**PPP Transmisión Eléctrica**

**Línea de Extra Alta Tensión en 500 kV**

**E.T. Río Diamante - Nueva E.T. Charlone,**

**Estaciones Transformadoras y**

**Obras Complementarias en 132 kV**

**Pliego de Bases y Condiciones**

|  |
| --- |
| **ANEXO VIII**  **LÍNEA EXTRA ALTA TENSIÓN 500 kV ENTRE**  **ET RÍO DIAMANTE 500/220 kV Y ET CORONEL CHARLONE 500/132 kV**  **SECCIÓN VIII e2**  **GRAPERÍA Y SISTEMA AMORTIGUANTE** |

ÍNDICE

##### 1. SUMINISTRO DE GRAPERIA PARA CONDUCTORES 4

1.1 General 4

1.2 Proyecto 4

1.2.1 Documentación Suministrada por el ENTE CONTRATANTE 4

1.3 Graperia y Accesorios 4

1.3.1 Alcance del Suministro 4

1.3.2 Requerimientos de Diseño 5

1.3.3 Materiales 12

1.3.4 Descripción de los Ensayos 14

1.3.5 Inspección y Ejecución de los Ensayos 21

1.3.6 Embalaje y Expedición del Suministro 24

1.4 Repuestos obligatorios 25

SUB-ANEXO “I”: CINCADO 26

SUB-ANEXO “II”: CONDUCTOR PEACE-RIVER modificado 26

SUB-ANEXO “III”: CABLE DE GUARDIA 27

SUB-ANEXO “III”bis: CABLE DE GUARDIA OPGW 27

SUB-ANEXO “IV”: AISLADORES DE SUSPENSIÓN U 160 BS 28

##### 2. SUMINISTRO DE SISTEMA. AMORTIGUANTE. PARA CONDUCTORES 29

2.1 Alcance del suministro 29

2.2 Requerimientos generales 29

2.2.1 Materiales 30

2.2.2 Normas Técnicas y Recomendaciones 30

2.3 Requerimientos de diseño 31

2.3.1 Comportamiento Antivibratorio 31

2.3.2 Sistema de Sujeción del Conductor 32

2.3.3 Características Eléctricas 34

2.3.4 Dispositivo Absorbedor de Energía 34

2.3.5 Protección Anticorrosiva 34

2.3.6 Instalación y Mantenimiento 35

2.4 Descripción de la metodología de los ensayos de laboratorio 35

2.4.1 Resistencia a la Fatiga 35

2.4.2 Características Elásticas y Amortiguantes 36

2.4.3 Eficiencia del Sistema de Sujeción 38

2.4.4 Ensayos de Torque y de Resistencia de la Grapa 39

2.4.5 Tracción – Compresión 40

2.4.6 RIV – Corona 40

2.4.7 Cortocircuito 41

2.4.8 Cincado 41

2.4.9 Control Dimensional, Pesos y Tolerancias 41

2.4.10 Control Visual y Terminación Superficial 42

2.4.11 Ensayos de Elastómero 42

2.4.12 Ensayo de Arandelas Elásticas 43

2.4.13 Estudios de Vibraciones 43

2.5 Mediciones 44

2.5.1 Ensayos de Campo 44

2.5.2 Ensayos de Laboratorio 46

2.6 Ensayos de Tipo, de Rutina, y de Remesa 47

2.6.1 General 47

2.6.2 Ensayos de Tipo 47

2.6.3 Ensayos de Rutina o Fabricación 47

2.6.4 Ensayos de Remesa o Aceptación 48

2.7 Suministro 48

2.7.1 Identificación 48

2.7.2 Embalaje 48

2.8 Repuestos obligatorios 49

##### 3. SUMINISTRO DE SISTEMA AMORTIGUANTE PARA CABLE DE GUARDIA Y OPGW 50

3.1 Alcance del Suministro 50

3.2 Requerimientos generales 50

3.2.1 Vibraciones Eólicas 50

3.2.2 Grapas 50

3.3 Materiales 51

3.4 Ensayos – Descripción 52

3.4.1 Eficiencia de Amortiguamiento 52

3.4.2 Respuesta del Amortiguador 52

3.4.3 Fatiga 53

3.4.4 Desplazamiento Longitudinal 53

3.4.5 Resistencia de la Grapa Tipo Abulonada 53

3.4.6 Dimensiones, peso, tolerancias y terminación 54

3.4.7 Cincado 54

3.5 Mediciones 54

3.5.1 Ensayos de Campo 54

3.6 Ensayos – Ejecución 55

3.6.1 Ensayos de Tipo 55

3.6.2 Ensayos de Rutina o Fabricación 55

3.6.3 Ensayos de Remesa o Aceptación 55

3.6.4 Nivel de Inspección y Planes de Muestreo 56

3.7 Embalaje y expedición del suministro 56

3.7.1 Identificación 56

3.7.2 Embalaje 57

3.8 Repuestos obligatorios 57

##### 

##### **1. SUMINISTRO DE GRAPERIA PARA CONDUCTORES**

## 1.1. General

La presente sección comprende especificaciones, normas, recomendaciones y datos técnicos para fabricación, ensayos y suministro de los siguientes materiales:

* Item 1. Grapería y accesorios para conductores y cables de guardia.
* Item 2. Sistemas amortiguantes para conductores.
* Item 3. Sistemas amortiguantes para cables de guardia.

El OFERENTE consignará, en la Sección correspondiente, sin omisiones, los datos y valores solicitados en las Planillas de Datos Técnicos Garantizados.

El CONTRATISTA PPP quedará obligado a cumplir y/o mejorar los datos que garantice en su OFERTA.

## 1.2. Proyecto

El ENTE CONTRATANTE ha elaborado los requerimientos básicos de la grapería y accesorios y de los sistemas amortiguantes, tanto para conductores como para cables de guardia.

El CONTRATISTA PPP deberá desarrollar el proyecto definitivo de la provisión de grapería y accesorios y diseñar en forma completa los sistemas amortiguantes, respetando los requerimientos definidos por el ENTE CONTRATANTE.

Los requerimientos básicos de la grapería que están comprendidos en estas especificaciones, no incluyen planos de conjunto o de componentes, sino una clara descripción de sus características técnicas y esquemas geométricos y algunas dimensiones especificas a respetar, para que el OFERENTE y con posterioridad el CONTRATISTA PPP, pueda aplicar su experiencia para proyectar y ofrecer el mejor producto, ajustado a los requerimientos especificados.

### 1.2.1 Documentacion Suministrada por el ENTE CONTRATANTE

El ENTE CONTRATANTE entrega en este Pliego PPP información técnica con carácter ilustrativo relativa a la Línea de Transmisión aquí licitada que muestra en líneas generales los requerimientos mínimos que debe satisfacer el Proyecto de los Oferentes. Como parte de esa información se encuentra la traza de la LEAT, el conductor a utilizar, la característica de los hilos de guardia, entre otros requerimientos, a los cuales debe ajustarse la Instalación ofrecida.

En el rubro de la grapería y sistemas amortiguantes, como en otros, el Oferente podrá ofrecer variantes que signifiquen, a juicio exclusivo del ENTE CONTRATANTE, mejoras técnicas respecto de lo previsto en el Pliego PPP.

## 1.3. Grapería y accesorios

### 1.3.1 Alcance del Suministro

La provisión comprende los siguientes dispositivos, integrados por los materiales que se listan en cada caso, correspondientes al conductor de Al/Ac “Peace River modificado”, Al conductor AlAl "Lupine",al cable de guardia de 120 daN/mm² y al cable de guardia AlAl/Ac "Dotterel", cuyas características principales pueden verse en la Sección VIII d2.

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados “Conjuntos Completos de Grapería para Conductor Peace River Modificado, Conductor Lupine y Cables de Guardia” A°G° y Dotterel.

a) Grapería y accesorios para conductor de Al/Ac (ACSR) 48/7 “Peace River modificado”, con aisladores U 160 BS.

* Conjuntos de suspensión simple “I” (SSI), para estructuras Cross Rope y Autosoportadas.
* Conjuntos de suspensión doble “I” (SDI), para estructuras Cross Rope y Autosoportadas.
* Conjunto de suspensión en "V" (SSV), para Torres SA.
* Conjuntos de suspensión simple para puente de conexión (SSP).
* Conjuntos de retención cuádruple (RC).
* Conjuntos para Transposición (Tr).
* Espaciadores rígidos para puentes de conexión.
* Espaciadores rígidos para puentes de conexión en transposiciones.
* Sobrepesos para puentes de conexión.
* Manguitos de empalme.
* Manguitos de reparación.

b) Grapería y accesorios para i) el cable de guardia de acero cincado de 9.15 mm de diámetro y 120 daN/mm² ; ii) el cable de guardia OPGW (complementar con lo expuesto en el Anexo VII Sección VII d).y iii) el cable de guardia Dotterel.

• Conjuntos de suspensión (SCG).

• Conjuntos de retención, a ambos lados (RCG).

• Manguitos de empalme.

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados Conjuntos “Conductor Peace River Modificado y Cables de Guardia” Hojas 3/22 a 11/22.

### 1.3.2 Requerimientos de Diseño

**1.3.2.1 Condiciones Generales**

a) El diseño y la fabricación de la grapería deberá realizarse utilizando una tecnología acorde con las exigencias de las Líneas de Extra Alta Tensión de 500 kV.

En particular, en el diseño de las cadenas deberá considerarse especialmente el tipo de conexión previsto para vincular distintos componentes, la flexibilidad y simplicidad del conjunto, la capacidad de intercambiabilidad de los componentes, los materiales y métodos de fabricación, la confiabilidad electromecánica del conjunto y su adaptación y facilidad a las técnicas del mantenimiento bajo tensión.

b) Toda la grapería será apta para mantenimiento bajo tensión, con hombre a potencial. El procedimiento y diseño de dicho mantenimiento, como asimismo las herramientas y equipos correspondientes, deberán ser coordinados con un reconocido fabricante de herramientas de mantenimiento para líneas energizadas.

1. Los enganches a las estructuras metálicas de la grapería para aisladores de suspensión de conductores y de los conjuntos de los dos tipos de cable de guardia, serán diseñados teniendo en cuenta las limitaciones señaladas en los planos de las estructuras respectivas, para evitar eventuales problemas de interferencias geométricas e incompatibilidades mecánicas.

d) Toda la grapería estará adecuadamente identificada para facilitar las tareas de ensamblado y montaje en obra. La importancia de la identificación de las piezas es, entre otras, la de asegurar la trazabilidad del sistema para cada una de las piezas de los morsetos.

Este requerimiento es de importancia fundamental para la implementación de un sistema de calidad. Las piezas deberán estar identificadas mediante algún método indeleble a proponer por el CONTRATISTA PPP y sujeto a la aprobación de la INSPECCIÓN TÉCNICA del ENTE CONTRATANTE. Dicha identificación responderá a lo establecido en el párrafo 4.5.1 de la Norma CEI EN 61284.

e) El diseño de la grapería deberá permitir la máxima articulación en todos los sentidos de movimiento posibles y evitar esfuerzos de flexión en los aisladores.

f) Los accesorios a compresión (empalmes, grapas de retención etc.) serán diseñados para ser sometidos a compresión hexagonal.

g) Las piezas roscadas deberán poseer dispositivos que no permitan el aflojamiento de las tuercas por si solas.

h) Los bulones localizados en lugares críticos de efecto corona deberán equiparse con tuercas del tipo blindado o con protecciones antiefluvios.

i) Las curvaturas de las piezas que se articulen deberán ajustarse suave y uniformemente, de manera de lograr una buena distribución de esfuerzos y fabricarse con el mismo material para que tengan igual dureza y resistencia mecánica.

J) No se admitirán piezas soldadas en los componentes destinados a las cadenas de suspensión o retención de conductores, excepto en la placa de derivación de la grapa de retención a compresión y en los conectores para lo cual el fabricante deberá indicar en su oferta los siguientes métodos y procedimientos:

• Composición y especificación del metal o metales básicos.

• Procedimiento de preparación de las partes a soldar.

• Proceso de soldadura y secuencia de trabajo.

• Materiales consumibles y/o de aporte.

• Proceso de precalentamiento y postcalentamiento.

• Característica de los electrodos.

* Característica de la atmósfera.
* Métodos de ensayo y verificación.

k) No está permitido el empleo de soldadura por punto.

l) Permitirán su montaje y desmontaje con herramientas comunes.

m) La densidad de corriente de contacto en las piezas de aluminio y de aleación de aluminio no podrá superar los siguientes valores:

• Densidad de corriente de contacto: 0.16 A/mm2.

• Densidad de corriente de pasaje: 1.4 A/mm2.

n) Las roscas de bulones y tornillos cumplirán con el Sistema Métrico.

o) La sujeción entre las piezas de las grapas se realizará con elementos metálicos (acero inoxidable ó cincado, aleación de aluminio, etc.), siendo las cabezas de tornillos y tuercas hexagonales y llevar arandelas elásticas.

p) Los tornillos de acero sólo podrán ser roscados sobre piezas componentes de acero.

q) En el diseño de la morsetería se deberá tener en cuenta que los metales que se encuentran en contacto entre si, no generen fuerzas electromotrices de origen electroquímico que aceleren el proceso de corrosión.

r) Las piezas o partes en las que se apliquen recubrimientos metálicos, tendrán completas sus operaciones de maquinado y estarán exentas de rebabas antes de la aplicación del mismo. La capa metálica tendrá un espesor suficientemente uniforme, libre de discontinuidades u oclusiones y de características homogéneas en toda la superficie cubierta. En todos los casos los procedimientos de preparación y aplicación de la película metálica serán tales que no afecten adversamente las propiedades del material ni de la pieza terminada.

s) En caso de bulonería recubierta metálicamente, se respetarán sus ángulos y bordes correspondientes, de acuerdo al diseño normalizado; se permitirá únicamente el roscado o repaso de las roscas interiores.

t) Recubrimientos de cinc: se empleará el procedimiento por inmersión en caliente, el cual se hará de acuerdo a lo indicado en el Sub-Anexo “I” del presente Anexo y Sección.

u) Las grapas de suspensión, retención y empalmes no deberán tener espiras cerradas que den origen a pérdidas ferromagnéticas.

v) El diseño de la morsetería será tal, que las partes roscadas de las piezas no trabajen a tracción ni se vean sometidas a aplastamiento.

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados Conjuntos para (SSI, SSV, SDI, SSP y RC) Conductor “Peace River Modificado” Hojas 3/22 a 8/22.

**1.3.2.2 Normas Técnicas**

La provisión responderá a la última revisión de las normas que se citan a continuación en todo lo que sea aplicable según el alcance de estas especificaciones.

No se aceptarán combinaciones de las normas indicadas a los efectos de asegurar uniformidad en la calidad.

|  |  |
| --- | --- |
| **NORMAS** |  |
| IRAM-15 | Inspección por Atributos - Planes de muestra única, doble y múltiple, con rechazo. |
| IRAM-573 | Productos siderúrgicos cincados por inmersión en caliente. Ensayos físicos y mecánicos. |
| IRAM-576 | Cinc en lingotes. Características. |
| IRAM-681 | Aluminio y sus aleaciones para trabajo mecánico. Composición química. |
| IRAM-2248 | Dispositivos de fijación para acoplamiento a rótula (Medidas y requisitos generales). |
| IRAM-NIME-20022 | Sistemas de calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en la producción, la instalación y el servicio posventa. |
| IRAM-IACC-ISO-E-9001:2008 | Requerimientos generales para aceros laminados de chapas, perfiles, planchas y barras para uso estructural. |
| ASTM A-6 | Fundiciones de acero al carbono para aplicaciones generales. |
| ASTM A-27 | Fundiciones ferríticas de hierro maleable. |
| ASTM A-47 | Cincado por inmersión en caliente de productos fabricados con planchuelas, barras, chapas y perfiles de acero forjado, estampado y laminado. |
| ASTM A-123 | Cincado por inmersión en caliente en buloneria y herrajes de hierro y acero. |
| ASTM A-153 | Cincado por immersión en caliente en estructuras metálicas |  |
| ASTM A-325  ASTM A-239 | Bulonería para uniones de estructuras  Bulones de alta resistencia para uniones de estructuras |
| AASTM B-85 | TuTFundición en coquilla de aleación de aluminio. |
| ASTM B-210 | Barras, varillas y alambres de aleación de aluminio. |
| ASTM B-211 | Barras, varillas, alambres, formas y tubos extruidos de aleación de aluminio. |
| ASTM B-221 | Dimensiones de los acoplamientos a rótula (badajos y órbitas) de los elementos de cadenas y aisladores. |
| IEC-60120 | Características de aisladores tipo caperuza y badajo. |
| IEC-60305 | Ensayos sobre aisladores de material cerámico o vidrio para líneas aéreas con tensión nominal mayor que 1000 V. |
| IEC-60383 | Ensayos de radiointerferencia sobre aisladores de alta tensión. |
| IEC-60437 | Morseteria para líneas aéreas para transmisión de energía (segunda edición, 1/7/85). |
| CEI EN 61284 | Overhead line; Requirements and test for fittings – June 1999, second edition. |
| En 187200 | Optical cables to be used along electrical power lines (OCEPL) – May 2001-10-18. |
| IEC 60794 | Optical fiber cables – Post 4.1: Aerial optical cables for high voltage power lines Jan. 1999 |
| Publicaciones IEEE |  |

**1.3.2.3 Grapería para Conductor:**

**1.3.2.3.1 Resistencia Mecánica**

El dimensionamiento de la grapería será función de las propiedades físico - químicas de cada materia prima utilizada y de las características especificas de los procesos de fabricación.

En las Planillas de Datos Técnicos Garantizados (PDG) se dan las características básicas de los aisladores U 160 BS.

