**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**  **SECCION VIII c2**  **PROVISION DE ESTRUCTURAS METÁLICAS** |

**PROVISION DE ESTRUCTURAS METÁLICAS**

**INDICE**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. |  |  | **OBJETO** | 3 |
| 2. |  |  | **ALCANCE DEL SUMINISTRO** | 3 |
| 3. |  |  |  | 4 |
| 4. |  |  | **INGENIERÍA DE PROYECTO** | 4 |
|  | 4.1 |  | **Proyecto Básico** | 4 |
|  | 4.2 |  | **Proyecto de Detalle** | 5 |
|  |  | 4.2.1 | **Generalidades** | 5 |
|  |  | 4.2.2 | **Documentación para la Provisión** | 5 |
|  |  | 4.2.3 | **Especificaciones para el Diseño** | 6 |
| 5. |  |  | ***MATERIALES*** | 19 |
|  | 5.1 |  | **Generalidades** | 19 |
|  | 5.2 |  | **Perfiles** | 19 |
|  | 5.3 |  | **Chapas** | 20 |
| 6. |  |  | **TECNOLOGIA DE FABRICACION – PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS** | 20 |
|  | 6.1 |  | **Selección** | 20 |
|  | 6.2 |  | **Enderezado** | 20 |
|  | 6.3 |  | **Corte** | 20 |
|  | 6.4 |  | **Doblado** | 21 |
|  | 6.5 |  | **Agujereado** | 21 |
|  | 6.6 |  | **Soldadura** | 22 |
|  | 6.7 |  | **Identificación y Marcación** | 22 |
|  | 6.8 |  | **Tolerancia de Fabricación** | 23 |
| 7. |  |  | **Elementos de Unión** | 24 |
|  | 7.1 |  | **Bulones, Tuercas y Arandelas** | 24 |
|  | 7.2 |  | **Protección Anticorrosiva** | 24 |
|  | 7.3 |  | **Tolerancia de Fabricación** | 24 |
| 8. |  |  | **PROTECCION ANTICORROSIVA** | 24 |
|  | 8.1 |  | **Generalidades** | 24 |
|  | 8.2 |  | **Materiales a emplear** | 25 |
|  |  | 8.2.1 | **Materia Prima** | 25 |
|  | 8.3 |  | **Tecnología y Procedimientos de Producción (Proceso)** | 25 |
|  | 8.4 |  | **Características Requeridas de la Capa de Cinc** | 26 |
|  |  | 8.4.1 | **Uniformidad del Recubrimiento** | 26 |
|  |  | 8.4.2 | **Adherencia de la Capa de Cinc** | 26 |
|  |  | 8.4.3 | **Espesores y Masa del Recubrimiento** | 26 |
|  |  | 8.4.4 | **Requerimientos de Aspecto, Apariencia y Técnicas Operativas complementarias al Tratamiento** | 27 |
| 9. |  |  | Aseguramiento de la Calidad | 28 |
|  | 9.1 |  | Introducción | 28 |
|  | 9.2 |  | Definiciones | 28 |
|  | 9.3 |  | Sistema de Control de Calidad | 29 |
|  |  | 9.3.1 | Ensayos de Rutina o Fabricación | 30 |
|  |  | 9.3.2 | Armado en Fábrica | 35 |
|  |  | 9.3.3 | Ensayos de Remesa o Aceptación | 35 |
|  |  | 9.3.4 | Procedimientos Generales | 41 |
| 10. |  |  | ENSAYOS DE PROTOTIPOS | 42 |
|  | 10.1 |  | Ensayos de Carga | 42 |
|  |  | 10.1.1 | Generalidades | 42 |
|  |  | 10.1.2 | Estación de Ensayos | 42 |
|  |  | 10.1.3 | Torre a ensayar y Altura | 42 |
|  |  | 10.1.4 | Materiales | 42 |
|  |  | 10.1.5 | Fabricación | 43 |
|  |  | 10.1.6 | Notificación | 43 |
|  |  | 10.1.7 | Ensayos | 44 |
|  |  | 10.1.8 | Resultados | 45 |
|  |  | 10.1.9 | Ensayos Adicionales | 46 |
|  |  | 10.1.10 | Informe | 46 |
|  |  | 10.1.11 | Aprobación | 47 |
| 11. |  |  | Manipuleo, Embalaje y Transporte de Remesas | 47 |
|  | 11.1 |  | Requerimientos de Embalaje, Estibado, Almacenamiento, y Transporte | 47 |
|  |  | 11.1.1 | **Generalidades** | 47 |
|  |  | 11.1.2 | **Requisitos Generales del Embalaje** | 48 |
|  |  | 11.1.3 | **Documentación** | 49 |
|  |  | 11.1.4 | **Tratamiento del Embalaje de Madera** | 49 |
| 12. |  |  | **SUBANEXO I: NORMAS, PUBLICACIONES Y ESPECIFICACIONES** | 50 |
| 13. |  |  | SUBANEXO II: ESTRUCTURAS PARA LA LEAT – CARGAS SOBRE ESTRUCTURAS DE LA LINEA | 54 |
|  | 13.1 |  | Introducción | 54 |
|  | 13.2 |  | Hipótesis de Carga para Estructuras de la Línea | 54 |
| 14. |  |  | SUBANEXO III: PROVISIÓN DE ESTRUCTURAS DE REPUESTO | 67 |

## 1. OBJETO

Las presentes Especificaciones Técnicas tienen por objeto definir los lineamientos de proyecto, documentación técnica a presentar, normas técnicas básicas, condiciones de servicio, materiales componentes, procesos de fabricación, características técnicas, inspecciones, ensayos y condiciones de recepción, embalajes, almacenamientos y transporte para el suministro de estructuras metálicas y accesorios que sean de provisión del CONTRATISTA PPP. Dicho suministro deberá ser concordante con los valores de las respectivas Planillas de Datos Técnicos Garantizados que surjan de la Oferta.

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

## 2. ALCANCE DEL SUMINISTRO

Ver Planilla de Datos Técnicos Garantizados.

Se incluyen dentro del suministro todas las estructuras necesarias para completar la línea.

Los tipos previstos en el Proyecto Básico Licitatorio son los siguientes:

1. Estructuras de suspensión arriendadas tipo Cross – Rpoe “CRS”.
2. Estructura de suspensión autoportante tipo DELTA “SA”
3. Estructura de retención angular de 0° hasta 30° tipo DELTA “RA30”
4. Estructura de retención angular de 30° a 60° tipo DELTA “RA60”
5. Estructura terminal angular de 0° a 45° tipo DELTA “TA45”

Para estas estructuras deberán proveerse extensiones adecuadas de cuerpos y patas para obtener variaciones uniformes de altura cada 1,5 m en las estructuras de suspensión y cada 3 m en las de retención.

Todas las estructuras deberán proyectarse para sostener los haces de conductores con sus cadenas de aisladores, cables de guardia y todos los accesorios necesarios bajo los requerimientos establecidos en estas condiciones técnicas.

El proyecto y tecnología de fabricación de las estructuras deberá ajustarse a los requerimientos de estas condiciones técnicas y a las técnicas más recientes en la materia, dándose especial atención a los diseños y metodología de fabricación que permitan reducir los tiempos y costos de montaje.

El suministro deberá incluir, como mínimo, lo siguiente:

* + - Proyecto
    - Materiales de incorporación
    - Materiales de consumo
    - Mano de obra
    - Equipamiento e instrumental
    - Tratamientos anticorrosivos
    - Controles de calidad de la producción
    - Ejecución de los ensayos de rutina y de remesa
    - Ensayos de prototipos
    - Embalajes
    - Estibas y almacenamiento
    - Movimientos de carga y transporte a obra

Deberá considerarse dentro del suministro toda la elaboración de la documentación técnica requerida; la misma deberá desarrollarse de acuerdo a lo indicado en el Apartado 4 de esta Sección.

También formarán parte del suministro los pies de fundación (stubs) para las estructuras autoportantes.

Todos los tipos de estructuras incluirán puntos de sujeción o fijación, permanentes o transitorios, para cadenas de aisladores, accesorios, para cables de guardia, carteles de señalización e identificación (peligro, número de piquete, etc.), accesorios para mantenimiento con y sin tensión, como así también los necesarios para el montaje y posterior izaje de las estructuras.

Los componentes del suministro deberán proporcionar, para todas las condiciones de operación previstas, un servicio adecuado y seguro.

En general, deberá incluirse en el suministro todo aquello que fuere necesario para un correcto montaje y servicio de las estructuras suministradas, aún cuando no estuviera indicado explícitamente en la presente especificación.

## 3. NORMAS TECNICAS

El suministro de estructuras estará regido por las presentes condiciones técnicas, las cuales se complementarán con las bases y principios sustentados por las Normas o Publicaciones mencionadas en el “Sub-Anexo I” de la presente Sección.

Al respecto, se deberá tener en cuenta lo siguiente:

* De la Edición – Será la última vigente a la fecha de llamado a licitación.
* De las Diferencias – De existir diferencias entre lo expresado por las presentes condiciones técnicas y lo mencionado por las normas, prevalecerán los criterios de las primeras.
* De los Sistemas de Unidades – Cuando las normas contengan tablas con unidades inglesas, se podrá utilizar la interpolación lineal para obtener valores métricos.

## 4. INGENIERÍA DE PROYECTO

La información contenida en los planos de estructuras de la Sección VIII i del Anexo VIII, es solamente a título ilustrativo para que se desarrolle un proyecto de detalle del cual se derive una provisión coordinada con los demás suministros de la línea y acorde a los fines buscados.

Sobre la base de esta información el CONTRATISTA PPP deberá ejecutar el proyecto de detalle y tendrá, de acuerdo a su propia metodología constructiva plena libertad en la concepción del diseño y en la selección de materiales en cuanto no contradiga a lo expresado en la presente especificación y no modifique la esencia del proyecto básico.

El CONTRATISTA PPP asumirá la total responsabilidad por el proyecto de las estructuras y por el cumplimiento de los términos establecidos en este Pliego.

### *4.1 Proyecto Básico*

La documentación suministrada por el ENTE CONTRATANTE contiene la siguiente información:

Informaciones de carácter inmodificable para el caso de adopción del Proyecto de Referencia:

* + Material: acero
  + Tipología y geometría general de conjunto de las estructuras

Para todas las estructuras del presente suministro, se adjuntan planos de descripción geométrica. Dentro de los mismos se indican expresamente aquellas dimensiones generales que tienen el carácter de inmodificables.

Entre ellas cabe destacar:

* Longitud mínima de ménsula y cruceta (estructuras autoportantes)
* Apertura de las estructuras autoportantes a nivel piso
* Alturas libres sobre el terreno, rutas, caminos, líneas, FFCC
* Cargas y vientos mínimos sobre estructuras, según “Sub-Anexo II” de la presente Sección

El CONTRATISTA PPP coordinará los distintos proyectos de modo que todas las estructuras de igual tipo para sus distintas variantes en altura, aún de diferentes fabricantes de estructuras, tengan el mismo pie de fundación (stub) de modo que quede garantizada su intercambiabilidad.

### *4.2 Proyecto de Detalle*

#### 4.2.1 Generalidades

El CONTRATISTA PPP realizará, entregará y someterá a la aprobación del ENTE CONTRATANTE las memorias de cálculo, los planos de taller y de montaje, cómputos, planillas, especificaciones complementarias de fabricación o montaje y toda tarea de ingeniería que sea necesaria.

El CONTRATISTA PPP realizará el diseño de detalle y cálculo de las uniones, chapas de nudo y todos los elementos de fijación que posea la estructura.

El proyecto de detalle tenderá a la sencillez constructiva, la facilidad de montaje y poseerá la mayor cantidad posible de piezas comunes

Las cavidades que puedan acumular agua estarán provistas de agujeros de drenaje de diámetro adecuado.

Se utilizarán perfiles formando secciones simples o compuestas. Las placas de unión, bulones, tuercas y todo el material serán galvanizados por inmersión en caliente.

Para una misma estructura, los perfiles de igual escuadría no podrán ser de distinta calidad.

#### 4.2.2 Documentación para la Provisión

Los planos de montaje junto a la especificación técnica correspondiente, aportarán toda la información requerida para el correcto ensamble y/o erección de las estructuras.

Dichos elaborados deberán contener la siguiente información:

Esquemas en simple trazo de la estructura en cuestión indicando los sectores en que está dividida —incluyendo extensiones para variantes en altura si corresponde— y el número de los planos en que se detallan.

• Dimensiones generales de la estructura.

• Tabla de pesos de los distintos sectores y del total de la estructura incluyendo bulones, chapas y sobrepeso por galvanizado.

Detalle de los puntos de posible utilización para el izaje en forma de sectores separados o unidos entre sí.

**Notas aclaratorias**

La especificación técnica de montaje describirá la metodología a emplear, la secuencia operativa, la descripción de los equipos requeridos y sus capacidades y, en general, cualquier otra información necesaria para ejecutar correctamente dicha operación.

Para las estructuras que se vinculen a la fundación mediante “stubs”, el CONTRATISTA PPP requerirá de su proveedor todos los datos necesarios para la confección de las plantillas de montaje.

#### 4.2.3 Especificaciones para el Diseño

***4.2.3.1 Consideraciones Generales de Diseño***

La forma y configuración de las estructuras estará de acuerdo con la presente especificación y los planos que complementan a la misma.

Solo se admitirán optimizaciones que incorporen soluciones que hayan sido experimentadas satisfactoriamente en líneas ya construidas de similares características.

a) Intercambiabilidad de componentes

Todas las estructuras serán verificadas para todas las combinaciones de extensiones de patas y de cuerpo.

Las extensiones de patas se deberán poder conectar tanto al cuerpo como a todas las extensiones de cuerpo del tipo de estructura para la cual fueron diseñadas. Todas las extensiones de patas serán intercambiables y diseñadas para cualquier combinación de longitud de patas.

b) Arrostramientos y marcos de rigidez.

Se proveerán marcos de rigidez horizontales en la parte superior de las patas y en la cintura de las estructuras

Si fuera necesario para rigidez, estabilidad u otras razones se proveerán marcos de rigidez adicionales en las secciones adecuadas.

***4.2.3.2 Cargas***

Para todas las hipótesis de cargas y combinaciones indicadas en el “Sub-Anexo II” de la presente Sección, se deberá efectuar el cálculo estático de las estructuras para determinar los esfuerzos máximos en las barras y las reacciones máximas de las fundaciones.

Las cargas serán las descriptas en el “Sub-Anexo II” y se aplicarán los coeficientes de mayoración respecto a la fluencia del material establecidos en el mismo.

Los cálculos deberán tener en cuenta el peso propio de las estructuras o componentes que no estén incluidos en las cargas indicadas.

La carga de viento sobre las estructuras de la línea será una función del coeficiente de fuerzadel área expuesta al viento y de la presión del mismo sobre una superficie plana, según se describe en el “Sub-Anexo II” de esta Especificación.

Para el cálculo, las cargas de viento se pueden considerar como varias cargas concentradas, aplicadas en cantidad razonable de nudos simétricos

Las estructuras de suspensión deberán ser diseñadas para ángulos de desvíos máximos de 2° y 6º.

El CONTRATISTA PPP deberá prever las cargas producidas por las distintas posibilidades de montaje de la estructura, y verificar todos los elementos de ésta con un coeficiente de seguridad mínimo de 1,5.

Todas las barras, excepto las verticales,serán de sección suficiente como para soportar 125 daN sin deformación permanente. Esta carga será independiente de todos los otros requerimientos de carga y se aplicará verticalmente en el punto que produzca la mayor solicitación en la barra.

Todas las barras redundantes serán dimensionadas para soportar una carga de tracción o compresión de no menos del 2% de la carga en la barra arriostrada por ellas, además no superarán las esbelteces límites especificadas.

***4.2.3.3 Metodología de Cálculo de los Elementos Estructurales***

***4.2.3.3.1 Significado de los Términos utilizados***

En estas Especificaciones Técnicas, para designar los términos (dados en daN y cm) que se utilizan en las fórmulas de cálculo, se emplea la siguiente nomenclatura:

Elementos: Piezas de la estructura que no admiten más división, tales como tuercas, arandelas, chapas, etc.

Componentes: Conjuntos estructurales como por ejemplo crucetas, brazos, cuerpo, extensión de cuerpo, patas y stubs (perfiles empotrados) para estructuras autoportantes.

Altura nominal de la estructura: Distancia vertical que existe entre la parte superior de la fundación (en terreno horizontal) hasta el eje baricéntrico del dispositivo de fijación de la cadena de aisladores ubicado en la cara inferior de la cruceta.

L= Longitud sin apoyo de una barra, sin modificar por las condiciones de fijación en los extremos.

B= Ancho total del ala de un perfil ángulo.

B´= Ancho libre efectivo del ala de un perfil ángulo, medido desde el lado exterior hasta el borde de la curvatura interna de laminación.

R= Radio de giro del perfil, relacionado con el plano de pandeo en estudio.

T= Espesor del material medido en su parte media (perfil o cartela).

(b´/t) = Relación entre el ancho libre efectivo y el espesor

(b’/t)lim =Relación entre el ancho libre efectivo y el espesor, por encima del cual se deben realizar correcciones a las fórmulas de compresión por la posibilidad que se produzca el pandeo local de la pieza.

(b´’/t)máx = Máxima relación aceptada entre el ancho libre y el espesor, que para esta especificación es de VEINTE (20) para cordones de ménsulas y patas de estructuras y de VEINTICINCO (25) para el resto de las barras.

E = Módulo de elasticidad del material E = 2 030 000 daN/cm2 para las barras y chapas de acero utilizadas en el proyecto.

K = Factor de empotramiento o factor de longitud efectiva.

Fa = Tensión de compresión axial admisible (de comparación).

Fa = Tensión de compresión real.

Fb = Tensión de flexión admisible (de comparación).

Fb = Tensión real por flexión.

Ft = Tensión de tracción axial admisible (de comparación)

Fe = Tensión de Euler (de comparación).



Esbeltez a partir de la cual la tensión admisible de compresión es independiente del tipo de material.



Fr = Tensión de rotura garantizada del material.

Fy = Mínima tensión de fluencia garantizada del material.

Fp/fp = Tensión de aplastamiento admisible y realrespectivamente, en el vástago del bulón o paredes del agujero.

Fv = Tensión de corte admisible.

FV = Tensión real de corte.

Ftv = Tensión admisible de tracción para una tensión de corte dada.

P = Compresión axial real.

Pa = Compresión axial admisible.

Pex = Carga crítica de Euler para el pandeo en el plano de Ix (respecto al eje ‘‘x”)



Pey = Carga crítica de Euler para el pandeo en el plano de Iy (respecto al eje “y’).



Ix, Iy = Momentos de inercia respecto de los ejes “x” e “y”. Respectivamente.

Kx \* Lx = Longitudes de pandeo efectivas respecto al eje “x”

Ky \* Ly = Longitudes de pandeo efectivas respecto al eje “y”.

Mx, My = Momentos flectores alrededor de los ejes “x” e “y”, respectivamente.

A = Área bruta o nominal; es la sumatoria de los productos de espesor y ancho bruto medidos normalmente al eje de la barra, o normal a la dirección de la resultante de las fuerzas para el caso de cartelas.

An = Área neta; es la sección bruta deducida la sección de los agujeros.

