

Sperimentazione delle Linee Guida per i ponti esistenti

Convegno Finale

19, 20 e 21 novembre 2025

Aula Magna Adalberto Libera

Dipartimento di Architettura

Università degli Studi Roma Tre

Largo Giovanni Battista Marzi, 10

**CALIBRAZIONE DEI FATTORI PARZIALI DELLE RESISTENZE e
CARICHI PER LE VERIFICHE DI TRANSITABILITA'**

I. Iervolino, P. Franchin...

FATTORI PARZIALI - SOMMARIO

γ_M	
Calcestruzzo	Acciaio
1.54	1.22

- ❖ La calibrazione dei fattori parziali è stata eseguita per i materiali calcestruzzo e acciaio e si applica alla mediana delle resistenze.
- ❖ La calibrazione assicura una bassa probabilità di verifica positiva per ponti definiti *inaccettabili* (affidabilità ≤ 2.3) e una probabilità elevata per ponti *accettabili* (affidabilità ≥ 2.8).
- ❖ Un numero maggiore di indagini conferma il risultato della verifica, riducendo la probabilità di esito positivo della verifica per ponti inaccettabili e aumentandola per quelli accettabili.
- ❖ Sono stati considerati ampi intervalli sulle incertezze dei materiali e sulle sollecitazioni, basandosi sulla letteratura di riferimento.
- ❖ La procedura è analitica ed è facilmente replicabile con ipotesi diverse.
- ❖ I fattori parziali ottenuti sono superiori a quelli delle LL.GG., ma garantiscono probabilità di verifica positiva simili nei casi investigati.
- ❖ Non ci siamo occupati di FC, ma sarebbero minori di quelli attuali se accompagnati a questi nuovi gamma.

CONTESTO

- Le LL.GG. definiscono le resistenze di calcolo come:

$$R_{LLGG} = \min\left(\frac{f_m}{\gamma_M \cdot FC}; \frac{f_k}{FC}\right)$$

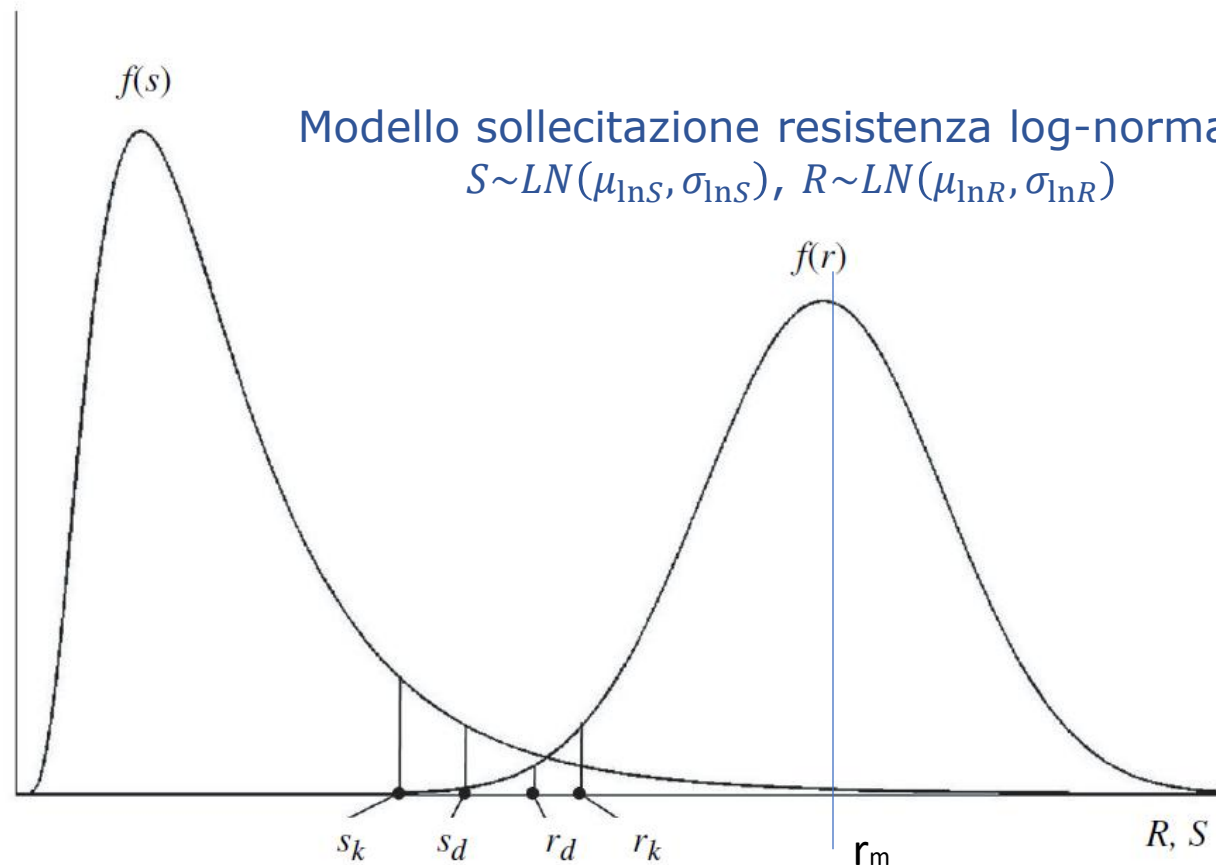
in cui: γ_M è il fattore parziale di sicurezza del materiale; FC è il fattore di confidenza (assunto pari a uno da qui in avanti), f_m è la media campionaria della resistenza del materiale, f_k è il valore caratteristico.

- Il fattore parziale di sicurezza γ_M sembra essere definito come:

$$\gamma_M = \gamma_{Rd1} \cdot \gamma_{Rd2} \cdot \gamma_f = \frac{1}{1 - 0.4 \cdot \alpha_R \cdot \beta_t \cdot V_{\theta_{Rd1}}} \cdot \frac{1}{1 - 0.4 \cdot \alpha_R \cdot \beta_t \cdot V_{\theta_{Rd2}}} \cdot \frac{e^{(1 - 1.645) V_f}}{e^{(1 - \alpha_R \cdot \beta_t \cdot V_f)}}$$

OBIETTIVI GENERALI

- ❖ Ricalibrare i fattori parziali di sicurezza sulla base della affidabilità in modo congruente con l'utilizzo e coerentemente con quanto fatto nei codici per le costruzioni moderne.
- ❖ Calibrare i fattori parziali con maggiore semplicità computazionale possibile e facilitarne la riproducibilità.
- ❖ Coprire un campo ampio di casi in cui si possa trovare l'analista.
- ❖ Semplificare la relazione attualmente presente nelle LL.GG.
- ❖ Essere coerenti il più possibile con l'approccio che sembra avere portato ai fattori parziali attuali.



