

Il nuovo ponte sulla Verzasca a Frasco

The new bridge at Frasco over the Verzasca River

Aurelio Muttoni, Livio Muttoni, Franco Lurati

Introduzione

Il nuovo ponte sulla Verzasca a Frasco, concepito nel 2002 e realizzato nel 2009, è caratterizzato da un concetto strutturale innovativo scaturito dall'esigenza di ottenere la massima trasparenza, facilitare il deflusso del fiume Verzasca, aumentare la durabilità e ridurre i costi di costruzione e di manutenzione.

Inserimento nel paesaggio e scelte progettuali

La strada che raggiunge l'alta valle Verzasca attraversa il fiume omonimo su un ponte in muratura costruito nel XIX secolo. L'antico ponte a due campate poggia su un blocco roccioso situato al centro dell'alveo. La larghezza esigua della carreggiata (4,80 m),

Introduction

In this paper the main aspects with respect to the design and the construction of the new bridge over the River Verzasca at Frasco (Switzerland) are presented. The structure was designed in 2002 and built in 2009. It presents an innovative structural concept coming from the need to achieve maximum transparency for the structure, minimizing the impact on the flow of the River Verzasca, enhancing the durability and robustness of the structure and reducing construction and maintenance costs

Landscape considerations and design

The road through the Verzasca Valley crosses over the River Ver-

lo stato deteriorato della volta e la stabilità precaria dei muri di timpano al passaggio dei veicoli pesanti avevano spinto il committente a richiedere l'elaborazione di un progetto di risanamento che prevedeva la costruzione di una nuova piattabanda in calcestruzzo armato e un intervento di rinforzo sistematico della struttura muraria. Il costo elevato di questo progetto e l'impatto visivo della nuova piattabanda aveva indotto il committente, in alternativa al risanamento del ponte esistente, alla costruzione di un nuovo ponte situato a valle. La situazione delicata, con l'antico ponte nelle vicinanze, richiedeva un progetto nello stesso tempo sobrio, elegante e con un carattere sufficientemente forte. Si è



Fig. 1
Il nuovo ponte visto da valle.
View of the new bridge.



Fig. 2
Lavori di sistemazione a ponte ultimato. Sullo sfondo s'intravede il ponte ad arco del XIX secolo.
Work during construction. 19th century bridge can be seen in the background.

zasca by means of a 19th century masonry bridge. The existing bridge has two spans, with a pier founded on the rocks in the middle of the river. The bridge presented some restrictions such as a rather limited width (4.8 m), damage in the arched sections and stability problems with the vertical walls. A rehabilitation project for the bridge however did not materialise due to its high cost. As an alternative, the project for a new bridge was proposed. In this paper the new bridge project is presented.

The design of the new bridge was greatly influenced by the pre-

peranto optato per una struttura monolitica in calcestruzzo armato precompresso con una campata unica che garantisce la massima trasparenza in modo da non nascondere l'antico ponte con il suo caratteristico appoggio centrale. Il fiume Verzasca ha un carattere torrenziale e una portata media che non raggiunge i 10 m³/s; nel caso di precipitazioni si possono verificare forti aumenti della massa d'acqua e la piena centennale è stimata a ben 660 m³/s. Inoltre, in caso di piena, l'alveo può diventare instabile fino a una profondità di alcuni metri. Per questo motivo, le fondazioni hanno do-

senza of the existing one, as it needed to be smooth and unobtrusive but with some character. While taking into account these considerations, it presented an opportunity to design a slender prestressed concrete girder, ensuring maximum transparency, so that the existing masonry bridge was not hidden. The cross-section of the bridge is T-shaped with a single web.

The River Verzasca experiences significant flooding in spring and summer. Typically, the flow is no more than 10 m³/s. However, during floods, the river may carry up to 660 m³/s. In addition, during floods, the first few metres of the soil can become unstable. Due to these considerations, foundations needed to be deep enough to avoid the danger of scour. In order to comply with such exigencies and to fix the ends the T-shaped girder to increase the slenderness of the bridge, an efficient structural concept was developed. It consists in creating two supports (one at each end) founded on deep footings. Each support is composed of a narrow inclined wall and an inclined strut, the girder being fixed to both elements. The shape

Client

Canton Ticino, Dipartimento del Territorio

Design

Ing. Aurelio Muttoni, Livio Muttoni, Franco Lurati e Marco Tajana (Grignoli Muttoni Partner Studio d'ingegneria SA, Lugano)

Landscape consulting

Arch. Michele Arnaboldi, Locarno

Construction firm

Mancini e Marti SA, Bellinzona

Cost

3,100,000 CHF (VAT and design costs included)

