

Definizione di ponte

- Un ponte è una struttura utilizzata per superare un ostacolo naturale o artificiale, che si antepone alla continuità di una via di comunicazione. Avremo dei **ponti** propriamente detti se l'ostacolo è rappresentato da un corso d'acqua avremo dei **viadotti** se l'ostacolo è una vallata, avremo dei **cavalcavia** se l'ostacolo è rappresentato da un'altra via di comunicazione.

Ponti romani



- Introduzione dell'arco
- Uso della pietra

Pont du Gard

Ponti medievali



- Arco ribassato
- Luce maggiore

Ponte Carlo

Ponti ottocenteschi

- Invenzione del cemento armato
- Mantenimento dello schema ad arco
- La progettazione frutto delle 'intuizioni'



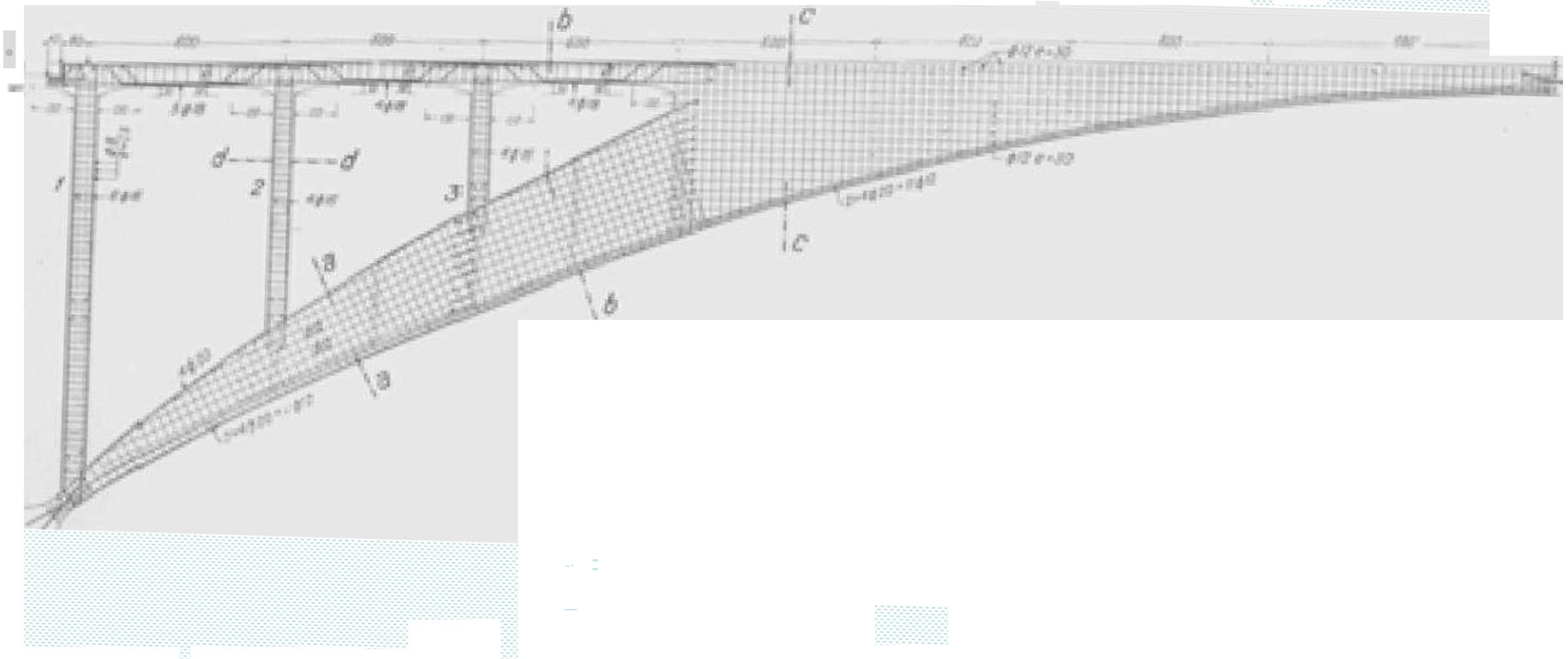
Ponte Risorgimento
Hennebique

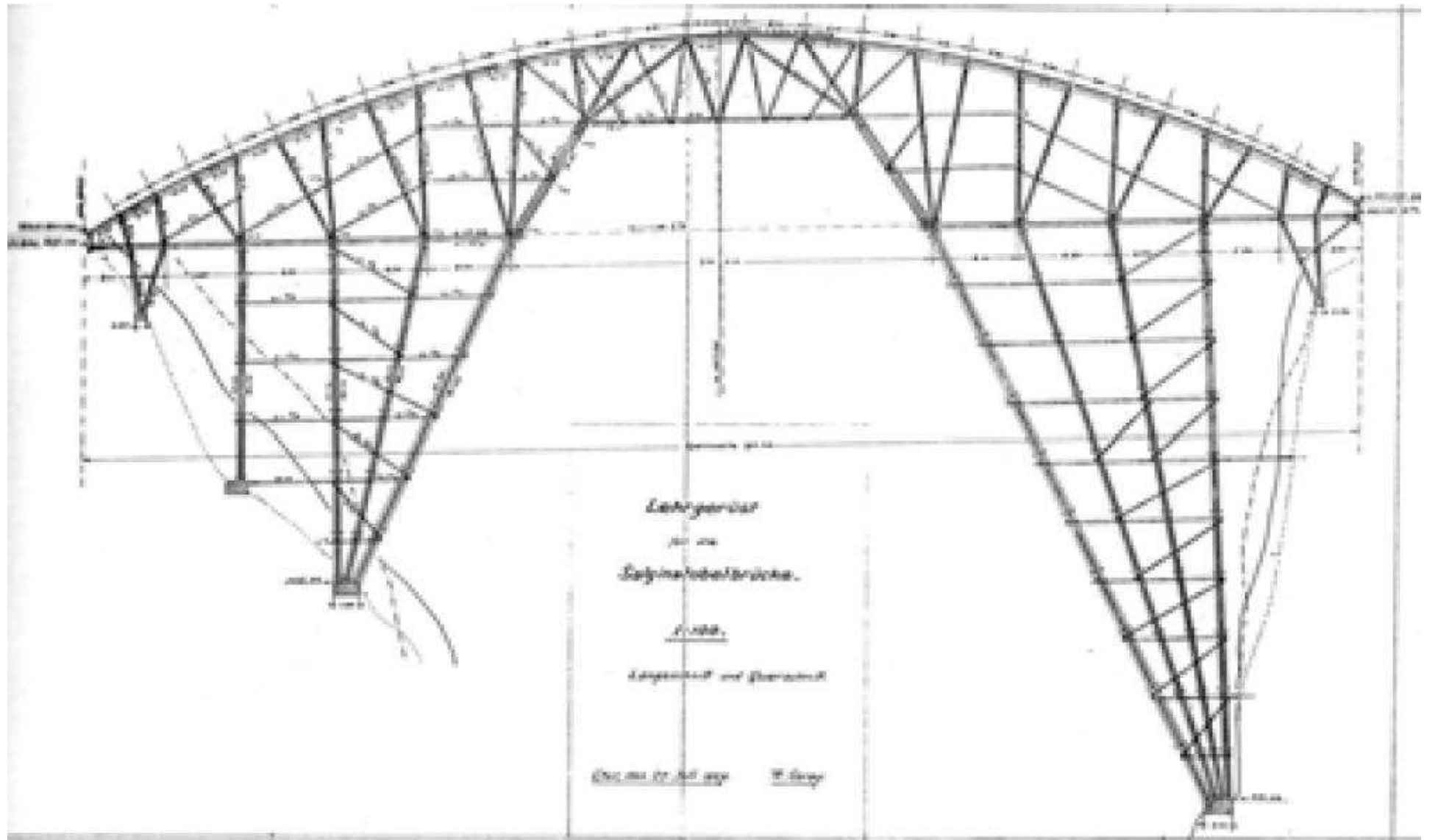
Salginatobel



- Introduzione del calcolo strutturale a seguito degli studi di Navier

R. Maillart 1930











Ponti moderni cemento armato

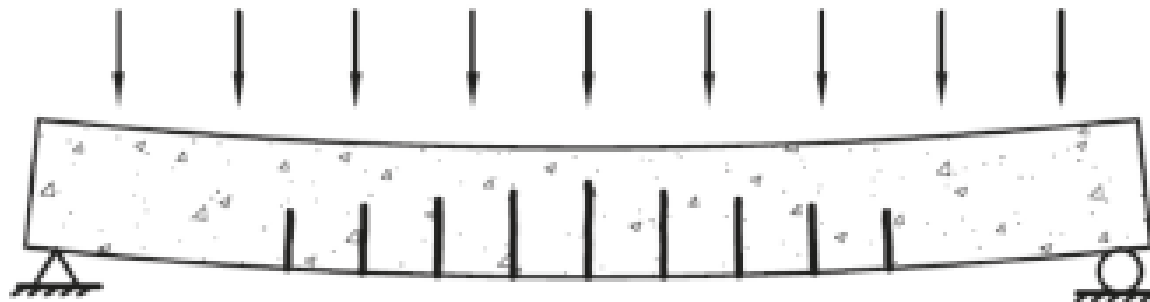
- Il cemento armato ordinario ha notevoli limiti nel campo dei ponti a travata
- Introduzione cemento armato precompresso
- Introduzione di uno stato di presollecitazione che conferisce al calcestruzzo la capacità di resistere a sforzi di trazione senza fessurarsi