Probabilità di fallimento:

$$p_f = P[R/S < 1] = \Phi\left(-\frac{\mu_{\ln R} - \mu_{\ln S}}{\sqrt{\sigma_{\ln R}^2 + \sigma_{\ln S}^2}}\right) = \Phi(-\beta) \quad \beta = \frac{\mu_{\ln R} - \mu_{\ln S}}{\sqrt{\sigma_{\ln R}^2 + \sigma_{\ln S}^2}}$$

CONDIZIONI DI VERIFICA

- Disequazione di verifica in scala logaritmica:

$$\underbrace{R_d}_{\mu_{\ln R} - \alpha_R \cdot \beta \cdot \sigma_{\ln R}} \geq \underbrace{S_d}_{\mu_{\ln S} - \alpha_S \cdot \beta \cdot \sigma_{\ln S}}$$

- $R = f \cdot r$, con f variabile aleatoria (log-normale) rappresentativa dell'eterogeneità del materiale e r (log-normale) delle incertezze sul meccanismo di fallimento

$$\underbrace{\mu_{\ln f} + \mu_{\ln r} - \alpha_R \cdot \beta_c \cdot \sigma_{\ln R}}_{R_d} \geq \underbrace{\mu_{\ln S} - \alpha_S \cdot \beta_c \cdot \sigma_{\ln S}}_{S_d}$$

Il risultato non dipende da $\mu_{\ln S}$.

$$\beta_c = 2.3$$

Parametri di sollecitazione e resistenza	Calcestruzzo	Acciaio
$\sigma_{\ln f, c}$	0.15	0.045
$\mu_{\ln r}$	-0.031	0.035
$\sigma_{\ln r}$	0.145	0.067
$\sigma_{\ln S}$	0.15 (sollecitazione da traffico) 0.25 (sollecitazione da vento) 0.35 (sollecitazione da neve)	0.15 (sollecitazione da traffico) 0.25 (sollecitazione da vento) 0.35 (sollecitazione da neve)

FATTORE PARZIALE e OBIETTIVI DELLA CALIBRAZIONE

In questa logica, R_d sostituisce R_{LLGG} .

$$R_d = \frac{e^{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(f_i)}}{\gamma_M} \geq S_d = e^{\mu_{\ln S} - \alpha_S \cdot \beta_C \cdot \sigma_{\ln S}}$$

con il fattore parziale

$$\gamma_M = e^{-\mu_{\ln r} + z_{1-\vartheta} \cdot \sigma_{\ln f, c} + \alpha_R \cdot \beta_C \cdot \sigma_{\ln R}}$$

$z_{1-\vartheta}$ è il quantile di ordine $1 - \vartheta$ della gaussiana standard.

Indice di affidabilità di un ponte esistente:

$$\beta \in [2, 3.5] \text{ e } p_f = [2.2 \cdot 10^{-2}, 2.3 \cdot 10^{-4}];$$

Parametro	Calcestruzzo	Acciaio
$\sigma_{\ln f}$	[0.100, 0.200] ([0.18, 0.25])	[0.045, 0.060] ([0.08, 0.09])

Controllare che:

un ponte caratterizzato da un indice di affidabilità ≤ 2.3 :

- A. abbia una arbitrariamente *bassa* probabilità di superare la verifica;
- B. tale probabilità decresca al crescere del numero di prove;

un ponte caratterizzato da un indice di affidabilità ≥ 2.8 :

- C. abbia una arbitrariamente *alta* probabilità di superare la verifica;
- D. tale probabilità cresca al crescere del numero di prove.

RISULTATI

$$P[R_d \geq S_d] = \Phi \left(- \frac{\ln \gamma_M + \mu_{\ln r} - \alpha_S \cdot \beta_c \cdot \sigma_{\ln S} - \beta \cdot \sqrt{\sigma_{\ln f}^2 + \sigma_{\ln r}^2 + \sigma_{\ln S}^2}}{\frac{\sigma_{\ln f}}{\sqrt{n}}} \right)$$

γ_M	
Calcestruzzo	Acciaio
1.54	1.22

$$\sigma_{\ln S} = 0.25, \sigma_{\ln f} = 0.15$$

n	$\beta = 2.0$	$\beta = 2.2$	$\beta = 2.3$	$\beta = 2.8$	$\beta = 2.9$	$\beta = 3.0$	$\beta = 3.3$	$\beta = 3.5$
2	0.076	0.206	0.304	0.847	0.908	0.949	0.995	0.999
5	0.012	0.098	0.209	0.947	0.982	0.995	1.000	1.000
15	0.000	0.012	0.080	0.997	1.000	1.000	1.000	1.000
30	0.000	0.001	0.024	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

$$P_f = 2 \cdot 10^{-2}$$

$$P_f = 2 \cdot 10^{-4}$$

$$\sigma_{\ln S} = 0.25, \sigma_{\ln f} = 0.045$$

n	$\beta = 2.0$	$\beta = 2.2$	$\beta = 2.3$	$\beta = 2.8$	$\beta = 2.9$	$\beta = 3.0$	$\beta = 3.3$	$\beta = 3.5$
2	0.000	0.033	0.156	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000
5	0.000	0.002	0.055	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
15	0.000	0.000	0.003	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
30	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

$$P_f = 2 \cdot 10^{-2}$$

$$P_f = 2 \cdot 10^{-4}$$

RISULTATI

Confronto con le resistenze di progetto delle LL.GG.

- $R_{LLGG} = \min \left(\frac{e^{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \ln(f_i)}}{\gamma_M}; e^{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \ln(f_i) - \frac{s_{\ln f}}{\sqrt{n}} - 1.645 \cdot s_{\ln f}} \right)$, dove $\gamma_M = 1.26$ per il calcestruzzo e $\gamma_M = 1.10$ per l'acciaio; $s_{\ln f}$ è la stima della deviazione standard del materiale.

Calcestruzzo

$$\sigma_{\ln S} = 0.25, \sigma_{\ln f} = 0.15$$

n	$\beta = 1.6$	$\beta = 1.9$	$\beta = 2.0$	$\beta = 2.1$	$\beta = 2.2$	$\beta = 2.3$	$\beta = 2.8$	$\beta = 3.0$
2	0.130	0.353	0.441	0.521	0.596	0.661	0.855	0.898
5	0.045	0.301	0.425	0.546	0.655	0.745	0.968	0.989
15	0.005	0.281	0.491	0.687	0.836	0.927	1.000	1.000
30	0.000	0.281	0.574	0.816	0.945	0.989	1.000	1.000

$$P_f = 3 \cdot 10^{-2}$$

Acciaio

$$\sigma_{\ln S} = 0.25, \sigma_{\ln f} = 0.045$$

n	$\beta = 1.6$	$\beta = 1.9$	$\beta = 2.0$	$\beta = 2.1$	$\beta = 2.2$	$\beta = 2.3$	$\beta = 2.8$	$\beta = 3.0$
2	0.000	0.102	0.297	0.554	0.752	0.862	0.993	0.998
5	0.000	0.033	0.262	0.674	0.902	0.975	1.000	1.000
15	0.000	0.002	0.226	0.898	0.997	1.000	1.000	1.000
30	0.000	0.000	0.175	0.982	1.000	1.000	1.000	1.000

