

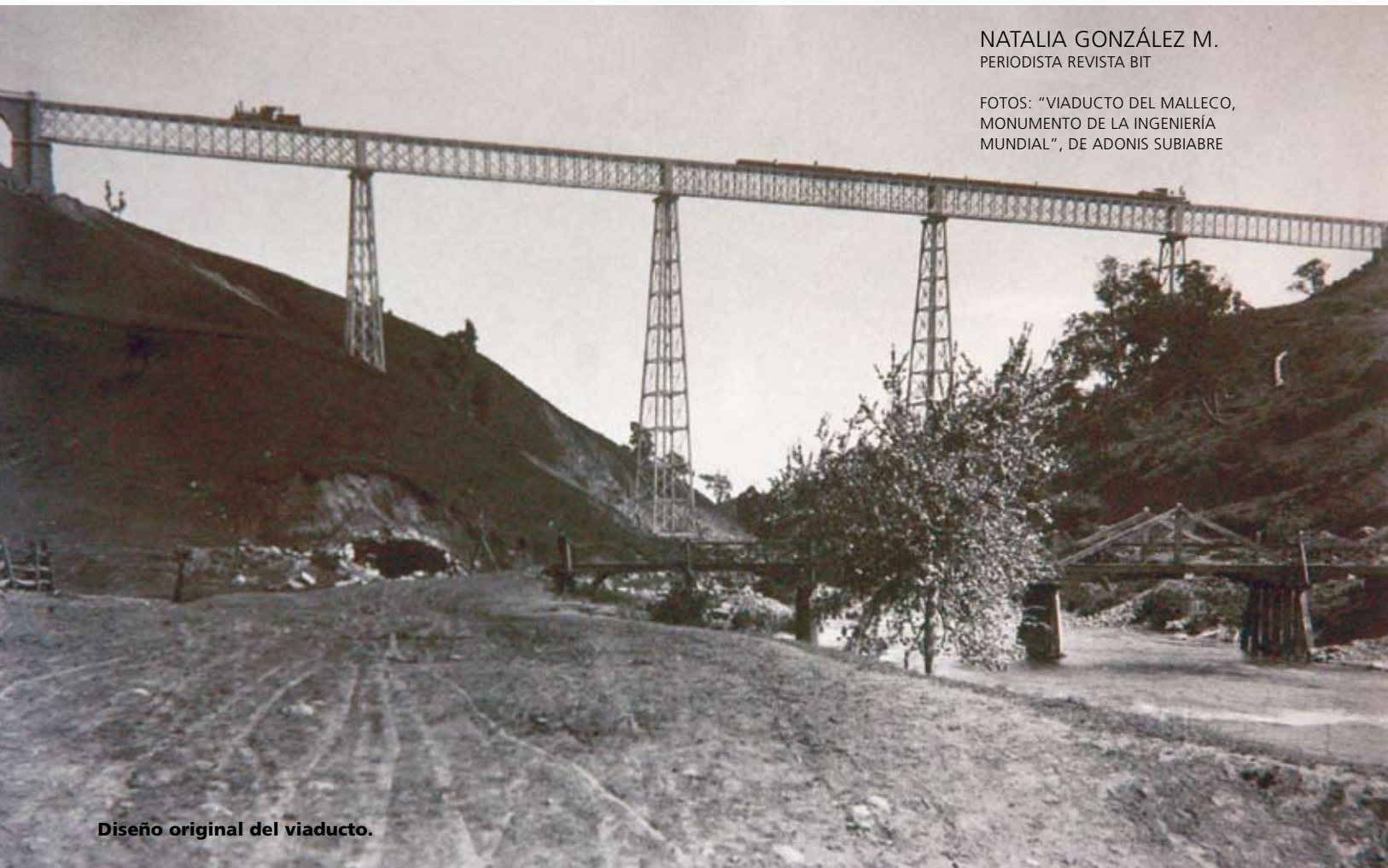
## **VIADUCTO DEL MALLECO**

# **LANZAMIENTO AL FUTURO**

**A fines del siglo XIX, el tren al sur se topó con un reto mayúsculo:** Construir un viaducto para salvar la quebrada del río Malleco, de 110 metros de profundidad. La ejecución de este gigante metálico se prolongó por cuatro años, empleando más de 1.400 toneladas de acero y haciendo historia con un inédito lanzamiento de vigas.

