

Puente sobre el Estrecho de Messina

# El más grande del mundo



En Italia se construirá el viaducto colgante más largo del mundo con un vano de 3.300 metros y torres soportantes de 382 metros de altura. Este formidable proyecto, que se inaugurará el 2012, unirá la isla de Sicilia con el continente.

**Marcelo Casares** / En base a información del Departamento de Comunicaciones del Grupo Sacyr Vallehermoso

Si bien en Chile aún no salimos de la sorpresa por la magnitud del puente colgante que se construirá sobre el Canal Chacao, el asombro supera todos los límites al conocer los detalles del futuro viaducto sobre el Estrecho de Messina en Italia. No es para menos, si nos detenemos en algunas cifras para comparar ambas estructuras. El mayor vano del puente Bicentenario de Chiloé es de 1.100 metros, mientras que el viaducto europeo presenta una luz principal de 3.300 m, convirtiéndose en el más largo del mundo. Hay más. La extensión total de nuestro puente es de 2.635 m, y el italiano alcanza los 3.666 metros. Mientras las torres soportantes del proyecto nacional tienen casi 180 m de altura, las de Messina superan los 380 metros. En inversión la diferencia es abismal. En Chile se emplearán alrededor de US\$ 410 millones, en el caso de la península itálica el monto es de 3.880 millones de euros, unos US\$ 4.950 millones.

Claro, que no es para sentirse disminuidos. La espectacular estructura europea supera largamente a cualquier gigante. Por ejemplo, es tres veces más largo que el mítico Golden Gate de San Francisco y supera notoriamente al actual récord mundial de 1.990 metros que ostenta el viaducto Akashi de Japón.

## SEIS AÑOS

El puente sobre el Estrecho de Messina unirá la región de Reggio Calabria al sur de la Península Itálica con la isla de Sicilia, siendo adjudicada su construcción al consorcio compuesto por la empresa española Sacyr (18,7%), la japonesa IHI (6,3%) y las italianas Impregilo (45%), Condotte (15%), CMC (13%) y ACI (2%).

Se trata del mayor proyecto de obra civil actualmente en marcha en Europa. La cubierta tiene una longitud total de 3.666 metros, incluidos los dos vanos laterales de suspensión, y un ancho de 60 me-

## FICHA TÉCNICA

Longitud del vano principal: 3.300 metros  
Longitud total: 3.666 metros  
Ancho cubierta suspendida: 60,4 metros  
Altura torres: 382,60 metros  
Cables: 5.300 metros de longitud con un diámetro de 1,24 metros y 44.352 hilos por cable  
Espacio mínimo navegable: 65 m de alto por 600 metros de ancho  
Ingeniería: COWI - Puente colgante  
Hormigón en fundaciones de torres: 160.000 m<sup>3</sup>  
Hormigón bloques de anclaje: 560.000 m<sup>3</sup>  
Estructura metálica de las torres: 108.000 t  
Cables de suspensión y péndulos: 170.400 t  
Estructura metálica del tablero: 66.500 t

tros. La estructura se compone de tres secciones transversales rectangulares: Dos laterales para los carriles y una central para la vía férrea. El tramo de carretera consta de tres carriles de 3,75 metros de ancho en cada sentido (dos de marcha y uno de emergencia). El tramo férreo consta de dos vías y dos aceras laterales para peatones. Se estima un tráfico de 6.000 vehículos por hora y 200 trenes al día.

Se contemplan 6 años para la construcción del viaducto. Las dos torres que soportarán el peso del puente por medio de cables de acero tendrán una altura de 382,6 metros. Esto permitirá un espacio de navegación con una altura mínima de 65 metros (en presencia de condiciones de carga máxima) y un ancho de 600 metros. El sistema de suspensión del puente se afianza mediante dos pares de cables de acero, cada uno con un diámetro de 1,24 metros y una longitud total entre los bloques de anclaje equivalente a 5.300 metros.



El puente sobre el Estrecho de Messina tiene un vano principal de 3.300 metros, siendo el viaducto colgante más grande del mundo.

El puente de vano único puede resistir terremotos de 7,1 en la escala de Richter, un dato no menor considerando que un sismo devastó Messina en 1908. Asimismo, puede soportar vientos de hasta 216 kilómetros por hora gracias a su diseño aerodinámico. En cuanto a la ejecución, se utilizará gran cantidad de materiales prefabricados para tener las máximas garantías en términos de calidad, cumplimiento de los plazos de construcción e impacto mínimo en el medio ambiente.