$$P_f = 2 \cdot 10^{-2}$$

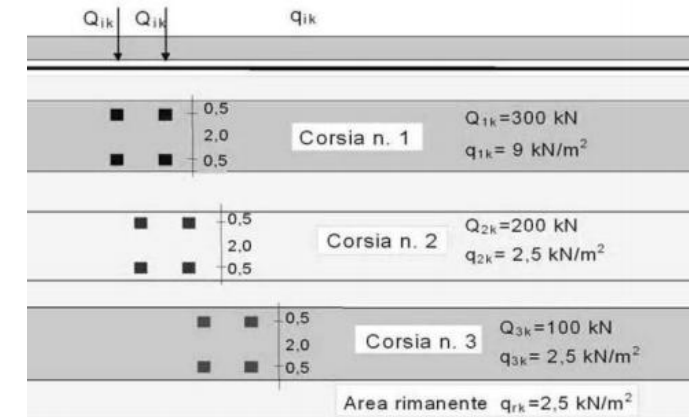
CARICHI DA TRAFFICO - SOMMARIO

- ❖ Le attuali azioni da traffico 44t (e 26t) non hanno una caratterizzazione probabilistica e non possono essere quindi usate in una calibrazione dei fattori parziali contro un'affidabilità obiettivo.
- ❖ Il modello LM1 ha invece una distribuzione sottostante (Gumbel).
- ❖ Si può ricavare un 44t ad esso proporzionale, e usare la stessa distribuzione, per la parte dipendente dal tempo dell'incertezza nell'azione da traffico.
- ❖ La calibrazione si può svolgere mediante il Design Value Method adottando:
 - la distribuzione lognormale per l'intero effetto dell'azione da traffico.
 - L' affidabilità obiettivo nelle LL.GG.
- ❖ Si ottengono in generale sollecitazione di verifica inferiori
 - Non bisogna dimenticare che l'affidabilità obiettivo nelle LL.GG. per la transitabilità è però molto bassa se confrontata con il MC2020 e corrisponde a una probabilità di fallimento 3000 volte maggiore di quella accettata per le opere nuove
- ❖ Si dovrebbe considerare di semplificare la vita agli analisti e usare un solo modello di carico (LM1), lavorando solo sui fattori parziali
 - 1.35 per adeguatezza, 1.16 per operatività, 1.06 per transitabilità.
- ❖ L'effetto del controllo del traffico in termine di riduzioni nei fattori parziali dev'essere studiato più a fondo con riferimento alla situazione italiana (in corso).

IL LOAD MODEL 1 NELLE NTC E EN1991

❖ Prendiamo come riferimento l'azione da traffico per l'adeguatezza (LM1), che indicheremo collettivamente come $Q_{k,LM1}$. Calibrato per:

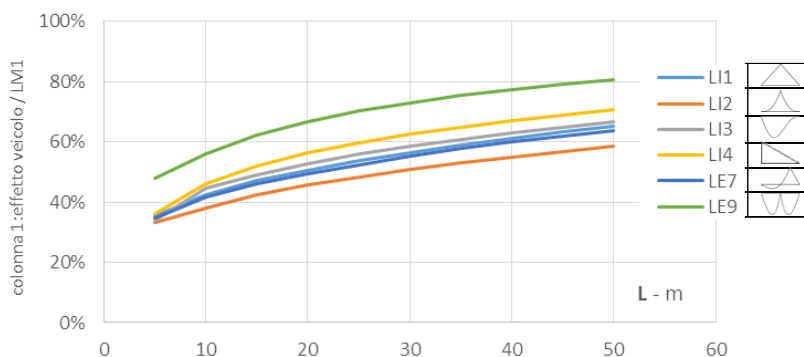
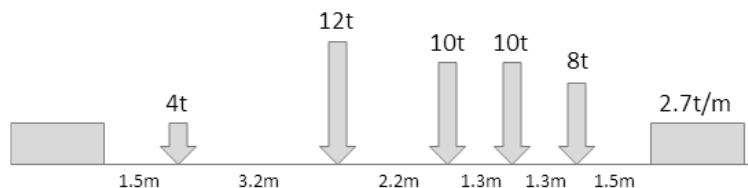
- sei linee di influenza (diversi effetti, V, M, schema statico);
- dieci diverse luci (5m, 10m, 20m, 50m, 100m, 200m);
- scenari di deflusso libero (traffico veloce) e congestione (traffico lento)
- Incorpora l'effetto dell'amplificazione dinamica.



- $Q_{k,LM1}$ (il suo effetto) è qualificato con $T_r = 975$ anni. La distribuzione di riferimento è nota ed è approssimabile con una Gumbel. (Confermato da Bollettino *fib* 80 che nel MC2020).
- Se si trova trovassimo un'azione per operatività/transitabilità proporzionale a LM1 si può ricavarne la distribuzione da quella di LM1 e calibrare coerentemente il fattore parziale.

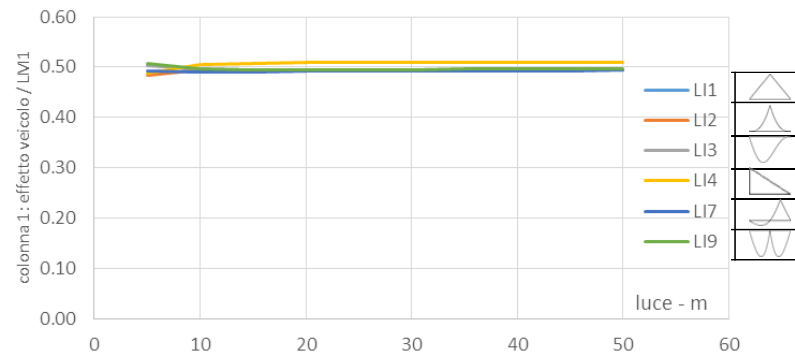
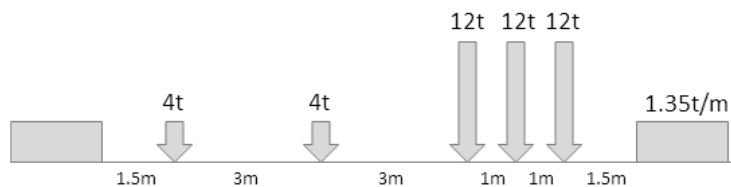
44t VECCHI E NUOVI

- ❖ Il 44t nelle LL.GG. ($Q_{44t,LLGG}$) non è basato sull'elaborazione statistica di dati di traffico come quella di LM1.
- ❖ Provato sulle stesse luci e linee d'influenza su cui è stato calibrato LM produce effetti ad esso non proporzionali.



