

Ponti romani in muratura: la lezione millenaria di arco, pietra e idraulica - Pontem Facere/1

Original

Ponti romani in muratura: la lezione millenaria di arco, pietra e idraulica - Pontem Facere/1 / Fornaro, V., Zavarise, G.. -
In: INGENIO. - ISSN 2307-8928. - (2026), pp. 1-12.

Availability:

This version is available at: 11583/3015811 since: 2026-09-22T12:25:00Z

Publisher:

INGENIO

Published

DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)



Ponti e Viadotti | Infrastrutture | Ingegneria Strutturale

🕒 16 min

Data Pubblicazione: 09.07.2026

Ponti romani in muratura: la lezione millenaria di arco, pietra e idraulica - Pontem Facere/1

I ponti romani in muratura mostrano come forma dell'arco, scelta dei materiali, fondazioni profonde e controllo dello scalzamento abbiano consentito a molte opere di superare i secoli. La loro lettura tecnica offre criteri ancora utili per diagnosi, verifica e consolidamento dei ponti esistenti.

Valerio Fornaro | Giorgio Zavarise

Pontem Facere vuole essere una collana di articoli riguardante il percorso evolutivo dei ponti nei secoli. A tale scopo, vanno per forza considerati i primi costruttori di ponti su scala mondiale, ovvero i Romani, per poi studiare i primi ponti in acciaio, i ponti in calcestruzzo armato, i ponti a struttura mista e i ponti sospesi e strallati. Analizzeremo quindi gli schemi statici principali, le tecniche costruttive e i progressi dell'ingegneria civile nel corso di oltre 2000 anni di storia.

L'articolo analizza i ponti romani come passaggio decisivo nell'evoluzione dell'ingegneria civile: dalle strutture lignee militari ai grandi ponti in muratura ad arco. Il tema centrale è il rapporto tra forma strutturale, materiali poveri di resistenza a trazione, fondazioni e difesa idraulica delle pile. Attraverso esempi come Pont du Gard, Ponte di Tiberio, Ponte Sant'Angelo e Ponte sul Reno di Cesare, INGENIO propone una lettura tecnica utile a progettisti, strutturisti e gestori di infrastrutture per comprendere durabilità, vulnerabilità e criteri di verifica dei ponti in muratura esistenti.

Dai ponti in legno ai ponti in muratura: l'evoluzione tecnica romana

La comparsa dei ponti nella storia dell'umanità è intimamente legata all'invenzione della ruota, il cui impiego nei mezzi di trasporto portò alla costruzione dei primi veicoli terrestri. Le più antiche rappresentazioni di veicoli a ruote si fanno risalire al IV millennio a.C., cioè alle civiltà dei Sumeri e dei Caldei, ma è comunque accertato che questi popoli, come quelli che ad essi succedettero, quali Egiziani, Fenici e Greci, non diedero un particolare impulso alla costruzione stradale.

La prima "rete stradale" degna di tal nome sembra sia dovuta al Re persiano Dario I, intorno al 500 a.C., che avendo considerevolmente esteso il proprio Impero, si trovò nella necessità di stabilire rapidi collegamenti tra la capitale, Susa, e le zone più lontane del Regno [1].

I primi costruttori di ponti su scala mondiale

I primi costruttori di ponti su scala mondiale furono però i **Romani**, per i quali una tale impresa ricadeva nella sfera del sacro; non a caso uno dei più importanti collegi sacerdotali di Roma era quello dei pontefici, il cui nome deriva dalla locuzione latina "Pontem Facere", ovvero "Costruttori di Ponti" [2].

Pionieri e ambiziosi, i Romani anticiparono di millenni la costruzione delle grandi arterie stradali, scavando gallerie, ergendo ponti, ideando, addirittura, aree per la sosta disposte lungo il tracciato stradale per consentire il rifocillamento dei viaggianti e la manutenzione dei carri. Nel loro operato si ravvisa l'anticipazione della moderna visione che ha portato alla realizzazione delle nostre moderne autostrade. L'ingegno romano non si limitava però alle sole costruzioni civili, furono maestri dell'ingegneria idraulica, meccanica e navale. Si può infatti affermare che ogni branca dell'ingegneria era insita nella civiltà romana.