Committente

Canton Ticino, Dipartimento del Territorio

Progetto

Ing. Aurelio Muttoni, Livio Muttoni, Franco Lurati e Marco Tajana (Grignoli Muttoni Partner Studio d'ingegneria SA, Lugano)

Consulente per l'inserimento paesaggistico

Arch. Michele Arnaboldi, Locarno

Impresa costruttrice

Mancini e Marti SA, Bellinzona

Costo totale

3 100 000 CHF IVA inclusa (onorari compresi)



Fig. 3
Telaio con sezione a T e trave unica centrale.
T-shaped girder and support.

vuto essere impostate a una profondità sufficiente da scongiurare il pericolo di scalzamento. L'esigenza di garantire la massima trasparenza e quella di permettere il deflusso in caso di piena hanno portato allo sviluppo di uno schema strutturale innovativo costituito da una trave molto snella, sostenuta da due puntoni inclinati appoggiati a loro volta su due piedritti adagiati sulle due rive della Verzasca e fondati su due piastre di fondazione profonde.

Struttura

Il ponte presenta una lunghezza totale di 85,20 m e una luce di 41,60 m all'innesto dei puntoni. La piattabanda larga 7,00 m e la nervatura centrale larga 1,10 m formano una sezione a T. Questa sezione risulta dalla volontà di garantire la massima trasparenza e massimizzare la durabilità con la struttura portante protetta dalla piattabanda. La torsione nell'impalcato generata dai carichi asimmetrici sulla sezione è trasmessa dalla nervatura centrale ai puntoni e ai piedritti. L'impalcato con snellezza pari a $1,50/43,10 = 1/29$ in campata e $2,50/43,10 = 1/17$ all'appoggio sui puntoni, è pre-

and dimensions of the various elements were optimized in order to provide maximum transparency.

Structure

The bridge is 85.20 m long, with a central clear span of 41.60 m. The deck slab is 7.0 m wide, supported on a central web 1.10 m thick (T-shaped cross-section). Such a cross-section was selected in order to ensure maximum transparency and to increase durability due to the protection offered by the deck slab. Torsion due to eccentric loading is transmitted by the central web to the supports. The gir-

compresso su tutta la lunghezza con tre cavi da 19 trefoli $\varnothing 15,7$ mm. I due puntoni sono impostati a un'altezza ben superiore a quella delle fondazioni in modo da garantire il deflusso del fiume Verzasca e una buona trasparenza. Ne risulta una sollecitazione importante dei piedritti che sono stati pertanto precompressi con due cavi da 19 trefoli $\varnothing 15,7$ mm ciascuno. La forma dei piedritti, come pure quella dei puntoni, è stata ottimizzata in funzione degli sforzi mediante un'analisi con campi di tensione e modelli bielle-e-tiranti.

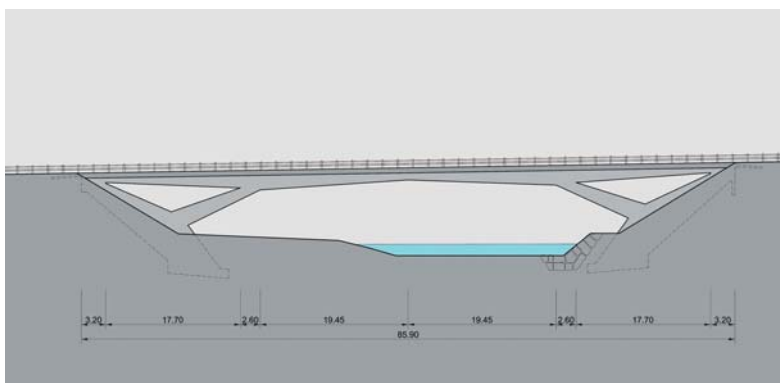


Fig. 4
Vista.
Elevation view.

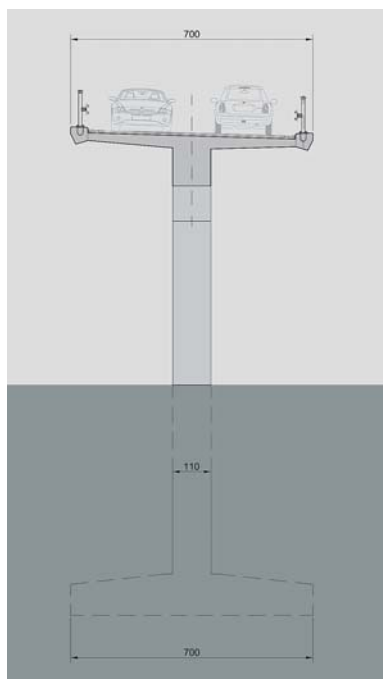


Fig. 5
Sezione trasversale.
Cross-section.