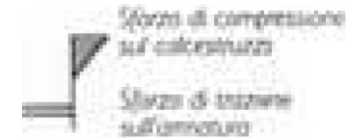
Luzancy

E. Freysinnet

CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO

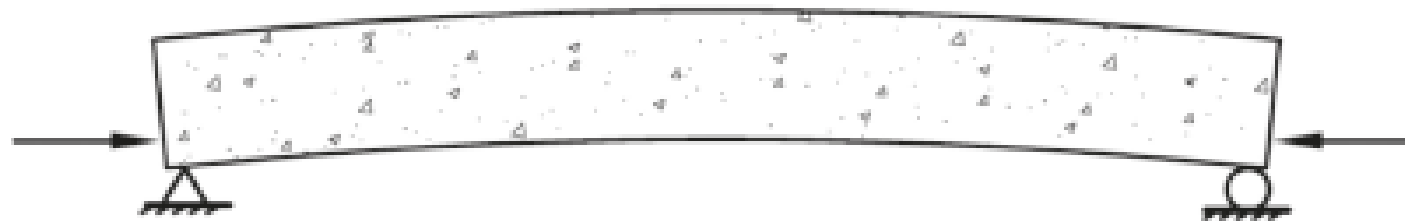


CEMENTO ARMATO
FESSURATO CON I CARICHI DI ESERCIZIO



Sforzi di compressione
sul calcestruzzo

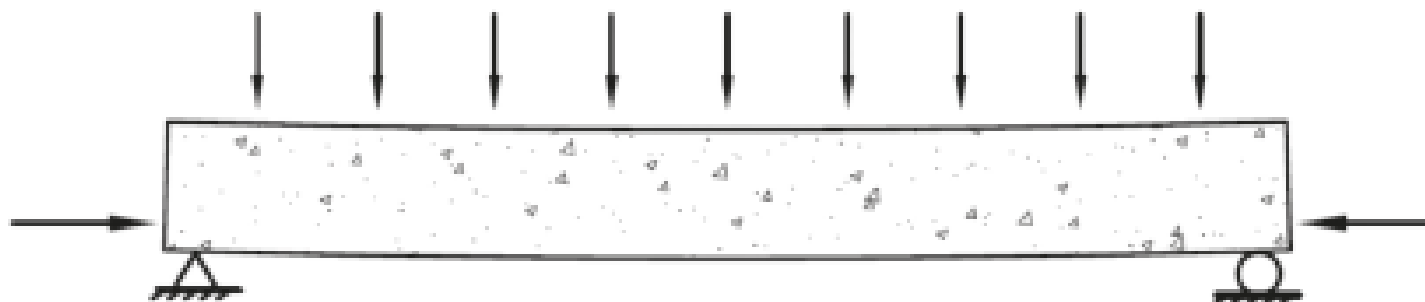
Sforzi di trazione
sull'armatura



INTRODUZIONE DELLA PRECOMPRESSIONE



Sforzi di compressione
sul calcestruzzo



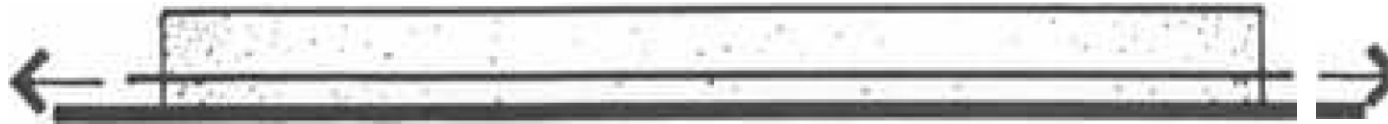
CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO
NON FESSURATO CON I CARICHI DI ESERCIZIO



ARMATURA PRE-TESA (cavi aderenti)



Nella precompressione con armatura pre-tesa, i cavi (trefoli) vengono posizionati sulla pista di prefabbricazione e tesati.



Il calcestruzzo viene gettato in modo da avvolgere i trefoli. Maturando il calcestruzzo e i trefoli aderiscono perfettamente.



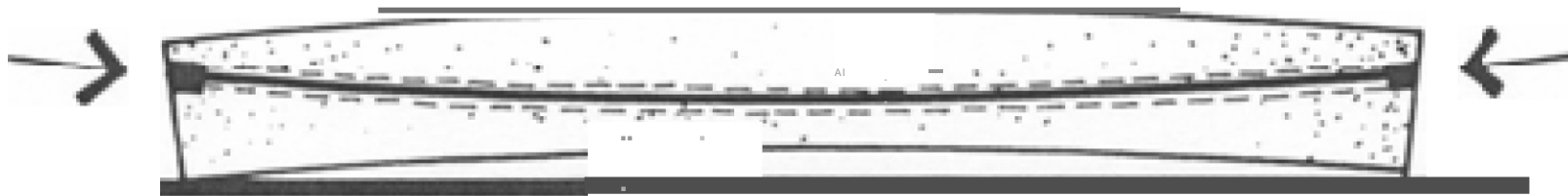
Quando i trefoli vengono tagliati alle estremità, si accorciano. Il calcestruzzo viene sollecitato a compressione e la trave si inarca.

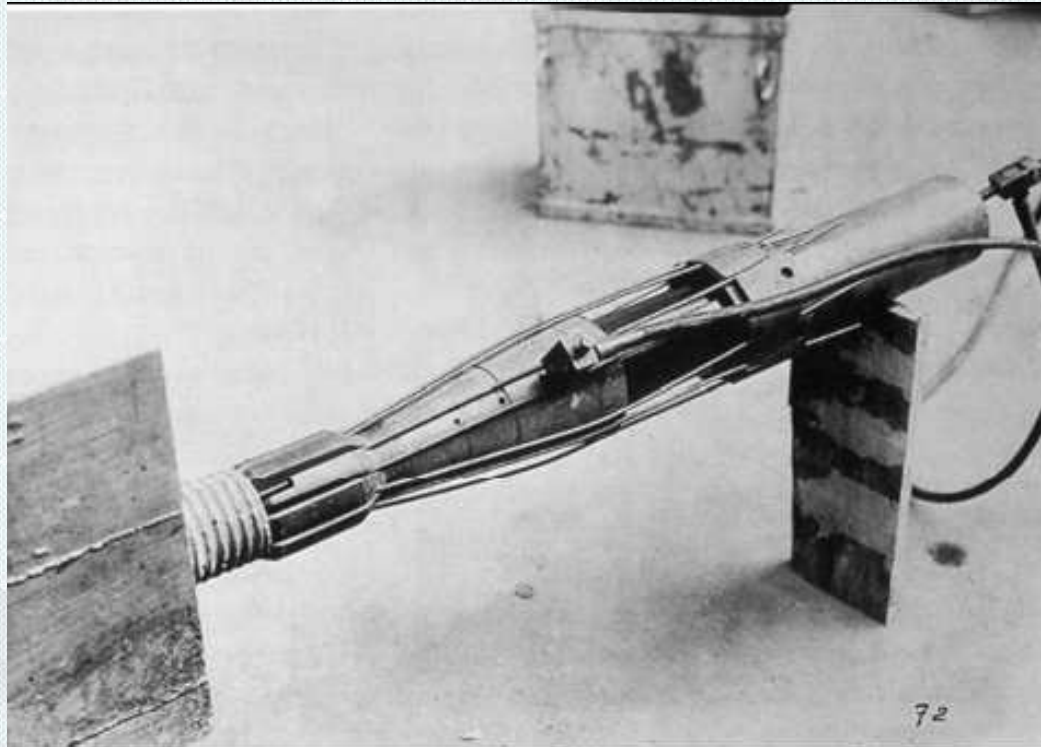
ARMATURA POST-TESA

Nella precompressione con armatura post-tesa, vengono inseriti all'interno del calcestruzzo (prima del getto), delle guaine, dentro le quali vengono fatti passare i cavi di acciaio (generalmente trefoli).

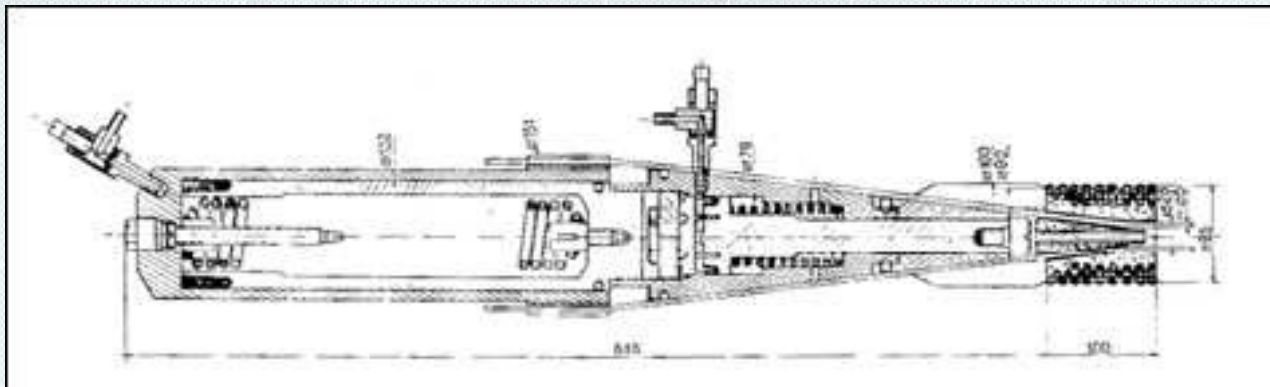


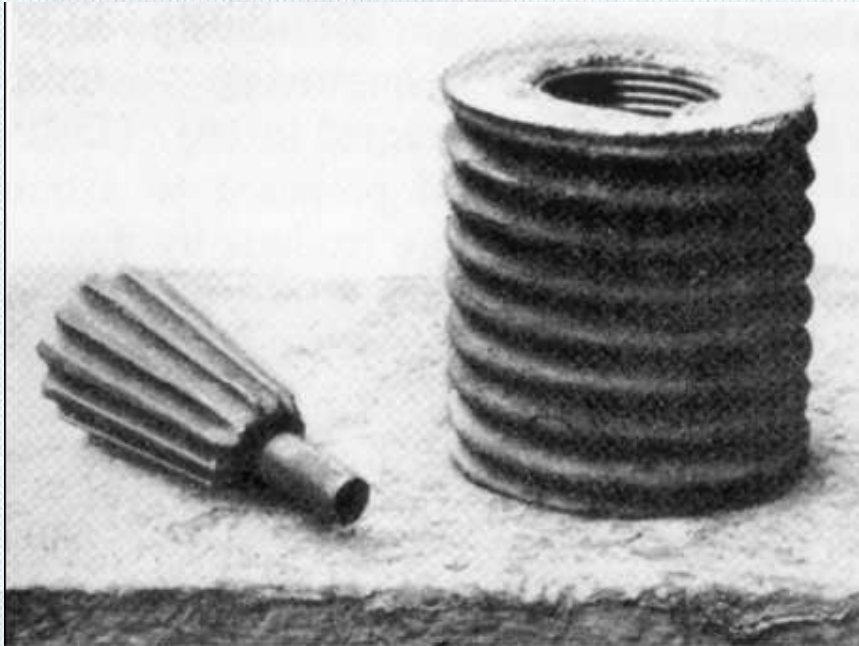
Quando il calcestruzzo ha fatto maturato (generalmente almeno dopo 7 giorni dal getto), vengono tesati i cavi, che inducono nel calcestruzzo una compressione.



