

Puentes de acero estructural de corrugación profunda. Criterios y análisis de montaje

Deep corrugated structural steel bridges. Assembly criteria and analysis

Javiera Soto¹, Luis Almendra², Claudio Poblete³

¹ Tecnovial s.a, Santiago, Chile, jsoto@tecnovial.cl

² Tecnovial s.a, Santiago, Chile, aalmendra@tecnovial.cl

³ Tecnovial s.a, Santiago, Chile, cpoblete@tecnovial.cl

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historial del
artículo:

Recibido
29-06-2024
Aceptado
09-12-2025
Publicado
30-12-2025

Palabras Clave:

Montaje
Acero estructural
Muros TEM y MTC.

Article history:

Received
29-06-2024
Accepted
09-12-2025
Available
30-12-2025

Keywords:
Assembly
Structural steel
TEM and MTC
walls

Resumen

El montaje de puentes de acero estructural de corrugación profunda consta de varias etapas: Fundación, anclaje, ensamble de arco de acero estructural de corrugación profunda, torque de pernos y apriete de tuercas, relleno y compactación, control de deformaciones y elementos de sostenimiento lateral del suelo (Muro TEM y MTC). El siguiente documento tiene por objetivo explicar las distintas etapas involucradas en la instalación de puentes de acero, además de declarar el tiempo de instalación de puentes de acero de corrugación profunda, los cuales se logran instalar entre 1 a 2 meses. La calidad del acero estructural con el que se fabrica el suministro de puentes debe cumplir con la Norma Chilena NCh203, especialmente lo referente a la Tabla 3 - Aceros estructurales para construcciones sometidas a cargas de origen dinámico. Además, la certificación de estos aceros debe ser otorgada por un Organismo de Certificación de Productos acreditado, y los ensayos deben ser realizados por un laboratorio acreditado (por ejemplo, IDIEM de la Universidad de Chile), como se especifica en el punto 5.2 del Capítulo 5 Criterios de inspección, muestreo y aceptación y rechazo de la Norma NCh203.

Abstract

The assembly of deep corrugated structural steel bridges consists of several stages: foundation, anchoring, assembly of deep corrugated structural steel arches, bolt torque and nut tightening, filling and compaction, deformation control, and lateral soil support elements (TEM and MTC walls). The following document aims to explain the different stages involved in the installation of steel bridges, as well as to state the installation time for deep corrugated steel bridges, which can be installed in 1 to 2 months. The quality of the structural steel used to manufacture the bridge supply must comply with Chilean Standard NCh203, especially with regard to Table 3 - Structural steels for constructions subjected to dynamic loads. In addition, the certification of these steels must be granted by an accredited Product Certification Body, and the tests must be carried out by an accredited laboratory (for example, IDIEM of the University of Chile), as specified in point 5.2 of Chapter 5 Inspection, sampling, and acceptance and rejection criteria of Standard NCh203.

* Corresponding author at: Javiera Soto, Tecnovial s.a Av. Santa Marta 1717, Maipú, Santiago, Chile. E-mail address; jsoto@tecnovial.cl

RIOCI

journal homepage: <https://revistas.ufro.cl/ojs/index.php/rioc/index>

Vol. 13, no. 03, pp. 58–63, Diciembre 2025

1. Introducción

Este documento indica las actividades y consideraciones para el montaje de arcos de acero estructural de corrugación profunda, de esta manera se tiene por objetivo explicar las distintas etapas de instalación y los principales cuidados que se deben tener en el proceso de construcción (figura 1 y 2).

La calidad del acero estructural debe cumplir con la Norma Chilena NCh203, especialmente lo referente a la Tabla 3 - Aceros estructurales para construcciones sometidas a cargas de origen dinámico. La certificación de estos aceros debe ser otorgada por un Organismo de Certificación de Productos acreditado, y los ensayos deben ser realizados por un laboratorio acreditado (por ejemplo, IDIEM de la Universidad de Chile), como se especifica en el punto 5.2 del Capítulo 5 Criterios de inspección, muestreo y aceptación y rechazo de la Norma NCh203, además, la Inspección Fiscal debe exigir los certificados del acero estructural de corrugación profunda antes de comenzar su montaje.

