



## Teoria e Progetto di Ponti

A. Recupero

1

## CONTENUTI e INDICE

- LA CLASSIFICAZIONE;
- LE AZIONI
- LA NORMATIVA ITALIANA;
- GLI EFFETTI REOLOGICI;
- L'IMPALCATO A GRATICCIO;
- L'IMPALCATO A CASSONE;
- LA PRECOMPRESSIONE ESTERNA;
- LA SISMICA

2

## LA CLASSIFICAZIONE

3

## LA CLASSIFICAZIONE

- I ponti possono essere caratterizzati in modo diverso, in funzione dell'oggetto della classificazione o dell'aspetto che si vuole porre in risalto;
- A ciascun tipo corrispondono dati e vincoli particolari, di cui bisogna tenere conto in sede di progetto;

4

## LA CLASSIFICAZIONE

- I ponti si possono classificare in base a particolari caratteristiche della sovrastruttura:

- a) materiale da costruzione
- b) luce
- c) schema statico
- d) ostacolo sovrappassato
- e) via servita

5

## a) CLASSIFICAZIONE IN BASE AL MATERIALE DA COSTRUZIONE

- In funzione del materiale di cui è costituita la sovrastruttura, i ponti possono essere classificati in:
  - a) ponti in legno
  - b) ponti in muratura
    - di pietra
    - di mattoni
  - c) ponti in calcestruzzo
    - cemento armato ordinario
    - cemento armato precompresso
  - d) ponti in acciaio
  - e) ponti a struttura mista (acciaio-clt)

6

#### a) CLASSIFICAZIONE IN BASE AL MATERIALE DA COSTRUZIONE

- In effetti, un ponte non è costituito esclusivamente da un solo materiale, ma da un assemblaggio di alcuni. Ad esempio, esistono ponti costituiti da travate in acciaio che sostengono la sovrastruttura costituita dall'impalcato in calcestruzzo armato
- In passato il legno veniva usato solo in opere provvisorie, la muratura (materiale non resistente a trazione) per schemi ad arco
- Più raramente, e per lo più per manufatti speciali quali i ponti trasportabili militari, si usano costose leghe di alluminio.
- Recentemente sono frequenti realizzazioni di ponti in materiali compositi avanzati (MCA)

7

#### a) CLASSIFICAZIONE IN BASE AL MATERIALE DA COSTRUZIONE

- Attualmente è comune distinguere tra ponti in:

1. Calcestruzzo armato (c.a.o.) o/e precompresso (c.a.p.)
2. Acciaio
3. Struttura mista acciaio-calcestruzzo

8

#### PONTI IN CALCESTRUZZO

- A tale classe appartengono i ponti in c.a.o. e in c.a.p.
- I ponti in c.a.o. sono generalmente costruiti interamente in calcestruzzo armato ordinario compresi i vari elementi dell'impalcato (soletta, travate principali, traversi, parapetti, ecc.)

9

#### PONTI IN CALCESTRUZZO

- Nei ponti in c.a.p. di piccola luce, solo le travate principali (a cassone o a travi ad I accoppiate) sono in c.a.p., mentre i rimanenti elementi dell'impalcato, come la soletta gettata in opera dell'impalcato, sono in c.a.o.;
- I ponti in c.a.p. di media luce sono generalmente realizzati impiegando travate a cassone pluricellulari, ove le flange superiori sostituiscono la soletta gettata in opera e la cui larghezza è sufficiente per coprire l'intera carreggiata della carreggiata;

10

#### PONTI IN ACCIAIO

- Contrariamente a quanto potrebbe sembrare, i ponti in acciaio hanno generalmente la soletta costituita da un impalcato in calcestruzzo armato sostenuta da travi in acciaio;
- Molti ponti stradali e ferroviari sono realizzati con travature reticolari in acciaio. Anche molti ponti ad arco, oltre che in c.a., sono stati costruiti impiegando acciaio;

