carga del reactor y conservador incluido, será aceite mineral especial para uso de transformadores.

Estará libre de humedad, ácidos, álcalis y compuestos sulfurosos perjudiciales, no debiendo formar depósitos a las temperaturas normales de funcionamiento del reactor, y será del tipo inhibido.


Cumplirá en todo con la Norma IRAM 2026/IEC 60296. Con la oferta se presentarán los protocolos de ensayo del aceite que se proveerá.

En la oferta se indicará la forma en que será efectuada la provisión (tanque cisterna o tambores).

El tratamiento y carga del aceite en la máquina y será supervisada, por el Fabricante de los reactores.

## 10 REPUESTOS

Para cada E.T. donde hayan sido instalados, los reactores de líneas o de barras deberán ser provistos con repuestos en forma obligatoria.

|  |  |          |            |  |
|--|--|----------|------------|--|
|  | <b>Proyecto:</b> INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA AISLADO “ZONA PUNA” CON EL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXIÓN                     |          |            |  |
|  | <b>Obra:</b> Apertura LEAT 345 Cobos – Andes y ES Altiplano 345  |          |            |  |
|  | <b>Título:</b> Capítulo 7 Sección 4 Parte 21<br>Especificaciones técnicas particulares<br>Reactor monofásico de línea 345 kV | Revisión | 1          |  |
|  |  | Fecha    | 04-07-2017 |  |
| Página   |  | 18 de 26 |            |  |

Todos los equipos mencionados en: Alcance del Suministro, deberán contar con los tipos de repuestos que se indican a continuación:

| DESCRIPCIÓN  | UNIDAD | CANTIDAD |
|--|--------|----------|
| Repuestos para reactores monofásicos 500 kV  |        |          |
| Aislador pasante lado línea (completo)   | c/u    | 1        |
| Aislador pasante lado Neutro (completo)  | c/u    | 1        |
| Relé Buchholz  | c/u    | 1        |
| Dispositivo de imagen térmica  | c/u    | 1        |
| Termómetro a cuadrante   | c/u    | 1        |
| Nivel de aceite  | c/u    | 1        |
| Juego completo de juntas de todos los tipos incluidas en el reactor y sus accesorios                       | Jgo.   | 1        |
| Radiador con accesorios  | c/u    | 1        |
| Secador de aire  | c/u    | 1        |
| Cargas de silicagel para Secador de aire con testigo indicador de humedad igual al provisto con el reactor | c/u    | 1        |

## 11 DOCUMENTACION TECNICA

A continuación se indica la documentación técnica que se debe entregar con la oferta y con la ingeniería de detalles

### 11.1 Documentación técnica de la oferta

El oferente deberá entregar junto con la oferta la siguiente documentación técnica en formato digital e impreso en las cantidades indicadas en el numeral 4.3 del Pliego de bases y Condiciones:


- Planilla de datos técnicos garantizados completa.
- Documentación de ensayos de acuerdo a lo indicado en el numeral 13.1.
- Guía de aplicaciones del fabricante.
- Especificaciones técnicas del fabricante.
- Folleto del equipo.

### 11.2 Documentación técnica de la ingeniería de detalle

El contratista deberá entregar para su aprobación la documentación técnica del material ofrecido, indicando todos los datos necesarios para su montaje eléctrico, mecánico y cálculo de soportes y fundaciones.

Dicha documentación será la siguiente:

- Lista completa de la documentación técnica a presentar
- Programa general de fabricación, ensayos y entrega en obra

|  |  |   |          |            |
|--|--|---|----------|------------|
|  | <b>Proyecto:</b> INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA AISLADO “ZONA PUNA” CON EL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXIÓN |   |          |            |
|  | <b>Obra:</b> Apertura LEAT 345 Cobos – Andes y ES Altiplano 345  |   |          |            |
|  | <b>Título:</b>   | Capítulo 7 Sección 4 Parte 21<br>Especificaciones técnicas particulares<br>Reactor monofásico de línea 345 kV | Revisión | 1          |
|  |  |   | Fecha    | 04-07-2017 |
| Página19 de 26   |  |   |          |            |