Las resistencias mecánicas mínimas a rotura de los conjuntos serán las siguientes:

* Cadena de suspensión simple “I” : 160 kN
* Cadena de suspensión doble “II” : 160 kN/rama
* Cadena de suspención en V "V" : 160 kN/rama
* Cadena de retención cuádruple : 160 kN/rama

Cada una de las piezas de las cadenas de aisladores deberá resistir sin deformaciones permanentes los esfuerzos de tracción producidos por la carga máxima admisible, aplicada en la misma dirección y sentido en que actuará normalmente durante la operación de la línea.

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados Conjuntos para (SSI, SSV, SDI, SSP y RC) Conductor “Peace River Modificado” Hojas 3/22 a 8/22.

Es decir, para morsetos de particular importancia para la seguridad de la línea (como ser, entre otros, los morsetos de suspensión, grilletes, etc.) se requiere un valor de deformación permanente menor de 0,3 mm para morsetería de acero de carbono y de hasta 2 mm de deformación permanente para el caso de componentes de acero inoxidable.

**1.3.2.3.2 Características de Forma y Funcionales**

La forma de las piezas de la grapería será diseñada de manera de evitar concentraciones de cargas mecánicas y/o eléctricas. Para ello deberán redondearse al máximo los cantos vivos y establecerse curvaturas que propicien una distribución de esfuerzos lo más uniformes posibles.

El proyecto de las piezas deberá permitir máxima libertad de movimiento para evitar la transferencia de esfuerzos de flexión a los aisladores. En particular, las piezas que se vinculan con los aisladores seguirán las mismas normas IEC 60120.

Las protecciones eléctricas que serán utilizadas en cadenas de retención deberán ser fácilmente removibles durante el mantenimiento. Deberán ser también resistentes a eventuales daños provocados por las vibraciones y por las tareas de mantenimiento.

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados Conjuntos para (SSI, SSV, SDI, SSP y RC) Conductor “Peace River Modificado” Hojas 3/22 a 8/22.

**1.3.2.3.3 Características Eléctricas**

Las cadenas de suspensión serán proyectadas para utilizarse sin anillos ni cuernos de protección. Las prestaciones técnicas de dichas cadenas deberán provenir de un adecuado diseño electromecánico.

En particular, dicho diseño deberá distribuir las tensiones sobre las cadenas de manera tal que el primer aislador lado fase no esté solicitado por encima del 10,5% de la tensión nominal fase - tierra de la línea (30 kV) y el segundo aislador lado fase no esté solicitado por encima del 9,0% de dicha tensión (26 kV).

Las cadenas de retención podrán llevar anillos de protección equipotenciales u otro tipo de protección eléctrica. Su tamaño será mínimo y su ubicación no deberá dificultar las tareas de mantenimiento.

Las protecciones eléctricas: (anillos, cuernos, raquetas) deberán dimensionarse para resistir un arco de potencia de 30 kA durante 0.2 segundos.

Los componentes de los conjuntos presentarán bordes redondeados y chavetas adecuadamente embutidas. Además, la distancia entre el primer aislador bajo tensión y los conductores deberá ser mínima; propiciará una distribución lo más uniforme posible del gradiente de potencial eléctrico y reducirá los niveles de RIV y efecto corona.

#### 

**1.3.2.3.4 Geometría de las Cadenas**

Las cadenas de aisladores estarán constituidas de la siguiente manera:

VEINTICUATRO (24) aisladores U 160 BS en cada rama, o sea:

* Cadena de suspensión simple “I” (SSI): 1x24 aisladores U 160 BS.
* Cadena de suspensión doble “I” (SDI): 2x24 aisladores U 160 BS.
* Cadena de suspensión en "V" (SSV): 2x24 aisladores U 160 BS.
* Cadena de retención cuádruple (RC): 4x24 aisladores U 160 BS.

El diseño de las cadenas dobles de suspensión requerirá igual longitud para cada rama. Por lo tanto las longitudes de los elementos constitutivos de la rama, incluyendo los aisladores, deberán ser medidos exactamente en adición a las usuales clases de tolerancias adoptadas y todos los elementos de las cadenas deberán ser marcados para su correcto ensamble, antes del montaje.

La documentación que se agrega, ilustrativamente, en el Pliego PPP comprende esquemas geométricos generales de los conjuntos que el CONTRATISTA PPP deberá desarrollar en detalle en el Proyecto definitivo que someterá al ENTE CONTRATANTE.

La cadena de retención permitirá una regulación que podrá ser escalonada, con un paso no mayor de 30 mm, de ±200 mm aproximadamente, o continua. No será admitido el uso de tensores. Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados Conjuntos Conductor “Peace River Modificado” Hoja 7/22.

**1.3.2.3.5 Grapas de Suspensión**

El proyecto de la grapa de suspensión deberá ser tal que evite daños y deformaciones en el conductor.

Además, deberá presentar un momento de inercia mínimo con respecto a su eje de suspensión y una libertad de movimiento máxima en relación con las oscilaciones del conductor.

Será del tipo poliarticulada a fin de permitir libertad para el movimiento longitudinal y transversal del conductor con respecto al yugo. Tendrá un ángulo mínimo de salida de 15 grados. Será del tipo antiefluvio y tendrá pérdidas ferromagnéticas despreciables, para lo cual deberá poder verificarse la inexistencia de espiras de hierro cerradas.

La grapa de suspensión podrá ser del tipo “preformada”, armada con varillas preformadas, o tipo “abulonada”, concebida con apretador y bulones de apriete o de otro diseño conveniente.

En el caso del tipo abulonada, el diseño de la grapa deberá respetar, además de lo indicado anteriormente, las siguientes condiciones:

* La garganta de la grapa deberá tener radio de curvatura longitudinal suficiente como para que la presión radial no sea excesiva y no aplaste los alambres de aluminio en su interior. Para ello la relación entre radio de curvatura, y diámetro del conductor deberá ser proyectado para cumplimentar estas exigencias.
* La grapa deberá ser lo suficientemente larga con respecto al diámetro del conductor, para proveer un mejor apoyo del mismo, a fin de permitir absorber más adecuadamente las cargas que se producen en los grandes vanos y en presencia de desniveles.

Deberán ser eliminados, además, los esfuerzos excesivos de apriete en la entrada de la grapa para impedir daños en el conductor como consecuencia de solicitaciones por oscilaciones y vibraciones.

El torque de los bulones necesario para obtener la carga de deslizamiento indicada será especificado por el CONTRATISTA PPP. Las grapas de suspensión deberán soportar una carga de rotura y deslizamiento del 60% de la CMRTC y del 25% de la CMRTC, respectivamente.

Siendo CMRTC = Carga Mínima de Rotura a la Tracción del Conductor.

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados Grapa de Suspensión para Conductor “Peace River Modificado” Hoja 12/22.

**1.3.2.3.6 Grapas de Retención**

El diseño de estas grapas podrá ser a “cable cortado” (o compresión), del tipo “preformado” u otro tipo adecuado. No se aceptarán grapas a “cable pasante” con sistema de fijación abulonado.

Las grapas a compresión deberán proyectarse de manera de evitar los pasajes de corriente por contactos no estrictamente necesarios y, en aquellos contactos necesarios, deberá asegurarse una repartición uniforme de la corriente sobre las superficies de contacto, como así también la adecuada presión mecánica, independientemente del tiro del conductor.

Deberán ser eliminados, además, los esfuerzos excesivos de apriete en la entrada de la grapa para impedir daños en el conductor como consecuencia de solicitaciones por oscilaciones y vibraciones.

Las grapas de retención deberán soportar una carga de deslizamiento y/o rotura del 95% de la CMRTC.

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados Grapa de Retención para Conductor “Peace River Modificado” Hoja 13/22.

**1.3.2.3.7 Transposición de Fases**

Las transposiciones de fases se efectuarán en las proximidades de una estructura de suspensión.

**1.3.2.3.8 Accesorios**

Badajos y órbitas

Los badajos y órbitas a utilizar en la grapería de cadenas de aisladores, deberán ajustarse a los mismos criterios, formas y dimensiones empleados para esos elementos en los aisladores.

El adecuado acoplamiento entre badajos y órbitas de la grapería, como así también con los aisladores, deberá conseguirse respetando las prescripciones de la norma IEC 60120.

Las chavetas de las órbitas serán tipo 16 A, según norma Lec 372.

Yugos

El proyecto de los yugos espaciadores de las cadenas de suspensión en “V” deberá adecuarse de manera que la suma del máximo ángulo de oscilación de las grapas de suspensión, con respecto a la posición vertical, más el ángulo de inclinación del yugo, sea mayor o igual que el semiángulo de la cadena en “V”.

Espaciadores rígidos

Los espaciadores rígidos para puentes de conexión serán aptos para colocación de sobrepesos. Serán fabricados de aleación de aluminio y su diseño deberá ser compatible para configurar el puente de conexión sin dañar a los conductores. Las cantidades de sobrepesos y su distribución sobre dichos puentes serán definidas en obra por la INSPECCIÓN TÉCNICA de Obra, con la colaboración del fabricante de grapería.

Manguitos de empalme y de reparación

Los manguitos de empalme y de reparación deberán soportar una carga de deslizamiento y/o rotura del 95% de la CMRTC.

Los extremos de la superficie interna de los manguitos de empalme y de reparación a compresión deberán tener una forma adecuada para evitar daños en la capa externa del conductor.

### 

**1.3.2.4. Grapería para Cables de Guardia**

Para el conjunto de suspensión, la grapa correspondiente podrá ser de diseño convencional o preformado.

En el caso de diseño convencional, deberá cumplir con las características indicadas en el numeral 1.3.2.3.5 del presente Anexo, en lo que corresponda.

La grapa de suspensión deberá soportar una carga de deslizamiento y de rotura del 25% de la CMRTC y del 60% de la CMRTC, respectivamente.

El conjunto de retención también podrá ser de diseño convencional, con grapa a compresión, del tipo preformado u otro diseño adecuado.

Para el caso del diseño convencional, valen las mismas consideraciones que las indicadas para la grapa de retención del conductor con la excepción del material. El conjunto de retención estará provisto de una regulación escalonada, con un paso inferior a 20 mm, de +100 mm, o continúa, sin usar tensores.

La grapa de retención deberá soportar una carga de deslizamiento y/o rotura del 95% de la CMRTC.

Los conjuntos de suspensión y de retención incluirán los elementos de puesta a tierra a la estructura.

Los manguitos de empalme deberán soportar una carga de deslizamiento y/o rotura del 95% de la CMRTC.

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados Conjunto de Suspensión y Retención para Cables de Guardia. Hojas 9/22 a 11/22; Hojas 14/22 a 15/22.

**1.3.2.5. Graperia para Cable de Guardia OPGW**

Esta grapería y sus accesorios deberán responder, en general a las mismas especificaciones expuestas para el cable de guardia anterior. Adicionalmente se preferirá que esta provisión sea efectuada por el fabricante del cable OPGW ó, en su defecto, deberá ser aprobada por dicho fabricante para su uso con el cable de su provisión.

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados Conjunto de Suspensión y Retención para Cables de Guardia. Hojas 14/22 y 15/22.

**1.3.2.6. Bulones y Pernos**

Todos los bulones de ajuste deberán llevar tuercas, arandelas planas y arandelas tipo “Grower”. Estas últimas no podrán sufrir deformaciones plásticas luego de apretadas las tuercas.

Los pernos y bulones que no sean de ajuste deberán ser pasadores y deberán llevar chavetas y arandelas planas.

Los pernos (pasadores) y bulones que no sean de ajuste deberán llevar chavetas y arandelas planas.

Las tuercas deberán poder roscarse en los bulones directamente con las manos, sin ayuda de herramientas.

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados Conjunto de Suspensión y Retención para Cables de Guardia. Hojas 14/22 y 15/22.

### 

### 1.3.3. Materiales

**1.3.3.1. Características Principales**

Los componentes de la grapería serán de acero forjado y aluminio (o sus aleaciones), admitiéndose las siguientes excepciones:

a) Yugos

Podrán ser de chapa de acero en una sola pieza, con excepción de las protecciones eléctricas específicas que podrán ser de fundición.

b) Chavetas

Serán de acero inoxidable tipo AISI 304 (aspecto brillante) y deberán permitir las funciones del mantenimiento bajo tensión.

c) Grapas de suspensión de conductor

Aleación de aluminio primaria fundida en coquilla, excepto sus elementos de suspensión y fijación.

d) Elementos sujetos a esfuerzos de tracción

Podrán ser de fundición nodular o maleable.

e) Grapa de retención para conductor:

* Tubo exterior y terminal de derivación: aluminio grado eléctrico H14 o aleación de aluminio extruído y decapado.
* Placa de derivación: aluminio grado eléctrico H14 o aleación de aluminio primaria.
* Alma - ojal: acero forjado, galvanizado.

1. Empalmes a compresión para conductor.

* Tubo exterior: aluminio grado eléctrico H14 o aleación de aluminio extruído y decapado.
* Tubo interior: acero galvanizado.

g) Manguitos de reparación para conductor

Aluminio grado eléctrico H14 o aleación de aluminio extruído.

1. Grapas de suspensión para cable de guardia.

Fundición de hierro nodular o maleable, excepto sus elementos de suspensión y fijación.

1. Grapas y empalmes a comprensión para cable de guardia

Acero inoxidable tipo AISI 304.

j) Anillos corona

Acero u otro material apropiado teniendo en cuenta, especialmente el calor disipado ante un arco de potencia.

k) Espaciadores rígidos

Fundición o componentes trefilados, de aleación de aluminio primario.

l) Bulonería

Acero al carbono, con identificación de calidad incorporada.

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados Grapas de Suspensión y Retención Conductor Peace River Modificado y Cables de Guardia. Hojas 12/22, 13/22 y 16/22.

**1.3.3.2 Cincado**

Todos los materiales ferrosos no inoxidables serán cincados según el Sub-Anexo “I” del presente Anexo y Sección.

**NOTA:**

Para el caso de las fundiciones no ferrosas será obligatorio el uso de moldes metálicos y de probeteros normalizados para efectuar la extracción de muestras para el control de calidad de los materiales.

**1.3.3.3 Matrices para Realizar la Compresión**

Serán de acero forjado de alta resistencia tipo SÁE 4340 templado y revenido, o material equivalente. Terminación: anodizado o niquelado.

### 1.3.4 Descripción de los Ensayos

Como la grapería junto con los aisladores forman un subsistema dentro del proyecto global de las líneas de transmisión, se efectuarán distintos ensayos sobre los conjuntos grapería - aisladores (o cadenas) y sobre componentes individuales de grapería.

Estos ensayos se exigirán en el caso de que el CONTRATISTA PPP no disponga de ensayos idénticos ya hechos sobre la misma morsetería y aisladores.

**1.3.4.1 Ensayos sobre Conjuntos**

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados Conjunto para (SSI, SSV, SDI, SSP y RC) conductor Peace River Modificado. Hojas 3/22 a 8/22.

**1.3.4.1.1 Radiointerferencia y Corona Visible**

Estos ensayos serán efectuados en forma simultánea. El método de medición y el procedimiento del ensayo serán los indicados en la norma IEC 60437.

Antes de iniciar el ensayo, se deberán tomar las siguientes providencias:

* Efectuar el reconocimiento del objeto a ser ensayado, verificando componentes, dimensiones, materiales, terminación superficial y composición de la cadena, conforme con los planos constructivos y especificaciones.
* Confeccionar un croquis de la disposición general del ensayo, comprendiendo dimensiones básicas del objeto ensayado, distancias a masa, distancias del blindaje con respecto al objeto, fuente de energía, etc.
* Registrar las condiciones ambientales del laboratorio correspondientes a:
* Presión atmosférica
* Temperatura ambiente
* Altura sobre el nivel del mar
* Humedad relativa (bulbo seco y bulbo húmedo).

El montaje del objeto se realizará con el debido cuidado para evitar principalmente la eventual flexión de los aisladores. Estos serán limpiados con paño embebido en alcohol y luego secados con paño limpio.

El ensayo deberá ser iniciado con la medición del nivel de RIV del circuito en vacío, para definir el ruido ambiente. Luego se insertará el objeto a ensayar y se procederá al ensayo.

El ensayo se realizará aplicando tensión gradualmente hasta llegar a una tensión 102% mayor que la tensión especificada y se mantendrá durante cinco minutos. Luego será reducida gradualmente hasta un 30% de la tensión especificada, elevada nuevamente hasta la tensión inicial y finalmente reducida al valor de 30%.

Cada escalón de tensión será aproximadamente 10% de la tensión de ensayo especificada.

Se efectuarán mediciones en cada escalón de tensión y así podrá graficarse la curva característica de radiointerferencia, según la norma IEC 60437.

El nivel máximo de radiointerferencia será de 50 dB (referido a un microVolt sobre 300 ohm) a la tensión especificada de ensayo de 318 kV - 50 Hz.

El resultado de la medición estará definido por los valores correspondientes a los niveles obtenidos en la segunda aplicación de tensión.

Los ensayos RIV y corona serán siempre iniciados con la medición del RIV.

Para la observación del efecto - corona se tendrá en cuenta lo siguiente:

* La finalidad de la constatación de los efluvios, en este caso, consiste solamente en definir el origen del RIV.
* El registro del efecto corona se realizará por métodos fotográficos, con película de sensibilidad ASA. 125 a 400, abertura del objetivo f=4,5 y exposición de 4 a 1 minuto.
* Las fotografías deberán obtenerse con el objeto a ensayar iluminado y luego en ambiente oscurecido, manteniéndose la cámara fotográfica en la misma posición durante el ensayo, lo cual permitirá definir con exactitud, por superposición de imágenes, el foco del efluvio.

**1.3.4.1.2 Distribución de Tensiones**

El ensayo se realizará sobre los dos primeros aisladores del lado fase, mediante el método del aislador espinterométrico.

El diseño de la grapería deberá ser tal que la distribución de tensiones en el conjunto, no origine un valor de tensión mayor de 30 kV sobre el primer aislador lado fase y un valor mayor de 26 kV sobre el segundo aislador lado fase.

Las condiciones que deberá reunir el ensayo son las siguientes.

a) Se deberán reproducir las condiciones de utilización de la cadena en la línea, especialmente en lo que se refiere a las distancias a la estructura; deberá ser armada con todos los componentes y aisladores correspondientes y colocada en su posición normal de trabajo.