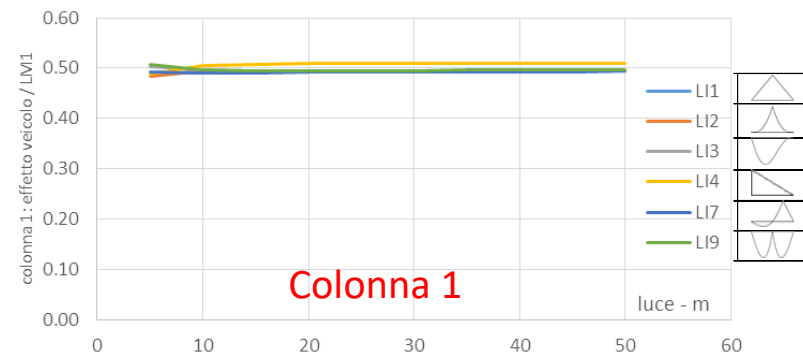
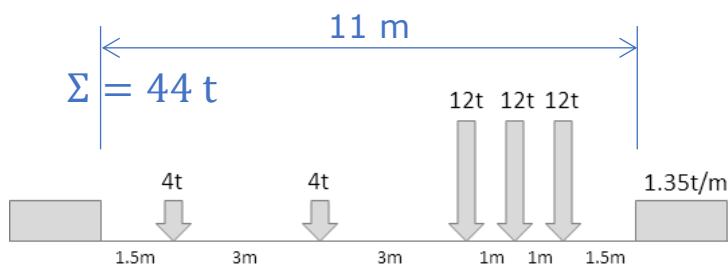
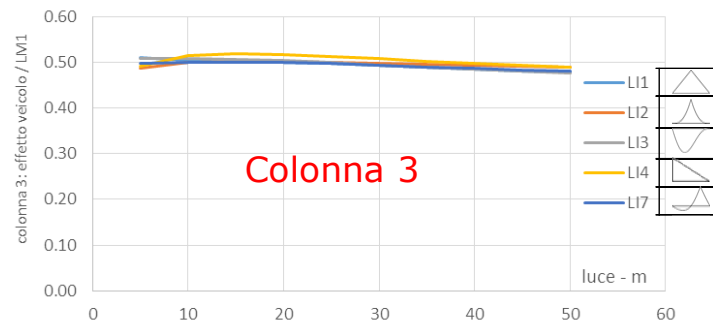
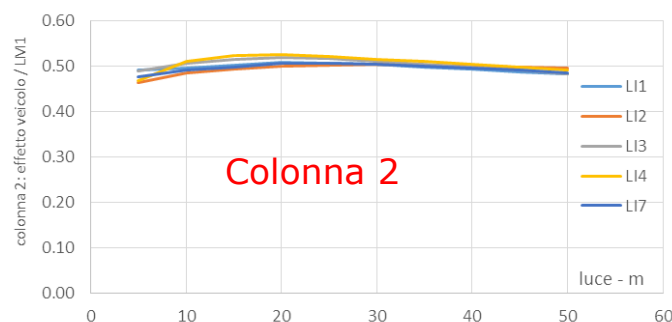
Conclusioni analoghe per il 26t, rapporto tra effetti del 26t e del LM1 non uniforme su luci e linee d'influenza.

- ❖ Si è quindi derivato uno schema simile per geometria e carico il 44t delle LL.GG $Q_{44t} \cong 0.5 \cdot Q_{k,LM1}$ (produce su tutte le luci e gli effetti il 50% di LM1).



IL NUOVO 44t, COLONNE 2 E 3

- ❖ Come per LM1, sulla colonne 2 e 3 si dispongono azioni ridotte. Ottimizzando si ottiene un rapporto 50% anche per queste colonne:
- Fattori di proporzionalità: 0.6 per la colonna 2 e 0.33 per la colonna 3.
- Stese uniformi: 0.2 t/m (colonna 2) e 0.3 t/m (colonna 3).



CALIBRAZIONE DEL FATTORE PARZIALE

❖ *Design Value Method* con sollecitazione da traffico $Q = \theta_E \cdot C_o \cdot q_t$ lognormale (MC2020):

$$\gamma_Q = \frac{Q_d}{Q_k} = \mu_Q \exp(-\alpha_E \cdot \beta_t \cdot V_Q)$$

stato limite	t (anni)	β	schema	γ_Q	γ_{LLGG}
adeguatezza	50	4.3	LM1	1.35	1.35
operatività	30	2.8	LM1	1.16	1.20
transit. 2 Liv1	5	2.8	44t	2.11	1.60
transit. 2 Liv2	5	2.8	44t	2.11	1.35

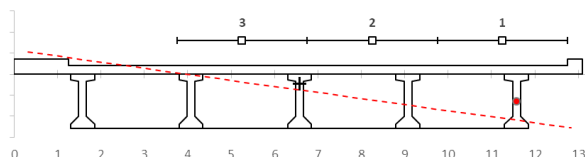
CONFRONTO TRA LL.GG. E NUOVO 44t

- ❖ Il nuovo 44t non è più cautelativo/penalizzante. Al contrario, in uno scenario di controllo intermedio ($\gamma = 1.35$ sul 44t delle LL.GG.) produce azioni di verifica inferiori (3 esempi, M e V su trave di riva).

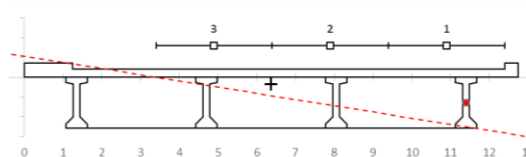
TRANSITABILITÀ (tipo 2)

Risultati ottenuti con Courbon, ma essendo relativi sono validi per Massonet o FEM.

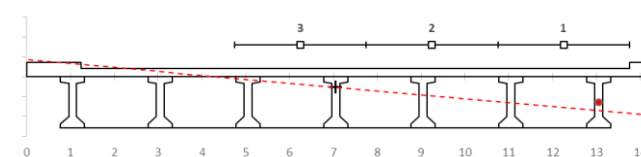
L=20m, 5trv/2.5m



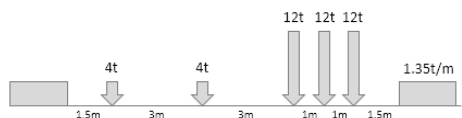
L=32m, 4trv/3.35m



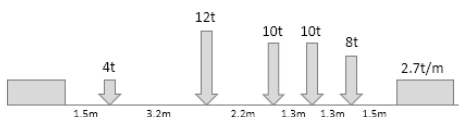
L=25m, 7trv/2m



44t nuovo



44t LL.GG.



corsia	ϕ	r	γ_{SLU}	M_{SLU}	V_{SLU}
	-	-	-	kNm	kN
1	100%	1.00	2.11	2492	525
2	60%	1.00	2.11	807	171
3	33%	1.00	2.11	132	28
				3431	725
				-10%	-16%