- Plano a escala de planta y las cuatro vistas laterales con todos los detalles. Por ejemplo: apoyo sobre rieles, fijación del reactor a la fundación, zonas de apoyo para gateo, caja de interconexión, puestas a tierra, centros de gravedad, pesos, detalle de decubaje, accesorios, distancias eléctricas entre bornes y tierra, etc.
- Plano de los descargadores y contadores de descarga
- Planos de placas de características
- Caja de interconexión y tablero de comando local, dimensional, funcional, cableado y planillas de borneras
- Memoria descriptiva y esquemas de conexión de los accesorios, por ejemplo: relé Buchholz, nivel de aceite, válvula de sobrepresión, termómetros, imagen térmica, aisladores, secador de aire, membrana del tanque de expansión
- Criques hidráulicos (gatos) y central hidráulica
- Plano indicativo del embalaje que será utilizado para el transporte y gálibo de transporte.
- Lista de empaque (Packing-list)
- Lista de tareas a ser efectuadas por el supervisor de montaje en obra
- Manual de montaje, operación y mantenimiento. Este deberá contener las Planillas de Datos Técnicos Garantizados debidamente aprobadas.

## 12 INSPECCIONES Y ENSAYOS

Los ensayos para estos equipos se dividen en ensayos de tipo y de rutina.

A continuación se describen que ensayos están incluidos dentro de cada uno de ellos.

### 12.1 Ensayos de tipo

Serán realizados sobre la primera unidad fabricada de cada tipo, completa. Los ensayos serán:

#### 12.1.1 Ensayo de calentamiento

Será realizado según la Especificación Técnica N° 20 de TRANSENER (versión agosto 2005).

#### 12.1.2 Medición de armónicas de la corriente

Se realizará según indica la IEC 60076-1.


#### 12.1.3 Ensayo de linealidad

Se realizará en principio sobre los reactores tipo "gapped core" a 50 Hz, hasta el valor de la sobretensión porcentual fijada en las Planillas de Datos Técnicos Garantizados y suponiendo que los reactores sin núcleo (coreless) sean lineales hasta dicho valor de la tensión de frecuencia industrial.

Se relevarán las ondas de tensión y corriente y se medirán los contenidos de armónicas, calculándose la corriente eficaz a partir de la onda, debiendo verificarse una distorsión menor que la requerida en la Planilla de Datos Técnicos Garantizados.

Se aplicará la fórmula:

$$[(I_{\text{pico}} / (1,414 \times I_{\text{eficaz}})) - 1] \times 100 < k \%$$

|  |  |   |            |   |
|--|--|---|------------|---|
|  | <b>Proyecto:</b> INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA AISLADO “ZONA PUNA” CON EL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXIÓN |   |            |   |
|  | <b>Obra:</b> Apertura LEAT 345 Cobos – Andes y ES Altiplano 345  |   |            |   |
|  | <b>Título:</b>   | Capítulo 7 Sección 4 Parte 21<br>Especificaciones técnicas particulares<br>Reactor monofásico de línea 345 kV | Revisión   | 1 |
| Fecha  |  |   | 04-07-2017 |   |
| Página   |  |   | 20 de 26   |   |

Siendo k % el valor porcentual de distorsión garantizado.

#### **12.1.4 Medición de niveles de ruido**

Se realizará según IEC 60076-1 O.

#### **12.1.5 Análisis de gases disueltos**

Se realizará según IEC 60599.

#### **12.1.6 Medición de tensión de radiointerferencia**

Se realizará de acuerdo con NEMA 107.

#### **12.1.7 Verificación sismorresistente**

Serán aceptadas verificaciones efectuadas sobre máquinas similares.

#### **12.1.8 Ensayos de aisladores pasantes**

Se realizarán según indica la IEC 60137.

#### **12.1.9 Ensayos de transformadores de corriente**

Se realizarán, según la norma IEC 60044-1, los siguientes ensayos:

- Corriente de corta duración.
- Sobrecalentamiento.
- Impulso.
- Curvas de magnetización.


### **12.2 Presentaciones oferente**

El oferente entregará junto con la oferta los protocolos y certificados de ensayos de un laboratorio nacional o extranjero reconocido por el Comitente, donde conste la realización, con resultados satisfactorios de los ensayos de tipo de acuerdo con la norma IEC que corresponde y que avalen los equipos ofertados y un listado de ensayos de tipo del equipo ofrecido, indicando:

- Marca y modelo del equipo.
- Descripción del ensayo.
- Nombre del documento.
- Nombre del archivo.
- Fecha del ensayo.
- Cláusula de la norma a la que corresponde el ensayo.
- Laboratorio donde se realizó el ensayo.

