ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

24\_266\_OA\_E07

ÍNDICE

[1. INTRODUCCIÓN 2](#_Toc165177550)

[2. NORMAS 3](#_Toc485076787)

[3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FABRICACIÓN ESTRUCTURAS ALTAS Y BAJAS DE SS/EE 3](#_Toc1362062176)

[3.1. ACERO ESTRUCTURAL 3](#_Toc1313563763)

[3.2. PERNOS 4](#_Toc1483744423)

[3.3. ARMADO DE PRUEBA 4](#_Toc1095719362)

[3.4. FABRICACIÓN 6](#_Toc1622605260)

[3.4.1. TOLERANCIAS DE FABRICACIÓN 7](#_Toc678174023)

[3.4.1.1. DIMENSIONES DE LOS MATERIALES 7](#_Toc1214518818)

[3.4.1.1.1. PERFILES Y PLANCHAS 7](#_Toc1462554612)

[3.4.1.2. TOLERANCIA DE FABRICACIÓN 8](#_Toc1665867294)

[3.4.1.3. PERNOS Y ARANDELAS 8](#_Toc692252408)

[3.4.2. PERNOS DE ANCLAJE 9](#_Toc569400638)

[3.4.3. PELDAÑOS EMPERNADOS (ESCALINES) 10](#_Toc54933943)

[3.4.4. SISTEMA ANTIPÁJAROS (PEINETAS) 10](#_Toc50088780)

[3.5. MARCAS 10](#_Toc718692062)

[3.6. SOLDADURAS 10](#_Toc664163708)

[3.7. PROTECCIÓN ANTICORROSIÓN 11](#_Toc873798031)

[3.8. CONTROL DE CALIDAD DEL ADJUDICATARIO 12](#_Toc1489949671)

[3.9. INSPECCIÓN DE FABRICACIÓN 12](#_Toc1660665848)

[3.10. SISTEMA DE MUESTREO 13](#_Toc32434724)

[3.11. PRUEBAS DE ADHERENCIA 14](#_Toc462919936)

[3.12. EMBALAJE, ACOPIO Y TRANSPORTE 14](#_Toc872847304)

[3.13. RECEPCIÓN EN FÁBRICA 16](#_Toc1925565507)

[3.14. DOSSIER DE CALIDAD 16](#_Toc1519480836)

[3.14.1. PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYOS QUE DEBERÁ CUMPLIR EL PROVEEDOR. 16](#_Toc210487255)

[3.14.2. CERTIFICADOS DE CALIDAD HOMOLOGADOS POR LABORATORIOS CHILENOS CUANDO CORRESPONDA 16](#_Toc1409928174)

[3.14.3. PACKING 16](#_Toc1795631892)

[3.15. GARANTÍA 16](#_Toc2011086637)

[ANEXO I : HOJA DE CARACTERISTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS 19](#_Toc79456212)

[ANEXO II : PROTOCOLO ARMADO DE PRUEBA 22](#_Toc1007289307)

[ANEXO III: PROTOCOLO CONTROL GALVANIZADO 24](#_Toc4092870)

[ANEXO IV: PROTOCOLO INSPECCIÓN DE ELEMENTOS TÉRMINADOS 28](#_Toc437462683)

[ANEXO V: PROTOCOLO DE PACKING LIST 30](#_Toc292216008)

[ANEXO VI: CRITERIOS PARA INSPECCIÓN DE ARMADO DE PRUEBA 32](#_Toc1890938849)

# INTRODUCCIÓN

Estas especificaciones se aplicarán al suministro de las estructuras altas (Marcos de Líneas, Marcos de Barras, Pilares Cable de Guardia) y estructuras bajas de soporte de equipo eléctrico de subestaciones.

Para todos los textos y normas citados en estas especificaciones se deberá considerar la última edición.

# NORMAS

Todos los diseños se realizarán empleando las normas que se listan más adelante, las que deberán aplicarse usando su última revisión.

* ASTM A6E General requirements for rolled structural steel bars, plates, shapes and sheet piling.
* ASTM A36 Especificación normalizada para el acero estructural.
* ASTM A123 Standard Specifications for Zinc (hot galvanized) Coating On Products Fabricated from Rolled, Presed and Forged Steel Shapes, Plates, Bars and Strips
* ASTM A143 Standard Practice for Safeguarding against embrittlement of Hot-Dip Galvanized Structural Steel Products and Procedure for detecting embrittlement.
* ASTM A153 Standard specification for Zinc Coating (Hot – Dip) on Iron and Steel Hardware
* ASTM A394 Steel transmission tower bolts zinc coated and bare (Pernos).
* ASTM A572 Standard specification for High-Strength Low-Alloy Columbium - Vanadium
* ASMT A780/A780M Standard Practice for Repair of Damaged and Uncoated Areas of Hot-Dip Galvanized Coatings
* AWS D1.1 American Welding Society - Structural Welding Code.
* NCh 203 Of.2006 Acero para uso estructural.
* ASTM-B602-88-2010 Standard Test Method for Attibute Sampling of Metallic and Inorganic Coatings
* ASTM A673 Estándar Specification for Sampling Procedure for Impact Testing of Structural Steel
* ASTM F436 Standard Specification for Hardened Steel Washers Inch and Metric Dimensions

# ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FABRICACIÓN ESTRUCTURAS ALTAS Y BAJAS DE SS/EE

## ACERO ESTRUCTURAL

El acero estructural deberá cumplir con alguna de las siguientes normas:

* Normas NCh 203, calidades A240ES, A270ES y A345ES
* Norma ASTM A36 o A572 grado 50.