11

#### PONTI IN ACCIAIO

- Altri ponti di media e grande luce, come i ponti sospesi e i ponti strallati, possono essere realizzati parzialmente o interamente in acciaio
- Spesso impalcato in acciaio sono impiegati nella riabilitazione strutturale per la sostituzione di impalcato in c.a. degradati che hanno subito gravi danni a causa della corrosione dell'acciaio da parte degli agenti aggressivi atmosferici

12

#### PONTI IN ACCIAIO

- Tecniche di pretensionamento sono impiegate, oltre che per il c.a., anche per i ponti in acciaio, utilizzando gruppi di cavi ad alta resistenza;
- Il pretensionamento dei ponti in acciaio, che ha lontane origini, viene attualmente impiegato sia nelle nuove costruzioni che nella riabilitazione di vecchi ponti, allo scopo di contro-bilanciare una aliquota delle tensioni dovute al peso proprio;

13

#### PONTI IN ALLUMINIO

- Ne esistono veramente pochi. Almeno otto sono in servizio, di cui due a quattro campate e due mobili costruiti in Inghilterra.
- Essi sono caratterizzati da:
  - alto rapporto resistenza/peso
  - alta resistenza alla corrosione
- L'impiego dell'alluminio consente di ridurre gli usuali valori dei carichi fissi di un ponte anche a meno della metà

14

#### PONTI IN MATERIALI COMPOSITI AVANZATI (MCA)

- Largamente impiegati in ambito aerospaziale e militare, i MCA sono stati recentemente impiegati per applicazioni strutturali nei ponti, sia per la sotto- che per la sovrastruttura
- Dal 1980 sono stati utilizzati per risolvere i problemi di corrosione scoperti su un gran numero di ponti in c.a. costruiti nell'ultimo cinquantennio
- Essi sono caratterizzati da:
  - leggerezza
  - alta resistenza meccanica
  - alta resistenza alla corrosione
  - buon comportamento a fatica

15

#### b) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLA LUCE

- Nell'ingegneria dei ponti è comune distinguere tra:
  - ponti di piccola luce
  - ponti di media luce
  - ponti di grande luce

16

#### b) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLA LUCE

- Non esistono attualmente criteri riconosciuti che definiscono i range utili per tale classificazione; tuttavia si può fare riferimento alle seguenti linee guida:
  - piccola luce **fino a 20 m**, per cui gli effetti del carico sono governati da un singolo veicolo
  - media luce **da 20 a 125 m**, per cui gli effetti del carico sono governati da un treno di veicoli mobili
  - grande luce **oltre 125 m**, per cui gli effetti del carico sono governati da un treno di veicoli stazionari aventi minima distanza tra essi

17

#### b) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLA LUCE

##### Considerazioni sulle luci dei ponti

- Il peso proprio è certamente l'azione più significativa di quasi tutti i ponti e la funzione di una corretta progettazione è quella di ridurre le sollecitazioni dovute ai carichi permanenti al minimo, onde avere riserve sufficienti per sostenere il carico variabile.

- Coefficiente di rendimento:

$$K_{ST} = \frac{\sigma_{var}}{\sigma_{per} + \sigma_{var}}$$

$\sigma_{per}$  è la tensione dovuta ai carichi permanenti

$\sigma_{var}$  è la tensione dovuta ai carichi variabili

18



### Considerazioni sulle luci dei ponti

- Tanto più piccolo è questo rapporto, valutato nelle sezioni più caratteristiche, tanto più antieconomico è il ponte e sarà necessario, al crescere della luce, cambiare lo schema statico o il materiale
- Al limite, per  $K_{ST} \rightarrow 0$ , corrispondente ad una soglia detta luce limite teorica, il ponte porta solo se stesso

19

### Considerazioni sulle luci dei ponti

- Normalmente, sono antieconomici:
  - ponti in c.a.o. con  $K_{ST} < 0.15 \div 0.20$
  - ponti in acciaio con  $K_{ST} < 0.40 \div 0.50$