der has a slenderness ratio equal to $1.50/43.10 = 1/29$ at mid-span and to $2.50/43.10 = 1/17$ at the supports. Prestressing of the girder consists of three tendons with 19 strands of 15.7 mm diameter. In order to minimize interference with the flow of the River Ver-

La struttura a telaio è completamente monolitica con le spalle e con le solette d'assestamento. Ciò permette di evitare l'impiego di giunti di dilatazione, sia nella struttura che nella pavimentazione, in modo da ridurre i costi di manutenzione.

Costruzione

Il cantiere è stato aperto durante il mese d'ottobre 2008. Dopo il getto delle fondazioni avvenuto nella primavera 2009 si è provveduto alla costruzione dei piedritti precompressi e dei puntoni. L'impalcato è in seguito stato realizzato nel mese di giugno 2009 su una centina convenzionale con un getto unico su tutta la lunghezza del ponte. I cordoli sono stati gettati in seguito al fine di correggere le inevitabili imprecisioni della centinatura usando un calcestruzzo resistente al gelo e ai sali di disgelo. I lavori di finitura sono stati ultimati nel mese di settembre 2009. Per tutto il ponte sono stati utilizzati 750 m^3 di calcestruzzo (classe C25/30 per le fondazioni e i cordoli; C30/37 per il resto della struttura), 140 t d'acciaio d'armatura e 7,8 t d'acciaio armonico per cavi di precompressione.

zasca, the struts of the supports do not carry the loads directly to the foundations. As a result, significant forces develop in the wall. Therefore two tendons with 19 strands 15.7 mm in diameter are installed to ensure sufficient strength at the ultimate load and satisfactory behaviour under service loads. The shape of the supports was optimized during design by considering stress fields and strut-and-tie models.

The framed structure is fully monolithic to the abutments and approach slabs. This avoided placing expansion joints or bearings with the aim of reducing maintenance costs.

Construction

Construction started in October 2008. After casting of the foundations (in spring 2009), the supports were installed. Finally, the T-shaped girder was concreted in June 2009. Concreting took place on conventional falsework and in one sequence. The edge beams (supporting the safety barriers) were subsequently cast (using a concrete resisting icing and defrosting salts) and allowed correcting potential inaccuracies of the falsework.

Casting of the bridge required 750 m^3 of concrete. The specified compressive strength of concrete was 25 MPa for the foundations and 30 MPa for the rest of the structure. 140 tons of ordinary reinforcement was used and 7.8 tons of prestressing steel.

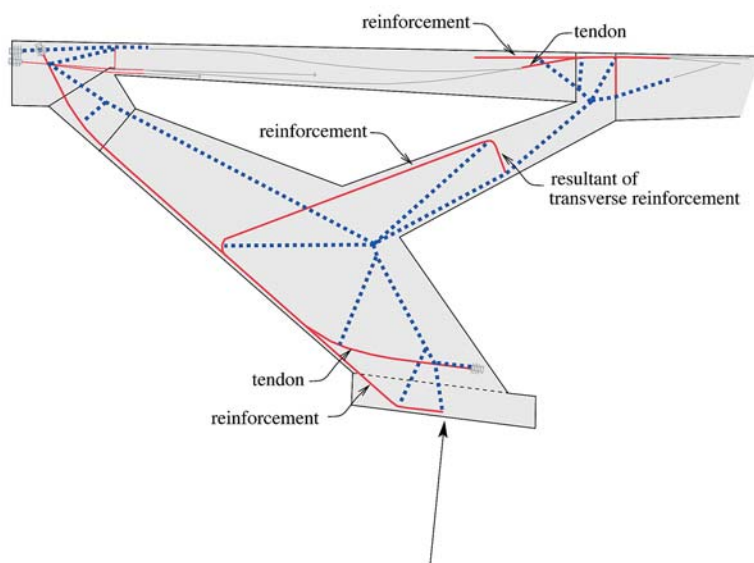


Fig. 6
Modello a bielle-e-tiranti per il dimensionamento dei piedritti e dei puntoni.
Strut-and-tie model for dimensioning of support elements.

Autori/Authors

Aurelio Muttoni
Prof. Dr ès techn., ing. dipl. ETHZ

Livio Muttoni
Ing. dipl. SUPSI

Franco Lurati
Ing. dipl. ETHZ

Grignoli Muttoni Partner Studio
d'ingegneria SA
CH-6900 Lugano
info@gmpartner.ch