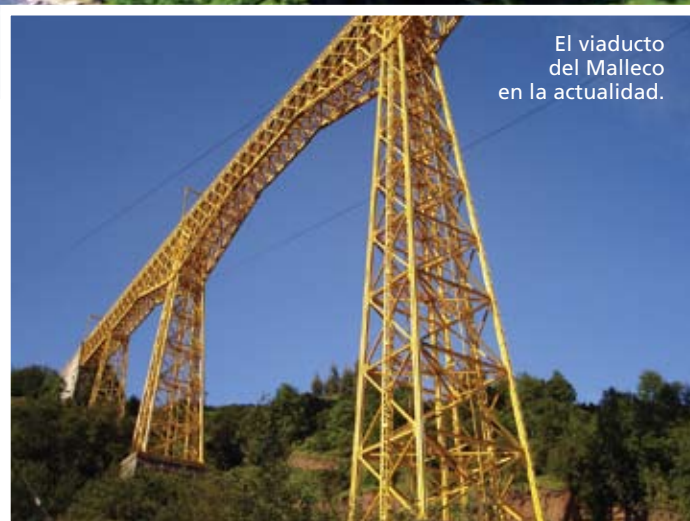
NATALIA GONZÁLEZ M.  
PERIODISTA REVISTA BIT

FOTOS: "VIADUCTO DEL MALLECO,  
MONUMENTO DE LA INGENIERÍA  
MUNDIAL", DE ADONIS SUBIABRE



Diseño original del viaducto.





El viaducto del Malleco en la actualidad.

**A** L OTRO LADO DEL RÍO ESTABA EL SUR de Chile. El Chile de la madera, de la ganadería, de la leche, el carbón y las lluvias eternas. Claro que hasta finales del siglo XIX, toda una aventura representaba acceder a esta zona del país. No es para menos, había que librar la “insalvable quebrada del Malleco” de 110 metros de profundidad y más de 300 metros de ancho, ubicada al sur de Collipulli, en la IX Región. Justamente en esa ciudad terminaba la red ferroviaria y los sueños integradores de las autoridades nacionales.

La solución era construir un puente, una estructura imponente, a la altura del desafío que establecía la naturaleza. “El Viaducto del Malleco fue la primera obra de gran envergadura en Chile. Lo extraordinario es que unió al país, porque este río dividía la conectividad y todos los productos que venían del sur no podían pasar”, señala Ernesto Otaegui Pérez-Cotapos, arquitecto del Departamento de Patrimonio Arquitectónico del Ministerio de Obras Públicas.

El proyecto integrador obligó a recurrir a toda la innovación tecnológica disponible en aquella época. Una obra pionera por su material —el acero—, por sus dimensiones y por el sistema de montaje. Los reconocimientos tardaron, pero llegaron. En 1994 fue declarado Monumento de la Ingeniería Mundial por la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles. En 1990 fue distinguido como Monumento Histórico Nacional por considerarlo “una obra maestra del genio creativo humano (...) y un ejemplo excepcional de la ingeniería metálica, de crucial