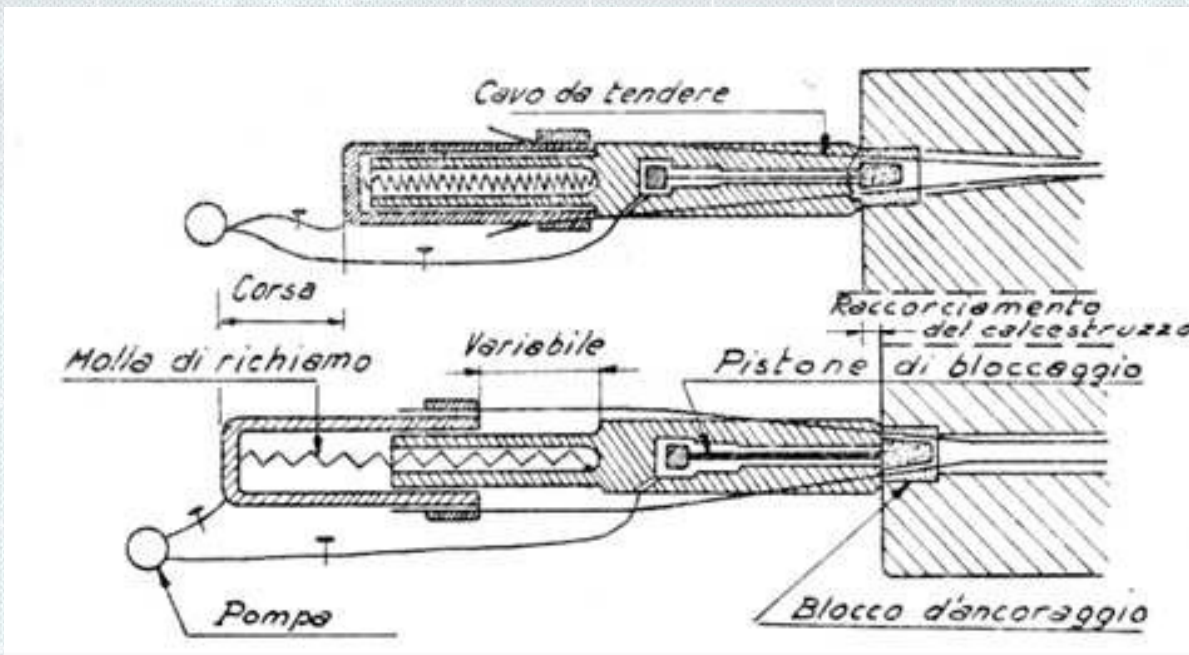


**1939, Martinetto
Freyssinet per la
messa in tensione
dei cavi**





Cono Freyssinet



Schema di funzionamento del martinetto

Ponti moderni in acciaio

- Uso della ghisa
- Schema ad arco
- Struttura reticolare
- Luci ridotte
- Deformazioni flessionali



Il primo ponte interamente in metallo fu *l'Iron Bridge* costruito nel 1779 da *John Wilkinson* a Coalbrookdale

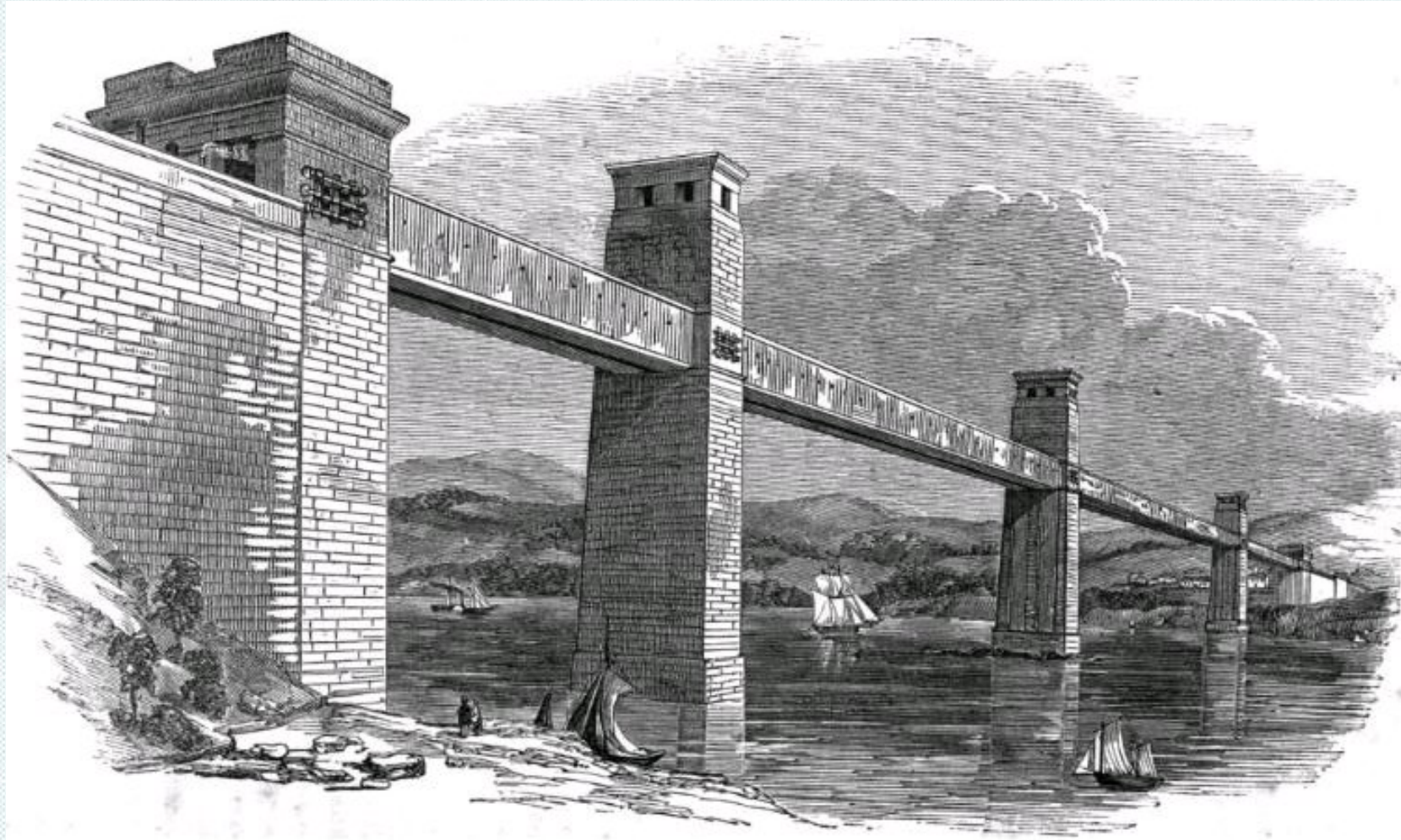
Britannia

Ponte in acciaio,
impalcato a
cassone chiuso.
Pile in muratura,
luce massima di
144 m



Robert Stephenson 1844-1850

BRITANNIA BRIDGE (1850 - 1970)



BRITANNIA BRIDGE (1850 - 1970)

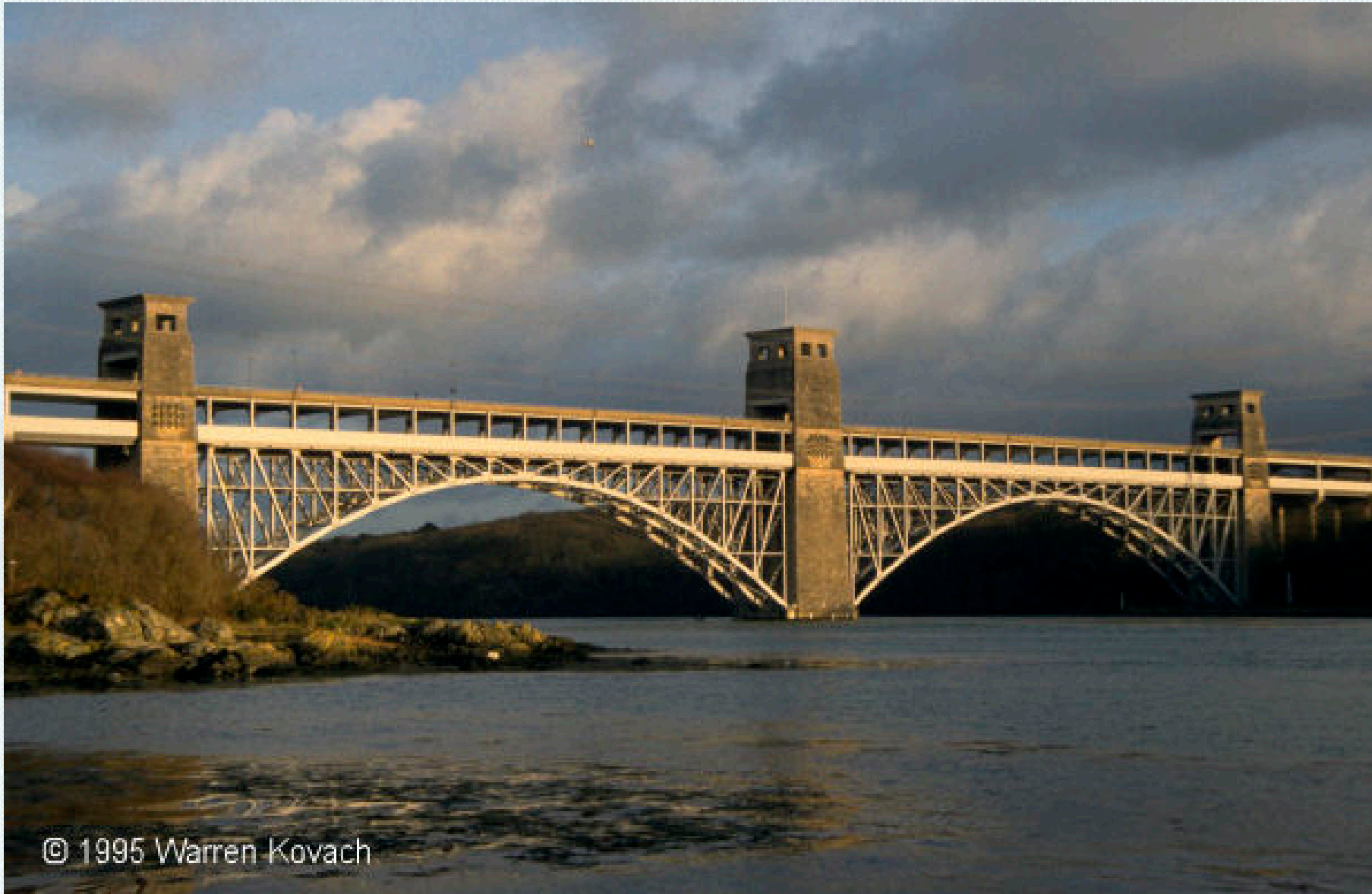


BRITANNIA BRIDGE (1850 - 1970)