Ponti in legno romani accurati e ben proporzionati

Sin dagli albori dell'umanità il legno è stato il materiale da costruzione più utilizzato, proprio per all'abbondanza della materia prima, la resistenza e l'agevole lavorabilità. Già l'uomo del neolitico utilizzava questo materiale per costruire utensili e palafitte. Nelle palafitte i pali costruiti in legno svolgevano una duplice funzione: in parte sostenevano il peso della piattaforma, cioè si comportavano come meri pilastri, e in parte adempivano al ruolo di fondazione raggiungendo, mediante infissione nel terreno, lo strato resistente.

In questo ingegnoso metodo di costruzione, pensato dai nostri antenati anche per proteggersi dai predatori, gli elementi strutturali pativano il degrado a causa dell'interazione con acqua e sostanze organiche. L'uomo del neolitico dovette quindi risolvere il dilemma del degrado strutturale.

Per proteggere i pali dal deterioramento, l'uomo primitivo sviluppò una serie di precauzioni: le principali consistevano nel **ricoprire i pali con sostanze grasse o in taluni casi con bitume**, oppure mediante un **trattamento termico superficiale**. Queste tecniche primitive, costituite sostanzialmente da abilità e intuizioni, aprirono la strada verso la costruzione di opere sempre più complesse.

Dall'arco etrusco all'arco romano: continuità e salto di scala

Più avanti nel corso della storia, l'ingegno dei Greci e degli Etruschi portò alla costruzione dei primi ponti ad arco in muratura e piccoli esempi di portali realizzati con blocchi di pietra modellati ed appoggiati. Il sistema di appoggio di questi manufatti, in un certo senso, ricordano i ponti a travata. Sebbene tali popoli furono tra i pionieri delle costruzioni, le grandi strutture dell'ingegneria civile comparvero nel mondo solo con i Romani; abili a trarre insegnamenti dai popoli conquistati, per poi migliorarli e applicarli su vasta scala.

Il Pons Sublicius: il primo ponte di Roma su pali in legno

Infatti, i Romani furono i soli capaci di costruire centinaia di ponti in legno, in muratura e a struttura mista, lunghi, in opere di straordinaria entità, anche qualche chilometro, operando in ambienti estremi e a quote inimmaginabili, superando qualunque limite. Volendo citare alcune opere a struttura lignea, risalenti al periodo romano, particolare attenzione merita il “**Pons Sublicius**”, dal latino, “Ponte che poggia su Pali”.

Secondo Tito Livio il ponte fu costruito da Ancus Marcius, quarto Re di Roma, nel VII secolo a.C. Tuttavia, alcune fonti affermano che il ponte sia stato costruito dalle popolazioni che abitavano lungo le sponde destre del Tevere anni prima della nascita di Roma, e che solo nel VII secolo a.C. i Romani decisero di rinforzare il ponte leggendario.

Il Ponte sul Reno di Giulio Cesare: 10 giorni, schema statico chiaro, ingegneria militare

Un'altra opera epica dell'epoca romana e interamente in legno, è riportata nel De Bello Gallico, libro IV, capitolo XVII. Si tratta del “**Ponte sul Reno**” ordinato da Giulio Cesare nel 55 a.C. durante le guerre galliche.

La descrizione sommaria dell'opera lascia comunque trasparire un progetto nel quale erano ben chiari i ruoli statici e funzionali degli elementi portanti. Il ponte disponeva di un complesso integrato fondazione-pila su cui poggiava l'impalcato.

Per garantire una maggiore stabilità in alveo, gli ingegneri decisero di costruire pile telaio costituite da una coppia di pali tralicciati, ammortati nel terreno mediante battitura, e collegati in testa da un trasverso rigido.

L'inclinazione dei pali nel terreno, seppur complicava la fase esecutiva, garantiva una maggiore stabilità in alveo, migliorata poi dalla presenza di opere di difesa idraulica secondarie che deviavano il flusso della corrente evitando i fenomeni di scalzamento al piede.

L'impalcato del ponte era costituito da una serie di travi longitudinali, appoggiate tra due pile telaio consecutive. Le assi longitudinali erano rivestite con bacchette in legno, che fungevano da piano carrabile. Il ponte sul Reno di Giulio Cesare è uno dei ponti più leggendari dell'epoca romana, specialmente per i ristretti tempi di costruzione: appena 10 giorni.