Todos los perfiles ángulo serán laminados, los perfiles canal serán de plancha doblada y los perfiles T y doble T de plancha soldada.

Los perfiles y planchas deberán tener resiliencia garantizada mínima de 27 [Joule] a 0 [°C], considerando el ensayo Charpy V-notch según norma ASTM A673. De acuerdo a la NCh203 Of.2006, sólo los aceros especiales llevan el requerimiento de impacto Charpy, la ASTM A36, no tiene requisito el impacto Charpy, se tienen que ser consecuente con el tipo de acero a utilizar, no dejando la oportunidad que el proveedor proporcione un acero de calidad inferior.

El material deberá estar recto, sin óxido suelto o en escamas, sin grasa ni otras suciedades y no podrá ser acero de segunda clase o reutilizado.

Se deben presentar certificados de materiales, los que deben incluir lo siguiente:

* Composición química del acero de perfiles, planchas y pernos.
* Pruebas de resistencia del acero para perfiles y planchas.
* Pruebas de resistencia de los pernos según estándar ASTM.

## PERNOS

Los pernos de conexión serán de alta resistencia, según norma ASTM A394 Tipo 1, galvanizados.

Se considerará que los pernos llevarán arandela de presión según norma ANSI B18.21.1 (Tabla 3), y en los casos que sea necesario, cuando el hilo del perno no llegue a la plancha, arandela plana circular según norma ASTM F436.

El acero para la fabricación de los pernos de anclaje será calidad: ASTM A193 Tipo B7.

Se aceptará otra calidad de acero para pernos de anclaje siempre que se garantice que cumpla con los requisitos indicados en esta sección.

Los electrodos deberán cumplir con la norma AWS. En general, se usarán electrodos E6010 o E6011.

Antes de comenzar el proceso de fabricación, el ADJUDICATARIO deberá presentar los certificados que acrediten que los materiales cumplen con las normas indicadas en los planos.

Las soldaduras solamente serán realizadas en taller, no en el terreno. La soldadura podrá ser implementada en extensiones o canastillos para cables de guardia en marcos de línea y/o marcos de conexión de equipos a las estructuras de soporte.

## ARMADO DE PRUEBA

Antes de comenzar la fabricación en serie se deberá hacer un armado de prueba y presentar los siguientes procedimientos como mínimo de las estructuras altas y de las estructuras bajas (estructuras de soporte de equipo eléctrico):

* Fabricación de estructuras.
* Galvanizado de estructuras
* Reparación de estructuras
* Prearmado de estructuras
* Almacenaje, embalaje y transporte.

El armado de prueba tiene por finalidad asegurar el correcto calce de las piezas y la factibilidad del montaje y deberá hacerse de acuerdo con los planos de fabricación y montaje correspondientes, previo al inicio de la fabricación en serie.

El armado de prueba deberá hacerse con las piezas en negro, a nivel de piso, e incorporar todos los elementos que conforman la estructura.

Estos prototipos deberán quedar apoyados de forma tal que no se produzcan deformaciones que afecten sus montajes.

La fabricación de las piezas del prototipo deberá cumplir con las presentes especificaciones técnicas.

Los pernos para el prototipo deberán ser suministrados por el Fabricante y deberán tener las mismas características dimensionales que las indicadas en los planos de montaje de las estructuras. Pudiendo utilizar pernos de menor calidad a lo estipulado en esta especificación, manteniendo el diámetro indicado en los planos correspondientes.

Si es necesario efectuar nuevas perforaciones, éstas sólo se harán en piezas nuevas. Podrán efectuarse cortes menores en las puntas de las alas en las mismas piezas.

Será responsabilidad del Fabricante la inspección y protocolización de los armados de prueba en fábrica.

Sin perjuicio de lo anterior, el MANDANTE podrá participar en la inspección de armado de prueba, si así lo estima conveniente, para lo cual el Fabricante deberá informar oportunamente las fechas de ejecución de los armados de prueba programados por la fábrica. Para ello el fabricante deberá disponer de al menos los siguientes recursos:

* Espacio físico en patio de estructuras con techo móvil
* Mesa del tamaño suficiente para trabajar con los planos
* Personal de apoyo y grúas según necesite el equipo de inspección
* Copia en formato A1 de los planos de fabricación.
* Persona que realice las funciones de traducción durante el proceso de inspección, en caso de ser necesario.

El MANDANTE tiene la potestad de solicitar al fabricante, la inspección del armado de prueba por un laboratorio de tercera parte.

La participación del MANDANTE en la inspección de armado de prueba no libera al Fabricante de la responsabilidad en esta inspección.

Las modificaciones motivadas por el armado de prueba deberán ser protocolizadas según documento Anexo Protocolo Armado de Prueba e incorporadas a los planos de fabricación antes de comenzar la fabricación en serie y deberán contar con la aprobación del Inspector Jefe y el departamento de ingeniería del MANDANTE.