Para determinar la tensión a la que se someterá cada aislador de la cadena, se utilizará un explosor preferentemente en gas presurizado.

El explosor se fijará sucesivamente durante la ejecución del ensayo a cada aislador que compone la cadena. En todos los casos se medirá la tensión que se aplique a la cadena, cuando reaccione el explosor.

La diferencia porcentual de tensión a que se someta cada aislador se determinará mediante la siguiente expresión:

U = (Ure/Ua) x 100%, donde “Ure” es la tensión de cebado del explosor y “Ua” es la tensión aplicada a la cadena.

**1.3.4.1.3 Arco de Potencia**

La morsetería y componentes destinados a conformar cadenas de suspensión de conductor simple “I”, serán sometidas al ensayo de arco de potencia, a efectos de verificar que la resistencia mecánica de la cadena no se vea disminuida por el efecto provocado por su contorneo.

El ensayo será considerado satisfactorio si se cumple lo siguiente:

a) No se produce reducción del badajo de ningún aislador.

b) No se verifican daños sensibles en las grapas y conductores.

c) Los daños superficiales que ocurran durante el ensayo, en la caperuza del aislador y en los componentes, no disminuyen la resistencia mecánica del conjunto.

d) Se admiten daños mayores en los eventuales dispositivos de protección.

e) Satisfacen las exigencias de los ensayos mecánicos, en lo referente a grapas de suspensión, etc.

Las condiciones que debe reunir este ensayo son las indicadas a continuación:

* El ensayo reproducirá las condiciones de utilización, sea tanto de cadenas como conectores y/o uniones, especialmente en lo que se refiere a la distancia a tierra y a las condiciones de simetría o asimetría de los circuitos de alimentación y de retorno.
* La simetría o asimetría de la corriente de alimentación se establece de acuerdo con las posiciones de la cadena, conector y/o unión (en relación al soporte) y del soporte (en relación a la línea).
* La morsetería a ensayar, cadenas de suspensión, será armada con todos los componentes y aisladores correspondientes y será colocada en su posición normal de trabajo de la instalación respectiva.
* El arco podrá ser cebado mediante un hilo de cobre de diámetro 0.5 mm. En las cadenas de aisladores, el hilo de cobre se conectará al perno (badajo) del accesorio de la cadena del lado tierra y sucesivamente a las caperuzas de cada tercer aislador, hasta alcanzar el badajo del último aislador conectado al potencial de ensayo.
* Se realizarán dos descargas sucesivas sobre la cadena, la primera con duración 0.1 segundos y la segunda con duración 0.2 segundos; la corriente será de 20 kA.
* El ensayo se filmará con una velocidad mínima de 1500 cuadros por segundo, para que pueda ser observado en cámara lenta el comportamiento de la morsetería, componentes, aisladores, el conductor y el propio arco.
* Luego del ensayo, se realizará un ensayo de tracción mecánica de toda la cadena completa.

**NOTAS:**

1) El CONTRATISTA PPP deberá coordinar con los fabricantes de grapería y de aisladores, si fueran distintos, la realización de estos ensayos sobre los respectivos conjuntos.

2) El CONTRATISTA PPP deberá proveer, además, conjuntos de grapería de suspensión simple “I” y de retención cuádruple completas, para la realización de otros ensayos de sobretensiones atmosféricas y de maniobra, tensión resistida, etc.

**1.3.4.2 Ensayos sobre Componentes**

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados Grapas de Suspensión y Retención. Conductor Principal y Cable de Guardia. Hojas 12/22 a 17/22.

**1.3.4.2.1 Deslizamiento**

Para la verificación de la resistencia al deslizamiento de las grapas de suspensión, retención y manguitos de empalme, se aplicarán las metodologías de ensayo siguientes:

Grapa de suspensión

Se montará un trozo de cable conductor o de guardia según corresponda (de longitud mayor o igual a 5m), en una máquina de tracción, sometiendo al cable a una carga del 20% de su carga mínima de rotura a la tracción (CMRTC).

Se montará la grapa sobre el cable tensado, aplicándole a los bulones el par de apriete nominal garantizado por el CONTRATISTA PPP.

Se reducirá a cero la carga sobre el cable y se desmontará de la extremidad fija de la máquina de tracción.

Se montará una barra de acero, fijada por un extremo a la máquina de tracción y por el otro a la grapa de suspensión y se aplicará la carga del 5% de la CMRTC para el tensado del conjunto.

Se hará una marca sobre el cable, a la salida de la morsa del lado fijo de la máquina, que servirá como índice de referencia para medir el desplazamiento entre el cable y la grapa.

Se aumentará la carga gradualmente hasta el 25% de la CMRTC, la que se mantendrá constante el tiempo necesario para verificar que no se produzca deslizamiento (aproximadamente 20 s).

Se incrementará la carga de la manera más rápida posible debiendo deslizar el cable en forma continua con una carga menor o igual que el 30% de la CMRTC.

Se volverá a la posición original sin grapa y se verificará que la rotura del cable se produzca a un valor igual o superior al 85% de su CMRTC.

El resultado del ensayo será satisfactorio si se cumple lo especificado en los dos párrafos precedentes.

Grapas de retención y Manguitos de Empalme

Se tomará un cable de longitud mayor o igual a 8 m y se montará en cada extremo una grapa de retención.

Será admitido en este ensayo, la aplicación de un empalme en el centro del conductor, de manera de ensayar dos grapas y un empalme.

Se someterá al conjunto indicado a un esfuerzo de tracción igual al 20% de la CMRTC, manteniéndose esta carga durante dos minutos. Se colocará un índice de referencia que permitirá medir el desplazamiento entre el cable y la grapa y/o manguito de empalme.

Posteriormente se aumentará gradualmente la carga hasta alcanzar el 95% de la CMRTC, manteniéndola durante treinta segundos (no se deberá producir deslizamiento).

Finalmente, se incrementará la carga progresivamente hasta que comience el deslizamiento o la rotura del cable o grapa y/o manguito.

**1.3.4.2.2. Carga de Rotura**

Los conjuntos y/o componentes para las cadenas de suspensión y retención deberán soportar un esfuerzo de rotura a la tracción de acuerdo a lo indicado en el numeral 1.3.2.3.1.

A las piezas componentes y/o conjuntos, se le aplicará una carga de tracción, de acuerdo a su forma normal de trabajo. La modalidad del ensayo será distinta según el tipo de componente; desarrollándose los ensayos bajo una modalidad similar a la empleada para los ensayos de deslizamientos, adaptada a este caso.

Todo componente, excepto las grapas y empalmes, será sometido a un conjunto de cargas aplicadas en las direcciones correspondientes de manera de simular las condiciones reales de servicio.

La carga mecánica se aumentará gradualmente hasta alcanzar la mitad del valor de la carga de rotura garantizada, que será mantenida, como mínimo, durante dos minutos. Luego esta carga será incrementada gradualmente hasta alcanzar en no menos de treinta segundos la rotura de la muestra ensayada.

Las grapas de retención y empalmes se ensayarán con el mismo montaje usado en el ensayo de deslizamiento.

Para que el resultado del ensayo sea considerado satisfactorio, deberán romper a una carga mayor que el 95% de la carga mínima de rotura a la tracción del conductor correspondiente.

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados Conjuntos para (SSI, SSV, SDI, SSP y RC) Conductor Peace River Modificado. Hojas 3/22 a 8/22.

**1.3.4.2.3 Carga de Trabajo**

Se define como carga de trabajo nominal a un valor no mayor del 70% de la carga de rotura del conjunto y/o componente de la cadena.

Se aplicará a las muestras, en forma gradual, una carga de tracción igual a la mitad de la carga nominal o de trabajo garantizada que se mantendrá durante dos minutos.

Se requerirá marcar los morsetos en prueba (marca de referencia) alrededor de un valor del 10% de la carga de ruptura. En la sucesiva verificación de la deformación permanente, luego de la aplicación de la carga de trabajo, se hará en correspondencia a dicha marcación.

Sucesivamente la carga se elevará gradualmente hasta alcanzar en no menos de treinta segundos el valor de la carga de trabajo, que se mantendrá durante un minuto.

El ensayo se considerará satisfactorio si al final del mismo no se verifican deformaciones permanentes, dentro de las premisas del subitem 1.3.2.3.1 para la marca de referencia realizada.

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados Conjuntos para (SSI, SSV, SDI, SSP y RC) Conductor Peace River Modificado. Hojas 3/22 a 8/22.

**1.3.4.2.4 Verificación de Deformaciones Permanentes y de Rotura de** **Componentes Abulonados (Sobreapriete)**

Este ensayo se aplicará a todos aquellos elementos de grapería que deban ser instalados en las líneas, mediante el apriete de bulones o tuercas.

Se aplicará un momento torsor igual al 200% del par de apriete nominal especificado por el fabricante para las grapas de suspensión. Para los restantes componentes de la morsetería, como ser grapas de retención, conectores o uniones, este valor será del 150%.

El resultado del ensayo se considerará satisfactorio si no se verifican roturas de las partes roscadas o de los componentes a ellas vinculadas, y si las deformaciones son tales que no impiden el desmontaje de las piezas ni implican el incumplimiento con las funciones que les son propias.

#### 

**1.3.4.2.5 Verificación Dimensional y Correcta Terminación**

Se verificará la correcta terminación y acabado de las piezas.

Se efectuará, el control dimensional y de ejecución con respecto a los planos y documentos aprobados. Las tolerancias generales de fabricación serán de +3% excepto indicación expresa, resultante de las necesidades de acoplamiento entre piezas.

Se verificará la intercambiabilidad de las piezas y el correcto ensamblado.

Para verificar las dimensiones, la intercambiabilidad y el correcto montaje de los componentes, durante ensayos de tipo y de muestreo deberán utilizarse calibres específicos.

**1.3.4.2.6 Calentamiento, Ciclo Térmico y Determinación de la Conductancia**

Se utilizará el método de ensayo definido en la Norma CEI EN 61284.

Para los ensayos se adoptará el ensayo descrito en el punto 13 y los Anexos B, D, y E de dicha Norma.

Para los parámetros de los ciclos de temperatura (ver Tabla III) se deberá adoptará 500 ciclos con una subida de temperatura de 100 °C.

El criterio de aceptación a utilizar resulta del indicado en el punto 13.5.2.2 y el Anexo E.

**1.3.4.2.7 Cincado**

Se efectuará según el Sub-Anexo “I” del presente Anexo y Sección.

**1.3.4.3 Ensayos de Eficiencia de las Grapas de Suspensión (Diseño Básico).**

Como las fallas por fatiga de los conductores tienen mayor probabilidad de ocurrencia en los puntos cercanos o directamente en contacto con las grapas, el diseño y comportamiento de éstas tienen una influencia preponderante en la resistencia a la fatiga debido a las siguientes causas:

1. Geometría del cuerpo y del apretador.
2. Material del cuerpo y del apretador.
3. Distribución de presiones de la grapa sobre el conductor.

Con el objeto de calificar el diseño de las grapas se realizarán los siguientes pasos de ensayos:

Se someterá al conductor a una flexión alterna correspondiente al modo de vibración que induzca la máxima solicitación en el borde de la grapa del conductor.

Se suspenderá la grapa en la posición de servicio y se montará sobre el conductor de manera tal que corresponda una tensión del conductor a la temperatura media anual y que el ángulo de salida corresponda al que resulte del cálculo para dicho estado, teniendo en cuenta los desniveles de los conductores en los puntos de suspensión o amarre, para el caso más desfavorable. Los caballetes se ajustarán con el par de apriete de las Planillas de Datos Garantizados.

La carga aplicada sobre la grapa deberá mantenerse constante a lo largo del ensayo con una tolerancia de + 2.5%.

La excitación será del tipo resonante, y podrá utilizarse para ello una mesa vibrante, un excéntrico, una masa rotante desbalanceada u otro método equivalente.

La frecuencia de vibración estará comprendida entre 10 y 15 Hz.

La longitud del conductor y la distancia del punto de excitación no serán menor de 5 m.

La grapa deberá prepararse adecuadamente para que la sección transversal del extremo del conductor se mantenga siempre plana. Ello se verificará efectuando mediciones de desplazamiento entre los alambres de la capa externa del conductor.

Durante el ensayo se controlarán los parámetros de flexión para que su desviación no sea mayor de ±5%. Podrán ser medidos con “strain - gauges” aplicados sobre los alambres del conductor en el punto de máxima flexión o midiendo la máxima amplitud de flexión (blending amplitud) sobre el conductor a la distancia de 90mm del último contacto de la grapa.

Para la medición con “strain - gauges” se aplicarán, como mínimo, tres sobre la capa externa del conductor.

Los ensayos deberán superar los siguientes niveles:

Nivel Deformación pico a pico Contados  
 (microsegundos) (millones)

1 300 10  
 2 200 12  
 3 150 15

a) En cada nivel que se realice el ensayo se deberá emplear conductor nuevo y eventualmente varillas preformadas nuevas iguales a las que se emplearán en la línea al cual está destinado el material.

b) Al finalizar cada nivel de ensayo se cortará el conductor a 300 mm de cada extremo final de las varillas preformadas o del centro de la grapa, según corresponda y se verificarán los posibles daños o roturas sobre los alambres que conforman las distintas capas del conductor.

c) Al finalizar los ensayos, no se deberán detectar hilos rotos por fatiga por cada nivel de ensayo.

**1.3.4.4 Verificación funcional de las chavetas de las órbitas**

Se controlará la carga necesaria para proceder a extraer parcialmente la chaveta de su alojamiento; dicha carga de extracción no deberá ser menor que 10 daN ni mayor que 30 daN.

Se verificará además que la chaveta no se extraiga totalmente con una carga de tracción menor que 60 daN.

Se dispondrá de un dispositivo que permite la fijación de la pieza y la aplicación de una carga de tracción creciente en forma ininterrumpida sobre la chaveta con el objeto de determinar la carga de extracción.

Durante la realización del ensayo se verificará, en forma visual, que la chaveta se desplace en forma correcta sin que se produzca su atascamiento.

En la órbita o alojamiento del componente a ensayar se colocará un dispositivo auxiliar provisto de rótula, ubicada correctamente reproduciendo las condiciones normales de operación.

El procedimiento se repetirá tres veces para cada elemento a ensayar.

**1.3.4.5 Factor de pérdidas**

Tiene por finalidad evaluar la calidad del componente a través del cual circula permanentemente corriente eléctrica, y se designa por Fp que es la relación entre la diferencia de potencial AU1 medida sobre el componente bajo ensayo con circulación de corriente continua y la diferencia de potencial AU2, medida bajo las mismas condiciones de carga, en un tramo de conductor de la misma longitud para el cual el componente está destinado.

El ensayo s*e* considera satisfactorio si no se exceden en ninguna circunstancia los valores que a continuación se detallan:

Componente Fp admisible

Grapa bifilar, conector o unión ajustada

por bulones 0.8  
Grapa, conector o unión a compresión 0.6

Se define como longitud del componente bajo ensayo, la proyección entre los lugares de medición, los cuales no podrán estar a más de un milímetro del extremo del componente.

El componente es armado con el conductor para el cual está destinado de acuerdo a las instrucciones especificadas por el fabricante.

Antes del montaje se limpian cuidadosamente (con cepillos de alambre) las superficies de contacto entre componente y conductor. Entre la limpieza y el armado no debe excederse los cinco (5) minutos. Las superficies de contacto no podrán ser engrasadas.

Los bulones son apretados con el par de apriete garantizado.

El componente bajo ensayo, es montado sobre un trozo de conductor, con una longitud L libre, medida desde el extremo del componente al punto de fijación y/o conexión del equipo de alimentación, de acuerdo con los valores indicados en la TABLA I del punto 3.4.2.6.

En serie con el componente bajo ensayo se instala un trozo del mismo conductor empleado, dotado en sus dos extremos de ecualizadores de corriente, que servirán como puntos de contacto para la medición de la diferencia de potencial en el citado trozo de conductor. Este trozo de conductor, se define como conductor de comparación y su longitud es exactamente la misma que la del componente bajo ensayo.

La longitud libre, entre el extremo del conductor de comparación, medida entre los extremos del ecualizador y el punto de fijación y/ o conexión del equipo de alimentación de corriente, deberá corresponder al valor indicado como L.

Con el fin de asegurar una correcta distribución de la corriente en toda la sección del conductor y obtener un plano equipotencial para la medición de la caída de tensión, se colocará un ecualizador de corriente en el punto de medición. Este ecualizador puede ser realizado mediante un dispositivo que aumente la presión recíproca entre los alambres del conductor, o por medio de soldar el total de los alambres del conductor a un terminal conveniente. Los ecualizadores tienen dimensiones reducidas, aproximadamente 2.5 mm de ancho, los mismos se colocan lo más cerca posible del componente bajo ensayo, pero sin tocarlo. La distancia entre el ecualizador y la superficie extrema del componente, no debe ser mayor a 1 mm.

En todos los casos un ecualizador, puede ser común como punto de contacto a los fines de medir, la diferencia de potencial.

El circuito compuesto por el componente bajo ensayo y el conductor de comparación es conectado a una fuente de alimentación de corriente continua a través de dos conductores de conexión que no tendrán una sección nominal menor al conductor sobre el cual está instalado el accesorio a ensayar.

Se define como circuito de ensayo, a la configuración constituida por el componente bajo ensayo, el conductor de comparación y los conductores de conexión, a este circuito se lo carga de tal manera de hacer circular una intensidad de corriente continua de ensayo no menor a 100 amperes

La medición de las diferencias de potencial AU1 y AU2 son realizadas simultáneamente y se procede a su repetición invirtiendo la polaridad, se asume como valor resultante el valor medio de los dos registros respectivamente.

Al finalizar los ensayos no se deberán detectar hilos rotos por fatiga, por cada nivel de ensayo.