Spesso i ponti romani presentavano una struttura mista cioè costituita da spalle e pile in muratura su cui poggiava un impalcato in legno, facilmente sostituibile. Sebbene il legno fu ampiamente utilizzato in epoca antica e non solo, la sensibilità al degrado e al fuoco non consentirono a questo materiale di superare il corso dei secoli.

I ponti romani in muratura: opere che hanno superato 2000 anni

Se dei ponti in legno è giunta solo qualche frammentata testimonianza, del grande ingegno romano per la costruzione dei ponti in muratura vi è traccia in ogni parte dell'antico Impero.

Il “**Pont du Gard**”, a sud della Francia, voluto dall'imperatore Augusto intorno al 19 a.C., è un monumento dell'ingegneria civile e patrimonio mondiale dell'Unesco.

Il ponte è composto da tre ordini di arcate verticali che li consentono di raggiungere i 47,40 metri di altezza [3]. Le arcate sono costituite da conci di pietra calcarea con giunzioni ad attrito, cioè privi di malta. Questa tipologia di costruzione richiedeva competenze specialistiche nella modellazione dei blocchi di pietra, che dovevano coincidere perfettamente, affinché il collegamento potesse funzionare correttamente. La necessità di dover scavalcare il fiume Gard, spesso in piena, portò alla costruzione di un arco centrale di corda 24,50

metri circa, con una lunghezza totale dell'opera di 275 metri.

Spostandoci dalla Francia all'Italia, con oltre 2000 anni di onorato servizio, il **ponte di Tiberio**, consente di attraversare il fiume Marecchia di Rimini (Fig.1).



Figura 1 - Ponte di Tiberio (Rimini). (S. Alessandrini)

La costruzione dell'opera fu ordinata dall'imperatore Augusto intorno al 14 a.C. e fu completata intorno al 21 d.C. dall'imperatore Tiberio, come ricorda l'iscrizione latina posta sui parapetti interni.

La struttura è costituita da cinque arcate realizzate con **pietra d'Istria**, cioè una pietra dall'elevata resistenza a compressione e bassa porosità. Recenti sondaggi hanno rilevato che l'opera dispone di un accurato sistema di fondazione profonda, costituito da pali in legno che testimoniano le abilità tecniche e costruttive dell'epoca.

Rimanendo in Italia, intorno al 134 d.C. l'Imperatore Adriano, ordinò la costruzione del **Ponte Sant'Angelo** sul Tevere così denominato nel VI secolo d.C. dal Papa Gregorio Magno, originariamente Pons Aelius (Fig.2, Credit: Ing. Stefania Alessandrini, Ingenio).



Figura 2 - Ponte Sant'Angelo (Roma). (S. Alessandrini)

Il ponte Sant'Angelo, come d'altronde molte opere romane, è stato modificato nel corso dei secoli per esigenze strutturali, idrauliche, militari, architettoniche, etc. Ad esempio, l'attuale parapetto su cui poggiano le dieci statue raffiguranti Angeli che portano gli strumenti della passione di Cristo, sono opera dello scultore, architetto e pittore italiano Giovan Lorenzo Bernini (1598-1680).

Le soluzioni dei Romani per risolvere il problema dello scalzamento al piede dei ponti

Lo scalzamento al piede delle pile dei ponti è un tema tutt'altro che antico. Molte opere, anche costruite in epoca contemporanea crollano, purtroppo ancora, a causa di questo fenomeno.

Per cogliere l'entità dello scalzamento al piede facciamo riferimento, per mera e semplice argomentazione, alla relazione semi-empirica di Neill, suggerendo al lettore di consultare testi specialistici [4, 5, 6] per approfondire il delicato fenomeno:

$$\delta = 1,5 * \zeta * K * (\beta/\zeta)^{0,7}$$

dove indica il massimo scalzamento al piede della pila, che dipende dall'altezza della colonna d'acqua, , dalla dimensione trasversale dell'ostacolo attraversato dalla corrente (in questo caso la pila), , e dalle caratteristiche di forma della pila stessa, rappresentate mediante il coefficiente di forma, .

Evidenze sperimentali hanno dimostrato che nel caso in cui si utilizzino pile di forma rettangolare, l'impeto

della corrente grava particolarmente sulla struttura, in questi casi il coefficiente di forma, C_f , è convenzionalmente posto pari ad 1.