20

### Considerazioni sulle luci dei ponti

- Indice di qualità del materiale:

$$L_0 = \frac{\sigma_{\text{rottura}}}{\gamma}$$

- $L_0$  è la lunghezza max che può avere un filo di un dato materiale con peso di volume  $\gamma$  e tensione di rottura  $\sigma_{\text{rottura}}$  se appeso ad una estremità;

21

### Considerazioni sulle luci dei ponti

- Ad esempio, per un acciaio Fe52:

$$L_0 = \frac{520 \times 10^6 \text{ (N / m}^2\text{)}}{78500 \text{ (N / m}^3\text{)}} = 6624 \text{ m}$$

- Per gli acciai armonici  $L_0 \sim 22000$  m. Essi, insieme alle leghe speciali di alluminio, sono tra i materiali più pregiati;

22

- I metodi di analisi dipendono dalla forma strutturale del ponte e ciò giustifica la classificazione sulla base di essa.
- Il concetto di forma strutturale è riferito ai meccanismi di resistenza ai carichi del ponte, per cui i carichi gravitazionali e orizzontali si trasferiscono dall'impalcato alla fondazione

23

### PONTI A TRAVATA

- In questo tipo di ponti, l'impalcato è sostenuto dalle travate principali disposte longitudinalmente, che, a loro volta, sono sostenute dalle spalle o da spalle e pile;
- La soletta è generalmente realizzata in c.a.o., mentre le travate possono essere di acciaio, c.a.o. o c.a.p., e lavorano prevalentemente in flessione in direzione longitudinale. La soletta lavora invece in flessione
- Questo tipo di ponte è generalmente usato per campate medio-piccole

24

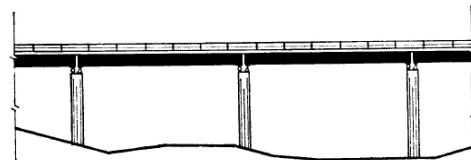
### **Classificazione dei ponti a travata secondo lo schema strutturale**

#### **Travate semplicemente appoggiate:**

- Impiegate per luci di:
  - 40-50 m (c.a.p. e strutture miste)
  - 60-80 m (acciaio)
- Vengono vantaggiosamente utilizzate se:
  - si fa uso estensivo della prefabbricazione
  - si temono cedimenti differenziali in fondazione

25

#### **TRAVATE SEMPLICEMENTE APPOGGIATE**



26



27

#### **Travate tipo Gerber (isostatiche)**

- Impiegate quando si vuole avere una distribuzione più equilibrata delle sollecitazioni nella struttura senza rinunciare ai vantaggi della isostaticità.
- Si prestano bene per ponti a tre luci, potendosi costruire in opera le campate laterali e limitando la prefabbricazione alla campata centrale, evitando di interrompere il traffico sulla via superata o impedire la navigazione nel fiume per lungo tempo

28

#### **Travate tipo Gerber (isostatiche)**

- Si hanno inoltre vantaggi rispetto alle travate semplicemente appoggiate riguardo alle sollecitazioni di momento flettente, che vengono drasticamente ridotte;
- Molto delicata risulta la realizzazione della "seggiola" Gerber. Infatti, l'altezza utile della struttura si riduce a meno della metà per l'ingombro degli apparecchi di appoggio, difficilmente ispezionabili e sostituibili. Per questi motivi in Italia molte Amministrazioni non accettano ponti di questo tipo.

29

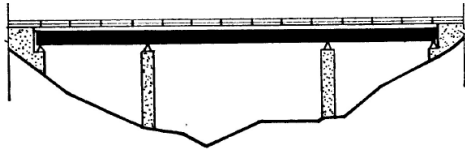
#### **Travate continue (iperstatiche)**

- Sfruttano meglio i materiali, ma presuppongono il buon comportamento delle fondazioni per evitare dannosi stati di sollecitazione per cedimenti differenziali;
- Nel c.a.p. la continuità può essere realizzata per conci singoli oppure per travi singole, mediante l'impiego di cavi di precompressione disposti:
  - nella soletta gettata in opera
  - in appositi fori predisposti nelle travi (cavi "cappello")