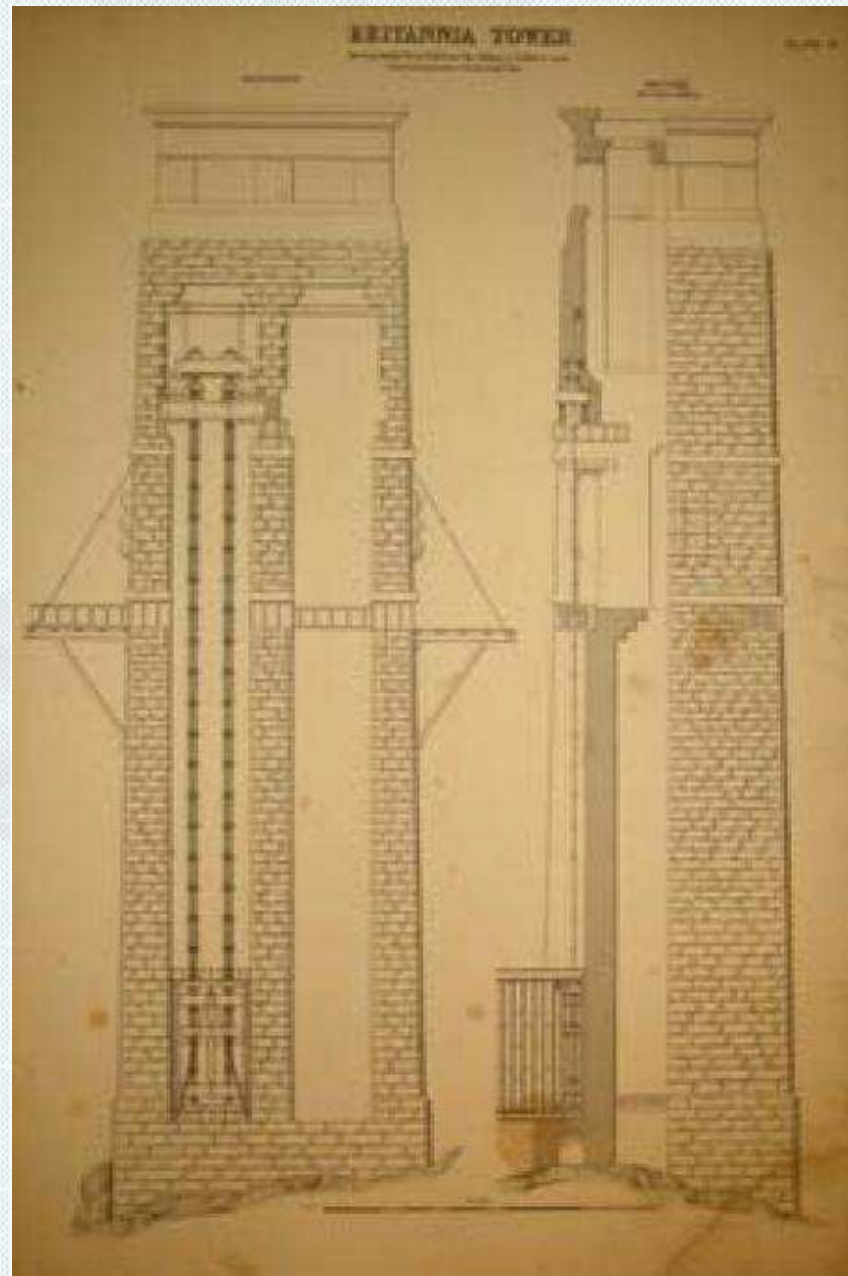
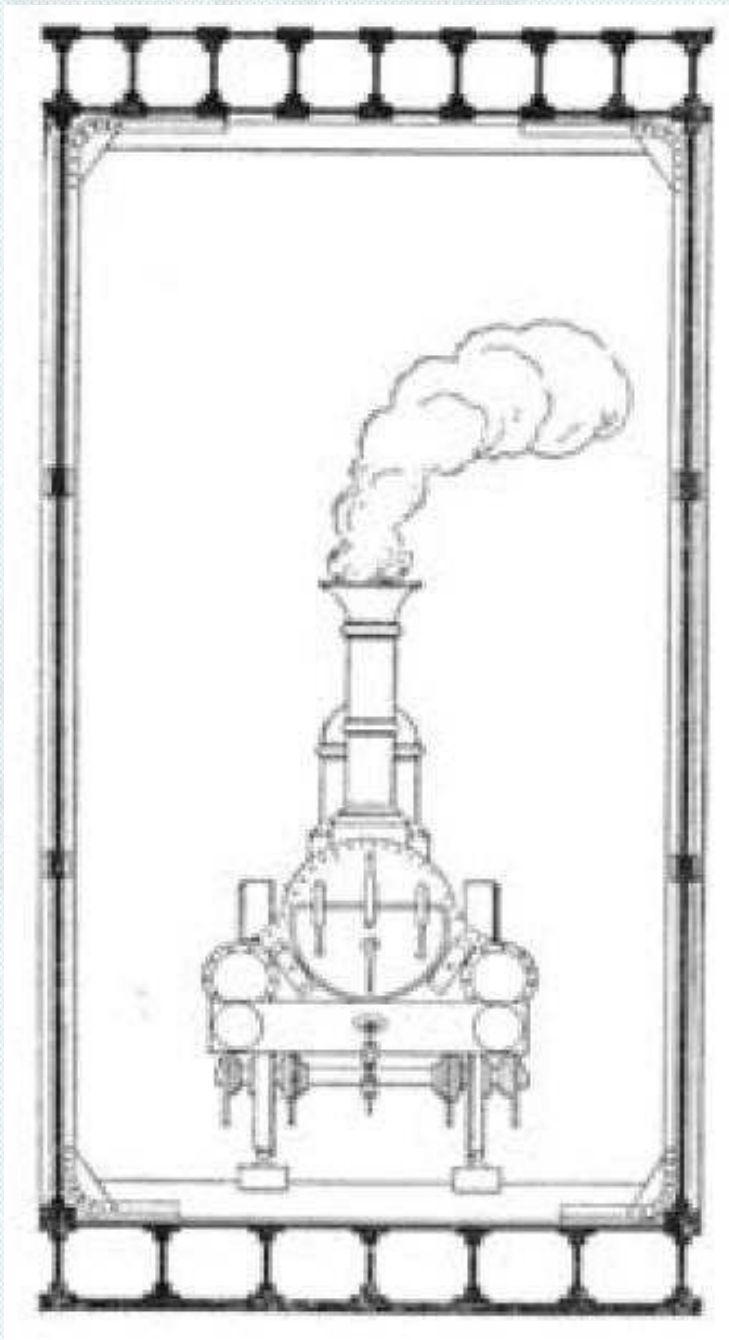


© 2004 Warren Kovach

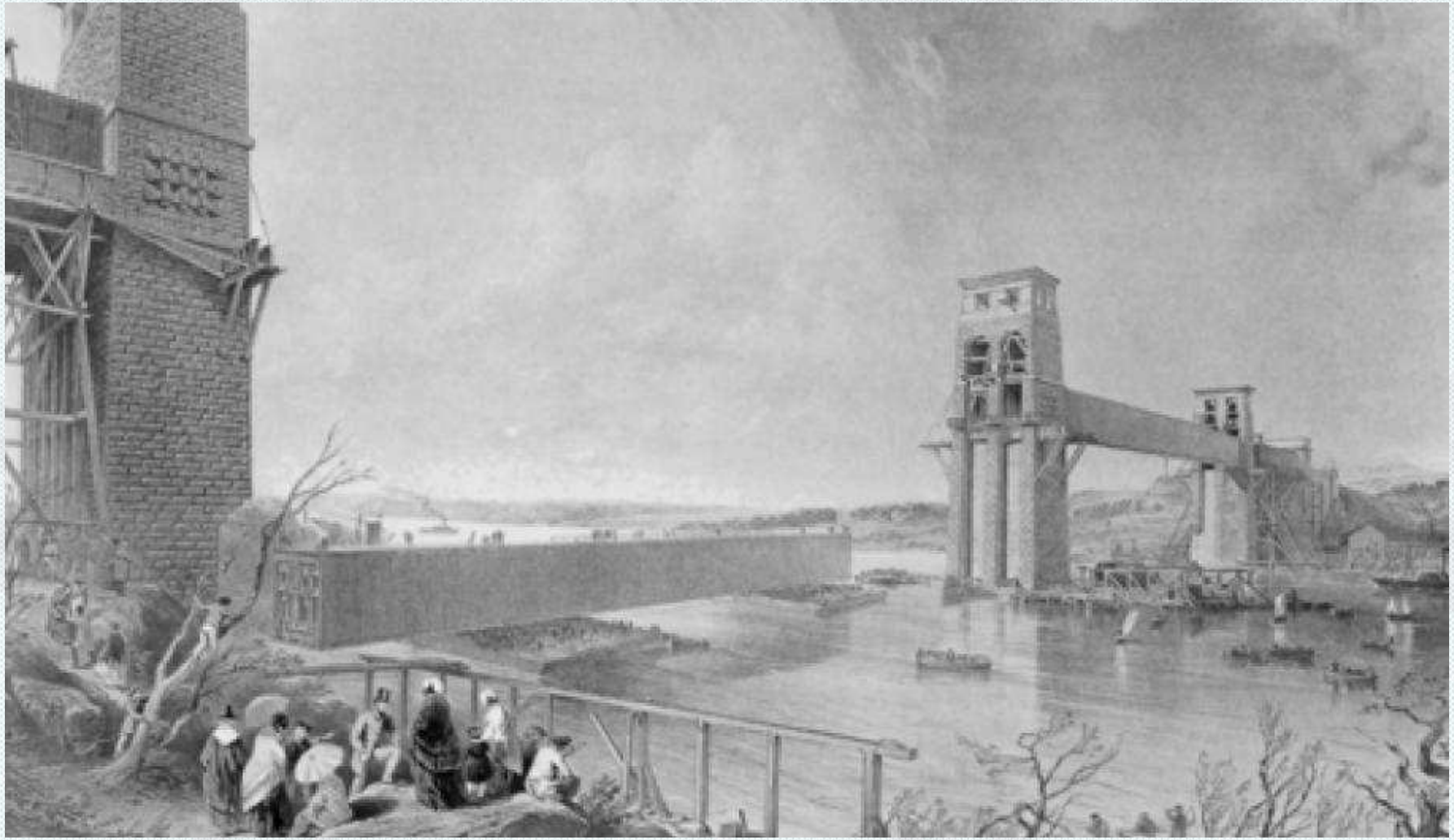
BRITANNIA BRIDGE (1850 - 1970)