Per ridurre l'intensità dei vortici che causano lo scalzamento, vi sono numerose tecniche, tra cui la scelta della forma e dell'orientamento delle pile in alveo. In tal caso è auspicabile scegliere una sezione che opponga la minima resistenza alla corrente e, nel contempo, non induca gorgi o risucchi.

In tal senso, se si utilizzano sezioni semicircolari, l'azione della corrente sulla pila si attenua, e il coefficiente di forma può essere assunto pari a 1. Il coefficiente di forma si riduce ulteriormente, fino a circa 0,5, qualora si utilizzino sezioni lentiformi.

La parte anteriore della pila così modellata (sezione semicircolare, ogivale, ogiva acuta o stondata) prende il nome di rostro (la parte posteriore coda) e come proprio i rostri delle antiche navi romane consente di fendere e deviare il flusso della corrente.

Ciò detto, è sorprendente constatare che molti ponti romani presentino pile in alveo modellate con forma semicircolare o lentiforme, con pile orientate nel verso della corrente a testimonianza che oltre 2000 anni fa i Romani avevano già studiato e cercato di risolvere il problema idraulico, utilizzando tecniche di difesa passiva con grande maestria, consentendo a un gran numero di ponti di superare il corso dei secoli.

L'arco come soluzione alla ridotta resistenza a trazione

In epoca antica i materiali disponibili per la costruzione dei ponti erano poveri di resistenza a trazione. La lavorazione dei metalli era infatti oltremodo difficoltosa, e prevalentemente dedicata agli scopi militari. L'unico materiale dotato di una certa resistenza a trazione era il legno da cui si ricavano elementi costruttivi come travi e pali.

I ponti in legno però cedevano facilmente a causa del fuoco o per degrado dovuto al continuo contatto in acqua. Non si prestavano quindi alla costruzione di strutture durature come i ponti in muratura. Tuttavia, il legno fu ampiamente utilizzato durante le campagne militari per l'abbondanza del materiale e il rapido assemblaggio in cantiere. Per costruire ponti durevoli con i soli materiali disponibili, gli ingegneri Romani fecero ricorso al cosiddetto "fattore forma", cioè utilizzarono schemi statici in cui i carichi applicati alla struttura davano origine, prevalentemente, a tensioni normali di compressione, che ben si prestavano alle caratteristiche di resistenza dei blocchi murari.

Infatti i blocchi lapidei e le murature sebbene avessero una limitata resistenza a trazione, presentavano una elevata resistenza a compressione.

Ad mero titolo di esempio, la resistenza media a compressione della pietra d'Istria, utilizzata per costruire ponti in pietra, è pari a circa 132 Mpa; valore decisamente elevato. Tuttavia, affinché un elemento strutturale caricato sia sollecitato prevalentemente da sforzi di compressione, occorre che abbia un'opportuna forma d'asse. In ogni sezione è necessario che la risultante delle pressioni cada all'interno del nocciolo centrale di inerzia, in caso contrario la sezione potrà risultare parzializzata, con tensioni sia di compressione e sia di trazione, oppure completamente tesa e ciò vanificherebbe il pregio strutturale della muratura.

Per ottenere sole tensioni di compressione i Romani trassero vantaggio dagli insegnamenti degli antichi Etruschi che impiegavano l'arco come elemento costruttivo, così definito: *<<l'arco è quell'elemento strutturale vincolato e sagomato, in modo tale che i carichi agenti su di esso generino prevalentemente sforzi di compressione>>*. Ciò è vero solo in parte, infatti l'assenza quasi totale dei momenti flettenti nelle sezioni dell'arco si può avere solo per i carichi permanenti e purché si scelga una opportuna forma dell'arco.

I carichi accidentali a cui sono sottoposti i moderni ponti possono assumere posizioni diverse sull'impalcato, pertanto, la loro presenza genera quasi sempre azioni flessionali. Al tempo dei romani però i carichi permanenti (ovvero i pesi degli elementi strutturali) erano dominanti rispetto a quelli accidentali (viandanti e carri che utilizzavano il ponte), e ciò permise la costruzione di molti ponti ad arco con l'impiego di materiali poveri di resistenza a trazione.