30

c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE

TRAVATE CONTINUE



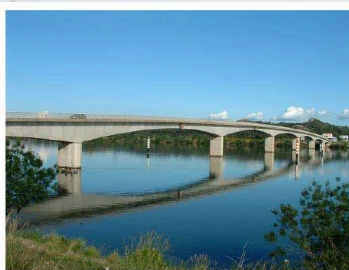
31

c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE



32

c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE



Aramon Bridge

Tipologia: ponte a travata in c/c Precompresso a 6 campate  
LUC: 210 m  
Anno completamento: 1992  
Utilizzo: Ponte stradale

33

c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE

PONTI A TELAIO

- Hanno un comportamento statico intermedio tra i ponti a travata e i ponti ad arco ed ha avuto un discreto impiego per la diffusione del sistema di prefabbricazione per conci successivi;
- Si possono avere ponti con un unico telaio (incernierato o incastrato ai piedi) oppure viadotti costituiti da più telai contigui diversamente collegati con:

- travi "tampone"
- sbalzi collegati da pendoli
- realizzazione di continuità
- sistemi a "stampella"

34

c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE

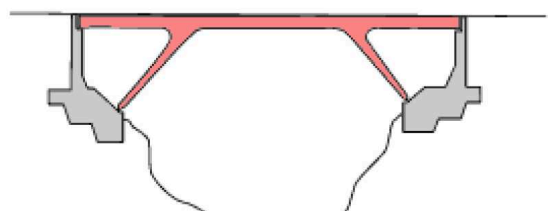
PONTI A TELAIO

- I telai a stampella hanno il vantaggio di essere isostatici, l'inconveniente è dato dalle notevoli sollecitazioni a cui sono sottoposte le pile e le fondazioni, oltre agli inconvenienti derivanti dal getto in opera degli sbalzi
- I telai con piedritti verticali hanno un comportamento prossimo a quelli a travata, essendo prevalenti gli sforzi di flessione e taglio; viceversa nei telai a piedritti inclinati il comportamento è più prossimo a quello degli archi

35

c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE

PONTE A TELAIO



36



c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE

### PONTI AD ARCO

- È la tipologia occidentale più antica, inventata nel bacino del mediterraneo e portata in giro dai Romani, fu usata per secoli nella costruzione di opere che avessero una durata infinita (quasi !!!!)



Ponte del Diavolo a Lucca

37

c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE

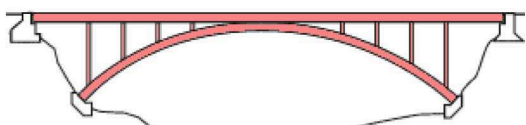
### PONTI AD ARCO

- In questi ponti la struttura principale è ad asse curvilineo e risulta prevalentemente soggetta a sforzo assiale, malgrado l'effetto dei carichi variabili possa ingenerare sforzi di flessione aggiuntivi
- I ponti ad arco possono essere classificati in base al grado di iperstaticità, potendosi avere archi a tre, a due o senza cerniere, oppure in base alla posizione relativa dell'impalcato e dell'arco, potendosi avere ponti ad arco a via inferiore o superiore

38

c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE

### SISTEMI ARCO TRAVE



39

c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE



Ponte di Ceres (TO)

40

c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE



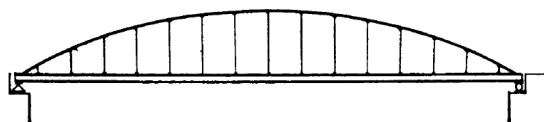
Ponte a  
Paderno sull'Adda (LC)

Anno di costruzione: 1887-1889

41

c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE

### ARCO A SPINTA ELIMINATA



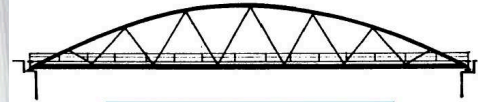
c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE



