

Ordine degli Ingegneri di Prato

27/01/2026 e 24/02/2026

INGEGNERIA DEI PONTI

Interventi sui ponti esistenti: aspetti normativi, criticità e casi studio

Recupero delle condizioni di sicurezza di ponti esistenti indeboliti da fattori esterni

Prof. Ing. Salvatore Giacomo Morano

*Università degli Studi di Firenze*



# PROLOGO

(A VOLTE RITORNANO. ERA IL 2018.....)



Ordine Ingegneri  
Provincia di Prato



Fondazione regionale  
Degli Ordini degli Ingegneri della Toscana



Collegio degli Ingegneri  
Della Toscana



Ingegneri

## PONTI CHE FARE?

giovedì 29 NOVEMBRE ore 14  
Camera di commercio | Prato, via del Romito 71

### Gli Interventi sui Ponti

Salvatore Giacomo Morano

**I ponti invecchiano?**

...certo ma qualche volta semplicemente si ammalano!

...anche di “malattie infantili”  
(il primo «tagliando»)

Invecchiamento fisiologico e patologie

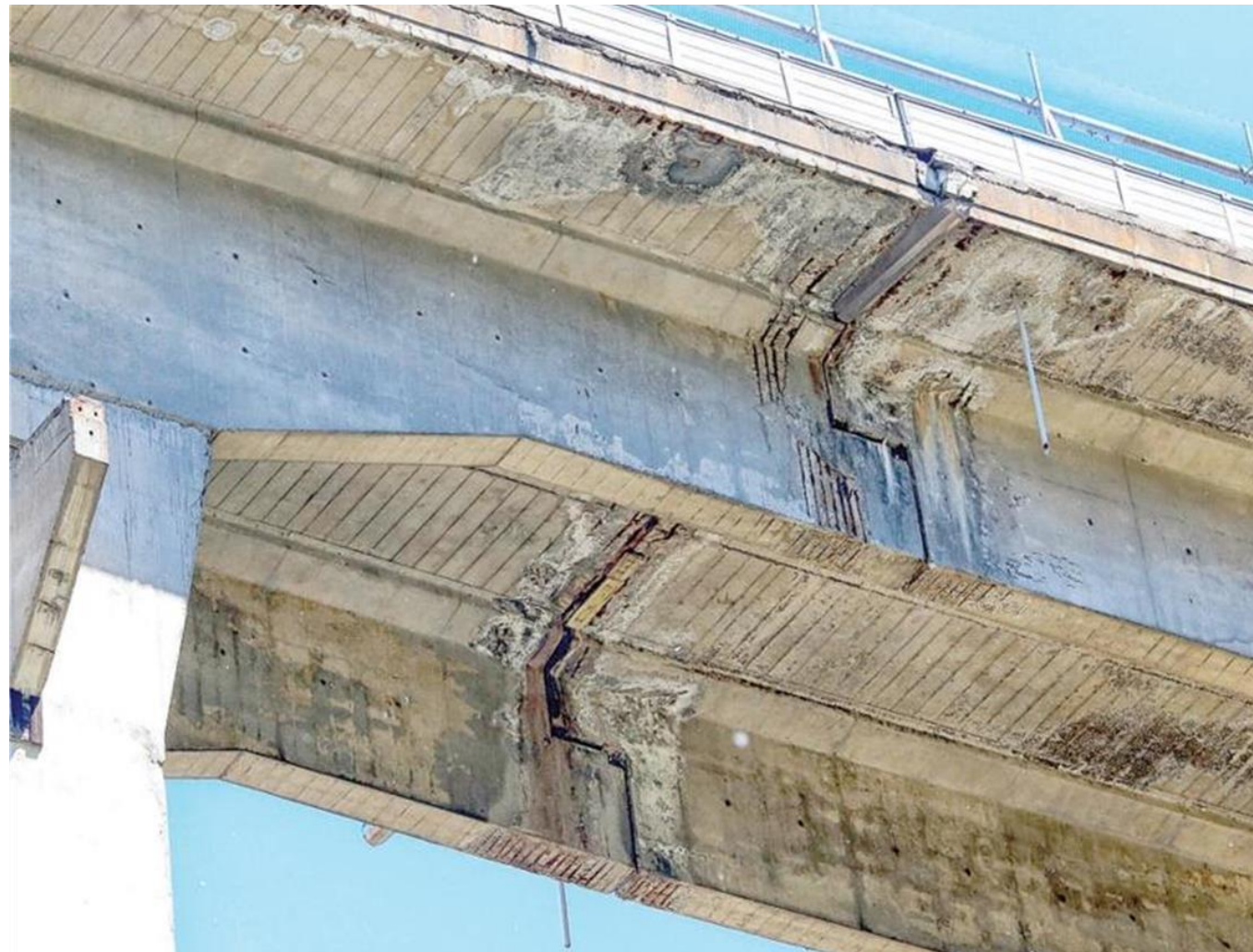


Opera non più idonea alla funzione

**SICUREZZA**

# Invecchiamento fisiologico e patologie

- Fenomeni di degrado



# Invecchiamento fisiologico e patologie

- Fenomeni di degrado
- Necessità di sedi viarie più ampie



# Invecchiamento fisiologico e patologie



## Invecchiamento fisiologico e patologie

- Fenomeni di degrado
- Necessità di sedi viarie più ampie
- Aumento dei volumi di traffico e delle prestazioni richieste (carichi veicolari, sisma, e.t.c.)

# Invecchiamento fisiologico e patologie





# Occorre essere consapevoli di cosa «abbiamo»

1955-1985: Costruzione di grande parte delle infrastrutture viarie oggi vitali per il paese



È enorme il numero di ponti e viadotti con 40-70 anni di età



# Che fare?

- Attendere ottimisti o rassegnati



# Che fare?

- Attendere ottimisti o rassegnati

INTERVENIRE, CERTO! MA, COME?

- Ripristinare
- Migliorare
- Adeguare
- Demolire e ricostruire

Elevatissimo numero di opere



enorme impatto sul  
paese (economico,  
logistico, sociale)

Il rischio di «scelte emotive»

È indispensabile un processo decisionale serio ed obiettivo  
basato sui migliori strumenti e professionalità tecniche

# LA PERDITA DELLE «CONDIZIONI DI SICUREZZA» E IL LORO RECUPERO

## CAUSE DELLA PERDITA DELLE CONDIZIONI DI SICUREZZA

- **Degrado**
- **Dissesti strutturali (origine varia, anche sisma)**
- **Problemi geologici e geotecnici**
- **Problemi idraulici**
- **Richiesta di prestazioni più elevate di quelle originali (geometria sede, sovraccarichi d'uso, sisma)**

## RECUPERO DELLE CONDIZIONI DI SICUREZZA

- **Riduzione della richiesta di prestazione, tipicamente provvisoria (geometria sede, sovraccarichi d'uso)**
- **Interventi sulle opere provvisori d'urgenza o definitivi (riparazione o locali, miglioramento, adeguamento)**



# LA PERDITA DELLE «CONDIZIONI DI SICUREZZA» E IL LORO RECUPERO

PER I PONTI LA VALUTAZIONE DELL'EVENTUALE PERDITA DELLE CDS E LE AZIONI PER IL LORO RECUPERO SONO DISCIPLINATI DA



*Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici  
Servizio Tecnico Centrale*



*Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibile  
Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici*

← **NTC 2018**

## NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

Approvate con Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018

Testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni, di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, ed al decreto-legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186 (\*).  
Le presenti norme sostituiscono quelle approvate con il decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

**LLGG 2022** →

## LINEE GUIDA PER

**LA CLASSIFICAZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO,  
LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA  
ED IL MONITORAGGIO DEI PONTI ESISTENTI**

(\*) parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n.53/2012, espresso nell'Adunanza dell'Assemblea Generale del 14 novembre 2014

Allegate al parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 54/2022, espresso dall'Assemblea Generale in data 10.06.2022.