## FABRICACIÓN

La fabricación de cada estructura sólo podrá comenzar una vez que el Inspector Jefe la autorice mediante comunicación escrita, que emitirá después de verificar que las modificaciones solicitadas durante el armado de prueba y prueba de carga si corresponde han sido incorporadas en los planos correspondientes.

La fabricación debe hacerse de acuerdo con lo indicado en los planos, considerando lo siguiente:

* No se aceptará el uso de calor para enderezar el material que se empleará en la fabricación.
* En los casos especiales que sea necesario durante la fabricación usar calor para doblar piezas o para llevarlas a la geometría especificada, el Fabricante deberá proponer un método de aplicación de calor en forma localizada y un sistema de control de las temperaturas en la zona calentada.
* Los cortes que se ejecutarán al material deberán quedar limpios, sin rebabas y sin deformaciones.
* Se podrán perforar mediante punzonado sólo hasta espesores de 12,7 mm. (1/2”) Los agujeros en material de mayor espesor deberán ejecutarse con taladro. No deberán presentar rebabas, las que, en caso de producirse, deberán ser eliminadas. Los agujeros deberán ser circulares y perpendiculares a las caras del elemento elaborado.
* En los casos de piezas con dobleces importantes se ejecutará primero el doblez y a continuación las perforaciones cercanas al doblez.
* Será responsabilidad del Fabricante la inspección en fábrica durante el proceso de fabricación y del embalaje de las estructuras para su despacho. El despacho se considerado terminado, una vez que el material se encuentre en las dependencias que el MANDANTE indique para tales efectos, pudiendo ser una bodega u obra donde se realice el montaje de la estructura.

Se garantizará la utilización por parte de la fábrica de los materiales de la calidad ofertada mediante los siguientes procedimientos:

El proveedor seleccionado deberá contar con un plan de aseguramiento de calidad bajo estándares internacionales validados en Chile, tales como ISO. El proveedor deberá entregar como parte del plan las actividades del proceso y parámetros para el control de calidad de estas, basado en sus propios estándares y las exigencias requeridas en este documento. Dicho plan deberá contener como mínimo la identificación de: actividad, variables a controlar, tolerancia, tipo de inspección y/o ensayo, frecuencia de control, registro asociado, equipo de inspección, medición y ensayo. Todos los equipos e instrumentos utilizados para el control del recubrimiento deben contar con su certificado de calibración, otorgado por un organismo reconocido de tercera parte.

El fabricante deberá dar cumplimiento a estas especificaciones técnicas completando la hoja de Características Técnicas Garantizadas (CTG) indicadas en anexo 17.1, ofreciendo características iguales o superiores a las solicitadas en esta especificación.

## TOLERANCIAS DE FABRICACIÓN

## DIMENSIONES DE LOS MATERIALES

#### PERFILES Y PLANCHAS

Los perfiles y planchas laminados que se utilicen deberán cumplir con las tolerancias geométricas que establece la Norma ASTM A6 última edición, y las normas NCh 42 of 57 y NCh 730 of 71.

Para las dimensiones de un perfil ángulo de plancha doblada, se aplicarán las tolerancias siguientes:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Ancho de ala b | Tolerancia de alas | Tolerancia de espesor e | |
| mm | mm | e≤5 mm | e>5mm |
| b < 50 | ± 1,2 | ± 0,25 | ± 0,3 |
| 50 ≤ b < 65 | ± 1,6 | ± 0,25 | ± 0,3 |
| b ≥65 | ± 2,4 | ± 0,3 | ± 0,4 |

La tolerancia de escuadrado será de 1,5 grados sexagesimales.

Las dimensiones y tolerancias de los pernos y tuercas deben cumplir con lo especificado en las normas ANSI B18.2.1 para pernos tipo “Heavy Hex Structural Bolts” y ANSI B18.2.2 para tuercas “Heavy Hex Nuts”.

El hilo debe ser “Unified Coarse Thread Series” de la norma ANSI B1.1 y debe tener tolerancia clase 2A para pernos y clase 2B para tuercas. Si los pernos llevan arandelas planas, éstas deberán ser de la serie “NARROW” definida por la tabla 1 de la norma ANSI B18.22.1, exceptuando el espesor de la arandela, cuya dimensión se indicará en los planos.

Si los pernos llevan arandelas de presión, éstas deberán der del tipo definido por la tabla 3 de LA NORMA ANSI B18.21.1.

## TOLERANCIA DE FABRICACIÓN

* Distancia entre agujeros
* Para distancias mayores que 0.60 m ± 1.5 mm
* Para distancias menores o iguales que 0.60 m ± 0.8 mm
* En conjunto de agujeros ± 0.8 mm
* Gramiles ± 0.8 mm
* Distancia de agujeros a bordes cortados a tijera ± 1.5 mm
* Distancia de agujeros a bordes cortados a tijera ± 1.5 mm
* Diámetro de los agujeros pernos de conexión
  + El diámetro nominal de los agujeros será igual al diámetro nominal del perno más 1.6 mm con una tolerancia de +0.5 mm

En caso de producirse en el agujero defectos de conicidad entre ambas caras de la pieza y/o de ovalado, la tolerancia será un 10% del espesor de la plancha, con un límite de 1.0 mm.