## FICHA TÉCNICA

**Nombre:** Viaducto del Malleco

**Ubicación:** Al sur de Collipulli, IX Región

**Fecha de Construcción:** Entre 1886 y 1890. Fue reforzado en 1923.

**Longitud Total:** 408 metros (incluyendo los dos estribos). 102 metros por sobre el lecho del río

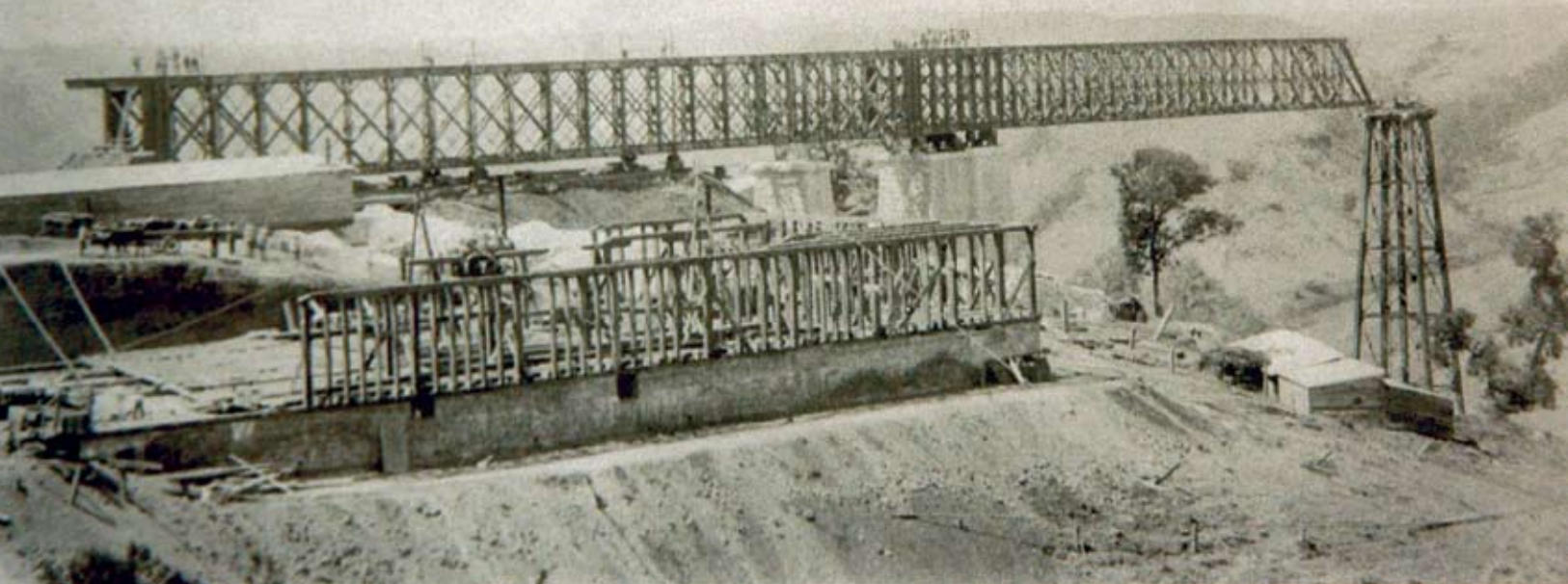
**Total Acero:** 1.400 toneladas originalmente

**Viga:** 726 toneladas

**Pilares:** 653 toneladas

**Monumento Histórico Nacional:** Decreto Supremo N° 686 del 25 de septiembre de 1990





importancia dentro del desarrollo constructivo y tecnológico de la humanidad". Más allá de los laureles, al retroceder los relojes encontramos una maravillosa historia de creatividad, ingenio y tecnología. Como se ve, en ciertas ocasiones se requieren titánicos esfuerzos para ganar la orilla, al otro lado del río.

### Diseño del coloso

El Presidente de ese entonces era José Manuel Balmaceda, conocido por su interés en las obras públicas y por su entusiasmo en la construcción del viaducto del Malleco, un proyecto ubicado en el kilómetro 590 de la línea central-sur de ferrocarriles. Sin embargo, existía plena coincidencia en que la obra sería sumamente compleja.

El ingeniero suizo Gustavo Adolfo Flühman en 1882 determina, tras un estudio preliminar de la topografía de la zona, que la mejor opción radica en tender un puente ferroviario sobre la quebrada. El diseño original de Victorino Aurelio Lastarria –hijo de José Victorino Lastarria, ex ministro del Interior– consistía en una viga recta de entramado metálico de 347,50 metros de largo, 4 metros de ancho y 7 metros de altura, apoyada en cuatro pilares situados a una distancia de 69,5 metros entre ellos, con un estribo de albañilería de piedra a cada lado de la quebrada. Los estribos fueron diseñados con forma de arcos o bóvedas abiertas. Debido a la irregularidad del terreno, el estribo del extremo sur debía tener un arco y dos el del norte –más largo–. La altura del riel sobre el río alcanza los 102 m y se compone de vigas de celosía de siete metros de altura. La viga se divide en cinco tramos iguales de 69,50 m de largo y 4 m de ancho. La trocha de los rieles mide 1,68 metros.

