



Ciente	ENGIE
---------------	-------

Proyecto	NUEVO REACTOR DE LÍNEA 1X220 kV NUEVA POZO ALMONTE- RONCACHO, EN S/E RONCACHO
-----------------	--

Nº Documento	ENG-OA-RON-SE-IG-ET-005
---------------------	-------------------------

Nº Documento Cliente	ENG-OA-RON-SE-IG-ET-005
-----------------------------	-------------------------

Fase	Ingeniería conceptual
-------------	-----------------------

Título	Especificación Técnica Estructuras metálicas
---------------	--

Fecha	Revisión
08/01/2025	B
24/01/2025	0

Número de Hojas
25

IEB	Nombre	Firma	Fecha
Preparó	D.F.R.		08/01/2025
Revisó	E.J.C.		08/01/2025
Aprobó	J.I.D.		08/01/2025
Cliente			
Revisó			
Aprobó			

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	OBJETIVO.....	4
3.	ALCANCE	4
4.	NORMATIVA APLICABLE	4
4.1	ASTM, AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS	4
4.2	AWS, AMERICAN WELDING SOCIETY	6
4.3	ANSI, AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE.....	6
4.4	AISC, AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION	6
4.5	GB, NATIONAL STANDARDS OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA	6
4.6	ISO, INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION.....	6
4.7	DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG STANDARDS.....	6
4.8	EUROPEAN STANDARDS	6
4.9	NCH, NORMAS CHILENAS	6
5.	FABRICACIÓN.....	7
5.1	GENERALIDADES	7
5.2	MATERIALES.....	7
5.3	DIMENSIONES Y TOLERANCIAS	8
5.4	CONEXIONES.....	10
5.5	ACCESORIOS: PERNOS, TUERCAS Y GOLILLAS.....	11
5.6	PERNOS DE ANCLAJE	12
5.7	PELDAÑOS EMPERNADOS (ESCALINES)	12
5.8	SOLDADURA	13
5.9	MARCAS PARA MONTAJE.....	13
5.10	GALVANIZADO.....	14
6.	PRUEBAS E INSPECCIÓN EN FABRICACIÓN	16
6.1	PRUEBAS DE RUTINA	16
6.2	PRUEBAS DE ARMADO DE PROTOTIPOS	16
6.3	PRUEBAS DE ACEPTACIÓN	16
7.	EMBALAJE Y TRANSPORTE	19
8.	MONTAJE DE ESTRUCTURAS.....	21
9.	TOLERANCIAS DE MONTAJE.....	22



10.	REPARACIONES DE MONTAJE	23
11.	MATRIZ DE RESPONSABILIDADES	23
12.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS.....	24

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto “Nuevo Reactor de Línea 1x220 kV Nueva Pozo Almonte-Roncacho, en S/E Roncacho” consiste en la ingeniería de licitación para la instalación del reactor de línea en la S/E Roncacho para la línea 1x220 kV Nueva Pozo Almonte – Roncacho, con la finalidad de permitir la energización y conexión de dicha línea al sistema.

Actualmente la subestación Roncacho cuenta con un patio de 220 kV en configuración interruptor y medio con equipos AIS y se conecta al Sistema Eléctrico Nacional mediante las líneas 1x220 kV Nueva Pozo Almonte – Roncacho y 1x220 kV Parinacota – Roncacho.

2. OBJETIVO

La presente Especificación Técnica se refiere a los requerimientos y especificaciones de suministro, fabricación, embalaje y montaje de las estructuras metálicas, pernos de anclaje de marcos y estructuras de soportes de equipos, correspondientes al proyecto “Nuevo Reactor de Línea 1x220 kV Nueva Pozo Almonte-Roncacho en S/E Roncacho”.

Todos los diseños y detalles se harán en conformidad con las normas que se listan más adelante, las cuales deben aplicarse usando su última revisión o la indicada en las siguientes numerales. Cualquier cambio de nomenclatura respecto de las normas aquí enumeradas, no afectará la obligatoriedad de ellas. Si una pierde vigencia, se estimará válida aquella que la reemplaza.

3. ALCANCE

Describir los procedimientos, criterios y/o exigencias mínimas con los que se desarrollan los trabajos asociados a la fabricación y montaje de estructuras metálicas, correspondientes al proyecto “Nuevo Reactor De Línea 1x220 kV Nueva Pozo Almonte-Roncacho en S/E Roncacho”

El suministro incluye además de la perfilería, la pernería y platinería propias de las estructuras y de los pernos de anclaje a la fundación.

4. NORMATIVA APLICABLE

Todos los aspectos de fabricación, materiales y suministros descritos en estas especificaciones se ejecutarán conforme a los requerimientos de la última versión de las normas listadas a continuación, cuando sean aplicables.

4.1 ASTM, AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS

- ASTM A6/A6M – 17a: Standard Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling.
- ASTM A36/A36M – 14: Standard Specification for Carbon Structural Steel.
- ASTM A90/A90M – 13: Standard Test Method for Weight [Mass] of Coating on Iron and Steel Articles with Zinc or Zinc-Alloy Coatings.
- ASTM A123/A123M – 17: Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products.
- ASTM A143/A143M – 07: Standard Practice for Safeguarding Against Embrittlement of Hot-Dip Galvanized Structural Steel Products and Procedure for Detecting Embrittlement.

- ASTM A153/A153M – 16a: Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware.
- ASTM A193 Grade 7 – 17: Standard Specification for Alloy-Steel and Stainless-Steel Bolting for High Temperature or High-Pressure Service and Other Special Purpose Applications.
- ASTM A239 – 14: Standard Practice for Locating the Thinnest Spot in a Zinc (Galvanized) Coating on Iron or Steel Articles 1, 2.
- ASTM A240/A240M – 15: Standard Specification for Chromium and Chromium-Nickel Stainless Steel Plate, Sheet, and Strip for Pressure Vessels and for General Applications.
- ASTM A270/A270M – 15: Standard Specification for Seamless and Welded Austenitic and Ferritic/Austenitic Stainless Steel Sanitary Tubing.
- ASTM A370 – 17a: Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products.
- ASTM A384/A384M – 07: Standard Practice for Safeguarding Against Warpage and Distortion During Hot-Dip Galvanizing of Steel Assemblies.
- ASTM A394 – 08: Standard Specification for Steel Transmission Tower Bolts, Zinc-Coated and Bare.
- ASTM F3125/F3125M: Standard Specification for High Strength Structural Bolts, Steel and Alloy Steel Heat Treated, 120 ksi (830 MPa) and 150 ksi (1040 MPa) Minimum Tensile Strength, Inch and Metric Dimensions.
- ASTM A563 – 15: Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts.
- ASTM A572/A572M – 18: Standard Specification for High-Strength Low-Alloy Columbium-Vanadium Structural Steel.
- ASTM A780/A780M – 09: Standard Practice for Repair of Damaged and Uncoated Areas of Hot-Dip Galvanized Coatings.
- ASTM B6 – 13: Standard Specification for Zinc.
- ASTM B201 – 80: Standard Practice for Testing Chromate Coatings on Zinc and Cadmium Surfaces.
- ASTM B695 – 04: Standard Specification for Coatings of Zinc Mechanically Deposited on Iron and Steel.
- ASTM E165/E165M – 12: Standard Practice for Liquid Penetrant Examination for General Industry.
- ASTM E1417/E1417M – 16: Standard Practice for Liquid Penetrant Testing.
- ASTM F436/F436M – 18a: Standard Specification for Hardened Steel Washers Inch and Metric Dimensions.
- ASTM F2329/F2329M – 15: Standard Specification for Zinc Coating, Hot-Dip, Requirements for Application to Carbon and Alloy Steel Bolts, Screws, Washers, Nuts, and Special Threaded Fasteners.