Cenni alla Teoria del Primo Ordine

Cerchiamo di dimostrare il funzionamento dell'arco attraverso la Teoria del 1° Ordine [7, 8], con l'avvertenza che questa può fornire valori delle sollecitazioni in difetto nel caso ponti dalle grandi luci.

Nel calcolo dell'arco faremo riferimento alla linea d'asse, cioè il luogo dei baricentri delle sezioni dell'arco, e alla linea delle pressioni detta anche poligono funicolare dei carichi e così definita:

<< la linea delle pressioni è quella linea la cui tangente, in ciascun punto, coincide con la retta d'azione della risultante di tutte le forze, comprese le reazioni vincolari che precedono quel punto >>.

La linea delle pressioni sarà quindi formata da una spezzata nel caso di soli carichi concentrati mentre sarà curvilinea nel caso di carichi ripartiti.

Considerando la definizione della linea delle pressioni si può anche affermare che: *<< dato un punto appartenente alla linea delle pressioni, il momento di tutte le forze che precedono tale punto è nullo >>.*

Questa proprietà ne permette la costruzione in modo semplice. Infatti, indicando con la componente orizzontale delle reazioni vincolari e considerando i soli carichi verticali, come accade quasi sempre nei ponti in condizioni statiche (Fig. 3), le componenti orizzontali delle reazioni vincolari saranno uguali e opposte