# PERCHÉ ESEGUIRE UNA «VALUTAZIONE DI SICUREZZA»

## NTC 2018 + CIRC. 2018, CAP. 8.3

*“La valutazione della sicurezza deve effettuarsi quando ricorra anche una sola delle seguenti situazioni:*

- *riduzione evidente della capacità resistente e/o deformativa della struttura o di alcune sue parti dovuta a: significativo degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali, deformazioni significative conseguenti anche a problemi in fondazione; danneggiamenti prodotti da azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura), da azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni) o da situazioni di funzionamento ed uso anomali;*
- *provati gravi errori di progetto o di costruzione;*
- *cambio della destinazione d’uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili e/o passaggio ad una classe d’uso superiore;*
- *esecuzione di interventi non dichiaratamente strutturali, qualora essi interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale e, in modo consistente, ne riducano la capacità e/o ne modifichino la rigidità;*
- *ogni qualvolta si eseguano gli interventi strutturali di cui al § 8.4;*
- *opere realizzate in assenza o difformità dal titolo abitativo, ove necessario al momento della costruzione, o in difformità alle norme tecniche per le costruzioni vigenti al momento della costruzione.*

**Ossia se l’iniziale valutazione della sicurezza, insita nel progetto originale, ha perso validità**

**Non vi è obbligo di verifica della sicurezza qualora cambino solo le norme (cambio dei modelli di traffico e, più in generale, dei carichi).**

# PERCHÉ ESEGUIRE UNA «VALUTAZIONE DI SICUREZZA»

- Le Linee Guida sui ponti esistenti indicano i casi in cui la valutazione della sicurezza è necessaria in conseguenza della classe di attenzione in cui l'opera si colloca.
- La valutazione della sicurezza potrebbe essere condotta anche quando non vi è obbligo, se si vuole avere una misura oggettiva della sicurezza.



# LINEE GUIDA PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO, LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA ED IL MONITORAGGIO DEI PONTI ESISTENTI

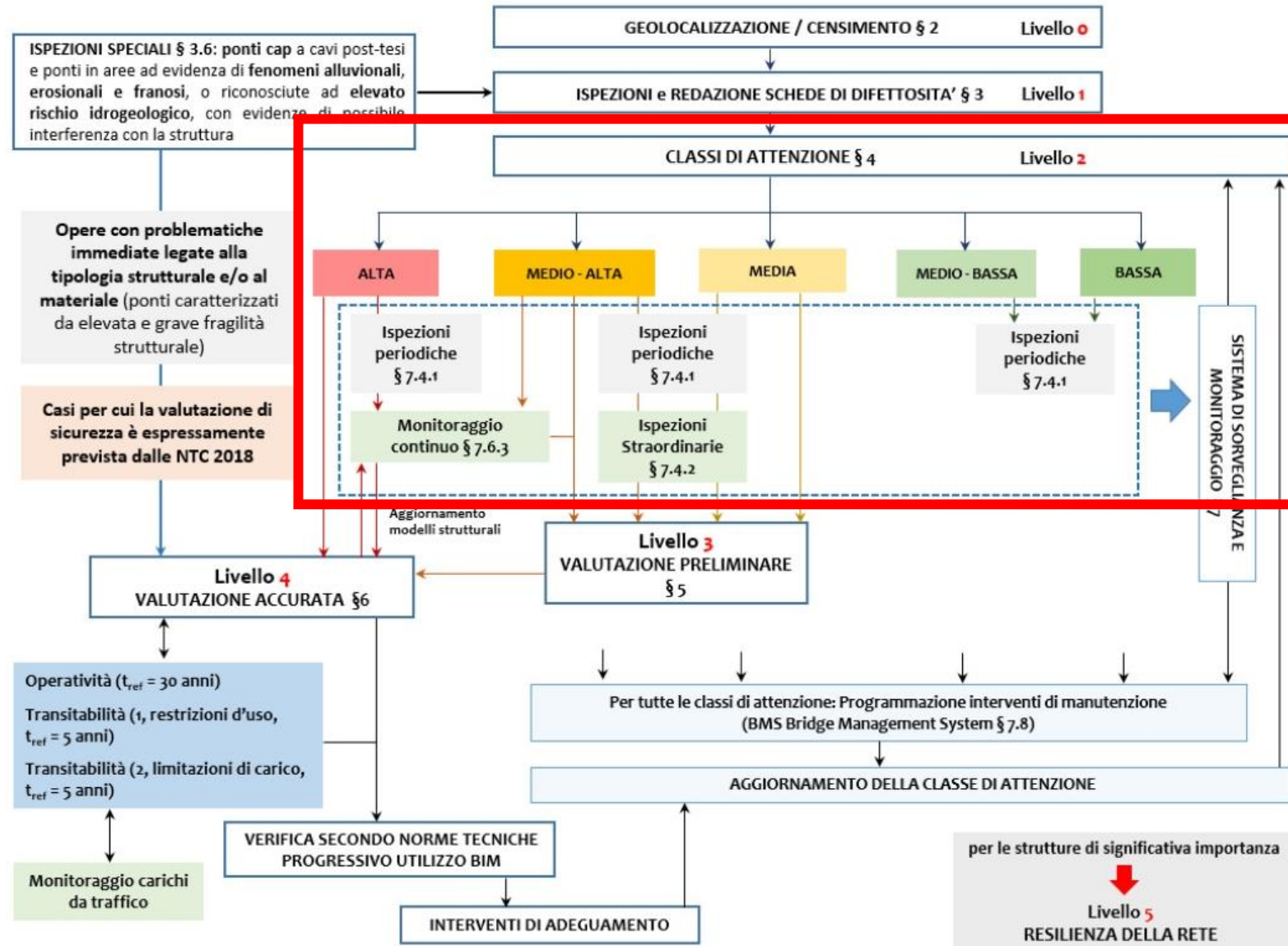
Aggiornamento pubblicato in Gazzetta Ufficiale il 23/08/2022

## APPROCCIO MULTILIVELLO

- Liv. 0: Censimento delle opere
- Liv. 1: Ispezioni visive e schede di difettosità
- Liv. 2: Analisi dei rischi rilevanti e classificazione su scala territoriale
- Liv. 3: Valutazione preliminare dell'opera
- Liv. 4: Verifica accurata
- Liv. 5: Resilienza nella rete