* Rectilineidad
* La flecha en una pieza no puede ser mayor que: F = L / 1000

Donde:

L = largo de la pieza

La flecha máxima en cualquier sentido y en cualquier trozo de la barra no podrá exceder un 0.2% de la longitud de la cuerda en el trozo considerado.

* Dobleces
* Ubicación del vértice del doblez: ± 1.5 mm
* Tangente ángulo del doblez: ± 1/250
* Cortes
* Dimensiones y ubicación: ± 1.5 mm

## PERNOS Y ARANDELAS

Las dimensiones y tolerancia de los pernos y tuercas deben cumplir con lo especificado en las normas ANSI B18.2.1 para pernos tipo “Heavy Hex Structural Bolts” y ANSI B18.2.2 para tuercas “Heavy Hex Nuts”.

El hilo debe ser “Unified Coarse Thread Series” de la norma ANSI B1.1 y debe tener tolerancia clase 2A para pernos y clase 2B para tuercas. Si los pernos llevan arandelas planas, éstas deberán ser de la serie “NARROW” definida por la tabla 1 de la Norma ANSI B18.22.1, exceptuando el espesor de la arandela, cuya dimensión se indicará en los planos.

Si los pernos llevan arandelas de presión, éstas deberán ser del tipo definido por la tabla 3 de la norma ANSI B18.21.1

## PERNOS DE ANCLAJE

La fabricación de los pernos de anclaje se realizará según lo indicado en los planos y lo estipulado en las presentes especificaciones.

El suministro incluye los pernos, las tuercas, contratuercas y golillas de presión.

Los pernos de anclaje se fabricarán con acero calidad ASTM A193 Grado B7 lo que garantiza una resiliencia del perno de anclaje de 27 J a -10°C.

No se aceptará ningún tipo de soldadura ni doblado en los pernos calidad ASTM A193 Tipo B7. Se aceptará el uso de pernos químicos que cuenten con certificado de calidad frente al desempeño sísmico, previa autorización del Ingeniero Jefe.

Se aceptará fabricar los pernos de anclaje con aceros de calidades ASTAM A36, A240ES, A270 ES u otro equivalente, siempre que su uso se haya considerado en sus respectivas memorias de cálculo y que además cumplan con las siguientes exigencias:

* La resiliencia del acero medida en ensayos de impacto según Charpy V-NTOCH, a -10ºC no deberá ser inferior a 27 Joules. Los ensayos de resiliencia se deberán efectuar para un mínimo de 3 pernos según lo indicado en la norma ASTM-A370, para probetas cuyo eje mayor coincida con la dirección de laminación.
* El acero deberá tener grano fino y uniforme.
* El ADJUDICATARIO deberá presentar al MANDANTE, a lo menos quince (15) días antes de iniciar la fabricación los certificados de los ensayos realizados al acero para pernos de anclaje. En dichos certificados se deberá garantizar a lo menos lo siguiente:
* Resiliencia.
* Nivel de inclusiones.
* Tamaño de grano.
* Composición química.
* Características mecánicas: rupturas, fluencia y alargamiento.
* Los pernos se deberán galvanizar por inmersión en caliente, según lo estipulado en la norma ASTM A153.
* Todos los pernos se deberán suministrar con sus tuercas colocadas.

## PELDAÑOS EMPERNADOS (ESCALINES)

Para cada torre o estructura alta deberán suministrarse peldaños empernados galvanizados por inmersión en caliente según normas ASTM A153 y ASTM A143, con las características indicadas en los planos del proyecto.

Los peldaños empernados se instalarán en dos (2) montantes de esquina diametralmente opuestos y situados al lado derecho de las caras frontales de los pórticos (Transversal al eje longitudinal de la línea), en las ubicaciones que indican los planos de fabricación y montaje.

Los peldaños empernados serán de diámetro 16 mm ó 5/8”, deben ser fabricados según la norma ASTM A394 Tipo 0. Cada peldaño llevará dos tuercas, una arandela plana y una arandela de presión. Los hilos, dimensiones y tolerancias serán los mismos indicados para los pernos, tuercas y arandelas de la estructura.

## SISTEMA ANTIPÁJAROS (PEINETAS)

Para estructuras tipo torre, estructuras altas o que involucren seccionamientos de Línea, se debe proveer y fabricar estructuras anti-pájaros tipo peineta, teniendo así una consideración con las perforaciones necesarias para la fijación de dichos dispositivos en las estructuras altas o torres.

## MARCAS

Todas las piezas se marcarán a estampa de acuerdo con lo indicado en los planos de fabricación. Las marcas deberán tener una altura mínima de 12 mm y una profundidad no mayor de 1,5 mm. Esta marca se realizará de forma que no quede tapada después del montaje y con el material en negro.

## SOLDADURAS

Las soldaduras al arco se ejecutarán de acuerdo con lo indicado en los planos del Contrato. Todos los trabajos de soldadura serán ejecutados por soldadores calificados con certificación vigente.

Las soldaduras solamente serán realizadas en taller, no en el terreno. La soldadura podrá ser implementada en extensiones o canastillos para cables de guardia en marcos de línea y/o marcos de conexión de equipos a las estructuras de soporte.