Para el cálculo de la tensión en barras, el área neta no podrá ser mayor al 85% de la sección bruta.

Dt = Sección a descontar por la existencia del agujero, igual al producto D \* t.

D = Diámetro del bulón.

D = Diámetro del agujero a utilizar para determinación de la sección neta.

D = d (mm) + 1,5 mm para agujeros taladrados.

D = d (mm) + 3,5 mm para agujeros punzonados.

S = Espaciamiento longitudinal (paso) entre dos agujeros consecutivos cualesquiera.

G = Espaciamiento transversal entre dos agujeros consecutivos cualesquiera (gramil)

***4.2.3.3.2 Cálculo de los elementos***

Las estructuras serán proyectadas de modo que las tensiones en las diferentes secciones y uniones producidas por las combinaciones más desfavorables de cargas, mayoradas por los coeficientes correspondientes a cada hipótesis no superen las tensiones de comparación que se indican a continuación:

Barras sometidas a esfuerzos de tracción:

Se diseñarán sobre la base de la sección neta. La tensión de comparación será la tensión de fluencia del material Ft = Fy.

a.1) Cálculo de la sección neta en uniones abulonadas en ambas alas

La tensión de tracción se considerará uniformemente repartida en la sección neta; para bulones dispuestos en zíg—zag o tresbolillo, la sección neta se calculará de la siguiente manera:

Se restará a la sección bruta la suma de los diámetros multiplicados por el espesor de todos los agujeros en cualquier recorrido que atraviese la pieza, y sumando para cada espacio de gramil, en ese recorrido, la cantidad:



En consecuencia:

An = A – Sumatoria (D\*t) + Sumatoria 

De todas las cadenas posibles de agujeros, deberá considerarse la que tenga sección neta más pequeña y ubicada en la zona donde la barra posea aproximadamente el CIEN POR CIENTO (100%) de la carga. La sección neta así calculada no podrá ser mayor del 85% de la sección bruta. Para perfiles ángulos el ancho bruto será la suma de los anchos de las alas menos el espesor.

La separación (gramil) entre agujeros que estén en las alas opuestas será la suma de las distancias hasta la arista común de ambas alas menos el espesor.

a.2) Cálculo de la sección neta en uniones abulonadas sobre una de las alas del perfil

Si se usan perfiles ángulos de alas desiguales y se conectan mediante el ala corta, el ancho neto será determinado como para un perfil de alas iguales, utilizando las dimensiones del ala corta para ambas alas.

Uniones:

Para 1 solo bulón An = 0,50 A – D\*t

Para 2 bulones An = 0,60 A – D\*t

Para 3 bulones An = 0,70 A - D\*t

Para 4 bulones An = 0,80 A - D\*t

Para 5 bulones An = 0,90 A - D\*t

Para más de 5 bulones An = A - D\*t

Debiendo en todos los casos verificarse que An  0,85 A

Barras sometidas a esfuerzos de compresión

Se dimensionarán sobre la base de la sección bruta o nominal y la tensión comparativa para una barra cargada axialmente estará dada por las siguientes expresiones:

Expresiones para determinar la tensión de comparación de piezas comprimidas

Para valores de

b1) Caso 1: 

Fy  se expresa en daN/cm2

tendremos:

para K\*L/r < Cc

 (2)

siendo Cc= π \* (2 \* E/Fy)0,5  (1)

para K\*L/r > Cc

Fa = Fe = π2 \* E / (K \* L/r)2

b2) Caso 2: 670/ (Fy) 0,5 < (b´/t) < 1200/ (Fy) 0,5

se reemplaza el valor de *Fy* de las ecuaciones (2) y (1) por el valor de Fcr dado por la siguiente expresión:



b3) Caso 3: 1 200/(*Fy*)0,5 < (b´/t) < 25

se reemplaza el valor de *Fy* de las ecuaciones (2) y (1) por el valor de Fcr dado por la siguiente expresión:

Fcr = 688 000 / (b´/t)2

Determinación del K\*L/r efectivo para distintos tipos de barras

Los valores de K\*L/r para componentes del reticulado de la estructura son los siguientes:

Para las barras con conexiones de bulones en ambas caras se puede considerar la carga centrada, K = 1.

Demás barras de compresión con esbeltez L/r de hasta CIENTO VEINTE (120) inclusive:

Para barras con cargas concéntricas en ambos extremos de su longitud libre: K\*L/r = L/r

Para barras con cargas concéntricas en un extremo y excentricidades típicas de reticulado en el otro extremo de su longitudinal libre: K\*L/r = 30 + 0,75 \* L/r

Para barras con cargas con excentricidades típicas de reticulado en ambos extremos:

K\*L/r = 60 + 0,5 \* L/r

Demás barras con esbeltez L/r mayores de CIENTO VEINTE (120):

* Barras sin restricción a la rotación en ambos extremos de su longitud libre:

K=1 si 120 < L/r < 200

* Para barras parcialmente restringidas contra la rotación en un extremo de su longitud libre:

K\*L/r = 28,6 + 0,762 \* L/r, si 120 < L/r < 225

* Para barras parcialmente restringidas contra la rotación en ambos extremos de su longitud libre:

K\*L/r = 46,2 + 0,615 \* L/r, si 120 < L/r < 250

* Para las barras redundantes:

K\*L/r = L/r, si 0 < L/r < 120

* Para barras sin ningún tipo de restricciones al giro en ambos extremos de su longitud libre:

K\*L/r = L/r, para 120 < L/r < 250

* Para barras parcialmente restringidas contra rotación en un extremo de su longitud libre:

K\*L/r = 28,6 + 0,762 \* L/r , para 120 < L/r < 290

* Para barras parcialmente restringidas contra la rotación en ambos extremos de su longitud libre:

K\*L/r = 46,2 + 0,615 \* L/r, para 120 < L/r < 330

Una conexión compuesta por un solo bulón, ya sea en el extremo o en su punto intermedio,no será considerada capaz de restringir la rotación del nudo. Se considerará que una conexión ofrece una restricción parcial contra la rotación, si la misma está diseñada de modo de disminuir al máximo los esfuerzos adicionales y si las barras del reticulado, al cual la misma se encuentre conectada, poseen la rigidez de flexión necesaria para impedir la rotación del nudo.

Barras sometidas a esfuerzos de flexión

Sobre las fibras extremas Fb = Fy

Barras sometidas a esfuerzos de compresión con flexión simultánea en ambos ejes

Se deberá satisfacer la siguiente expresión



donde:

Max = Momento admisible a flexión dirección x

May = Momento admisible a flexión dirección y

Uniones

e.1)Tensiones de aplastamiento:

Para los perfiles ó chapas la tensión última de aplastamiento se tomará como el menor valor de tensión, que resulte de aplicar las siguientes expresiones:

FP = 2 . FY

FP = 1,50 Fr

Donde FY y Fr son las tensiones de fluencia y resistencia última a tracción de los elementos estructurales.

Para los bulones, la tensión última de aplastamiento se calculará con las siguientes expresiones, según sea el tipo de unión:

FP = 1,50 Fr (agujeros en chapas y perfiles de uniones estructurales normales).

FP = 1,35 Fr (agujeros para fijación de morsetería y riendas y agujeros con bordes biselados ó redondeados).

Donde Fr es la tensión de rotura a tracción del bulón empleado.

e.2) Tensión de corte en bulones, perfiles y chapas:

La tensión última de corte en chapas y perfiles será:

FV = 0,57 . Fr

La tensión última de corte en bulones será:

FV = 0,62 Fr

Donde Fr es la tensión última de rotura a tracción, del componente metálico analizado.

e.3) Tensión de Tracción en Bulones.

Ft = Fy \* (PI/4)\*(d-0,974/ n)2

Siendo: d = Diámetro (cm)

n = número de filetes por cm de longitud del bulón

Tensión de tracción admisible para un bulón solicitado al corte:

Ftv  Ft \* [1 – fv/Fv)2]0,5

En la tensión real comparada no se computarán las tracciones debidas al ajuste de bulones, siempre y cuando éstas superen dicha tensión de ajuste.

Stubs

La carga de los stubs al hormigón será transferida totalmente a través de pernos y/o ángulos de traviesas, ubicados en el extremo inferior del mismo; la separación de las traviesas, no será inferior a dos veces el ancho de su ala.

La longitud exacta será proporcionada al fabricante de estructuras por el CONTRATISTA PPP antes de la presentación al ENTE CONTRATANTE del proyecto de detalle de las estructuras.

La calidad de hormigón a considerar para el cálculo de las traviesas será la mínima especificada para las fundaciones.

Consideración de disposiciones especiales de barras de reticulado

Diagonales cruzadasa tracción—compresión

La intersección de diagonales cruzadas será considerada punto fijo siempre que las mismas estén unidas en el punto de cruce como mínimo, mediante un bulón de capacidad no menor al VEINTICINCO POR CIENTO (25%) de la carga máxima de la barra y que posea además suplementos de separación de espesor adecuado, de modo que cada diagonal quede contenida en el mismo plano; además la carga de la barra traccionada no deberá ser menor al CINCUENTA POR CIENTO (50%) de la carga de la barra comprimida.

Otros tipos de reticulado

Para el cálculo de K\*L/r se emplearán las recomendaciones detalladas en la Norma ASCE Standard 10-97 (año 2000) “Desing off Latticed Steel Transmission Structures”.

Piezas compuestas formadas por dos o más perfiles simples unidos en forma discontinua por un reticulado triangulado o presillas aisladas abulonadas. La esbeltez de cada barra individual no deberá ser mayor a 50.

Cuando se usen presillas, las mismas deberán ser colocadas, por lo menos, en los tercios del largo total de pandeo y también en sus extremos si ambas barras no están unidas a la misma cartela del nudo.

Cada presilla será fijada a cada barra individual con, por lo menos, dos bulones de diámetro y separación tal que permitan absorber los esfuerzos de corte y momentos a que se halle sometida la misma.

No se permitirán presillas soldadas y, en el caso que la vinculación se realice con bulones comunes, la longitud de pandeo general se deberá incrementar en un 10%.

Se podrá eliminar la chapa de vinculación en el extremo de las barras, si éstas están conectadas con bulones comunes y si se cumple que la distancia entre el extremo de la barra y el eje de la primer presilla es menor al SETENTA Y CINCO POR CIENTO (75%) de la distancia existente entre los ejes de las demás presillas de vinculación.

Las barras comprimidas compuestas por dos perfiles angulares opuestos por el vértice, serán calculadas solamente respecto del pandeo del eje material y las uniones deberán realizarse con presillas dispuestas alternativamente perpendiculares entre si.

Las piezas compuestas de dos o cuatro perfiles colocados simétricamente respecto a las placas de unión de los nudos y a una distancia no mayor de tres veces el espesor del perfil, se podrán verificar como una barra maciza de características iguales a la de la barra compuesta, siempre que se verifique que la esbeltez de cada elemento individual no sea mayor a 15. En todos los casos se colocarán, como mínimo dos uniones intermedias entre apoyos.

Cuando K\*L1/r>15 se calcularán como piezas compuestas, con presillas solicitadas a esfuerzos de corte solamente; las presillas estarán formadas por una placa de unión con un mínimo de dos bulones M12, ubicados en la dirección de la solicitación de compresión.

Para el cálculo de bulones de cualquier presilla se tomará un coeficiente adicional de 1.5 respecto de las capacidades últimas de corte y aplastamiento.

Los enlaces por celosía o presillas tendrán la resistencia suficiente para soportar esfuerzos transversales no menores al DOS POR CIENTO (2%) del esfuerzo total de la barra compuesta.

***4.2.3.4 Diseño de Barras y Chapas***

***4.2.3.4.1 Anchos y espesores mínimos***

Los espesores mínimos, en mm, serán los siguientes:

a) Alma de perfiles laminados U o I : 4

b) Barras principales, cordones de crucetas comprimidas y cuernos de cable de guardia: 4

c) Otras barras de la superestructura: 3

d) Chapas de nudo: 4,75

El espesor de las chapas de nudo que vinculen a una barra principal con barras del reticulado será mayor o igual al mayor espesor de las barras del reticulado conectadas, incrementado en 1.5 mm.

e) Perfiles empotrados en el hormigón: 6,35

f) El mínimo ancho de las alas de perfiles ángulos de alas iguales o desiguales será de: 35

g) Máxima relación ancho efectivo—espesor:

cordones de ménsulas,vigas, y montantes de estructuras autoportantes:

Ac F36 (b’/t)  20

resto de barras: Ac F24 (b’/t)  25

***4.2.3.4.2 Esbelteces máximas***

a) Barras de tracción:

Barras de tracción en cordones superiores de las ménsulas de la cruceta de las estructuras: 300

Todas las otras barras de tracción: 350

b) Barras de compresión

Barras principales, cordones de vigas, crucetas y montantes

de las estructuras: 150

Toda otra barra con tensión de compresión calculada: 200

Barras secundarias, sin tensión calculada (rompetramos): 250

***4.2.3.4.3 Nudos y empalmes en general***

Los nudos y empalmes serán proyectados de manera tal de no producir esfuerzos adicionales que resulten inadmisibles para las piezas que se vinculan.

En general se evitará el uso de chapas de nudo; en caso de ser necesarias, su tamaño será el mínimo compatible con la magnitud de las cargas puestas en juego, es decir que las mismas deberán ser compactas.

En caso de que la intersección de las líneas de gramil de las piezas conectadas a una barra principal no coincida con su eje baricéntrico, o que exista excentricidad en nudos por cualquier otra causa, se presentará junto con los planos constructivos la verificación de la sección en cuestión, teniendo en cuenta los esfuerzos adicionales de flexión debidos a la excentricidad del diseño.

Los empalmes de cordones estarán próximos a los nudos de las diagonales pero sin coincidir con éstos.

Los puntos de empalme del stub con la superestructura estarán por encima del nudo de las diagonales principales.

En el diseño de los elementos de unión se tratará que los bulones, cuyo eje se encuentre en posición preponderantemente horizontal, se ubiquen con sus cabezas del lado interior de la estructura y los de posición vertical con su cabeza hacia arriba.

En el caso de vinculaciones de superficies no coplanares se realizarán dobladuras en correspondencia con la zona adyacente a la de apriete de los bulones en perfiles o chapas de modo de garantizar un perfecto contacto superficial de los elementos vinculados.

Se podrán admitir excepciones de pequeña magnitud en barras secundarias siempre que se demuestre la ausencia de perjuicio.

Cuando sean necesarios separadores en más de un bulón adyacente se utilizará una placa de separación.

Con el objetivo de facilitar el montaje y lograr una adecuada distribución de las cargas en cada bulón, se cuidará que las uniones no presenten un número excesivo de elementos superpuestos, no admitiéndose en cada barra empalmada más de cinco bulones ubicados sobre una misma línea de gramil.

Los empalmes de montantes y cordones de vigas se preferirán realizados con cubrejuntas de corte o doble, se dejará una luz teórica mínima de 10 mm entre los extremos de los perfiles a unir y se utilizarán como mínimo dos bulones en cada ala de los mismos.

Se deberá chaflanar las aristas del ángulo interior del empalme de modo de garantizar el perfecto asiento de las caras de ambos perfiles.

Los gramiles de las piezas a empalmar deberán permitir el correcto abulonado de las piezas, considerando los máximos sobreespesores de laminación correspondientes a la escuadría del ángulo exterior.

El (o los) cubrejunta (s) mantendrán respecto de los perfiles angulares a empalmar, un juego adecuado para facilitar la correcta materialización del abulonado de la unión, no permitiéndose valores del huelgo relativo inferiores a 1 mm.

Las diagonales de hasta 6 metros de longitud no tendrán empalmes; por encima de los 6 metros se aceptará hasta un empalme que se hará por medio de cubrejuntas, con un mínimo de dos bulones por cara; no se admitirá reducción de las secciones de las barras.

***4.2.3.4.4 Longitud de barras de tracción (cordones superiores de ménsulas)***

Con el objeto de que las barras que se encuentren permanentemente traccionadas tomen carga sin deformaciones importantes para la estructura, las mismas se proyectarán más cortas que la longitud teórica necesaria; las barras de hasta 4,5 metros de largo se proyectarán 3 mm más cortas. Las barras de más de 4,5 metros se proyectarán 3 mm más cortas más 0,5 mm por cada metro o fracción que exceda los 0,5 metros.

En el caso de que las barras estén empalmadas se preverá una reducción adicional de 1,5 mm por cada empalme.

La reducción realizada deberá ser perfectamente señalada en los planos constructivos y se distribuirá proporcionalmente a lo largo de toda la longitud de la barra, con la excepción de la reducción de los empalmes que se realizará en correspondencia con los mismos

***4.2.3.4.5 Recortes***

Los recortes en los extremos de barras deberán ser de extensión reducida y realizados de tal manera de cumplir con las distancias mínimas requeridas.

Con el objeto de no reducir en forma excesiva la rigidez fuera del plano del reticulado, no se permitirán recortes del ancho total del ala libre en barras importantes, y en barras secundarias se evitarán hasta donde sea posible.

***4.2.3.5 Diseño de Uniones***

***4.2.3.5.1 Criterios generales y características de los elementos de unión***

En todas las uniones se utilizarán bulones de cabeza y tuerca hexagonal con arandela circular según Norma aplicada.

El diámetro mínimo de los bulones estructurales será de 12 mm y de clase no inferior a 5.6, con tuercas calidad 5, Dimensiones según Norma DIN 267 y características mecánicas según IRAM 5214 con exigencia de impacto de 27 J a -20°C.

Todos los bulones (100%) una vez instalados en las torres, con sus tuercas y arandelas planas, ya controlados y ajustados con el torque final correspondiente, serán punzonados en dos puntos del primer filete debajo de la tuerca, para evitar se aflojen por vibraciones. Los puntos serán protegidos con un galvanizado en frío aplicado con un pincel, y siguiendo las indicaciones del fabricante del producto.

En las estructuras normales de línea se utilizarán, como máximo, dos diámetros distintos para una misma estructura y no más de cuatro diámetros para la provisión de toda la línea.

En una cualquiera de las barras de un nudo se deberá utilizar solamente un diámetro de bulón.

En toda la provisión de bulones se deberá utilizar solamente una calidad de acero.

En general, en el proyecto de detalle no se admitirán bulones traccionados.

Las dimensiones de bulones, tuercas y arandelas se regirán por las normas DIN 7990, 555 y 7989, respectivamente; la calidad de la zona roscada responderá a la norma DIN 13 parte 20 calidad 6 h (ó a las normas: ASTM A394/A563/F436 y ANSI B.1.1/B.18.2.1/B.18.2.2).

Para la determinación del largo de los bulones de las estructuras se utilizará la tabla de apriete dada por la norma DIN 7990 (ó ANSI B18.2.1/B18.2.2 y ASTM A394); de ser conveniente, el CONTRATISTA PPP podrá alterar la longitud roscada, que será común para cada diámetro. En este caso se hará una adecuación de la tabla de apriete que, previa aprobación del ENTE CONTRATANTE, será utilizada para determinar la longitud de bulones de toda la obra.

La longitud de bulones se calculará con la longitud nominal de apriete; para los casos en que el espesor del paquete a unir coincida con la máxima longitud de apriete y el paquete esté formado por más de dos espesores superpuestos, se utilizará un bulón de mayor longitud.