- ASTM B960 – 08: Standard Specification Prime Western Grade-Recycled (PWG-R) Zinc.

4.2 AWS, AMERICAN WELDING SOCIETY

- D1.1 Structural Welding Code – Steel.
- D1.3 Structural Welding Code – Sheet Steel.

4.3 ANSI, AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE

- B.1.1 Unified Screw Threads.
- B.18.2.1 Heavy Hex Structural Bolts.
- B.18.2.2 Square and Hex Nuts.
- B.18.21.1 Helical Spring Lock Washers.

4.4 AISC, AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION

- ANSI/AISC 360 – 16: Specification for Structural Steel Buildings.

4.5 GB, NATIONAL STANDARDS OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

- GB/T700 – 2006: Carbon Structural Steel: Plate, wide flats, bars, sections and profiles – Q235 grade B.
- GB/T1591: High strength low alloy structural steels – Q345 grade B.

4.6 ISO, INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION

- ISO 898 – 1: Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel. Part 1: Bolt, screws and studs.
- ISO 898 – 2: Mechanical properties of fasteners. Part 2: Nuts with specified proof load values –Coarse thread.
- ISO 1461: Hot Dip Galvanized Coatings on Fabricated Iron and Steel Articles – Specifications and Test methods.
- ISO 10684: Fasteners – Hot Dip Galvanized Coatings.

4.7 DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG STANDARDS

- DIN 126: Flat washer without chamfer.
- DIN 127: Split lock washer with bend ends.
- DIN 434: Square bevel washer: 8%.
- DIN 931: Hexagon cap screws partially threaded.
- DIN 933: Hexagon cap screws fully threaded.

4.8 EUROPEAN STANDARDS

- EN 10025 – 2: Hot rolled products of structural steels – Part 2: Technical delivery conditions for non-alloy structural steels.

4.9 NCH, NORMAS CHILENAS

- NCh 427/1: Construcción – Estructuras de acero – Parte 1: Requisitos para el cálculo de estructuras de acero para edificios.

- NCh 428: Estructuras de acero – Ejecución de construcciones de acero – Perfiles laminados, soldados y tubos.
- NCh 203: Aceros para uso estructural - Requisitos.
- NCh 3348/1: Recubrimientos de zinc – Orientaciones y recomendaciones para la protección en contra de la corrosión de hierro y acero en estructuras – Parte 1: Principios generales de diseño y resistencia a la corrosión.
- NCh 3348/2: Recubrimientos de zinc – Orientaciones y recomendaciones para la protección en contra de la corrosión de hierro y acero en estructuras – Parte 2: Galvanización en caliente.
- NCh 730: Acero – Perfiles estructurales soldados al arco sumergido.
- NCh 308: Examen de soldadores que trabajan con arco eléctrico.
- NCh 1698: Requisitos de soldadura – Categorías de requisitos de servicio de las uniones soldadas.
- NCh 3199: Soldadura – Recomendaciones para soldadura de materiales metálicos.
- NTSyCS: Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio. Enero de 2025.
- Anexo Técnico: Exigencias Mínimas para el Diseño de Instalaciones de Transmisión.
- Anexo Técnico: Requisitos Sísmicos para Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión.

Las características técnicas garantizadas cumplirán en su totalidad con las exigencias de estas especificaciones y las normas técnicas citadas. En caso de discrepancia entre lo estipulado en las normas y lo requerido en estas especificaciones, prevalecerá lo establecido en las últimas.

5. FABRICACIÓN

5.1 GENERALIDADES

El Contratista entregará productos de alta calidad, conforme los requerimientos del Proyecto de ampliación y las condiciones ambientales de montaje y operación que tendrán durante la vida útil, teniendo en cuenta los criterios de mejora continua de procesos, trazabilidad de documentos y productos, así como buenas prácticas de manufactura, un sistema de calidad y autocontrol propios cumpliendo con el conjunto de normas de la calidad y la gestión ISO 9001, disponer de mano de obra altamente calificada, equipos en óptimas condiciones y materiales certificados de acuerdo con las normativas internacionales descritas.

Una vez terminadas, todas las partes quedarán libres de abolladuras, torceduras, dobleces u otras deformaciones del material que dificulten el montaje de las estructuras o puedan considerarse condiciones inseguras para el personal que las manipule.

5.2 MATERIALES

Todos los materiales empleados para la fabricación de las estructuras y elementos que suministre El Contratista serán nuevos y de primera calidad, libres de defectos e imperfecciones y cumplir con la clasificación, grado y resistencia especificados en los planos de fabricación. Asimismo, cumplen con la composición química y propiedades físicas y mecánicas indicadas en las normas descritas en este documento.

El fabricante de las estructuras deberá presentar los certificados que acrediten que los materiales utilizados en las estructuras cumplen con las especificaciones, normas y planos indicados en este documento, los que deberá entregar antes de comenzar el proceso de fabricación.

El acero estructural de resistencia normal cumplen con la norma GB/T700 (Q235) o en su defecto acero de calidad ASTM A36 o A250ESP y para el acero de alta resistencia cumplen con la norma GB/T1591 (Q345) o en su defecto acero de calidad A572 Gr 50 o A345ESP; el acero de las placas será de calidad GB/T700 (Q235), GB/T1591 (Q345), A240ES, A270ES o S275JO; el acero de los pernos será ASTM A394 Tipo 1 o clase 8.8 según la norma EN 20.898, Las tuercas hexagonales se suministrarán según las normas ASTM A563 y ANSI B18.2.2, las golillas circulares según la norma ASTM F436, las golillas de presión según la norma ANSI B18.21.1 y las golillas de cuña de según la norma ASTM F436. Los pernos de anclaje serán de calidad ASTM A193 Grado B7 con las características indicadas en el numeral 5.6.