No se aceptará reparar piezas con soldadura ni rellenar perforaciones con soldadura y luego reperforar.

La calificación se hará de acuerdo con lo especificado por la AWS Structural welding Code Steel última edición. En general, las soldaduras se examinarán por medios no destructivos, radiográficos, ultrasonido, partículas magnéticas, según lo determine el MANDANTE.

## PROTECCIÓN ANTICORROSIÓN

Una vez terminada su fabricación en negro, las piezas componentes de las estructuras deberán ser galvanizadas. La galvanización se efectuará por inmersión en caliente y deberá cumplir con las normas ASTM A123, ASTM A780 y ASTM A143.

Las reparaciones de las áreas no cubiertas deben cumplir con los puntos 6.2.1 y 6.2.2 de la norma ASTM A123.

Se puede realizar reparaciones, según los métodos señalados en norma ASTM A780.

Para las reparaciones a realizar se deberá utilizar pintura rica en zinc (98% zinc) aplicada con pincel, considerando dejar un espesor de galvanizado 50% mayor que el exigido por norma, quedando prohibido el uso del spray rico en zinc, para mejorar la apariencia superficial del elemento.

Queda estrictamente prohibido realizar pulido con herramientas eléctricas (esmeril angular con grata) en las piezas galvanizadas, ya que afecta en el espesor del recubrimiento y se puede eliminar una de las principales capas de galvanizado que ayudan a prevenir la corrosión (ETA)

En el proceso de terminación, no se eliminarán gotas o exceso de zinc que no presente problemas de funcionamiento de las piezas. En caso de que se requiera remover el exceso de zinc por tema de funcionalidad, se deberán utilizar herramientas manuales.

Para la eliminación de las gotas en el proceso de galvanizado, se solicitará el uso de equipos y pistolas con aire comprimido en el horno de zinc, que permitirá obtener un mayor porcentaje de piezas libres de gotas y evitar el uso de herramientas que puedan eliminar la protección. Se solicitará que los elementos galvanizados, presenten un buen almacenaje y trasporte, ya que las piezas recubiertas con zinc tienen que contar con una ventilación adecuada para que no se acumule la humedad y con esto evitar que se genere que el óxido de zinc, que no solo da una apariencia dispareja, también acelera el proceso de oxidación del zinc.

Los pernos, tuercas y arandelas serán galvanizados por el proceso de inmersión en caliente y deberán cumplir con las normas ASTM A153 y ASTM A143 última edición.

Una vez galvanizados los pernos y tuercas, ambos se deberán atornillar y se les aplicará aceite.

Se hará inspección visual de los materiales galvanizados cuando estén listos para despacho, con el objeto de verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos.

De ser necesario realizar regalvanizados, debido a que el daño del recubrimiento no cumple con los criterios de reparación indicados en ASTM 780, el fabricante deberá retirar toda la capa de galvanizado mediante un proceso de decapado en piscina de ácido, y luego someter la pieza al proceso de galvanizado nuevamente.

En el caso de realizar decapado a las estructuras, éstas deben quedar sin restos de pintura ni aceite. En caso de que existan estos elementos, se deben quemar o pulir hasta eliminarlos completamente.

Se deben entregar Dossier de calidad de todas las piscinas utilizadas en el proceso de galvanizado y decapado. Además, mostrar el estado de éstas y mantener el cumplimiento del zinc al 98%.

Las piscinas de zinc y decapado deben estar limpias de escoria para asegurar que no se adhieran al material base.

La metodología de colgado debe asegurar que no existan golpes ni roces entre piezas, caídas, daños por amarras y debe garantizar que no recoja escoria.

## CONTROL DE CALIDAD DEL ADJUDICATARIO

El ADJUDICATARIO deberá tener un sistema de control de calidad interno que debe asegurar que el suministro de las estructuras cumple con lo establecido en estas especificaciones.

En particular deberá dejar registro de lo siguiente:

* Control de materiales, resultados de ensayos de mecánicos.
* Control de procedimientos de fabricación.
* Control de dimensionamiento de piezas y cumplimiento de tolerancias.
* Control de armado en negro
* Control de soldadura, incluyendo calificación de soldadores y ensayos de soldaduras.
* Control de espesor del galvanizado.
* Control de pintura, incluyendo control de limpieza y aplicación de pintura, si aplica.
* Control de embalaje.

La copia de estos registros debe ser entregada al MANDANTE para su aprobación.

## INSPECCIÓN DE FABRICACIÓN

El MANDANTE podrá presenciar todos los ensayos que el ADJUDICATARIO tenga que realizar de acuerdo con lo indicado en las normas de los materiales empleados y deberá recibir copia de los certificados respectivos.

El MANDANTE podrá requerir del ADJUDICATARIO un programa de fabricación que le permita planificar la inspección.

El MANDANTE podrá inspeccionar todas las fases de la fabricación y para ello tendrá amplio acceso a los talleres del fabricante, quien además deberá proporcionar personal auxiliar para ejecutar la inspección.

El MANDANTE rechazará todas las piezas que no cumplan con las tolerancias indicadas en estas especificaciones.