### 

### 1.3.5 Inspección y Ejecución de los Ensayos

**1.3.5.1 Condiciones Generales**

La inspección se realizará conforme con lo expuesto en la presente especificación y con el programa, previamente presentado por el CONTRATISTA PPP, aprobado por el ENTE CONTRATANTE.

Las unidades que sean sometidas a los ensayos deberán ser repuestas por el CONTRATISTA PPP, de manera que el suministro cubra la cantidad solicitada.

Se define como remesa a los conjuntos de grapería presentadas para la INSPECCIÓN TÉCNICA de una sola vez.

El CONTRATISTA PPP definirá, teniendo en cuenta procesos de fabricación y equipamiento fabril, el tamaño de una remesa que deberá ser homogéneo en cuanto a calidad de fabricación y a componentes suministrados por terceros.

Las muestras se compondrán por todas las piezas que las integran según los planos presentados por el oferente, no debiendo observarse imperfecciones superficiales (grietas, rebabas, grumos, rechupes, oquedades, etc.) incompatibles con la terminación superficial garantizada, utilizándose como patrón de comparación las piezas aprobadas en los ensayos de tipo, ó piezas seleccionadas expresamente.

Las muestras cumplirán con las dimensiones y tolerancias indicadas y garantizadas en los planos presentados por el oferente en los ensayos de tipo y ser parte integrante del protocolo de ensayo correspondiente.

**1.3.5.2 Ensayos**

Se establecen TRES (3) niveles de ensayos: de tipo, de rutina o fabricación y de remesa o aceptación. Todos ellos serán realizados según lo especificado en el numeral 1.3.4 del presente.

**1.3.5.2.1 Ensayos de Tipo**

Estos ensayos se llevarán a cabo sobre conjuntos y sobre componentes: Los ensayos mecánicos deberán hacerse sobre tres piezas, mientras que el ciclo térmico deberá hacerse sobre cuatro piezas.

a) Ensayos sobre conjuntos

Los ensayos especificados en los numerales 1.3.4.1.1 y 1.3.4.1.2 del presente se realizarán sobre los conjuntos completos de suspensión simple “I” y retención cuádruple a utilizar. El ensayo de arco de potencia (numeral 1.3.4.1.3) se realizará solamente sobre el conjunto de suspensión simple “I”.

**NOTAS:**

1) El CONTRATISTA PPP deberá coordinar con los fabricantes de grapería y aisladores, si éstos fueran distintos, la realización de estos ensayos, previa aprobación de la INSPECCIÓN TÉCNICA que supervisará las tareas y los ensayos.

2) La realización del ensayo de distribución de tensiones dependerá de los resultados de los ensayos RIV - CORONA.

Será definido por el ENTE CONTRATANTE y tendrá la siguiente modalidad:

Si en los ensayos RIV - CORONA se observara corona sobre uno o más aisladores, con medición de valores de RIV muy próximos o mayores que los especificados, se determinará la tensión sobre ellos solamente y sobre los dos primeros lado - fase.

3) El laboratorio para la realización de estos ensayos será propuesto por el OFERENTE para la aprobación del ENTE CONTRATANTE.

b) Ensayos sobre componentes y/o conjuntos

Los ensayos serán los siguientes:

* Conductibilidad eléctrica y calentamiento.
* Deslizamiento.
* Carga de rotura.
* Carga de trabajo.

Los mismos se realizarán de acuerdo a lo especificado en el apartado 1.3.4.2 del presente Anexo.

**1.3.5.2.2 Ensayos de Rutina o Fabricación**

Los ensayos de rutina formarán parte del control de calidad que deberá realizar el CONTRATISTA PPP.

El ENTE CONTRATANTE se reserva el derecho de asistir y supervisar, el desarrollo de estos ensayos, cada vez que lo estime conveniente.

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

Los controles y ensayos a realizar serán precisados en el Manual de la Calidad, confeccionado por el fabricante en base a los requisitos establecidos en la Sección VIII m2 “Plan de Calidad”.

**1.3.5.2.3 Ensayos de Remesa o Aceptación**

Son ensayos destinados a verificar las características de la grapería y la calidad de los materiales usados en la fabricación para su recepción.

El CONTRATISTA PPP someterá a la aprobación del ENTE CONTRATANTE los planes de ensayo, con indicación de los componentes, cargas aplicadas y modalidad de ensayo así como de los Laboratorios a cargo de los ensayos.

Serán realizados los siguientes ensayos:

* Deslizamiento.
* Carga de rotura.
* Carga de trabajo.
* Verificación de deformaciones permanentes y de rotura de componentes abulonados.
* Verificación funcional de las chavetas.
* Verificación dimensional y correcta terminación.
* Cincado.

El desarrollo de los mismos se efectuará de acuerdo a lo especificado en el apartado 1.3.4.2.

El ENTE CONTRATANTE podrá decidir que algunos ensayos se realicen en laboratorios oportunamente elegidos.

**1.3.5.2.4 Condiciones de Aceptación**

La morsetería será recepcionada utilizando métodos de control estadistico por atributos, definido por planes de muestreo y niveles de inspección de la norma IRAM 15.

Las reglas de aceptación serán:

* Tipo de inspección: Normal
* Nivel de inspección: II
* Plan de muestreo: doble
* Nivel de calidad acceptable (AQL): 2.5 %

### 1.3.6 Embalajes y Expedición del Suministro

**1.3.6.1 Identificación**

La importancia de la identificación de las piezas es, entre otras, la de asegurar la trazabilidad del sistema para cada una de las piezas de los morsetos.

Este requerimiento es de importancia fundamental para la implementación de un sistema de calidad. Las piezas deberán estar identificadas mediante algún método indeleble a proponer por el CONTRATISTA PPP y sujeto a la aprobación de la INSPECCIÓN TÉCNICA del ENTE CONTRATANTE. Dicha identificación responderá a lo establecido en el párrafo 4.5.1 de la Norma CEI EN 61284 para diferentes tipos de morsetos (fundido, forjado, conjunto grapería/morsetería, morsetos a compresión, etc.).

**1.3.6.2 Embalaje**

Los elementos se acondicionarán en cajones de madera adecuados a su volumen y peso, agrupados por piezas componentes de un mismo conjunto de los que conforman cada ítem de la respectiva Planilla de Propuesta, salvo que las dimensiones de algunos componentes signifiquen inconvenientes tales que hagan no recomendables la agrupación solicitada.

El material embalado tendrá un peso bruto no superior a los 80 daN. Los cajones serán de madera y sus dimensiones deberán ser tales que permitan ser manipulados a lo sumo por dos operarios.

Cada cajón estará confeccionado con listones de madera con los extremos asegurados firmemente a los bordes de las tapas y debidamente zunchados mediante flejes de polipropileno; los clavos a ser empleados deberán ser del tipo espiralado.

Los cajones para el acondicionamiento y transporte de la grapería, deberán ser construidos de madera de primera calidad, seleccionada, libre de corteza, de nudos flojos y de nudos firmes y sanos cuyo diámetro sea mayor al 30% del ancho de la tabla, por cada 0.4 m de longitud, o que se encuentren ubicados a una distancia de los bordes inferior al 10% del ancho de la tabla. El espesor mínimo de los listones deberá ser 12,5 mm con el objeto de asegurar la robustez del embalaje.

El CONTRATISTA PPP deberá presentar, para su aprobación, un plano con el diseño del cajón que utilizará (indicando su capacidad máxima de apilamiento) y el texto identificatorio del mismo.

La pintura que eventualmente se utilice, no deberá atacar a ninguno de los materiales componentes ni producirles manchas o depósitos que puedan alterar su aspecto superficial durante el transporte y almacenamiento, ya sea por acción de la temperatura, agua u otro agente.

Todos los cajones serán suficientemente fuertes para resistir los riesgos de las operaciones de embarque, transporte, carga, descarga y de almacenamiento en obra.

**1.3.6.2.1 Identificación del Embalaje**

Todos los cajones estarán identificados convenientemente mediante el proceso de planografía con tinta especial indeleble para madera. Las leyendas irán indicadas en una de las caras laterales del embalaje; la altura de las letras será como mínimo de 17 mm.

El texto de la identificación será el siguiente:

* L.E.A.T. 500 kV (nombre según corresponda)
* MARCA O NOMBRE O RAZON SOCIAL DEL CONTRATISTA PPP (Contrato N°)
* NOMBRE DEL ELEMENTO (con código según planos)
* CANTIDAD
* PESO BRUTO Y PESO NETO en daN
* APILAMIENTO MAXIMO
* NUMERO DE REMESA
* DESTINO U OBRADOR

## 1.4 REPUESTOS OBLIGATORIOS

Para que sea acordada la Habilitación Comercial, el CONTRATISTA PPP deberá demostrar que tiene acopiada, en concepto de repuestos imprescindibles para la entrada en servicio de manera confiable de la Instalación, la cantidad mínima de:

Todos los componentes originales nuevos de las graperías utilizadas y sus accesorios, correspondientes al 3% (tres por ciento) de la longitud total de la LEAT de 500 kV, que constituyen, entre otros ítems, La Instalación.

**SUB-ANEXO “I”**

**CINCADO**

Esta Especificación es idéntica a la incluida en el Anexo VIII Sección VIII h2 Sub-Anexo I, por lo que se dá aquí por reproducida.

SUB-ANEXO “II”

**CONDUCTOR “PEACE RIVER modificado”**

|  |  |
| --- | --- |
| Material: | Aluminio / Acero (ACSR) |
| Formación: | 48x3.11/7x2.41 (22+16+10/6+1) |
| Denominación: | Peace River modificado |
| Diámetro total: | 25.89 mm |
| Area Aluminio  Area acero  Area total: | 364.63 mm2  31.93 mm2  396.56 mm2 |
| Masa unitaria (con grasa): | 1.265 kg/m |
| Carga de rotura (según ASTM B232): | 9 800 kgf (Coeficientes: Al=0.91;Ac=0.96) |
| Módulo de elasticidad del cable: | 6 926kg/mm2 |
| Coeficiente de dilatación: | 2.066x10^(-5) |
| Clase cincado alambres de acero: | “A” (ASTM B 498) |

NOTA:

Entre el alma de acero y la primera capa de aluminio se aplicará una capa de grasa neutra, de punto de goteo mínimo 110 °C según ASTM D566.

SUB-ANEXO “III”

**CABLE DE GUARDIA**

|  |  |
| --- | --- |
| Material: | Acero cincado tipo HS |
| Formación: | 7 (1+6) |
| Diámetro total: | 9.15 mm |
| Peso unitario: | 0,414 kg/m |
| Carga de rotura mínima: | 4 800 daN (4 898 kgf) |
| Tensión de rotura de los alambres (mín.): | 100 daN/ mm2 |
| Tensión media anual (TMA): | 14.45 daN/ mm2 (14.75 kgf/ mm2) |
| Módulo de elasticidad: | 17 500 daN/ mm2 |
| Area total: | 51.14 mm2 |
| Diámetro de los alambres: | 3.05 mm |
| Masa de la capa de cinc: | Mínimo 390 g/m2 |

SUB-ANEXO “III” bis

**CABLE DE GUARDIA OPGW**

Material Aleación de Al

Acero revestido de Al

Tipo AACSR/Aw SS 24F

Resistencia ohmica C.C. 0.296 ohm/km

Diámetro exterior 16.5 mm aprox

Alambres

Aluminio ( 17/4 alambres)

Carga de rotura individ. 325 Mpa

Diámetro 2.50/2.32mm (ext/int)

Acero revestido de Al ( 8 alambres)

Carga de rotura individ. 1 340 Mpa

Diámetro 2.32 mm

SUB-ANEXO “IV”

**AISLADORES DE SUSPENSION U 160 BS**

|  |  |
| --- | --- |
| Tipo: | Caperuza – badajo |
| Clase según IEC 305: | U 160 BS |
| Diámetro nominal máximo: | 255 mm |
| Paso nominal: | 146 mm |
| Acoplamiento según IEC 120: | 20 |
| Carga de rotura: | 160 kN |
| Carga máxima admisible: | 112.5 kN |

# 2. SUMINISTRO DE SISTEMA AMORTIGUANTE PARA CONDUCTORES

## 2.1. Alcance del suministro

El “Sistema Amortiguante” está definido por el conjunto de espaciadores—amortiguadores cuádruples, aptos para el haz de conductores especificado y la cantidad y distribución de los mismos para los diferentesvanos de las líneas de transmisión.

Por lo tanto, el suministro de este rubro comprende la cantidad y el posicionamiento de los espaciadores—amortiguadores necesarios para reducir las vibraciones de las líneas a los niveles especificados y el cálculo teórico correspondiente con todas las justificaciones de la metodología empleada.

Este cálculo teórico deberá incluir, como mínimo, una tabla de valores de esfuerzos en las grapas de suspensión y del espaciador—amortiguador más solicitado, en función del perfil de vientos para vibraciones eólicas y de subvano y se efectuará en base a los parámetros del espaciador—amortiguador ofrecido, relevados antes de los ensayos de fatiga, y se repetirá con los parámetros del mismo espaciador—amortiguador, relevados luego de dichos ensayos.

Por ello, dicho suministro será definido por el OFERENTE a partir de lastablas correspondientes de cantidades y de distribución a lo largo de los vanos.

Será responsabilidad del CONTRATISTA PPP reunir y/o relevar todos los datos meteorológicos que resulten necesarios para el correcto diseño y verificación del sistema amortiguante.

## 2.2. Requerimientos generales

Las presentes especificaciones establecen los requerimientos técnicos para la fabricación, ensayos, performance, y suministro de los sistemas amortiguantes para usar en haces cuádruples de conductores “Peace River modificado”.

No seaceptarán espaciadores—amortiguadores prototipo es decir que no tengan antecedentes satisfactorios de servicio, a juicio exclusivo del ENTE CONTRATANTE, en líneas de 500 kV ó superiores, de la misma longitud que la licitada por medio de este Pliego. Esa condición se cumple si el Oferente demuestra que el mismo modelo de la unidad ofrecida ha estado en servicio por más de diez años en el país, en tramo de línea de 500 kV similar, y cuenta con recomendación favorable del Propietario de esa transmisión.

El “Sistema Amortiguante”, definido por el conjunto de espaciadores—amortiguadores y su distribución en los diferentes vanos, estará integrado por materiales de reciente manufactura, sin uso, libres de defectos e irregularidades y aptos para ser usados en líneas de transmisión de 500 kV.

Además de los ensayos de tipo, de rutina y de remesa sobre componentes, la eficacia del sistema amortiguante será comprobada mediante ensayos de campo.

Dichos ensayos se realizarán durante la última etapa de montaje y el periodo de garantía de la línea a construir.

Una vez realizado el montaje de conductores, se deberán realizar las mediciones de vibraciones para verificar el cumplimiento de las exigencias del pliego.

Las eventuales correcciones estarán a cargo del CONTRATISTA PPP y deberá realizarla dentro de los plazos previstos, sin que esto afecte el servicio de las líneas.

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados Sistema Amortiguante del Haz de Conductores para Conductor Peace River Modificado. Hoja 18/22.

### 2.2.1 Materiales

a) Fundición.

Las piezas fundidas serán de aleación de aluminio primaria resistente a la corrosión, con las siguientes características:

El contenido de cobre no excederá el UNO POR MIL (10/00).

El contenido de magnesio no excederá el SIETE POR MIL (70/00).

El contenido de cinc no excederá el UNO POR MIL (10/00).

b) Material orgánico (elastómero)

Los materiales orgánicos serán de una mezcla, vulcanizada a base de elastómeros, apta para la producción de piezas sometidas a la acción simultánea de fatiga mecánica y agentes atmosféricos.

El material será denso, homogéneo y libre de porosidades y otras imperfecciones que afectarían su durabilidad y performance. Deberá cumplir, como mínimo con las normas indicadas en las presentes especificaciones y los ensayos descriptos en el ítem 2.4.11 de la presente Especificación Técnica.

### 2.2.2 Normas Técnicas y Recomendaciones

La fabricación, los ensayos y la inspección se realizarán conforme con la última revisión de las siguientes normas y recomendaciones con el alcance contenido en estas especificaciones.

ASTM B 85 Fundición en coquilla de aleación de aluminio.

ASTM B 211 Barras, varillas y alambres de aleación de aluminio

ÁSTM B 221 Barras, varillas, alambres, formas y tubos extruidos de aleación de aluminio.

ASTM B 487 Medición del espesor de revestimiento por examen microscópico de una sección transversal.

ASTM B 695 Revestimiento de cinc mecánicamente depositado sobre hierro y acero.

ASTM D 395 Deformación por compresión de goma vulcanizada.

ASTM D 412 Ensayo de tracción de goma vulcanizada.

ASTM D 471 Cambio en las propiedades de elastómeros vulcanizados resultante de inmersión en líquidos.

ASTM D 575 Propiedades de la goma a compresión.

ASTM D 624 Resistencia al desgarro de la goma.

ASTM D 792 Peso específico y densidad de plásticos por desplazamiento.

ASTM D 991 Resistividad volumétrica de conductores eléctricos y productos antiestáticos.

ASTM D 1171 Resistencia a la exposición a la intemperie de compuestos de goma para automotores.

ASTM D 1229 Deformación por compresión a baja temperatura de la goma.

ASTM D 2240 Dureza

ASTM D 2632 Resiliencia de la goma.

DIN 2093 Resortes a disco.

DIN 53516 Resistencia a la abrasión

SAE J 773 b) Arandelas Cónicas.

IEEE PAPER “Estandarización de mediciones de vibraciones de conductores”, IEEE

31 TP 65—156 Vol. PAS 85 Nro. 1, Ene, 1966.

CIGRE WG 22-04 Recomendaciones para la evaluación de la vida útil de conductores de líneas de transmisión”, Electra Nro. 63, 1979.

NEMA 107 Métodos de medición de radiointerferencia de aparatos de alta tensión.

RAN 5058 Rosca métrica ISODiscrepancias, tolerancias y ajustes.