## OBIETTIVI

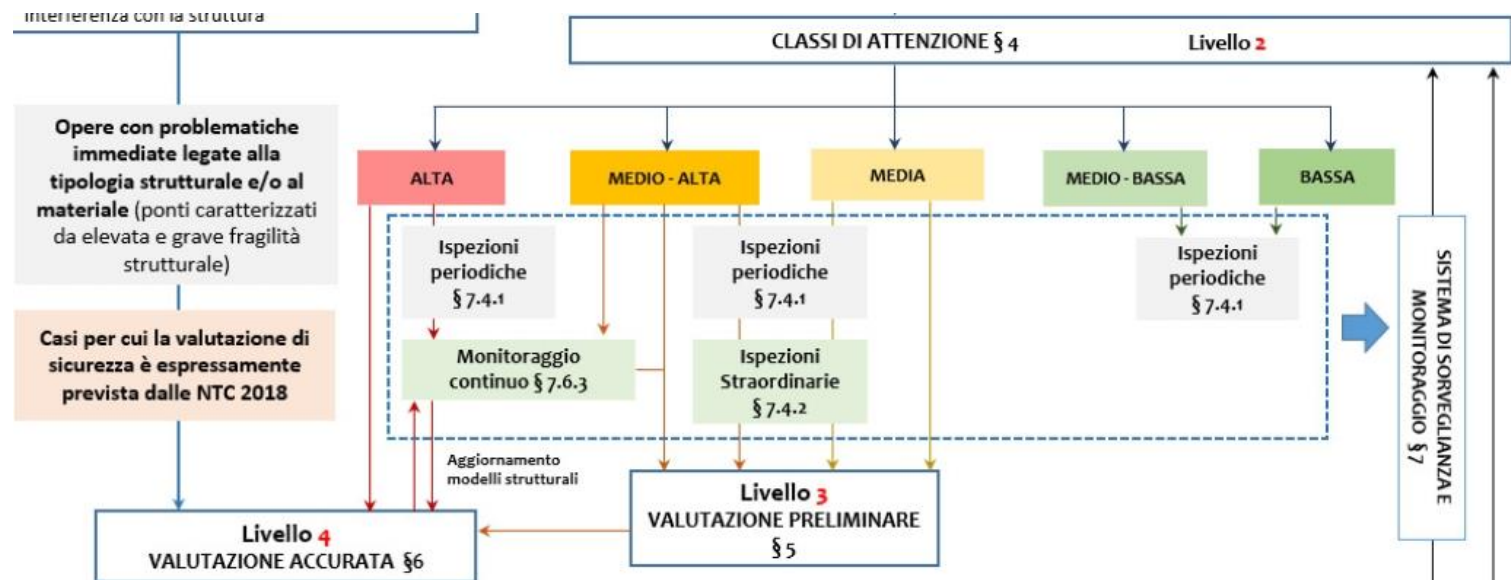
*L'impiego di un approccio multilivello per la gestione dei ponti esistenti è giustificato dal numero di infrastrutture presenti sul territorio italiano. La complessità e, quindi, l'onerosità delle ispezioni, delle indagini, dei controlli, dei monitoraggi e delle verifiche da effettuare, è calibrata valutando di volta in volta, seppur in modo approssimato e qualitativo, l'effettiva necessità e urgenza in funzione dello stato attuale dell'opera, pervenendo ad un metodo, omogeneo ed uniforme al variare delle tipologie di infrastrutture, di valutazione della classe di attenzione.*



Il fulcro centrale dell'approccio è rappresentato dal livello 2, ossia la definizione delle classi di attenzione

# CLASSI DI ATTENZIONE E PROVVEDIMENTI

ALTA →	Immediato avvio di valutazioni più accurate (Liv. 4) – Ispezioni periodiche ordinarie e, eventualmente, straordinarie - Monitoraggio
MEDIO-ALTA →	Valutazioni preliminari (Liv. 3) - Ispezioni periodiche ordinarie e, eventualmente, straordinarie - Monitoraggio
MEDIA →	Valutazioni preliminari (Liv. 3) - Ispezioni periodiche ordinarie e, eventualmente, straordinarie – Eventuale monitoraggio
MEDIO-BASSA →	Ispezioni periodiche frequenti
BASSA →	Ispezioni periodiche



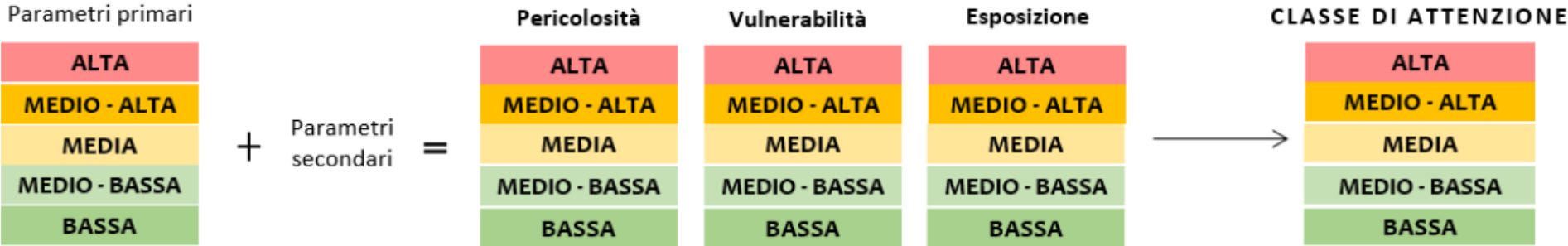


# LIVELLO 2. ANALISI DEI RISCHI RILEVANTI E CLASSIFICAZIONE SU SCALA TERRITORIALE

## 4 TIPOLOGIE DI RISCHIO → 4 CLASSI DI ATTENZIONE

- Rischio strutturale e fondazionale → CdA strutturale e fondazionale
- Rischio sismico → CdA sismica
- Rischio frane → CdA frane
- Rischio idraulico → CdA idraulica

## 5 LIVELLI DI CLASSE DI ATTENZIONE individuati sulla base di PERICOLOSITÀ, ESPOSIZIONE e VULNERABILITÀ



Classe di attenzione strutturale/fondazionale MEDIA

## ESEMPIO TABELLA ANALISI MULTI-RISCHIO PER DEFINIZIONE CLASSE DI ATTENZIONE COMPLESSIVA

		Classe di attenzione idraulica e frane				
		Alta	Medio-Alta	Media	Medio-Bassa	Bassa
Classe di attenzione sismica	Alta	Alta	Medio-Alta		Media	
	Medio-Alta	Medio-Alta		Media		
	Media	Medio-Alta	Media			
	Medio-Bassa	Media				Medio-Bassa
	Bassa	Media			Medio-Bassa	

## LIVELLO 3. VALUTAZIONE PRELIMINARE DELL'OPERA

La valutazione preliminare dell'opera mira a:

- Valutare qualità e tipologia dei difetti rilevati al Liv.1 o nelle ispezioni periodiche
- Stimare, preliminarmente, le risorse dell'opera in funzione, prioritariamente, delle norme di progetto dell'opera

Occorre quindi valutare in modo critico i difetti rilevati, specialmente se l'opera è stata classificata di CdA medio-alta, individuandone le cause ed eventualmente approfondendone la conoscenza.

### VALUTAZIONE PRELIMINARE

In questa fase, in assenza di evidenze macroscopiche, si assume che il progetto del ponte sia stato redatto

- in CONFORMITÀ alle indicazioni normative vigenti all'epoca di costruzione
- OTTIMIZZATO per far fronte ai corrispondenti carichi da traffico

Rapporto tra DOMANDA indotta sui vari elementi componenti il ponte dai CARICHI DA TRAFFICO DELL'EPOCA  
DOMANDA ottenuta utilizzando i MODELLI DI TRAFFICO PREVISTI DALLE NORME VIGENTI

## LIVELLO 4. VERIFICA ACCURATA

FINALITA' DELLA «VERIFICA ACCURATA DELLA SICUREZZA»

### 8.3. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

La valutazione della sicurezza di una struttura esistente è un procedimento quantitativo, volto a determinare l'entità delle azioni che la struttura è in grado di sostenere con il livello di sicurezza minimo richiesto dalla presente normativa. L'incremento del livello di sicurezza si persegue, essenzialmente, operando sulla concezione strutturale globale con interventi, anche locali.

La valutazione della sicurezza, argomentata con apposita relazione, deve permettere di stabilire se:

- l'uso della costruzione possa continuare senza interventi;
- l'uso debba essere modificato (declassamento, cambio di destinazione e/o imposizione di limitazioni e/o cautele nell'uso);
- sia necessario aumentare la sicurezza strutturale, mediante interventi.

**Se l'uso non può continuare senza interventi, occorre decidere se:**

- (a) limitare i carichi consentiti;
- (b) prevedere una restrizione all'uso del ponte;
- (c) eseguire interventi volti ad aumentare la sicurezza.

**Tale decisione è certamente condizionata da esigenze di gestione della circolazione e di politica di investimenti.**

**Anche con riferimento ai soli aspetti di verifica strutturale, gli scenari accettabili possono essere molti ed è compito del tecnico delinearli con chiarezza fornendo corretti elementi di decisione.**

NTC 2018



## LIVELLO 4. VERIFICA ACCURATA

### LIVELLI DI VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

Le Linee Guida definiscono 3 LIVELLI DI VALUTAZIONE a cui corrispondono tempi di riferimento  $t_{ref}$  diversi.