El acero estructural de corrugación profunda debe protegerse contra la corrosión mediante un proceso de galvanizado por inmersión en caliente, con un peso mínimo de zinc de 1.060 (gr/m²) sumando ambas caras, según ASTM A123. Los pernos y tuercas son galvanizados en caliente, según la Norma ASTM A153. El diámetro de los pernos será 7/8" de pulgada (22mm) y su calidad debe ser igual o superior a las indicadas en la Norma ASTM A449 (pernos de alta resistencia).

El proceso de montaje consta de varias etapas, dentro de las cuales existen distintas consideraciones: para el arco se utilizan fundaciones corridas de hormigón armado, la cual debe ir embebida y fijada con pernos de anclaje tipo J. Luego se continúa con el ensamble, el cual puede considerarse un pre-armado de la sección a un costado de la obra, que luego será izado y ensamblado con los elementos de anclaje de la fundación, o la estructura puede ensamblarse plancha por plancha en su posición definitiva.

Una vez que la estructura está completamente armada, alineada y con todos sus pernos colocados, se procede al apriete de tuercas, aplicando un torque de apriete de 52.3±8.0 (kg-m), estos no deben ser apretados en exceso.

Luego de tener todos los pernos torqueados, el material de relleno se coloca en capas horizontales de espesor suelto no superior a 20 cm, cuidando que se mantenga el mismo nivel a ambos costados de la estructura. Para la compactación del relleno se deberá usar equipo manual en la vecindad de la estructura de acero corrugado (placa vibratoria peso máximo 200 kg).

Cuando la compactación se realiza a una distancia mayor a un metro de la pared de la estructura, se puede utilizar rodillo compactador de hasta 2000 kg, a una distancia de 8 m de la pared del arco se compacta con rodillo de 10 ton de peso. Todas las capas de 20 cm de espesor suelto se compactan en dirección

paralela a la estructura de acero corrugado. Cuando la compactación se realiza a una distancia mayor a un metro de la pared de la estructura, se puede utilizar rodillo compactador de hasta 2000 kg, a una distancia de 8 m de la pared del arco se compacta con rodillo de 10 ton de peso. Todas las capas de 20 cm de espesor suelto se compactan en dirección paralela a la estructura de acero corrugado.



Figura 1. Puente El Name, Cauquenes.



Figura 2. Puente de acero corrugado, montaje terminado.

2. Metodología

2.1 Fundaciones.

Para el arco, se utilizan fundaciones corridas de hormigón armado cuya calidad y diseño deben estar definidas en el proyecto. En ella debe ir embebida y fijada con pernos de anclaje tipo J, según los planos de diseño y montaje, una canal de anclaje de alas desiguales, suministrado por el fabricante del

acero estructural de corrugación profunda.

2.2 Ensamble de arco de acero estructural de corrugación profunda.

El método de ensamble (Figura 3) depende de la estructura y condiciones del terreno. Este puede considerar un pre-armado de la sección a un costado de la obra, que luego será izado y ensamblado con los elementos de anclaje de la fundación. O, la estructura puede ensamblarse plancha por plancha en su posición definitiva. Para el montaje de planchas se requiere del uso de andamios y grúa pluma.



Figura 3. Ensamble por plancha.

2.2.1 Torqueo de pernos.

Una vez que la estructura esté completamente armada, alineada

y con todos sus pernos colocados se procede al apriete de las tuercas. Se tiene que aplicar un torque de apriete de 52.3 ± 8.0 (kg-m). Los pernos no deben ser apretados en exceso, es mucho mejor un buen ajuste de las planchas que un torque elevado (Figura 4).