### Resistencia y durabilidad

El acero se ponía de moda en esos días y gradualmente desplazaba al hierro como materia prima para la construcción de puentes. Hasta ese momento, en Chile se utilizaba la madera y el hierro por no contar con los adelantos tecnológicos necesarios para trabajar el nuevo material. El primer puente metálico que se construyó en el país fue el del río

**Armado y lanzamiento de la viga, que se divide en cinco tramos iguales de 69,50 m de largo y 4 m de ancho. La trocha de los rieles mide 1,68 metros.**

Maipo, en 1869, completamente de hierro.

Lastarria pensó en el acero por sus inmejorables características de resistencia y durabilidad. A juicio del ingeniero Adonis Subiabre, quien ha estudiado en profundidad la historia del viaducto, el empleo de este material permitió alcanzar las dimensiones necesarias, pues de lo contrario se habría necesitado mayor cantidad de hierro para obtener una resistencia similar a la del acero y con costos sustancialmente superiores. El proyectista estableció en sus especificaciones técnicas una resistencia para el acero de 45 kg por mm<sup>2</sup> y una deformación no mayor al 25%. Tras las sucesivas pruebas efectuadas al Malleco, se determinó que su resistencia real era de 47 kg por mm<sup>2</sup>, mayor a la especificación original de Lastarria.

En 1885 se llamó a licitación internacional para la fabricación y montaje de la parte metálica del puente, invitándose a participar a ocho de las compañías más destacadas de Europa. Entre ellas, la de Gustave Eiffel, empresa que no se adjudicó el proyecto como muchos creen. Su participación en el concurso y la similitud del viaducto con algunos de sus trabajos, contribuyeron a forjar la leyenda. La compañía francesa Schneider & Cie. obtuvo la licitación en 1886 por 830.000 francos de la época. Sin perder tiempo, esta firma rápidamente comenzó la fabricación de la estructura en los talleres de Le Creusot, Francia, finalizando dos años más tarde. Durante esta etapa se modificó el diseño para reducir costos y agilizar el proceso, aumentando la altura de las pilas metálicas y disminuyendo la de sus bases e incrementando la resistencia de la estructura. Lastarria falleció en 1888, a los 44 años, sin ver materializado su diseño.

A medida que en Francia se producían las distintas secciones se en-

# ATLAS COPCO RENTAL

## LAS GRANDES TAREAS NUNCA SE DETIENEN

Venta y arriendo de equipos, repuestos originales  
y servicio post-venta en todo Chile.

**FONO: 800-470-005**



*Atlas Copco*

IQUIQUE  
Fono: (57) 428 686 - 473 387  
Fax: (57) 413 779

CALAMA  
Fono: (55) 338 836 - 362 838  
Fono - Fax: (55) 338 116

ANTOFAGASTA  
Fono: (55) 538 330 - 538 331  
Fono - Fax: (55) 538 337

COPIAPO  
Fono: (52) 218 943 - 232 162  
Fax: (52) 213 443

LA SERENA  
Fono-Fax: (52) 213 443  
Fono móvil: 09-9 542 13 21

VALPARAISO  
Fono-Fax: (02) 442 3600 - **800 470 001**  
Fono - Fax: (02) 623 5131

RANCAGUA  
Fono: (72) 293 356  
Fax: (72) 293 033

TALCA  
Fono-Fax: (73) 219 602  
Fono móvil: 09-9 870 40 08

CONCEPCIÓN  
Fono: (41) 222 45 00 - 222 4597  
Fax: (41) 222 45 96

TEMUCO  
Fono-Fax: (42) 264 400  
Fono móvil: 09-9 827 49 87

PUERTO MONTT  
Fono-Fax: (65) 311 944  
Fono móvil: 09-9 827 26 66

SANTIAGO  
Panamericana Norte 5001 - Conchalí  
Fono: (2) 442 36 00 - **800 470 001**  
Fax: (2) 623 44 60  
Atlas Copco Rental: (2) 442 37 00 - **800 470 005**

[www.atlascopco.cl](http://www.atlascopco.cl)

## Soluciones específicas **Presec**



Adhesivo Cerámico  
Sobre Madera  
W-15

- ✓ Adhesivo en polvo diseñado para la instalación de cerámicas sobre tableros de terciado y OSB, tanto en pisos como en muros.



Impermeabilizante  
Ultra Flexible  
J-01

- ✓ Diseñado especialmente para impermeabilización de estructuras de hormigón armado, albañilería y tabiques flexibles.