$$H_A = H_B = H$$

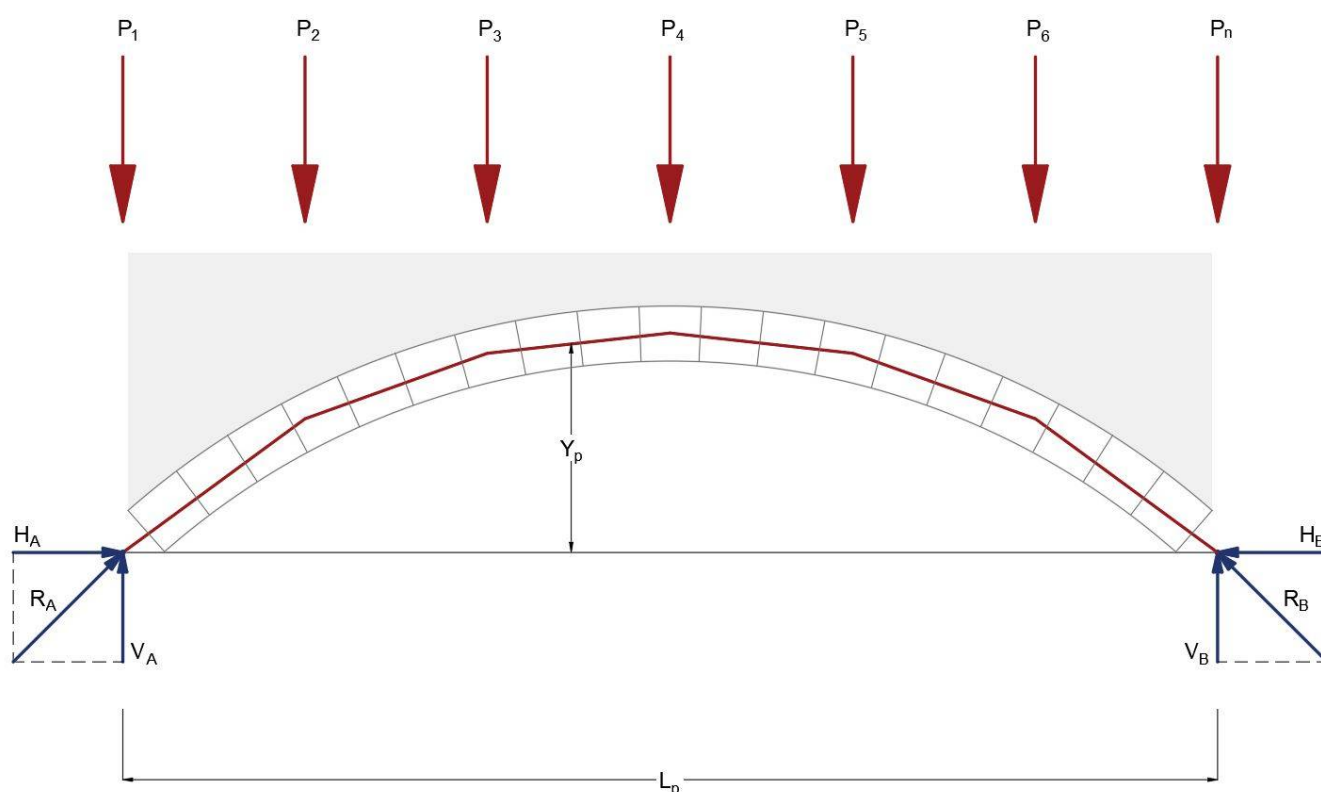


Figura 3 - Reazioni vincolari dell'arco. (V. Fornaro - G. Zavarise)

Considerando ora una sezione generica, e indicando con M_Y il momento di tutte le forze verticali che precedono la sezione e della reazione vincolare verticale V_A , l'imposizione dell'equilibrio alla rotazione del tronco di sinistra permette di determinare la quota verticale della curva delle pressioni come

$$Y_P = M_Y / H$$

Note la linea d'asse dell'arco e la linea delle pressioni relativa ad un dato sistema di forze, è possibile calcolare le sollecitazioni indotte da queste. Nello specifico, come illustrato in Fig. 4, considerando la generica sezione S, risulta

$$\begin{cases} M_S = H(Y_P - Y_S) \\ N_S = -R_S[\cos(\varphi_P - \varphi_S)] \\ T_S = -R_S[\sin(\varphi_P - \varphi_S)] \end{cases}$$

dove M_S indica il momento nella generica sezione, R_S indica la risultante dello sforzo assiale lungo la curva delle pressioni, N_S e T_S indicano le componenti di R_S in direzione normale e tagliante