## 2.3. Requerimiento de diseño

El “Sistema Amortiguante” deberá controlar las vibraciones eólicas y las oscilaciones de subvano y será apto para:

a) Mantener la separación establecida de 450 mm entre subconductores del haz bajo las condiciones ambientales y topográficas de las líneas de transmisión y evitar el contacto mutuo durante condiciones de viento de hasta 180 km/h, en ausencia de manguitos de hielo

b) No sufrir fallas ni exceder los parámetros especificados durante el servicio regular de las líneas, ni provocar daños al conductor, grapería o aisladores, durante la vida útil de las líneas.

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados Sistema Amortiguante del Haz de Conductores para Conductor Peace River Modificado. Hoja 18/22.

### 2.3.1 Comportamiento Antivibratorio

El sistema amortiguante deberá controlar eficientemente tanto las vibraciones eólicas como las oscilaciones de subvano según se especifica a continuación.

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados Sistema Amortiguante del Haz de Conductores para Conductor Peace River Modificado. Hoja 18/22.

**2.3.1.1 Vibraciones Eólicas**

Las amplitudes de flexión (Bending amplitudes) medidas sobre el conductor, según la metodología IEEE (a los 89 mm desde el último punto de contacto del conductor con la grapa de suspensión o con la grapa del espaciador o con la grapa de retención), y las frecuencias de vibración correspondientes estarán distribuidas de manera tal deno provocar daño por fatiga al conductor.

Para cuantificar el daño acumulado se utilizará la metodología CIGRE expuesta en el trabajo “Recomendaciones para la Evaluación de la Vida Util de Conductores de Líneas de Transmisión”, Electra Nro. 63, 1979, complementada con los criterios indicados en la publicación IEEE “Estandarización de Mediciones de Vibraciones de Conductores” IEEE Paper 31 TP 65—156, referente al cálculo de la deformación específica sobre los alambres de aluminio.

El sistema amortiguante será apto para mantener los valores especificados, no solamente a la salida de las grapas de suspensión, sino en cualquier punto del vano donde estén sujetos los espaciadores—amortiguadores, las lámparas y dispositivos de balizamiento y esferas de balizamiento diurno en los cables de guardia, etc., de corresponder.

Además de la vida útil exigida para los conductores, las deformaciones unitarias correspondientes a las flexiones vibratorias en las zonas del último contacto del conductor con la grapa de suspensión o con la grapa del espaciador—amortiguador, o con los dispositivos de balizamiento, no deberán exceder:

a) 0.250 mm cresta—cresta para el 5% de los ciclos de vibraciones.

b) 0.150 mm cresta—cresta para el restante 95 % de los ciclos de vibraciones.

**2.3.1.2 Oscilaciones de Subvano**

La amplitud de las oscilaciones de subvano debe ser mantenida dentro de los límites especificados para cualquier velocidad de viento hasta la máxima de probable ocurrencia,, para cualquier dirección del mismo con respecto a la línea y para cualquier ángulo de rotación del plano trasversal del haz con respecto a su configuración estable.

Se realizará adecuadas mediciones que consistirán en registrar las amplitudes de las oscilaciones que se produzcan en el centro de cada subvano y/o en cualquier punto del mismo.

Los registros serán continuos hasta por lo menos 150 s y las amplitudes máximas de las oscilaciones registradas en cada subvano serán consideradas como muestras de las oscilaciones.

Simultáneamente, serán registradas la velocidad y dirección del viento siendo los registros continuos hasta por lo menos 300 s y tal periodo comprenderá la duración de 150 s de los registros de las amplitudes de las oscilaciones.

A partir de los registros se obtendrán la velocidad media y la dirección del viento, que representarán las condiciones del viento bajo las cuales las muestras mencionadas de las oscilaciones de subvano han sido medidas.

Todas las muestras de las oscilaciones inducidas estarán agrupadas dentro de los "sectores" de condiciones de viento definidos por diferencias de velocidad del viento de 5 km/h y diferencias de su dirección de 9 grados.

Dentro de cada sector mencionado de condiciones de viento, los límites aceptables serán los siguientes:

* el 95% de todas las amplitudes de oscilaciónes registradas serán menores o iguales a 150 mm cresta-cresta.
* en el 5% restante de dichas amplitudes deberá cumplirse la relación f \* Ymáx sea menor o igual que 118 mm/s, siendo:

f =frecuencia de oscilación (Hz).

Ymáx =amplitud cresta—cresta en el antinodo del subvano (mm).

**2.3.1.3 Condiciones de Aceptación**

El sistema amortiguante será rechazado si se produce, durante las pruebas y hasta la extinción del plazo de garantía (Tres (3) años a partir de la Habilitación Comercial), cualquiera de las siguientes condiciones.

1. Incumplimiento de cualquiera de los parámetros indicados en el numeral 2.3.1.1 del presente.

b) La vidaútil calculada del conductor con los valores medidos de todas las mediciones es menor a 50 años.

c) Deterioro del conductor, herrajes o espaciadores—amortiguadores.

d) Aflojamiento de la bulonería de apriete.

e) Incumplimiento de cualquiera de los parámetros indicados en el numeral 2.3.1.2 del presente.

f) Incumplimiento de lo indicado en los numerales 2.5 a 2.6 de la presente.

### 2.3.2 Sistema de Sujeción al Conductor

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados Sistema Amortiguante del Haz de Conductores para Conductor Peace River Modificado. Hoja 18/22.

**2.3.2.1 Grapas**

El método de ajuste al conductor o sistema de sujeción será concebido preferiblemente para el uso de grapa tipo “con alambres preformados”. Otro tipo de sujeción será sometido a la aprobación del ENTE CONTRATANTE debiendo el CONTRATISTA PPP presentar para ello toda la información técnica y de antecedentes en líneas similares, que a juicio del ENTE CONTRATANTE, resulte necesaria.

En todos los casos, el sistema de sujeción será diseñado de manera tal que sujete firmemente el conductor, con suficiente presión, adecuadamente distribuida, para prevenir innecesarias y peligrosas deformaciones en frío de los materiales en contacto. También deberá poder adaptarse a las modificaciones del diámetro del conductor originadas por el fenómeno del “creep”.

Si la concepción de la grapa utiliza algún material orgánico o elastómero en su garganta, dicho material deberá estar firmemente sujetado. También será eléctricamente conductor y resistente a los efectos de temperatura, ozono, radiación ultravioleta, grasas y demás agentes contaminantes y degradantes.

En particular, se considerarán las siguientes condiciones:

a) Grapa tipo abulonada

En este tipo de grapa, cuyo diseño requiera tornillos de apriete, deberán utilizarse dispositivos elásticos para almacenamiento de energía y contra el aflojamiento por vibraciones.

Además el sistema de apriete deberá realizarse mediante dos elementos (tornillo y tuerca) de materiales compatibles, que trabajen uno sobre el otro mediante rosca (par helicoidal).

Las gargantas del cuerpo de la grapa y del apretador deberán evitar daños sobre el conductor una vez instaladas.

Se excluyen de estas medidas los radios de salida de los bordes.

La grapa tipo abulonada deberá ser capaz de resistir una cupla de apriete (torque) por lo menos igual al 200% del valor de diseño, recomendado por el CONTRATISTA PPP para la instalación, sin que se produzcan fallas de los componentes.

Además, con la aplicación de un torque igual al 150 % del valor de diseño, deberá resistir por lo menos TRES (3) operaciones de apriete y afloje sucesivas sin que se produzcan deformaciones permanentes o fallas de los componentes.

* Tornillos y tuercas (par helicoidal)

Los tornillos serán preferentemente de cabeza hexagonal, lo mismo que las tuercas.

La rosca interior construida sobre material ferroso puede ser cuidadosamente repasada después del cincado, para asegurar su limpieza y funcionalidad, pero no será permitido repasar las roscas de los bulones o tornillos.

La calidad de realización del par helicoidal terminado, después del cincado, deberá ser tal que permita el roscado a mano sobre toda la longitud roscada.

* Arandelas elásticas

El sistema de apriete estará provisto de arandelas elásticas para compensar posibles aflojamientos en la tensión del bulón*.*

Al valor del torque de diseño recomendado, las arandelas tendrán una deflexión mínima recuperable especificada por el CONTRATISTA PPP, determinada por diferencia entre las alturas de la arandela cargada y subsiguiente descargada.

b) Grapa tipo “preformada”

En este tipo de grapa, el sistema de sujeción está concebido mediante el uso de varillas preformadas.

Por lo tanto la garganta del extremo del brazo del espaciador— amortiguador que sujeta el conductor podrá llevar elastómero en las condiciones mencionadas anteriormente.

El diseño de las varillas preformadas deberá ser compatible con el del cuerpo de la grapa y diámetro del conductor para que el conjunto tenga el comportamiento mecánico adecuado para evitar daños por fatiga y desgaste de los componentes y la resistencia al deslizamiento especificada.

El diseño de las varillas preformadas deberá permitir la remoción y nueva colocación de las mismas, en el caso eventual de la reubicación del espaciador—amortiguador, sin sufrir daños operativos permanentes.

### 2.3.3 Caracteristicas Eléctricas

El “sistema” propuesto deberá estar diseñado de manera de resistir los efectos del cortocircuito especificado y restablecer la distancia normal entre los conductores del haz después de producirse el cortocircuito.

El valor del cortocircuito está definido por una intensidad de corriente de 30 kA de valor eficaz con una duración de 0.2 segundos. Deberá Verificar los ensayos descriptos en el numeral 2.4.7.

El nivel de RIV sobre los espaciadores—amortiguadores no deberá exceder 50 dB referido a un microVolt sobre 300 ohm con 335 kV de tensión. Deberá verificar los ensayos descriptos en el numeral 2.4.6.

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados Sistema Amortiguante del Haz de Conductores para Conductor Peace River Modificado. Hoja 18/22.

### 2.3.4 Dispositivo Absorbedor de Energía

El dispositivo de absorción de energía no deberá sufrir deterioros capaces de afectar la función vital del espaciador—amortiguador du­rante la vida útil de la línea.

En particular, deberá tener capacidad para:

a) Soportar todo el calor generado.

b) Resistir toda acción de desgaste provocada por efecto de las condiciones de vinculación de los distintos componentes de la articulación elasto—disipativa.

c) Evitar todo daño que pueda disminuir la eficiencia de control de las vibraciones y de su amortiguación.

d) Resistir la fatiga mecánica, según lo especificado en el numeral 2.4.1 del presente.

Los elastómeros o materiales no—metálicos usados deberán diseñarse para desarrollar un efectivo amortiguamiento y conservar su eficacia amortiguadora en el rango de temperaturas desde -10 hasta 60 grados centígrados.

Además, deberán ser capaces de soportar temperaturas desde -10 hasta +60 grados centígrados sin pérdidas permanentes de sus propiedades esenciales.

El elastómero o cualquier otro elemento absorbedor de energía tendrá adecuada resistencia a los efectos del ozono, radiaciones ultravioletas, grasas y otros agentes contaminantes usuales en líneas de transmisión, sobre todo el rango de temperatura mencionado. Será, además eléctricamente conductor R < 500kΩ.

### 2.3.5 Protección Anticorrosivo

Todos los materiales tendrán una adecuada resistencia a la corrosión.

Los componentes ferrosos no inoxidables, serán cincados de acuerdo con los requerimientos del Sub-Anexo “I” del punto 1 de la Presente Especificación.

Las arandelas elásticas serán cincadas por procedimientos tales que garanticen que no se fragilicen por la presencia de hidrógeno (hydrogen embrittlement) y conservan sus propiedades elásticas.

El espesor mínimo del recubrimiento de cinc sobre las arandelas será de 25 micrones.

### 2.3.6 Instalación y Mantenimiento

Los espaciadores—amortiguadores deberán poder instalarse o removerse, con las líneas energizadas, mediante un equipo standard de herramientas. Además, deberán poder removerse y reinstalarse sobre los subconductores del haz sin producir daños

El OFERENTE deberá certificar la aptitud del espaciador—amortiguador propuesto para cumplir con lo anteriormente especificado.

Los espaciadores—amortiguadores deberán estar adecuadamente marca­dos en fábrica para su correcta instalación.

## 2.4. Descripción de la Metodología de los Ensayos de Laboratorio

El espaciador—amortiguador deberá cumplir con los siguientes ensayos de laboratorio.

### 2.4.1 Resistencia a la Fatiga

Los ensayos de fatiga tienen por objeto verificar la resistencia de la articulación elastodisipativa a los efectos dinámicos, simulando condiciones de servicio.

Se especifican dos ensayos de fatiga diferentes. El primero, llamado “ensayo de fatiga por oscilación de subvano”, tiene por objeto evaluar la “tenida” del espaciador—amortiguador simulando las condiciones de las oscilaciones de subvano; el segundo, llamado “ensayo de fatiga por vibración eólica”, tiene por objeto verificar la resistencia del espaciador—amortiguador simulando las vibraciones eólicas.

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados Sistema Amortiguante del Haz de Conductores para Conductor Peace River Modificado. Hoja 18/22.

**2.4.1.1 Fatiga por oscilación de subvano**

Se fijarán las dos grapas, que en la línea de transmisión deberán estar en un mismo plano horizontal, a los soportes móviles de la máquina, de manera tal que en condiciones estáticas la distancia entre los centros de las grapas sea la correspondiente a la distancia entre los centros de los subconductores del haz.

El cuerpo del espaciador estará libre.

El ensayo tendrá una duración correspondiente a DIEZ MILLONES (10.000.000) de ciclos y frecuencia de 1.5 a 2 Hz aproximadamente.

El ensayo podrá realizarse bajo una de las modalidades alternativas siguientes.

a) Al comienzo del ensayo se aplicará al par de grapas, fijadas a los dos soportes móviles de la máquina, una amplitud de desplazamiento tal que genere una fuerza de reacción de *±*30Kg. En estas condiciones se dará comienzo al ensayo, manteniendo constante el desplazamiento obtenido, hasta su finalización.

b) En el caso de espaciadores—amortiguadores, en los cuales la fuerza de reacción de ±30 kg provoca un desplazamiento tal que sus brazos hacen tope, se aplicará la siguiente modalidad:

Al comienzo del ensayo se aplicará al par de grapas, fijadas a los soportes móviles de la máquina, una amplitud de desplazamiento tal que genere una fuerza de reacción de ±25 kg.

Cada QUINIENTOS MIL (500.000) ciclos se controlará la fuerza de Reacción; en el caso que ésta disminuya más del 10% del valor inicial de ensayo, se reajustará la amplitud de desplazamiento para lograr la fuerza inicial de reacción de ±25 kg.

**2.4.1.2 Fatiga por Vibración Eólica**

Este ensayo tendrá una duración de DIEZ MILLONES (10.000.000) de ciclos a una frecuencia de aproximadamente 15 Hz. Se llevará a cabo sobre un brazo del espaciador—amortiguador manteniendo su cuerpo fijo. El brazo elegido será aquel que exhiba mayor actividad cuando sobre el mismo se apliquen desplazamientos alternativos en dirección vertical de magnitud ±2 mm.

**2.4.1.3. Determinación de rigidez y amortiguamiento**

Para todas las metodologías mencionadas de los ensayos de fatiga al comienzo del ensayo y cada QUINIENTOS MIL (500 000) ciclos, se determinarán los valores de rigidez y amortiguamiento, mediante las mediciones y registros del desplazamiento general, de la fuerza de reacción y del correspondiente ciclo de histéresis.

Estas determinaciones permitirán evaluar la respuesta del espaciador—amortiguador durante el ensayo de fatiga, en función de los ciclos.

Los valores de rigidez se determinarán como la relación entre la fuerza de reacción y el correspondiente desplazamiento.

Los valores de amortiguamiento se determinarán por el método del péndulo.

**2.4.1.4 Condiciones de Aceptación**

Los ensayos indicados en los numerales 2.4.1.1 y 2.4.1.2 de la presente se considerarán satisfactorios si se cumple que:

• Los valores de rigidez y amortiguamiento medidos al final de los ensayos no sean menores que el 60% de los mismos valores medidos al comienzo de los ensayos correspondientes.

• No se verifiquen roturas o deformaciones permanentes en ningún componente ni daño alguno en los materiales que constituyen el dispositivo absorbedor de energía. Para ello, se desmontarán las articulaciones y se examinarán cuidadosamente sus partes.

• El par torsor requerido para aflojar los bulones de las grapas tipo abulonadas al final del ensayo, no sea menor que el 60% de su valor inicial de ajuste (torque de diseño).

### 2.4.2 Características Elásticas y Amortiguantes

Este ensayo será aplicado sobre cada uno de los brazos sometidos al ensayo de fatiga antes y al final del mismo.

Se definen como características elásticas y amortiguantes del espaciador—amortiguador a los siguientes parámetros, referidos a su articulación y según el método de ensayo:

a) Rigidez dinámica (K) o rigidez torsional (Kt).

b) Amortiguamiento torsional (Ht)

c) Coeficiente de amortiguamiento dinámico “n” o amortiguamiento reducido Ht/Kt.

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados Sistema Amortiguante del Haz de Conductores para Conductor Peace River Modificado. Hoja 18/22.

**2.4.2.1 Determinación de las Características Dinámicas de la Articulación**

El dispositivo a utilizarse para estas mediciones está constituido por un mecanismo biela—manivela y varilla de empuje, accionado por un motor de velocidad variable, que sujetará el brazo a la altura de su punto de vinculación con el conductor.

La varilla de empuje tiene incorporada una sonda dinamométrica para la medición de la fuerza F transmitida al brazo, mientras que su desplazamiento está dado por un transductor adecuado.

Este dispositivo de medición permite establecer las características equivalentes del elemento brazo—articulación del espaciador— amortiguador a la altura de su punto de vinculación con el conductor.

El procedimiento de ensayo consistirá, esencialmente, en regular la velocidad del motor de manera que el sistema trabaje en resonancia de fase (fase de 90 grados entre la fuerza y el desplazamiento).

La rigidez dinámica K se calculará por medio de la expresión K = Meq \* W², donde “Meq” es la masa equivalente del brazo a la altura del punto de vinculación con el conductor y “W” es la frecuencia circular en condiciones de resonancia de fase.

