



www.elsevierciencia.com/hya

Disponible en

ScienceDirect

www.sciencedirect.com

Hormigón y Acero 2016; xxx(xxx):xxx-xxx



Original

# Sistema de atirantamiento del tramo atirantado del Puente de la Constitución de 1812 (Cádiz)

*Stay cable system in the cable-stayed segment of the Constitution of 1812 bridge (Cádiz)*

Jorge Sánchez de Prado<sup>a,\*</sup>, Nicolas Troitin<sup>b</sup> y Patrick Ladret<sup>c</sup>

<sup>a</sup> *Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Freyssinet SA, Madrid, España*

<sup>b</sup> *Ingeniero Industrial, Freyssinet SA, Madrid, España*

<sup>c</sup> *Ingeniero Civil, Freyssinet SA, Madrid, España*

Recibido el 5 de octubre de 2015; aceptado el 28 de diciembre de 2015

## Resumen

El Puente sobre la Bahía de Cádiz posee un tramo atirantado de 1.180 m, con un vano central de 540 m, récord de España y tercer vano más grande de Europa dentro de su clase.

El proyecto del sistema de tirantes, para sustentar el tablero a las 2 torres mono-fuste (pila 12 y pila 13) del tramo atirantado, se resolvió mediante 176 tirantes H-2000, siendo necesarias 2.167 toneladas de Monostrand<sup>®</sup> semiadherente.

Constituirá el primer sistema de tirantes cuyos valores de tensión alcanzarán el 55%  $f_{max}$  durante la construcción y el 50%  $f_{max}$  en servicio puestos en obra mediante Isotension<sup>®</sup>.

Adicionalmente, se ha desarrollado un sistema de amortiguadores hidráulicos y radiales internos de carrera ampliada capaces de amortiguar vibraciones en un rango que incluye la oscilación dinámica del tirante por fenómenos aeroelásticos propios y las debidas a los movimientos de los anclajes resultantes de cargas en servicio sobre la estructura.

© 2016 Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (ACHE). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

*Palabras clave:* Tirantes; Monostrand<sup>®</sup>; 55% $f_{max}$ ; Giros admisibles; Amortiguadores hidráulicos

## Abstract

The bridge over Cadiz Bay includes a 1,180 m long cabled stayed segment, with a 540 m long central span, which in itself is a record in Spain, and also the third longest span of this kind in Europe.

The design of the stay cables system, necessary to hang the deck from the two A-shaped towers (tower 12 and tower 13) of the cable stayed segment, consists in 176 H2000 stay cables, being necessary to install 2,167 tons of semi-adherent Monostrand<sup>®</sup>.

For the first time in a stay cable system, installed via the Isotension<sup>®</sup> method, the maximum stresses to be reached during construction will be 55% of the strand guaranteed ultimate tensile strength (GUTS) and 50% during service.

Furthermore, the standard internal hydraulic and radial damper system has been improved, with an enhanced stroke, in order to respond to the vibration range of the stay cables, including dynamic oscillations due to aero-elastic effects and movements of the anchorages under service loads.

© 2016 Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (ACHE). Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

*Keywords:* Stay cables; Monostrand<sup>®</sup>; 55%GUTS; Permissible rotations; Hydraulic dampers

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [jorge\\_s@freysinnet-es.com](mailto:jorge_s@freysinnet-es.com) (J. Sánchez de Prado).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.hya.2015.12.006>

0439-5689/© 2016 Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (ACHE). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

## 1. Sistema de atirantamiento

El sistema de tirantes seleccionado para el Puente sobre la Bahía de Cádiz es el H-2000 de Freyssinet. Este sistema presenta las siguientes características:

- 1.1 Calificación técnica y referencias.
- 1.2 Rapidez de montaje.
- 1.3 Amortiguadores.
- 1.4 Durabilidad y mantenimiento.

Desarrollando esas prestaciones podemos resaltar:

### 1.1. Calificación técnica y referencias

La longitud libre del cable se compone de un haz de cordones paralelos «PSS» de tipo Y1860S7 de 15,7 mm de diámetro nominal y una carga unitaria máxima a tracción de 279 kN ( $f_{max}$ ). Los tirantes del Puente sobre la Bahía van desde los 88 m hasta los 296 m y de 31 a 91 cordones por tirante.

El cordón semiadherente es el Monostrand® Freyssinet, que tiene una triple barrera de protección compuesta por una galvanización de los hilos, un relleno de cera y una vaina individual de polietileno de alta densidad (PEAD) extruida (fig. 1)

El haz de cordones está envuelto por una vaina global coextrusionada de PEAD, con una capa exterior de color blanco (RAL 9003) resistente a las radiaciones UV. Esta vaina exterior lleva una doble hélice para reducir las vibraciones debidas a la acción combinada de viento y lluvia, dando estabilidad aerodinámica y minimizando su coeficiente de arrastre ( $C_d < 0,6$ ).