El MANDANTE se reserva el derecho de realizar cualquier ensayo adicional. El costo de estos ensayos será de cargo del MANDANTE, con la excepción de aquellos cuyos resultados indiquen material o proceso defectuoso, los que serán de cargo del ADJUDICATARIO.

## SISTEMA DE MUESTREO

Con la inspección de muestreo se prevé identificar los niveles mínimos de calidad que se consideran satisfactorios.

Se utilizará la “Prueba de prueba no destructiva” indicada en la Tabla 3 de la norma ASTM-B602-88-2010



La cantidad de bultos a inspeccionar se enmarcará en alguno de los siguientes casos de revisión, aplicándose los criterios asociados a cada caso:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Caso de revisión** | **Piezas en bultos** | **Tipos de bultos** | **Criterio de revisión** |
| 1 | En un mismo embarque, existen bultos con distintos tipos de piezas | Distintas | Distintos | Realizar la inspección de todos los tipos de pieza del embarque.  Si la cantidad total de bultos a inspeccionar según el criterio anterior es inferior al 20%, completar inspección hasta llegar al 20% del total de bultos del embarque. |
| 2 | En un mismo embarque, existen bultos conformados por iguales tipos de piezas y distintos tipos de bultos | Iguales | Distintos | Realizar la inspección de todos los tipos de bultp del embarque.  Si la cantidad total de bultos a inspeccionar según el criterio anterior es inferior al 20%, completar inspección hasta llegar al 20% del total de bultos del embarque. |
| 3 | En un mismo embarque, existen bultos conformados por iguales tipos de piezas e iguales tipos de bultos | Iguales | Iguales | Realizar la inspección de al menos el 20% del total de bultos del embarque |

## PRUEBAS DE ADHERENCIA

A continuación se presentan los criterios de aceptación para las pruebas de adherencia que garantizan esta propiedad, luego del proceso de galvanizado en caliente:

* Sobre el material galvanizado se debe realizar una X con un cuchillo afilado ejerciendo considerable fuerza. La X debe realizarse alejada de los bordes y de las perforaciones que pudiera tener el elemento galvanizado. El ángulo interior debe estar entre los 30 y 45 grados. La X debe ser realizada con ayuda de una guía metálica (regla) para evitar curvaturas en su ejecución.
* El corte debe ser ejecutado una única vez por línea. Estará prohibido repasar el corte.
* Introduciendo la punta del cuchillo en el centro de la X, se debe ejercer palanca una única vez.
* Si se observan desprendimientos en el elemento galvanizado como los mostrados en el anexo “Criterio de aceptación y rechazo”, se deben realizar dos pruebas adicionales en los otros dos testigos del mismo elemento. Si luego de realizar estas tres muestras, dos de ellas presentan rechazo, no importando el grado, según anexo “Criterio de aceptación y rechazo”, entonces se considerará como pieza rechazada.
* Si la pieza está aceptada pero tiene desprendimientos menores, se debe reparar con pintura rica en zinc según procedimiento establecido en apartado 8 de estas especificaciones.
* Para el método de selección y número de los especímenes de prueba por lote, aplicará lo estipulado en la Tabla 3 de la norma ASTM-B602-88-2010.
* Como criterio de aceptación y rechazo, se debe considerar como número aceptable de especímenes rechazados por lote, lo establecido en la tabla 3 de la ASTM-B602-88-2010.

## EMBALAJE, ACOPIO Y TRANSPORTE

En caso de embalaje sobre contenedor, éstos deberán ser de apertura superior, para asegurar la revisión por parte de la inspección y la facilidad de carga y descarga.

El Fabricante deberá embalar los diversos elementos del suministro de modo que no sufran deformaciones ni daños durante el acopio y transporte. Para evitar el contacto entre piezas terminadas (galvanizadas) se deberá colocar un cordel trenzado plástico de diámetro mínimo 8 mm entre cada una de las piezas, cuando estas se apilen una sobre otra, para evitar la aparición de moho blanco.

En el caso de piezas pequeñas, como las planchas PL de conexión, también se debe utilizar el cordel de separación y además deben estar puestas dentro de un cajón metálico, forrado con una tela que evite el daño por fricción entre el cajón y las piezas.

Se deberá incorporar un 5% adicional de pernos junto al embalaje de cada estructura.

Todos los paquetes, pallets, barriles, cajas y otros recipientes deberán estar claramente etiquetados en 2 extremos o lados con al menos la siguiente información:

* Tipo de estructura o componente
* Detalle de las piezas en el bulto: tipo y cantidad
* Número de bulto
* Peso del bulto

Todos los bultos con material galvanizado se deben almacenar y transportar sobre madera, tanto dentro como fuera de la Fábrica.

En el caso de las piezas largas, éstas deben ir en el sentido longitudinal del contenedor.

El Fabricante proveerá listas de empaque (packing list) previo al embarque, e información de todos los medios de transporte involucrados.

Los bultos serán tales que sea imposible extraer elementos sin abrirlos completamente. El peso máximo de cada bulto será de 1500 kg. Los perfiles más grandes se atarán con flejes galvanizados o aluminizados y tendrán alambre galvanizado de diámetro mínimo 3 mm pasados por agujeros extremos de todos los perfiles.