Imágenes satelitales muestran la ubicación del futuro puente y sus accesos.

### NO AL TÚNEL

La decisión de realizar un puente suspendido en lugar de un túnel sumergido, como en el Canal de la Mancha, se tomó después de realizar un análisis detallado de las distintas alternativas constructivas. La ejecución de corredores submarinos requiere de condiciones geomorfológicas favorables como estratos compactos e impermeables a una profundidad moderada del lecho marino, para que las excavaciones puedan realizarse con seguridad y rapidez como en el Túnel de la Mancha. En cambio, en el Estrecho de Messina la geología del terreno y la existencia de fallas -superficies discontinuas en profundidad- dificultan el uso de esta solución. A esto hay que sumar que se encuentran rocas impermeables a gran profundidad, unos 250 metros bajo el nivel del mar, y una presión hidrostática muy elevada que puede provocar la inundación del túnel. Además, descender a tal profundidad supone un desarrollo desproporcionado de las rampas de acceso. En términos simples, no resulta práctico construir cerca de 47 kilómetros de túneles para cruzar un estrecho marino de sólo 3,9 km de longitud, con costes y plazos de construcción inciertos, pero seguramente más elevados y prolongados que la ejecución de un puente.

El concepto de túnel submarino, basado en el Principio de Arquímedes, se presentó en 1969 basando los estudios de viabilidad en la optimización de los beneficios y la minimización de los inconvenientes. El túnel tenía la ventaja de no afectar el paisaje y estar estrictamente condicionado por la ubicación del cruce. No obstante, incluía elementos desfavorables, principalmente atribuibles a la incertidumbre de los parámetros de diseño, la técnica de ejecución, el plazo y el riesgo de imprevistos. Además, se deben considerar los efectos en el entorno y las corrientes submarinas, la sensibilidad a las acciones marinas y la vulnerabilidad a las acciones hostiles, por ejemplo, sabotaje y terrorismo. Los costos y períodos de ejecución planeados fueron extremadamente inciertos debido a la falta de experiencia en la construcción de este tipo de túneles.

La solución con un puente suspendido se considera la más tradicional. Las ventajas consisten en la experiencia estructural y de gestión que abarca más de un siglo y cientos de ejemplos en todo el mundo, como dato se puede mencionar que la «vida acumulada» de los 115 puentes atirantados más largos asciende a más de 4.800 años. Por lo tanto, se han probado y comprobado las metodologías

### LAS VENTAJAS DEL PUENTE COLGANTE

- + Uso de tecnologías probadas y comprobadas.
- + Mayor seguridad y eficiencia; menor sensibilidad ante sucesos extraordinarios, incluidos el sabotaje y el terrorismo.
- + Menor plazo de construcción y menores costes de construcción y operativos que otras alternativas constructivas como túneles.
- + Mantenimiento simple y seguro.
- + Sin interferencia en el entorno marino del estrecho.

de diseño y ejecución que se emplearán. El puente atirantado es menos vulnerable a terremotos en comparación con el túnel, no provoca efectos negativos sobre el entorno marino y la navegación, y ofrece un alto grado de seguridad y comodidad para los usuarios. En relación a la eficiencia de transporte, al contrario que el resto de las soluciones, el viaducto ofrece una plataforma única y vasta de uso flexible para enfrentar todos los requisitos de tráfico previsibles, incluso en caso de emergencia. Por último, la construcción del puente cuenta con plazos y costos menores y más predecibles.

#### VANO ÚNICO

Antes de decidirse por la elección del diseño de vano único, se evaluó la construcción de un puente suspendido más pequeño. Las opciones eran un viaducto con dos torres en aguas relativamente poco profundas o un puente con una única torre central a gran profundidad, cerca de 150 metros. Sin embargo, en los estudios preliminares se encontraron numerosos elementos desfavorables en

términos de seguridad, construcción y mantenimiento, las fuertes corrientes irregulares del estrecho, la presencia de fallas activas, mayor sensibilidad frente a los terremotos y los peligros derivados de la interferencia con el tráfico marítimo en un canal navegable que ya es especialmente exigente.

Además, el viaducto de doble vano se descartó por la falta de experiencia en la construcción y mantenimiento de estructuras a profundidades marítimas similares, en condiciones tan adversas. Tampoco había ventajas importantes y decisivas en cuanto a la respuesta estructural, ni en los costos de construcción. Por último, se hubiese generado un grave impacto sobre el entorno marino, y la fluidez y seguridad de la navegación en el estrecho.

