

PONTE INFANTE D. HENRIQUE INFANTE D. HENRIQUE BRIDGE

Localização / Location: **Porto / Gaia, Portugal**

Cliente / Client: **Metro do Porto, SA**

Autor do Projecto / Designer: **AFAssociados - Projectos de Engenharia, SA / IDEAM, SA**

Construtor / Contractor: **EDIFER / NECSO, ACE**



Esta ponte foi baptizada com o nome de *Infante D. Henrique*, sem dúvida um dos mais importantes filhos do Porto e de Portugal, o qual liderou a aventura europeia de ir ao encontro de outras civilizações no mundo.

A ponte é inspirada nas magníficas pontes projectadas por Robert Maillart, com um arco muito fino e extremamente abatido que “voa” 280 m à altura de 75 m sobre o rio, com uma flecha de 25 m.

A estrutura é formada só por planos, sem quaisquer elementos curvos. Nenhum ornamento é acrescentado à ponte. Todos os elementos têm uma função funcional e estrutural. Consequentemente, esta ponte tem a virtude da simplicidade na sua pureza estrutural.

Este arco em betão armado tem 1,5 m de espessura e é estabilizado pelo tabuleiro em caixão de betão armado pré-esforçado com 4,5 m de altura. A largura do arco diminui desde 20 m nas nascentes até 10 m ao longo dos 70 m centrais, onde se une ao tabuleiro formando um caixão com 6 m de altura onde se mantém a vista do arco.

Claro, a rigidez elevada do tabuleiro face à esbelteza do arco abatido significa que a ponte em arco é uma ponte-viga entre as nascentes do arco, com apoios elásticos afastados de 35 m. Cabe ao tabuleiro transferir as sobrecargas assimétricas de um apoio elástico para outro.

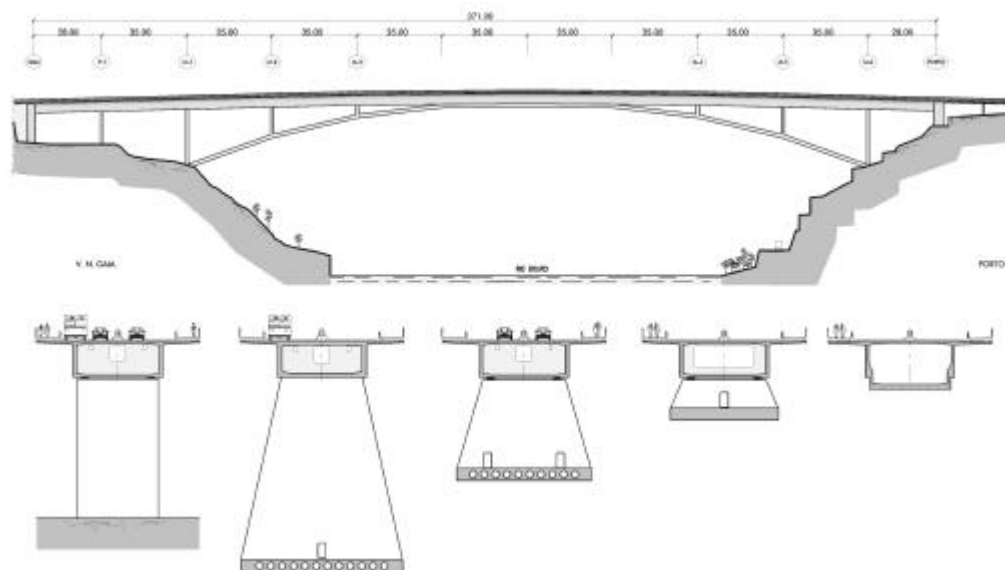
This bridge is named after the Portuguese *Infante D. Henrique*, no doubt one of the most remarkable sons of the city of Porto and of Portugal, who led the European adventure of meeting other civilisations around the Globe.

The bridge is inspired by Maillart's works-of-art, with an extremely shallow and thin arch “flying” 280 m at the height of 75 m above the river, with a rise of 25 m.

The structure is made up of plane elements only, with no curved elements. No ornament is added to the bridge. Every element fulfils a functional and structural role. As a result, this bridge exhibits the virtue of simplicity in its structural pureness.

This arch of reinforced concrete is 1.5 m thick and is stabilised by a prestressed concrete box beam deck 4.5 m deep. The arch width decreases from 20 m at the abutments to 10 m along the central 70 m, where it is united with the deck as a 6 m deep box beam with an outline that maintains the shape of the arch.

Clearly, the high stiffness of the deck in relation to the slenderness of the shallow arch turns the arch bridge into a one span bridge between the arch abutments, with intermediate elastic supports 35 m apart. Also, the arch requires the deck to deal with asymmetric loads and to transfer forces from one “elastic” support to another.



A compressão introduzida pelo arco no banzo inferior do caixão gera compressão e momentos flectores negativos elevados nos 70 m centrais da ponte, ao ponto de não ser necessário pré-esforço nesse vão.