ϕ	r	γ_{SLU}	M_{SLU}	V_{SLU}
-	-	-	kNm	kN
1.00	0.655	2.11	5509	719
1.00	0.387	2.11	1654	215
1.00	0.118	2.11	308	40
			7471	974
			-18%	-23%

ϕ	r	γ_{SLU}	M_{SLU}	V_{SLU}
-	-	-	kNm	kN
1.00	0.421	2.11	2491	418
1.00	0.261	2.11	827	139
1.00	0.100	2.11	188	32
			3506	589
			-16%	-22%

corsia	ϕ	r	γ_{SLU}	M_{SLU}	V_{SLU}
	-	-	-	kNm	kN
1	100%	1.33	1.35	2181	495
2	100%	1.33	1.35	1269	288
3	100%	1.33	1.35	357	81
				3807	864
				1÷1.4	1.1/1.35/1.60

ϕ	r	γ_{SLU}	M_{SLU}	V_{SLU}
-	-	-	kNm	kN
1.25	0.655	1.35	5151	719
1.25	0.387	1.35	3039	424
1.25	0.118	1.35	927	129
			9116	1273

ϕ	r	γ_{SLU}	M_{SLU}	V_{SLU}
-	-	-	kNm	kN
1.30	0.421	1.35	2255	407
1.30	0.261	1.35	1395	252
1.30	0.100	1.35	535	97
			4185	756

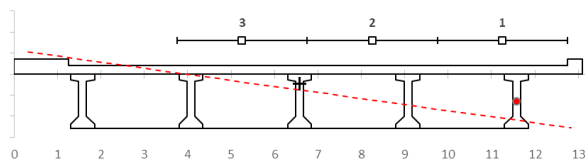
ULTERIORE SEMPLIFICAZIONE

- ❖ Vista la proporzionalità del nuovo 44t al modello LM1 ($Q_{44t} \cong 0.5 \cdot Q_{k,LM1}$), si potrebbe semplificare la vita ai verificatori prescrivendo l'uso del solo LM1, cambiando solo il fattore parziale ($\gamma_Q = 1.35$ per adeguatezza e $\gamma_Q = 2.11/2 = 1.06$ per transitabilità).

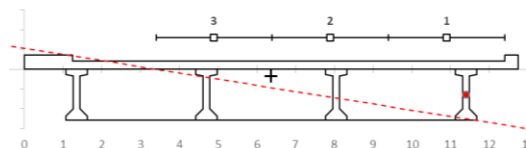
TRANSITABILITÀ (tipo 2)

Risultati ottenuti con Courbon, ma essendo relativi sono validi per Massonet o FEM.

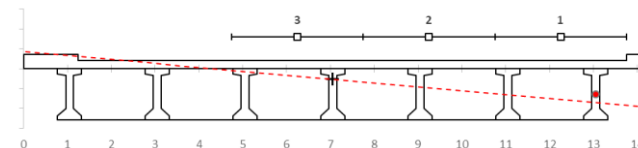
L=20m, 5trv/2.5m



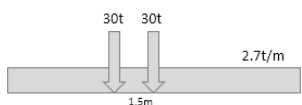
L=32m, 4trv/3.35m



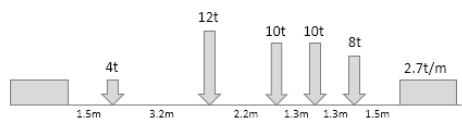
L=25m, 7trv/2m



LM1



44t LL.GG.



corsia	ϕ	r	γ_{SLU}	M_{SLU} kNm	V_{SLU} kN
1	100%	1.00	1.06	2537	518
2	67%	1.00	1.06	798	164
3	33%	1.00	1.06	131	27
				3467	709
				-9%	-18%

ϕ	r	γ_{SLU}	M_{SLU} kNm	V_{SLU} kN
-	-	-	-	-
1.00	0.655	1.06	5609	709
1.00	0.387	1.06	1655	210
1.00	0.118	1.06	312	40
			7577	958
			-17%	-25%

ϕ	r	γ_{SLU}	M_{SLU} kNm	V_{SLU} kN
-	-	-	-	-
1.00	0.421	1.06	2537	412
1.00	0.261	1.06	820	134
1.00	0.100	1.06	188	31
			3545	577
			-15%	-24%

corsia	ϕ	r	γ_{SLU}	M_{SLU} kNm	V_{SLU} kN
1	100%	1.33	1.35	2181	495
2	100%	1.33	1.35	1269	288
3	100%	1.33	1.35	357	81
				3807	864
				1÷1.4	1.1/1.35/1.60

ϕ	r	γ_{SLU}	M_{SLU} kNm	V_{SLU} kN
-	-	-	-	-
1.25	0.655	1.35	5151	719
1.25	0.387	1.35	3039	424
1.25	0.118	1.35	927	129
			9116	1273

ϕ	r	γ_{SLU}	M_{SLU} kNm	V_{SLU} kN
-	-	-	-	-
1.30	0.421	1.35	2255	407
1.30	0.261	1.35	1395	252
1.30	0.100	1.35	535	97
			4185	756

CONTROLLO DEL TRAFFICO - INTRODUZIONE

- ❖ Imponendo $W < w_{lim}$ e fermando quelli con $W > w_{lim}$ come cambia l'effetto Q ? Cosa succede quando si controlla il traffico?
- ❖ Dati riferiti alle autostrade dell'Europa dell'Est indicano che la riduzione del frattile Q_k è bassa anche per percentuali di veicoli pesanti molto piccole.

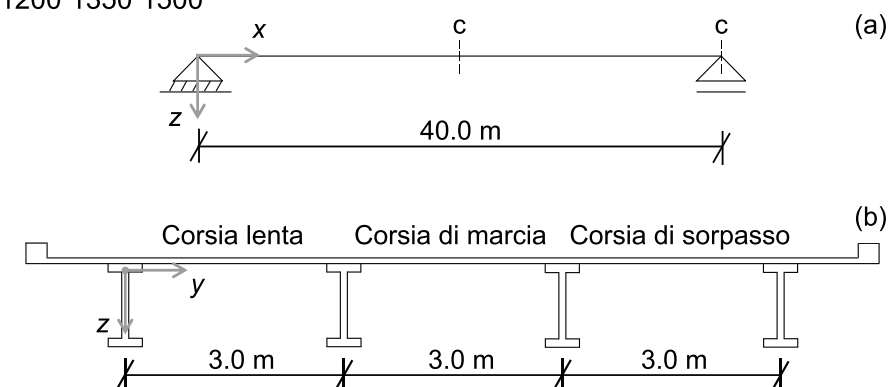
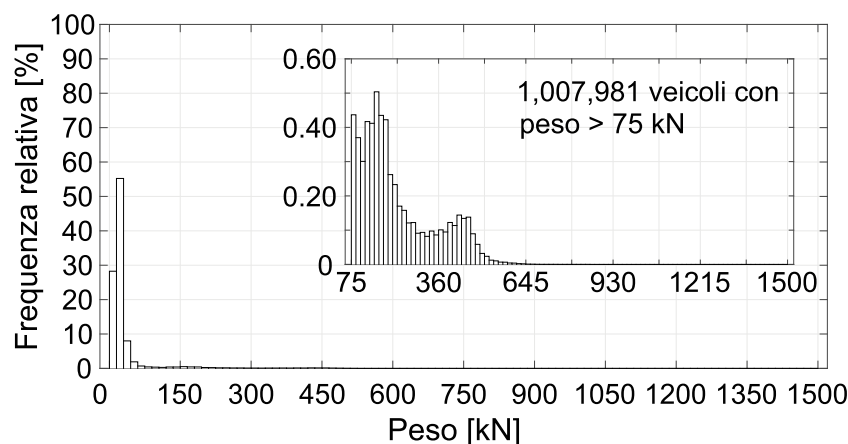
Percentuale di overweight che sfuggono (evento miss)