43

c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE

ARCO NIELSEN



44

c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE

**PONTI AD ARCO**

- I ponti ad arco detti a "trave Lange" eliminano la spinta mediante un impalcato che lavora a trazione, e per questo motivo tale schema è adatto per impalcato in acciaio
- I ponti ad arco senza spinta eliminata possono essere realizzati in presenza di terreni rocciosi superficiali, che possono assorbire le azioni orizzontali; l'impiego di fondazioni profonde in questi casi può risultare molto costoso

45

c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE

**PONTI AD ARCO**

- I ponti ad arco hanno avuto un rilancio, in considerazione anche dello sviluppo delle tecniche di costruzione a sbalzo per conci successivi, che evitano l'uso delle centine.
- In questo modo è possibile realizzare l'arco con i due semiarchi partendo a sbalzo e strallandoli fino in chiave. Una volta realizzata la sutura gli stralli vengono rimossi, e sull'arco si imposta l'impalcato

46

c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE

**PONTI A TRAVATURA RETICOLARE**

- I carichi su un ponte sono essenzialmente sostenuti dalle travate principali, in funzione dei momenti resistenti flessionali. Le loro dimensioni massime sono dettate da problemi di fabbricazione, posa in opera e trasporto. Non possono essere superate generalmente lunghezze di 50 m, per altezze massime della sezione dell'ordine di 4 m;

47

c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE

**PONTI A TRAVATURA RETICOLARE**

- I ponti a travatura reticolare superano questi schemi, essendo gli elementi componenti soggetti a sforzi normali che sfruttano al massimo il materiale. Per luci fino a 100 m tali ponti hanno una grande convenienza economica. Si hanno realizzazioni in acciaio e recentemente anche in c.a.p.. In tal caso il corrente inferiore soggetto a trazione viene anche precompresso;
- Possono classificarsi in ponti stradali e ponti ferroviari, essendo i primi molto più contenuti in dimensioni dei secondi, soggetti questi ultimi a carichi più importanti;

48



*c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE*

**PONTI A TRAVATURA RETICOLARE**

- Un'altra classificazione viene fatta in base alla disposizione dei correnti e dell'inclinazione delle diagonali. I correnti inferiore e superiore possono essere orizzontali, con altezza costante della travatura (Pratt, Warren, Howe)
- Volendo incrementare il momento resistente al centro della campata, si aumenta la distanza tra i correnti, determinando travate a sezione variabile (Parker). Quando l'altezza diventa significativa, le diagonali diventerebbero troppo inclinate. Allora si tende ancora alla soluzione ottimale con angoli delle diagonali di  $45^\circ$ - $60^\circ$  con le travature a K

49

*c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE*



**Ponti Ferroviari di Shiroro - Nigeria**

50

*c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE*

**PONTI A TRAVATURA RETICOLARE**

- Un'altra classificazione è basata sulla disposizione dell'impalcato, che può essere inferiore o superiore. I carichi di impalcato sono trasferiti alle travature disposte in accostamento mediante delle travi secondarie trasversali;
- Un problema notevole nei ponti a travatura reticolare è quello della stabilità delle membrature compresse, evidenziatosi con un collasso avvenuto su un ponte ferroviario in Russia;

51

*c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE*

**PONTI A TRAVATURA RETICOLARE**

- Inoltre, soggetti a azioni ambientali, sono soggetti a fenomeni di corrosione e di conseguenza si richiede una continua manutenzione, spesso economicamente assai gravosa.
- Questi sono i motivi che hanno impedito attualmente la realizzazione su larga scala di tali tipi di ponti