Estuco  
Térmico  
T-25

- ✓ Formulado para lograr aislación térmica en muros exteriores, gracias a la capa de estuco que se aplica sobre sustratos rígidos, como en albañilerías y hormigón.

Solicite información de los productos Presec® en:  Servicio al cliente: (56-2) 490 9000

 LAFARGE

 Sitio Web: [www.lafarge.cl](http://www.lafarge.cl)





**Las fundaciones presentaban una forma piramidal de cuatro caras de 16 metros de ancho, 20 metros de largo y 16 metros de alto. Fueron protegidas con bolones y tierra para evitar la erosión.**

viaban por barco, en un total de cuatro viajes que sumaron cerca de 1.400 toneladas de acero. Originalmente se programaron tres trayectos, pero el segundo barco se hundió tras estrellarse con una nave inglesa en Valparaíso. En ese accidente fallecieron siete personas. La compañía aseguradora cubrió los gastos derivados de la nueva construcción de la segunda pila y el segundo tramo de la viga que descansan en el fondo del mar.

Nadie perdió el tiempo. Simultáneamente, en nuestro país comenzó la construcción de los estribos y fundaciones para las pilastras. En estas faenas participaron cerca de 120 obreros, incluyendo mapuches que trabajaban todo el día por un plato de comida, incluso se utilizó mano de obra militar, debido a la falta de trabajadores calificados. A fines de 1886 se procedió a marcar el terreno, a limpiarlo y a preparar los accesos a las excavaciones de las bases y los estribos. Esta operación resultó particularmente compleja por el terreno arcilloso, que provocó sucesivos derrumbes.

Las fundaciones se hicieron en albañilería de piedras, sacadas del mismo río. Estas estructuras presentaban una forma piramidal de cuatro caras de 16 metros de ancho, 20 metros de largo y 16 metros de alto. Fueron protegidas con bolones y tierra para evitar la erosión.

Cada cargamento con las partes del viaducto arribaba al puerto de Talcahuano, desde donde se trasladaba en tren hasta la estación de Collipulli. Como la línea férrea terminaba en ese punto, se extendió hasta el lugar de las faenas, para transportar las piezas.

Las cuatro pilas se armaban como un mecano, por pisos y en forma conjunta para comprobar su perfecta ubicación y aplomo. La primera de las pilas –ubicada en el extremo norte– y la cuarta –la más austral– cuentan con seis pisos y 43,70 m de altura, cada una. La segunda tiene nueve pisos y 67,70 metros. Por último, la tercera pilastra es de 10 pisos y 75,70 metros.

Para unir las piezas metálicas se utilizó un sistema de remaches calientes, muy laborioso pero seguro. En la actualidad, esta solución quedó obsoleta al ser reemplazada por la soldadura. Para el montaje de las columnas se utilizaron ascensores impulsados a vapor para el desplazamiento de los obreros. En octubre de 1889, uno de los ascensores sufrió el corte de un cable provocando la muerte de cinco trabajadores.

En este punto, los estribos quedaron inconclusos para permitir el paso de la viga y un mejor acceso para los obreros.



**Lanzamiento de la viga hasta la cuarta pilastra.**



CALIDAD Y RESPALDO

# NIBSA, la marca de Chile en productos para redes de agua y gas



- 65 Años en el mercado.
- Productos Garantizados en el tiempo.
- Certificación ISO 9001.
- Certificación DVGW, Alemania.
- Certificación Cesmec.



Tel.: 489 8100 - Fax: 489 8101 - [ventas@nibsa.com](mailto:ventas@nibsa.com)

# www.nibsa.com

## TODAS LAS VENTAJAS DEL ZINC-ALUMINIO, CON LA BELLEZA DE LA TEJA TRADICIONAL



**ISO 9001**  
VERSIÓN 2000

- Más diseños y colores • Más estanqueidad
- Más livianas • Más duración • Más fáciles de instalar
- Más belleza • Más valoración de la vivienda