En estas condiciones el amortiguamiento se calculará mediante la expresión n = F/(K \* X), donde “F” es la amplitud de la fuerza aplicada y “X” es la amplitud del desplazamiento resultante.

La frecuencia del ensayo puede cambiarse agregando discos metálicos de masa conocida a la altura del punto de vinculación con el conductor. En este caso, la magnitud Meq corresponde a la masa total equivalente en este mismo punto.

El OFERENTE presentará la metodología detallada en estas determinaciones y la Planilla pro-forma para registrar los resultados.

**2.4.2.2 Determinación Cuasi-estática de las Características de la Articulación**

Si la metodología anterior no puede utilizarse por dificultades operativas en encontrar la condición de resonancia de fase o por otras causas que podrían afectar la prestación del espaciador—amortiguador, se aplicará la siguiente metodología.

Se relevaran las características:

a) Rigidez torsional (Kt).

b) Relación entre el amortiguamiento y la rigidez torsional (Ht/Kt).

La determinación de las magnitudes de los puntos a) y b) se efectuará mediante un dispositivo cuyo esquema de principio y fórmulas están indicados en la presente.

Haciendo variar el ángulo “a” con ley sinusoidal para distintos valores de la amplitud “A” se realizarán ciclos de carga y descarga, determinando el correspondiente ciclo de histéresis que tenga como ordenadas los valores del momento obtenido “m” y como abscisas los valores del ángulo de rotación.

Los valores de “A”, a considerar en el ensayo, comprenderán todos aquellos que permitan graficar las características en función de la rotación (o del desplazamiento correspondiente “s”**,** desde valores muy pequeños (A=30 o s=2 mm) hasta el máximo admitido por la articulación, escalonados convenientemente.

El periodo de la sinusoide no será inferior a 0.5 segundos.

Para cada valor de ángulo de rotación máxima se deducirán las magnitudes Kt y Ht/Kt a partir del correspondiente ciclo de histéresis, mediante las fórmulas (2) y (4) del numeral siguiente.

**2.4.2.2.1. Fórmulas para las características elásticas y amortiguantes**

Articulación Fija

-------------O-------

|

| Brazo

d |

|

O--------------- F (Fuerza)

ROTACION ARTICULACION a = A sen wt

Fórmulas:

(1) m = F \* d

1. Kt = (M \* cos B) / A
2. Sen B = E / π \* M \* A

(4) Ht / Kt = tg B (tangente B)

E Energía disipada por ciclo (determinada por el área del ciclo de histéresis)

M Valor máximo del momento ejercido por la articulación

B Angulo de rotación

**2.4.2.3. Condiciones de Aceptación**

La diferencia entre los valores de K o Kt determinados sobre cada brazo antes del ensayo de fatiga y los valores correspondientes obtenidos al finalizar el ensayo de fatiga, no deberá exceder del ±30%. Los valores de “n” o Ht/Kt, relevados al finalizar el ensayo de fatiga; no deberán ser inferiores en más del 15% con respecto a los valores obtenidos antes del ensayo de fatiga.

Por otra parte, la diferencia entre los valores de K o Kt determinados en el proceso de calificación del producto y los obtenidos durante la fabricación no deberán exceder ±20%. Además la diferencia entre los valores de “n” o Ht/Kt determinados en la fabricación, no deberán ser inferiores en más del 10% con respecto a los obtenidos en la calificación. En el caso de que esto no se cumpla, el resultado del ensayo se considerará insatisfactorio.

### 2.4.3 Eficiencia del Sistema de Sujeción

Para verificar la confiabilidad del ajuste, eventuales daños al conductor y la eficiencia del diseño del sistema de sujeción, se realizarán los siguientes ensayos sobre un espaciador—amortiguador, en la secuencia indicada.

**2.4.3.1 Movimiento Longitudinal**

El ensayo se llevará a cabo sobre un haz de CUATRO (4) subconductores tensados a un valor “T” mediante un dispositivo adecuado que propondrá El CONTRATISTA PPP.

El espaciador—amortiguador se montará sobre dicho dispositivo de manera que, en condiciones estáticas, las CUATRO (4) grapas se mantengan en posición paralelas entre sí. El ajuste de las grapas será el indicado por el CONTRATISTA PPP.

El desplazamiento del par de subconductores libres con respecto al par de subconductores fijos será ±30 mm o el que resulte de aplicar una fuerza estática de ±30 kg, el más pequeño de los dos.

El movimiento longitudinal deberá ser paralelo al subconductor con una frecuencia no inferior a 2 Hz, aplicado durante UN MILLON (1 000 000) de ciclos.

**2.4.3.2 Vibración Vertical**

Sin retirar el espaciador—amortiguador de los subconductores y sin verificar el ajuste de la grapa, el conjunto será sometido a una vibración vertical con un barrido en frecuencia de 5 a 40 Hz, para determinar si el espaciador—amortiguador tiene frecuencias resonantes.

Si se observaran frecuencias resonantes en el espaciador—amortiguador, el ensaya de vibración vertical será llevado a cabo con la máxima frecuencia resonante encontrada. Si no hubiera frecuencias resonantes, el ensayo se efectuará con una frecuencia comprendida entre 20 y 30 Hz y con una doble amplitud de 3mm, durante UN MILLON (1 000 000) de ciclos.

**2.4.3.3 Deslizamiento Longitudinal**

Después de los ensayos de movimiento longitudinal y vibración vertical anteriores, se duplicará el valor de la carga de tracción “T” de los subconductores fijos, manteniéndose este valor durante 15 minutos.

Al cabo de este tiempo se disminuirá la carga al valor inicial y se aplicará, sobre cada una de las grapas pertenecientes a las subconductores fijos, una carga paralela al eje del subconductor (carga de deslizamiento) y se la registrará.

**2.4.3.4 Condiciones de Aceptación**

Las condiciones de aceptación del sistema de sujeción serán las siguientes:

* Después de los ensayos de movimiento longitudinal y vibración vertical, el espaciador—amortiguador y los subconductores no deberán presentar signos de deterioro o daños.
* La carga de deslizamiento mínima será igual a 9\*L daN para grapa en contacto directo con el subconduc:tor (contacto metal-metal), y a 3.5\*L daN para grapa con elastómero (contacto metal-elástomero) ; siendo “L.” la longitud de sujeción de la grapa expresada en mm. Estos valores de cargas mínimas deberán producirse sin que ocurra “deslizamiento inicial” de la grapa entendiéndose como “deslizamiento inicial de la grapa con contacto metal‑metal. al desplazamiento permanente entre subconductores y grapa que no exceda 1 mm; para grapas con contacto metal-elastómero dicho desplazamiento no deberá exceder 1.5 mm”.
* El deslizamiento continuo de la grapa deberá producirse a una carga no superior a 18\*L daN.

### 2.4.4. Ensayos de Torque y de Resistencia de la Grapa

Estos ensayos se aplicarán solamente a las grapas tipo abulonadas.

Las cuatro grapas del espaciador—amortiguador serán instaladas sobre un trozo de subconductor tensado al 22% de su carga de rotura o sobre una varilla de diámetro similar al del subconductor.

Se aplicará sobre cada tornillo un torque del 200% del valor del torque de diseño especificado para la Instalación sin causar ninguna falla (roturas o fisuras) en las partes componentes.

Se incrementará el torque hasta que se produzca una falla.

Se registrará el valor del torque que produjo la falla y las partes de la grapa que fallaron.

**NOTA:**

En caso de eventuales fisuras no fácilmente detectables o dudosas, se verificará la falla mediante radiografiado de la pieza.

### 2.4.5 Tracción – Compresión

El espaciador-amortiguador será sometido a ensayos de carga de tracción y de compresión.

Para cada tipo de ensayo se aplicará una carga de 400 kg dirigida entre:

* El par de grapas superior y el par de grapas inferior.
* El par de grapas lateral izquierdo y el par de grapas lateral derecho.

Los resultados de estos ensayos se considerarán satisfactorios si no se verifican roturas ni deformaciones permanentes no recuperables tales que alteren las distancias normales entre las grapas en más del CINCO POR CIENTO (5%)

### 2.4.6 RIV—Corona

Los ensayos deberán ser realizados con el espaciador-amortiguador instalado en el centro de un haz de subconductores tal como está especificado para la línea real o de un haz formado por tubos lisos del mismo diámetro que el subconductor. El haz deberá tener una longitud de unos 10 m

La altura del haz de subconductores o de tubos arriba del nivel del suelo, será calculada para la fase única de ensayo de tal manera que tenga el mismo gradiente superficial que una línea con 3 fases de 525 kV fase-fase ubicadas a 8.50 m arriba del plano de tierra y separadas entre si unos 13 m.

Estos ensayos serán ejecutados en forma simultánea y el método de medición de las perturbaciones radioeléctricas será el indicado por la publicación NEMA 107.

Antes de iniciar el ensayo, se deberán tomar las siguientes providencias:

• Efectuar el reconocimiento del objeto a ser ensayado, verificando componentes, dimensiones, materiales, terminación superficial conforme con los planos constructivos y especificaciones.

• Confeccionar un croquis de la disposición general del ensayo, comprendiendo dimensiones básicas del objeto ensayado distancias a masa, distancias del blindaje con respecto al objeto, fuente de energía, etc.

Registrar las condiciones ambientales del laboratorio correspondientes a:

* -Presión atmosférica
* Temperatura ambiente
* Altura sobre nivel sobre el mar
* Humedad relativa (bulbo seco y bulbo húmedo).

El ensayo deberá ser iniciado con la medición del nivel del RIVdel circuito en vacío, para definir el ruido ambiente.

El ensayo se realizará aplicando gradualmente una tensión 10% mayor que la tensión especificada y se mantendrá durante 5 minutos. Luego será reducida gradualmente hasta un 30% de la tensión especificada, elevada nuevamente hasta la tensión inicial y finalmente reducida al valor de TREINTA POR CIENTO (30%).

Cada escalón de tensión será aproximadamente 20 kV y el nivel de RIV será evaluado sobre la base de la última serie de relevamientos de tensiones decrecientes.

El nivel máximo de radiointerferencia será de 50 dB (referido a un microVolt sobre 300 ohms) a la tensión especificada de ensayo de 318 kV-50 Hz.

Los ensayos RIV y corona serán siempre iniciados con la medición del RIV.

Para la observación del efecto corona se tendrá en cuenta que:

* La observación se efectúe durante el ensayo del RIV, estando el laboratorio totalmente a oscuras, luego de 5 minutos, necesarios para la adaptación visual de los observadores, y sin sobrepasar la tensión máxima definida para este ensayo.
* El ensayo del corona visible está restringido a la observación de la presencia o ausencia de efluvios de polaridad positiva en forma de plumas (pluma corona), despreciándose la aparición del corona negativo del tipo resplandeciente (glow corona) con cualquier tensión, por no afectar la radiointerferencia.
* La finalidad de la constatación de los efluvios, consistirá solamente para definir el origen del RIV.
* El registro del efecto corona se realice por métodos fotográficos, con película de sensibilidad ASA 125 a 400, apertura del objetivo f=4.5 y exposición de 4 a 1 minuto.
* Las fotografías se obtendrán con el objeto a ensayar iluminado y luego en ambiente oscurecido, manteniéndose la cámara fotográfica en la misma posición durante el ensayo, lo cual permitirá definir con exactitud, por superposición de imágenes, el foco del efluvio.

### 2.4.7 Cortocircuito

El “sistema amortiguante” deberá resistir los efectos del cortocircuito y restablecer la distancia normal entre los subconductores del haz después de soportar el mismo.

El ensayo se realizará sobre los dos brazos superiores del espaciador en los que se aplicarán las fuerzas equivalentes al efecto electrodinámico de una corriente de 30 kA durante 200 milisegundos.

La metodología de realización del ensayo responderá a las normativas del ENEL, u otro organismo de igual prestigio, y en todos los casos deberá ser presentada antes de su efectivización, a fin de será aprobada por el ENTE CONTRATANTE.

Se efectuarán DOS (2) ensayos con la “muestra” montada en posición normal.

Se repetirán otros DOS (2) ensayos con el par de grapas inferior desplazado longitudinalmente 35 mm con respecto al par de grapas superior.

Después de los cuatro ensayos la “muestra” no deberá presentar ninguna rotura ni deformaciones permanentes tales que puedan alterar la distancia entre grapas en más del CINCO POR CIENTO (5%). Tampoco deberán producirse daños sobre los demás espaciadores-amortiguadores instalados en el vano.

### 2.4.8 Cincado

Los ensayos de cincado, que comprenden la determinación de adherencia, uniformidad y peso de cinc, serán realizados según el Sub-Anexo “I” de la presente Especificación.

### 2.4.9 Control Dimensional, Pesos y Tolerancias

a) Tolerancias máximas

Las características geométricas tendrán una tolerancia de +3%. Las características inerciales tendrán una tolerancia de +5%.

b) Alabeo

Apoyando el espaciador-amortiguador sobre una superficie plana con tres vértices tocando el plano se admitirá un huelqo entre el plano y el punto más próximo del cuarto vértice, de valor no superior a 10 mm.

### 2.4.10 Control Visual y Terminación Superficial

a) La terminación superficial, que será tomada como referencia durante la fabricación, deberá corresponder a la terminación superficial de la muestra ensayada en el ensayo RIV—Corona con resultados satisfactorios. Para ello, dicha muestra será retenida como patrón.

En caso de discrepancias durante la inspección, se efectuará un ensayo de RIV‑Corona para establecer la correcta terminación.

b) Las superficies de las piezas deberán estar libres de sopladuras y grietas.

### 2.4.11 Ensayos del Elastómero

Lossiguientes ensayos serán aplicados para verificar la resistencia y propiedades de los materiales orgánicos o elastómeros.

a) Ensayo de resistencia estática en atmósfera de ozono

Este ensayo será realizado según la norma ASTM D 1171.

La muestra será sometida a un periodo de acondicionamiento de 24 horas de duración en un ambiente oscuro y libre de ozono, a la temperatura de 22 ±2 grados centígrados y bajo un alargamiento del VEINTE POR CIENTO (20%).

Luego la misma muestra, siempre sometida a un alargamiento del 20%, será expuesta en una cámara de prueba con los siguientes parámetros:

Duración: 70 horas

Temperatura: 50 ± 2 grados centígrados

Concentración de ozono de 50 ±5 partes por 100 000 000 en volumen.

Durante el ensayo se efectuarán verificaciones periódicas que permitan observar la eventual aparición del fenómeno de grietas superficiales.

El ensayo se considerará satisfactorio si, al finalizar la exposición la muestra no presenta grietas superficiales visibles mediante observación al microscopio con una lente de 7 aumentos.

b) Ensayo de resistencia a la intemperie

La muestra estará sujeta a un alargamiento constante del VEINTE POR CIENTO (20%).

Después de un periodo de acondicionamiento de 24 horas de duración en un ambiente oscuro a temperatura ambiente, el ensayo será ejecutado con los siguientes parámetros.

* Ciclos de exposición:
* 102 minutos con luz solar
* 18 minutos con luz solar más lluvia.
* Duración: 160 horas
* Temperatura: 62 ± 2 grados centígrados.

El ensayo se considerará satisfactorio si a su finalización, observando la muestra con lente de 7 aumentos, no se encuentran grietas superficiales.

c) Peso especifico

Será determinado según el método A—1 de la norma ASTM D 792.

d) Dureza

Será determinada según la norma ASTM D 2240.

e) Resistividad volumétrica

Será determinada según la norma ASTM D 991.

f) Resistencia a la tracción

Será determinada según la norma ASTM D 412.

g) Alargamiento a la rotura

El alargamiento limite será determinado según la norma ASTM D 412.

h) Deformación permanente por compresión

Será determinada según la norma ASTM D 395 método B. La muestra podrá ser del tipo 1 y será envejecida a una temperatura de 70 grados centígrados durante 22 horas.

i) Resistencia al desgarro

Será determinada según la norma ASTM D 624.

j) Deformación por compresión a baja temperatura

El ensayo se realizará según la norma ASTM D 1229.

k) Propiedades de las gomas en Compresión

Se realizará según la norma ASTM D 575.

l) Resistencia a la abrasión

Se llevará a cabo según la norma DIN 53516 o ASTM D 1630.

m) Resistencia a aceites o grasas

Se realizará según la norma ASTM D 471, utilizando como liquido de ensayo la grasa usada en la fabricación del conductor.

**NOTA:** El CONTRATISTA PPP deberá declarar los valores de las propiedades físicas o características resultantes de los ensayos mencionados.

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados Elastómero en Sistema Amortiguante de Conductores. Hoja 19/22.

### 2.4.12 Ensayo de Arandelas Elásticas

Las arandelas elásticas serán sometidas a los siguientes ensayos:

a) Ensayo de deflexión

Será efectuado para verificar que las arandelas cumplan con los requerimientos de diseño del numeral 2.3.2.1 del presente.

El método de ensayo será propuesto por el CONTRATISTA PPP para ser aprobado por el ENTE CONTRATANTE.

b) Para las arandelas cincadas según la norma ÁSTM B 695 o especificación equivalente, se efectuarán los siguientes ensayos:

* Ensayo de ausencia de fragilidad (embrittlement), de acuerdo con SAE J 773 b.
* Adherencia del recubrimiento, de acuerdo con ASTM B 695.
* Espesor del recubrimiento, de acuerdo con ASTM B 487.

### 2.4.13 Estudios de Vibraciones

Para verificar la concordancia entre los requerimientos del pliego y el desempeño real de los suministros, durante las etapas de montaje y de garantía, se realizarán estudios estadísticos consistentes en la medición y registro de los niveles de vibraciones eólicas y de subvano y de los valores de temperatura ambiente y dirección y velocidad de vientos de acuerdo con lo indicado en los numeral 2.5.1.2 y 3 y en el 2.5.1.1, todos de la presente Especificación. Además al inicio de los mismos se determinará la tensión mecánica real de los conductores.