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.

Todos los perfiles ángulo, canal, T y doble T serán laminados. No obstante, y a requerimiento del fabricante, se podrá aceptar perfiles ángulo y canal en plancha doblada y perfiles T y doble T de plancha soldada.

Para cada uno de los aceros suministrados, se entregarán informes certificados de las pruebas de fábrica, los métodos de prueba y análisis de coladas (Ladle analysis). Las pruebas mecánicas se realizarán conforme a la publicación ASTM A370; las pruebas están descritas en el numeral 6 de este documento y se ejecutarán en un laboratorio certificado.

Al optar por material de origen extranjero se deberán presentar certificados por laboratorios acreditados en Chile para validar cumplimiento normativo local (NCh 203).

En general, los aceros deberán tener una resiliencia o tenacidad mínima de 27 J a -5°C medida mediante el ensayo de impacto con entalle en V, según NCh 926 o ASTM A370. Las probetas de ensayo se deben extraer con eje longitudinal paralelo a la dirección de laminación o paralelo al eje mayor de la plancha. Para el caso de los requisitos de resiliencia para los pernos de anclaje y soldaduras, ver numeral 5.6 y 5.8 respectivamente.

5.3 DIMENSIONES Y TOLERANCIAS

Todos los elementos cumplirán como mínimo con todas las tolerancias de fabricación estipuladas en la publicación ASTM A6 y las normas NCh 428 Of. 2017 y NCh 730 Of. 71 antes de la fabricación de la estructura. El fabricante tendrá en cuenta, las siguientes disposiciones dimensionales durante la fabricación:

- La longitud de los miembros no puede variar en más de 1,6 mm (1/16") en miembros desde 1 hasta 6 m de longitud.
- La flecha máxima entre dos puntos laterales de soporte de un elemento recto, serán inferior a 1/1000 de la distancia entre los puntos de soporte del elemento.
- Las perforaciones para pernos localizadas cerca de un doblez, se harán después del doblez, para evitar su distorsión.

- Para elementos conformados en frío, el radio interno de doblez mínimo será del espesor de la lámina.
- Los dobleces se harán preferiblemente en frío. Si para doblar el material se requiere calentarlo, por la dificultad que presentan los elementos de espesores mayores, se controlará la temperatura de calentamiento del material, de tal forma que no sobrepase los 620°C; el procedimiento de enfriamiento será lento y controlado, de tal manera que no se afecten las propiedades mecánicas del acero.
- Para los dobleces, la ubicación del vértice de doblez la tolerancia será $\pm 1,5$ mm y la tangente del ángulo de doblez $\pm 1/250$.
- Para las dimensiones de un perfil de plancha doblada, se aplicarán las tolerancias siguientes:

Tabla 1. Tolerancias de fabricación perfil doblado

Ancho de ala "b" (mm)	Tolerancia de alas (mm)	Tolerancias de espesores "e"	
		e $\leq$ 5 mm	e > 5 mm
b < 50	$\pm 1,2$	$\pm 0,25$	$\pm 0,3$
50 $\leq$ b $\leq$ 65	$\pm 1,6$	$\pm 0,25$	$\pm 0,3$
B $\geq$ 65	$\pm 2,4$	$\pm 0,3$	$\pm 0,4$

- Los cortes se harán con cizalla y quedarán limpios, sin rebaba ni bordes salientes o cortantes. No se harán cortes con soplete. Cualquier rebaba que quede después del troquelado o taladrado será removida con una herramienta de biselar adecuada, antes de la galvanización. La tolerancia de corte para dimensiones y ubicación será $\pm 1,5$ mm.
- Cada miembro de las estructuras será fabricado de una sola pieza de forma tal que su longitud no exceda de 6 m, excepto donde se indique lo contrario en planos de fabricación.
- Los elementos que trabajarán únicamente a tracción serán identificados apropiadamente en los planos de fabricación y serán fabricados más cortos que la longitud teórica requerida, según las siguientes disposiciones:
 - Al estar terminados no tendrán distorsión lateral que exceda el 1/500 de la longitud no apoyada del miembro.
 - Los miembros de 4,5 m de longitud o menores, serán fabricados 3 mm más cortos para proveer la holgura necesaria durante el montaje.
 - Para miembros con longitudes mayores de 4,5 m, la reducción de la longitud será de 3 mm más 1,5 mm por cada 3 m de longitud adicional.
- La fabricación de los elementos estará sujeta a las tolerancias presentadas en la Tabla 2.

Tabla 2. Tolerancias de fabricación perfil doblado

Descripción	Tolerancia
Distancia entre perforaciones	$\pm 1,5$ mm
Distancia de la perforación a cualquier borde o cara	$\pm 1,0$ mm
Distancia del punto de doblez al extremo	$\pm 1,0$ mm

- Todas las dimensiones estarán en el sistema métrico.

5.4 CONEXIONES

- El diámetro de las perforaciones para los pernos será igual al diámetro del perno más 1,6 mm para pernos que conecten elementos de la estructura. El diámetro de las perforaciones en las placas base para pernos de anclaje será el diámetro del perno más 1,6 mm para pernos con diámetro menor e igual a 24 mm y más 4 mm para pernos con diámetro mayor a 24 mm, con una tolerancia entre 0,0 y 0,5.
- Las perforaciones serán cilíndricas y perpendiculares al plano del elemento, pueden ser taladradas o troqueladas en materiales con un espesor máximo de 12,7 mm para acero de resistencia normal y 12,7 mm para acero de alta resistencia. En ningún caso una perforación será realizada completamente por medio de troquel, cuando el espesor del material exceda el diámetro de la perforación a realizar.
- En materiales de más de 12,7 mm de espesor en acero de resistencia normal o 12,7 mm para acero de alta resistencia, las perforaciones serán hechas con taladro o alternativamente troqueladas a un diámetro 5 mm menor que el diámetro nominal del perno y posteriormente escariadas.
- Las dimensiones y tolerancias de los pernos y tuercas cumplirán 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 será "Unified Coarse Thread Series" de la norma ANSI B1.1 y tendrá tolerancia clase 2A para pernos y clase 2B para tuercas. Si los pernos llevan golillas planas, éstas serán de la serie "NARROW" definida por la tabla 1 de la norma ANSI B18.22.1, exceptuando el espesor de la golilla, cuya dimensión se indicará en los planos.
- Si los pernos llevan golillas de presión, éstas serán del tipo definido por la tabla 3 de la norma ANSI B18.21.1.
- Se evitarán excentricidades en las uniones o se reducirán al máximo.
- Los pernos llevarán golilla plana y golilla de presión.
- La longitud de los pernos se determinará de modo que no se produzcan esfuerzos de corte en la zona con hilo y los pernos sobresalgan dos hilos más allá de la tuerca. Si es necesario, se usarán golillas planas para asegurar el apriete del perno.
- Se considerarán peldaños de trepado en estructuras altas.