*“L’orizzonte temporale per cui si richiede il soddisfacimento delle verifiche di sicurezza va assunto in funzione dello scopo cui è destinata l’analisi svolta.”*

LIVELLO	Obiettivi	Carichi Permanenti	Carichi da traffico	Materiali	$t_{ref}$
<b>COMPLETA ADEGUATEZZA</b>  Valutazione del livello di sicurezza secondo le norme attuali (NTC 2018)	Valutazione del livello di sicurezza strutturale, sismico e idraulico (alluvioni e frane) come previsto dalle NTC 2018, con eventuale riduzione fattori parziali carichi permanenti	fattori parziali ridotti solo se ricorrono le condizioni	Schemi convenzionali previsti dalle NTC 2018	Fattori parziali non ridotti	Vita nominale ( $V_N$ ) come da NTC 2018
<b>OPERATIVITA’</b>	Valutazione del livello di sicurezza strutturale con $t_{ref}$ ridotto e fattori parziali ridotti	fattori parziali ridotti	Schemi da NTC 2018, con fattori parziali ridotti	Fattori parziali ridotti	30 anni
<b>TRANSITABILITA’ NTC 2018</b> (Immediata transitabilità 1)	Valutazione del livello di sicurezza strutturale con $t_{ref}$ ulteriormente ridotto imponendo restrizioni all’uso del ponte e fattori parziali ridotti	fattori parziali ridotti	Schemi da NTC 2018, con restrizioni di uso e fattori parziali ridotti	Fattori parziali ridotti	5 anni
<b>TRANSITABILITA’ CdS</b> (Immediata transitabilità 2)  •PESANTE •INTERMEDIA •LEGGERA •AUTOVEICOLI	Valutazione del livello di sicurezza strutturale con $t_{ref}$ ulteriormente ridotto, imponendo limitazione dei carichi secondo CdS e con relativi fattori parziali ridotti	fattori parziali ridotti	Schemi da CdS con relativi fattori parziali ridotti	Fattori parziali ridotti	5 anni

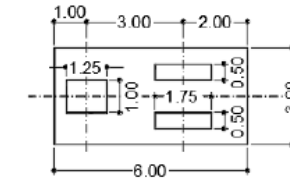
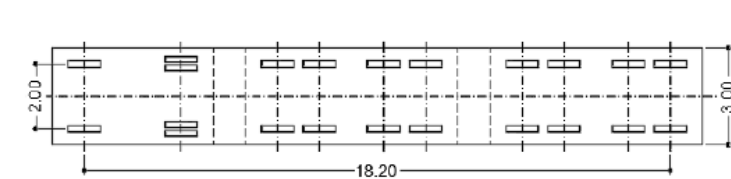
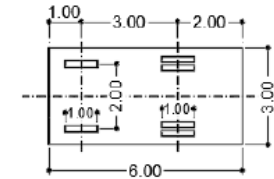
## LIVELLO 4. VERIFICA ACCURATA

**La valutazione della sicurezza dei ponti esistenti si basa sull'utilizzo della struttura delle norme attualmente vigenti per le nuove costruzioni (NTC 2018) da cui si assumono:**

- **I criteri di base per la misura della sicurezza**
- **I criteri e i metodi per le verifiche di resistenza degli elementi**
- **Le azioni ambientali (vento, sisma, etc...)**
- **Le azioni da traffico, tranne nel caso di "transitabilità 2"**
- **La struttura delle combinazioni di carico, sia pure con la ricalibrazione dei fattori parziali**

**Questa scelta "attualizza" la misura della sicurezza per opere che sono state costruite in un intervallo di tempo ampio almeno un secolo.**

**Essa comporta immancabilmente che i risultati siano influenzati anche dalle variazioni intervenute nei criteri e metodi di dimensionamento dei ponti in questo intervallo temporale**



## NORMALE N.8 (1933)

Diagram illustrating the loading conditions for the three-story building frame. The frame consists of a horizontal beam and three vertical columns. The beam is subjected to vertical loads  $Q_{1k}$ ,  $Q_{ik}$ , and  $q_{ik}$ . The columns are subjected to floor levels 0.5, 2.0, and 0.5. The columns are labeled with floor levels 0.5, 2.0, and 0.5. The columns are labeled with floor levels 0.5, 2.0, and 0.5.

Floor Level	Column 1	Column 2	Column 3
0.5	■	■	■
2.0	■	■	■
0.5	■	■	■

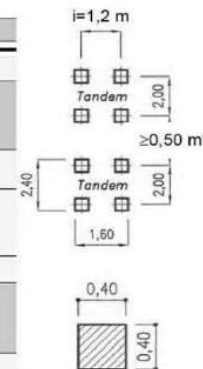
Column Labels: Corsia n. 1, Corsia n. 2, Corsia n. 3

Column Values:  $Q_{1k}=300 \text{ kN}$ ,  $Q_{2k}=200 \text{ kN}$ ,  $Q_{3k}=100 \text{ kN}$

Column Values:  $q_{1k}=9 \text{ kN/m}^2$ ,  $q_{2k}=2,5 \text{ kN/m}^2$ ,  $q_{3k}=2,5 \text{ kN/m}^2$

Area rimanente:  $q_{rk}=2,5 \text{ kN/m}^2$

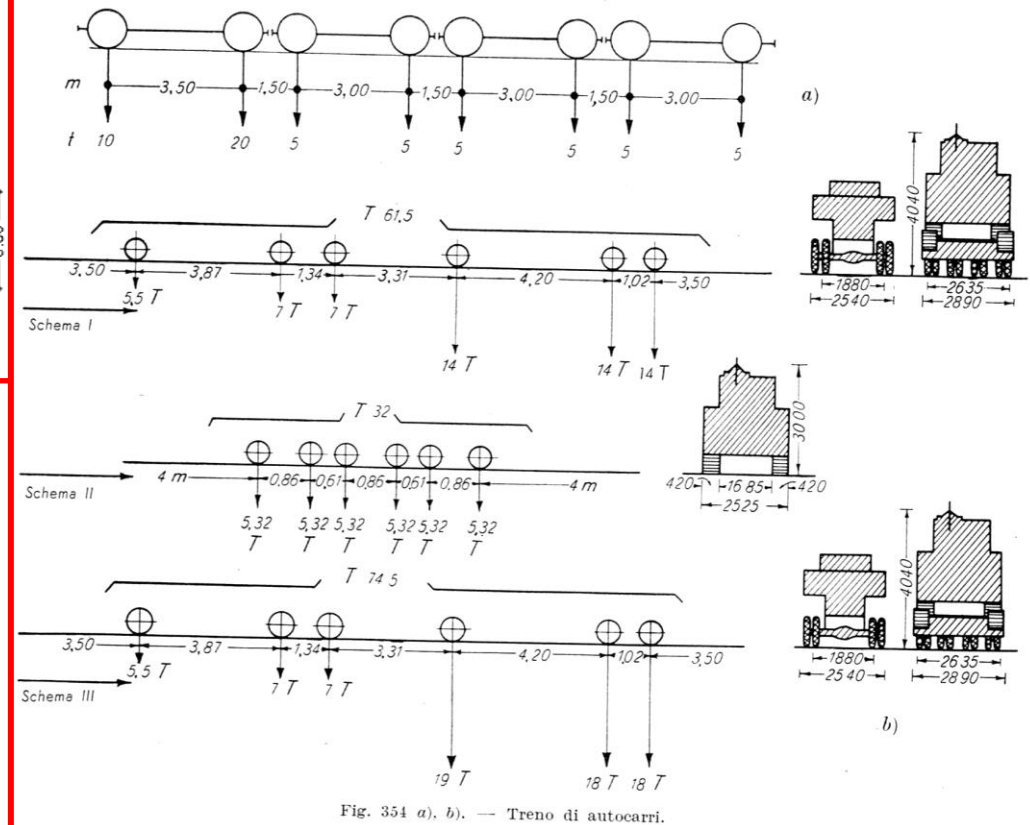
Schema di carico 1 (dimensioni in [m])