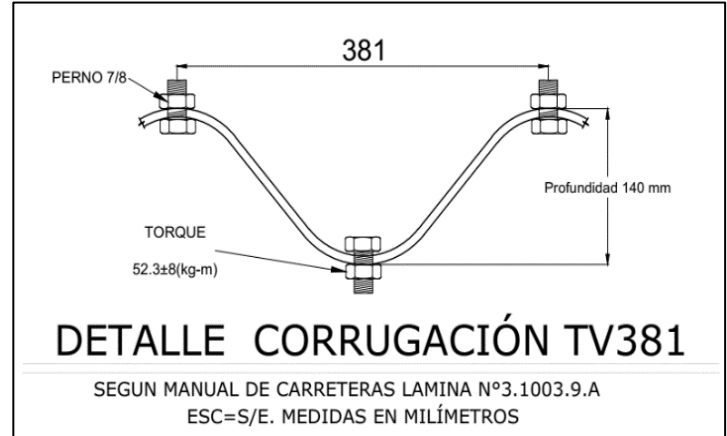


Figura 4. Detalle Corrugación.

2.3 Relleno estructural

Una vez que todos los pernos están torquoados, el material de relleno se coloca en capas horizontales de espesor suelto no superior a 20cm, cuidando que se mantenga el mismo nivel a ambos costados de la estructura.

El material de relleno debe ser un material granular bien graduado, tamaño máximo 2" (pulgadas), tipo SW95 compactado al 95% del Proctor Modificado, de baja plasticidad, libre de materia orgánica, y sin contenido de ácidos.

La clasificación SW se identifica como un suelo con una amplia gama de tamaños de las partículas y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios (Tabla 1). El nombre típico corresponde a una arena bien graduada, arenas con gravas con poco o nada de finos.

El coeficiente de uniformidad $C_u \geq 4$

El coeficiente de curvatura $1 \leq C_c \leq 3$

El suelo permitido debe satisfacer la granulometría indicada en la clasificación AASHTO M 145 tipo A-1, A-2-4, A-2-5 ó A3.

Tabla 1. Clasificación de suelos Método AASHTO M-145.

Clasificación General	Materiales Granulares (35 % o menos pasa la malla N°200)				
	A-1		A-3	A-2	
Clasificación por Grupos	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5
	Análisis Granulométrico				
Porcentaje que pasa:					
Tamiz N°10 (2,000 mm)	50 máx				
Tamiz N°40 (0,425 mm)	30 máx	50 máx	51 mín		
Tamiz N°200 (0,075 mm)	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx
Características de la fracción que pasa la malla N°40					
Límite Líquido			No plástico	40 máx	41 mín
Índice de Plasticidad	6 máx	6 máx	No plástico	10 máx	10 máx
Tipos usuales de los materiales componentes importantes	Fragmentos de piedra, grava y arena	Fragmentos de piedra, grava y arena	Arena fina	Arenas y gravas limosas o arcillosas	Arenas y gravas limosas o arcillosas

La compactación mínima (Figura 6) especificada será sobre el 95% del ensayo Proctor modificado.

Para la compactación del relleno se usa equipo manual en la vecindad de la estructura de acero corrugado (placa vibratoria peso máximo 200 kg). Cuando la compactación se realiza a una distancia mayor a un metro de la pared de la estructura, se

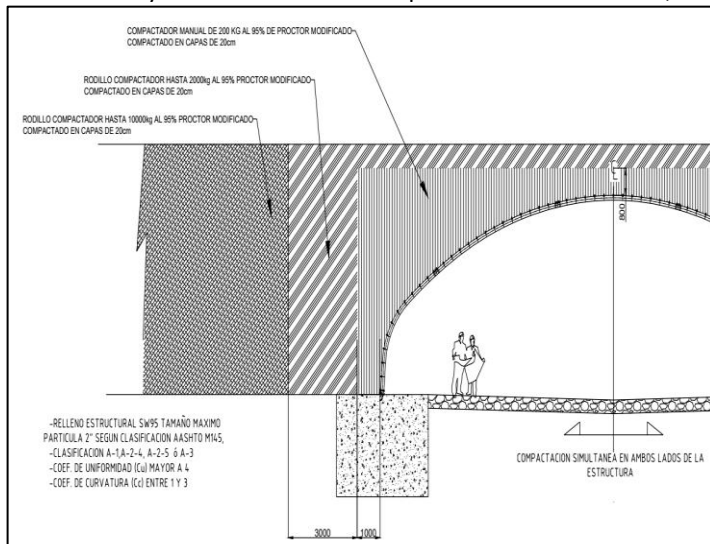


Figura 6. Esquema de Compactación.

puede utilizar rodillo compactador de hasta 2000 kg. A una distancia de 3m de la pared del arco se permite compactar con rodillo de 10 ton de peso.