- Se preverán perforaciones para puesta a tierra y peldaños de trepado en dos montantes de esquina para facilidad de armado y localización en patio.
- Otros detalles como fijación de cables de guardia, fijación de cadenas de conductores, uniones viga-pilar, localización de placas de nomenclatura, etc., serán previstos en las cuatro caras.
- Las holguras en las perforaciones serán iguales a 1,6 mm en pernos hasta de 1" diámetro y 3,2 mm para pernos de mayor diámetro.

Tabla 3. Distancia a borde y entre perforaciones

Diámetro perno	Distancia mínima entre pernos (mm)	Distancia mínima a borde (mm)	
		Borde laminado	Borde cortado
5/8"	42	22(*)	25
3/4"	50	25	30

(*) Excepto en perfiles de 40 mm de ala en que será de 19 mm.

- Las conexiones soldadas estarán conforme a lo descrito en la norma AWS D1.1 y D1.3. El espesor mínimo de soldadura será equivalente al menor espesor de los elementos que se están conectando. Están deberá aplicarse de acuerdo con la información indicada en la información de referencia.
- Todas las dimensiones estarán en el sistema métrico.

5.5 ACCESORIOS: PERNOS, TUERCAS Y GOLILLAS

Las dimensiones, tolerancias, tipo y material de los pernos, tuercas y golillas para las estructuras descritas en estas especificaciones estarán en conformidad con las normas ASTM A394 Tipo 1 o clase 8.8 para pernos, ASTM A563 para tuercas, ASTM F436 para golillas planas, de presión y de cuña.

El suministro de estructura metálica incluirá todos los pernos, tuercas y golillas requeridos para el correcto armado de las estructuras y todos los pernos de escalera de acuerdo con los requerimientos y especificaciones estipulados en los planos de fabricación, teniendo en cuenta lo siguiente:

- La longitud mínima de los pernos para estructuras presentados en los planos de fabricación cumplirá con las siguientes condiciones:
 - El diámetro mínimo de pernos a usar en las estructuras en celosía será de 5/8" (15,9 mm)
 - El perno sobresaldrá al menos dos roscas una vez colocada la tuerca.
- Las cabezas de los pernos y tuercas serán de forma hexagonal. Las tuercas tendrán los bordes redondeados en ambas caras.
- Adicionalmente con cada perno se suministrará una tuerca hexagonal, una golilla plana y una golilla de presión, formando un conjunto o juego de pernería.

- Los pernos de escalera se ajustarán a lo especificado en este numeral. Cada juego de perno de escalera estará acompañado por dos tuercas y dos golillas planas.
- Todos los pernos llevarán en la cabeza una marca legible que indique el grado del acero.
- Se suministrará un 5% adicional de la cantidad total de pernería y pernos de escalera para el total de las estructuras. Este porcentaje adicional aplica tanto para el perno como para las golillas planas, golillas de presión y tuercas de cada juego.
- En la fabricación de los pernos se tendrá especial cuidado con el tratamiento térmico al que son sometidos por las pérdidas de resistencia mecánica que ocasiona el proceso de fabricación; por esto, el contratista garantizará por medio de certificados de pruebas de laboratorio que las propiedades mecánicas son las requeridas según la norma.

5.6 PERNOS DE ANCLAJE

Los pernos de anclaje serán calidad ASTM A193 Grado B7. La resiliencia del acero media en ensayos de impacto según Charpy V-NT0CH, a -5° no será inferior a 27 Joules. Los ensayos de resiliencia se efectuarán según lo indicado en la norma ASTM A370, para probetas cuyo eje mayor coincida con la dirección de laminación.

- El acero tendrá grano fino y uniforme.
- El Contratista presentará a lo menos 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, resiliencia, nivel de inclusiones, tamaño de grano, composición química y las características mecánicas de rupturas, fluencia y alargamiento.
- Los pernos se galvanizarán por inmersión en caliente, según lo estipulado en la norma ASTM A153.
- Las dimensiones, diámetro y tolerancias estarán de acuerdo con lo indicado en los planos de fabricación. La rosca será ordinaria (UNC).
- Las golillas serán fabricadas en conformidad con la publicación ASTM F436.
- Los pernos de anclaje serán tipo T invertida y llevarán cinco tuercas, dos golillas planas y los accesorios mostrados en el plano respectivo.

5.7 PELDAÑOS EMPERNADOS (ESCALINES)

Para cada estructura se suministrarán peldaños empernados galvanizados por inmersión en caliente según normas ASTM A153 y ASTM A143, con las características indicadas en los planos de fabricación.

Los peldaños empernados se instalarán en un (1) montante de esquina diametralmente opuestos y situados al lado derecho de las caras frontales de los marcos (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 o 5/8", serán fabricados según la norma ASTM A394 Tipo 0. Cada peldaño llevará dos tuercas, una golilla plana y una golilla de presión. Los hilos, dimensiones y tolerancias serán los mismos indicados para los pernos, tuercas y golillas de la estructura.

5.8 SOLDADURA

Las conexiones soldadas se realizarán conforme a las publicaciones AWS D1.1 "Structural Welding Code - Steel", y AWS D1.3 "Structural Welding Code - Sheet Steel". Sus dimensiones se ceñirán con lo indicado en planos de fabricación; sólo se permitirán desviaciones menores a 2 mm respecto a lo allí prescrito, con el fin de conservar la correspondencia y evitar interferencias con otros elementos, incluyendo pernos de anclaje. Se utilizarán electrodos de la serie E7010 y E7011.

Los electrodos de soldadura deberán satisfacer una tenacidad mínima de 27 Joules a -29°C en el ensayo de Charpy según ASTM A6

Las soldaduras se examinarán por medios no destructivos, radiográficos, ultrasonido, líquidos penetrantes o partículas magnéticas.

Una vez haya sido removido de sus cajas originales, el material de soldadura será protegido o almacenado, según las indicaciones del fabricante del electrodo, fuera de la humedad y a una temperatura constante entre 120°C y 200°C de tal forma que no se afecten adversamente las propiedades especificadas y las características de la soldadura.