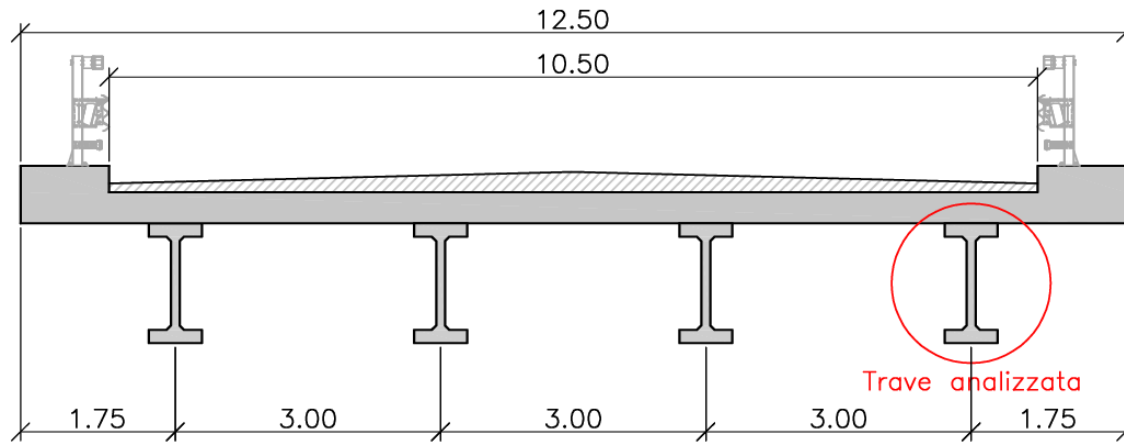
\*per  $w_l \leq 2,90$  m

# NTC 2018

**DM (1962)**



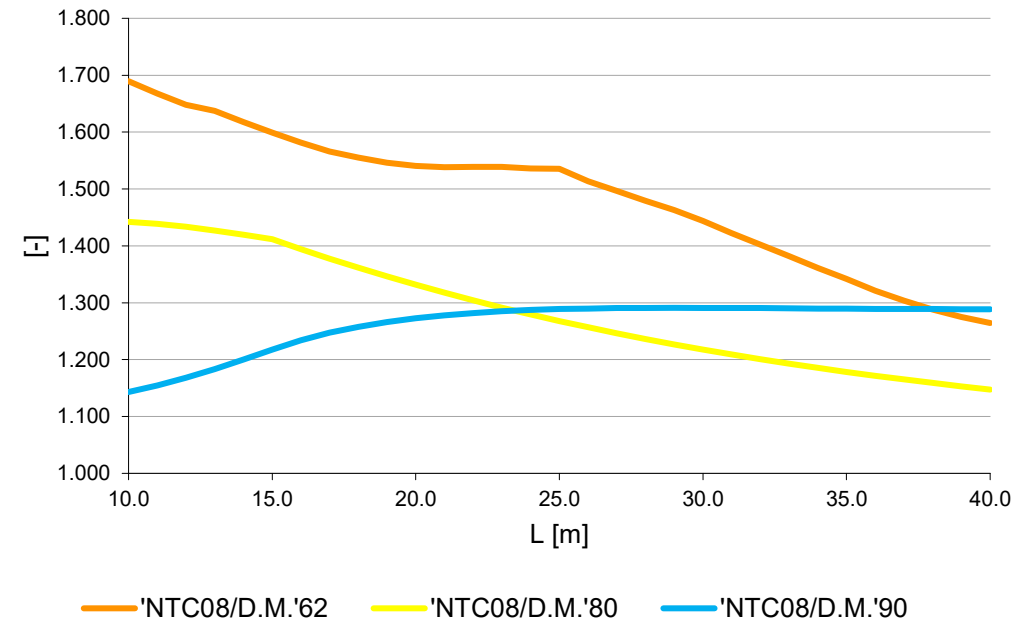
# CONFRONTO CARICHI ACCIDENTALI NORMATIVE



Schema di vincolo:  
appoggio-appoggio



Rapporto momento flettente in mezzeria

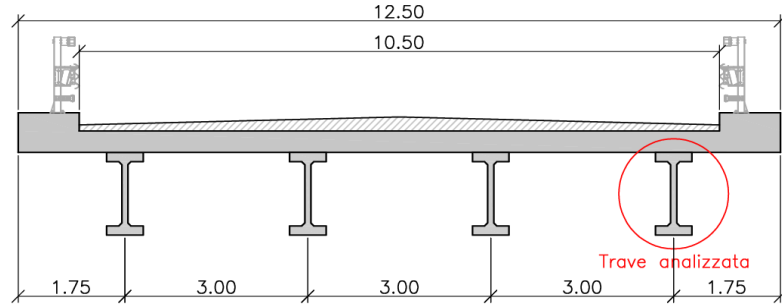


## Normative per carichi ponti

- Circolare ANAS 1952 - D.M. 1962
- D.M. 1980
- D.M. 1990
- NTC 2008-2018



# CONFRONTO CARICHI ACCIDENTALI NORMATIVE

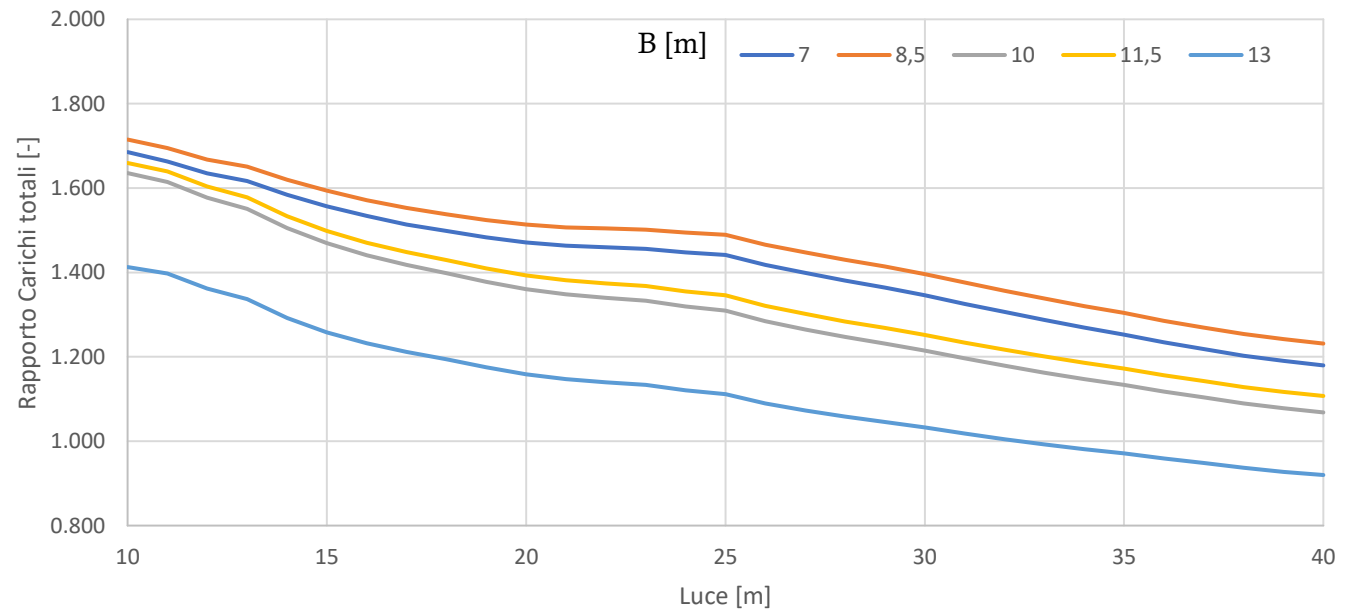


Schema di vincolo:  
appoggio-appoggio



**I sovraccarichi viaggianti totali di impalcato delle NTC2018 sono più elevati di quelli del DM1962, soprattutto per le luci piccole.**

Rapporto Carichi Totali equivalenti Flettenti (NTC2018/DM1962)  
in funzione della luce e della larghezza di carreggiata