### **12.3 Presentaciones contratista**

El contratista entregará como parte de los requisitos de aprobación del equipo los protocolos y certificados de ensayos de un laboratorio nacional o extranjero reconocido por el Comitente, donde conste la realización, con

|  |  |   |          |            |  |
|--|--|---|----------|------------|--|
|  | <b>Proyecto:</b> INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA AISLADO “ZONA PUNA” CON EL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXIÓN |   |          |            |  |
|  | <b>Obra:</b> Apertura LEAT 345 Cobos – Andes y ES Altiplano 345  |   |          |            |  |
|  | <b>Título:</b>   | Capítulo 7 Sección 4 Parte 21<br>Especificaciones técnicas particulares<br>Reactor monofásico de línea 345 kV | Revisión | 1          |  |
|  |  |   | Fecha    | 04-07-2017 |  |
|  |  |   | Página   | 21 de 26   |  |

resultados satisfactorios de los ensayos de tipo de acuerdo con la norma IEC que corresponde y que avalen los equipos seleccionados y un listado de ensayos de tipo del equipo seleccionado, indicando:

- Marca y modelo del equipo.
- Descripción del ensayo.
- Nombres de los documentos.
- Nombre de los archivos.
- Fecha del ensayo.
- Cláusula de la norma a la que corresponde el ensayo.
- Laboratorio donde se realizó el ensayo.

## 12.4 Ensayos de rutina

### 12.4.1 Ensayos dieléctricos

#### 12.4.1.1 Arrollamientos de 500 kV

Se realizarán según la norma IRAM 2105 y la IEC 60076-3, siendo los valores de ensayo los indicados en las Planillas de Datos Técnicos Garantizados. Previamente deberá haberse realizado la medición de conductividad o resistividad, según IRAM 2128.

Los ensayos serán:

- Impulso con onda completa 1,2/50  $\mu$ s en los bornes de línea y de neutro.
- Impulso de maniobra en los terminales de línea.
- Ensayo con tensión aplicada, con el valor correspondiente al nivel de aislación del neutro.
- Ensayo con tensión inducida.
- Medición de descargas parciales, durante el ensayo con tensión inducida, realizado también según la IEC 60270.

#### 12.4.1.2 Todos los arrollamientos contra tierra

- Medición de la resistencia de aislación con megóhmetro de 2500 V, como mínimo.
- Medición del factor de potencia de la aislación ( $\tan \delta$ ). Ninguno de los valores corregidos a 20 °C deberá ser mayor que 5/1000. Se empleará la norma ANSI C.57.12.90.


### 12.4.2 Ensayo de estanqueidad

Será realizado después de todos los ensayos dieléctricos, consistiendo en la aplicación de una presión de 70 kPa (0,7 daN/cm<sup>2</sup>) sobre la superficie del líquido aislante. La presión será leída en un manómetro colocado en la conexión a la unidad. Esa presión deberá ser mantenida constante durante 24 horas, no debiendo notarse ninguna fuga.

El ensayo de estanqueidad deberá ser iniciado con el reactor en caliente.

### 12.4.3 Resistencia óhmica de los arrollamientos

A ser realizado según la norma IRAM 2018 y la IEC 60076-1

|  |  |   |            |   |
|--|--|---|------------|---|
|  | <b>Proyecto:</b> INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA AISLADO “ZONA PUNA” CON EL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXIÓN |   |            |   |
|  | <b>Obra:</b> Apertura LEAT 345 Cobos – Andes y ES Altiplano 345  |   |            |   |
|  | <b>Título:</b>   | Capítulo 7 Sección 4 Parte 21<br>Especificaciones técnicas particulares<br>Reactor monofásico de línea 345 kV | Revisión   | 1 |
| Fecha  |  |   | 04-07-2017 |   |
| Página   |  |   | 22 de 26   |   |

#### 12.4.4 Determinación de las pérdidas y de la corriente

Se realizará de acuerdo con el apartado 17.3 de IRAM 2079 e IEC 60076-6, debiendo contarse con la aprobación previa de El Comitente en caso de eventuales métodos alternativos planteados por el Fabricante.

#### 12.4.5 Ensayo de rigidez dieléctrica y de resistencia de aislación con tensión aplicada en los accesorios y auxiliares

En todos los circuitos eléctricos y accesorios se deberá realizar un ensayo de tensión aplicada contra masa, durante un (1) minuto, con tensión de 2 kV a 50 Hz.

Previamente al mismo se habrá determinado la resistencia de aislación (con megóhmetro de 2.500 V).

#### 12.4.6 Verificación del funcionamiento y ensayos de accesorios

Una vez montados en el reactor se verificará el correcto funcionamiento de todos los accesorios.