Los electrodos que no han sido utilizados luego de dos horas de exposición a la atmósfera serán sometidos a una temperatura entre 370 y 426 grados centígrados durante una hora antes de ser utilizados; este proceso será realizado sólo una vez, de lo contrario los electrodos serán desechados. Los electrodos que se humedezcan serán rechazados.

Las superficies cortadas quedarán libres de defectos, imperfecciones o vacíos, causados por la operación de corte y de cualquier defecto perjudicial y herrumbres, grasas, polvo o materias extrañas a todo lo largo de los bordes preparados para la soldadura en toda la extensión de la penetración total. Los filetes terminados tendrán buena apariencia y uniformidad y quedar libres de cavidades, escamas, superficies salientes o cualquier otra irregularidad.

Las piezas de acero que se vayan a unir por medio de soldadura deben cortarse con precisión y tener las aristas biseladas por medio de soplete, de escalpelo neumático o por maquinado de acuerdo con el tipo de unión requerido para obtener penetración total.

Todos los trabajos de soldadura serán ejecutados por personal calificado conforme con los requerimientos exigidos por la publicación "Structural Welding Code" de la AWS (American Welding Society) y la última versión de la Nch 308.

Los defectos de la soldadura serán reparados removiendo el material encima del mismo y reemplazándolo por metal de soldadura.

En estructuras correspondientes a la ampliación de la subestación se usará soldadura sólo en marcos superiores de estructuras bajas de soporte de equipos eléctricos y en la unión de las placas bases de estructuras altas y bajas.

5.9 MARCAS PARA MONTAJE

Antes de galvanizar, todos los miembros, incluyendo todas las placas y conjuntos soldados, serán estampados con los números y letras definitivos, los cuales corresponderán con los planos de fabricación y la lista de composición de materiales. Las marcas para montaje serán de la siguiente forma:

- Primero: dos o tres campos para identificación de la subestación.
- Segundo: dos o tres campos según el tipo de estructura (viga, columna o soporte).

- Tercero: número correspondiente a la posición en el plano de fabricación.
- Cuarto: para designar la calidad del acero se adiciona la letra "H" sólo en el caso de aceros de alta resistencia.
- Los números y las letras serán por lo menos de 16 mm de altura y ser claramente legibles después de la galvanización.
- Las piezas cuya longitud sea mayor de 3,50 m, llevarán marcas en los dos extremos, en caras alternas.

5.10 GALVANIZADO

Después de terminados todos los trabajos de fabricación, los elementos que constituyen las estructuras, se limpiarán de óxido, escamas, polvo, grasa, aceite y cualquier otra sustancia extraña antes de ser galvanizados en caliente.

El Contratista ajustará sus procesos de galvanizado para cumplir a cabalidad con estas disposiciones, previo al inicio de la fabricación, con el fin de evitar atrasos a los cronogramas de fabricación.

El proceso de galvanización se ceñirá a las siguientes disposiciones:

- La calidad del material empleado en el proceso de galvanización cumplirá con los requisitos de la publicación ASTM B6, considerando el grado Prime Western como mínimo según el estándar ASTM B960.
- Todos los elementos de las estructuras serán galvanizados por el método de inmersión en caliente después de haber sido cortados, maquinados y soldados.
- No se permitirá la doble inmersión de ningún elemento.
- El procedimiento de galvanizado, muestreo, espesor e inspección estará acorde con lo indicado en la norma ASTM A123, como se muestra en la Tabla 4 y la norma ASTM A143.

Tabla 4. Promedio mínimo de espesor de recubrimiento por categoría de material (µm)

Categoría de material	Intervalos de espesor del material (mm)			
	1,6 a 3,2	3,2 a 4,8	4,8 a 6,4	> 6,4
Perfil estructural y lámina	65	75	85	100
Tira y barra	65	75	85	100
Tubería	45	75	75	75
Alambre	50	60	65	80

- Los pernos, tuercas, golillas y pernos de escalera se galvanizarán de acuerdo con la norma ASTM A153 y ASTM 143.
- El galvanizado de los pernos de anclaje será completo y cumplirán con las normas ASTM A123, ASTM A143 y ASTM A153.

- Las roscas de las tuercas serán reparadas después de la galvanización y posteriormente deben lubricarse con aceite. La tuerca debe girar fácilmente, sin flojedad excesiva, a todo lo largo de la rosca del perno, permitiendo su atornillado a mano.
- Los trabajos de preparación del galvanizado y el proceso de galvanización en sí, no afectarán en forma adversa las propiedades mecánicas del acero.
 - Evitar que se presenten pandeos o torceduras en los elementos, al ser sumergidos en el baño de zinc de acuerdo con lo especificado en la publicación ASTM A384.
 - Evitar pérdidas en la ductilidad y en la resistencia del acero que puedan producirse a causa del proceso de galvanización; deben seguirse las recomendaciones consignadas en la publicación ASTM A143.
- El Contratista realizará en todo momento un proceso de calidad tal, que se eviten las reparaciones al galvanizado. Para la ejecución de cualquier reparación, El Contratista seguirá el procedimiento respectivo siguiendo las indicaciones de la publicación ASTM A780.
- Los daños al galvanizado que resulten en pérdida de la capa de zinc hasta el punto de dejar expuesto el acero y que se causen durante las operaciones de fabricación, transporte, manejo, descargue y entrega del material, serán causa suficiente para que las piezas afectadas se rechacen.
- Las piezas que se rechacen por defectos en la galvanización o daños al galvanizado y cuyo espesor sean mayores a 7 mm, podrán ser galvanizadas de nuevo en caliente, una vez que la capa inicial de zinc haya sido removida con ácido y la superficie de acero haya sido preparada en forma apropiada como se indicó anteriormente.
- Cualquier elemento cuyo galvanizado se vuelva a dañar después del segundo baño, será rechazado definitivamente y no podrá solicitarse una nueva inspección ni formar parte de otros lotes.
- El galvanizado quedará liso, limpio, uniforme, continuo y libre de defectos. El exceso de zinc en pernos, tuercas, golillas serán removido por centrifugado.
- Los elementos pertenecientes a las plantillas para fijación de pernos de anclaje no requieren galvanizado.
- Luego de la galvanización las piezas serán apiladas cuidadosamente sobre tacos de madera y en posición inclinada con el fin de permitir el escurrimiento del agua para proceder al despacho.
- Las cantidades de peso de materiales presentadas en los planos de fabricación incluyen el peso teórico de los elementos en negro y el peso aproximado de los elementos galvanizados. Es responsabilidad de El Contratista verificar el peso final de los elementos galvanizados con el peso reportado en planos.
- El peso del revestimiento depende de la categoría del material y el grosor del acero, al cual será definido de acuerdo con lo indicado en el estándar ASTM A123 tabla 2, pero no menos a 245 g/m².