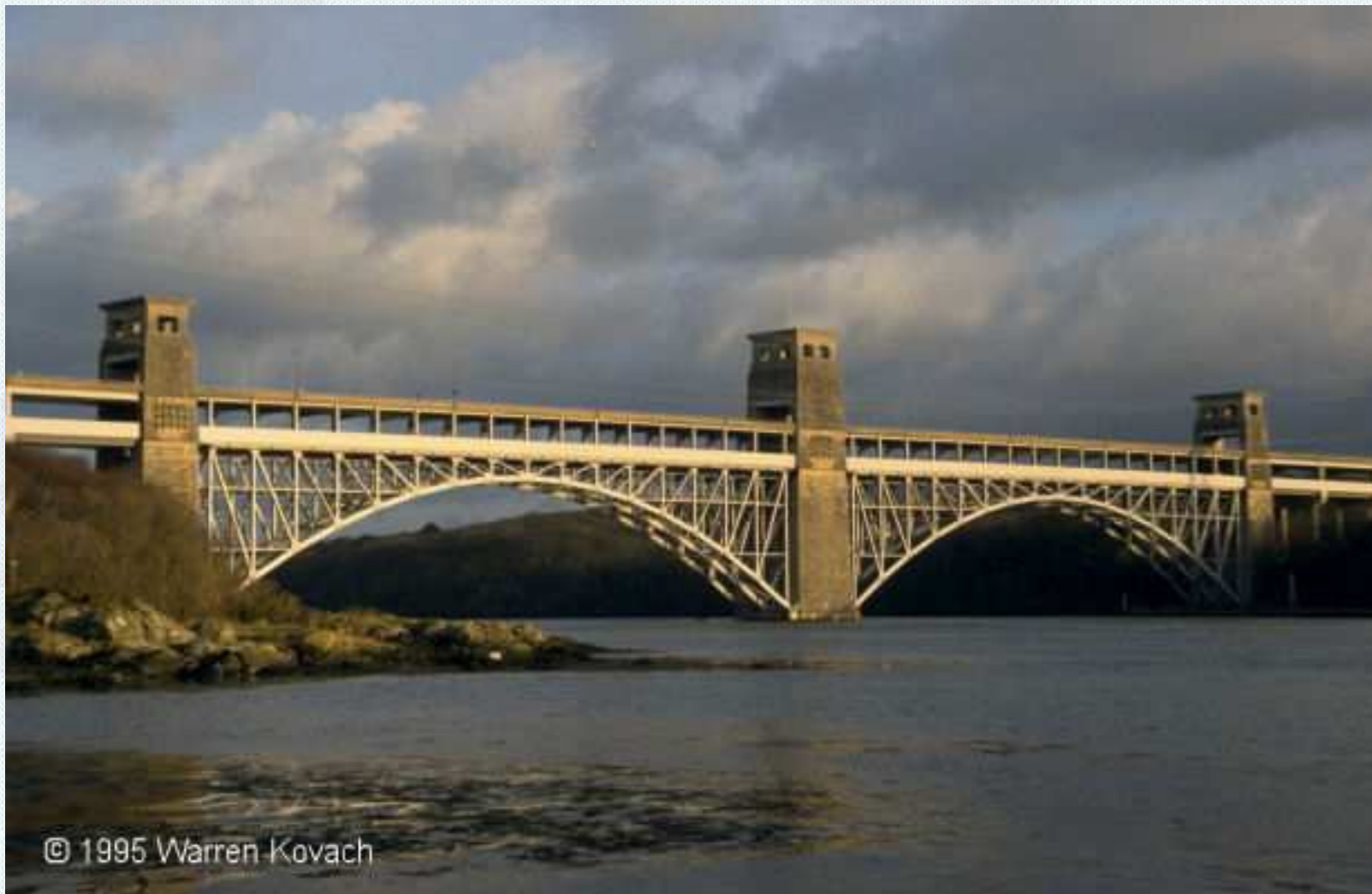


© 1995 Warren Kovach









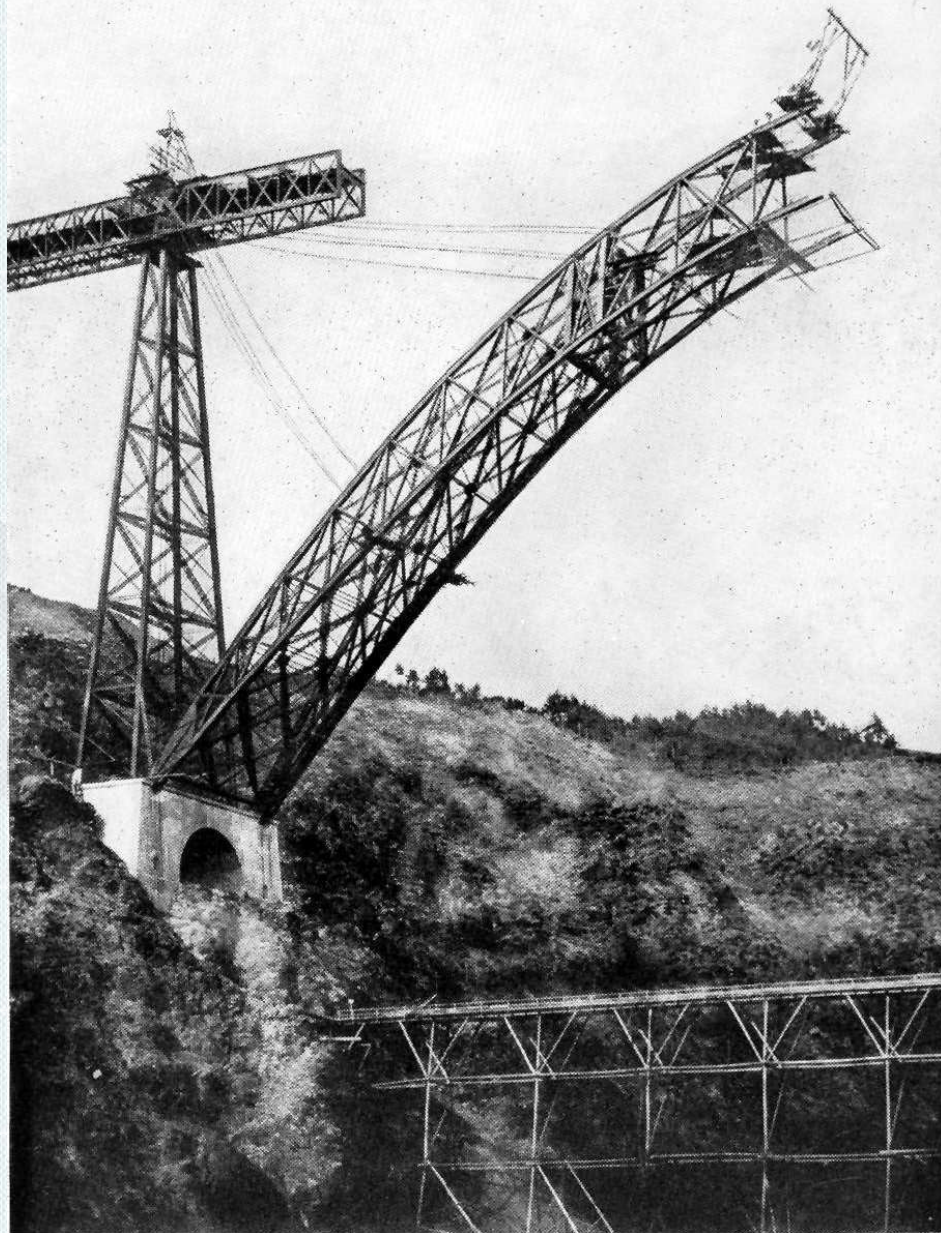
© 1995 Warren Kovach

Viadotto Garabit

- Introduzione di elementi irrigidenti nella struttura
- Sviluppo delle tecnologie
- Uso dell'acciaio
- Luce massima 600-700 metri



Eiffel 1881, 565 metri di luce



Il montaggio del ponte fu un'impresa di alta ingegneria: la travata fu montata parte sulla sponda sud e parte su quella nord e poi varata utilizzando un sistema brevettato da Eiffel per lo scorrimento su appositi rulli a bilico. L'arco fu montato a sbalzo con un sistema di cavi di sostegno dei due semiarchi costruiti in posizione di poco più alta di quella finale e poi abbassati fino a combaciare, grazie alla possibilità di rotazione sulle cerniere di base.

Forth Rail Bridge

- Problemi relativi al vento nei ponti sospesi
- Irrigidimento delle strutture reticolari in acciaio



costruito da Baker nel
1889 in Scozia

FIRTH OF FORTH (1883-90) SCOTLAND - J. Fowler, Sir B. Baker



FIRTH OF FORTH (1883-90) SCOTLAND - J. Fowler, Sir B. Baker



FIRTH OF FORTH (1883-90) SCOTLAND - J. Fowler, Sir B. Baker





ALTERNATIVE PRELIMINARY DESIGNS FOR THE FORTH BRIDGE

Fig. 2.

FORTH BRIDGE. Designed by Sir Thomas Bouch & Contracted for by Messrs Arrol

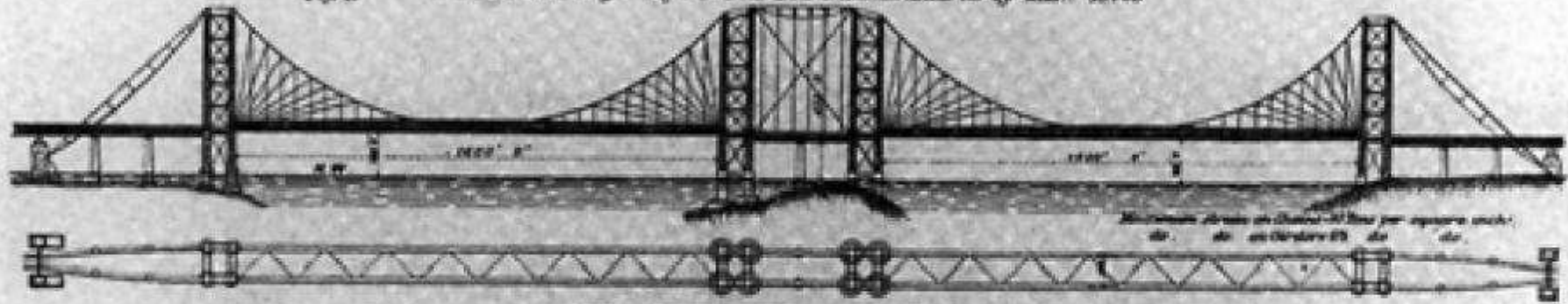
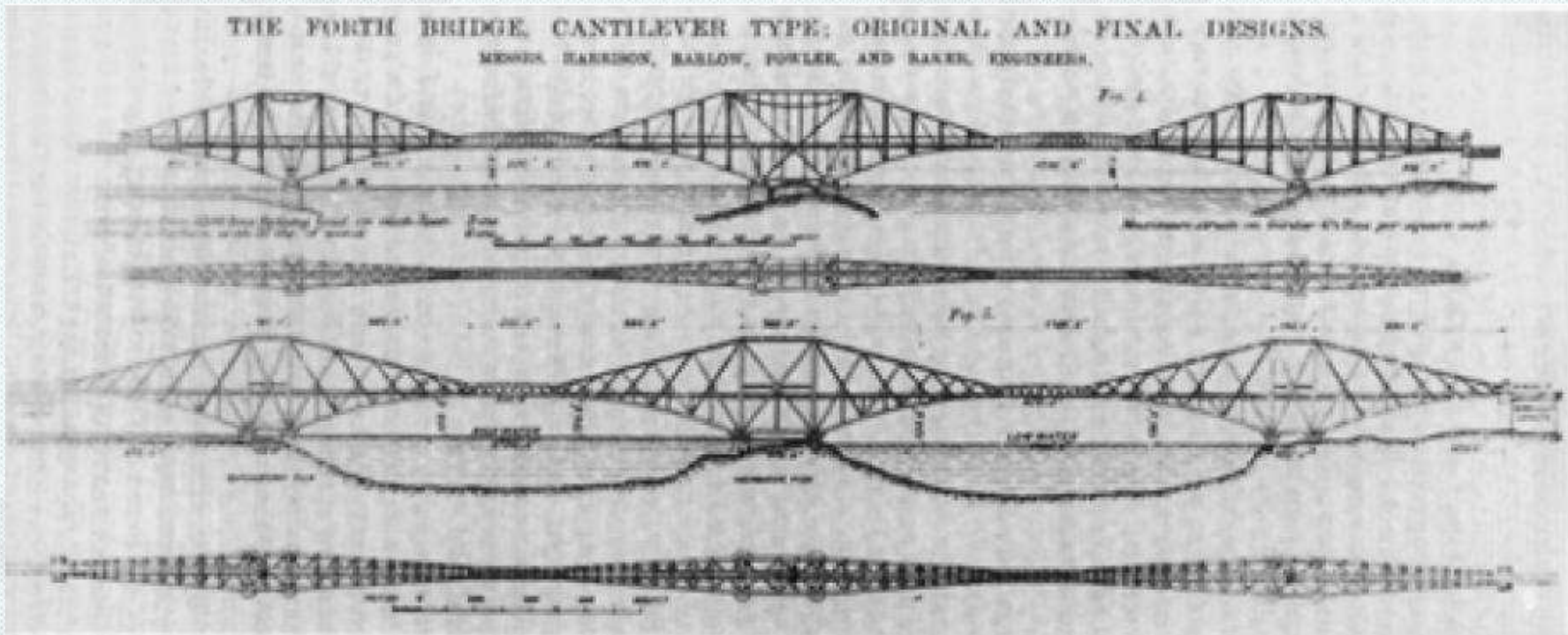


Fig. 3.