Los bulones se asegurarán mediante el punteado de filetes contra la tuerca, para poder realizar esta operación la longitud roscada emergente del bulón no será inferior a tres (3) filetes.

Las uniones a perfiles U o I, serán con arandelas cuña normalizada (ASTM o DIN)

***4.2.3.5.2 Tensión de apriete de los bulones***

El par de apriete de bulones necesario será aplicado con torquímetro calibrado al diámetro de cada bulón, según los valores indicados en la tabla de diámetros máximos de bulones en función del ancho de ala

Tipo de bulón Ala mínima conectada Par de apriete (\*)

(mm) (kg.m)

M 12 35 4

M 16 50 10

M 20 60 20

M 22 65 27

M 24 75 35

(\*) Los pares de ajuste corresponden a bulones de calidad 5.6

***4.2.3.5.3 Dimensiones en negro y para el cincado posterior***

Las partes roscadas de bulones y tuercas deberán prepararse con los huelgos adecuados para que, luego del cincado permitan el roscado a mano, sean intercambiables y homogéneas. El roscado de las tuercas se aceptará luego del galvanizado en caliente de las mismas.

Será aceptado que las roscas de tuercas no se encuentren cincadas.

***4.2.3.5.4 Soldaduras***

Podrán utilizarse soldaduras sólo en casos excepcionales, cuando no pueda obtenerse una solución sencilla y segura mediante abulonado (presillas., suplementos, etc.).

El proyecto se ajustará a la norma ANSI/AWS D1.1, así como la simbología a utilizar.

También se observará lo siguiente:

Los cordones serán cerrados y continuos.

No se admitirá la exposición de interfases entre elementos soldados que permitan el ingreso de ácidos y por reflujo el deterioro del galvanizado.

Cuando el proyecto lleve a la ejecución de elementos con espacios cerrados por soldadura, se adicionarán agujeros, a los efectos de evitar sobrepresiones interiores durante el galvanizado.

***4.2.3.5.5 Agujeros***

Además de los agujeros necesarios para las uniones propias del reticulado, se deberán prever agujeros con otras finalidades, de acuerdo a lo que se indica a continuación:

a) Sujeción del cable de guardia y conductor

El CONTRATISTA PPP suministrará al fabricante de estructuras la información necesaria para realizar el diseño definitivo de las sujeciones del cable de guardia y conductor.

b) Agujeros necesarios para las tareas de montaje y mantenimiento

La ubicación y detalles para el diseño de los agujeros necesarios para el mantenimiento específico de las distintas estructuras serán coordinadas a través del ENTE CONTRATANTE.

Para las estructuras de suspensión se diseñarán fijaciones para sostén de aparejos en el eje de la cruceta y a 30 cm hacia adentro de las fijaciones de las fases externas. Para las suspensiones del cable de guardia y las estructuras de retención y terminales se preverán agujeros. Los mismos serán de 40 mm de diámetro y tendrán la capacidad de soportar las cargas de construcción y mantenimiento en las estructuras respectivas.

c) Agujeros para la colocación de carteles indicadores; de puesta a tierra y de protección catódica

Se deberán prever agujeros en las estructuras para la instalación de:

Carteles de peligro

Carteles indicadores de numeración de estructura y de fase (R, S, T).

La ubicación de dichos carteles se encuentra indicada en el plano “Carteles de Señalización – Ubicación”, incluido en la Sección VIII i de Planos.

Carteles antitrepado.

La ubicación de los carteles antitrepado se definirá antes de la fabricación de las estructuras.

Para las conexiones de puesta a tierra y protección catódica se preverá un agujero de 14 mm a una distancia de 500 mm del tope de la base, en las cuatro patas de las estructuras autoportantes, y a no más de 500 mm de cada fijación del cable de acero.

Antes de la aprobación para fabricación se podrán rectificar los valores arriba consignados.

d) Agujeros para balizamiento

El CONTRATISTA PPP deberá prever la realización de agujeros requeridos para la fijación de luminarias y otros elementos destinados al balizamiento en las estructuras.

***4.2.3.5.6 Juego entre bulones y agujeros***

Los diámetros nominales de los agujeros estructurales de las estructuras metálicas serán 1,5 mm mayores que los diámetros nominales de los respectivos bulones.

Los agujeros para instalación de grilletes u otros elementos similares tendrán un diámetro nominal 2 mm mayor que el diámetro del perno que ellos alojarán.

***4.2.3.5.7 Distancias mínimas y máximas para agujeros***

a) Distancias a los bordes medidas en la dirección de la fuerza en mm

La distancia mínima desde el centro del agujero al borde del perfil ó cartela, medida en la dirección de la fuerza transmitida, ó con un ángulo de hasta 45° respecto de ella, será igual a la mayor distancia que se obtiene de las siguientes expresiones:

e = 1,2 P/ Fr

e = 1,3 d

e = t + d/2

donde:

e = Distancia del centro del agujero al extremo de la barra.

P = Esfuerzo transmitido por el bulón (solicitación de tracción en la barra).

Fr = Resistencia a tracción mínima de la barra.

t = Espesor del elemento a unir.

d = Diámetro nominal del bulón.

b) Distancia a los bordes medida en la dirección normal a la fuerza en mm

fmín = 0,85 emín para perfiles laminados.

fmín = 0,85 emín. + 0,0625 Ψ para perfiles plegados.

Donde:

fmín = Distancia del centro del agujero al borde.

emín = el menor valor obtenido con las expresiones indicadas en “a”.

Ψ : Factor de reducción de unidades (en mm = 25,4)

c) Distancia mínima entre centro de agujeros en mm.

Smín = 1,2 P/Fr x t + 0,6 d.

Donde:

Smín  es la mínima distancia entre agujeros y los otros elementos tienen el significado indicado en a).

Nota: Los casos que requieran una medida de escape ésta será indicada y en ningún caso será menor que las arriba mencionadas.

***4.2.3.5.8 Prescripciones para agujeros con mayor juego***

Para casos especiales, como por ejemplo agujeros con más juego, se utilizarán las expresiones indicadas en el código ASCE.

***4.2.4 Previsiones para Escalamiento***

En las estructuras de retención y terminales y estructuras autosoportadas para cruces, dos patas opuestas diagonalmente (las patas del lado derecho cuando se mire a las caras transversales), estarán dotadas de pernos de escalamiento de diámetro 15,9 x 215 mm, con cabeza hexagonal, longitud roscada 65 mm con dos tuercas y arandela de espesor 4.8 mm, dispuestos a espacios no mayores de 400 mm entre ejes. Dichos pernos comenzarán 2,5 metros por encima del tope de la base.

***4.2.5 Sistema de Anti – Escalamiento***

El acceso a las torres por parte de toda persona, que no esté debidamente autorizada para ello por razones de servicio, esta prohibido. Por tal razón todas las estructuras deberán contar con uno o varios elementos que impidan o dificulten en grado sumo, salvo que se trate de acciones de intención manifiesta, el acceso a las torres.

## 5. MATERIALES

### *5.1 Generalidades*

En el presente Apartado se indican las características técnicas que deberán cumplir los materiales básicos empleados para la elaboración del suministro, a excepción de los correspondientes a la ejecución de bulones, tuercas y arandelas que se incluyen en el Apartado 7—Elementos de Unión y de los materiales base para el proceso de protección anticorrosiva que se indican en el Apartado 8, ambos del presente Anexo y Sección.

Las estructuras se fabricarán con perfiles y chapas de acero calmados de grano fino austenítico.

La materia prima laminada en caliente deberá ser nueva y homogénea, no debiendo presentar:

Cascarillas de laminación

Fisuras

Poros

Exfoliaduras

Inclusiones de material refractario.

Cualesquiera de estos defectos serán causales suficientes para su rechazo por parte de la INSPECCIÓN TÉCNICA. Tampoco serán aceptadas reparaciones de ninguna índole de los defectos superficiales.

Los materiales deberán acreditar legítima calidad, amparados en certificados originales o fotocopias autenticadas, donde el laminador responsable de su procesamiento acreditará los siguientes parámetros de referencia:

Nº y fecha de colada de la usina.

Valores de composición química.

Dimensiones del material.

Tonelaje.

Fecha de procesamiento.

Características y propiedades mecánicas.

### *5.2 Perfiles*

Los perfiles a emplear en las estructuras deberán ser normalizados, laminados en caliente (no se aceptan perfiles conformados en frío) y deberán cumplir con las siguientes normas:

- Características mecánicas:

F—24; F—36 según IRAM—IAS—U—500—503

F—26, sólo para perfiles “U” e “I”

- Características geométricas y tolerancias de laminación:

Perfiles “U” de según IRAM—IAS—U—500—509

alas inclinadas

Perfiles “I” de alas según IRAM— 1 IAS—U-500—511

inclinadas

Perfiles “L” de según IRAM—IAS—U—500- 558 Serie en pulgadas exclusivamente alas iguales

Planchuelas según IRAM-IAS—U—500—657

### *5.3 Chapas*

Las características mecánicas, geométricas y tolerancias de chapas de fabricación nacional deberán ajustarse a lo regulado por la norma IRAM—IAS—U 500—042, Calidades F—24 y F—36.

## 6 TECNOLOGIA DE FABRICACION - PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

### *6.1 Selección*

La secuencia de mecanizado de los elementos del suministro solamente tendrán curso de iniciación cuando se hubiese cumplimentado la selección previa del material, sobre la base de:

* + 1. Verificación de inexistencia de defectos superficiales según lo estipulado en el Apartado 5.1 de la presente especificación.
    2. Identificación clara y precisa de los aceros, en concordancia con las calidades previstas.
    3. Verificación de las características físico—químicas.

### *6.2 Enderezado*

Los perfiles deberán tener aristas rectas y alas planas. Si la falta de rectitud del material en bruto lo tornara no mecanizable o no permitiera cumplir las tolerancias de estas especificaciones, el enderezado podrá ser realizado en frío mediante el empleo de prensas hidráulicas (cuyos registros y comandos sean sensitivos y ejerzan presiones controladas), o bien mediante la aplicación de trenes de rodillos. De manifestarse la necesidad de enderezados locales y puntuales, previa aprobación de la INSPECCIÓN TÉCNICA actuante, podrá hacerse uso de mazas y/o herramientas similares.

Los procesos mecánicos aplicados para el enderezado no deberán dañar o producir modificaciones en la superficie, ni introducir alteraciones en la estructura metalográfica del material.

Se tendrá especial cuidado en el acopio de materiales antes y después del mecanizado, para evitar alabeos.

### *6.3 Corte*

El corte de elementos estructurales, sean perfiles o chapas, deberá realizarse teniendo en cuenta las siguientes indicaciones:

Las superficies de los cortes serán planos perpendiculares a las caras de los elementos.

Los bordes serán terminados cuidadosamente, debiendo estar libres de rebabas, filos u ondulaciones.

Los procesos mecánicos aplicados deberán ser- preferentemente en frío, por medio de cizallas, sierras o tranchas. Los métodos de tipo oxicorte deberán ser por implementación del tipo mecánico pantográfico o por control numérico. Quedará sujeto a previa autorización del ENTE CONTRATANTE la aplicación de oxicortes de accionamiento manual.

Los cortes realizados mediante oxicorte serán ejecutados con un mínimo de 3 mm por sobre la medida nominal, ajustándose luego por amolado, cepillado u otro procedimiento, a la medida de plano.

Este tratamiento de los bordes con amolado y / o cepillado, está previsto para los casos de uso de oxicortes que generen cortes con rebabas fuera de plano, deposición de material residual fundido o altas concentraciones de temperatura.

No se admitirán los bordes de laminación como bordes de cartelas, aún cuando sean terminados por amolado, debiendo descartarse no menos de 25 mm.

### *6.4 Doblado*

En virtud de las condiciones que impongan el diseño, podrán requerirse piezas que demanden ángulos de doblado de diferente magnitud.

Los procedimientos empleados para la ejecución de los doblados serán los siguientes:

* Piezas de pequeños ángulos de hasta 5º en perfiles y 15º en chapas: se podrán doblar en frío; aún cuando sea en una o dos direcciones. Para garantizar una deformación uniforme se requerirá el empleo de matrices de conformación.
* Piezas de ángulos grandes: se deberán calentar en forma indirecta en hornos o muflas cuya temperatura sea controlada. El rango impuesto de trabajo deberá oscilar entre los 650°C y 900°C, debiendo observarse una coloración próxima al rojo cereza. Deberá suspenderse la operación cuando el acero llegue al rojo oscuro. No podrá repetirse el calentamiento más allá de tres veces consecutivas como secuencia de trabajo sobre el mismo componente. Aún con la aplicación de temperatura, el conformado en caliente, independientemente del número de direcciones del doblado, deberá ejecutarse empleando matrices de conformación que impidan deformaciones o deterioros.

En ambos procesos de doblado, el radio de doblado mínimo interno deberá ser igual o mayor que tres veces el espesor de la pieza.

### *6.5 Agujereado*

Los agujeros a realizarse sobre los componentes deberán ajustarse a lo siguiente:

Deberán ser cilíndricos y perpendiculares a las superficies.

Los bordes deberán ser de corte limpio y sin rebabas ni rasgaduras.

Los agujeros próximos a la zona de doblado se efectuarán con posterioridad al mismo.

Los agujeros podrán realizarse mediante taladro o punzón.

En las piezas cuyos espesores sean mayores a 16 mm, el agujereado deberá realizarse con taladro únicamente.

Se permitirá el punzonado previo al taladrado hasta un diámetro 3 mm menor que el agujero terminado.

Las piezas de hasta 16 mm de espesor podrán ser agujereadas por punzonado, sin que se aprecien distorsiones que impliquen cambio de espesor en las piezas. Para ello, se deberá realizar una frecuente supervisión de filo en punzones y ajustes de matrices.

Para los agujeros resultantes por punzonado, los diámetros mínimos permitidos serán:

Piezas de materiales con fluencia menor o igual que 2400 daN: D t.

Piezas de materiales con fluencia mayor o igual que 3600 daN: D (t+1,5 mm.)

donde:

D = Diámetro del agujero

t = Espesor del material a punzonar

La conicidad y tolerancia de los agujeros deberán cumplir con lo establecido en el Apartado 6.8.

No se aceptará:

* El rellenado de agujeros mal realizados.
* Microfisuras o minigrietas producidas por desgarro debido a herramental desafilado o en estado deficiente.
* Aplastamiento o cambios de sección, por exceso de impacto, sobre las piezas agujereadas por punzonado.

### *6.6 Soldadura*

Las soldaduras se ejecutarán de acuerdo con el Código ANSI/AWS D1.1.

Los electrodos y procedimientos de soldadura a utilizar dependerán de las propiedades físicas del material base y de los espesores de los elementos a unir. Preferentemente se utilizarán electrodos de bajo contenido de hidrógeno

Los electrodos y la tecnología de soldadura a emplear deberán responder a la norma antes mencionada.

Antes del comienzo de las tareas el Fabricante deberá presentar los Procedimientos de Soldadura a utilizar y los controles de calidad de las ejecuciones para la aprobación del ENTE CONTRATANTE.

En dicho procedimiento se deberá suministrar, como mínimo, la siguiente información:

* Preparación de superficies.
* Precalentamiento si corresponde.
* Tipo de electrodo, según la posición de soldado y al proceso a emplear
* Cantidad de pasadas
* Secuencia de pasadas y sentidos de avance.
* Terminación superficial.

Deberán resultar cordones lisos y continuos, sin inclusiones ni poros. Las secuencias y sentidos empleados serán tales que no produzcan alabeos, deformaciones o esfuerzos internos por diferencias térmicas.

La INSPECCIÓN TÉCNICA del trabajo de soldadura consistirá, además de la inspección visual, en la ejecución de ensayos no destructivos sobre piezas terminadas o en terminación y, excepcionalmente, ensayos destructivos.

La frecuencia y tipo de los ensayos a realizar quedarán a exclusivo juicio del ENTE CONTRATANTE y, en el caso de ser ensayos no destructivos, podrán ser exámenes de ultrasonido, de tintas penetrantes y eventualmente radiográficos.

### *6.7 Identificación y Marcación*

Los elementos (perfiles, chapas, conjuntos soldados) se deberán identificar con una combinación de números y letras, grabadas por estampado en frío, que indiquen:

a) Tipo de estructura (SA, RA30, RA60 y TA45)

b) Número de posición del elemento (de acuerdo a plano)

c) (D) derecha; o (I) izquierda y calidad del material

d) Cuño del fabricante

e) Número de colada del material (combinación de dos letras a definir por control de calidad del fabricante de estructuras; podrá estar a continuación del campo “d” o en el extremo de la barra).

f) A las posiciones de las estructuras prototipo que serán ensayadas, se les agregará la letra “P”

Dicha combinación coincidirá con la indicada en los planos constructivos que hayan sido aprobados, siendo las características y condiciones de identificación las siguientes:

* Se realizará con cuños de caracteres de no menos de 16 mm de altura, de forma tal que su impronta sea legible luego del galvanizado y su profundidad no altere la sección resistente. No será permitido el regrabado. Las improntas transcriptas erróneamente deberán borrarse por amolado superficial.
* Los elementos idénticos deberán tener la misma designación, debiendo la marca grabada colocarse en el mismo lugar de modo tal que sea visible, aún luego de montada la posición en la estructura (o sea hacia el exterior, hacia arriba y cerca del extremo inferior).
* Los elementos de longitudes mayores de 5 metros se identificarán con marcas en ambos extremos, aproximadamente a 400 mm de los mismos.
* Los elementos de acero de alta resistencia deberán llevar grabada, como identificación accesoria, la letra “H” mayúscula.
* El proceso de grabado deberá ser anterior al proceso anticorrosivo de galvanizado por inmersión en caliente. No se aceptarán elementos grabados “a posteriori” del galvanizado.

### *6.8 Tolerancias de Fabricación*

Las piezas y conjuntos componentes elaborados deberán ajustarse en un todo a las tolerancias dimensionales de fabricación indicadas a continuación. Cuando sea necesario utilizar tolerancias diferentes, éstas deberán indicarse en los planos correspondientes.

Dichas tolerancias se establecen para piezas y componentes sin galvanizar, siendo la rectitud de las barras y los ángulos de doblez las únicas variables dimensionales a tomar en cuenta “a posteriori” del tratamiento de protección anticorrosiva.

* Rectitud de perfiles

Flecha máxima: 2/1000 de la longitud entre centros de nudos que impidan el pandeo de la pieza.

* Longitud de barras

Se supeditará a la sumatoria de las distancias entre agujeros extremos y las distancias a bordes.

* Distancias:

Entre agujeros en general: ± 1,6 mm

Entre el conjunto de agujeros de una misma unión,ubicados en una o ambas alas: ± 0,8 mm

Entre agujeros a bordes cortados:

a) Para barras: —0; + 3mm

b) Para chapas: —0; + 4mm

* Gramiles

En general: ± 0,8 mm

Adicionalmente se deberá verificar que, para los agujeros de una misma unión, la máxima diferencia entre los errores en los valores medidos, con su signo, no supere 0,8 mm.

En el proyecto de detalle se contemplarán los posibles sobreespesores de laminación y galvanizado, como así también la acumulación de tolerancias en ambas piezas unidas.