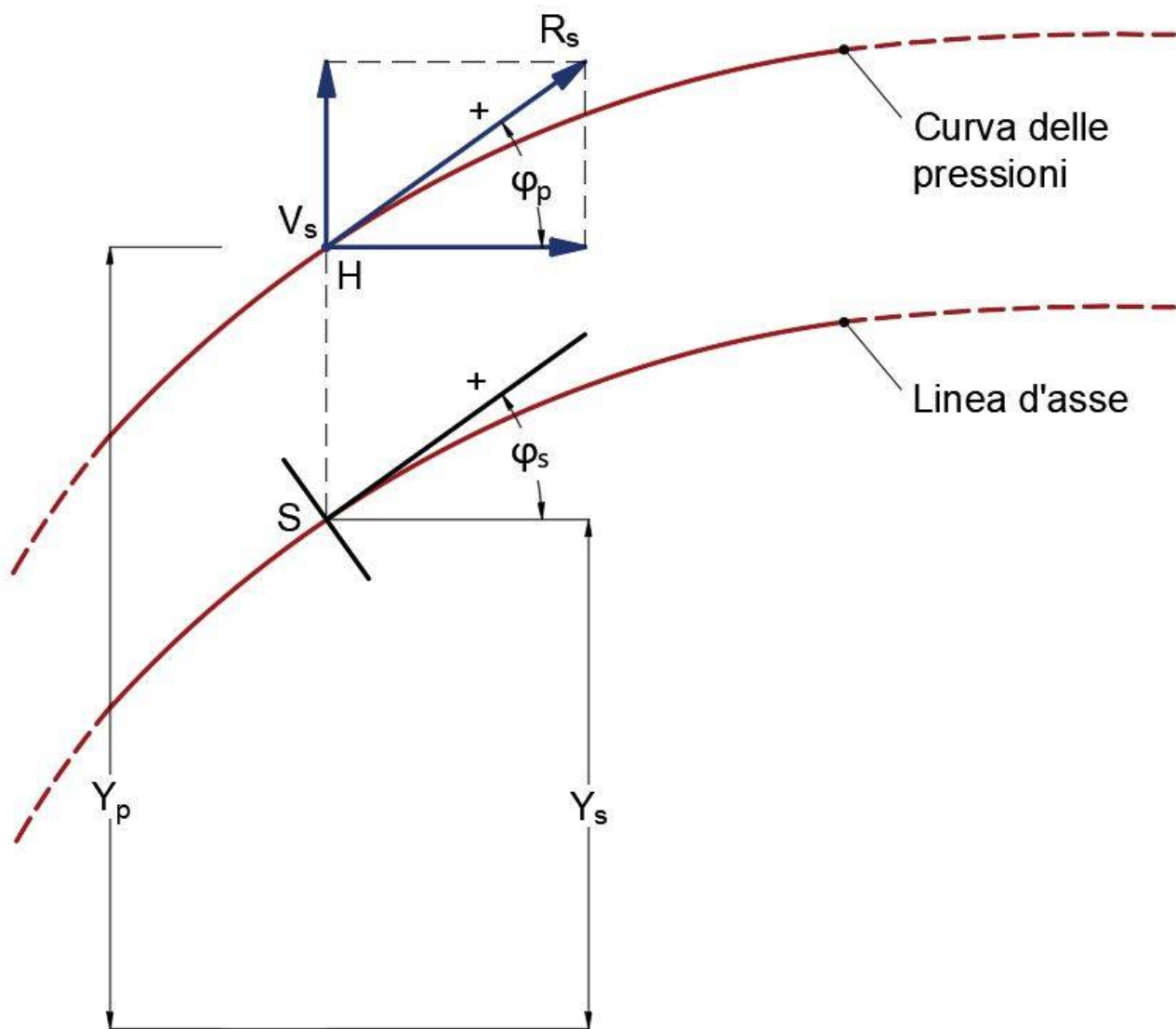


Figura 4 - Forze e momenti nella sezione (S). (V. Fornaro - G. Zavarise)

Nell'ipotesi di piccole rotazioni, ovvero $\phi_P \approx \phi_S$, le relazioni precedenti possono essere riscritte come segue:

$$\begin{cases} M_S = H(Y_P - Y_S) \\ N_S = -R_S \\ T_S = 0 \end{cases}$$

Nel caso limite di perfetta coincidenza tra le due linee (piccoli spostamenti e piccole rotazioni), vale l'approssimazione $Y_P \approx Y_S$ e $\phi_P \approx \phi_S$, e il problema si semplifica ulteriormente:

$$\begin{cases} M_s = 0 \\ N_s = -R_s \\ T_s = 0 \end{cases}$$

È evidente l'interesse a realizzare quest'ultima condizione, cioè avere solo compressione in tutte le sezioni. Il risultato si può ottenere per una sola configurazione dei carichi (usualmente i permanenti) e per gli archi a tre cerniere in quanto la caduta di spinta, negli archi iperstatici genera sempre momenti flettenti, pur se di lieve entità.

Il limite teorico dei ponti romani

Il limite dei ponti romani riguarda l'estensione della campata, decisamente contenuta se paragonata alle luci dei ponti costruiti a partire nel XIX secolo.

Infatti, ai tempi di Roma, l'utilizzo di materiali poveri di resistenza a trazione non consentiva di raggiungere luci considerevoli; tuttavia, ciò non rappresentava un grosso limite per l'ingegneria dell'epoca, dato che l'unica forma di trazione conosciuta era quella animale, che ben si adattava all'orografia del terreno superando discretamente forti pendenze e piccoli raggi di curvatura.

Sebbene i ponti dalle grandi luci sarebbero piaciuti agli ambiziosi Romani, le prime e vere esigenze di queste strutture arriveranno solo intorno al XIX secolo, cioè quando, nel 1829, l'ingegnere britannico George Stephenson, con la sua locomotiva "The Rocket", vinse il concorso per la linea ferroviaria Liverpool-Manchester, aprendo le porte al nuovo sistema di trasporto civile e commerciale. Va comunque osservato che i primi esempi di ferrovie nel Regno Unito e in Francia risalgono al 1700, ma per molti studiosi la nascita sostanziale delle ferrovie coincide con il grande successo di G. Stephenson datato 1829.

Con l'avvento delle ferrovie le pendenze longitudinali furono ridotte al 2-3%, mentre la trazione animale consentiva, seppur per brevi tratti, pendenze dell'ordine 15%-20%. I raggi minimi di curvatura crebbero enormemente, così come il peso dei mezzi, che passò da qualche quintale, per la trazione animale, alle decine di tonnellate per trazione meccanica.

Logica conseguenza fu che la via non poté più adagiarsi semplicemente sul terreno, difficilmente pianeggiante e privo di ostacoli naturali. Nacquero così i primi ponti dalle grandi luci, resi possibili dall'avvento della metallurgia industriale.