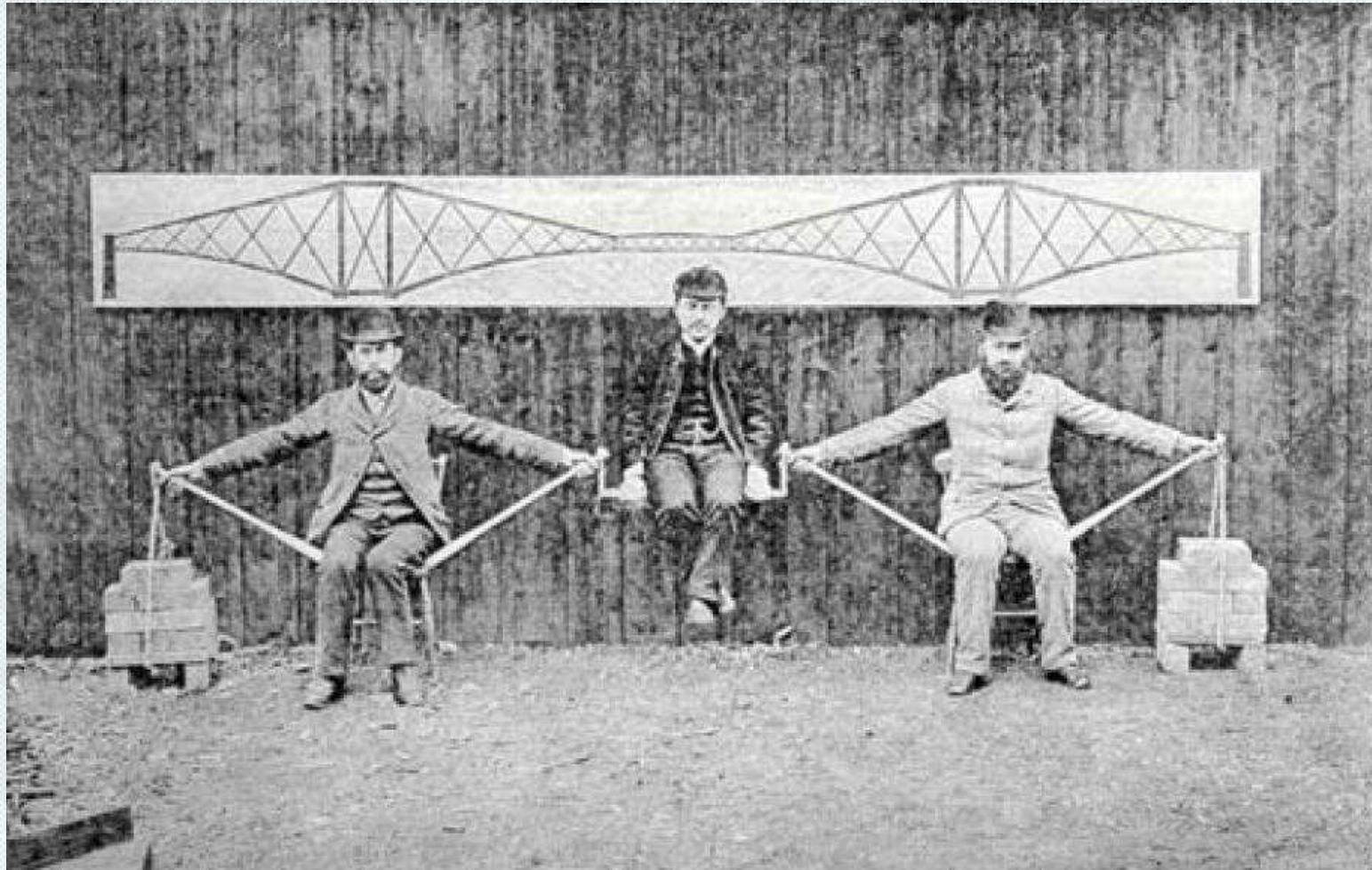
TYPE I. SUSPENSION BRIDGE with STIFFENING GIRDER



Primo progetto di Bouch per il Forth poi abbandonato per “paura” delle oscillazioni causate dal vento



Progetto originario e definitivo del Forth Bridge ad opera di B.Baker e J.Fowler, 521 m di luce-105 m la trave centrale



Dimostrazione dello schema statico

Ponti sospesi

- Di pari passo con lo sviluppo del cemento armato si diffuse una nuova tecnica costruttiva che avrebbe rivoluzionato la storia dei ponti di grandi luce: i **ponti sospesi** .
- Sono costituiti da due torri di notevole altezza alle quali sono fissati i cavi di acciaio che sono stesi secondo una parabola tra una torre e l'altra.
- A questi cavi ne sono appesi altri verticali che sostengono i tronchi di trave che ha la funzione di portare il binario o la strada.

Ponte sullo Stretto di Menai



La storia della costruzione di queste opere può farsi iniziare nel 1826 quando fu terminata la costruzione del grande ponte sullo Stretto di Menai con una campata centrale di 176 m. crollò in seguito a una tempesta di vento nel 1939.

Welling bridge



Fu il suo crollo che determinò le prime riflessioni sul modo di affrontare il problema del dimensionamento al vento dei ponti di grande luce.

Ponte di Brooklyn



- Il ponte ha struttura estremamente rigida e pesante e dimostra con chiarezza l'idea progettuale di Roebling di fronteggiare le azioni del vento e gli effetti del traffico con il peso, con l'utilizzo degli stralli oltre che dei cavi, e con una travata a rigida struttura reticolare. 1883

BROOKLIN BRIDGE (1869) - J. A. Roebling



Golden Gate – San Francisco

- E' stato costruito in base alle nuove teorie sul calcolo strutturale nei ponti sospesi (teorie di Melan)



PONTI SOSPESI

GOLDEN GATE BRIDGE



L'imbocco della baia di San Francisco, ovvero il canale naturale che separa la penisola su cui sorge la città dall'altra sponda della costa, è chiamata ormai da secoli la **porta d'oro (golden gate)**. Questo accesso alla baia era una posizione strategica, tanto che nel 1853 fu costruita una fortificazione (**Fort Point**) per difendere la zona. Ai primi del 1900, per agevolare l'espansione della città di San Francisco dall'altro lato della baia, si decise la costruzione (per allora molto azzardata) di un ponte che scavalcasse lo stretto. La costruzione del futuro **Golden Gate Bridge** è stata lunga (4 anni di lavoro) e non priva di problemi, soprattutto dovuti alle fortissime correnti oceaniche che ostacolavano notevolmente il procedere della costruzione. Il ponte fu inaugurato nel 1937 ed era, a quel tempo, il ponte sospeso più lungo del mondo. Questo primato, assieme alla sua caratteristica colorazione rossa, lo portò a diventare presto il simbolo di San Francisco in tutto il mondo.

Tacoma Narrows

- struttura eccessivamente snella e flessibile
- spetta ai cavi la funzione di sostenere i carichi
- Mancanza della necessaria rigidezza per contrastare le azioni dinamiche esercitate dal vento



Ponte da Verrazzano – New York

- Ha una campata centrale sospesa di 1298 metri ed una travata reticolare a sezione chiusa torsionalmente molto rigida



Ponti sospesi

- La capacità di un ponte di sopportare l'azione del vento dipende essenzialmente dal comportamento aerodinamico dell'impalcato
- Su questo elemento si è concentrata l'attività di studio per minimizzarne la resistenza al vento e ottimizzare la sua stabilità dalla quale dipende anche quella globale del ponte sospeso.
- Nell'evoluzione dell'impalcato è possibile individuare tre generazioni successive di ponti sospesi di grande luce.

Ponti sospesi di prima generazione

- Sono ponti con impalcato reticolare costruiti, soprattutto negli Stati Uniti, tra la fine dell'Ottocento e la prima metà del Novecento (Brooklyn, 1883; Golden Gate, 1937) e più recentemente in Giappone (Ohnaruto, 1985; Minami-Bisan Seto, 1988)
- L'impalcato reticolare contribuisce con la sua grande rigidezza alla flessione e alla torsione, alla staticità globale dell'opera ma la grande resistenza al vento si traduce in pesi molto elevati di tutte le strutture e grandi deformazioni sottovento dell'impalcato stesso.

Akashi - Kaikyo



Con la realizzazione del ponte giapponese Akashi – Kaikyo (1988) si è raggiunto quello che può considerarsi il limite estremo di luce per questa generazione di ponti; esso infatti con una luce di poco meno di 2000m, sconta la notevolissima freccia laterale di oltre 30m sotto l'azione del vento.

Ponti sospesi di seconda generazione

- Ponti con impalcato aerodinamico a cassone singolo, che per la loro forma sono detti “alari”.
- L’impalcato a cassone scatolare già concepito per l’aerodinamica, offrendo una resistenza al vento più limitata, presenta anche minori deformazioni sottovento, è più leggero ed efficiente dal punto di vista strutturale.

Ponti sospesi di seconda generazione

- Con questo tipo di impalcato si possono realizzare ponti di luce compresa tra i 1000 e i 1600 m. Per luci maggiori occorre aumentare l'altezza del cassone per avere maggiore rigidità torsionale. Ciò comporta l'utilizzo di un profilo tozzo che presenta maggior resistenza al vento e appesantisce notevolmente le strutture.

Little Belt



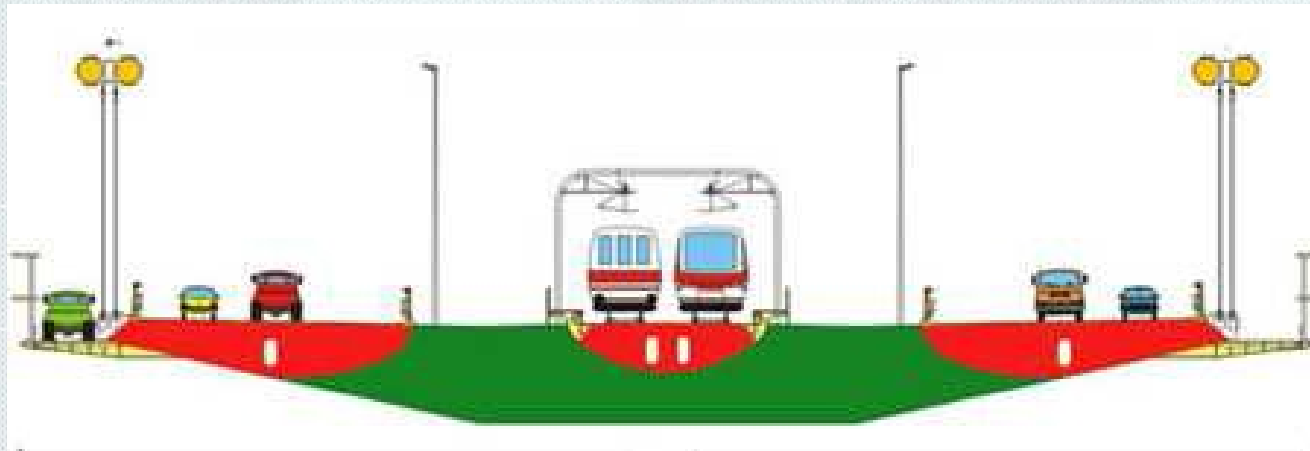
Humber Bridge



Ponti sospesi di terza generazione

- Serie di ponti di nuova concezione inaugurata con il progetto del ponte sospeso sullo stretto di Messina.
- La sezione dell'impalcato è composta da cassoni multipli a profilo alare, separati da superfici trasparenti all'aria e dotati di adeguati accorgimenti aerodinamici.
- Non solo presenta una modestissima resistenza al vento, ma è anche intrinsecamente stabile nei confronti dei fenomeni di instabilità aerodinamica