Todas las capas, de 20cm de espesor suelto, han de ser compactada en una dirección paralela a la estructura de acero corrugado.

Sobre la clave de la estructura y hasta una altura no menor a los 80 cm de suelo se ha de compactar cuidadosamente con equipo liviano manual, evitando golpear las planchas de acero corrugado. Después de esa altura se podrá compactar con el rodillo de 2 Ton máximo hasta alcanzar la cota del proyecto.

Para cada capa de suelo compactado se requiere tomar las densidades in situ para verificar el 95% del Proctor Modificado y registrar dichas densidades por cota y ubicación. Al menos se tomarán dos densidades por cada 200 m² compactados.

Dentro de los puentes de acero de corrugación profunda se encuentra el puente "El Name" instalado en Cauquenes, donde la constructora no contaba con personal especializado en el montaje de puentes, pero con las especificaciones y ayuda entregadas por Tecnovial, lograron instalar el puente en un tiempo de 2 meses, sin tener experiencia previa. Luego, instalaron el puente "El Membrillo" en Cauquenes, donde al tener ya la experiencia previa de "El Name", el tiempo de

montaje de este puente fue de solamente 1 mes.

2.3.1 Elemento de sostenimiento lateral del suelo. Muro TEM y MTC

Los muros gravitacionales de suelo confinado son más efectivos y menos susceptibles a las fallas si se emplean cerca de la parte superior en vez de la parte inferior del talud, debiendo efectuarse sondeos o perforaciones para determinar el tipo de subsuelo, el nivel freático y las condiciones de la fundación.

Al excavar solamente para las paredes de los cajones, no se afecta necesariamente la tierra debajo de la línea del terreno. De forma que la tierra excavada puede emplearse para rellenar los cajones ya instalados.

El armado del muro puede hacerse pieza por pieza, o efectuando un submontaje de piezas transversales, elevándolo a su posición con una grúa pequeña, para conectarlo con los largueros.

3. Análisis de resultados

Además, es importante considerar que para el montaje de puentes de corrugación profunda no es necesario tener personal especializado, ya que al seguir las indicaciones de instalación y cuidados a considerar en este proceso se logra una instalación adecuada del puente,

En Tecnovial se cuenta con la entrega inmediata de suministro y asesoría en el proceso de instalación de los puentes de acero corrugado, lo cual facilita el proceso constructivo de clientes que deben realizarlo en tiempos acotados.

4. Conclusiones

El tiempo de montaje de los puentes de acero de corrugación profunda es entre 1 a 2 meses aproximadamente, además, no se requiere experiencia previa en el armado de puentes de acero corrugado, ya que con la asesoría adecuada y siguiendo las especificaciones entregadas por Tecnovial, basta para realizar la instalación.

Se concluye que los puentes de acero de corrugación profunda tienen un tiempo de instalación muy acotado, lo cual es beneficioso para clientes que quieran realizar un proceso de construcción no tan largo.

5. Agradecimientos

Los autores agradecen a Tecnovial S.A por su apoyo durante el desarrollo de este documento, aportando con experiencia previa y procedimientos.

6. Referencias

- Instituto Nacional de Normalización. (s. f.). *NCh 203: Acero para estructuras — Requisitos generales*. INN.
- ASTM International. (s. f.). *ASTM A123/A123M: Standard specification for zinc (hot-dip galvanized) coatings on iron and steel products*. ASTM International.
- American Association of State Highway and Transportation Officials. (s. f.). *AASHTO specifications and standards*. AASHTO.