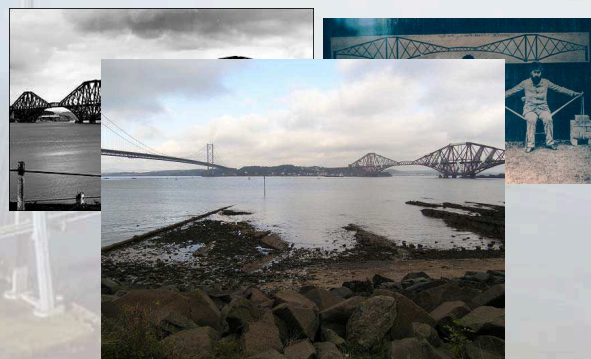
52

*c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE*



53

*c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE*



54

c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE

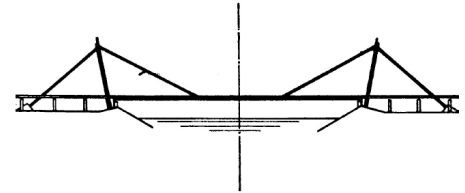
### PONTI STRALLATI

- Sono il risultato dell'innovazione tecnologica raggiunta dopo la II guerra mondiale. Sono economicamente molto competitivi per medie e grandi luci (200 ÷ 800m) anche rispetto ai ponti sospesi;
- Possono essere in acciaio e in c.a.p. o misti in funzione della luce;

55

c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE

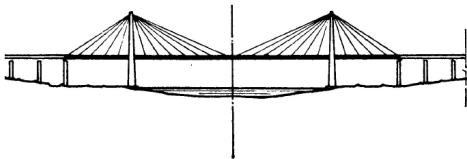
### PONTE STRALLATO A TRAVATA FLESSORIGIDA CON ANCORAGGI A TERRA



56

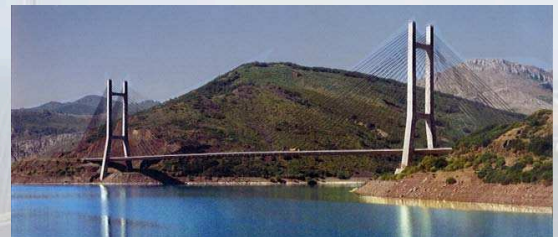
c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE

### PONTE STRALLATO AUTOANCORATO A COMPORTAMENTO RETICOLARE



57

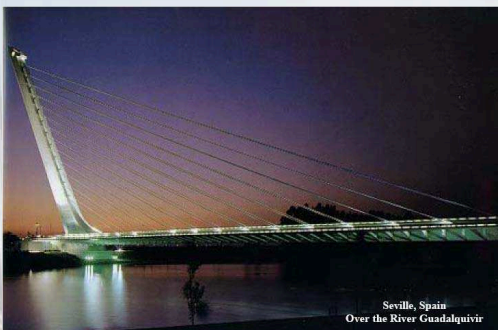
c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE



Barrios de Luna 440 m - 1983

58

c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE



Seville, Spain  
Over the River Guadalquivir

59

c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE



Ponte di Normandia 856 m - 1994

60

c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE



Rion - Antirion ultimato nel 2004

61

c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE



Rion - Antirion

62

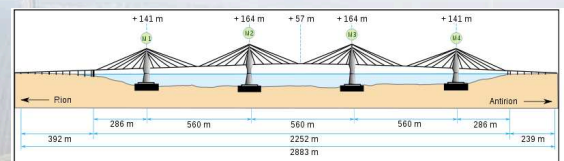
c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE



Rion - Antirion

63

c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE



Rion - Antirion

64

c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE



Tatara 890 m 1999

65

c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE



Sutong 1088 m 2008

66



*c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE*

**PONTI SOSPESI**

- Costituiscono il massimo dell'estetica e della efficienza statica, consentono di superare grandi luci (1000 ÷ 2000 m)



67

*c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE*

**Storebealt 1624 m - 1998**



68

*c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE*

**PONTI SOSPESI**

Akashi-Kaikyo 1990 m - 1998



69

*c) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLO SCHEMA STRUTTURALE*

**PONTI SOSPESI**

Akashi-Kaikyo 1990 m - 1998



70

*d) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALL'OSTACOLO SOVRAPASSATO*

**PONTI**

- I ponti propriamente detti hanno lo scopo di consentire il superamento di fiumi, canali, bracci di mare, ecc.
- La realizzazione di una tale opera deve tenere conto di alcuni vincoli progettuali che sono di natura prevalentemente idraulica.