6. PRUEBAS E INSPECCIÓN EN FABRICACIÓN

Todas las piezas suministradas por El Contratista deben permitir el correcto ensamble de las estructuras. Cualquier inconveniente o retraso en la etapa de montaje debido a piezas mal fabricadas, será responsabilidad de El Contratista.

Los procedimientos de control de calidad y pruebas incluyen los especificados en este documento, pero no están necesariamente limitados a los indicados.

6.1 PRUEBAS DE RUTINA

Se definen como todos los chequeos, pruebas, análisis y exámenes hechos antes o durante las etapas del proceso de manufactura, para asegurar que la fabricación se realiza normalmente y que no se presentarán defectos por una mala mano de obra, material imperfecto o por inadecuado manejo.

Estas pruebas deberán ejecutarse de acuerdo con el Programa de Control de Calidad incluido por El Contratista.

6.2 PRUEBAS DE ARMADO DE PROTOTIPOS

Estos prototipos armados estarán conformados por la totalidad de los elementos presentados en los planos de fabricación, incluyendo tornillería (perno, tuercas, golillas y golillas de presión), pernos de escalera y rellenos especificados en los mismos. La ausencia de éstos o el uso de elementos diferentes a los especificados en los planos de fabricación, es razón suficiente e imperativa para la no aprobación de los prototipos. Si es necesario efectuar nuevas perforaciones en un elemento, éstas sólo se harán en piezas nuevas.

Las modificaciones motivadas por el armado de prueba serán incorporadas a los planos de fabricación antes de comenzar la fabricación en serie y deberán contar con la aprobación del mandante.

El Contratista presentará un prototipo por cada tipo de estructura ajustándose al Cronograma. En los marcos, debe presentar además prototipos de todas las conexiones viga-columna, con el fin de verificar el correcto armado de las mismas. Para el caso de los pernos de anclaje y las plantillas de colocación de pernos de anclaje, el prototipo estará conformado por la plantilla totalmente armada y los pernos respectivos ubicados en ella con todos sus accesorios.

Para las inspecciones y pruebas, deben respetarse las siguientes disposiciones:

- El prototipo será armado en un lugar amplio, limpio y de fácil acceso, que no represente peligros para la seguridad.
- Durante la inspección, deben respetarse las condiciones de seguridad a nivel industrial.
- El prototipo debe armarse en posición horizontal y apoyada en suficientes soportes de madera que eviten su deformación excesiva.
- Los prototipos no pueden armarse en posición vertical o diagonal; no están permitidos trabajos en altura.

El prototipo no será desarmado parcial ni totalmente antes de la aprobación del mismo.

6.3 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN

El Contratista debe suministrar todos los instrumentos, medios y equipos necesarios para la realización de las pruebas, con su registro actualizado de su calibración y mantenimiento.

Después de cada serie de pruebas, El Contratista presentará, reportes de pruebas completos para su aprobación. Ningún material se puede liberar para transporte antes de recibir estos reportes, a menos que específicamente se indique por escrito para cada caso. Muestras representativas de todos los elementos serán seleccionadas al azar de cada lote y sometidas a las pruebas e inspecciones especificadas en este documento. El Inspector puede seleccionar a su criterio, un número de muestras mayor al especificado de cualquier lote de material y someterlas a pruebas.

Un lote es considerado como un conjunto de elementos de los cuales se toman las muestras para verificar su conformidad con los requisitos de estas especificaciones. Cada lote se compone de elementos del mismo tipo, grado, clase, forma y composición, fabricados esencialmente bajo las mismas condiciones y en el mismo turno de trabajo y presentado para aceptación una sola vez.

En el caso de pruebas de galvanizado en donde más de un tipo de elementos se galvaniza al mismo tiempo, el lote puede ser considerado como todos los materiales galvanizados bajo idénticas condiciones, en el mismo punto y por el mismo operario, durante un período de trabajo continuo. En el caso de pernos y tuercas un lote se compone de pernos de un mismo diámetro nominal y longitud.

Cada lote rechazado, serán marcado por el Inspector de manera explícita y separada en un sitio destinado y señalizado adecuadamente para tal fin, con el objeto de que se asegure que no haya una mezcla con el material aprobado.

Todas las soldaduras defectuosas o imperfectas deben destruirse por medios mecánicos hasta descubrir el metal original y se harán nuevamente.

Tabla 5. Plan general de pruebas

Tipo de elemento	Definición del lote	Pruebas para realizar	Número de pruebas por lote	Norma aplicable
Perfiles y placas	Perfiles de igual dimensión, despacho y colada	Análisis químico	Por colada	ASTM A36, A572
		Análisis mecánico	Según norma	ASTM A36, A572, A370
		Control dimensional e inspección visual	Ver Tabla 6	ASTM A6 y Planos de fabricación
		Galvanizado	Ver Tabla 7	ASTM A123, A143, A153
Pernería y accesorios, pernos o pernos de escalera,	Totalidad de elementos de un mismo diámetro y longitud, galvanizados en un mismo turno y	Análisis químico	Ver Tabla 8	ASTM A325, A394, A563, F436
		Análisis mecánico	Ver Tabla 8	ASTM A325, A394, A563, A370 F436

Tipo de elemento	Definición del lote	Pruebas para realizar	Número de pruebas por lote	Norma aplicable
pernos de anclaje	por un mismo operador	Control dimensional e inspección visual	Ver Tabla 8	ASTM A325, A394, A563, F436
		Galvanizado	Ver Tabla 8	ANSI/ASME B1.1, B.18.2.1 y B.18.2.2
Soldadura	Suministro	Inspección visual y porosidad	100%	AWS D1.1
		Tintas penetrantes	100%	ASTM E165M y E1417M
Mezcla para galvanizado	Según norma	Análisis químico	Según norma	ASTM B6, B201 y B695

Tabla 6. Plan de muestreo simple para inspección dimensional de elementos estructurales en subestaciones

Tamaño lote	Tamaño muestra	Número permitido de defectuosos
Hasta 25	2	0
26 a 50	3	0
51 a 90	5	0
91 a 150	8	0
151 a 280	13	0

Tabla 7. Plan de muestreo simple para inspección de galvanizado de elementos estructurales en subestaciones

Tamaño lote	Tamaño muestra	Número permitido de defectuosos
Hasta 3	Todas	0
4 a 500	3	0
501 a 1200	5	0
1201 a 3200	8	0

3201 a 10000	13	0
Más de 10001	20	0

Tabla 8. Plan de muestreo para pernos, tuercas y golillas

Tamaño lote	Muestra propiedades mecánicas	Pruebas de galvanizado	Número permitido de defectuosos
Hasta 800	1	3	0
801 a 8000	2	3	0
8001a 35000	3	3	0
35001 a 150000	8	5	0
Más de 150001	13	8	0

Tabla 9. Plan de muestreo para inspección de perfiles estructurales y herrajes galvanizados (para ensayos no destructivos)

Tamaño del lote a inspeccionar	Tamaño muestra	Número permitido de defectuosos
1 a 20	Todo	0
21 a 280	20	0
281 a 1200	80	1
1201 a 3200	125	2
3201 a 10000	200	3
10001 a 35000	315	5
más de 35000	500	7

7. EMBALAJE Y TRANSPORTE

El Contratista planeará estratégicamente los despachos y de acuerdo con la programación del proyecto de ampliación, enviando en contenedores consecutivos estructuras completas de la obra de ampliación de la Subestación con el fin de disponer de éstas en su totalidad para el montaje en forma oportuna.