* Diámetros de agujeros:

En general para agujeros taladrados: (diámetro nominal del bulón) + (1,5±0,2) mm.

Condiciones para agujeros resultantes por punzonado, en función del diámetro del agujero (D), espesor del material (t) y calidad y/o espesor de material:

a) Calidades F24; D = t **≤** 16 mm.

b) Calidades F36; D — 1,5 **=** t 16mm.

CUADRO DETERMINANTE DE CONICIDADES Y JUEGOS ADMISIBLES PARA AGUJEROS PUNZONADOS

Espesores (t) a punzonar (mm) 3,2 4,8 6,4 7,9 9,5 12,7 15,9

Conicidad admitida (mm) 0,3 0,3 0,4 0,4 0,5 0,6 0,8

Juego máximo respecto 1,7 1,7 1,7 1,7 1,8 1,9 2,1

del D del bulón (mm)

Juego mínimo respecto 1,3 1,3 1,3 1,3 1,3 1,3 1,3

del D del bulón (mm)

Juego medio máximo 1,7 1,7 1,7 1,7 1,7 1,7 1,7

respecto del D

del bulón (mm)

Perpendicularidad: Como regla práctica, deberá poder comprobarse que un cilindro de diámetro igual al diámetro nominal del agujero, menos 0,3 mm y con una tolerancia de ±0,02mm posicionado dentro del agujero, verifica la perpendicularidad respecto de las caras de contacto del conjunto, mediante el empleo de una escuadra.

Ángulos de doblez:

a) Caso general de doblez, en chapas y perfiles: 6:300

b) Doblez de perfiles con empalme con cubrejunta: 3:300

c) Doblez de perfiles con empalme por solape: 2:300

d) Aperturas y cierres de alas de perfiles: 5:30

## 7 ELEMENTOS DE UNION

### *7.1 Bulones, Tuercas y Arandelas*

En todas las uniones se utilizarán bulones, tuercas y arandelas según lo indicado en el Apartado 4.2.3.5.1 de la presente especificación

### *7.2 Protección Anticorrosiva*

La protección anticorrosiva será realizada mediante la aplicación de cinc por inmersión en caliente, según la norma ASTM A—153 de acuerdo a lo especificado en el Apartado 8 siguiente.

### *7.3 Tolerancias de Fabricación*

Los procesos de fabricación deberán ajustarse a los efectos de cumplimentar las tolerancias indicadas en las normas antes mencionadas.

El inicio de la fabricación de los conjuntos bulón - tuerca y arandela quedará supeditado a la aprobación por parte del ENTE CONTRATANTE de una previa especificación técnica, donde se incluirán las características e informaciones necesarias para obtener una fabricación ajustada a las normas, dimensiones y tolerancias expresadas en mm para los tamaños de bulones a emplear.

## 8 PROTECCION ANTICORROSIVA

### *8.1 Generalidades*

Este Apartado indica específicamente los requerimientos, características, metodologías y limitaciones impuestas al proceso de galvanizado por inmersión en caliente, que obrará como protección anticorrosiva de las estructuras.

### *8.2 Materiales a emplear*

#### 8.2.1 Materia Prima

Se deberán emplear lingotes de zinc de calidad tal que los niveles de impurezas individuales no alteren las características del recubrimiento, tales como: aspecto, espesor y estructura.

La calidad del lingote de zinc para galvanización deberá responder a algunas de las siguientes normas alternativas:

* GOB (Good Ordinary Brands)

Donde el porcentaje de plomo está en el orden del 1 al 1.5% (Zn4 en BS—3436) o su equivalente para la norma BS—37301 1ra. Revisión, para la denominación Zn 98,5%.

Prime Western C. de ASTM B—6, Tabla 1, cuya composición química responde a los siguientes porcentajes:

Mínimo por diferencia Máximo

Tenor de Zinc 98%  
 Tenor de Plomo 1,4%  
 Tenor de Cadmio 0,2%  
 Tenor de Hierro 0,05%

* IRAM 576 — Cinc en Lingotes—Calidad S—2
* ABNT—EB—302 — Cinc primario—Especificaciones

Lo dicho con respecto a los porcentajes de impurezas del cinc se refiere al cinc como materia prima o cinc de primera fusión.

También serán verificados los porcentajes de las impurezas en el cinc de la cuba, o cinc de segunda fusión, expresados en %: Al=0,038 máx.; Fe=0,06 máx.; Pb=1,5 máx.; Zn=98 min.

### *8.3 Tecnología y Procedimientos de Producción (Proceso)*

Se dará gran importancia a la preparación de las superficies a tratar. No se admitirán superficies con grasas, aceites, óxidos y pinturas.

Por lo expuesto serán considerados parte del proceso los siguientes tratamientos:

Tratamientos preliminares:

* Desengrase
* Granallado (ver nota)
* Decapado
* Fluxado
* Secado o precalentamiento.

Inmersión del material en cinc fundido

Tratamientos posteriores:

* Enfriado
* Pasivado o cromatación superficial

Nota: El tratamiento de granallado resulta indicado para la eliminación de escorias de soldaduras, preparación de piezas de fundición en hierro maleable y gris.

### *8.4 Características Requeridas de la Capa de Cinc*

La capa de recubrimiento de cinc deberá cumplir con las condiciones siguientes:

#### 8.4.1 Uniformidad del Recubrimiento

Cualquiera de los componentes y/o piezas deberá soportar, según se indica, las cantidades de inmersiones de un minuto cada una, en una solución de sulfato de cobre (Ensayo de Preece) antes de materializarse un depósito adherente de cobre y luego de haberse desalojado el zinc.

|  |  |
| --- | --- |
| **Componentes y/o Piezas** | **Número de Inmersiones** |
| Bulones, tuercas, arandelas de diámetro M16 o inferiores y otros elementos menores no especificados | 5 (cinco) |
| Bulones, tuercas, arandelas de diámetro M20 o mayores. Espesores y/o suplementos | 7 (siete) |
| Perfiles, chapas y demás componentes con espesores mayores a 4,8 mm | 7 (siete) |

Los ensayos serán practicados según las normas ASTM A—123 y A—239.

#### 8.4.2 Adherencia de la Capa de Cinc

La capa de cinc deberá presentar una adherencia firme al material base.

La tendencia a la exfoliación del recubrimiento se determinará preferiblemente por medio del martillo basculante, ensayo cuya práctica se efectuará según norma ASTM A—123.

Alternativamente, se podrá usar el método del cuchillo.

#### 8.4.3 Espesores y Masa del Recubrimiento

Los espesores y masas de recubrimientos mínimos exigibles estarán de acuerdo a las normas ASTM—A—123, A—153 y A—394, respectivamente.

Componente y/o Pieza Masa de Espesores

Recubrimiento

(g/m2) (micrones)

A B A B

Fundiciones: 610 550 85 77

Perfiles, barras y 610 550 85 77

chapas de espesor

menor o igual que

4,8 mm

Perfiles, barras 700 610 98 85

chapas de espesor

mayor que 4,8 mm

Bulones y tuercas de 500 460 70 64

diámetros mayores

a 9,52 mm. Arandelas

espesor entre

4,76 y 8,00 mm

Bulones y tuercas de 305 259 44 37

diámetros menores o

iguales a 9,52 mm.

Arandelas espesor

menor a 4,76 mm

Donde:

Condición A: Indica el valor mínimo del promedio de todos los valores obtenidos sobre las muestras extraídas de un lote.

Condición B: Indica el valor mínimo individual de cualquier muestra extraída de un lote.

Las prácticas de laboratorio, ejecución de los ensayos y cálculos requeridos para la determinación de la masa del recubrimiento y su uniformidad, serán efectuados según las normas ASTM—A—90, A—123 y A—239, respectivamente.

Se admitirá también el cálculo de espesores aplicando la siguiente equivalencia: 0,143micrones corresponden a 1 g/m2.

#### 8.4.4 Requerimientos de Aspecto. Apariencia y Técnicas Operativas complementarias al Tratamiento

A fin de ampliar y esclarecer las condiciones de calidad requeridas en el tratamiento de protección anticorrosiva, se destaca lo siguiente:

***8.4.4.1 Aspecto o Apariencia Visual***

El recubrimiento deberá ser liso, continuo y presentar una cierta tonalidad de brillo.

Deberá estar exento de imperfecciones tales como:

* Áreas sin revestimiento
* Manchas de óxido.
* Rugosidad generalizada
* Recubrimiento irregular (granulosidades, gotas y chorreaduras).
* Corrosión blanca.
* Ampollas.

***8.4.4.2 Técnicas Operativas Complementarias al Tratamiento.***

a) Cada pieza será tratada en una sola inmersión, no permitiéndose la aplicación del tratamiento por partes.

b) Las patas de fundación (stubs) se galvanizarán por completo en toda su extensión para evitar los posibles escurridos de óxido de la parte no tratada (o sea la extensión que se empotra en el macizo de hormigón), sobre la tratada.

c) No será permitido el uso de herramientas o útiles tales como limas y/o rasquetas.

d) No se admitirá una reducción del diámetro de los agujeros por acumulación de cinc en más de 0,5 mm. De producirse, no se permitirá la apertura por escariado o limado. Será permitido en cambio el empleo de accesorios sobre el cinc fundido tales como trefiladores de vapor y/o aire comprimido, paños y/o sogas de amianto u otros métodos que no perjudiquen el cincado.

e) No se permitirá el mecanizado sobre piezas componentes ya galvanizadas, a excepción de:

* Enderezado de chapas y perfiles por deformaciones resultantes del tratamiento de galvanizado, debiendo restaurarse la rectitud por empleo de prensas hidráulicas de presión controlada, cuidando no dañar las superficies galvanizadas.

Serán de aplicación las tolerancias de rectitud de barras establecidas en el Apartado 6.8 de la presente especificación.

* Ajustes de ángulos de doblez y cierres o aperturas de alas.

Se empleará un proceso similar a lo expuesto para el enderezado.

* Ejecución de roscas en las tuercas

Podrán ejecutarse “a posteriori” del tratamiento de galvanizado, debiendo guardarse las tolerancias originales de fabricación, según el Apartado 4.2.3.5.3 de la presente especificación.

f) A los artículos o piezas pequeñas se les aplicará una centrifugación a los efectos de eliminar el exceso de cinc, inmediatamente después del tratamiento de galvanizado, mientras el recubrimiento está todavía fundido.

g) Los excesos de galvanizado que no puedan eliminarse por centrifugación, podrán removerse mediante un cepillo de alambre de aplicación manual o mecánica, inmediatamente después de la galvanización y antes de que el recubrimiento solidifique. Este tratamiento tiende a reducir el espesor y por lo tanto el valor protector del recubrimiento, debiendo por consiguiente limitarse exclusivamente a las partes roscadas.

h) No será permitido el empleo de soluciones, tintas y/o pinturas para efectuar reparaciones sobre áreas galvanizadas con defectos o imperfecciones, sin la autorización previa del ENTE CONTRATANTE.

i) Se deberá tener especial control sobre las temperaturas de los baños de decapado y de cinc, a los efectos de no producir fragilidad del material base. A tal efecto se tendrá en cuenta lo establecido en las Norma ASTM A-143.

## 9. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

### *9.1 Introducción*

El control de calidad de la producción será realizado mediante la ejecución de los siguientes ensayos:

- Ensayos de rutina o fabricación.

- Ensayos de remesa o aceptación.

### *9.2 Definiciones*

A los efectos de expresar en un idioma común los conceptos básicos del presente Apartado, serán de aplicación las siguientes definiciones:

a) Ensayos de rutina o fabricación

Es el conjunto de acciones de control que el CONTRATISTA PPP debe desarrollar por sí mismo sobre los materiales que conforman el suministro.

Dichas acciones deberán estar explicitadas dentro del “Plan de Gestión de Calidad”, el que estará encuadrado en el documento denominado “Manual de Gestión de la Calidad”.

b) Ensayos de remesa o aceptación

Es el conjunto de acciones que, en presencia de la INSPECCIÓN TÉCNICA, se realiza sobre un conjunto de unidades completas, de un mismo ítem de un suministro de las Planillas de Propuesta.

### *9.3 Sistema de Control de Calidad*

***Documentación de Calidad***

El fabricante deberá demostrar fehacientemente la adopción de un Sistema de Gestión de la Calidad que cumpla con los requisitos establecidos en la Sección VIII m2 del presente Pliego.

#### 9.3.1 Ensayos de Rutina ó Fabricación

En procura de ampliar conceptualmente los objetivos del Plan de Control de Calidad, se indica a continuación la información básica que, como mínimo, deberá comprender:

a) Diagramas de procesos—Etapas de control (Plan de inspección y ensayos)

Ordenamiento secuencial de los procesos de fabricación, donde quedarán establecidas las etapas de control, las características a controlar y la descripción de los medios con que se efectuará dicho control. En este documento, el ENTE CONTRATANTE fijará su participación indicando los puntos de presencia o de detención obligatoria. En el mismo deberán estar indicados:

* Características a cumplir por el suministro con sus respectivas tolerancias, ensayos de laboratorio, etc.
* Normas de muestreo y niveles de calidad (AQL).
* Sector responsable que efectuará cada control e instrumental que deberá aplicarse en cada operación.

Dentro de los Diagramas de Proceso se considerarán, como mínimo, las siguientes Etapas de Control:

* Recepción de materia prima

El CONTRATISTA PPP identificará y controlará todo el material ingresado. Para avalar la ejecución de los controles, el CONTRATISTA PPP deberá contar con la siguiente documentación:

* Boletas de ingreso de material con la respectiva identificación, número de colada, cantidad de material ingresado, fecha de ingreso y número de remito. Ubicación, número de stock, etc., de manera de poder ubicarlo e identificarlo rápidamente con facilidad.
* Certificados de calidad.
* Registro de Inspección de materiales.

Si la INSPECCIÓN TÉCNICA se realiza por muestreo, éste se ejecutará bajo los lineamientos de la norma IRAM 15 o norma equivalente.

La norma, el plan de muestreo, el nivel de inspección y el nivel de calidad aceptable (AQL) se indicarán en los procedimientos de recepción de materiales respectivos.

Registro de muestras y de partidas aprobadas y rechazadas. Proceso de fabricación

* Proceso de fabricación.

El CONTRATISTA PPP deberá controlar el proceso de fabricación siguiendo las indicaciones incluidas en el diagrama de proceso o plan de inspección y ensayos.

Los tipos de controles a realizar serán visuales, dimensionales, funcionales, ensayos destructivos y no destructivos, para verificar que el suministro cumple con los requerimientos y especificaciones contractuales.

Cuando la INSPECCIÓN TÉCNICA directa no sea factible o resulte dificultosa, se deberán monitorear los métodos de proceso.

Los artículos que no presenten conformidad con los requerimientos contractuales se considerarán rechazados, debiéndose identificarlos clara y correctamente, y se los eliminará del ciclo de fabricación.

Si el control es por muestreo se deberá acuñar en forma indeleble los artículos a los cuales se les realizó el control.

Todos los ensayos o controles realizados por muestreo se ejecutarán bajo los lineamientos de la norma IRAM 15.

La norma, el plan de muestreo, el nivel de inspección y el nivel de calidad aceptable (AQL) se indicarán en los procedimientos de ensayos respectivos.

* Inspección final

El CONTRATISTA PPP deberá asegurarse que cada lote haya sido inspeccionado, en todos los puntos de control, antes de someterlo a la INSPECCIÓN TÉCNICA de aceptación por parte del ENTE CONTRATANTE. Se deberá indicar en el plan de inspección y ensayos, como mínimo, lo siguiente:

* + - Características a cumplir por la provisión con sus respectivas tolerancias, ensayos de laboratorio, etc.
    - Sector responsable que efectuará cada control e instrumental que deberá aplicarse en cada operación.

b) Cronograma de tareas

El cronograma de tareas correspondiente al Plan de Control de Calidad deberá tener suficientes detalles como para permitir la total participación de la INSPECCIÓN TÉCNICA, en todas las tareas que ella juzgue conveniente.

c) Procedimientos, especificaciones e instrucciones de inspección y control

Todas las tareas que realice el personal del CONTRATISTA PPP, en lo relativo a los controles de calidad, se regirá por procedimientos escritos.

d) Requerimientos de control de calidad para Subcontratistas

El Plan de Control de Calidad se hará extensivo a los eventuales Subcontratistas, siendo el CONTRATISTA PPP responsable de las acciones que realicen los mismos, debiendo extender y/o adecuar a cada uno de ellos los requerimientos de calidad del Plan con la aplicación de los respectivos controles, estableciendo la respectiva participación y la relación funcional entre ambos.

e) Características de equipos de medición y máquinas de ensayos

El CONTRATISTA PPP deberá disponer de la documentación pertinente y probatoria donde conste el estado de calibración, la frecuencia de su verificación y la descripción del método de todo el equipamiento afectado al control de calidad para la fabricación de las estructuras.

Los aparatos de medición empleados tales como balanzas, medidores de espesores, micrómetros, calibres, cintas métricas, máquinas de tracción, etc., serán calibrados periódicamente, siendo obligatoria la presentación de los certificados de contraste, que no deberán tener una antigüedad mayor de SEIS (6) meses.

Dichos certificados de contraste deberán ser emitidos por laboratorios de renombre, quedando al sólo juicio del ENTE CONTRATANTE la aceptación de los entes que avalen dichos certificados.

f) Procesos de fabricación especiales.

g) Controles de documentación.

h) Registros de calidad

El CONTRATISTA PPP mantendrá registros de calidad que evidencien que los resultados están encuadrados dentro de los requerimientos contractuales.

Como mínimo estos registros incluirán:

Certificados de calidad de materia prima.

Protocolos de ensayos de lotes de materia prima, de componentes semielaborados y de partidas terminadas y, en general, de cualquier tipo de acción.

Toda acción realizada sobre algún elemento del suministro, deberá generar un registro en un formulario específico donde se deberán documentar todos los datos del elemento y de la acción en sí misma.

Cuando se ejecuten acciones de naturaleza excepcional no previstas, se deberá adjuntar al protocolo un informe de ejecución.

Todo protocolo deberá reflejar, en forma clara y concreta, lo siguiente:

* Identificación del protocolo (numeración secuencial).
* Lugar y fecha de la acción.
* Identificación de los procedimientos y/o normas y/o especificaciones a emplear en las acciones, etc.
* Identificación del equipo utilizado en la ejecución de la tarea.
* Operador del equipo utilizado.
* Identificación del lote de materiales sometido a ensayos, indicando el número de partida, lote y características especiales.
* Identificación de la documentación complementaria (informes de laboratorios y de ensayos, disconformidades, etc., según corresponda).
* Registro de todos los parámetros relevados en el control. Para la producción seriada el CONTRATISTA PPP podrá proponer un registro simplificado sujeto a la aprobación del ENTE CONTRATANTE.
* Información sobre la muestra representativa (consignándose únicamente lo requerido específicamente para la tarea, por ejemplo: dimensiones de probetas para el ensayo de tracción, etc.).
* Resultados de las acciones.
* Dictamen de aprobación o rechazo.
* Observaciones.
* Firmas de los actuantes.
* Registro de aceptación y/o rechazos por proveedor y/o Subcontratista y por lote de cada partida.
* Informe o reporte de novedades.
* Protocolos de ensayos de remesa.
* Listado de normas y/o especificaciones aplicables.
* Informes de auditorías.
* Informes de acciones correctivas.
* Reportes e informes de no-conformidad.
* Registro de control de recepción y envío de documentación de control de calidad.
* Registro de calificación de procedimientos de soldadura.
* Registro de calificación de soldadores y/u operadores de máquinas de soldar.
* Registro de emisión de procedimientos.
* Registro de participación del sector de control de calidad en la emisión de documentos de otros sectores.
* Registro de aprobación de documentación de control de calidad de los Subcontratistas.
* Registro de firmas y altas y bajas del personal:

i) Listado de personal actuante, antecedentes de cada uno y descripción de tareas.