10%	0.93
20%	0.95
30%	0.97
40%	0.97
50%	0.98
60%	0.99
70%	0.99
80%	0.99
90%	1.00
100%	1.00

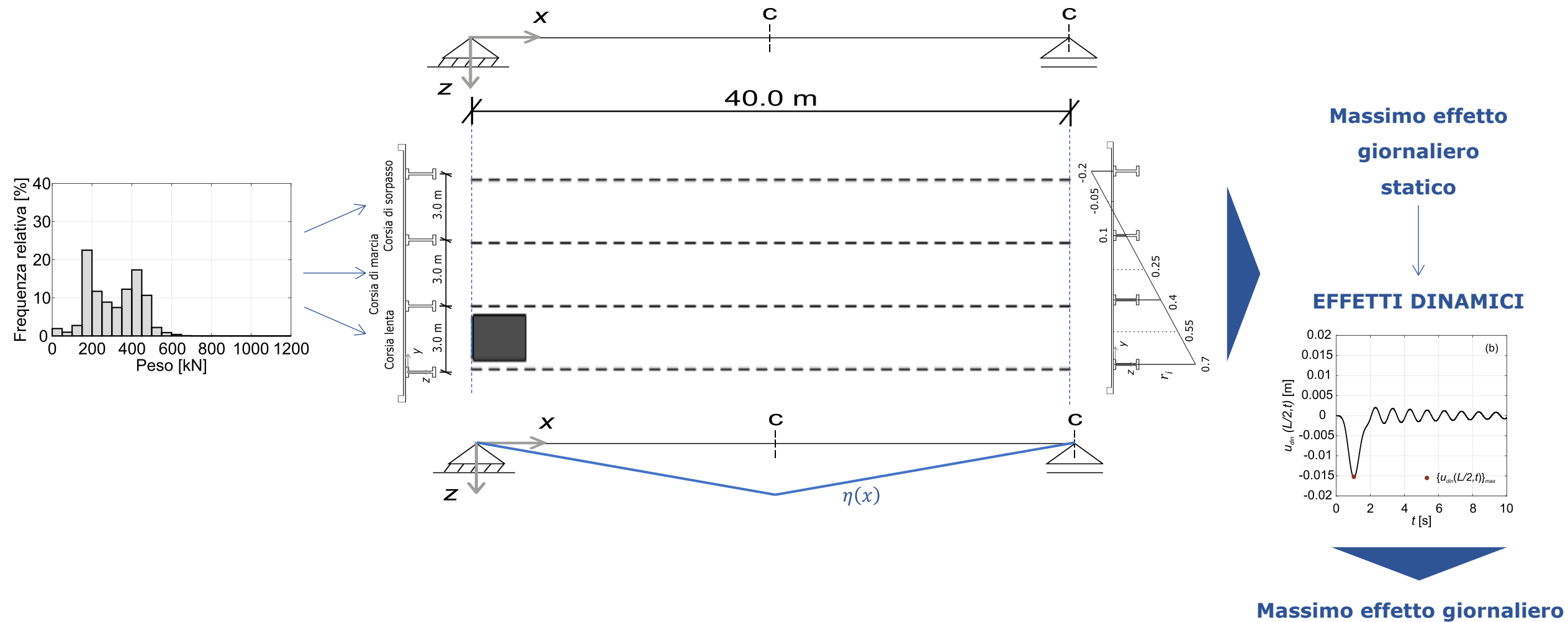
OBIETTIVO

Valutazione dei carichi da traffico sui ponti attraverso uno strumento semplificato di simulazione basato sui dati registrati dal sistema WIM sulla A3 Napoli-Pompei-Salerno.

DISTRIBUZIONI EMPIRICHE DAI DATI WIM

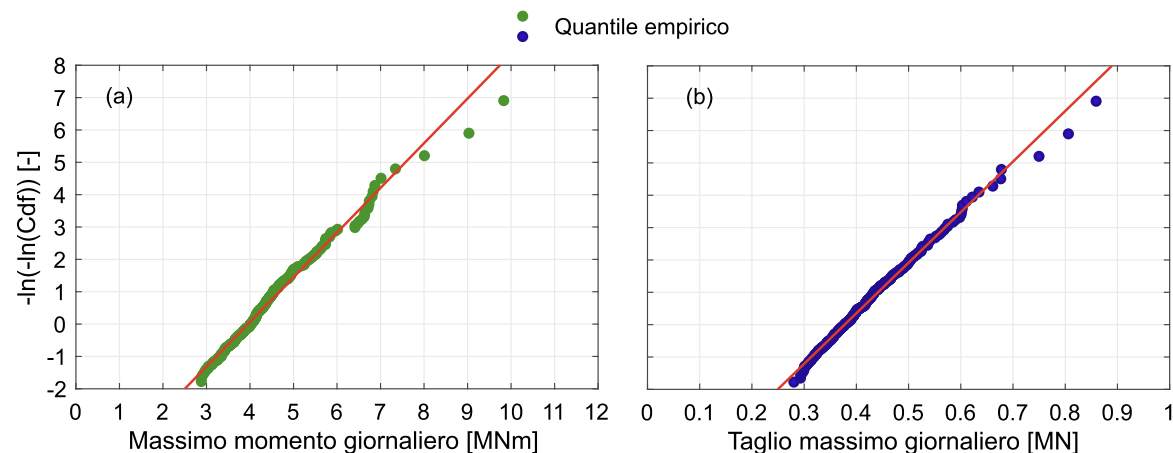


STRUMENTO SEMPLIFICATO DI SIMULAZIONE DEL TRAFFICO PER LA DEFINIZIONE DEI CARICHI SUI PONTI(UNINA)



STRUMENTO SEMPLIFICATO DI SIMULAZIONE DEL TRAFFICO PER LA DEFINIZIONE DEI CARICHI SUI PONTI(UNINA)