En particular, para el armario de control local se prevé: inspección visual, dimensional, cableado de todos los accesorios, polaridad de los transformadores de corriente, y disposición de aparatos, funcional y resistencia de aislación.

Sobre los componentes electromecánicos se preverán además los siguientes ensayos:

- Ensayo de impulso según IEC 60255-3, clase III.
- Ensayos de vida, criterio de El Comitente, relacionado con el origen del material y con la existencia o no de protocolos aceptables.

Sobre los componentes electrónicos se harán:

- Ensayo de impulso, según IEC 60255-3, clase III.
- Ensayo de perturbaciones electromagnéticas según ANSI C37.90a, IEC 60255-3.

#### 12.4.7 Rigidez dieléctrica del circuito magnético

Se medirá la resistencia de aislación con un megóhmetro de 2500V entre el núcleo magnético y masa. Se aplicará una tensión entre el circuito magnético y masa de 2 kV, 50 Hz durante 1 minuto. Previamente será desconectada la puesta a tierra del núcleo.

#### 12.4.8 Ensayo de vacío interno

El ensayo será realizado con la aplicación de vacío en el interior de la cuba, con presión absoluta de 130 Pa (1 mm de Hg) durante 2 horas.


La cuba deberá soportar el ensayo sin presentar deformaciones permanentes. Se medirán las deformaciones transitorias.

#### 12.4.9 Medición de vibraciones

Se realizarán las mediciones de vibraciones a tensión y frecuencia nominales y también a tensión máxima de servicio.

Serán medidos no menos de cuarenta (40) puntos periféricos del reactor, y en lugares bien definidos para controles posteriores.

El apoyo del reactor sobre la base, será idéntico al que se realizará en la Estación Transformadora para su normal funcionamiento.

|  |  |   |            |   |
|--|--|---|------------|---|
|  | <b>Proyecto:</b> INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA AISLADO “ZONA PUNA” CON EL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXIÓN |   |            |   |
|  | <b>Obra:</b> Apertura LEAT 345 Cobos – Andes y ES Altiplano 345  |   |            |   |
|  | <b>Título:</b>   | Capítulo 7 Sección 4 Parte 21<br>Especificaciones técnicas particulares<br>Reactor monofásico de línea 345 kV | Revisión   | 1 |
| Fecha  |  |   | 04-07-2017 |   |
| Página   |  |   | 23 de 26   |   |

#### 12.4.10 Inspección visual y control dimensional de la pintura y de otros revestimientos superficiales

Se realizará según lo indicado en las Especificaciones Técnicas Generales para los Tableros de Uso Eléctrico.

#### 12.4.11 Cromatografía del aceite aislante

Previamente al inicio de los ensayos y una vez finalizados los mismos, se tomarán muestras del aceite de los reactores sobre las que se realizarán una cromatografía en fase gaseosa según las IEC 60576 e IEC 60599.

Los valores obtenidos serán utilizados para evaluar el estado del reactor y servirán de base de comparación para los ensayos similares a realizarse durante la vida de la máquina.

#### 12.4.12 Ensayos de aisladores pasantes

Se realizarán todos los ensayos establecidos en la Publicación IEC 60137 sobre todos los aisladores pasantes, incluyendo los de reserva.

Los ensayos serán los siguientes:

- Factor de disipación ( $\tan \delta$ ) y capacitancia a temperatura ambiente.
- Tensión resistida a frecuencia industrial.
- Intensidad de descargas parciales.
- Aislación de las tomas.
- Estandarización, cuando sean en aceite aislante.

#### 12.4.13 Ensayos de transformadores de corriente

Se realizarán, según la norma IEC 60044-1, los siguientes ensayos:

- Inspección visual.
- Verificación de la marcación de terminales.
- Verificación de frecuencia industrial de los arrollamientos secundarios.
- Sobretensiones entre espiras.
- Medición de resistencia de los arrollamientos.
- Determinación de errores de relación, de fase y compuesto.

#### 12.4.14 Presentaciones oferente


No se deben presentar ensayo de rutina con la oferta.

#### 12.4.15 Presentaciones Contratista

El Contratista realizará durante las distintas etapas de la fabricación, los controles y ensayos que garanticen la calidad y características comprometidas de la provisión.

El Proveedor presentará un Manual de Calidad para aprobación, en el que se detallará la implementación de lo indicado en la oferta.