Los estudios estadísticos se basarán en las siguientes premisas:

* Para cada sección de la línea de aproximadamente 50 km de longitud, se deberán seleccionar las zonas donde se realizarán las mediciones a partir del momento en que el CONTRATISTA PPP concluya el montaje de un tramo entre dos retenciones.
* Cada estudio estadístico tendrá una duración mínima de TRES (3) semanas y deberá efectuarse, como mínimo, un estudio en cada lugar seleccionado por cada estación climática y todas las informaciones sensadas y almacenadas deberán serlo en forma analógica y simultánea y posibles de observarse si el operador lo considera conveniente, sin limitación de tiempo en el mismo momento en que el fenómeno se pone en evidencia.
* Si los resultados de los estudios estadísticos de campo, indicaran niveles de vibraciones eólicas y/o oscilaciones de subvano superiores a los especificados, el CONTRATISTA PPP deberá determinar la causa y corregir la deficiencia.
* El CONTRATISTA PPP deberá tener en cuenta que, por tener que realizarse en cada una de las estaciones climáticas, el montaje de registradores y las mediciones deberán realizarse en parte con línea bajo tensión.
* El montaje de los sensores en línea viva se realizarán con perso­nal especializado en mantenimiento bajo tensión y con las recomendaciones dadas por el fabricante de estos equipos.

**2.4.13.1 Equipamiento para Mediciones**

El CONTRATISTA PPP deberá contar con la cantidad de los equipos de medición y de procesamiento adecuados para las mediciones simultáneas a realizar.

Cada equipo de medición deberá constar como mínimo de lo siguiente:

* SEIS (6) sensores de amplitud de vibración, aptos para medir según las recomendaciones del IEEE (\*)
* CINCO (5) sensores de oscilaciones de subvano, capaces de medir el desplazamiento relativo de dos subconductores (\*).
* DOS (2) sensores capaces de medir el movimiento de dos grapas de los espaciadores-amortiguadores (\*).
* UN (1) sensor de temperatura ambiente, con rango de —20 a +60 grados centígrados y sensibilidad del grado.
* UN (1) sensor de vientos, con rango de velocidades de 1 a 20 m/s y de los 360 grados con 5 grados de sensibilidad.
* UN (1) sensor de vientos, con rango de velocidad de 1 a 20 m/s y de los 360 grados.
* UNA (1) unidad autónoma de tierra de almacenamiento de todas las informaciones.
* UN (1) manual de mantenimiento y operación del equipamiento.

(\*): A los fines de no influir en las características inerciales del sistema a medir los sensores no deberán sobrepasar los 0.600 kg de peso y su plena escala no deberá ser superior al 200% del máximo valor de vibración permitido en este pliego.

El equipamiento de procesamiento y el de observación en la línea deberá contar, como mínimo, con los elementos indispensables para:

Constatar en la línea el correcto funcionamiento de todo el equipamiento.

Observación y medición en la línea y en tiempo real de las informaciones de los sensores.

Análisis por computación de todos los parámetros almacenados, de acuerdo a lo especificado en cada caso en particular en este pliego, hasta la obtención de los gráficos y sus conclusiones.

## 2.5. MEDICIONES

La evaluación y calificación del sistema amortiguante comprenderá la realización de los siguientes ensayos:

### 2.5.1 Ensayos de Campo

**2.5.1.1 Vibraciones Eólicas**

Las vibraciones eólicas serán captadas de acuerdo con las recomendaciones del IEEE (Paper 31 TP 65—156 Standarization of Conductor Vibration Measurementa) mediante transductores de baja inercia.

Se instalará UN (1) transductor sobre cada uno de los DOS (2) subconductores inferiores, a los 89 mm del último contacto entre el subconductor y la grapa de suspensión, correspondiente a la estructura elegida, para sensar el vano en estudio y otros DOS (2) instrumentos se instalarán de la misma manera, en correspondencia con las grapas del segundo espaciador-amortiguador, para sensar los subconductores inferiores en el segundo subvano, a partir de la estructura elegida.

En todos los casos, los CUATRO (4) instrumentos deberán montarse con sus ejes sensibles en dirección vertical, para poder sensar la “amplitud de flexión” definida por la recomendación IEEE citada.

Se procesará la información como para obtener:

1. La distribución de los rangos de amplitudes de vibración en función de la frecuencia.

Para ello se confeccionará la tabla de distribución o matriz de datos “Amplitud‑frecuencia” de acuerdo con las recomendacio­nes del lEEE, para cada punto de medición y se determinará el número de ciclos “Ni” correspondientes a cada amplitud de vibración “Ai”.

b) El cálculo de las tensiones dinámicas “Sai” del subconductor en función de la frecuencia.

Estos cálculos se efectuarán indirectamente utilizando la relación del IEEE entre la amplitud de vibración “Ai” medida y la deformación específica “Ei”, o sea:

Ei =230 \*d\* Ai (microstrains pico a pico)

Sai =Ea\*Ei (N/mm2)

Siendo:

d = diámetro del alambre de aluminio de la capa externa del subconductor (en pulgadas).

Ai = Amplitud de vibración pico a pico (en mil.).

Ea = Módulo de elasticidad del aluminio (N/mm²).

c) La vida útil del conductor.

Para definir la vida útil del conductor se aplicarán las recomendaciones del CIGRE.

Conocido el valor de la tensión “Sai” y usando la curva de seguridad determinada por el CIGRE, se calcularán los ciclos de seguridad “Nsi” correspondientes.

Dentro de cada registro de medición se tomará el valor máximo de deformación, medido a los efectos del cálculo de la vida útil.

Finalmente se calculará la vida útil “L” usando la regla de Miner:

L = 1 /(N1/Ns1 + N2/Ns2 + ....+ Nn/Nsn)

Debiéndose obtener L > 35 años.

Los significados de Ni y Nsi pueden obtenerse de la publicación CIGRE mencionada.

**2.5.1.2 Oscilaciones de Subvano**

Las mediciones de oscilaciones de subvano se efectuarán instalando los sensores en los lugares del subvano que se considere conveniente para cada subvano en estudio.

Dichos transductores deberán instalarse con su eje sensible en dirección horizontal para poder captar las oscilaciones horizontales de los dos subconductores.

Las oscilaciones de subvano se determinarán para velocidades de viento mayores de 20 km/h.

Los registros deberán ser simultáneos con los parámetros atmosféricos y entre si y tendrán una duración de TRES (3) segundos, con una secuencia de muestras de CINCO (5)minutos.

Las amplitudes máximas por ciclo medidas serán consideradas como muestras de las oscilaciones, para sus análisis, tal como se procesan las vibraciones eólicas.

A partir de los registros se obtendrán la velocidad media y la dirección media del viento, que representarán las condiciones de viento bajo las cuales han sido medidas las muestras mencionadas de las oscilaciones de subvano.

Se deberán confeccionar los siguientes gráficos:

* F\* ymáx. en función de la velocidad de viento.
* F\* ymáx. en función del número de veces producido.
* Máxima amplitud de oscilación en función del número de veces producida..
* Máxima amplitud de oscilación en función de la frecuencia.
* Las amplitudes máximas por ciclo medidas serán consideradas como muestras de las oscilaciones.

**2.5.1.3 Desplazamiento Relativo de los Brazos del Espaciador- Amortiguador**

Este ensayo se realizará para cuantificar la amplitud máxima de oscilación del brazo del espaciador—amortiguador en correspondencia con el subconductor, durante las oscilaciones de subvano.

Para ello se utilizará un transductor de desplazamiento adecuado para medir, en un subvano, el desplazamiento relativo de los conductores del haz en las cercanías del espaciador-amortiguador.

La medición de este desplazamiento relativo será considerada prácticamente igual a la amplitud de desplazamiento del brazo del espaciador-amortiguador; en condiciones de servicio.

El valor máximo de dicha amplitud deberá ser menor que el desplazamiento inicial que resulte en el ensayo de fatiga por oscilación de subvano especificado en el Ápartado 2.4.1.1 del presente.

Condiciones de Aceptación

El sistema amortiguante será rechazado si se produce cualquiera de las siguientes condiciones:

a) Deterioro visible del subconductor, herraje o cualquier otro elemento del espaciador-amortiguador.

b) Aflojamiento de la grapa o deslizamiento de la grapa.

### 2.5.2 Ensayos de Laboratorio

El espaciador-amortiguador será sometido a los siguientes ensayos de laboratorio para establecer su resistencia a la fatiga, la variación de sus características mecánicas y para asegurar el cumplimiento con los requerimientos especificados.

**2.5.2.1 Fatiga**

Estos ensayos se efectuarán de acuerdo con lo especificado en el numeral 2.4.1 del presente y deberán cumplir con las condiciones allí establecidas.

**2.5.2.2 Características Elásticas y Amortiguantes**

Las características elásticas y amortiguantes serán relevadas mediante el método indicado en el numeral 2.4.2.2, del presente.

## 2.6. Ensayos de Tipo, de Rutina y de Remesa

### 2.6.1 General

La inspección y los ensayos de materiales se efectuarán conforme con el programa presentado por el CONTRATISTA PPP.

Las unidades que sean sometidas a los ensayos deberán ser repuestas por el CONTRATISTA PPP de manera que el suministro cubra la cantidad calculada.

Se efectuarán TRES (3) clases de ensayos: de tipo, de rutina o fabricación y de remesa o aceptación.

### 2.6.2 Ensayos de Tipo

Los ensayos de tipo se realizarán de acuerdo con lo especificado en el Apartado 4 del presente Anexo y deberán cumplir con las condiciones allí establecidas.

Serán los siguientes.

1. Resistencia a la fatiga según el numeral 2.4.1, sobre una muestra por cada ensayo de fatiga.
2. Características elásticas y amortiguantes según el numeral 2.4.2, sobre las mismas muestras anteriores.
3. Eficiencia del sistema de sujeción, según el numeral 2.4.3.
4. Ensayos de torque y de resistencia de la grapa, según el numeral 2.4.4.
5. Tracción—Compresión, según el numeral 2.4.5.
6. RIV—Corona, según el numeral 2.4.6.
7. Cortocircuito, según el numeral 2.4.7.
8. Control dimensional, pesos y tolerancias según el numeral 2.4.9, sobre todas las muestras utilizadas en los ensayos de tipo.
9. Control visual y terminación superficial según el numeral 2.4.10, sobre todas las muestras usadas en los ensayos de tipo.
10. Ensayos del elastómero según el numeral 2.4.11.
11. Ensayos de arandelas elásticas según el numeral 2.4.12.

### 2.6.3 Ensayos de Rutina o Fabricación

Los ensayos de fabricación deberán formar parte del Control de Calidad que, obligatoriamente deberá realizar el Fabricante.

El ENTE CONTRATANTE se reserva el derecho a asistir y supervisar el desarrollo de estos ensayos, cada vez que lo estime conveniente.

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

Los controles y ensayos a realizar serán precisados en el Manual de la Calidad, confeccionado por el Fabricante en base a los requisitos establecidos en la Sección VIII m2 “Plan de Calidad”.

### 2.6.4 Ensayos de Remesa o Aceptación

Son ensayos destinados a verificar las características técnicas del suministro y serán utilizados como ensayos de recepción para la aprobación de la remesa.

El CONTRATISTA PPP definirá, teniendo en cuenta sus procesos y equipamiento fabril, el tamaño de cada lote que comprenderá sus remesas.

El CONTRATISTA PPP someterá a la aprobación de la INSPECCIÓN TÉCNICA los esquemas de ensayo, con indicación de la metodología, instrumentos usados, cargas aplicadas, etc.

Presentado el lote para su inspección, se efectuarán los ensayos que se indican a continuación:

* Deslizamiento de la grapa (2.4.3).
* Tracción—compresión(2.4.5).
* Resistencia de la grapa(2.4.4).
* Cincado(2.4.8).
* Control dimensional, pesos y tolerancias(2.4.9).
* Control visual y terminación superficial(2.4.10).
* Ensayo de arandelas elásticas según numeral (2.4.12).

**NOTAS:**

1) Debido a la duración del ensayo de fatiga por oscilación de subvano (Ápartado 4.1.1), la remesa será aceptada si todos los demás ensayos resultan satisfactorios y estará condicionada a los resultados de los ensayos de fatiga y de características elásticas y amortlguantes correspondientes.

2) Se aplicará la inspección por atributos, mediante el. plan de muestreo y el nivel de inspección indicados en la Norma IRAM 15.

Las reglas de aceptación serán:

* Tipo de inspección: normal.
* Nivel de inspección: S-3
* Plan de muestreo: doble
* Nivel de calidad aceptable (AQL): 2.5%

## 2.7. Suministro

### 2.7.1 Identificación

Todos los espaciadores-amortiguadores llevarán grabada la marca del fabricante, la designación del espaciador-amortiguador y toda indicación que sirva para facilitar su correcta instalación en obra.

### 2.7.2 Embalaje

Los espaciadores-amortiguadores serán entregados correctamente embalados en cajones de madera resistente, no reintegrables y protegidos para su transporte desde el taller de fabricación hasta los obradores de montaje de forma de no sufrir ningún daño durante dicha operación.

El CONTRATISTA PPP será responsable por las pérdidas o daños producidos como consecuencia de un embalaje defectuoso.

Cada cajón estará confeccionado con listones de madera con los extremos asegurados firmemente a los bordes de las tapas y debidamente zunchados.

Dichos listones serán de madera sana, con un espesor mínimo de 12.5 mm que asegure la robustez del embalaje.

Los cajones para el acondicionamiento y transporte de los espaciadores—amortiguadores deberán ser construidos de madera de pino insigne o paraná de primera calidad o similar.

Los cajones serán suficientemente fuertes para resistir las operaciones de embarque, transporte, carga, descarga, instalación en Obra e impedir que los espaciadores-amortiguadores se dañen.

En cada cajón deberá indicarse en forma clara y con pintura indeleble y resistente al tiempo al manipuleo, lo siguiente:

* MARCA Y NOMBRE DEL. FÁBRICANTE
* LEAT 500 kV (nombre según corresponda)
* CANTIDAD
* PESO BRUTO Y PESO NETO EN daN
* REMESA A LA QUE CORRESPONDEN
* NUMERO DE LOTE Y FECHA
* NUMERO DE ENVIO
* DESTINO

## 2.8 REPUESTOS OBLIGATORIOS

Para que sea acordada la Habilitación Comercial, el CONTRATISTA PPP deberá demostrar que tiene acopiada, en concepto de repuestos imprescindibles para la entrada en servicio, de manera confiable, de la Ampliación, la cantidad mínima de:

Todos los componentes, originales, nuevos, del sistema amortiguante para conductor Peace River Modificado, correspondientes al 3% (tres por ciento) de la longitud total de la LEAT de 500 kV.

# 

# 3. SUMINISTRO DE SISTEMA AMORTIGUANTE PARA CABLES DE GUARDIA DE ACERO GALVANIZADO Y OPGW

## 3.1. Alcance del suministro

El “Sistema Ámortiguante” está definido por la cantidad de amortiguadores y su distribución a lo largo de los vanos de las líneas de transmisión.

Por lo tanto, el suministro de este rubro comprende la cantidad y el posicionamiento de los amortiguadores necesarios para reducir las vibraciones de las líneas a los niveles especificados y el cálculo teórico correspondiente con todas las justificaciones de la metodología empleada. Este cálculo teórico deberá incluir, como mínimo, una tabla de valores de esfuerzos en las grapas de suspensión y del amortiguador más solicitado en función del perfil de vientos para vibraciones eólicas y se efectuará en base a los parámetros del amortiguador ofrecido, relevados antes de los ensayos de fatiga, y se repetirá con los parámetros del mismo amortiguador, relevados luego de dichos ensayos.

Por ello, dicho suministro será definido por el OFERENTE a partir de las tablas correspondientes de cantidades y distribución en los diferentes vanos. En el caso del cable de guardia OPGW el sistema a proveer e instalar deberá contar expresamente con la aprobación del fabricante del cable OPGW.

## 3.2. Requerimientos generales

Las presentes especificaciones establecen los requerimientos técnicos para la fabricación, ensayos y suministro del sistema’ amortiguante para los cables de guardia.

La selección, justificación y aplicación del tipo de amortiguadores deberá ser efectuada por el CONTRATISTA PPP de manera de evitar todo daño por vibración, tanto al cable de guardia como al mismo amortiguador y herrajes.

Además de los ensayos de tipo, de rutina y de remesa sobre componentes, la eficacia del sistema amortiguante será comprobada mediante ensayos de campo.

Dichos ensayos se efectuarán durante la última etapa del montaje y el período de garantía de la línea a construir.

Los amortiguadores deberán poder instalarse o removerse fácilmente. El CONTRATISTA PPP deberá indicar las instrucciones de montaje y sus tolerancias.

### 3.2.1. Vibraciones Eólicas

Las amplitudes de flexión del cable de guardia correspondientes a los 89 mm, medidas según el método IEEE desde el último punto de contacto con la grapa (bending amplitude), deberán ser las indicadas en 2.3.1.1 (puntos a y b) del sistema amortiguante para conductor

### 3.2.2 Grapas

Las grapas serán diseñadas de manera tal que sujeten firmemente el cable de guardia con suficiente presión, adecuadamente distribuida, para prevenir deformaciones en frío de los materiales en contacto.

El OFERENTE podrá proponer la grapa más conveniente. Entre las más conocidas se distinguen dos tipos, según se indica a continuación:

* Tipo “abulonada”
* Tipo “preformada”

1. Grapa tipo “abulonada”

En este tipo de grapa, cuya concepción requiere tornillos de apriete, deberán utilizarse dispositivos elásticos para almacenamiento de energía y contra el aflojamiento por vibraciones.

Además el sistema de apriete deberá realizarse mediante dos elementos (tornillo y tuerca) de materiales compatibles que trabajen uno sobre el otro mediante rosca (par helicoidal).

La realización del par helicoidal, después del cincado, deberá permitir el roscado a mano sobre toda la longitud roscada.