Las comisiones supervisoras (Autoridad Supervisora de Ferrocarriles Estatales italiana, la Comisión del Ente encargado de las carreteras - ANAS y el Consejo Nacional de Obras Públicas) consideraron como «poco fiable la construcción de una torre en el mar» y, en consecuencia, dieron su visto bueno al desarrollo de la propuesta de un puente atirantado de vano único.

## Vive la solidez de este revestimiento



**Novabrik no requiere adhesivo ni mortero para pegar, puede ser fácilmente instalado en variados tipos de estructuras, dando una terminación elegante y con múltiples posibilidades de diseño.**

### **POR FIN EN CHILE LA FORMA RÁPIDA Y FÁCIL DE CONSTRUIR.**

- Producto de Hormigón Macizo.
- Sin Mortero de Pega.
- Fácil de Instalar.
- Durable.
- Estética incomparable.
- Resistente a la Humedad.
- No requiere Mantenimiento.



Prefabricados Grau S.A. Avda. Eyzaguirre 1801 - San Bernardo - Santiago - Chile - Fono: (56.2) 377 4900 - [www.grau.cl](http://www.grau.cl)

**Nova brik**  
REVESTIMIENTO SIN MORTERO  
Un producto Novabrik con licencia y distribuido bajo un contrato de licencia de Novabrik y sus asociados, S.A.



**PUENTES COLGANTES: TOP TEN**

Puente / País	Extensión vano principal (m)	Año
1 Akashi Kaikyo (Japón)	1.991	1998
2 Great Belt East (Dinamarca)	1.624	1998
3 Humber (Reino Unido)	1.410	1981
4 Jangyn (China)	1.385	1999
5 Tsing Ma (China)	1.377	1999
6 Verrazano Narrows (Estados Unidos)	1.298	1964
7 Golden Gate (Estados Unidos)	1.280	1937
8 Hoga Kusten (Suecia)	1.210	1997
9 Mackinac (Estados Unidos)	1.158	1957
10 Minami Bisan-Seto (Japón)	1.100	1988

**ALTURA DE NAVEGACIÓN**



**VIENTOS**

A pesar de los fuertes vientos que existen en la zona, el puente estará abierto constantemente por su estabilidad intrínseca y al uso de barreras especiales de protección, que permitirán el tránsito con normalidad incluso en presencia de fuertes ráfagas. En cuanto a la estabilidad, el puente presenta un perfil con características aerodinámicas que le permiten soportar vientos que alcanzan velocidades superiores a 216 Km/h, a pesar de que en más de veinte años de control eólico efectuado por un centro meteorológico local especializado, nunca se han superado los 150 Km/h. Los estudios sobre los viaductos colgantes han permitido que se pueda proporcionar una estabilidad óptima y un cruce cómodo en condiciones de vientos desfavorables.

**SISMOS**

Los puentes suspendidos no suelen ser afectados por los terremotos. La configuración estructural de un puente posee un tipo de «aislamiento» natural procedente de las frecuencias características de los movimientos sísmicos, períodos de fracciones de segundos. Ello ayuda a «aislar» la estructura frente a las posibilidades físicas de períodos de vibración de varios segundos y de decenas de segundos.

Una clara prueba de ello es el puente Akashi en Japón que fue golpeado por el devastador terremoto Kobe en enero de 1995, 7,2 grados en la escala de Richter. Si bien el epicentro se situó en sus cercanías, el viaducto resistió el movimiento sin sufrir ningún daño. El que se construirá en el Estrecho de Messina ha sido diseñado para soportar un terremoto de 7,1 en la escala de Richter, el máximo registrado en Italia, con un foco a unos 15 kilómetros de distancia. Un movimiento de esas características es muy inusual y la probabilidad de que se produzca seguirá siendo muy reducida durante siglos. El diseño permitiría que las estructuras continuaran intactas -es decir, reaccionan en un campo elástico-, incluso en el caso de un terremoto extremo.

Además, durante su construcción los puentes atirantados no son más vulnerables a los terremotos en comparación con los túneles. Por ejemplo, las torres aisladas se encuentran bajo una menor tensión y poseen mayor capacidad para «filtrar» los movimientos sísmicos. La adopción de medidas adecuadas de ejecución, asegurará que no se produzca ningún impacto.