Los controles y ensayos a efectuar serán precisados en dicho Manual de Calidad confeccionado por el fabricante en base a los requerimientos de la norma ISO 9001:2015.

|  |  |   |            |   |
|--|--|---|------------|---|
|  | <b>Proyecto:</b> INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA AISLADO “ZONA PUNA” CON EL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXIÓN |   |            |   |
|  | <b>Obra:</b> Apertura LEAT 345 Cobos – Andes y ES Altiplano 345  |   |            |   |
|  | <b>Título:</b>   | Capítulo 7 Sección 4 Parte 21<br>Especificaciones técnicas particulares<br>Reactor monofásico de línea 345 kV | Revisión   | 1 |
| Fecha  |  |   | 04-07-2017 |   |
| Página   |  |   | 24 de 26   |   |

## 12.5 Ensayos de recepción

### 12.5.1 Ensayo de componentes en fábrica

En la oferta se explicarán las características del sistema de calidad, detallando los controles que se realizarán durante el proyecto y la construcción de los reactores, los correspondientes a los insumos de material, los exigidos a los proveedores de componentes y accesorios y los necesarios durante el montaje.

Previo a la fabricación de los equipos el contratista deberá presentar el listado y cronograma de fabricación incluyendo los ensayos de rutina.

La Inspección de Obra se reserva el derecho de asistir y supervisar el desarrollo de estos ensayos, cada vez que lo estime necesario para ello el Contratista mantendrá actualizado el cronograma indicando lugar, fecha y hora de su realización.

El contratista entregará los protocolos de todos estos ensayos.

Como mínimo los ensayos exigidos son los siguientes:

#### 12.5.1.1 Ensayos de verificación de la calidad de la materia prima

Se prevén ensayos en los siguientes materiales:

- Cobre.
- Chapa de acero al silicio.
- Materiales aislantes:
  - papel y cartón.
  - aceite aislante.

Los ensayos a ser efectuados en todos los materiales son los siguientes:

#### 12.5.1.2 Para el cobre

Conductividad o resistividad, según IRAM 2128.


#### 12.5.1.3 Para chapa de acero al silicio

- a) Pérdidas magnéticas - Ensayo Epstein, según ASTM A343.
- b) Factor de aplacamiento, según ASTM A-344-68.

#### 12.5.1.4 Para materiales aislantes

- a) Para papel y cartón
  - Densidad, gramaje, conductividad, rigidez dieléctrica, resistencia a la tracción, compresión de rotura y tenor de cenizas. Todos estos ensayos se realizarán según ASTM D-202-72 parte 29.
- b) Para aislantes laminados termofijados
  - Todos los ensayos contenidos en la tabla del número XXXIX, ASTM D-709-67 parte 29.
- c) Para aceite aislante
  - Viscosidad: según IRAM IAP A 65-44.
  - Punto de inflamación: Según IRAM IAP A 65-55.
  - Tensión entre caras: según ASTM D-971-50 parte 17.



|  |  |   |            |   |
|--|--|---|------------|---|
|  | <b>Proyecto:</b> INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA AISLADO “ZONA PUNA” CON EL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXIÓN |   |            |   |
|  | <b>Obra:</b> Apertura LEAT 345 Cobos – Andes y ES Altiplano 345  |   |            |   |
|  | <b>Título:</b>   | Capítulo 7 Sección 4 Parte 21<br>Especificaciones técnicas particulares<br>Reactor monofásico de línea 345 kV | Revisión   | 1 |
| Fecha  |  |   | 04-07-2017 |   |
| Página   |  |   | 25 de 26   |   |

- Índice de neutralización: según IEC 60296, IRAM-IAP A 66-35 y/o ASTM D 974
- Rigidez dieléctrica: según IRAM 2341 e IEC 60156.
- Factor de pérdidas (tg  $\delta$ ): según IRAM 2340 e IEC 60247.
- Presencia de agua: según ASTM D-1533 - 61 parte 29.
- Gases disueltos: según IEC 60567 (Este ensayo se realizará luego del ensayo de calentamiento).
- Contenido de inhibidor de oxidación ASTM D-1473.
- Estabilidad a la oxidación 1 EC 61125.
- Azufre corrosivo según ASTM 1275 Método B.

Los resultados obtenidos serán comparados con los valores aceptables por la IEC 60296.

Dichos ensayos deberán efectuarse en un laboratorio independiente el cual será puesto a consideración del Comitente. Además, se acordará la toma de muestras del aceite.