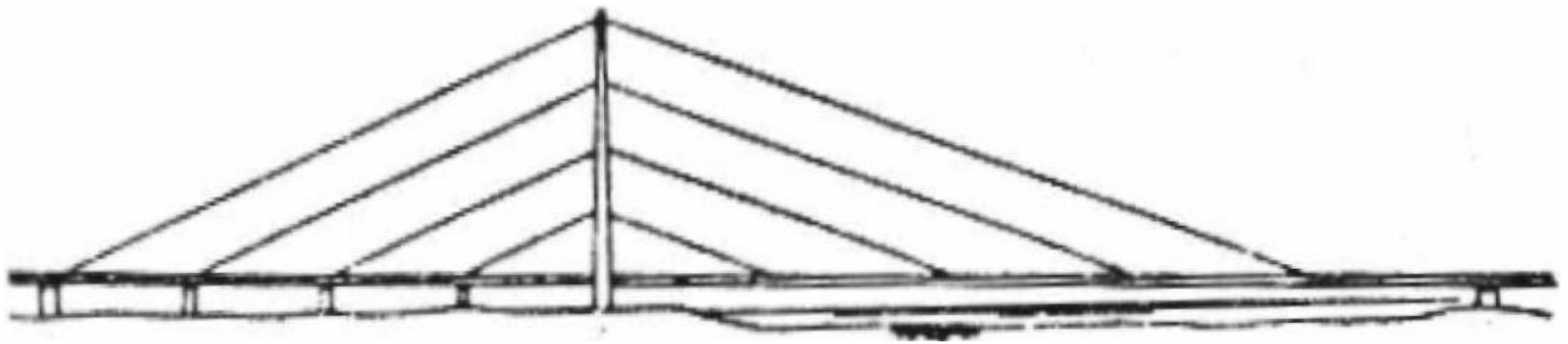
Ponte sullo Stretto di Messina



PONTI STRALLATI

Un'altra tipologia di ponte per grandi luci, simile a quella dei ponti sospesi, è quella dei ponti strallati.

La differenza è che i cavi di sostegno che sono ancorati alle torri, sostengono direttamente l'impalcato del ponte, assumendo perciò una configurazione apparentemente rettilinea. Si suddividono secondo la configurazione degli stralli che possono essere ad **arpa**, se gli stralli sono ancorati lungo tutta l'altezza della torre e sostengono la travata in più punti, a **ventaglio** se sono ancorati in cima alla torre, oppure a **ventaglio invertito**, quando la travata è sostenuta in un solo punto per ogni serie di stralli



chema ad arpa



Schema a entaglio



Kniebrücke (1965-69, 320m) schema ad arpa



Ponte di Donzere-Mondragon (Caquot, 80 m, 1952) schema strallato



Ponte di Normandia (M. Virlogeux, 1988-95, 865m) schema misto

Schema ad arpa

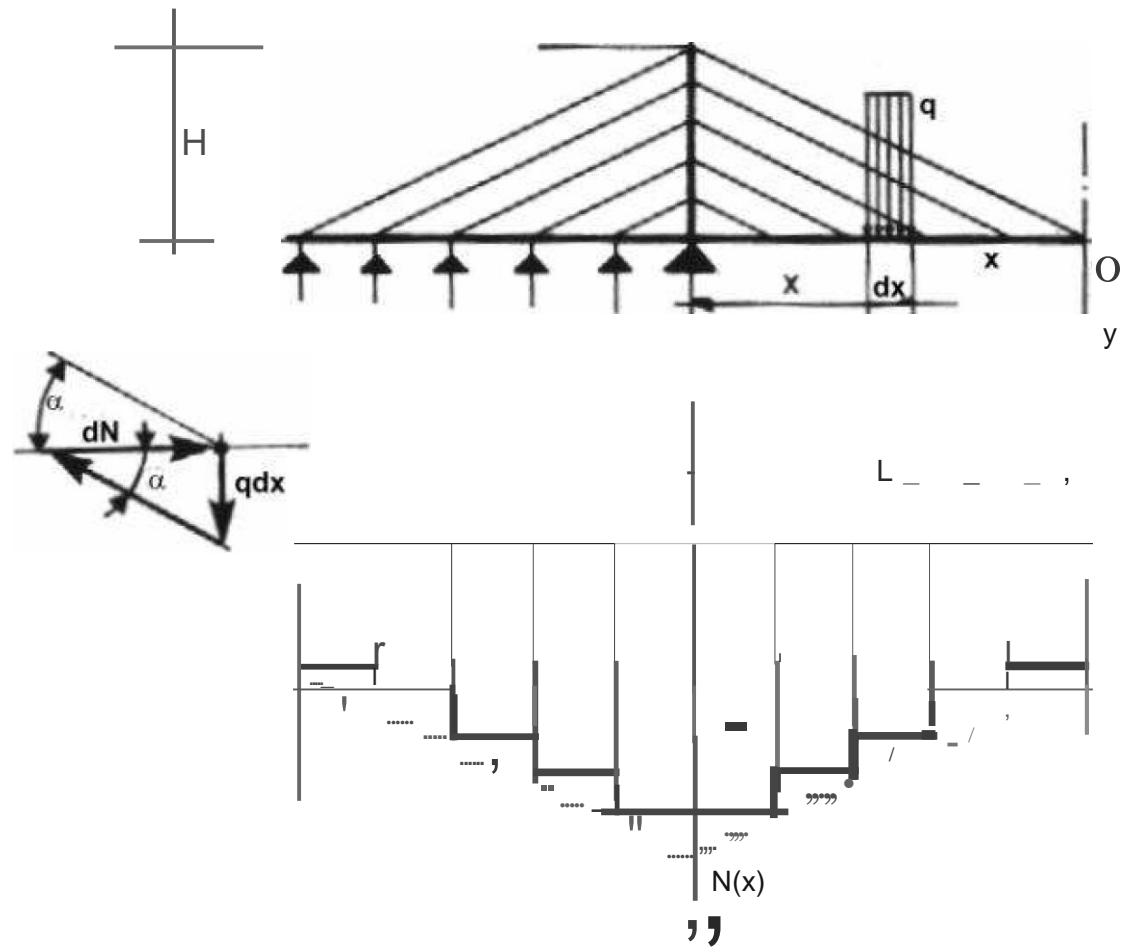


Figura 1.5

$$N_{max} = \frac{q \cdot L}{2}$$

Sche II a ventaglio

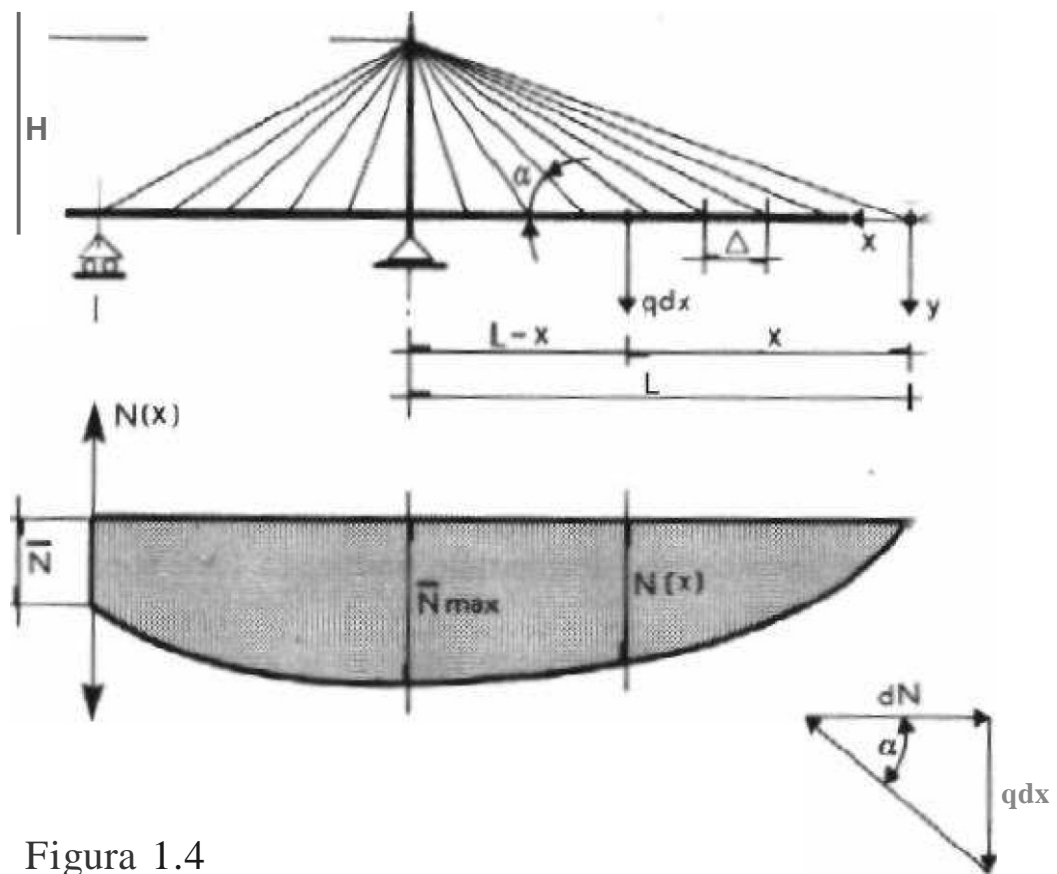
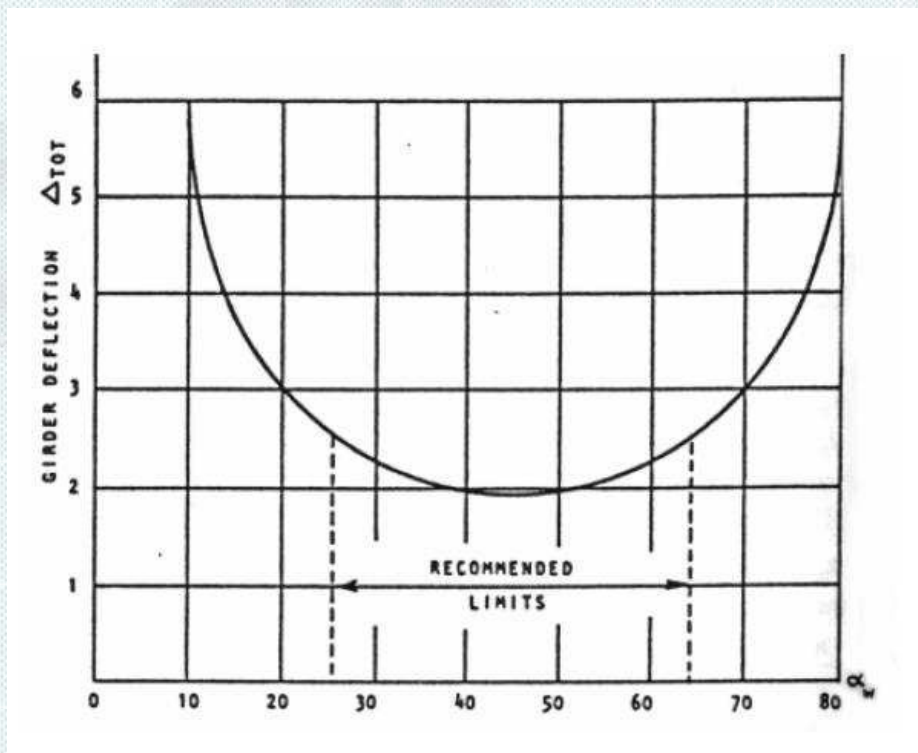


Figura 1.4

$$N_{max} = \frac{q \cdot L^2}{2H}$$

Il passo degli stralli può orientativamente variare da 6 a 15 metri e generalmente tende a diminuire andando dal pilone alla parte centrale in modo che le forze non siano molto differenti tra uno strallo e il successivo.