En relación a los movimientos tectónicos lentos, entre las costas, estudios acreditados realizados durante más de 20 años por

diferentes organismos usando técnicas tradicionales y por satélite han llegado a la conclusión de que no existen deformaciones importantes en la región del Estrecho. El último estudio realizado por el ENEA (Ente italiano para las Nuevas Tecnologías, Energía y Medioambiente) afirma que los movimientos tectónicos entre las torres del puente sólo causarían mínimas variaciones con «reducidos efectos sobre la estabilidad de la estructura en su conjunto».

#### TSUNAMIS

Ante la posible ocurrencia de tsunamis, los proyectos preliminares de 1992 y 2002 y el estudio de impacto medioambiental de 2003 evaluaron los efectos que podrían generar estos fenómenos.

En general, la altura de una ola en la zona del estrecho no se eleva más allá de los 12 metros. No obstante, sus posibles daños dependen de su longitud, que puede extenderse por varios kilómetros y cuyos efectos estarían más cercanos a los de una marea excepcionalmente alta. Incluso, las olas más altas no afectarían la zona del puente que, a causa de la orografía del estrecho, no se verían multiplicadas por otras provenientes del norte o del sur. De hecho, las olas generadas por el terremoto de 1908 tenían una altura de 10 metros, pero sólo de 4 metros a lo largo de la línea Ganzirri-Cannitello e inferior a 1 metro en Ganzirri-Punta Faro.

Entonces, los componentes estructurales cruciales del puente no estarían expuestos al riesgo de los tsunamis porque los cables, anclajes y cubierta no podrían ser alcanzados por las olas, ya que estarían situados a más de 60 metros sobre el nivel del mar. Las dimensiones de las torres se han concebido para soportar los potentes efectos sísmicos y eólicos, y sus fundaciones se afianzan a gran profundidad. 

#### EN SÍNTESIS

El viaducto sobre el Estrecho de Messina en Italia, presenta una luz principal de 3.300 m, y una extensión total de 3.666 metros, que lo convierten en el más largo del mundo. El mayor proyecto de obra civil actualmente en marcha en Europa, unirá la región de Reggio Calabria al sur de la Península Itálica con la isla de Sicilia.

La cubierta incluye dos vanos laterales de suspensión, en un ancho de 60 metros. Su construcción fue adjudicada a un consorcio compuesto por empresas internacionales.

➔ [www.strettodimessina.it](http://www.strettodimessina.it)



**Desde hoy el pegado de mármol  
tiene su propia fórmula...**

**Presec**  
MORTEROS PREDESIGNADOS

**Presec**  
Pega Mármol  
y Granito  
T-22

**T-22**

Email: [presec@melon.lafarge.cl](mailto:presec@melon.lafarge.cl)

Servicio al cliente:  
**(56-2) 490 9000**

Solicite información de Presec® T-22 Pega Mármol y Granito en:



CRISTALES LAMINADOS SALVID



## el mundo tiene silencios decide lo que quieres oír

Cristal Laminado  
**SALVID**  
ACUSTICO

Fabricado con polivinil acústico (blando) de 0.76mm  
Permite la atenuación de 32 hasta 40 decibeles, según el espesor  
del cristal.



## el mundo puede ser seguro protege a los tuyos

Cristal Laminado  
**SALVID**  
PROTECCIÓN EN  
DEGRADACIÓN

Fabricado con polivinil de alta resistencia de 0.38mm. Ante un  
quebre accidental mantiene los trozos de cristal adheridos a la  
lámina de polivinil butiral. Evita caídas al vacío.



## el mundo es color elige el que quieras

Cristal Laminado  
**SALVID**  
COLOUR

Fabricado con polivinil transparente de color de 0.38mm. Disponible  
en 13 colores, combinables entre sí. Fabricado a pedido.



VICIRIDE LIRQUEN

www.vidrioslirquen.cl / (02) 360 7704 / (02) 369 7710 / (02) 360 7794 / exige este sello de calidad en todos los productos Salvid



PARECEN DISTINTAS, PERO TIENEN  
ALGO EN COMÚN...



## RESISTENCIA Y DURABILIDAD

Cada uno de nuestros modelos ha sido desarrollado con materiales de alta calidad que les permiten alcanzar una prolongada vida útil. Aún así, y para su total tranquilidad, toda nuestra grifería incluye garantía de 15 años.

- Productos certificados por DICTUC.

Mosaico S.A. El Rosal 4967, Huechuraba, Santiago de Chile. Fono: (56 2) 731 7600 / Fax: (56 2) 740 0034.

G R I F E R I A S  
**STRETTO**

BY **MOSAICO**