* Listado de personal de cada departamento con la firma completa, firma abreviada, cuño (si corresponde), fecha de alta y baja. Este listado deberá actualizarse a medida que se produzca una baja o una alta; se confeccionará teniendo en cuenta todo el personal que firme documentación o aplique su cuño.
* Registro del personal de control de calidad
* Listado de personal actuante, antecedentes de cada uno y descripción de tareas.
* Registro de calificación de proveedores y/o subcontratistas.

j) Registros y controles de los estados de las inspecciones.

El CONTRATISTA PPP deberá:

* Proveer los medios para asegurar que las inspecciones y ensayos requeridos sean realizados y que la aceptabilidad del producto con respecto a las inspecciones y ensayos realizados sean conocidos en todos los sectores donde estén dispuestos los artículos.
* Establecer y mantener un sistema de indicadores de estado (etiquetas o sellos, etc.), que demuestren la aceptación, rechazo u otro estado de los artículos.
* Indicar la identidad del CONTRATISTA PPP y su inspector en dichas etiquetas, sellos, etc.
* Proveer las medidas a tomar para el control de los indicadores de estados de inspecciones.
* Determinar la autoridad para aplicar o quitar los indicadores.

k) Procedimientos para el Reemplazo de Elementos Rechazados

A los efectos de cumplimentar lo indicado en este punto, el CONTRATISTA PPP deberá emitir procedimientos de control de calidad en el proceso de fabricación y galvanizado para el reemplazo de elementos rechazados, los que deberán contemplar la verificación de la totalidad de los elementos, sin considerar los muestreos previstos.

l) Auditorias de Calidad

El ENTE CONTRATANTE dispondrá de representantes y/o inspectores que realizaran auditorias, como una herramienta de gestión para el seguimiento y verificación de la implementación efectiva de los sistemas de gestión de calidad de las provisiones.

Estos deberán cumplir con los requerimientos de la norma IRAM-ISO 9001:2008.

A tal efecto se desarrollará un proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias y evaluarlas objetivamente a fin de determinar hasta qué punto se cumple los requerimientos.

Los auditados deberán poner a disposición de los representantes y/o inspectores de toda la documentación e información requerida para llevar a cabo exitosamente las citadas auditorias.

Los objetivos serán los siguientes:

* Determinación del grado de conformidad del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) del auditado
* Evaluación de la capacidad del SGC para asegurar el cumplimiento de los requerimientos contractuales
* Evaluación de la eficacia del SGC para lograr los objetivos especificados
* Identificación de áreas potenciales de mejora del SGC.

**Tipos de Auditorias**

Está previsto realizar dos tipos de auditorias:

* Auditorias de sistema: Serán realizadas al inicio de cada subcontrato de provisión y con posterioridad, si los resultados de auditorías de proceso o problemas en las entregas mostraran indicios de que el proveedor estuviera teniendo fallas sistémicas.
* Auditorias de proceso: Serán realizadas mientras dure el subcontrato de provisión.

**Frecuencia de Auditorias**

Esta previsto realizar como mínimo una auditoria mensual en las fábricas de cada subcontratistas mientras dure la fabricación de materiales y/o productos.

**Programa de auditorias**

Se elaborará un cronograma mensual de visitas que contemplará:

* Cronograma de fabricación, programa de verificaciones de ensayos y pruebas, de manera que la auditoria coincida con etapas estratégicas del proceso.
* Necesidad de realizar más de una visita a las fábricas que presenten algún riesgo en cuanto a cumplimientos de entrega o de calidad, para cuya evaluación se considerará los resultados de auditorias anteriores y los informes de problemas en el desarrollo de la obra.

m) Reportes de no-conformidad

El CONTRATISTA PPP será responsable por la disposición de todo el material no conforme, incluyendo el de los subcontratistas. Por consiguiente, deberá establecer un sistema para el efectivo control del material no conforme. Si la disconformidad es menor, la desviación podrá ser superada sin alteraciones de diseño, ya sea por trabajos o reemplazos inmediatos.

Si la disconformidad es mayor, o sea que la desviación no permite dar cumplimiento a los requerimientos contractuales, deberá someterse a la aprobación del ENTE CONTRATANTE la acción correctiva que se estime más adecuada.

El material que resulte rechazado no podrá ser utilizado por ningún motivo en otra parte del suministro y será segregado, con una marca indeleble de rechazo, en un “parque cerrado” del CONTRATISTA PPP.

n) Acciones de orden correctivo

El CONTRATISTA PPP deberá establecer y mantener sistemas tales que:

* Identifiquen cada lote desde la recepción, durante las distintas etapas del proceso, hasta la terminación del producto.
* Asignen a cada lote una única identificación.
* Registren la identificación en todo el proceso de fabricación, inspección y ensayos.

Cuando en el ciclo de fabricación se observen lotes sin identificar o cuya identificación no sea expresamente clara, la INSPECCIÓN TÉCNICA los considerará “rechazados”, eliminándolos del ciclo productivo.

o) Manipuleo, almacenaje y expedición

El CONTRATISTA PPP deberá establecer y mantener un sistema de control del manipuleo, almacenaje y expedición para preservar los materiales de eventuales daños.

El almacenaje o estiba deberá asegurar el mantenimiento de la calidad del producto.

p) Croquis de control dimensional

El CONTRATISTA PPP deberá confeccionar un croquis para cada posición de la estructura, que permita realizar con facilidad el control dimensional de la pieza fabricada. En este croquis se indicarán las dimensiones nominales, máximas y mínimas de cada medida susceptible de ser controlada.

#### 9.3.2 Armado en Fábrica

Antes de comenzar el proceso de producción en serie se verificará el ajuste de las distintas posiciones que conformen las estructuras, su intercambiabilidad y las facilidades de montaje. A tal efecto, el CONTRATISTA PPP montará en posición horizontal y en presencia de la INSPECCIÓN TÉCNICA, una estructura completa galvanizada de cada tipo, incluyendo sus extensiones.

El CONTRATISTA PPP deberá efectuar las modificaciones que sean necesarias para mejorar el armado, como así también las decididas durante los ensayos de prototipos.

Estas modificaciones deberán ser incluidas en los documentos de proyecto y serán de aplicación en la fabricación de todas las estructuras involucradas.

Comenzado el proceso de producción en serie, el CONTRATISTA PPP deberá realizar verificaciones de intercambiabilidad de piezas producidas, en forma periódica, mediante la prueba de elementos sobre la estructura premontada, Apartado 9.3.3.3 de la presente especificación.

El premontaje de esta estructura no podrá ser suplantado por el montaje de la estructura prototipo para ensayo de carga.

#### 9.3.3 Ensayos de Remesa o Aceptación

El ENTE CONTRATANTE comprobará la calidad garantizada mediante la ejecución de los ensayos de remesa o aceptación. La práctica de los mismos se efectuará según y conforme a lo siguiente:

Todos los ensayos y controles que se indican en este Apartado se efectuarán sobre la remesa ordenada y con almacenamiento preliminar.

La remesa deberá estar constituida por un conjunto de unidades completas, de un mismo ítem de suministro de las Planillas de Propuesta, que se presentarán para su aprobación de una sola vez.

El volumen de la remesa deberá guardar relación con las cantidades mensuales que fueran comprometidas por el CONTRATISTA PPP en su Cronograma de Fabricación y Entrega, adjunto a su Oferta.

El CONTRATISTA PPP no deberá presentar para su aprobación remesas sobre las cuales no haya cumplimentado, por sí mismo, todos los ensayos y controles de rutina, desde la verificación de la materia prima hasta las comprobaciones de montaje, pasando por los demás controles y ensayos intermedios.

***9.3.3.1 Niveles de Ensayo***

Los ensayos se realizarán por el sistema de doble muestreo. Existirán tres (3) niveles de ensayo, a saber:

* Nivel 1

Consistirá en:

— Comprobación de cantidades mediante control físico.

— Examen visual del material.

— Verificación de características mecánicas.

— Verificación de composición química.

* Nivel 2

Consistirá en:

— Examen visual de mecanizado y control de soldaduras

— Verificación dimensional

— Verificación de ensamble y/o intercambiabilidad de componentes

* Nivel 3

Consistirá en:

— Examen visual de la protección anticorrosiva.

— Verificación de la protección anticorrosiva.

Por cada nivel de ensayos se emitirá un dictamen independiente. En el caso de que los resultados de los TRES (3) niveles resulten satisfactorios, la INSPECCIÓN TÉCNICA dará por aprobado el material correspondiente a esa remesa, protocolizando lo actuado y emitiendo los certificados de liberación.

De no resultar satisfactorios alguno de los niveles, aún luego de la ejecución del doble muestreo, el ENTE CONTRATANTE procederá de la siguiente manera:

a) Nivel. 1 no satisfactorio

Todos aquellos componentes que se correspondieren en un mismo espesor, diámetro, escuadría y de una misma calidad, cuyo ensayo resultara no satisfactorio, serán rechazados, identificados y colocados en ‘parque cerrado” a total disposición del ENTE CONTRATANTE quien ordenará al fabricante la destrucción o inutilización de la remesa rechazada, registrando esta actividad.

En cuanto a los restantes elementos para los cuales existan muestras con resultados satisfactorios, el ENTE CONTRATANTE podrá dar su aprobación correspondiente al Nivel 1 o bien quedará facultado para exigir la realización de controles adicionales, a los efectos de emitir su posterior aprobación.

b) Nivel 2 no satisfactorio

En primera instancia se procederá al rechazo de toda la remesa, debiendo el CONTRATISTA PPP solicitar al ENTE CONTRATANTE la correspondiente autorización para proceder a una selección del material componente de la remesa rechazada.

De otorgar el ENTE CONTRATANTE, a su sólo y exclusivo juicio dicha autorización, el CONTRATISTA PPP deberá proceder de la siguiente manera:

* Identificar los componentes de la remesa.
* Seleccionar los componentes, así individualizados, a los efectos de integrar una nueva remesa para su aprobación.
* Constituir una nueva remesa integrada en forma separada por el material recuperado resultante de la selección y por una segunda remesa de componentes nuevos que completarán las cantidades requeridas.
* Guardar un registro de la aplicación del procedimiento antedicho y determinar con exactitud el destino de los componentes involucrados, quedando aquél a entera disposición del ENTE CONTRATANTE, y debiendo segregar, en “parque cerrado”, los componentes que resultaran rechazados definitivamente.

c) Nivel 3 no satisfactorio

En primera instancia se procederá al rechazo de toda la remesa, debiendo el CONTRATISTA PPP solicitar al ENTE CONTRATANTE la correspondiente autorización para proceder al reprocesamiento de los componentes.

El ENTE CONTRATANTE podrá, a su sólo y exclusivo juicio, autorizar el reprocesamiento.

En este caso, la remesa no será desmembrada, debiéndose reprocesar, y luego solicitar nueva INSPECCIÓN TÉCNICA, como un único conjunto, quedando facultada la INSPECCIÓN TÉCNICA para establecer controles con mayor rigurosidad.

***9.3.3.2 Ensayos de Nivel 1***

a) Verificación de cantidades

Por conteo se controlarán físicamente las cantidades de componentes que formarán la remesa. Las mismas se efectuarán sobre un listado ordenado de los elementos que deberá presentar el CONTRATISTA PPP.

b) Perfiles y chapas

* Examen visual del material

Se verificará visualmente la pieza controlando en especial, sin ser esto limitativo, lo siguiente:

— Defectos del material base por existencia de fisuras.

— Defectos del material base por existencia de exfoliaciones.

— Defectos del material base por existencia de poros.

* Verificación de características mecánicas

El control consistirá en la verificación de las características mecánicas de los materiales mediante la ejecución de los ensayos de tracción, plegado e impacto.

En las chapas que conforman conjuntos soldados adicionalmente se efectuará a la soldadura, ensayos de resiliencia (Charpy)

Las acciones serán efectuadas sobre la base de las normas siguientes:

— Tracción: IRAM—IAS—U—500—102

— Plegado: IRAM—IAS—U—500—103

— Charpy: IRAM—IAS—U—500—016

El ensayo de tracción se realizará con graficación simultánea de la curva carga—deformación.

La remesa se subdividirá en lotes de acuerdo a escuadrías en perfiles y a espesores en chapas.

Los lotes serán considerados como de ‘colada no identificada”, por consiguiente se extraerá UNA (1) muestra y DOS (2) contramuestras por cada lote de 20 t o fracción.

Las tensiones de fluencia y rotura, los alargamientos y los valores de impactos, deberán cumplir con los valores establecidos en las normas de la documentación presentada y aprobada por el ENTE CONTRATANTE.

Si los valores obtenidos de una muestra no fueran satisfactorios, se realizarán los ensayos de las DOS (2) contramuestras correspondientes, debiendo dar ambas resultado satisfactorio.

* Verificación de la composición química

Sobre las mismas muestras extraídas para realizar las verificaciones de las características mecánicas, se efectuará la verificación de la composición química. Tal verificación se realizará según norma~~s~~:

IRAM—IAS—U—500-503 (tabla V) ó 042.

La metodología de los ensayos se realizará según normas IRAM 850, 852, 854, 856 y 857.

c) Bulones, tuercas y arandelas

A los efectos de la selección para las distintas acciones y verificaciones que se indican precedentemente, toda la remesa, en correspondencia con la remesa de estructuras presentada para aprobación, se subdividirá en lotes según el siguiente criterio:

No se consideran divisiones por tandas de tratamiento térmico.

Bulones: Por diámetro y longitudes nominales

Tuercas: Por diámetro nominal.

Arandelas: Por diámetro nominal.

* Examen visual del material

Se verificará visualmente en los componentes integrantes de la remesa, en especial controlando, sin ser esto limitativo, lo siguiente:

— Defectos de forjado o mecanizado.

— Fisuras de cabezas en bulones.

— Imperfecciones de roscado.

— Terminaciones de extremos de vástagos en bulones.

* Verificaciones de características mecánicas:

— Bulones, Tuercas y Arandelas

Se entregará el registro ordenado de ensayos satisfactorios de rutina (data book) según apartado 9.3.1

* Muestreo

Según norma IRAM 5220 Tabla II, de acuerdo al volumen de la remesa se extraerán muestras y contramuestras; en caso de fallas, las mismas serán el doble de las cantidades indicadas a continuación:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Cantidad de piezas de la remesa | Cantidad de muestras | | Condición de rechazo | |
|  | E.no D. | E.D. | A | R |
| 0 a 500 | 8 | 3 | 0 | 1 |
| 501 a 3 200 | 13 | 5 | 0 | 1 |
| 3 201 a 35 000 | 20 | 5 | 0 | 1 |
| Más de 35 000 | 32 | 8 | 0 | 1 |

Donde:

E.no D.: Ensayo no Destructivo

E.D: Ensayo Destructivo

A: Aprobado

R: Rechazado

* Verificación de la composición química

La misma se realizará dentro de los límites establecidos por las normas IRAM.

Las muestras para realizar esta verificación y las condiciones de rechazo serán igual en cantidad que las tomadas para los ensayos mecánicos destructivos.

***9.3.3.3 Ensayos de Nivel 2***

a) Perfiles y chapas

* Examen visual de mecanizado

Se verificará visualmente la terminación de la pieza, controlando en especial lo siguiente:

- Defectos de mecanizado en bordes cortados, en agujeros punzonados y/o en dobleces.

- Defectos de soldadura por existencia de escoria, por existencia de fisuras o poros y/o por falta de continuidad del cordón.

* Verificación dimensional

El ENTE CONTRATANTE podrá realizar las verificaciones dimensionales en forma expeditiva, sobre el material galvanizado de la remesa, o bien efectuar los controles dimensionales sobre los materiales en negro durante el proceso de fabricación.

En el caso de optar por el primer método el control se reducirá a:

— Verificación de escuadrías y espesores.

— Verificación de largos de perfiles y chapas.

— Verificación de gramiles, pinzas y dobleces.

— Verificación de diámetros, ovalización, conicidad y perpendicularidad de agujeros.

A tal efecto se constituirán TRES (3) lotes sin distinción de las escuadrías:

— Lote 1: formado por la totalidad de los perfiles.

— Lote 2: formado por la totalidad de las chapas.

* Lote 3: formado por la totalidad de las. piezas especiales.
* Muestreo

Los tamaños de las muestras se definirán según los lineamientos de la norma IRAM 15 con un plan de muestreo doble normal.

Nivel de lnspección: S— 4

Nivel de calidad aceptable (AQL): 2,5

El ENTE CONTRATANTE tendrá la opción, ante la aprobación de CUATRO (4) remesas consecutivas, de pasar a una INSPECCIÓN TÉCNICA simplificada o bien, ante el rechazo de una remesa, de pasar a una INSPECCIÓN TÉCNICA estricta.

Dicha condición se podrá revertir nuevamente de aprobarse CUATRO (4) remesas consecutivas bajo INSPECCIÓN TÉCNICA estricta, pasándose nuevamente a una INSPECCIÓN TÉCNICA normal o simplificada.

Si el ENTE CONTRATANTE optara por realizar el control dimensional de los materiales en negro, podrá hacerlo por medio de:

- Auditorias a los ensayos de rutina y armado en fábrica, dentro de los términos de los apartados 9.3.1 y 9.3.2 de la presente especificación.

- Control sobre remesa antes del proceso de galvanizado. En este caso el ENTE CONTRATANTE manifestará su intención al CONTRATISTA PPP y éste deberá presentar la remesa a INSPECCIÓN TÉCNICA antes de la aplicación anticorrosiva. La conformación de los lotes y los tamaños de muestras serán iguales a las de control dimensional sobre remesas galvanizadas.

* Verificación de las tolerancias

Cuando se efectúen controles sobre remesas de material en negro, deberán verificarse las tolerancias indicadas en el Apartado 6.8 de la presente especificación.

Cuando se efectúen controles sobre remesas de materiales galvanizados, se deberán verificar las tolerancias de agujeros indicadas en el Apartado 8.4.4.2.d) de la presente especificación.

* Verificación de ensamble y/o intercambiabilidad de componentes

Según lo establecido en el Apartado 9.3.2 de la presente especificación, se efectuará sobre las estructuras armadas en fábrica donde la INSPECCIÓN TÉCNICA haya completado la verificación dimensional, conjuntamente con las verificaciones de ensamble e intercambiabilidad. En todos los casos esta verificación se realizará sobre materiales galvanizados.

Se procederá a verificar, la intercambiabilidad de un número de muestras por lo menos igual al controlado durante la verificación dimensional.