Para facilitar un proceso ordenado de despacho, recepción y descarga en destino, las entregas tendrán una secuencia lógica a ser acordada con el MANDANTE. Asimismo, el embalaje será por torre individual o por piezas similares, según se establezca de común acuerdo.

Los pesos de las piezas serán calculados de acuerdo al AISC S303-5 (Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges). Según corresponda, el fabricante incluirá el peso de:

* Todas las piezas
* Todos los bultos
* Todas las estructuras completas por tipo y altura.

En caso de fabricación en el extranjero los embalajes de madera deberán cumplir con la resolución N° 133 del Ministerio de Agricultura que establece regulaciones cuarentenarias para el ingreso de embalajes de madera. Esta regulación fue modificada por resolución N° 2859.

El embalaje y el método de transporte deberán ser sometidos a la revisión, comentarios y aprobación por parte de SAESA antes de ser recepcionados.

## RECEPCIÓN EN FÁBRICA

El MANDANTE emitirá un certificado de recepción provisional del suministro. Esta recepción provisional no exime de responsabilidad al ADJUDICATARIO en caso de detectar cualquier defecto de fabricación en las etapas de montaje o puesta en servicio

## DOSSIER DE CALIDAD

## PLAN DE INSPECCIÓN Y ENSAYOS QUE DEBERÁ CUMPLIR EL PROVEEDOR.

* Control de materias primas
* Pretratamientos mecánicos (material en negro)
* Procedimiento para desengrase.
* Procedimiento de decapo
* Procedimiento de neutralizado
* Galvanizado
* “Fijado” (último proceso luego del galvanizado)
* Registro del control interno (protocolos) del fabricante por cada proceso antes indicado
* Certificado de tercera parte del baño de zinc.

## CERTIFICADOS DE CALIDAD HOMOLOGADOS POR LABORATORIOS CHILENOS CUANDO CORRESPONDA

* Aceros
* Planchas
* Pernos
* Galvanizados

## PACKING

* Listado de bultos detallado en Excel
* Tipos de piezas que componen cada bulto
* Peso de cada bulto

## GARANTÍA

El Fabricante deberá entregar una garantía de al menos 36 meses desde la entrega del material en fábrica o bien 24 meses desde la puesta en marcha de la línea de transmisión, lo que se cumpla primero.