L'inclinazione ottimale dei cavi, come si vede dal grafico, è 45° ma può ragionevolmente variare da i 25° dei cavi più esterni ai 65° dei cavi più vicini al pilone.

La sospensione può essere centrale o laterale. La sospensione laterale implica l'uso di un impalcato rigidissimo mentre quella laterale ha il vantaggio di stabilizzare la struttura.



Centrale



Laterale

Tatara Ohashi



CAGLIARI



CAGLIARI



CAGLIARI



CAGLIARI



CAGLIARI



CAGLIARI



CAGLIARI



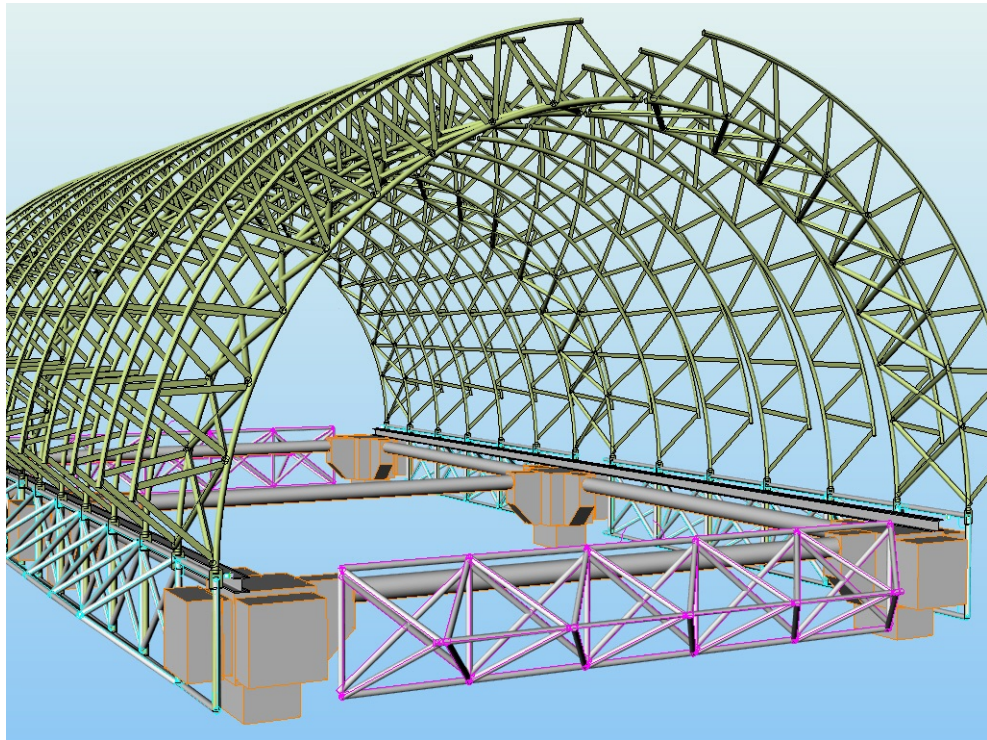
CAGLIARI

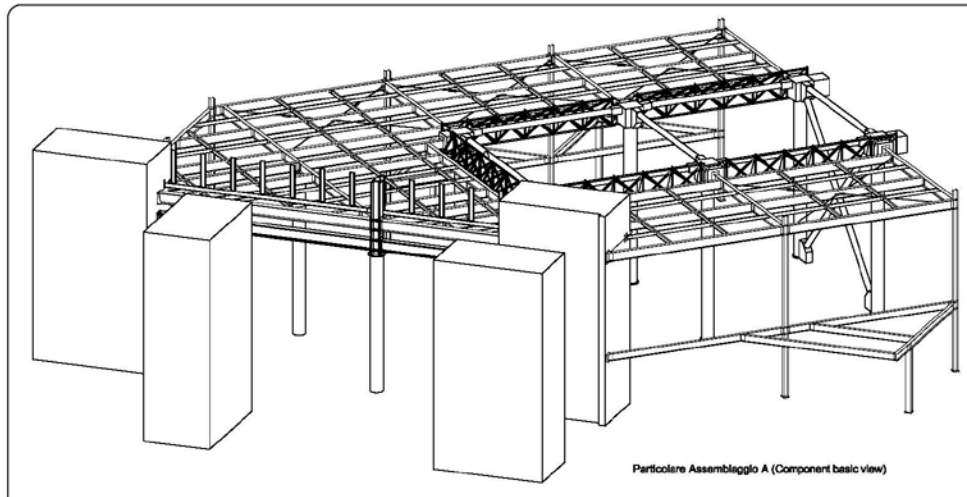




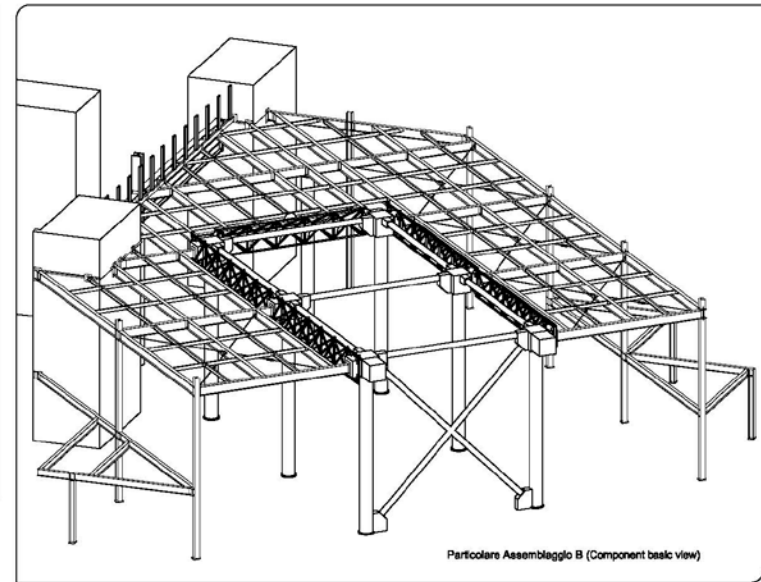




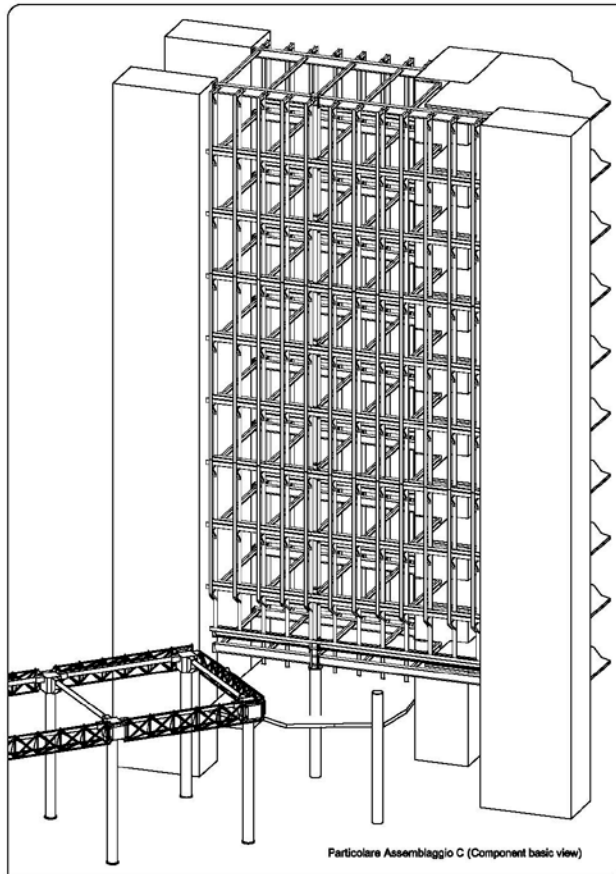




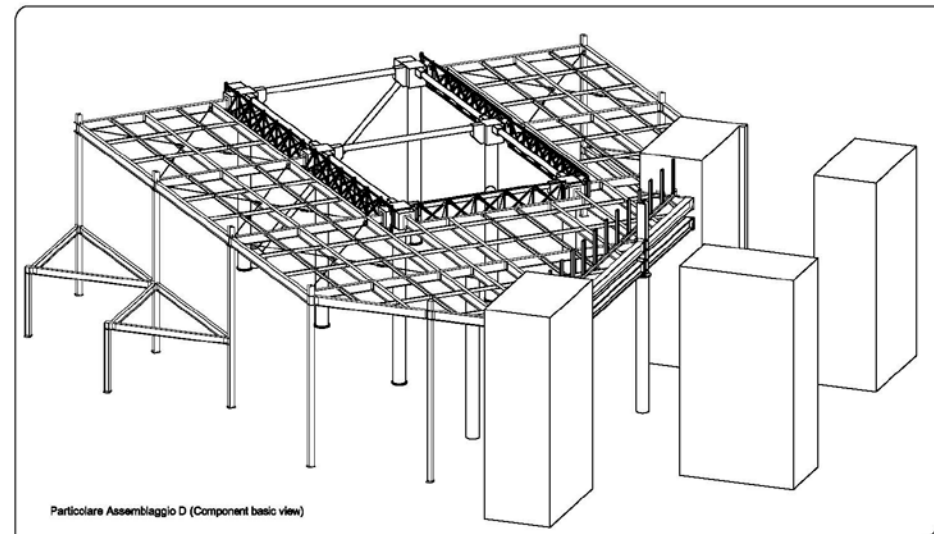
Particolare Assemblaggio A (Component basic view)



Particolare Assemblaggio B (Component basic view)



Particolare Assemblaggio C (Component basic view)



Particolare Assemblaggio D (Component basic view)

OSPEDALE G. BROTZU - STRUTTURE PASSERELLA-HALL - CAGLIARI

Committente :
 AZIENDA SANITARIA
 Materiale
 S355 JR
 Peso complessivo dell'opera :
 232032.50kg

N°	MARCA	REV.	DESCRIZIONE REVISIONE	DATA REV.
			.BMP ingegneria s.r.l. via Paganini 3 Cagliari 070454010/0704555794	
TITOLO DISEGNO		Assonometria Strutture Aeroporto		
CONTRATTO		Prog. Integrativa di cantiere - Ospedale Brotzu Cagliari		
MODELLATO DA		ing. Armas	PUBBLICATO IL	
CONTRATTO N°		bmp-str 4	SCALE	
DISEGNO N°		bmp-str 3-HPBROTZ-a1	REVISIONE N° bmp-1	