Distribuzione dei massimi effetti attraverso il modello Gumbel

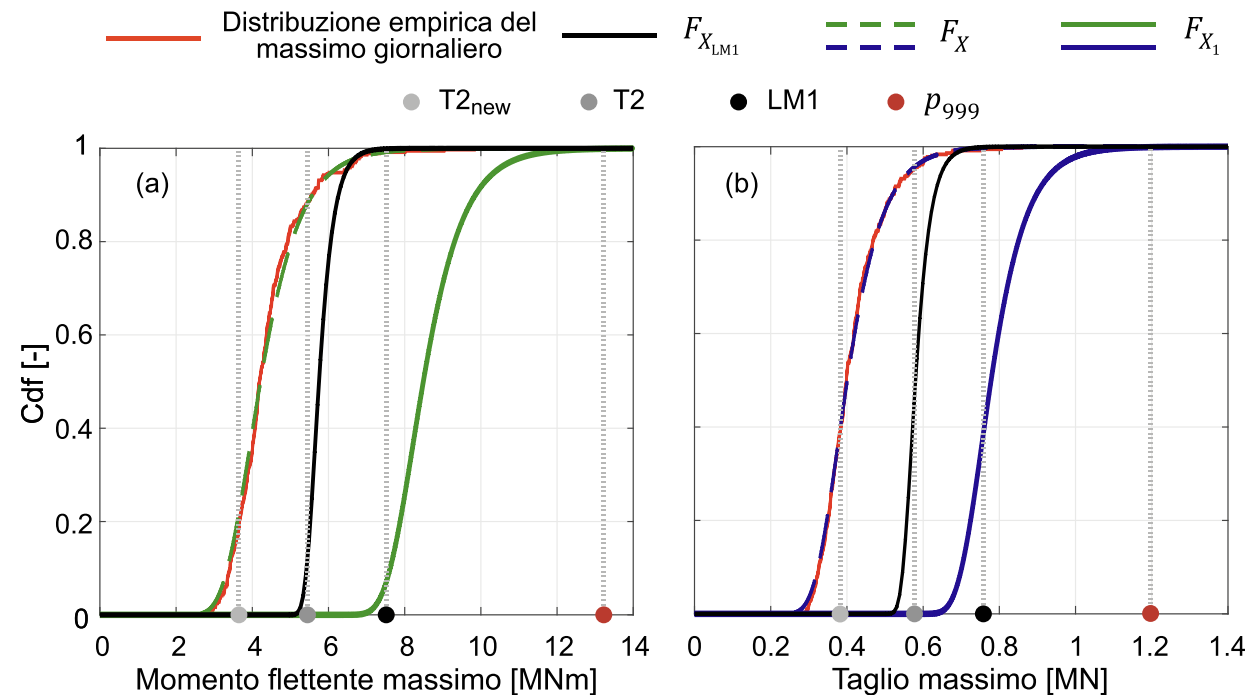
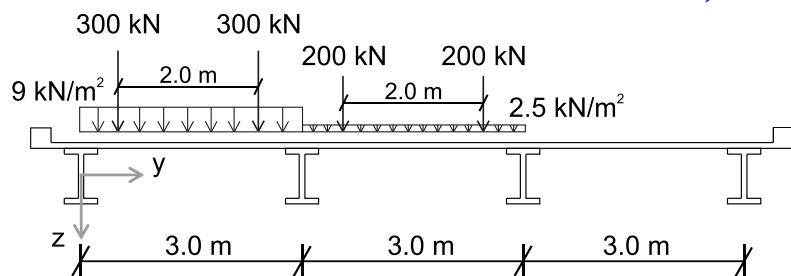


Dalla distribuzione dei massimi giornalieri a quelli annuali

$$F_{X_1}(x_1) = F_X(x)^{n_{\text{giorni}}} \Leftrightarrow F_{X_1} \sim G(\mu + \zeta \cdot \ln(n_{\text{giorni}}), \zeta)$$

Distribuzione dei massimi giornalieri del carico LM1

$$F_{X_{LM1}}(x_{LM1} = 7,516 \text{ kNm}) = 99.9\% \quad \begin{cases} \mu = 0.752; \\ \zeta = 0.036. \end{cases}$$



Variabile casuale	Cdf	μ [kNm]	ζ [kNm]	σ [kNm]
Momento flettente	F_{X_1}	3,951.0	724.2	929.0
	F_{X_1}	8,641.8	742.2	929.0
	$F_{X_{LM1}}$	5,845.8	271.1	347.9

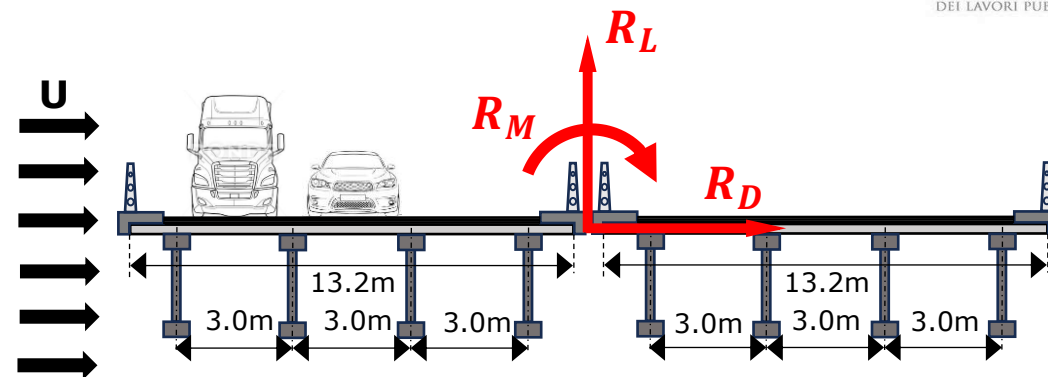
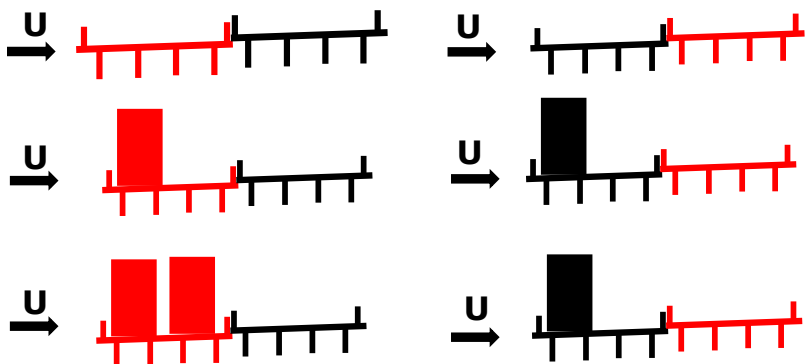
Coefficienti aerodinamici dalla galleria del vento: C_D , C_L e C_M (UNIFI)