# ANEXO I : HOJA DE CARACTERISTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS



# ANEXO II : PROTOCOLO ARMADO DE PRUEBA



# ANEXO III: PROTOCOLO CONTROL GALVANIZADO

**Control de espesores**



**Control de Adherencia**



**ANEXO CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO (ADHERENCIA)**

**Prototipos de rechazo**



Imagen que contiene exterior, edificio, piedra, tejado

Descripción generada automáticamente

**Prototipos de aceptación**



Un par de personas una de ellas sujetando una tabla de skateboard

Descripción generada automáticamente con confianza media

# ANEXO IV: PROTOCOLO INSPECCIÓN DE ELEMENTOS TÉRMINADOS



# ANEXO V: PROTOCOLO DE PACKING LIST



# ANEXO VI: CRITERIOS PARA INSPECCIÓN DE ARMADO DE PRUEBA

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Detalle a Controlar** | **Descripción** | **Acción** |
| Interferencia de piezas | Verificar que las piezas cuenten con los recortes adecuados, con el fin de que no interfieran los extremos de éstas. | De no existir los recortes, proponer recortes en inspección. |
| Largo total de piezas | Verificar que las piezas cuenten con las dimensiones especificadas en el plano y lista de materiales. | Evaluar, si es error de fábrica, pedir el cambio. Si la medida indicada en el plano es insuficiente, proponer el cambio. |
| Largos parciales | Verificar dimensiones entre perforaciones o cualquier dimensión que sea especificada en el plano. | Evaluar, si es error de fábrica, pedir el cambio. Si la medida indicada en el plano es insuficiente, proponer cambio. |
| Diámetro de perforaciones | Verificar que las perforaciones correspondan a los pernos especificados. | Evaluar, si es error de fábrica será necesario agrandar las perforaciones o fabricar nuevamente la pieza. Si la medida indicada en el plano es errónea, proponer cambio. |
| Dimensiones entre las perforaciones de placa base | Verificar las dimensiones entre las perforaciones de la placa base. | Evaluar dimensiones de acuerdo a tolerancias. |
| Dimensiones entre cantoneras en placas bases | Esta medición se puede realizar utilizando como referencia, los bordes a la placa base y las dimensiones entre las perforaciones de pernos de anclaje. | Evaluar si la diferencia se debe al poco apriete de los pernos. Pedir apretar los pernos y cuadrar. Si aun así no coincide, buscar la pieza que falla. |
| Dimensiones entre perforaciones de anclaje de equipo | Verificar que las dimensiones correspondan con lo indicado en plano de estructura (placa de soporte de equipo). | Buscar la falla para pedir la corrección. |
| Dimensiones entre perforaciones de anclaje de equipo. Caso desconectadores horizontales. | Verificar que las dimensiones correspondan con lo indicado en plano de estructura (placa de soporte de equipo). | Evaluar. Si la diferencia se debe al poco apriete de los pernos, pedir apretar los pernos y cuadrar. Si aun así no coincide, revisar si la falla se debe a una mala escuadría de la canal o un eje mal trazado en la misma canal. |
| Verificar estado de perforaciones | Verificar que las perforaciones no poseen virutas de acero y que no se encuentran cónicas. | Si se posee guantes revisar con tacto, si no, solo realizar inspección visual. Pedir limpieza. |
| Verificar estado de soldaduras del marco | Verificar que los elementos a unir no se encuentren demasiado separados (más de 2mm), ya que esta diferencia provocará que se rellene solo con material de soldadura. | Realizar inspección visual y si es necesario medir. |
| Verificar cordones de soldadura | Verificar que no sea grosero, es decir, que sea continuo en toda su extensión, que no se encuentre limado al extremo y/o que no posea porosidades. | Si el cordón se encuentra en buen estado y solo posee porosidades, introducir un alambre o un alfiler y verificar su profundidad. No debe ser mayor a la cuarta parte del espesor del cordón. Evaluar si esto se repite y en qué porcentaje. |
| Verificar perfiles | Verificar que las escuadrías correspondan | Verificar que cumplan la nomenclatura y sus ángulos. |
| Verificar diámetro, largo y agarre de pernos | Verificar que los pernos poseen el largo adecuado y que el hilo no se encuentra en el plano de corte. | Realizar inspección visual. |
| Verificar altura de caja de maniobra | Verificar que la altura de la caja de maniobra se encuentra de acuerdo a lo indicado en el plano. | Si la medida no es adecuada, evaluar una solución simple y proponerla. |
| **Detalle a Controlar** | **Descripción** | **Acción** |
| Verificar dimensiones entre perforaciones de cajas de maniobra | Verificar dimensiones entre perforaciones. | Verificar que las distancias correspondan a la medida indicada en los planos. |
| Verificar diámetro de perforaciones de caja de maniobra | Verificar diámetro de perforaciones, de acuerdo a plano. | Verificar que las distancias correspondan a la medida indicada en los planos. |
| Verificar existencia y posición de escalines | Verificar que están de acuerdo a plano, y que estos no interfieren con el resto de las piezas. En caso de interferencia, crear solución de gousset en la misma inspección. | Evaluar si existen, si no existen, proponerlos en el momento. Si alguno interfiere, crear solución en el momento. |
| Verificar golilla soldada para grillete | En la viga, en el sector en donde va el grillete se coloca una golilla por lado y lado para evitar el juego de la ferretería. | Evaluar, si las golillas no existen, solicitarlas. Esto se puede obviar si la pieza que lo soporta posee un espesor de 15mm aprox. |
| Verificar paso entre diagonales | Verificar de acuerdo a plano | Rechazar la pieza en caso de no ser coincidente. |
| Verificar largo de viga | Verificar que posee el largo adecuado, aun cuando no sea el largo indicado en el plano. Verificar extremos en caso de tronco piramidal. | Verificar con plano de diseño, considerar las sumas de las cantoneras de viga en este punto y compararlo con la distancia entre pilares. Verificar que las cantoneras quedan con el largo adecuado |
| Verificar llegada de viga a pilar | Verificar que no existe interferencia entre pernos y que las piezas cuentan con los largos adecuados para la conexión. | Verifica interferencias, principalmente. Corroborar existencia de placas y restringir el abuso de pernos. Verificar perfiles con ángulos distintos a 90° |
| Verificar Marcos de conexión a viga y canastillo | Verificar las piezas que conectan a las piezas de la viga, las que conectan al cuerpo común y las que conectan al canastillo, de acuerdo a lo señalado a interferencia o abuso de pernos. | Verifica interferencias, principalmente. Corroborar existencia de placas y restringir el abuso de pernos. Verificar perfiles con ángulos distintos a 90° |
| Verificar que no exista abuso de pernos | Verificar que los puntos en donde existe una conexión importante de elementos, existan las placas adecuadas y no estén todos los elementos conectados a la misma pieza. | Verificar este punto en los nudos, evitar la conexión de muchos elementos en un mismo punto, sin la ayuda de una placa. |
| Verificar distancia a borde cortado | Verificar que exista la correspondiente distancia entre perforación y borde cortado. En perfiles no debiese ser inferior a 25 mm, en extremos de cantoneras 30 mm, en placas 30 mm. | Evaluar contrarrestando con información del plano. |
| Verificar gramiles | Verificar de acuerdo a plano. | Evaluar contrarrestando con información del plano. |
| Verificar que existan todos los elementos del plano | Verificar contrastando con el plano. | Evaluar contrarrestando con información del plano. Evaluar porque no existe, puede ser que el plano este malo. |
| Verificar que existan los elementos necesarios | Verificar que existan los elementos necesarios de acuerdo al proyecto, aun cuando estos no se encuentren en el plano | Evaluar si falta una pieza que no está incluida en el plano y es necesaria en el diseño. |
| Verificar la placa del canastillo de cable guardia | Verificar que las perforaciones sean concordantes con la ferretería necesaria. | Verificar con plano de diseño o plano de ferretería. |
| Verificar perforaciones para ferretería | Verificar que las perforaciones corresponden con el cable guardia o los anclajes | Verificar con plano de diseño o plano de ferretería. |