De comprobarse desviaciones, y al sólo juicio del ENTE CONTRATANTE, se podrán ejecutar adicionalmente con las muestras anteriores y con nuevas muestras complementarias, prearmados de por lo menos tres partes de la estructura por cada tipo de estructura que se presente en la remesa.

b) Bulones, tuercas y arandelas

* Verificación dimensional

Consistirá en la verificación dimensional de bulones, tuercas y arandelas, según lo requerido por las normas DIN 267,7990, 555 y 7989~~.~~

* Muestreo

Las muestras se seleccionarán de acuerdo a lo establecido en la norma IRAM 5220. Tabla 1.

Nivel de calidad aceptable (AQL): 2,5

* Verificación de ensamble y armado

Se verificará el enroscado a mano y sin mayor esfuerzo de las tuercas en sus respectivos bulones. Dicha comprobación se realizará sobre la totalidad de las muestras tomadas para el control dimensional.

***9.3.3.4 Ensayos de Nivel 3***

a) Perfiles y chapas

* Examen visual de la protección anticorrosiva

Se verificará visualmente la terminación de la pieza, controlando en especial lo siguiente:

- Defectos superficiales del cincado.

- Uniformidad de color y brillo.

- Porosidades, grumos o ampollas.

* Verificación del cincado

El mismo se realizará de acuerdo a la norma ASTM A—123, salvo disposiciones en contrario en estas especificaciones.

* Muestreo y verificaciones

Toda la remesa será considerada como un único lote realizándose:

- Verificación de espesor de la capa de cinc por el método magnético, de acuerdo a lo establecido en la norma ASTM A—123sobre DIEZ (10) muestras cada MIL (1 000) piezas del lote o fracción.

- Verificación del peso de la capa de cinc o gramaje, según lo establecido por la norma ASTM A—90, sobre TRES (3) muestras cada MIL (1 000) piezas del lote o fracción.

- Verificación de uniformidad de la capa de cinc o ensayo de Preece, según lo establecido por la norma ASTM A—239, sobre TRES (3) muestras cada MIL (1 000) piezas del lote o fracción.

- Verificación de la adherencia de la capa de cinc, según lo establecido por la norma ASTM A—123sobre DIEZ (10) muestras cada MIL (1 000) piezas del lote o fracción.

Precautoriamente, por cada muestra se extraerán conjuntamente DOS (2) contramuestras, para el caso de tener que repetirse alguna verificación.

b) Bulones, tuercas y arandelas

Examen visual de la protección anticorrosiva

Se verificarán visualmente los elementos componentes de la remesa, controlando en especial lo siguiente:

— Defectos de cincado.

— Falta de uniformidad y brillo.

— Grumos, ampollas y porosidades.

— Obstrucción de roscas.

* Verificación del cincado

Se realizarán las siguientes comprobaciones:

— Verificación de peso de la capa de cinc o gramaje sobre zonas sin rosca, de acuerdo a lo previsto en la norma ASTM A—90.

— Verificación de uniformidad de la capa de cinc o ensayo de Preece, de acuerdo a la norma ASTM A—239.

c) Muestreo

Se realizará según lo indicado por la norma IRAM 5220 (Tabla II) y, de acuerdo al volumen de la remesa, se extraerán muestras y contramuestras; si se produjeran fallas las muestras serán el doble de las cantidades indicadas a continuación:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Cantidad de piezas de la remesa** | **Cantidad de muestras E.D.** | **Condición de rechazo** | |
|  |  | **Aceptación** | **Rechazo** |
| 0 a 500  501 a 3200  3201 a 35000  Más de 35 000 | 3  5  5  8 | 0  0  0  0 | 1  1  1  1 |

E.D. = Ensayo Destructivo

Las cantidades antes mencionadas serán extraídas específicamente para cada una de las verificaciones.

***9.3.3.5 Comprobaciones de Embalaje y Almacenamiento***

Cumplimentados los controles y ensayos mencionados, el CONTRATISTA PPP podrá proceder al embalaje definitivo de acuerdo a lo establecido en el Apartado 11 de la presente especificación. Concluido éste, el ENTE CONTRATANTE verificará el embalaje yla documentación inherente al despacho a obra del suministro.

#### 9.3.4 Procedimientos Generales

***9.3.4.1 Procedimiento de Archivo de Documentación***

El CONTRATISTA PPP deberá emitir un procedimiento adecuado para archivar los registros de control de calidad de manera que sea simple su localización.

Deberá proveer un ambiente adecuado de manera de minimizar el deterioro o daño y prevenir el extravío de los documentos.

Deberá poner a disposición de la INSPECCIÓN TÉCNICA los registros de control de calidad para su análisis y revisión, en el momento en que le sean solicitados.

***9.3.4.2 Procedimiento de Conformación de Historial Técnico***

El CONTRATISTA PPP deberá emitir un procedimiento de compilación de documentos, tanto de Ingeniería como de Control de Calidad, para conformar el Historial Técnico, el que será entregado al ENTE CONTRATANTE como parte de la provisión en un plazo no mayor a TREINTA (30) días de aprobada la fabricación de las estructuras.

El ENTE CONTRATANTE podrá requerir copia de la documentación que se vaya generando durante la fabricación, la que tendrá carácter informativo.

## 10. ENSAYOS DE PROTOTIPOS

### *10.1 Ensayos de Carga*

#### 10.1.1 Generalidades

Una vez concluido cada ensayo de carga sobre el prototipo, el material rescatable de la estructura no podrá ser utilizado en la presente provisión.

#### 10.1.2 Estación de Ensayos

Será una instalación proyectada a tal efecto y todos sus elementos de accionamiento y medición tendrán una capacidad acorde con el tamaño y las cargas de todas las estructuras a ensayar.

Dispondrá de fundaciones especialmente construidas o, alternativamente, de puntos de apoyo rígidos.

Tendrá un equipo adecuado para la aplicaciónmedición y lectura de las cargas puestas en juego; los elementos de medición se ubicarán lo más cerca posible al punto de aplicación de las cargas.

La descripción de la estación de ensayos propuesta en la etapa de licitación será ampliada en la etapa contractual, incluyendo cantidad, ubicación, principio de funcionamiento, alcance, precisión y gráficos o tablas de calibración de todos los dinamómetros transductores de carga u otros implementos de medición.

#### 10.1.3 Torre a ensayar y Altura

Se ensayará:

* Una (1) Estructura autosoportada de suspensión angular (Tipo SA6)
* Una (1) Estructura autosoportada de retención angular (Tipo RA-30°)
* Una (1) Estructura autosoportada de retención angular (Tipo RA-60°)

La estructura a ensayar será la de mayor altura proyectada.

#### 10.1.4 Materiales

La estructura a ensayar deberá estar galvanizada. Con el objeto de evitar ensayar una estructura circunstancialmente más resistente que las de producción normal, el material a emplear para su fabricación será seleccionado de manera de cumplir con las siguientes condiciones:

La tensión de fluencia del material utilizado para la fabricación de la estructura de ensayo será, en lo posible, lo más cercana a la tensión de fluencia nominal mínima, en un todo de acuerdo con los distintos tipos de acero o. en su defecto, será lo más representativa posible de la fluencia media a utilizar durante la fabricación seriada.

Luego del ensayo se analizarán las piezas más comprometidas de la estructura, muy especialmente las que originaron su falla; en el caso de que la tensión de fluencia de las barras utilizadas sea mayor que la nominal de cálculo se procederá de la siguiente manera:

Para cada una de las barras más comprometidas, a criterio del ENTE CONTRATANTE, se determinará la fluencia real del material utilizado, como promedio ponderado de no menos de TRES (3) ensayos de tracción de cada barra.

Posteriormente se evaluará la mayor resistencia producida por el aumento de la tensión de fluencia, se calculará la resistencia con relación al tipo de esfuerzo que produjo la falla, utilizando para ello las expresiones del diseño básico; luego se compararán estas capacidades aumentadas con las nominales del proyecto, definiéndose un coeficiente de sobre-resistencia de la barra en cuestión.



Si definimos genéricamente con:

C = Coeficiente de seguridad de la estructura o de mayoración respecto de la carga última para las distintas hipótesis.

Cr = Coeficiente de seguridad real de la estructura, obtenido del ensayo de la misma.

Ks = Coeficiente de sobre-resistencia de las barras analizadas como críticas.

Se pueden presentar las siguientes posibilidades:

Si Ks ≤ 1,10 se aprobará el ensayo del prototipo, siempre que se cumpla que el coeficiente de seguridad obtenido del ensayo sea mayor o igual al coeficiente de seguridad exigido en el cálculo para la hipótesis ensayada (Cr ≥ C).

En este caso no existirá ningún tipo de condicionamiento extra de los materiales a utilizar en la fabricación seriada de las estructuras.

Si Ks >1,10 se aprobará el ensayo del prototipo, siempre que exista una sobre-resistencia de la estructura ensayada tal que el coeficiente obtenido del ensayo sea mayor o igual al NOVENTA POR CIENTO (90%) del coeficiente de seguridad exigido en el cálculo para la hipótesis ensayada, multiplicado por el factor de sobrerresistencia correspondiente (Cr ≥ C x 0,90 x Ks).

En este caso tampoco existirá ningún tipo de condicionamiento extra de los materiales a utilizar en la fabricación seriada de las estructuras.

Si Ks>1,10 pero la estructura no posee sobrerresistencia, o sea que Cr < C x 0,90 x Ks, quedará a consideración del ENTE CONTRATANTE la aprobación del ensayo del prototipo con un condicionamiento extra del uso de materiales, por ejemplo que el CONTRATISTA PPP se comprometa a utilizar materiales de fluencia mínima, no inferior a la fluencia promedio de las barras utilizadas en el ensayo.

Esto se aplicará a las barras más comprometidas de la estructura y muy especialmente en piezas cuyo K\*L/r < 75

Los bulones, tuercas y arandelas serán de las medidas y calidades aprobadas y estarán galvanizados por inmersión en caliente.

#### 10.1.5 Fabricación

Las piezas de los suministros para ensayo deberán ser identificadas con una marca adicional al marcado normal (Apartado 6.7 de la presente especificación) que las identifiquen como estructura para ensayo.

Para la fabricación se usarán los mismos métodos de perforación y doblado, se aplicarán las mismas tolerancias y, hasta donde sea posible, se emplearán los mismos equipos y procesos automáticos de fabricación. Se deberá prever la posibilidad de fabricación en lugar próximo a la estación de ensayos y, con carácter de urgente, de piezas dañadas prematuramente o que surjan de cambios de proyecto como resultado de los ensayos.

#### 10.1.6 Notificación

El ENTE CONTRATANTE será notificado de los ensayos, presentándose a aprobación la siguiente documentación:

Diagrama en simple trazo con dimensiones mostrando los distintos puntos de carga, magnitud y direcciones de las cargas a ser aplicadas.

Un diagrama mostrando el sistema a emplear para aplicar las cargas.

Una tabla por ensayo mostrando las cargas requeridas en los distintos puntos de la estructura para las distintas etapas de carga.

A los efectos de los plazos se considera a los de montaje corno parte de los ensayos.

#### 10.1.7 Ensayos

***10.1.7.1 Montaje***

El montaje de las estructuras a ensayar se efectuará en presencia de los representantes del ENTE CONTRATANTE.

Los ensayos se realizarán de acuerdo con la Norma IEC 652 “Loading Test on Overhead Line Towers”.

Este montaje no sustituirá al ensayo de armado especificado en el Apartado 9.3.2 de la presente especificación.

Se apretarán los bulones a los pares especificados, una vez que hayan sido colocados todos los bulones y alineadas las estructuras o sus partes.

Cuando se haya especificado una diferencia en las capacidades del cuerno y el resto de la estructura, para estados con cargas longitudinales de falla actuando sobre los mismos, se deberá cargar toda la estructura con dichas cargas longitudinales y se incrementarán las aplicadas a uno de los cuernos hasta llegar a la rotura; posteriormente se reforzarán los cuernos y se aplicarán cargas cuyo valor resulte de incrementar la carga de rotura del cuerno en un 20%, debiéndose verificar el perfecto funcionamiento del resto de la estructura.

Las tolerancias de montaje deberán verificarse de acuerdo al siguiente detalle:

- Desviación de la vertical

La estructura montada no deberá presentar desplazamientos mayores que 0,002 veces la altura al punto considerado.

- Desviación entre el eje de la cruceta y el eje normal a la línea

No deberá superar los 0,5 grados.

***10.1.7.2 Mediciones***

Antes de realizar los ensayos, se verificará la precisión de todo el equipamiento, efectuándose los ajustes y calibraciones necesarias.

Se implementará una coordinación adecuada a fin de que haya suficiente tiempo para las lecturas de todos los equipos de mediciones, a fin de evitar confusiones respecto a la etapa a la cual corresponde. La misma, así como los métodos y equipos de mediciones, deberá tener la conformidad del ENTE CONTRATANTE.

En los informes deberán constar los valores originales de las lecturas y los corregidos por origen y factores de conversión de unidades.

Las cargas aplicadas se medirán en los lugares próximos a los puntos de aplicación.

Se determinarán desplazamientos longitudinales, transversales y verticales de las estructuras. Como mínimo se colocarán miras en la cintura, en los extremos de ménsulas y cuernos y en el centro de la cruceta.

Los desplazamientos y deformaciones específicas se determinarán antes de cargar, después de aplicar y mantener cada etapa de carga y después de descargar completamente.

***10.1.7.3 Procedimiento de Ensayo***

Se aplicarán las cargas correspondientes a cada hipótesis para el diseño de las estructuras, efectuándose un ensayo por hipótesis o combinación de alguno de ellos. Algunas combinaciones dentro de cada hipótesis, e incluso hipótesis completas, podrán ser eliminadas cuando surja claramente que no son determinantes.

La cadena de aisladores en “V” será sustituida por aparejos que la simulen. Se acordará con la INSPECCIÓN TÉCNICA los puntos de aplicación del viento sobre la estructura y el mecanismo de introducción de las fuerzas.

Para cada condición de carga, las fuerzas se aplicarán en, por lo menos, CINCO (5) etapas:

- 50% de la carga de diseño.

- 75% de la carga de diseño

- 90% de la carga de diseño.

- 95% de la carga de diseño.

- 100% de la carga de diseño.

Se entiende como carga de diseño al producto de las cargas dadas en los esquemas multiplicadas por los coeficientes de seguridad correspondientes. Las fuerzas se podrán incrementar en cualquier orden hasta llegar a cada etapaaunque preferiblemente se hará simultáneamente. Se tendrá cuidado de que ninguna barra soporte una carga extraordinaria debido a una combinación anormal.

Estas etapas de carga se mantendrán el tiempo necesario para hacer con comodidad lecturas de deformaciones y cargas y para inspeccionar visualmente la estructura. La etapa de 100% se mantendrá un mínimo de CINCO (5) minutos.

Además de estas pruebas de carga, las estructuras se ensayarán hasta su destrucción. Esto se hará después de completarse satisfactoriamente todas las pruebas de carga. Generalmente la carga para tal ensayo se obtendrá aumentando las componentes transversales en etapas de 5% por encima del 100%, repitiendo las mediciones en cada etapa hasta la falla. El ENTE CONTRATANTE determinará el tipo de carga a aplicar para la destrucción de la estructura y determinará, antes de los ensayos, si es posible el orden de magnitud de la carga de la rotura.

Las cargas se aplicarán de tal manera de evitar efectos dinámicos.

Entre estados de carga las estructuras serán descargadas totalmente, salvo en aquellos estados no críticos en los que el ENTE CONTRATANTE podrá autorizar meros ajustes de cargas para pasar de un estado a otro.

Se controlará la descarga a fin de no sobreexigir ninguna pieza.

#### 10.1.8 Resultados

Cada estructura ensayada deberá soportar sin fallar, durante el tiempo indicado, el 100% de cada combinación de cargas especificadas.

Además, cuando así haya sido especificado, se comprobará si existe una diferencia de capacidades entre el cuerno y el resto de la estructura para estados con carga longitudinal en los cuernos.

Se define como falla cualquier deformación permanente visible de una pieza que pudiera comprometer el desempeño de la estructura y que persista aún en el caso de remover la pieza, o cualquier rotura, fisuración, etc.

No obstante se admitirán, después de realizados todos los ensayos y en la eventualidad de no llevar la estructura a más del 100% de las cargas de proyecto, las siguientes deformaciones:

Flexión residual de barras dimensionadas sólo para tracción.

Ovalización de no más de la mitad de los agujeros en una unión.

Ligera deformación permanente de no más de la mitad de los bulones en una unión.

Muy ligeras deformaciones de las piezas de las cuales se sujetan cables de guardia y conductores de fase.

En caso de que alguna estructura sufra una falla prematura o no se desempeñe como estaba proyectado, el CONTRATISTA PPP a su costo modificará la estructura y la volverá a ensayar, hasta que se determine que es satisfactoria.

El ENTE CONTRATANTE decidirá, teniendo en cuenta la magnitud de las modificaciones efectuadas, si es necesario repetir el ensayo en su totalidad o sólo para las condiciones de carga que provocaron la falla y para las combinaciones no ensayadas aún.

El análisis de la falla y las modificaciones emergentes se harán con la participación del ENTE CONTRATANTE.

Sobre la base de los resultados se verificará el diseño de otros tipos de estructuras que tengan similitudes con la ensayada.

#### 10.1.9 Ensayos Adicionales

Después de la conclusión de los ensayos, las estructuras se desmontarán y sus elementos serán examinados visualmente y claramente identificados.

El ENTE CONTRATANTE seleccionará a su criterio, piezas componentes de la estructura ensayada. A tal efecto se extraerán, para su posterior verificación, como mínimo las siguientes cantidades de piezas:

DOCE (12) piezas del conjunto general

Las verificaciones deberán ajustarse y cumplimentar lo requerido en las normas específicas para la INSPECCIÓN TÉCNICA y ensayos de materiales (Apartados 5 y 10.1.4 de la presente especificación, respectivamente). Los ensayos de tracción se efectuarán con graficación simultánea de la curva carga—deformación.

Los ensayos adicionales que deba hacer el CONTRATISTA PPP para obtener un mejor estudio acerca de excesos en los límites de fluencia, serán por sucuenta y cargo, debiendo ser presenciados por representantes del ENTE CONTRATANTE.

#### 10.1.10 Informe

Después de completados los ensayos, el ENTE CONTRATANTE preparará un informe completo que incluirá, como mínimo, la siguiente información:

Tipo de estructura ensayada y descripción general de la misma.

Nombre y domicilio del fabricante y del proyectista de la estructura.

* LEAT 500 kV E.T. Río Diamante - E.T. Coronel Charlone
* Fechas y lugares de los ensayos.
* Nombres de los presentes durante los ensayos.

Una lista de los distintos planos de detalle y de montaje relativos a la estructura ensayada, incluyendo cualquier modificación de los planos de referencia.

Un diagrama de la estructura con dimensiones que muestren los diversos puntos de carga y las direcciones de las cargas aplicadas y una tabla con las cargas especificadas.

Un diagrama que muestre la disposición de los equipos de maniobra utilizados para aplicar las cargas de ensayo.

Descripción del equipo de ensayo, incluyendo la cantidad, ubicación, tablas o cuadros de calibración y alcance de cada transductor de carga y otros dispositivos de medición, al igual que la precisión del equipo utilizado para medir las cargas de ensayo.

Una tabla de ensayo que presente las cargas requeridas en los distintos puntos de la estructura y para las diferentes etapas de carga.