## 12.6 Ensayos en el sitio (Ensayos SAT)

El Proveedor de los reactores deberá realizar como mínimo los siguientes ensayos, suministrando al efecto los elementos e instrumentos durante el lapso en que sean necesarios:

- Ensayo dieléctrico del aceite después de su tratamiento y de todos los accesorios previamente a su montaje en los reactores.
- Ensayo de estanqueidad.  
Deberá ser realizado con el aceite caliente a 60 °C para detectar eventuales pérdidas de aceite.
- Ensayo de resistencia de aislación de arrollamiento y núcleo.  
Deberá ser medida entre cada arrollamiento y la cuba con el resto de los arrollamientos conectados a la cuba. Se medirá también entre el núcleo y la cuba.
- Medición del factor de disipación (tg  $\delta$ ) del arrollamiento.
- Medición de la resistencia del arrollamiento.
- Ensayo dieléctrico de los circuitos de control y accesorios totalmente montados.
- Control de funcionamiento de todos los dispositivos indicadores y de medición y/o protección. Las verificaciones se realizarán mediante simulación del efecto primario en todos los elementos en que sea posible.
- Medición de la resistencia de aislación y de la resistencia óhmica y polaridad de los transformadores de corriente.
- Medición del factor de disipación (tg  $\delta$ ) y de la resistencia de aislación de los aisladores pasantes.
- Control descargadores y contadores de descargas.

## 12.7 Costos de ensayos

Los costos y las condiciones de los ensayos en fábrica se indican en el Capítulo 3 - Condiciones particulares.

|  |  |   |          |            |  |
|--|--|---|----------|------------|--|
|  | <b>Proyecto:</b> INTERCONEXIÓN DEL SISTEMA AISLADO “ZONA PUNA” CON EL SISTEMA ARGENTINO DE INTERCONEXIÓN |   |          |            |  |
|  | <b>Obra:</b> Apertura LEAT 345 Cobos – Andes y ES Altiplano 345  |   |          |            |  |
|  | <b>Título:</b>   | Capítulo 7 Sección 4 Parte 21<br>Especificaciones técnicas particulares<br>Reactor monofásico de línea 345 kV | Revisión | 1          |  |
|  |  |   | Fecha    | 04-07-2017 |  |
|  |  |   | Página   | 26 de 26   |  |

### 13 EMBALAJE, DESPACHO E IDENTIFICACIÓN

El fabricante deberá acondicionar para el transporte el reactor sin aceite y con su cuba llena de aire sintético súper seco, con presión superior a la atmosférica.

El reactor deberá ser transportado con un equipo que permita mantener y verificar la presión interna e impedir sobrepresiones perjudiciales a la cuba. Todas las tuberías y manómetros serán diseñados en forma tal que se dificulte su robo, rotura e impida ser accionado por personas no autorizadas.

Dicha sobrepresión interna deberá mantenerse durante todo el tiempo que transcurre desde el despacho del reactor hasta que sea llenado con el correspondiente aceite en Obra.

Los aisladores pasantes, tanques de expansión, partes del sistema de enfriamiento, tableros y demás partes desmontables deberán ser embalados separadamente para ser montados en el lugar del emplazamiento. En particular los bushings serán protegidos con envolturas de papel, cartón y madera, todo convenientemente zunchado. Para su embalaje se tendrá en cuenta lo expresado en el Capítulo 3 - Condiciones particulares..

El aceite necesario para el llenado de la cuba y demás partes del reactor será provisto en tambores de acero de 200 litros debidamente sellados o en camión cisterna.

Durante el transporte el reactor deberá ser equipado con un registrador de impactos de tres ejes ortogonales. El Proveedor deberá informar y garantizar las aceleraciones máximas permisibles para el reactor en las Planillas de Datos Técnicos Garantizados. Dicho registrador no es parte de la provisión.

En caso de verificarse la falta de alguno de los registradores o la superación de los límites establecidos para los mismos. El Comitente se reserva el derecho de repetir los ensayos que estime necesarios, siendo los costos de los mismos y del eventual traslado del reactor a cargo del proveedor.

El Proveedor deberá informar por anticipado el máximo período de tiempo que puede permanecer la máquina sin aceite en atmósfera de aire sintético súper seco.

### 14 GESTION DE CALIDAD

Hay una serie de requisitos que deberá cumplir el Oferente, el Contratista y el Fabricante que está indicados en el Capítulo 3 - Condiciones particulares.

### 15 GARANTIA

El proveedor debe garantizar el material suministrado de acuerdo a lo indicado en el Capítulo 3 - Condiciones particulares.