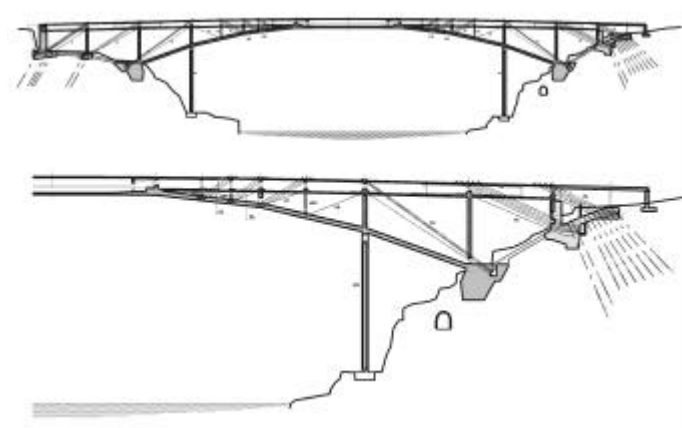
Se não se está perante uma verdadeira ponte em arco, os respectivos métodos tradicionais de construção não são os

The compression introduced by the arch into the bottom flange of the deck generates high values of compression and of negative bending moments in the 70 m central span of the bridge. As a result, no prestressing is required in this span.

If this bridge is not a true arch bridge, so it is no wonder that traditional methods for the construction of arch bridges were

mais aplicáveis. Antes se adoptou o método de construção por avanços sucessivos das pontes em pórtico.

Para reduzir o vão durante a construção, construíram-se pilares provisórios nas margens do rio. O tabuleiro desempenhou a função de banzo traccionado e o arco a função de banzo comprimido. A função das almas foi desempenhada pelos montantes definitivos e provisórios entre arco e tabuleiro, e por cabos provisórios, formando uma estrutura triangulada. Os vãos do tabuleiro exteriores ao arco constituíram também estruturas trianguladas funcionando em conjunto com bielas enterradas, as fundações e os maciços graníticos da encosta.



Com a construção em consola sobre o rio, o equilíbrio global de cada “meia ponte” foi assegurado por ancoragens executadas nos maciços graníticos, sendo as ancoragens inclinadas de modo a que a força resultante tivesse uma componente horizontal para o interior daqueles maciços.

Durante a construção, o arco foi atirantado ou suspenso do tabuleiro, embora o sistema triangulado criasse compressão no arco. Portanto, a compressão no arco e nas fundações graníticas foi introduzida gradualmente e portanto os efeitos da fluência em ambos foram sendo melhor controlados.

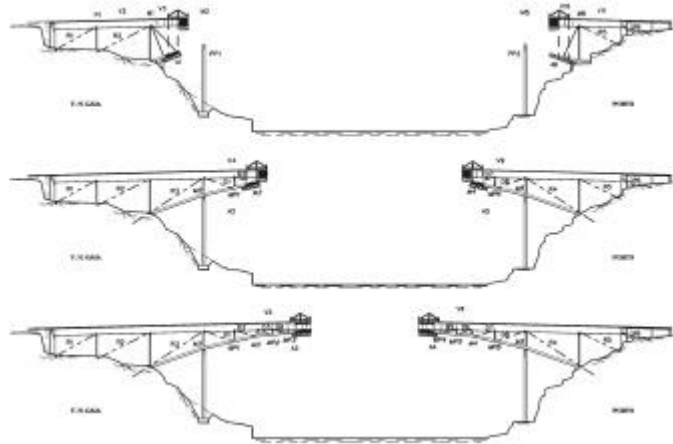
A construção desta ponte exigiu um sistema muito completo de monitorização. O seu conhecimento em directo em todas as fases foi realizado por duas equipas independentes, e todas as medidas de controlo foram analisadas em separado em dois programas de computador distintos.

Com um custo total de cerca de 15 milhões de Euros, a ponte foi inaugurada em Outubro de 2002.

not applicable. Rather, the cantilever construction method of portal bridges is appropriate.

To reduce span during construction, provisional columns were built on the river banks. The deck played the role of tension flange and the arch the role of compression flange. The role of the webs was provided by the permanent and provisional supports between arch and deck, and by provisional cables, together making a triangular structure.

The spans outside the arch abutments defined similar triangular structures with ground structures working together with the foundations and the surrounding solid granite.



As the cantilever construction was progressing over the river, global equilibrium of each “half-bridge” was achieved by ground anchorages into the solid granite. The horizontal components of the inclined anchorages provide forces that stabilise the abutment slopes.

During construction, the arch was stayed or suspended from the deck, although compression in the arch was introduced by the triangular structural system. Therefore, compression of the arch and of the granite foundations was introduced gradually, allowing creep effects to be better controlled.

The construction of this bridge was a major achievement that required an intense monitoring system. On-line follow up of all phases were supervised by two independent teams, and all control measures were subject to approval by structural engineers using two different computer programs.

For an approximate cost of 15 million Euros, the bridge will be open to traffic in October 2002.