Todas las partes de las estructuras se despachan desarmadas para ser ensambladas en campo, a excepción de piezas soldadas y de juegos de tornillería, pernos de escalera y pernos de anclaje.

El embalaje serán lo suficientemente seguro y adecuado para proteger el material de los diferentes riesgos o peligros de daños durante el transporte desde los talleres de fabricación

hasta el sitio de entrega, instalación y montaje en la obra. El Contratista es responsable de cualquier daño o pérdida que le ocurra al material por estar mal embalado.

El embalaje de todo el material cumplirá con las siguientes disposiciones:

- Los perfiles largos y placas grandes estarán acondicionados en paquetes, que permitan ventilación entre los elementos y eviten el empozamiento de agua entre los mismos.
- Los paquetes serán zunchados con flejes de acero de 20 mm de ancho mínimo con un espaciamiento máximo de 1,5 m entre ellos, resistente a la corrosión. La cantidad mínima de flejes por paquete serán dos (2).
- Se proveerá el material tejido de nylon o similar entre el zuncho y los elementos, en los extremos de los perfiles y en las esquinas de las placas, para evitar daños al galvanizado.
- Los paquetes tendrán un tamaño suficiente para darles la rigidez y resistencia necesarias para resistir su manipulación. Pueden amarrarse con alambre de acero pasante entre las perforaciones de los elementos para evitar el deslizamiento.
- Cada paquete debe contener elementos de una misma marca y del mismo tipo de estructura, con una masa máxima de 1500 kg, previendo puntos de apoyo para cables durante el transporte, que garanticen una distribución uniforme de cargas.
- Se acompañará cada paquete por un grupo de tacos de madera de dimensión no menor a 100 mm x 100 mm por lado; su longitud y cantidad, serán suficientes para que cada paquete no quede en contacto con el suelo o con otro paquete cuando se formen arrumes en altura.
- Los pernos, pernos de escalera y pernos de anclaje estarán ensamblados con las tuercas, golillas y platinas, tal como se indica en este documento y en los planos respectivos como juegos independientes.
- Las piezas pequeñas como platinas y perfiles cortos, los juegos de pernería, pernos de escalera y pernos de anclaje, serán acondicionadas en cajas de madera, huacales u otro contenedor metálico con peso máximo de 1500 kg cada uno.
- Las platinas y perfiles cortos serán empacados a su vez como paquetes dentro de las cajas o guacales.
- Los juegos de pernería y pernos de anclaje serán colocados en sacos de aproximadamente 30 kg cada uno de suficiente resistencia para mantener el contenido seguro en caso de rotura de las cajas.
- El interior de toda la caja o guacal estará protegido con plástico resistente para impedir el ingreso de humedad hacia el material, pero sin almacenar agua.
- Los paquetes y cajas tendrán una etiqueta con toda la información necesaria para su identificación y su correlación con el suministro en general, guardando el mismo formato, orden y nomenclatura utilizados en las listas de composición, consolidados y despachos, para su fácil ubicación dentro de las mismas. Para paquetes de longitud mayor a 3,50 m, deben colocarse etiquetas a ambos extremos y en caras alternas.

- La etiqueta y las marcas estarán siempre visibles y serán de material resistente a lluvia y exposición solar; estarán adheridas a una placa metálica fijada al paquete mediante zunchos. Se incluirán el nombre de la Subestación al que está destinado.
- Los paquetes y cajas no serán envueltos en películas plásticas que almacenen agua. En lugar de esto, en caso de ser almacenados a la intemperie, serán dispuestos guardando una pequeña inclinación para evitar empozamientos.
- Durante el almacenamiento, se considera la manipulación mediante montacargas. Los arrumes en altura deben calcularse de modo que no haya deformaciones en los paquetes y cajas inferiores debido al peso de los elementos superiores.
- El Contratista debe marcar con tinta indeleble los sitios de posicionamiento de cables de izaje del paquete o caja e indicar el centro de gravedad del mismo.
- El Contratista no autorizará el despacho de paquetes que no cumplan con las disposiciones consignadas en este documento.

El embalaje y el método de transporte serán sometidos a la revisión, comentarios y aprobación del mandante.

8. MONTAJE DE ESTRUCTURAS

El montaje de las estructuras solamente podrá iniciarse después de siete (7) días de terminado el hormigonado de las fundaciones, salvo que se usen acelerantes de resistencia en el hormigón.

Se deberán tomar las precauciones correspondientes para que las piezas no se dañen ni ensucien en los procesos previos ni durante el montaje.

En las piezas de la estructura no se podrán efectuar alteraciones tales como modificar o agregar agujeros, efectuar cortes adicionales u otras.

Si el sistema de montaje consiste en ensamblar secciones en el suelo y luego apernar secciones sucesivas, cada una se apernará a la anterior con a lo menos el 50% de los pernos de cada nudo de la unión, colocados con apriete reducido, el que será suficiente para asegurar que la estructura resista los esfuerzos correspondientes a las etapas de montaje.

El armado de vigas enrejadas y pilares enrejados se ejecutará preferentemente sobre una superficie horizontal o en su defecto, apoyadas en puntos suficientemente cercanos para que durante el montaje no se produzcan deformaciones permanentes ni sollicitaciones superiores a las de diseño.

Las estructuras atirantadas podrán armarse en posición horizontal, cuidando que no se produzcan deformaciones debido a la posición en la que está, y posteriormente ser colocadas en posición vertical. En este caso, antes de iniciar la erección de la estructura deberán estar colocados el 100% de sus pernos con los torques de apriete especificados.

El método de erección deberá garantizar que la fundación de los pilares no sea sometida a esfuerzos horizontales. Además de lo anterior, no se permitirá que se empleen los anclajes de los tirantes para anclar elementos auxiliares de montaje.