### TEJA INPPA-TEX

La teja de acero gravillado de estilo francés

### TEJA COL-TEX

La teja de acero gravillado de estilo colonial



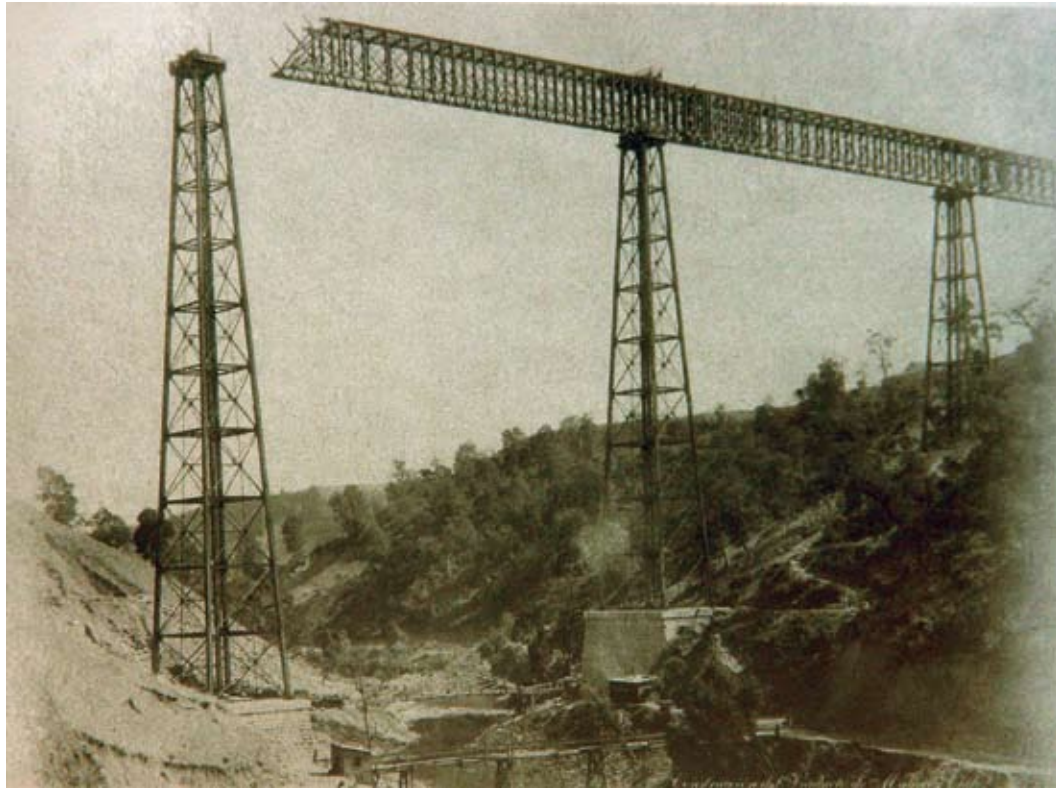
### TEJA Andes

La teja de acero pintado de estilo francés, presente en los principales proyectos inmobiliarios

**DISTRIBUIDORES:** Sodimac • Easy • Construmart • MTS • Chilemat y principales tiendas del país  
**CONSULTAS:** 02- 484 1901 / [construccion@inppa.cl](mailto:construccion@inppa.cl)



**El lanzamiento de las vigas se realizó a través de un sistema de empuje sucesivo, con fuerza humana y animal, con la ayuda de cilindros y un torno horizontal.**



Después de montar la viga se procedió a rematar los estribos.



### Desafío mayor

El montaje de la viga en nada se pareció a un lanzamiento al vacío. Es más, el lanzamiento de la viga en esta obra resultó uno de los grandes hitos de la historia de la construcción en el país. Pero no fue fácil, nada fácil. Si bien su estructura ensamblable facilitaría las cosas, su gran tamaño y peso implicaba una dificultad inédita para la ingeniería chilena. Los encargados de la obra idearon montar una plataforma de madera de 95 m de largo en el extremo norte de la quebrada, donde los trabajadores acoplaban cada una de las partes del entramado de la viga a medida que ésta se iba lanzando sobre las pilastras. En su parte inferior se fueron colocando rodillos metálicos para facilitar su deslizamiento.

El armado del primer tramo de la viga –69,50 m de acero que constituirían el tramo sur del viaducto– se completó en 1890. Según escribió el ingeniero Subiabre en su libro sobre el viaducto del Malleco, para disminuir el peso de la viga y evitar que ésta se deformara hacia abajo, no se colocaron todos los remaches en el extremo sur. Aún así, se reforzaron las diagonales del enrejado con madera y se colocaron cerca de 30 toneladas de acero en el extremo como contrapeso.