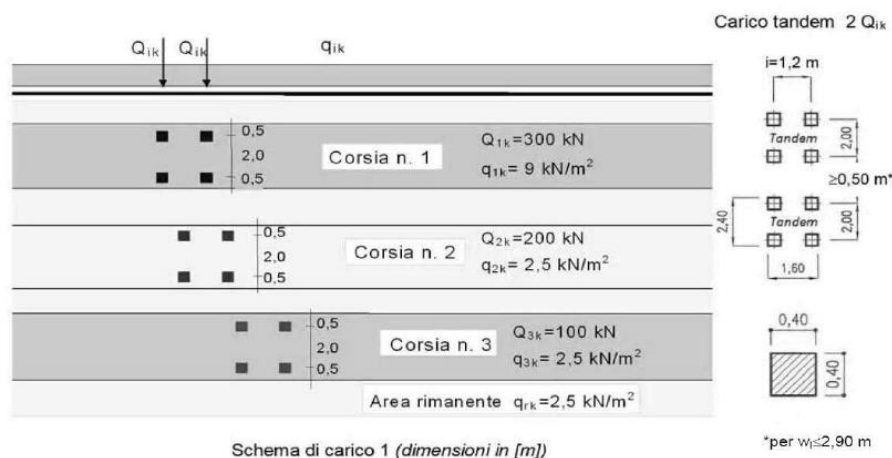
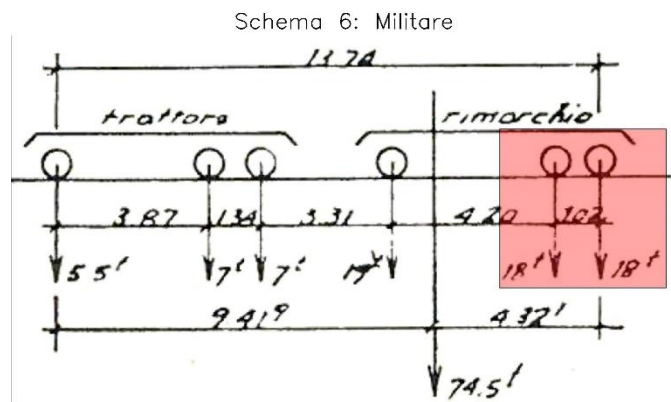


# CONFRONTO CARICHI ACCIDENTALI NORMATIVE

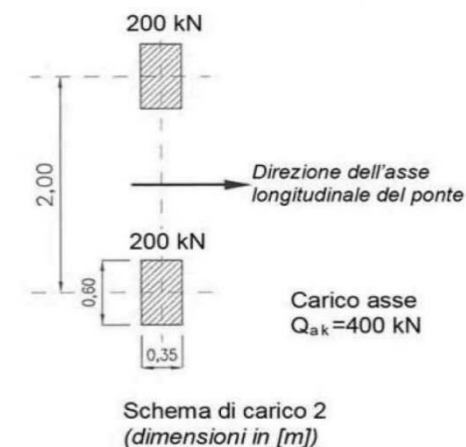
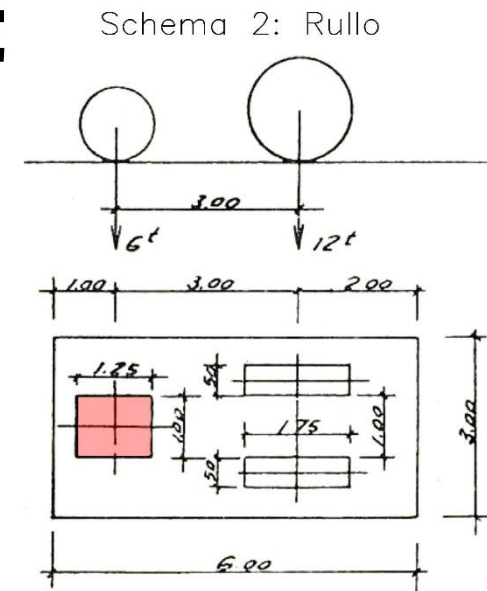
## EFFETTI LOCALI SOLETTA

### D.M. 1962

- Schema 2 (Rullo): ruota posteriore (6 t), con impronta pari a 1 x 0,10 m;
- Schema 6 (Militare): assi posteriori da (18 t), con impronta pari a 2,65 x 1,12 m.
- Azione Dinamica: considerando una luce di 3,00 m si ottiene  $\Phi = 1,38$



Schema di carico 1 (dimensioni in [m])



### NTC 2018

- Schema 1: carichi tandem e uniformemente distribuiti;
- Schema 2: singolo asse tandem 400 kN o singola impronta da 200 kN;

# CONFRONTO CARICHI ACCIDENTALI NORMATIVE

**AZIONE DI FRENATURA** - Il confronto avviene, a titolo di esempio, su ponti i luce 34 e 68m.

**NORME RELATIVE AI CARICHI PER IL CALCOLO DEI PONTI STRADALI\_Min. LL.PP. - Consiglio Superiore\_4 febr. 1962 n. 384**

La forza frenante sarà valutata pari a 1/10 del sovraccarico costituito da una sola colonna indefinita di autocarri (schema 1: autocarro da 12 ton).

Tale azione non dovrà comunque risultare inferiore a 0,3 del peso dell'asse più pesante dello schema di carico considerato.

L [m]	n. assi 4t	n. assi 8t	Ptot [kN]	Ff [kN]	Ff [kN/m]
34	6	6	720	72	2.12
68	11	12	1400	140	2.06

**D.M. LL.PP. 4 maggio 1990**

La forza di frenamento si assume agente nella direzione dell'asse della strada ed al livello della superficie stradale, con intensità pari a 1/10 della singola colonna di carico più pesante per ciascuna carreggiata. Essa deve comunque risultare non inferiore al 20% (ponti di 1° categoria) o al 15% (ponti di 2° categoria) del totale del carico q1.a che può interessare la struttura.

Qualora la carreggiata contenga più di 4 corsie i predetti valori verranno raddoppiati.

L [m]	n. assi 20t	l dis [m]	Ptot [kN]	Ff [kN]	Ff [kN/m]
34	3	19	1170	120	3.53
68	3	53	2190	219	3.22

# CONFRONTO CARICHI ACCIDENTALI NORMATIVE

## NTC 2018

La forza di frenamento o di accelerazione  $q_3$  è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale n.1 ed è uguale a

$$180\text{kN} \leq q_3 = 0,6(2Q_{1k}) + 0,1q_{1k} w_1 L \leq 900\text{kN}$$

Essendo  $w_1$  la larghezza della corsia e  $L$  la lunghezza della zona caricata. La forza è applicata a livello della pavimentazione agente lungo l'asse della corsia, è assunta uniformemente distribuita sulla lunghezza caricata e include gli effetti di interazione.

L [m]	$w_1$ [m]	$Q_{1k}$ [kN]	$q_{1k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_3$ [kN]	Ff [kN/m]
34	3	300	9	452	13.29
68	3	300	9	544	7.99

## CONFRONTO TRA LE NORME SULLA VALUTAZIONE DELL'AZIONE DI FRENATURA

L [m]	Ff [kN/m]		
	DM62	DM 4 MAGGIO 1990	NTC 2018
34	2.12	3.53	13.29
68	2.06	3.22	7.99



## LIVELLO 4. VERIFICA ACCURATA

### LIVELLI DI VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

Le Linee Guida definiscono 3 LIVELLI DI VALUTAZIONE a cui corrispondono tempi di riferimento  $t_{ref}$  diversi.