En caso de usar armaduras preformadas en los extremos de los tirantes, cada una de ellas se podrá usar sólo una vez, prohibiéndose su reutilización.

Se deberá evitar el destrenzado de los extremos de los tirantes y los de cada armadura preformada si se usan.

Los pernos recibirán un apriete final con llave dinamométrica hasta alcanzar los valores de torque especificados. Este apriete final sólo se ejecutará después de montada la estructura completa.

Se deberá tener a disposición de la Inspección para su uso exclusivo, llaves de torque para revisar el apriete de los pernos.

Para el apriete de los pernos A394 y A325 se usarán los siguientes valores de torque:

Tabla 10. Torque para pernos A394 y A325 según diámetro

Diámetro	Torque para pernos A394 (kg-m)	Torque para perno A325 (kg-m)
1/2"	5	14
5/8"	11	28
3/4"	17	50
1"	34	110

Para el apriete de los pernos de anclaje ASTM A193 Grado B7 se usarán los siguientes valores de torque:

Tabla 11. Torque para pernos ASTM A193 Grado B7 según diámetro

Diámetro	Torque (kg-m)
3/4" y 7/8"	10
1", 1 1/4" y 1 1/2"	20

Se aceptará una tolerancia de ± 1 kg-m para dichos torques.

9. TOLERANCIAS DE MONTAJE

- Rotación

En cada estructura, el eje vertical de una sección horizontal a cualquier altura, no deberá quedar con una desviación rotacional mayor que 25 minutos de grado centesimal con respecto a su posición teórica.

- Verticalidad

Desplome de ejes de pilares de más de 2 m de altura: 1/750 de la altura sobre la fundación

Desplome de ejes de pilares de menos de 2 m de altura: 1/500 de la altura sobre la fundación

- Rectitud

Cada elemento de la estructura deberá quedar recto dentro de una tolerancia de 0,2% de la longitud de cualquier trozo medido.

10. REPARACIONES DE MONTAJE

Las piezas detectadas por la Inspección Técnica con fallas o errores de fabricación deberán ser reemplazadas por la maestranza sin costo adicional para el mandante, incluido los medios de transporte que se utilicen para mover dicho material.

Las reparaciones del galvanizado de las piezas de las estructuras deberán ser hechas por inmersión en caliente.

11. MATRIZ DE RESPONSABILIDADES

A continuación, se presenta contenida en la Tabla 12 la distribución de las responsabilidades tanto del Contratista como del Cliente durante las actividades contenidas en este documento.

Tabla 12. Matriz general de responsabilidades

Ítem	Actividad	Cliente	Contratista
1	○ Planos de diseño ○ Orden de inicio de trabajos	X	
2	○ Listado de composición ○ Listado de suministro ○ Planeación de disponibilidad de materiales ○ Planeación de pruebas e inspecciones ○ Acta de aprobación de sustituciones (si aplica) ○ Acta de fabricación de prototipos		X
3	○ Aprobación de Ítem 2 mediante firma de Acta de aprobación de sustituciones (si aplica) y Acta de fabricación de prototipos	X	
4	○ Dossier de calidad ○ Protocolo pruebas de laboratorio		X
5	○ Presentación de prototipos ○ Protocolos de inspección de prototipos y planos de taller según sustituciones y su versión impresa para rojo / verde para inspección. ○ Acta de fabricación de seriado		X
6	○ Entrega de planos de taller versión As Built según rojo / verde en inspección de prototipos. ○ Aprobación de Ítem 5 mediante firma de Acta de fabricación de seriado		X
7	○ Planeación de despachos		X
8	○ Despacho de estructuras de pórticos (perfilería, platinería y tornillería) ○ Listados de despacho ○ Listados consolidados		X

Ítem	Actividad	Cliente	Contratista
9	- Entrega INCOTERM según definición del cliente - Acta de entrega		X

12. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS

A continuación, se presenta contenida en la Tabla 13 las características técnicas garantizadas de las estructuras metálicas y materiales que se deben suministrar para la construcción del proyecto de ampliación. Los proponentes deben tramitar el formulario de la Tabla 13 de acuerdo con las instrucciones indicadas en el Pliego de Condiciones.

Todos las estructuras y sus accesorios deberán cumplir con las características técnicas garantizadas de la Tabla 13 y deben ser diseñados de acuerdo con los requerimientos estipulados en los criterios de diseño.

Tabla 13. Características garantizadas estructuras metálicas

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
1	Fabricante			
2	País			
3	Certificado de conformidad con norma del fabricante		Sí	
4	Perfiles			
	a) Acero normal			
	Normas aplicables para características		ASTM A-36 ASTM A-6	
	- Productor - Utilización			
	b) Acero de alta resistencia			
	Normas aplicables para características		ASTM A-572 Gr 50 ASTM A-441 ASTM A-242 ASTM A-6	
	- Productor - Utilización			
5	Tornillos y tuercas			
	a) Norma para características		ASTM A-394 ASTM A-563	
	- Productor - Utilización			
6	Pernos de anclaje, norma del material		SAE 1016 SAE 1020	
7	Soldadura, normas aplicables		AWS D1.1 AWS D1.3	

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
8	Galvanizado – Extra Galvanizado			
	a) Norma del galvanizado en perfiles		ASTM A-123 ASTM A-143 ASTM A-384 ASTM B-6	
	b) Espesor mínimo de la capa en perfiles			
	• Nivel de contaminación Muy pesado	μ	130	
	c) Norma del galvanizado en tornillos, tuercas, arandelas, pernos de anclaje y pernos de escalera		ASTM A-153 ASTM A-394 ASTM B-6	
	d) Espesor mínimo de la capa en tornillos, tuercas, arandelas, pernos de anclaje y pernos de escalera	μ	71	
	e) Norma para prueba del galvanizado		ASTM A-90 ASTM B-6	
9	Dicromato de zinc			
	a) Norma para prueba del dicromato de zinc		ASTM B-201	
	b) Concentración de la solución de dicromato de zinc	gr/l	1,7	
	c) Número de capas	Un	1	
10	Pintura para reparar galvanizado			
	a) Normas aplicables		ASTM A-780	
	b) Espesor de la capa	μ	30	
	c) Número de capas	Un	3	
11	Pintura			
	a) Norma de la pintura		SSPC-SP1 SSPC-SP2 SSPC-SP3 SSPC-SP5	
	b) Norma para prueba de la pintura		ASTM D-1186 ASTM D-3359	
	c) Espesor de la capa de pintura			
	• Epoxi-Poliamida	μ	75	
	• Epoxi-Poliamínico	μ	100	
12	Cumplimiento con el sistema de calidad		ISO 9001	