Atención, otro dato interesante. Usando un sistema de empuje sucesivo, con fuerza humana y animal, con la ayuda de cilindros y un torno horizontal, la estructura se desplazó hasta la cima de la primera pilastra posándola sobre gatas hidráulicas y rodillos destinados a facilitar el tendido. Esta operación demandó 11 eternas horas, para después continuar con el armado del segundo tramo y posterior desplazamiento. El mismo procedimiento se utilizó para el tercer y cuarto tramo, finalizando el 16 de abril de 1890. El lanzamiento total se efectuó en mayor altura para contrarrestar la deformación de la viga.

Se ubicó en su posición final a través de las gatas hidráulicas que estaban en la cima de cada columna.

Tras el lanzamiento, se culminó con la albañilería de los estribos y de las fundaciones. También se terminaron de colocar la totalidad de los remaches, el aplomo de la estructura y los durmientes de madera sobre los cuales pusieron los rieles ferroviarios. Además, se dispuso una baranda de seguridad a lo largo de la viga de 1,5 metros de alto. El peso total del puente en ese momento era de aproximadamente 1.400 toneladas.

Los datos curiosos no podían faltar. Antes de inaugurar el flamante viaducto se realizaron sucesivas pruebas de resistencia. “Primero pasó marchando un batallón del Ejército. Como el puente no se movió, los

# Soluciones Integrales en Acero



**VARCO PRUDEN®**  
CHILE

Especialista en el diseño y fabricación de edificios metálicos. Desarrollando proyectos llave en mano según sus requerimientos.

[www.vpchile.cl](http://www.vpchile.cl)

**PERI** presente en **Bauma – Alemania 2007** y la **Semana de la Construcción Infraestructura 2007**, demostrando calidad, experiencia y tecnología.



**PERI CHILE Ltda.**  
José de San Martín #104  
P. Industrial Los Libertadores  
Colina - Santiago de Chile  
4446000 - Fax: 4446001  
[peri.chile@peri.cl](mailto:peri.chile@peri.cl)

**PERI Norte**  
Av. Industrial 8118  
Barrio Industrial  
Antofagasta  
55-216193  
[peri.norte@peri.cl](mailto:peri.norte@peri.cl)

**PERI Centro Costa**  
2 Poniente 355 entre  
4 y 5 norte  
5° piso of. 52  
Viña del Mar  
32-687713  
[peri.centrocosta@peri.cl](mailto:peri.centrocosta@peri.cl)

**PERI Sur**  
Av. General Bonilla 2750  
Sector Palomares  
Concepción  
56- 41-2310808  
[peri.sur@peri.cl](mailto:peri.sur@peri.cl)

[www.peri.cl](http://www.peri.cl)



## Detalle de los remaches.

soldados salieron airosos. Después atravesó un tren vacío muy lentamente y también resistió la estructura”, señala Ernesto Otaegui. A continuación se hicieron las pruebas estáticas y dinámicas de acuerdo a normas francesas y la recepción de la obra.

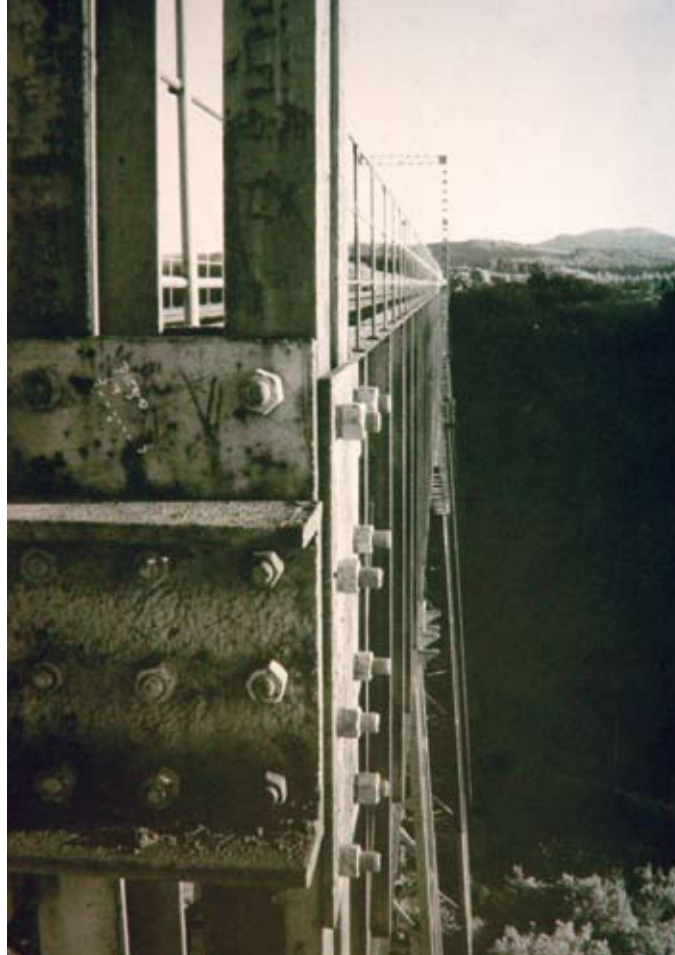
Corría octubre de 1890. Habían transcurrido cuatro años desde que se inició su construcción, y el viaducto ya estaba en condiciones de ser inaugurado. Más de 400 personas llegaron a la ceremonia encabezada por el Presidente Balmaceda.