....CONTINUA LA LETTURA DELL'ARTICOLO INTEGRALE NEL PDF.

FAQ TECNICHE - Ponti romani: tecnica costruttiva, statica e durabilità

1. Perché molti ponti romani sono ancora in piedi dopo oltre 2000 anni?

La loro durabilità dipende dalla combinazione di geometria strutturale, materiali resistenti a compressione, cura delle fondazioni e attenzione al comportamento dell'acqua. L'arco permetteva di sfruttare al meglio pietra e muratura, mentre rostri e pile sagomate riducevano l'azione della corrente.

2. I Romani conoscevano già il problema dello scalzamento delle pile?

Non lo descrivevano con le formule dell'idraulica moderna, ma lo affrontavano in modo pratico. Molti ponti

presentano pile con rostri, sezioni semicircolari o lentiformi, orientate secondo la corrente: soluzioni che riducono vortici, erosione locale e scalzamento al piede.

3. Che cosa sono i rostri delle pile nei ponti romani?

I rostri sono le parti sagomate delle pile rivolte verso la corrente. Come la prua di una nave, servono a dividere il flusso dell'acqua, ridurre l'impatto idraulico e limitare la formazione di vortici. Sono una soluzione antica, ma ancora oggi significativa nella lettura idraulica dei ponti.

4. Perché i ponti romani erano spesso ad arco?

Perché l'arco consente alla muratura di lavorare prevalentemente a compressione. Pietra e laterizio resistono bene agli sforzi di compressione, ma molto meno a trazione; l'arco era quindi una risposta strutturale coerente con i materiali disponibili.

5. È vero che il Ponte sul Reno di Giulio Cesare fu costruito in soli 10 giorni?

Secondo il *De Bello Gallico*, il ponte sul Reno ordinato da Cesare nel 55 a.C. fu realizzato in appena 10 giorni. Al di là del dato storico, l'episodio mostra l'elevata capacità organizzativa e costruttiva dell'ingegneria militare romana, soprattutto nell'uso di pali, telai lignei e assemblaggi rapidi.

6. Il cemento romano era davvero così resistente?

Il cosiddetto cemento romano, basato anche sull'uso di pozzolana, ha mostrato una durabilità eccezionale in molte opere antiche. La sua efficacia dipendeva dalla composizione della miscela, dalla qualità degli aggregati e dalle condizioni ambientali. Per dati prestazionali specifici occorre indicare: **[Verificare specifica tecnica/norma]**.

7. Cosa può imparare oggi un progettista dai ponti romani?

Un progettista può trarre tre insegnamenti principali: la forma strutturale deve essere coerente con il materiale, l'acqua è un'azione progettuale decisiva e la durabilità nasce dal rapporto tra progetto, costruzione e manutenzione. Nei ponti storici, la conoscenza della concezione originaria è parte integrante della diagnosi.

Articolo integrale in PDF

L'articolo nella sua forma integrale è disponibile attraverso il LINK riportato di seguito.

Il file PDF è salvabile e stampabile.

 **PONTEM FACERE_1 I PONTI ROMANI**
PDF · 824 KB

**Valerio Fornaro****SCHEDA****Giorgio Zavarise****SCHEDA**

Infrastrutture

Tutto sul mondo delle infrastrutture: progettazione, tecnologie, controlli, digitalizzazione e normativa. Questo topic offre approfondimenti tecnici, casi studio e contributi di esperti.

SCOPRI DI PIÙ

Ingegneria Strutturale

L'ingegneria strutturale garantisce sicurezza e durabilità alle costruzioni. Scopri su INGENIO materiali, norme, tecnologie e soluzioni per progettare, rinforzare e monitorare strutture nuove ed esistenti.

SCOPRI DI PIÙ

Ponti e Viadotti

News e approfondimenti riguardanti il tema dei ponti e viadotti: l'evoluzione normativa, gli strumenti digitali per la progettazione, il controllo e il monitoraggio, i materiali e le soluzioni tecniche, il controllo e la manutenzione, la formazione e i progetti nazionali e internazionali.

SCOPRI DI PIÙ

Leggi anche

Gli archi dei ponti Romani: come hanno fatto a durare così a lungo nel tempo?