Una tabla de ensayo que muestre los diferentes valores de deformación medidos.

En el caso de falla (prematura o final):

- Una tabla que muestre las cargas máximas aplicadas a la estructura inmediatamente antes de la falla.

- Una breve descripción de la falla.

- Las características dimensionales y mecánicas de los elementos que fallaron.

- Fotografías en colores que muestren la totalidad de la estructura antes y después de los ensayos y los detalles de cualquier falla.

- Datos meteorológicos durante los ensayos.

- Listas de los elementos de los cuales se extraigan muestras de ensayo y resultados de ensayos de tracción, que incluya una comparación con las cargas y/o tensiones de fluencia y de rotura nominales.

#### 10.1.11 Aprobación

Al recibir la aprobación del desempeño satisfactorio en los ensayos especificados, el ENTE CONTRATANTE, habilitará al CONTRATISTA PPP para comenzar inmediatamente la fabricación de las estructuras.

## 11. MANIPULEO, EMBALAJE Y TRANSPORTE DE REMESAS

### *11.1 Requerimientos de Embalaje, Estibado, Almacenamiento y Transporte*

#### 11.1.1 Generalidades

El CONTRATISTA PPP presentará para los Ensayos de Recepción remesas que incluirán Tipos completos de estructuras, cuyas cantidades deberán responder al Plan de Entregas aprobado por el ENTE CONTRATANTE.

Una vez recepcionados en fábrica los materiales por haber superado los ensayos correspondientes indicados en Apartado 9.3.3 y labrada el Acta respectiva, serán transportados y entregados sobre camión en los obradores o depósitos del ENTE CONTRATANTE. La recepción de estructuras con la conformidad de la INSPECCIÓN TÉCNICA del ENTE CONTRATANTE, quedará asentada en copias de los remitos, los que serán distribuidos entre todos los intervinientes incluyendo el transportista de ser necesario.

Todo el material será embalado de tal forma que se eviten daños y distorsiones de las piezas durante el transporte desde el lugar de fabricación, hasta los obradores de montaje del CONTRATISTA PPP.

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

#### 11.1.2 Requisitos Generales del Embalaje

- Los perfiles, chapas, piezas especiales grandes, bulonería y piezas pequeñas serán embalados conservando la premisa que las entregas se efectuarán conformando estructuras completas.

- Los paquetes, cajas y cajones deberán ser apilables y permitir la fácil inserción de eslingas por debajo.

- El manipuleo de piezas y bultos se realizará de tal manera de no dañar las piezas ni su protección anticorrosiva. A tal efecto no deberán ser golpeadas, raspadas ni arrastradas.

- En el izaje de piezas ó bultos se emplearán exclusivamente eslingas ó fajas de nylon.

- Los componentes del presente suministro serán embalados de forma tal que se eviten daños y distorsiones ulteriores, durante el transporte.

- Cada uno de los atados ó cajones de cada torre transportados, individualmente tendrán una tarjeta de identificación que deberá ser de un material no deformable por la humedad u otros agentes climáticos. Su escritura deberá ser indeleble, conteniendo la siguiente información:

* Denominación del CONTRATISTA PPP.
* LEAT 500 kV E.T. Río Diamante – E.T. Coronel Charlone
* Número de Remesa.
* Número de Bulto.
* Peso Neto/Peso Bruto.
* Tipo de estructura al que pertenece el contenido.
* Domicilio del destinatario y lugar de entrega de la remesa.
* Número del Acta de Despacho a Obra que liberó a la remesa.

Junto con cada atado ó cajón se incluirá la identificación y cantidad de las posiciones que integran cada bulto (en sobre plástico termosellado).

##### *11.1.2.1 Perfiles*

Los perfiles se suministrarán en paquetes que contengan piezas iguales entre sí. Los mismos estarán ordenados por capas separadas, con cuerdas de nylon de 4 mm de diámetro para perfiles de hasta 100 mm de ala y de 6 mm de diámetro, para perfiles de alas mayores.

Los paquetes, del tamaño adecuado para su fácil manipuleo, serán zunchados con flejes de acero, debiendo generarse una separación entre éstos y el material galvanizado, mediante una tira ó faja de nylon tramado.

El zuncho metálico deberá ser galvanizado de 0,8 mm y 19 mm (como mínimo).

##### *11.1.2.2 Chapas*

Las chapas se enviarán en cajones de madera, conteniendo piezas iguales entre sí, cuidando de que no puedan producirse daños en el galvanizado en las tareas de transporte y manipuleo.

***11.1.2.3 Piezas y chapas pequeñas***

Las piezas y chapas pequeñas se podrán enviar en paquetes dentro de cajones de madera, y cuyos zunchos sean preferentemente galvanizados.

***11.1.2.4 Bulones, Arandelas y Espesores***

Los bulones serán entregados ensamblados con las correspondientes arandelas y tuercas serán clasificados por diámetros y longitudes.

a) Sub-embalaje

En bolsas y/o sacos cuyas piezas sean iguales entre sí.

Peso máximo: 30 kg.

Características de la bolsa y/o saco: nylon tramado.

b) Embalaje

En cajones o tambores herméticos cuyas piezas sean iguales entre sí.

Características del cajón: de madera de buena calidad, de aproximadamente 1,30 x 1,30 x 1 m, clavado y zunchado.

Características del tambor: en chapa comercial, de los del tipo para combustible, con tapa y brida de fijación.

Igual procedimiento de embalaje se seguirá para los espesores.

#### 11.1.3 Documentación

##### *11.1.3.1 Lista de materiales por Estructura*

Se trata de una lista de todos los materiales componentes de cada tipo de estructura (perfiles, chapas, bulones, espesores, etc.).

##### *11.1.3.2 Packing List*

Es un documento que tiene la misma información que la Lista de Materiales por Estructura, pero relacionado con el transporte a obra, es decir con indicación de la cantidad de estructuras (atados y cajones por tipo de estructura enviada).

#### 11.1.4 Tratamiento del Embalaje de Madera

Todos los embalajes de maderas y/o madera de soporte y acomodación no deberán poseer tratamiento funguicida. Deberán poseer Tratamiento Térmico (HT) para asegurar la eliminación de plagas, según lo especificado el Anexo I de la Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias, NIMF Nº15 “Directrices para Reglamentar el Embalaje de Madera utilizado en Comercio Internacional”, cuyo texto forma parte de la Resolución SAGyA Nº 685/05.

Deberá colocarse la correspondiente marca que certifique el Tratamiento Térmico (HT) en un sector legible del embalaje, de acuerdo a lo establecido en el Anexo II de la citada Norma Internacional.

## 12. SUBANEXO I: NORMAS, PUBLICACIONES Y ESPECIFICACIONES

A continuación se incluye el listado de normas, publicaciones y especificaciones técnicas aplicables a este suministro.

| **INSTITUTO O SOCIEDAD** | **NORMA** | **N° IDENTIF.** | **TITULO APLICABLE O REFERENTE A:** |
| --- | --- | --- | --- |
| American Society for Testing Materials | ASTM |  |  |
|  |  | B-6 | Cinc en lingotes |
|  |  | A-27 | Fundiciones de acero al carbono para aplicaciones generales |
|  |  |  |  |
|  |  | A-90 | Ensayos de peso de revestimiento sobre artículos de acero e hierro galvanizados |
|  |  | A-123 | Cincado por inmersión en caliente de productos fabricados con planchuelas, barras, chapas y perfiles de acero forjado, estampado y laminado. |
|  |  | A-143 | Precauciones contra la fragilidad de productos de acero estructural cincado por inmersión en caliente y procedimientos para detectar la fragilidad. |
|  |  | A-153 | Cincado por inmersión en caliente en bulonería y herrajes de hierro y acero. |
|  |  | A-239 | Verificación del punto más delgado de un galvanizado de artículo de hierro mediante el ensayo de Preece (Baño S04 Cu) |
| American Society for Testing Materials | ASTM | E-376 | Método de ensayo para medición de espesor de recubrimiento de cinc. |
|  |  |  |  |
| American Welding Society | AWS | D.1.1 | Normas y procedimientos para la ejecución de piezas soldadas. Calificaciones de soldadores y procedimientos de soldadura. |
| Asociación Electrotécnica Argentina | AEA | 95301 | Reglamentación Líneas Aéreas Externas de Media y Alta Tensión (Aplicación para determinar las solicitaciones externas por viento máximo) |
| American Society of Civil Engineer | ANSI/ASCE | 10 – 97 | “Design of Latticed Steel Transmission Structures” Año 2000 |
| American Society of Civil Engineer | ASCE | Nro. 52 | Public. Guía para el diseño de torres de transmisión de acero (Año 87) |
| American Institute of Steel Construction | AISC | S/n | Manual de construcciones de acero. |
| Deutches Institut fur Normung | DIN | 267 | Tornillos, tuercas y piezas similares roscadas, condiciones técnicas del suministro. |
|  |  | 434 | Arandelas cuadradas en cuña para perfiles U. |
|  |  | 435 | Arandelas cuadradas en cuña para perfiles I. |
|  |  | 555 | Tuercas hexagonales con rosca métrica. |
|  | DIN | 7989 | Arandelas planas para estructuras metálicas. |
|  |  | 7990 | Tornillos hexagonales con tuercas hexagonales para estructuras metálicas. |
| Instituto Argentino de Normalización y Certificación | IRAM | 15 | Inspección por atributos. Planes de muestra única, doble y múltiple con rechazo. |
| Instituto Argentino de Normalización y Certificación | IRAM | 576 | Cinc en lingotes. Características. |
|  |  | 850 | Aceros al carbono. Método volumétrico de determinación del carbono por combustión directa. |
|  |  | 852 | Aceros al carbono. Método alcalimétrico de determinación del fósforo. |
|  |  | 854 | Aceros al carbono. Método volumétrico de determinación de azufre por combustión directa. |
|  |  | 856 | Aceros al carbono. Método persulfato de determinación del manganeso. |
|  |  | 857 | Aceros al carbono. Método de ácido perclórico de determinación del silicio. |
|  |  | 5214 | Ensayos de bulonería. |
|  |  | 5220 | Tornillos y tuercas. inspección y recepción, planes de muestreo. |
|  | IRAM-IAS | U-500-16 | Acero. Método de ensayo a la flexión por impacto sobre probeta simplemente apoyada con entalladura en “V”. |
| Instituto Argentino de de Normalización y Certificación - Instituto Argentino de Siderurgia | IRAM-IAS | U-500-34 | Productos de acero. Toma y preparación de muestras y probetas para ensayos mecánicos. |
|  |  | U-500-042 | Chapas de acero al carbono laminadas en caliente para uso estructural. |
|  |  | U-500-102 | Acero. Método de ensayo de tracción. |
|  |  | U-500-103 | Acero. Método de ensayo de doblado. |
|  |  | U-500-503 | Aceros al carbono para uso estructural |
|  |  | U-500-509 | Perfiles U de acero de alas inclinadas, laminados en caliente. |
| Instituto Argentino de de Normalización y Certificación - Instituto Argentino de Siderurgia | IRAM-IAS | U-500-511 | Perfiles doble T de acero de alas inclinadas, laminados en caliente. |
|  |  | U-500-558 | Perfiles ángulo de acero de alas iguales, laminados en caliente |
|  |  | U-500-584 | Productos de acero. Extracción y preparación de muestras para análisis químicos. |
|  |  | U-500-657 | Barras rectangulares de acero laminadas en caliente para uso general. |
| Instituto Argentino de Normalización y Certificación | IRAM-ISO-9001: 2008 |  | Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos. |
| International Electrotechnical Commission | IEC | 652 | Loading Tests on Overhead Line Towers |
| FAO | NIMF | 15 | Directrices para Reglamentar el Embalaje de Madera utilizado en Comercio Internacional |

## 13. SUBANEXO II: ESTRUCTURAS PARA LA LEAT – CARGAS SOBRE ESTRUCTURAS DE LA LINEA

## 13.1 INTRODCUCCION

Para la más adecuada interpretación del tema del título los OFERENTES deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. Las hipótesis de carga descriptas en el presente Sub-Anexo corresponden a la Solución Básica que deberán respetar los OFERENTES, quienes presentarán en su Oferta los cuadros de cargas correspondientes, con los cálculos respectivos debidamente expuestos.

Complementariamente quien ofrezca una alternativa podrá proponer, con una adecuada fundamentación a través del correspondiente informe, alguna modificación o ajuste en las hipótesis que tengan relación con particularidades de la solución ofrecida, siempre que se conserven la seguridad y confiabilidad de la Solución Básica.

El ENTE CONTRATANTE analizará tales informes durante la precalificación de las Ofertas y se expedirá al respecto.

1. Si al presentar una alternativa, el OFERENTE hace uso de la posibilidad indicada en a) en cuanto al eventual ajuste de alguna hipótesis, se deberán presentar también los cuadros de carga que correspondan con los cálculos respectivos debidamente expuestos.
2. En la etapa de desarrollo de la ingeniería de detalle a cargo del CONTRATISTA PPP, este deberá presentar a la aprobación de la INSPECCIÓN TÉCNICA del ENTE CONTRATANTE, los cuadros de cargas definitivos para cada estructura con los que ejecutará luego los cálculos de diseño correspondientes.

## 13.2 HIPOTESIS DE CARGA

Las hipótesis de carga a aplicar sobre las estructuras, pueden considerarse subdivididas en las siguientes categorías principales:

1. Grupo de hipótesis primarias vinculadas con las solicitaciones climáticas
2. Grupo de hipótesis de seguridad estructural ó de contención de fallas
3. Grupo de hipótesis de seguridad personal ó de construcción y mantenimiento

### 13.2.1 Estructura de Suspensión SA

Se calculará la estructura de suspensión en alineación. La estructura de suspensión angular tendrá un vano de viento reducido, de modo de igualar la resultante de las cargas transversales.

### 13.2.1.1 Hipótesis Primarias

### 13.2.1.1.1 Viento máximo transversal

* Peso propio de la estructura, peso de accesorios, peso de ambos semivanos, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.
* Viento máximo asignado a la estructura, en dirección normal a la línea, sobre la estructura y los accesorios.
* Viento máximo asignado a los cables, en dirección normal a la línea, sobre ambos semivanos de viento, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.

También se deberá verificar la estructura tomando la carga vertical reducida al 75%.

### 13.2.1.1.2 Viento máximo angular

* Peso propio de la estructura, peso de accesorios, peso de ambos semivanos, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.
* Viento máximo asignado a la estructura, cuya dirección forma un ángulo de:
* Caso 1: 60 grados.
* Caso 2: 45 grados.

Con la dirección de la línea, sobre la estructura y los accesorios

Viento máximo asignado a los cables, cuya dirección forma un ángulo de:

* Caso 1: 60 grados.
* Caso 2: 45 grados.

Con la dirección de la línea, sobre ambos semivanos de viento, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.

También se deberá verificar la estructura tomando la carga vertical reducida al 75%.

### 13.2.1.1.3 Viento turbulento transversal

* Peso propio de la estructura.
* Peso de accesorios, peso de ambos semivanos, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases. ( ♦ )
* Viento turbulento asignado a la estructura, en dirección normal a la línea, sobre la estructura y los accesorios.
* Viento turbulento asignado a los cables, de dirección normal a la línea, sobre ambos semivanos de viento, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.

También se verificará la estructura considerando nulos los pesos marcados con ( ♦ ).

### 13.2.1.1.4 Viento turbulento angular

* Peso propio de la estructura.
* Peso de accesorios y peso en ambos semivanos de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases. ( ♦ )
* Viento turbulento asignado a la estructura, cuya dirección forma un ángulo de:
* Caso 1: 60 grados.
* Caso 2: 45 grados.

Con la dirección de la línea, sobre la estructura y los accesorios.

* Viento turbulento asignado a los cables, cuya dirección forma un ángulo de:
* Caso 1: 60 grados.
* Caso 2: 45 grados.

Con la dirección de la línea, sobre ambos semivanos de viento, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.

También se verificará la estructura considerando nulos los pesos marcados con ( ♦ ).

**Nota general:** En la aplicación de las hipótesis de carga en estructuras de suspensión que absorban ángulos pequeños debe considerarse:

1. “la dirección de la bisectriz del ángulo de desvío” en lugar de “la dirección de la línea”.
2. “la dirección de la normal a la bisectriz del ángulo de desvío” en lugar de “la dirección de la normal a la línea”.

### 13.2.1.1.5 Viento turbulento longitudinal

* Peso propio de la estructura, peso de accesorios, peso de ambos semivanos, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.
* Viento turbulento asignado a la estructura, en dirección paralela a la línea, sobre la estructura y los accesorios.
* Viento turbulento asignado a los cables, de dirección paralela a la línea, sobre ambos semivanos de viento, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.

También se deberá verificar la estructura tomando la carga vertical reducida al 75%.

### 13.2.1.1.6 Nieve ó hielo + viento simultaneo

* Peso propio de la estructura, peso de accesorios, peso de ambos semivanos, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases, con sobrecarga máxima de nieve o hielo.
* Viento, en dirección normal a la línea, sobre la estructura y los accesorios.
* Viento, en dirección normal a la línea, sobre ambos semivanos de viento, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.

(Considerar el diámetro de los cables incrementado con el espesor del manguito de hielo).

También se deberá verificar la estructura tomando la carga vertical reducida al 75%.

### 13.2.1.2 Hipótesis de seguridad estructural ó contención de fallas

### 13.2.1.2.1 Hipótesis de desequilibrio longitudinal

* Peso propio de la estructura.
* Peso de accesorios, peso de ambos semivanos, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.
* Tiro unilateral de valor equivalente al 70% del tiro del haz de conductores componentes de una fase, a temperatura media anual, aplicado longitudinalmente en una cualquiera de las fases de modo de producir las solicitaciones más desfavorables sobre la estructura.

### 13.2.1.2.2 Caída de torre adyacente

* Peso propio de la estructura.
* Peso de accesorios, peso de ambos semivanos, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.
* Tiro unilateral de valor equivalente al 20% del tiro del haz de conductores componentes de una fase, a temperatura media anual, aplicado longitudinalmente en todas las fases.
* Tiro longitudinal del cable de guardia de 2500 kg, para el dimensionamiento de los cuernos.

El resto de la estructura se verificará con cargas superiores en un 15% a las que efectivamente resultan del dimensionamiento de los cuernos.

### 13.2.1.3 Hipótesis de seguridad personal ó de construcción y mantenimiento

### 13.2.1.3.1 Cargas de construcción y mantenimiento

* Peso propio de la estructura.
* Peso de accesorios, peso de ambos semivanos, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases. Los pesos de cables de guardia y conductores se consideran incrementados por un factor de 2,5 y serán aplicados en uno, varios o todos los puntos de sujeción, en la combinación más desfavorable para el cálculo de la estructura.

### 13.2.2 Estructuras de Retención Angular Autosoportadas

Los semivanos de peso tendrán una relación de 25% detrás de la torre y de 75% delante de la misma, con respecto al vano de peso total.

Los semivanos de viento tendrán una relación de 25% detrás de la torre y de 75% delante de la misma, con respecto al vano de viento total.

Los tiros de cada semivano serán determinados en función de las correspondientes presiones del viento, originadas en cada semivano por la velocidad y dirección del mismo.

Los tiros de los cables con sus accesorios serán del 100% de los tiros máximos para los estados correspondientes.