Como está dicho, Schneider y Cie. se adjudicó la licitación por 830 mil francos pero, según explica Subiabre, después se sumaron costos subiendo la inversión a 980 mil. “Pero en esa cifra no está considerada la construcción de estribos, fundaciones y otras obras adicionales, entonces el valor total sería del orden de 1.500.000 francos de la época”, estima Adonis Subiabre. Para graficar esta cifra, Subiabre señala que el viaducto costó aproximadamente la tercera parte de la Torre Eiffel, sin considerar sus ascensores.

### Intervenciones posteriores

En la actualidad, un paso sobre nivel de esta envergadura se habría construido en hormigón, aplicando un sistema de puente atirantado o colgante. Los especialistas señalan que hasta hoy no existe en Chile un puente ferroviario que se le iguale. Sólo podría compararse con el puente carretero de Amolanas, ubicado en la Ruta 5 Norte entre Los Vilos y La Serena, y con el puente de Chiloé, en caso de haberse construido.

A medida que los convoyes se modernizaban, haciéndose cada vez más pesados, se volvió impostergradable la necesidad de un reforzamiento al puente del Malleco. Desde 1910 hasta 1923 se presentaron y discutieron una serie de alternativas hasta que se optó por la del Departamento de Vías y Obras de Ferrocarriles que proponía la instalación de dos columnas más, reforzando las ya existentes y realizar acar-



telamientos a lo largo de la viga. Estos ocho triángulos (dos en cada una de las columnas originales) se unen a las pilas y transmiten el peso que recibe la viga. En esa época se reemplazaron más de 15.000 remaches en dos años. Tiempo después se rellenaron las bóvedas de los extremos para otorgarle mayor resistencia, faena que fue en desmedro de su original belleza a juicio de los especialistas. Otra intervención que tampoco ha sido muy aplaudida por su estética, consiste en la instalación de arcos metálicos en 1986 para colocar la catenaria, línea electrificada para el desplazamiento de locomotoras eléctricas.

El viaducto pertenece a la Empresa de Ferrocarriles del Estado (EFE), que se encargó de las últimas mantenciones para aumentar su vida útil. Según Otaegui, el metal se encuentra en buen estado y se puede arenar para limpiarlo. El principal problema reside en que los remaches se cristalizan y se cortan con el paso de los años, debiendo ser constantemente reemplazados sin perder la gracia original. Por el momento, el viaducto del Malleco está a la espera de ser postulado como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO. ■

[www.amigosdeltren.cl](http://www.amigosdeltren.cl)

*Referencia: “Viaducto del Malleco, monumento de la Ingeniería Mundial”, de Adonis Subiabre y publicado por la Corporación Cultural de la Cámara Chilena de la Construcción.*

Montaje de las pilastras.



### EN SÍNTESIS

**Construido a fines del siglo XIX el Viaducto del Malleco consiste en una viga de acero entramado posada sobre cuatro pilastras y dos estribos en sus extremos. La estructura ensamblable permitió el montaje de más de 1.400 toneladas de acero. Su indiscutible importancia radica en la innovación tecnológica utilizada durante la construcción de este puente de más de 117 años.**