La fijación individual de cada cordón en el anclaje (fig. 2) se materializa mediante cuñas especialmente diseñadas para resistir a fatiga. Además, cada tirante consta de un anclaje regulable roscado, con una carrera útil de 200 mm, que posibilita ajustes precisos en la deformada del tablero para absorber incertidumbres en el proyecto o la puesta en obra sin manipular la mordida de las cuñas. La distribución de la carrera de los anclajes se estableció en  $-155$  mm para poder destesar y  $+45$  mm para retesados menores a esa longitud, ya que los retesados mayores a esa longitud, contemplados con anterioridad en el proceso constructivo, se pueden realizar mediante Isotension®, evitando la doble mordedura de las cuñas en la misma zona.

Estos anclajes han sido validados mediante más de 50 ensayos según todas las recomendaciones internacionales (CIP, FIB, PTI) y colocados en más de 200 estructuras en 30 países [1–7].

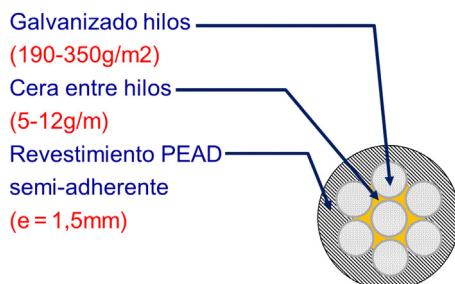


Figura 1. Monostrand® Freyssinet.

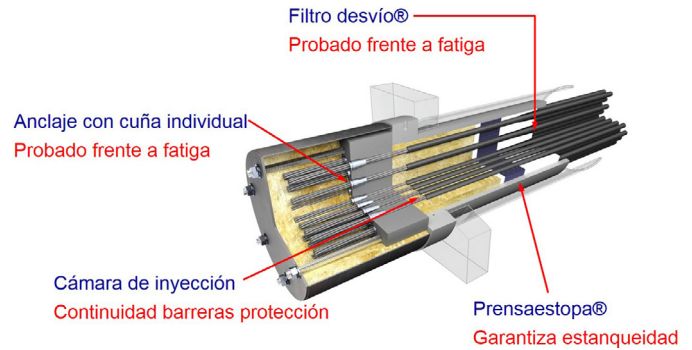


Figura 2. Anclaje Freyssinet.

La continuidad de las barreras de protección en esa zona de mordida de cuñas (fig. 2), en la cual se retira el revestimiento de PEAD, se realiza mediante la inyección de cera microcristalina conforme a ETAG 013-ASQPE [8] que posibilita la sustitución cordón a cordón de los tirantes durante la vida útil de la estructura. Para verificar la durabilidad de esa nueva barrera de protección es necesario realizar un ensayo de estanqueidad, según las principales recomendaciones internacionales [1–3]. Se trata de un ensayo dinámico de 1.000 h, combinando con ciclos de temperatura y desviación angular, para verificar que el sistema no pierde su estanqueidad. Esto se garantiza gracias al prensaestopa® activo del anclaje (fig. 2).

El filtro de tensiones o filtro de desvío® incorporado al anclaje (fig. 2) previene que las desviaciones angulares del cordón se extiendan a la zona de cuñas, consiguiendo que el cordón sea ortogonal a la cuña y limitando las tensiones en esa zona. Además, y mediante un guiado individual de geometría controlada de los cordones a la entrada del anclaje, se disminuye el efecto de la flexión y las tensiones en la zona de transición. Con este elemento los giros permitidos en el anclaje, tanto en construcción como en servicio, llegan a 30 mrad.

Las fuentes de desviación angular en el anclaje se pueden clasificar en 3 tipos:

- a. Tolerancias de construcción: posición de la placa de apoyo o del conjunto tubo de encofrado-placa, posicionamiento in situ de las dovelas, etc. Al estar incorporado en el anclaje, el filtro de desvío no precisa de filtros auxiliares temporales y disminuye la longitud de transición (simplifica el diseño de las conexiones en la salida de los tubos de encofrado de las pilas).
- b. Variaciones angulares temporales: durante el proceso constructivo (izado de dovelas, tesado de tirantes. . .) o en servicio (tráfico o cualquier otra sollicitación).
- c. Oscilaciones dinámicas del tirante, vibraciones: los anillos de tensión o desviadores guía de los sistemas anteriores tenían interferencias con los amortiguadores y era necesario modificar la posición de los mismos o, incluso, eliminar el filtro de desvío cediendo su función estructural a los amortiguadores, cuestión que no es del todo efectiva y que además no reproduce las condiciones de los ensayos de estanqueidad [1–3] o fatiga [4–6].

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/6747463>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/6747463>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)