71

*d) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALL'OSTACOLO SOVRAPASSATO*

**PONTI**

- Tra i vincoli di natura prevalentemente idraulica si elencano:
  - a) eventi di massima piena da prevedersi per tutta la vita del ponte, convenzionalmente fissata in 50 anni per le opere ordinarie, in 100 anni per le opere di particolare importanza;
  - b) livello massimo dell'acqua, tenendo conto della futura presenza dell'opera (fenomeni di rigurgito di poca importanza - 10 cm - nei ponti moderni, per la snellezza delle pile);

72

### PONTI

- Tra i vincoli di natura prevalentemente idraulica si elencano:

- c) problemi di scalzamento delle fondazioni in alveo, da calcolarsi anche mediante formule empiriche (Neill):

$$s = 1,5 y K_s (b / y)^{0,7}$$

s = max scalzamento

y = altezza d'acqua

b = dimensione trasversale dell'ostacolo

K<sub>s</sub> = coefficiente di forma della pila

73

### PONTI

- Tra i vincoli di natura prevalentemente idraulica si elencano:

- d) i franchi necessari per permettere la navigazione, che deve essere garantita per un livello d'acqua inferiore a quello di massima piena. Si deve consentire il passaggio di eventuali tronchi o altri oggetti (almeno 1,00 - 1,50 m);

- e) il rischio di erosione di elementi strutturali interessati dall'acqua, prevedendo, se è il caso, rivestimenti opportuni.

74

### VIADOTTI

- Un viadotto si rende necessario quando la morfologia accidentata del terreno non consente alla strada di appoggiarsi sulla sede naturale anche per lunghi tratti;
- Un viadotto può essere costituito da più campate e da pile intermedie. Il problema che nasce è quello del numero e della lunghezza delle campate, del numero e della ubicazione delle pile.

75

### VIADOTTI

- A volte tali scelte sono dettate da fattori oggettivi:
  - **presenza di edifici o altre infrastrutture;**
  - **considerazioni geomorfologiche;**
- Spesso, invece, la scelta è lasciata al progettista sulla base di considerazioni di natura estetica ed economica:
  - **Estetica:** risulta determinante l'ambiente circostante, l'andamento plano-altimetrico, la larghezza del viadotto. Luci inferiori all'altezza delle pile sono sgradevoli.
  - **Economica:** si possono in tal caso fornire dei criteri oggettivi e qualitativamente più generali.

76

### VIADOTTI

- Tenuto conto dell'esperienza, in generale si può porre:

$$C_T = a_1 + a_2 L \quad C_P = a_3 + \frac{a_4}{L}$$

L = luce della campata

C<sub>T</sub> = costo a mq dell'impalcato

C<sub>P</sub> = costo a mq delle pile e delle fondazioni

77



78

d) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALL'OSTACOLO SOVRAPASSATO

**SOVRAPASSAGGI E SOTTOPASSAGGI**

- Sono necessari per scavalcare altre strade o ferrovie
- I vincoli sono costituiti dalla sagoma limite:
  - strada ordinaria 5,00 m
  - sottopassi pedonali 2,50 m
- In genere i sostegni devono essere posti a 50-75 cm oltre la banchina, fuori dal ciglio erboso, mentre pile centrali possono essere previste solo se lo spartitraffico è > 4,00m

79

d) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALL'OSTACOLO SOVRAPASSATO

**STRADE O FERROVIE SOPRAELEVATE**

- Sono realizzate quando è necessario scavalcare aree urbane con costruzioni preesistenti o di particolare importanza ai fini del traffico, dell'interesse urbanistico o archeologico;