En los casos de tiros unilaterales se considerarán los semivanos que corresponden al 75% del vano total.

### 13.2.2.1 Hipótesis Primarias

### 13.2.2.1.1 Viento máximo transversal

* Peso propio de la estructura, peso de accesorios, peso de ambos semivanos , de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.
* Viento máximo asignado a la estructura, en dirección normal a la línea o a la bisectriz del ángulo de desvío, sobre la estructura y los accesorios.
* Viento máximo asignado a los cables, en dirección normal a la línea o a la bisectriz del ángulo de desvío, sobre ambos semivanos de viento, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.
* Tracción de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.

También se deberá verificar la estructura tomando la carga vertical reducida al 50%.

### 13.2.2.1.2 Viento máximo angular

* Peso propio de la estructura, peso de accesorios y peso, de ambos semivanos de peso, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.
* Viento máximo asignado a la estructura, cuya dirección forma un ángulo de:
* Caso 1: 60 grados.
* Caso 2: 45 grados.

Con la dirección de la línea o con la bisectriz del ángulo de desvío, sobre la estructura y los accesorios.

* Viento máximo asignado a los cables, cuya dirección forma un ángulo de:
* Caso 1: 60 grados.
* Caso 2: 45 grados.

Con la dirección de la línea o con la bisectriz del ángulo de desvío, sobre ambos semivanos de viento, de los cables de guardia y de lo conductores de las tres fases.

* Tracción de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.

También se deberá verificar la estructura tomando la carga vertical reducida al 50%.

### 13.2.2.1.3 Viento máximo longitudinal

* Peso propio de la estructura, peso de accesorios, peso de ambos semivanos, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.
* Viento máximo asignado a la estructura, en dirección paralela a la línea o a la bisectriz del ángulo de desvío, sobre la estructura y los accesorios.
* Viento máximo asignado a los cables, de dirección paralela a la línea o a la bisectriz del ángulo de desvío, sobre ambos semivanos de viento, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.
* Tracción de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.

También se deberá verificar la estructura tomando la carga vertical reducida al 50%.

### 13.2.2.1.4 Nieve ó hielo + viento simultaneo

* Peso propio de la estructura, peso de accesorios, peso de ambos semivanos, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases, con sobrecarga máxima de nieve o hielo.
* Viento, en dirección normal a la línea o a la bisectriz del ángulo de desvío, sobre la estructura y los accesorios.
* Viento, en dirección normal a la línea o a la bisectriz del ángulo de desvío, sobre ambos semivanos de viento de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.

(Considerar el diámetro de los cables incrementado con el espesor del manguito de hielo).

* Tracción de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.

También se deberá verificar la estructura tomando la carga vertical reducida al 50%.

### 13.2.2.2 Hipótesis de seguridad estructural ó contención de fallas

* Peso propio de la estructura.
* Peso de accesorios, peso de ambos semivanos, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.
* Tracción unilateral de valor equivalente al tiro de los conductores (a temperatura media anual, sin viento), aumentado en un 20 %; esa tracción aplicada longitudinalmente en todas las fases del lado de la estructura correspondiente al semivano de 75% del vano total. En todas las fases del otro lado de la estructura, se aplicará tracción unilateral de valor equivalente al tiro de los conductores (a temperatura media anual, sin viento).
* Tiro longitudinal de los cables de guardia incrementado en 3 000 kg, para el dimensionamiento de los cuernos.
* Cargas transversales que se producen debidas a las tracciones y tiros precedentemente indicados.

El resto de la estructura se verificará con cargas superiores en un 15% a las que efectivamente resultan del dimensionamiento de los cuernos.

Las tracciones de los cables de guardia y de los conductores deben considerarse actuando en forma perpendicular a la cruceta.

**Nota:** Las estructuras autosoportadas RA30 se deberán verificar integralmente, en todos sus elementos, para soportar las cargas que surjan de su eventual montaje en condiciones de retención en alineación ( 0° ).

Las estructuras autosoportadas RA60 se verificarán integralmente, en todos sus elementos, para soportar las cargas que surjan de su eventual montaje para desvíos de 30 °.

### 13.2.2.3 Hipótesis de seguridad personal ó de construcción y mantenimiento

### 13.2.2.3.1 Cargas de construcción y mantenimiento

* Peso propio de la estructura.
* Peso de accesorios, peso de ambos semivanos, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases. Los pesos de los cables de guardia y conductores se consideran incrementados por un factor de 2 en cada uno de los puntos de sujeción y por un factor de 1,5 y alternativamente nulo en los demás puntos de sujeción.

Conjuntamente con las cargas verticales del párrafo anterior se deberá tener en cuenta la tracción unilateral de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases; estos valores se considerarán incrementados por un factor de 2 en cada uno de los puntos de sujeción y por un factor de 1,5 y alternativamente nulo en los demás puntos de sujeción, en forma coincidente a lo hecho para las cargas verticales, de manera de producir las solicitaciones más desfavorables para el cálculo de la estructura.

Las tracciones unilaterales surgen de cargas sobre los cables a cero grado centígrado, sin viento.

No se deberá contemplar carga nula en los cables de guardia si se considera carga en las fases.

### 13.2.3 Estructuras Terminales Autosoportadas

* **L.E.A.T. 500 kV:** Los semivanos de peso tendrán una longitud de 200/2 m detrás de la torre (lado estación) y de 650/2 m delante de la misma (lado línea). Valores a ajustarse de acuerdo al Proyecto Definitivo.

Los semivanos de viento tendrán una longitud de 200/2 m detrás de la torre (lado estación) y de 650/2 m delante de la misma (lado línea). Valores a ajustarse de acuerdo al Proyecto Definitivo

Los tiros de cada semivano serán determinados en función de las correspondientes presiones del viento, originadas en cada semivano por la velocidad y dirección del mismo.

Los tiros de los cables con sus accesorios serán del 100% de los tiros máximos para los estados correspondientes.

Los tiros de los cables detrás de la torre (lado estación) serán reducidos y calculados en función de considerar un valor equivalente al 50% del tiro correspondiente, delante de la misma (lado línea), para el estado de temperatura media anual.

### 13.2.3.1 Hipótesis de cargas primarias

### 13.2.3.1.1 Viento máximo transversal al “vano lado línea”

* Peso propio de la estructura, peso de accesorios, peso de ambos semivanos, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.
* Viento máximo asignado a la estructura, en dirección normal al vano lado línea, sobre la estructura y los accesorios.
* Viento máximo asignado a los cables, en dirección normal al vano lado línea, sobre ambos semivanos de viento, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.
* Tracción de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.

También se deberá verificar la estructura tomando la carga vertical reducida al 50%.

### 13.2.3.1.2 Viento máximo transversal a la línea

* Peso propio de la estructura, peso de accesorios, peso de ambos semivanos, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.
* Viento máximo asignado a la estructura, en dirección normal a la línea o a la bisectriz del ángulo de desvío, sobre la estructura y los accesorios.
* Viento máximo asignado a los cables, en dirección normal a la línea o a la bisectriz del ángulo de desvío, sobre ambos semivanos de viento, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.
* Tracción de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.

También se deberá verificar la estructura tomando la carga vertical reducida al 50%.

### 13.2.3.1.3 Viento máximo angular

* Peso propio de la estructura, peso de accesorios y peso, de ambos semivanos de peso, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.
* Viento máximo asignado a la estructura, cuya dirección forma un ángulo de:

Caso 1: 60 grados

Caso 2: 45 grados

con la dirección de la línea o con la bisectriz del ángulo de desvío, sobre la estructura y los accesorios.

* Viento máximo asignado a los cables, cuya dirección forma un ángulo de:

Caso 1: 60 grados

Caso 2: 45 grados

con la dirección de la línea o con la bisectriz del ángulo de desvío, sobre ambos semivanos de viento, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.

* Tracción de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.

También se deberá verificar la estructura tomando la carga vertical reducida al 50%.

### 13.2.3.1.4 Nieve ó hielo + viento simultaneo

* Peso propio de la estructura, peso de accesorios, peso de ambos semivanos, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases, con sobrecarga máxima de nieve o hielo.
* Viento, en dirección normal a la línea o a la bisectriz del ángulo de desvío, sobre la estructura y los accesorios.
* Viento, en dirección normal a la línea o a la bisectriz del ángulo de desvío, sobre ambos semivanos de viento, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases. (Considerar el diámetro de los cables incrementado con el espesor del manguito de hielo).
* Tracción de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.

También se deberá verificar la estructura tomando la carga vertical reducida al 50%.

### 13.2.3.1.5 Viento máximo longitudinal

* Peso propio de la estructura, peso de accesorios, peso de ambos semivanos, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.
* Viento máximo asignado a la estructura, en dirección paralela a la línea o a la bisectriz del ángulo de desvío, sobre la estructura y los accesorios.
* Viento máximo asignado a los cables, en dirección paralela a la línea o a la bisectriz del ángulo de desvío, sobre ambos semivanos de viento, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.
* Tracción de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.

También se deberá verificar la estructura tomando la carga vertical reducida al 50%.

### 13.2.3.1.6 Viento máximo transversal al “vano lado línea” y tiro unilateral correspondiente a ese vano

* Peso propio de la estructura.
* Peso de accesorios, peso de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases, del semivano de lado línea.
* Viento máximo asignado a la estructura, en dirección normal al vano lado línea, sobre la estructura y los accesorios.
* Viento máximo asignado a los cables, en dirección normal al vano lado línea, sobre el semivano del lado línea, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.
* Tracción unilateral de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases, correspondiente al vano del lado línea, de dirección perpendicular a la cruceta.

(El vano del lado línea a considerar es de 650 metros).

También se deberá verificar la estructura tomando la carga vertical reducida al 50%.

**NOTA:** Las estructuras terminales autosoportadas se deberán verificar integralmente, en todos sus elementos, para soportar las cargas que surjan de su eventual montaje en alineación (0°) con la línea, es decir, con su cruceta dispuesta en forma perpendicular a la dirección que trae la línea; esta condición de montaje es la preferida para este tipo de estructura siempre que ello no presente algún tipo de inconveniente.

### 13.2.3.2 Hipótesis de seguridad personal

### 13.2.3.2.1 Cargas de construcción y mantenimiento

* Peso propio de la estructura.
* Peso de accesorios, peso de ambos semivanos, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases. Los pesos de los cables de guardia y conductores se consideran incrementados por un factor de 2 en cada uno de los puntos de sujeción y por un factor de 1,5 y alternativamente nulo en los demás puntos de sujeción.
* Conjuntamente con las cargas verticales del párrafo anterior se deberá tener en cuenta la tracción unilateral de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases; estos valores se considerarán incrementados por un factor de 2 en cada uno de los puntos de sujeción y por un factor de 1,5 y alternativamente nulo en los demás puntos de sujeción, en forma coincidente a lo hecho para las cargas verticales, de manera de producir las solicitaciones más desfavorables para el cálculo de la estructura.

Las tracciones unilaterales surgen de cargas sobre los cables a cero grado centígrado, sin viento, y deben considerarse actuando en forma perpendicular a la cruceta.

No se deberá contemplar carga nula en los cables de guardia si se considera carga en las fases.

### 13.2.3.3 Hipótesis de seguridad estructural ó de contención de fallas

* Peso propio de la estructura.
* Peso de accesorios, peso de ambos semivanos, de los cables de guardia y de los conductores de las tres fases.
* Tracción unilateral de valor equivalente al tiro de los conductores (a temperatura media anual, sin viento), aumentado en un 20 %; esa tracción aplicada longitudinalmente en todas las fases del lado de la estructura correspondiente al semivano lado línea.
* En todas las fases del otro lado de la estructura, se aplicará tracción unilateral de valor equivalente al tiro de los conductores (a temperatura media anual, sin viento).
* Tiro longitudinal de los cables de guardia incrementado en 3 000 kg. para el dimensionamiento de los cuernos.
* Cargas transversales que se producen debidas a las tracciones y tiros precedentemente indicados.

El resto de la estructura se verificará con cargas superiores en un 15% a las que efectivamente resultan del dimensionamiento de los cuernos.

Las tracciones de los cables de guardia y de los conductores deben considerarse actuando en forma perpendicular a la cruceta.

## 13.3 CARACTERISTICAS AMBIENTALES

Resultan de aplicación las características ambientales descriptas en el Anexo VIII - Sección VIII 2a “Descripción General” y los estados de cálculo que se desprenden de esto.

## 13.4 CONSIDERACIONES SOBRE ESFUERZOS EN LAS ESTRUCTURAS

1.- Dimensionamiento eléctrico de las estructuras:

* Las distancias eléctricas indicadas en los planos son mínimas y deben medirse desde la superficie externa de la estructura (no desde ejes de piezas hasta el punto más próximo energizado (o círculos energizados).
* El ángulo de inclinación de las cadenas resultante para la verificación a frecuencia industrial no será inferior a 50 grados.
* Los ángulos de declinación de las cadenas de aisladores deben calcularse, para el caso de torres que deben absorber ángulos, teniendo en cuenta la componente de los tiros de los cables a la velocidad del viento que corresponda, la acción del viento sobre las cadenas de aisladores y el peso de estas últimas.”
* Distancia mínima a masa bajo frecuencia industrial:

Viento: 180 km/h

Relación vano de viento/vano gravante: mínima utilizada

Distancia mínima a masa: 1,20 m

2.- Acción del viento sobre las cadenas de aisladores:

Un factor K = 1,2 será aplicado para el cálculo de la presión dinámica del viento sobre las cadenas de aisladores usando para ese cálculo la fórmula adoptada para los cables:

Es decir:

pv ( Kg/mm2 ) = K \* V2 \* sen2 α / 16

siendo :

* K = 1,2
* V : velocidad del viento en m/s
* α: ángulo de incidencia del viento

Las velocidades de viento sobre la estructura serán corregidas en función de la altura, a excepción del viento turbulento, cuya velocidad será considerada constante para toda la estructura. Las temperaturas asociadas a ambos estados de viento es de 16 °C.

3.- Acción del viento sobre estructuras

Velocidad viento V = V(Z) = k . V0 (m/seg).

Presión básica de viento qW = (kgf/m2)

Fθ: Carga de viento sobre la estructura, en la dirección que forma un ángulo θ con la traza de la LAT.

Fθ = qW . Aeθ . L (kgf)

Donde:

* L: longitud real del mástil.
* θ: ángulo que forma la dirección del viento con la traza de la LAT.
* Aeθ: área expuesta de la estructura por unidad de longitud del mástil, cuando el viento forma un ángulo θ con la traza de la LEAT (m2/m).



* ψ= 90° - θ
* AmL: Area de los elementos ubicados en la cara de la estructura que es paralela a la traza, por unidad de longitud del mástil (m2/m).
* CfL: Coeficiente de fuerza ó eólico asociado al área AmL.. Tiene en cuenta el empuje total del viento, incluido el escudamiento de las barras ubicadas a sotavento.
* Amt: Area de los elementos ubicados en la cara de la estructura que es perpendicular a la traza, por unidad de longitud del mástil (m2/m).
* Cft: Coeficiente de fuerza ó eólico asociado al área Amt. Tiene en cuenta el empuje total del viento, incluido el escudamiento de las barras ubicadas a sotavento.
* AL: área de la silueta por unidad de longitud del mástil, de la cara de la estructura que es paralela a la traza (m2/m).
* AT: área de la silueta por unidad de longitud del mástil, de la cara de la estructura que es perpendicular a la traza (m2/m).

Los coeficientes de fuerza se calcularán con las siguientes ecuaciones:

CfL = 4,1 – 5,2 

Cft = 4,1 – 5,2 

* V0: velocidad de viento medida a 10 m de altura (m/seg).
* K: factor de variación de velocidad del viento con la altura. Para viento turbulento es un valor constante.
* Z: altura medida desde el nivel del suelo (m)

K = 

Para las estructuras autosoportadas, serán de validez las fórmulas detalladas para calcular Aeq, CfL y Cft. En este caso AmL, Amt, AL y AT serán áreas calculadas por unidad de longitud del tramo de estructura considerado.

En las vigas de las estructuras autosoportadas, para el caso del viento actuante en la dirección del eje de la viga, se considerará la acción del viento aplicado sobre todas las diagonales y travesaños expuestos; minorando el valor de las áreas por el coeficiente de escudamiento que resulte de la configuración de las celosías que conforman las caras de la viga.

4.-Secuencia de fallas elegida:

En cualquier caso y cualquiera sea el diseño y/o metodología constructiva, las fundaciones deberán ser siempre, el último eslabón de la cadena o secuencia de fallas elegida.

5.- Coeficientes de mayoración:

Los coeficientes indicados a continuación deben ser utilizados para el dimensionamiento de los elementos, mayorando las cargas de servicio obtenidas de la aplicación de las hipótesis de carga que corresponden en cada caso.

Estos coeficientes de mayoración buscan una adecuada coordinación de resistencias con el objeto de asegurar una secuencia de fallas elegida.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| COMPONENTE | COEFICIENTE DE MAYORACIÓN | LÍMITE DE RESISTENCIA  (1) |
| Estructuras de suspensión | 1,0 | Daño |
| Riendas para estructuras | 1,27 | Falla |
| Estructuras de retención | 1,2 | Daño |
| Estructuras terminales | 1,2 | Daño |
| Aisladores | 1,5 | Falla |
| Morsetería conductor | 1,5 | Falla |
| Morsetería cable de guardia | 2,0 | Falla |
| Conductor | 1,5 | Falla |
| Cable de guardia | 1,5 | Falla |
| Barra de anclaje | 1,40 | Falla |
| Componentes metálicos de los anclajes | 1,40 | Falla |

(1) El límite de daño de los componentes corresponde, en general, a su límite elástico (o fluencia) y lleva al daño del elemento o sistema si dicho límite es excedido. En este estado el sistema debe ser reparado porque no es capaz de soportar las cargas de diseño o porque las distancias eléctricas pueden estar reducidas.

El límite de falla de un componente es el límite de su resistencia (rotura, pandeo, etc.) que lleva a la falla del sistema si es excedido. Un estado de falla se asocia a la pérdida de función del sistema (línea de transmisión).

## 14 SUBANEXO III: PROVISIÓN DE ESTRUCTURAS DE REPUESTO

El CONTRATISTA PPP deberá proveer el siguiente material para repuesto, que deberá ser entregado en los lugares a indicar por el ENTE CONTRATANTE:

I.- Diez (10) torres de SUSPENSIÓN ARRIENDADA completas, CON CABLES CROSS ROPE PRINCIPAL Y AUXILIAR Y CABLES DE ACERO PARA RIENDAS CON MAS TODOS SUS ACCESORIOS PARA LAS EXTENSIONES Más largas instaladas

II.- DOS (2) estructuras de retención angular tipo RA-30°, UNA (1) estructuras de retención angular tipo RA-60° y UNA (1) estructura terminal angular tipo T 45º

DOS (2) estructuras de suspensión angular tipo SA.

Las torres de repuesto deberán ser provistas en la versión de la máxima altura de las correspondientes instaladas en la línea

III.- Para cada tipo de torre autosoportada instalada en la línea incluidas la de repuesto, se suministrará un CINCO POR CIENTO (5%) con un mínimo de VEINTE (20) unidades de bulones completos, incluidas las arandelas, de cada diámetro y longitud diferente.