La rosca interior, construida sobre material ferroso, podrá ser cuidadosamente repasada después del cincado para asegurar su limpieza, pero no será permitido repasar la rosca de los bulones o tornillos.

La grapa deberá ser capaz de soportar una cupla de apriete por lo menos igual al 200% del valor de diseño recomendado por el CONTRATISTA PPP para la instalación, sin fallas de los componentes. Además, con la aplicación de una cupla del 150% del valor de diseño, deberá resistir por lo menos TRES (3) operaciones de apriete y afloje sin que se produzcan deformaciones permanentes.

1. Grapa tipo “preformada”

En este tipo de grapa, el sistema de sujeción está concebido mediante el uso de varillas preformadas.

El diseño y material de las varillas deberán prevenir los desplazamientos longitudinales sobre el cable de guardia.

El diseño de las varillas preformadas deberá ser compatible con el de la grapa para que el conjunto tenga la resistencia mecánica necesaria para evitar daños.

## 3.3. Materiales

a) El material de la grapa del amortiguador será de aleación de aluminio primaria cuya composición química asegure una buena protección contra la corrosión

El contenido de cobre y de cinc será menor que el 1‰ y el de magnesio será menor que el 7‰.

Las piezas serán obtenidas mediante el uso de moldes metálicos.

b) Cuando se utilice algún tipo de material orgánico dicho material deberá ser resistente a los efectos de temperatura, ozono, radiación ultravioleta y demás agentes contaminantes y degradantes.

c) El material de las varillas preformadas para la grapa tipo “preformada”, será seleccionado para ser compatible con el resto de las piezas y con las funciones que deberá cumplir.

d) Todos los materiales deberán ser resistentes a la corrosión.

e) Todos los componentes ferrosos excepto las partes de acero inoxidable, serán cincadas de acuerdo con las especificaciones del Sub-Anexo “I” del presente Anexo y sección.

f) Las arandelas elásticas serán cincadas por procedimientos tales que garanticen la no fragilidad por presencia de hidrógeno (hydrogen embrittlenent) y conserven las propiedades elásticas después del cincado.

El espesor mínimo del recubrimiento de cinc sobre las arandelas será de 25 micrones.

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados Sistema Amortiguante para Cable de Guardia (Normal y OPGW). Hoja 21/22.

## 3.4. Ensayos – Descripción

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados Sistema Amortiguante para Cable de Guardia (Normal y OPGW). Hoja 21/22.

### 3.4.1 Eficiencia de Amortiguamiento

Se define como eficiencia de amortiguamiento a la relación entre la potencia absorbida por un amortiguador y la máxima potencia transferida por el cable de guardia.

El ensayo para verificar- la eficiencia de amortiguamiento se llevará a cabo siguiendo los criterios indicados en la guía IEEE/CIGRE: “Guide on the Measurement of the Performance of Aeolian Vibration Dampers for Single Conductors”.

Para ello se empleará un vano de laboratorio de unos 30 m de longitud sobre el cual se tensará el cable al valor “T” igual al 12% de la carga de rotura y se lo mantendrá constante.

El cable a ensayar será el mismo o de la misma construcción básica que el cable real de las líneas. La impedancia mecánica del cable a ensayar será igual a la impedancia del cable especificado con una tolerancia de + l0%.

El vano de ensayo será equipado adecuadamente para generar vibraciones estacionarias y para medir amplitudes de vibración. Si el equipo de medición de amplitudes debe conectarse al cable, dicha conexión no deberá alterar significativamente los respectivos registros.

El amortiguador será instalado de acuerdo con las instrucciones del CONTRATISTA PPP y entonces el vano de ensayo se hará vibrar a las siguientes frecuencias y amplitudes:

a) Las frecuencias de ensayo estarán dentro del rango de 14 a 143 Hz.

b) La amplitud del antinodo (vientre) de la onda de vibración debe­rá ajustarse para tener un valor pico-pico entre 0.2 y 11 mm. Se admitirá una tolerancia de +10% en el ajuste de la amplitud.

c) La máxima amplitud de flexión (bending amplitude), medida según la metodología del IEEE, no deberá ser mayor que 0.25 mm pico-pico.

La disipación del amortiguador y la amplitud de flexión serán medidas para tres valores de amplitud del antinodo correspondiente a cada frecuencia sintonizada.

La amplitud del antinodo se medirá en uno de los primeros cuatro lazos de vibración más cercanos al amortiguador.

La amplitud del nodo se medirá en el nodo adyacente más cercano al amortiguador. Se determinará tomando mediciones en varios puntos en la cercanía del nodo aparente y se registrará como amplitud del nodo el valor medido más bajo.

El protocolo de ensayo deberá incluir los parámetros indicados en la tabla del Apéndice de la guía IEÉE/CIGRE mencionada.

Mediante el ensayo descripto se graficará la curva de eficiencia de amortiguamiento (E) en función de cada frecuencia sintonizada (f).

### 3.4.2 Respuesta del Amortiguador

Este ensayo define las curvas características fuerza de reacción y ángulo de fase, en función de las frecuencias de vibración.

El amortiguador será montado sobre una mesa vibrante y sometido a vibraciones caracterizadas por:

• Las mismas frecuencias usadas en el ensayo de eficiencia de amortiguamiento.

• Amplitudes de vibraciones de:

* 1 mm para, el rango de bajas frecuencias 14—30 Hz aproximadamente.
* 0,5 mm para el rango de frecuencias más altas restantes.

En correspondencia con cada una de las frecuencias usadas se medirá la fuerza de reacción “F y la energía ‘E” disipada en un ciclo. Sedeterminará el ángulo de fase B mediante la relación:

sen B = E / (3.1416 \* F\*A), o por lectura directa

Se graficarán, en función de la frecuencia, los valores de F/A y de B, obteniéndose así las curvas características mencionadas.

### 3.4.3 Fatiga

Se montará el amortiguador sobre una mesa vibrante, ajustando la grapa según las instrucciones del CONTRATISTA PPP, simulando el montaje en obra y se lo someterá a una vibración en dirección vertical durante DIEZ MILLONES (10.000.000) de ciclos. La frecuencia “f” de vibración será igual a una de las frecuencias resonantes del amortiguador y la amplitud pico-pico será de 1 mm ó 0.5 mm medida sobre la grapa, según que la frecuencia de ensayo sea la más baja o la más alta, respectivamente.

El ensayo se considerará satisfactorio si al finalizar:

a) No se han verificado daños, roturas o desgastes en ninguna parte del amortiguador.

b) El torque necesario para aflojar el bulón de la grapa resulta superior al 60% del torque de montaje.

c) Los valores de F y A determinados al final de los ensayos no deberán ser menores del 60% de sus respectivos determinados al comienzo de los ensayos, donde F= fuerza y A= amplitud.

### 

### 3.4.4. Deslizamiento Longitudinal

El CONTRATISTA PPP indicará el torque de apriete de montaje del amortiguador capaz de asegurar que el deslizamiento se producirá bajo un desequilibrio de tracción del cable de guardia comprendido entre un valor mínimo de 125 daN y un valor de 250 daN.

Se considera “deslizamiento” de la grapa sobre el cable a un desplazamiento a lo largo del mismo de 1 mm.

La propiedad de que el desplazamiento longitudinal de la grapa sobre el cable resista una carga comprendida entre los límites especificados, deberá permanecer tanto en las condiciones de tendido del cable como en una sucesiva condición, en la cual se haya verificado el fenómeno de alargamiento plástico del cable, con la consiguiente reducción de su sección transversal.

Los ensayos se llevarán a cabo de acuerdo con la siguiente modalidad:

* Las grapas se instalarán,. ajustándose a los parámetros de diseño definidos por el CONTRATISTA PPP, sobre un trozo de cable de unos 8 metros de longitud mínima, tensado con una carga de tracción correspondiente al 12% de la carga de rotura.
* Mediante un dispositivo adecuado se aplicará sobre la grapa una acción longitudinal gradualmente creciente que no origine momentos flectores.
* Se medirá el valor de resistencia en correspondencia con la verificación del deslizamiento de la grapa.

### 3.4.5. Resistencia de la Grapa Tipo Abulonada

Las grapas serán instaladas sobre un trozo de cable tensado al 12% de su carga de rotura o sobre una varilla de diámetro equivalente al mismo.

A la grapa tipo abulonada se le aplicará un torque igual al 150% del torque de apriete fijado por el CONTRATISTA PPP y deberá resistir por lo menos TRES (3) operaciones de apriete y afloje sin que se produzcan deformaciones permanentes o reducción de eficiencia.

Además se aplicará un torque del 200% del valor de dicho torque y no deberá causar ninguna falla (roturas o fisuras) en las partes componentes.

Se incrementará luego el torque hasta que se produzca una falla cualquiera. Se registrará el valor del torque que produzca dicha falla y las partes de la grapa que fallaron.

### 3.4.6. Dimensiones, peso, tolerancias y terminación

Dichos controles serán efectuados conforme con la documentación técnica pertinente aprobada. Las tolerancias generales de fabricación serán +3%.

### 3.4.7. Cincado

El cincado por immersión en caliente responderá a lo especificado en el Sub-Anexo “I” del de la presente Sección.

## 3.5. Mediciones

La evaluación y calificación del sistema amortiguante comprenderá la realización de los siguientes ensayos:

### 3.5.1 Ensayos de Campo

**3.5.1.1. Vibraciones eólicas**

El sistema amortiguante propuesto deberá cumplir con ensayos de campo,para verificar su real comportamiento frente a las vibraciones eólicas.

Las mediciones se realizarán en simultáneo con las del conductor.

La impedancia mecánica del cable de ensayo de la línea experimental podrá diferir de la del cable real con una tolerancia de ±10%.

La impedancia mecánica “V’ será calculada mediante la fórmula “Z= Raíz cuadrada de (T.m)”, siendo “T” el tiro del cable (N) y “m” la masa lineal del cable (kg/m).

Los ensayos tendrán una duración mínima de TRES (3) semanas.

**3.5.1.2 Metodología para la Evaluación del Comportamiento Frente a Vibraciones Eólicas**

Las vibraciones eólicas serán captadas de acuerdo con las recomendaciones del IEEE (Paper 31 TP 65-156) mediante dos de los sensores descriptos en el Apartado 2.4.13.1 del Sistema Amortiguante para Conductores de la presente.

Cada sensor será instalado sobre un cable de guardia, a los 89 mm del último punto de contacto entre el cable y la grapa de suspensión, correspondiente a la estructura elegida, para sensar el vano en estudio.

En todos los casos el instrumento deberá montarse con su eje sensible en dirección vertical, para poder sensar la “amplitud de flexión” definida por la recomendación IEEE mencionada.

Se procesará la información como para obtener la distribución de lás amplitudes de flexión en función de la frecuencia de vibración y los demás datos, de acuerdo con la recomendación IEEE citada.

Los resultados de estos ensayos deberán cumplir con los requerimientos de diseño especificados.

## 3.6 ENSAYOS – EJECUCIÓN

Los ensayos se realizarán conforme con lo expuesto en la presente especificación y con el programa a presentar por el CONTRATISTA PPP, aprobado por el ENTE CONTRATANTE.

EL ENTE CONTRATANTE se reserva el derecho de exigir la repetición de los ensayos que considere necesarios.

Se define por lote al conjunto de amortiguadores fabricados esencialmente en las mismas condiciones y presentados para la INSPECCIÓN TÉCNICA de una sola vez.

El CONTRATISTA PPP definirá, teniendo en cuenta procesos de fabricación y equipamiento fabril, el tamaño de una remesa, que deberá ser homogénea en cuanto a la calidad de fabricación y a componentes suministrados por terceros.

Se establecen TRES (3) clases de ensayos: de tipo, de rutina o fabricación y de remesa o aceptación.

A continuación se indican la modalidad y aplicación de las especificaciones para cada clase de ensayo a efectuarse sobre los amortiguadores.

### 3.6.1 Ensayos de Tipo

Los laboratorios en los que se realizarán los ensayos de tipo serán acordados entre el CONTRATISTA PPP y el ENTE CONTRATANTE. Dichos laboratorios deberán declararse en la OFERTA.

Se efectuarán los siguientes ensayos según lo especificado en el numeral 3.4 del presente:

a) Eficiencia de amortiguamiento (3.4.1).

b) Respuesta del amortiguador (3.4.2).

c) Deslizamiento longitudinal (3.4.4).

d) Resistencia de la grapa (3.4.5).

e) Fatiga (3.4.3).

### 3.6.2 Ensayos de Rutina o Fabricación

Estos ensayos de fabricación deberán formar parte del Plan de Control de Calidad del CONTRATISTA PPP.

El CONTRATISTA PPP deberá disponer de un Sistema de Control de Calidad, confeccionado en base a los requisitos establecidos en la Sección VIII m del presente Pliego.

### 3.6.3 Ensayos de Remesa o aceptación

Constituyen ensayos de aceptación de la remesa presentada a la INSPECCIÓN TÉCNICA.

El muestreo y las condiciones de aceptación, se realizará según el apartado 3.6.4, excepto para la eficiencia (3.4.1) y la respuesta del amortiguador (3.4.2), que se hará sobre una sola muestra de cada lote, siendo los mismos determinantes de la aceptación, es decir que la falla de uno o ambos ensayos, implica el rechazo de la remesa.

a) Eficiencia de Amortiguamiento

Sobre un amortiguador del lote, seleccionado al azar, se efectuará el. ensayo según lo especificado en el numeral 3.4.1 del presente.

Las condiciones de aceptación para este ensayo serán las siguientes:

• La aceptación del lote se hará comparando la eficiencia de amortiguamiento para cada armónica sintonizada, con el valor correspondiente de la curva de aceptación.

• La eficiencia dé amortiguamiento para cada frecuencia donde se tomaran mediciones, se calculará dividiendo la amplitud registrada del nodo por la amplitud del antinodo, ambas en las mismas unidades (mm o Volts).

• El valor de eficiencia de amortiguamiento calculado en el ensayo de remesa no deberá ser inferior en más del 10% al valor correspondiente indicado en la curva de aceptación.

b) Respuesta del amortiguador

Sobre un amortiguador de la remesa, seleccionado al azar, se efectuará el ensayo según lo especificado en el numeral 3.4.2 del presente.

Las condiciones de aceptación para este ensayo serán las siguientes:

• Los valores de la fuerza de reacción para cada frecuencia podrán variar en +20%de los correspondientes valores obtenidos de la curva resultante del ensayo de calificación.

• Los valores del ángulo de fase para cada frecuencia no deberán ser inferiores en más del 10% a los correspondientes valores obtenidos de la curva del ensayo de calificación del amortiguador.

c) Deslizamiento longitudinal

Este ensayo se efectuará según lo especificado en el numeral 3.4.4 del presente.

d) Resistencia de la grapa

El ensayo se realizará según lo especificado en el numeral 3.4.5 del presente.

e) Cincado

Los ensayos de cincado, que comprenden la determinación de adherencia, uniformidad y peso del zinc, serán realizados según el Sub-Anexo “I” del presente Anexo y Sección.

f) Control dimensional, tolerancia y terminación

Se verificará la correcta terminación y acabado de las piezas. Se efectuará el control dimensional y de ejecución mediante los planos y documentación aprobada.

### 3.6.4 Nivel de Inspección y Planes de Muestreo

Se utilizarán los métodos de control estadístico por atributos definidos por la norma IRAM 15.

Las reglas de aceptación serán:

* Tipo de Inspección Normal
* Nivel de Inspección S-3
* Plan de muestreo Doble
* Nivel de calidad aceptable (AQL) 2,5%

## 3.7. Embalaje y expedición del suministro

### 3.7.1 Identificación

Cada amortiguador tendrá que ser identificado por medio de letras y/o números por el CONTRATISTA PPP.

En particular deberá llevar ‘su número de catálogo y el diámetro del cable de guardia.

Los caracteres identificatorios deberán ser durables y legibles durante toda la vida útil del amortiguador.

### 3.7.2 Embalaje

Los elementos serán entregados correctamente embalados en cajones de madera resistente, para su transporte desde el taller de fabricación hasta los obradores de montaje del CONTRATISTA PPP o los depósitos del ENTE CONTRATANTE, de forma de no sufrir ningún daño durante dicha operación.

El CONTRATISTA PPP será responsable por las pérdidas o daños producidos como consecuencia de un embalaje insuficiente o defectuoso.

Cada cajón estará confeccionado con listones de madera con los extremos asegurados firmemente a los bordes de las tapas y debidamente zunchados.

Dichos listones serán de madera sana, con espesor mínimo de 12.5 mm que asegure la robustez del embalaje.

Los cajones para el acondicionamiento y transporte de los amortiguadores, deberán ser construidos de madera de pino insigne o paraná de primera calidad o similar.

El CONTRATISTA PPP deberá presentar, para su aprobación por el ENTE CONTRATANTE, un plano con el diseño del cajón que utilizará.

Los cajones serán suficientemente fuertes para resistir las operaciones de embarque, transporte, carga, descarga, instalación en Obra e impedir que los amortiguadores se dañen.

En cada cajón deberá indicarse, en forma clara y con pintura indeleble y resistente al tiempo y al manipuleo, lo siguiente.

• MARCA Y NOMBRE DEL FABRICANTE

• ENTE CONTRATANTE

* L.E.A.T.500 kV

• AMORTIGUADOR

• CANTIDAD

• PESO BRUTO Y PESO NETO EN daN

• REMESA A LA QUE CORRESPONDEN

• NRO. DE LOTE Y FECHA

## 3.8. Repuestos obligatorios

Para que sea acordada la Habilitación Comercial, el CONTRATISTA PPP deberá demostrar que tiene acopiada, en concepto de repuestos imprescindibles para la entrada en servicio, de manera confiable, de la Ampliación, la cantidad mínima de:

Todos los componentes, originales, nuevos, del sistema amortiguante para cables de guardia (normal y OPGW), correspondientes al 3% (tres por ciento) de lo necesario para toda la longitud total del RUBRI de la LEAT de 500 kV que constituyen, entre otros item, La Instalación.