80

d) CLASSIFICAZIONE IN BASE ALL'OSTACOLO SOVRAPASSATO

**STRADE O FERROVIE SOPRAELEVATE**

- I vincoli sono dati, oltre che dalla presenza delle strutture preesistenti, dalla necessità di costruire l'opera in breve tempo ed in presenza di traffico, preferendo elementi prefabbricati leggeri e facilmente trasportabili nel traffico cittadino.
- E' giustificato così l'impiego antieconomico dell'acciaio anche su luci medio-piccole (sopraelevata del porto di Genova, tangenziali di Roma e Napoli, ecc)

81

e) CLASSIFICAZIONE SULLA BASE ALLA VIA SERVITA

- Tale classificazione tiene conto dei carichi variabili che transitano sul ponte e dei vincoli che essi impongono:

**Ponti stradali di 1a categoria**

- Progettati per il transito dei carichi più severi (in genere carichi militari)

**Ponti stradali di 2a categoria**

- A servizio di strade secondarie su cui non è previsto il transito di determinati veicoli pesanti

**Passerelle pedonali**

- Adibite al transito dei soli pedoni

82

e) CLASSIFICAZIONE SULLA BASE ALLA VIA SERVITA

- Tale classificazione tiene conto dei carichi variabili che transitano sul ponte e dei vincoli che essi impongono:

**Ponti ferroviari**

- Anch'essi suddivisi in varie categorie a seconda dell'importanza della linea servita. Generalmente sono più massicci dei ponti stradali, per i carichi più gravosi e per le limitazioni imposte sulle deformazioni massime

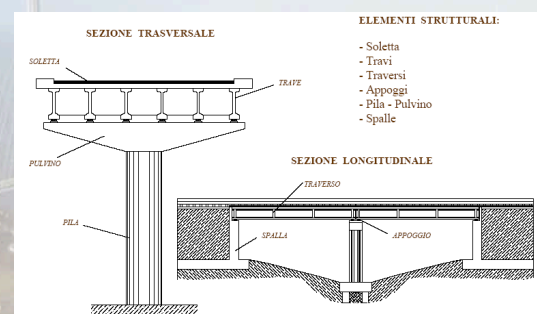
**Ponti canale**

- Necessari per sostenere tubazioni

83

e) CLASSIFICAZIONE SULLA BASE ALLA VIA SERVITA

**Elementi strutturali di un ponte**

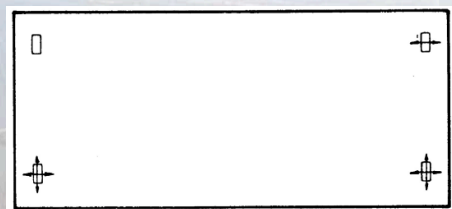


84



**e) CLASSIFICAZIONE SULLA BASE ALLA VIA SERVITA**

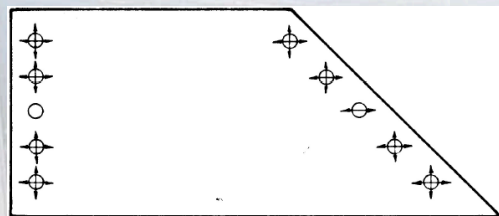
Disposizione appoggi in travate semplicemente appoggiate in retto



85

**e) CLASSIFICAZIONE SULLA BASE ALLA VIA SERVITA**

Disposizione appoggi in travate semplicemente appoggiate in obliquo

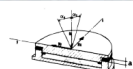


86

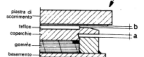
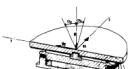
**e) CLASSIFICAZIONE SULLA BASE ALLA VIA SERVITA**

Apparecchi d'appoggio in acciaio-teflon

Cerniera sferica fissa



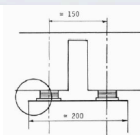
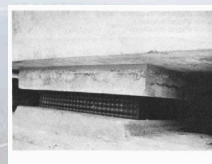
Cerniera sferica unidirezionale



87

**e) CLASSIFICAZIONE SULLA BASE ALLA VIA SERVITA**

Apparecchi d'appoggio in elastomero



88

**e) CLASSIFICAZIONE SULLA BASE ALLA VIA SERVITA**

Apparecchi d'appoggio in acciaio



89