- Viadotto caso-studio: Miano-Agnano

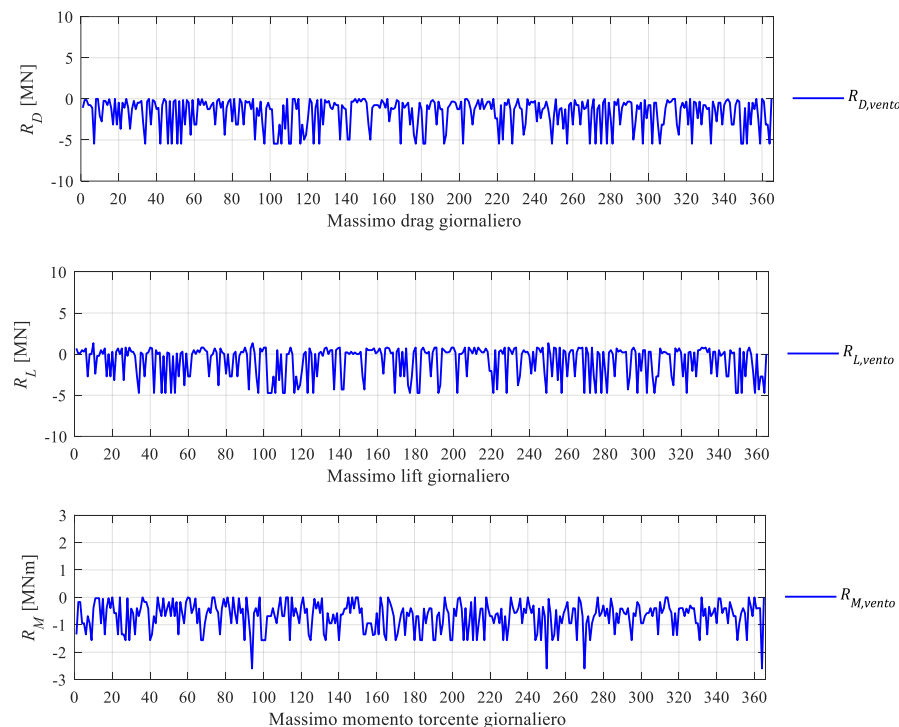


- Modello in scala dell'impalcato nella camera di prova

- Configurazioni di prova



Storie temporali delle reazioni vincolari



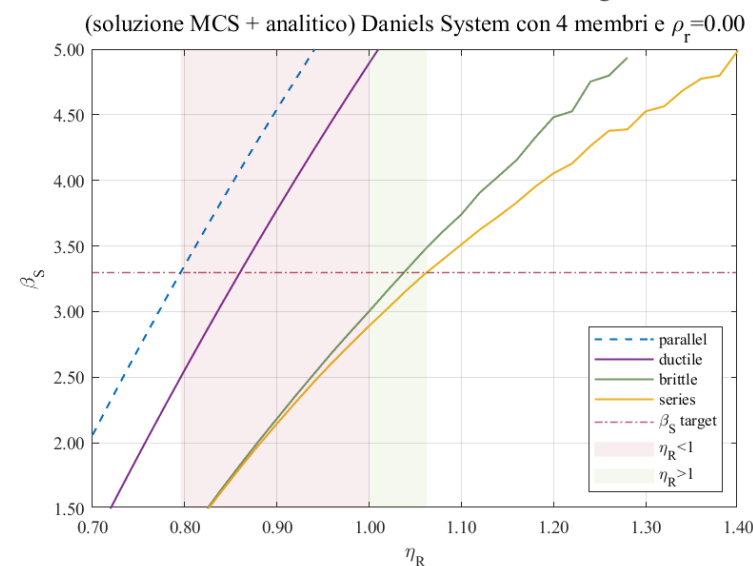
FATTORE DI RIDONDANZA

- Nel 2016 AASHTO ha introdotto un coefficiente di ridondanza η_p sulle azioni:
- L'obiettivo è stato, sviluppare un coefficiente di sistema η_R da applicare alle resistenze seguendo la filosofia della normativa sulle rotture fragili
 - a) $\eta_R \geq 1$ Per sistemi non ridondanti (e fragili)
 - b) $\eta_R = 1$ Per un livello convenzionale di ridondanza
 - c) $\eta_R \leq 1$ Per alti livelli di ridondanza
- Assunzioni: Sistema meccanico semplificato con impalcato alla Courbon, semplicemente appoggiato, e legami costitutivi di componente elasto-plastici
- L'affidabilità di sistema è superiore al valore target nei sistemi parallelo, inferiore nei sistemi serie. Le condizioni serie e parallelo sono condizioni limite per sistemi meccanici.
- I sistemi meccanici con soli componenti fragili si comportano come sistemi in serie, con rischio di collasso a cascata.
- I sistemi meccanici con soli componenti duttili tendono al comportamento parallelo, ma dal limite ideale, poiché un sistema parallelo perfetto richiede che ogni componente sopporti l'intero carico.
- η_R è stabile tra le classi di affidabilità.

$$\sum \eta_p \gamma_i S_i \leq \frac{R_j}{\gamma_m}$$

$$\sum \gamma_i P_i \leq \frac{R_j}{\gamma_m \eta_R}$$

FATTORE DI RIDONDANZA - $\beta_C=3.3$



Definizione numerosità di indagini per ponti a travata in c.a./c.a.p. (Di Ludovico/Parisi)

Indicazioni prove sul calcestruzzo (LC3)

SOLETTA	TRAVI	TRAVERSI	PULVINI	PILE	SPALLE
1 prova ogni 450/500 m^2	1 prova ogni 5/6 travi	1 prova ogni 20 traversi	1 prova ogni 1-2 pulvini	1 prova ogni 2 pile	1 prova ogni spalla
minimo 1 prove	minimo 3 prove	minimo 2 prove	minimo 1 su ogni tipo	minimo 1 su ogni tipo	minimo 2 prove

Indicazioni prove sull'acciaio (LC3)

SOLETTA	TRAVI	TRAVERSI	PULVINI	PILE	SPALLE
1 prova ogni 550/600 m^2	1 prova ogni 10/11 travi	1 prova ogni 20 traversi	1 prova ogni 3 pulvini	1 prova ogni 2 pile	1 prova ogni spalla
minimo 1 prove	minimo 2 prove	minimo 2 prove	minimo 2 prove	minimo 1 su ogni tipo	minimo 2 prove

*In **giallo** i valori minimi per tipologia strutturale

Sperimentazione delle Linee Guida per i ponti esistenti

Convegno Finale

19, 20 e 21 novembre 2025

Aula Magna Adalberto Libera

Dipartimento di Architettura

Università degli Studi Roma Tre

Largo Giovanni Battista Marzi, 10

**CALIBRAZIONE DEI FATTORI PARZIALI DELLE RESISTENZE e
CARICHI PER LE VERIFICHE DI TRANSITABILITA'**

I. Iervolino, P. Franchin...