*“L’orizzonte temporale per cui si richiede il soddisfacimento delle verifiche di sicurezza va assunto in funzione dello scopo cui è destinata l’analisi svolta.”*

LIVELLO	Obiettivi	Carichi Permanenti	Carichi da traffico	Materiali	$t_{ref}$
<b>COMPLETA ADEGUATEZZA</b>  Valutazione del livello di sicurezza secondo le norme attuali (NTC 2018)	Valutazione del livello di sicurezza strutturale, sismico e idraulico (alluvioni e frane) come previsto dalle NTC 2018, con eventuale riduzione fattori parziali carichi permanenti	fattori parziali ridotti solo se ricorrono le condizioni	Schemi convenzionali previsti dalle NTC 2018	Fattori parziali non ridotti	Vita nominale ( $V_N$ ) come da NTC 2018
<b>OPERATIVITA'</b>	Valutazione del livello di sicurezza strutturale con $t_{ref}$ ridotto e fattori parziali ridotti	fattori parziali ridotti	Schemi da NTC 2018, con fattori parziali ridotti	Fattori parziali ridotti	30 anni
<b>TRANSITABILITA' NTC 2018</b> (Immediata transitabilità 1)	Valutazione del livello di sicurezza strutturale con $t_{ref}$ ulteriormente ridotto imponendo restrizioni all'uso del ponte e fattori parziali ridotti	fattori parziali ridotti	Schemi da NTC 2018, con restrizioni di uso e fattori parziali ridotti	Fattori parziali ridotti	5 anni
<b>TRANSITABILITA' CdS</b> (Immediata transitabilità 2)  •PESANTE •INTERMEDIA •LEGGERA •AUTOVEICOLI	Valutazione del livello di sicurezza strutturale con $t_{ref}$ ulteriormente ridotto, imponendo limitazione dei carichi secondo CdS e con relativi fattori parziali ridotti	fattori parziali ridotti	Schemi da CdS con relativi fattori parziali ridotti	Fattori parziali ridotti	5 anni

## LIVELLO 4. VERIFICA ACCURATA

LA CONOSCENZA DEL PONTE E IL PERCORSO ITERATIVO DELLA CONOSCENZA
--

- Analisi storico-critica
- Analisi del progetto originario
- Rilievo (geometrico-strutturale, dei dettagli costruttivi, del quadro fessurativo e dei dissesti)
- Caratterizzazione geologico-tecnica del sito
- Indagini finalizzate alla caratterizzazione dei dettagli costruttivi e dei materiali

### *E nel caso di rischio idrogeologico:*

- Inquadramento dell'ambito idraulico e l'evidenza di fenomeni di scalzamento delle pile o delle spalle nonché il livello di efficienza di eventuali opere di mitigazione o di laminazione delle portate di piena
- Inquadramento dell'assetto geo-morfologico e l'evidenza di movimenti di versante potenzialmente interagenti con la struttura o parti di essa, nonché la presenza e l'efficienza di passati interventi di stabilizzazione

La CONOSCENZA prevede un PERCORSO ITERATIVO, con indagini che possono essere calibrate sui risultati di quelle precedentemente eseguite.

# VERIFICA – PONTE ADEGUATO

## FATTORI PARZIALI DI SICUREZZA SUI CARICHI

Tabella 6.3.3– Fattori parziali di sicurezza per i carichi permanenti,  $\gamma_G$ , per verifiche di adeguamento

CLASSE DI CONSEGUENZA	(1) CONDIZIONI STANDARD	(2) CON ACCURATO CONTROLLO STATISTICO DI MATERIALI E GEOMETRIA E COV<0,05	(3) COME (2) E CON ABBATTIMENTO INCERTEZZE DI MODELLO (§ 6.3.3.5)
CC3	1.35	1.25	1.20

- 1) Condizioni standard, assumendo un coefficiente di variazione dei carichi pari a 0.10;
- 2) Con accurato controllo statistico di materiali e geometrie, assumendo un coefficiente di variazione dei carichi ridotto e pari a 0.05;
- 3) Come la 2) e con abbattimento delle incertezze di modellazione.

# VERIFICA – PONTE OPERATIVO O TRANSITABILE NTC2018

## FATTORI PARZIALI DI SICUREZZA SUI CARICHI

Tabella 6.3.2– Fattori parziali di sicurezza per i carichi permanenti,  $\gamma_G$ , per verifiche di transitabilità e operatività

CLASSE DI CONSEGUENZA	(1) CONDIZIONI STANDARD	(2) CON ACCURATO CONTROLLO STATISTICO DI MATERIALI E GEOMETRIA E COV<0,05	(3) COME (2) E CON ABBATTIMENTO INCERTEZZE DI MODELLO (§ 6.3.3.5)
CC3	1.26	1.16	1.10

Tabella 6.3.4– Fattori parziali di sicurezza considerando come azioni principali le azioni variabili da traffico

Classe di conseguenza	Tempo di riferimento tref	Fattori parziali per le azioni variabili da traffico, $\gamma_Q$
CC3	5 anni (ponte TRANSITABILE, § 6.1.5.3)	1.20
	30 anni (ponte OPERATIVO, § 6.1.5.2)	1.20



# VERIFICA – PONTE OPERATIVO O TRANSITABILE NTC2018

## FATTORI PARZIALI DI SICUREZZA SUI MATERIALI PER «CC3»

*Tabella 6.3.7– Fattori parziali di sicurezza per le caratteristiche di resistenza dei materiali, condizioni di Operatività e Transitabilità*

Materiale	Fattore parziale
Calcestruzzo	$\gamma_c = 1.26$
Acciaio da c.a. e c.a.p.	$\gamma_s = 1.10$
Acciaio da carpenteria	$\gamma_a = 1.05$
Connettori Acciaio-calcestruzzo	$\gamma_v = 1.15$

# VERIFICA – PONTE TRANSITABILE 2

## FATTORI PARZIALI DI SICUREZZA SUI CARICHI ACCIDENTALI DA CODICE DELLA STRADA

(PER I CARICHI PERMANENTI VALE QUANTO GIA' VISTO PER L'OPERATIVITA' E LA TRANSITABILITA' NTC2018)

- Livello 1) :  $\gamma_{CdS,1} = 1,60$
  - Livello 2) :  $\gamma_{CdS,2} = 1,35$
  - Livello 3) :  $\gamma_{CdS,3} = 1,10$
- 
- Livello 1): il controllo del superamento del carico del peso da parte dei mezzi è effettuato a campione, su base documentale o di pesatura diretta, mediante una pianificazione sistematica nel tempo;
  - Livello 2): il controllo del superamento del carico da parte dei mezzi è effettuato in modo sistematico e continuo nel tempo, su base documentale o di pesatura diretta, con procedure per il blocco dei mezzi in caso di eccesso di carico e invio su altra viabilità;
  - Livello 3): analogo al Livello 2) ma utilizzando pesatura dei mezzi e blocco garantito degli stessi in caso di eccesso di carico, da parte di proprietario/gestore dei ponti e invio su altra viabilità.

# VERIFICA – PONTE TRANSITABILE CdS

## TRANSITABILITA' A MEZZI PESANTI

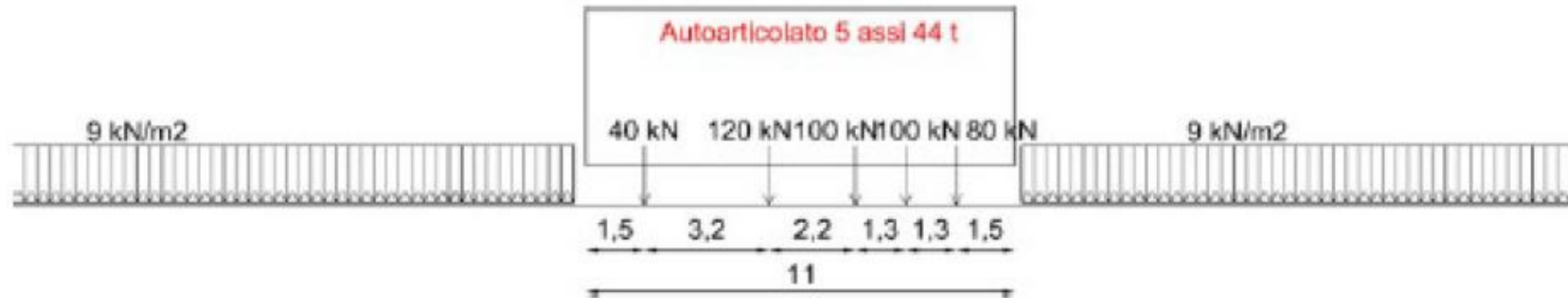


Figura 6.3.1 – Possibile distribuzione di carico corrispondente ad un mezzo di 440 kN

## TRANSITABILITA' A MEZZI INTERMEDI

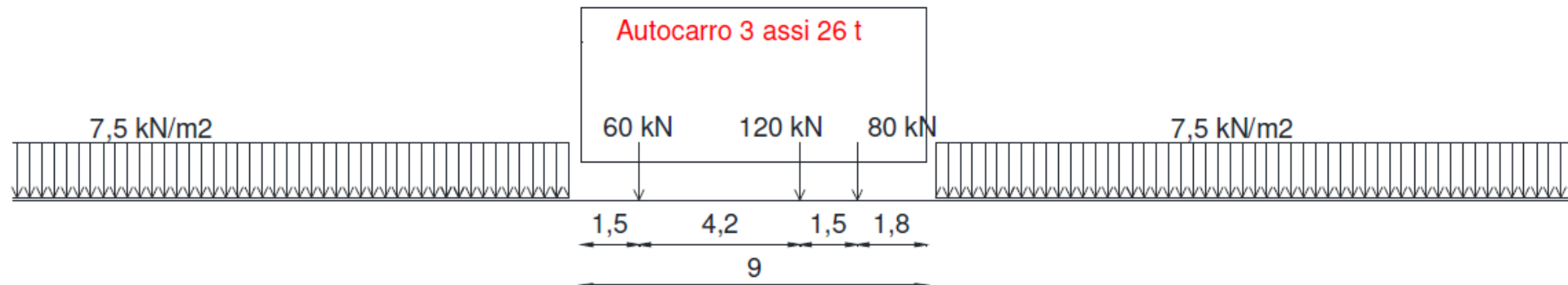


Figura 6.3.2. – Possibile distribuzione di carico corrispondente ad un mezzo di 260 kN

# VERIFICA – PONTE TRANSITABILE CdS

## TRANSITABILITA' A MEZZI LEGGERI



*Figura 6.3.3– Possibile distribuzione di carico corrispondente ad un mezzo di 75 kN*

## TRANSITABILITA' AGLI AUTOVEICOLI

**2,5 kN/mq**

**(sull'intera carreggiata o comunque nelle  
posizioni più sfavorevoli)**

## **VERIFICHE DI SICUREZZA: GESTIONE DEGLI ESITI**

**Le verifiche di transitabilità possono condurre a vari esiti con implicazioni molto diverse sull'esercizio dell'opera.**

**PONTE ADEGUATO → Normale gestione senza particolari limiti di tempo**

**PONTE OPERATIVO → Normale gestione con orizzonte temporale 30 anni**

**PONTE TRANSITABILE 1 → Riduzioni di carreggiata, orizzonte temporale 5 anni**

**PONTE TRANSITABILE 2 → Limitazioni sui carichi con eventuali riduzioni di carreggiata e, orizzonte temporale 5 anni**

**Gli esiti di «TRANSITABILITA'» conducono fisiologicamente ad interventi sulle opere.**

**Interventi possono eseguirsi anche su opere «ADEGUATE» o «OPERATIVE» per mutate esigenze d'uso.**

**Gli interventi possono perseguire l'obiettivo dell'ADEGUAMENTO o dell'OPERATIVITA'**



# CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

## C8.8 INDICAZIONI AGGIUNTIVE RELATIVE AI PONTI ESISTENTI

I paragrafi che seguono non hanno corrispondenza nelle NTC, essi comunque forniscono utili indicazioni per la valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi sui ponti esistenti.

### C8.8.7 CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

Le tipologie di intervento sui ponti sono descritte nel § 8.4 delle NTC.

#### Interventi di riparazione o locali

Purché il numero delle corsie fisiche non sia incrementato, e ove non ricorrano gli estremi per l'esecuzione di interventi di miglioramento o adeguamento, possono rientrare in questa categoria i seguenti interventi:

- Sostituzione dei vincoli, a condizione che ciò non comporti una variazione di rigidezza del sistema “pile-vincoli” superiore al 10%.
- Allargamento della piattaforma dedicata all'esercizio principale dell'infrastruttura (al fine di aumentare la superficie carrabile, ovvero la superficie disponibile per il transito ciclo-pedonale). In tal caso le verifiche dell'impalcato devono essere effettuate, in generale, considerando i carichi variabili previsti dalle NTC. E' possibile, con adeguata motivazione e adottando apposite limitazioni d'uso, considerare i carichi variabili previsti nel progetto dell'impalcato originario.
- Sostituzione degli impalcati. Le verifiche dell'impalcato di nuova realizzazione, in generale, devono essere effettuate considerando i carichi da traffico previsti dalle NTC. Per i ponti ferroviari, considerando che tutte le linee ferroviarie esistenti sono classificate secondo i massimi carichi ammessi a circolare, le verifiche dell'impalcato di nuova realizzazione possono essere effettuate adottando i carichi da traffico previsti nel progetto dell'impalcato originario, ovvero utilizzando i carichi relativi alla categoria di linea cui l'opera appartiene.
- La combinazione degli interventi indicati nei punti precedenti, purché essa non determini la necessità di interventi di miglioramento o adeguamento

# CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

## Interventi di miglioramento

Possono ricadere in questa categoria i seguenti interventi:

- Interventi finalizzati ad accrescere la capacità dell'opera nel suo insieme.
- Interventi finalizzati a mitigare gli effetti dell'azione sismica. Possono rientrare in questa fattispecie anche gli interventi che modificano lo schema statico della travata (ad esempio mediante l'uso di nuovi impalcati a trave continua o mediante la creazione di una catena cinematica tra campate adiacenti) con o senza l'impiego di sistemi di isolamento e/o dissipazione, purché non determinino incremento delle sollecitazioni trasmesse alla sottostruttura.
- La combinazione degli interventi indicati nei punti precedenti, purché essa non determini la necessità di interventi di adeguamento.

## Interventi di adeguamento

Per gli interventi di adeguamento conseguiti mediante idonei accorgimenti mirati a mitigare gli effetti dell'azione sismica sull'opera, la valutazione della sicurezza può essere limitata alle sole strutture di elevazione solo nel caso in cui, oltre a non sussistere le condizioni di cui al sesto capoverso del § 8.3 delle NTC, non siano previsti interventi di rinforzo delle strutture originarie in elevazione. Possono rientrare in questa fattispecie gli interventi che modificano lo schema statico della travata (ad esempio mediante l'uso di nuovi impalcati a trave continua o mediante la creazione di una catena cinematica tra campate adiacenti) con o senza l'impiego di sistemi di isolamento e/o dissipazione.

Ove non ricorrano condizioni diverse, gli interventi inerenti l'adeguamento sismico di infrastrutture esistenti progettate e realizzate antecedentemente alla classificazione sismica dell'area su cui insistono o nel rispetto di una normativa tecnica antecedente delle Norme Tecniche possono inquadrarsi nella lettera c) del § 8.4.3, per essi, pertanto, si può assumere  $\zeta_E=0,80$ .

# GLI INTERVENTI SUI PONTI

## LA GRANDE SFIDA DEI PONTI ESISTENTI

**INTERVENTI, ANCHE PESANTI, SUI PONTI DEVONO ESSERE RITENUTI EVENTI FISIOLOGICI, NECESSARI PER MANTENERE IN PERFETTO ESERCIZIO OPERE, ANCHE NON PIÙ GIOVANISSIME, MA CHE POSSONO SPESSO ASSOLVERE PERFETTAMENTE LA LORO FUNZIONE PER MOLTO TEMPO ANCORA**