



Piano di Formazione (ex art. 4 DM 204/2022)

Introduzione

Il D.L. 109/2018 (cd. Decreto Genova, convertito dalla legge n.130 del 16.11.2018 e modificato dal D.L.76/2020), ha previsto l'adozione, con Decreto Ministeriale, di apposite Linee Guida per assicurare l'omogeneità della classificazione e gestione del rischio, della valutazione della sicurezza e del monitoraggio di ponti, viadotti, cavalcavia e opere similari esistenti.

Con Decreto del Ministero delle Infrastrutture n. 578 del 17.12.2020 è stata disposta l'adozione delle Linee Guida e sono state definite le modalità di realizzazione, attuazione e gestione, in via sperimentale per un periodo non superiore a 24 mesi, di un sistema di monitoraggio di infrastrutture stradali e autostradali gestite da ANAS spa o da concessionari autostradali, basato sull'applicazione delle Linee Guida.

Il Consorzio Interuniversitario ReLUIIS, in quanto centro di competenza del Dipartimento della Protezione Civile, è stato individuato dallo stesso DM n.578/2020 come soggetto attuatore della sperimentazione, le cui attività sono regolate dall'apposito Accordo stipulato con il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Successivamente il Decreto Ministeriale n.204 del 01.07.2022 ha previsto l'estensione dell'adozione delle stesse Linee guida anche alle strade della cosiddetta viabilità locale, e l'estensione del periodo di sperimentazione da 24 a 48 mesi. Inoltre, il D.M. 204 ha incluso esplicitamente attività di formazione che il Consorzio dovrà organizzare per i tecnici degli Enti Locali redigendo uno specifico Piano di Formazione.

Di seguito si descrive la struttura del Piano di Formazione (coordinatori Proff. Edoardo Cosenza e Mauro Dolce), diviso in quattro moduli di seguito elencati:

Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

Modulo II - Rischi naturali e interventi di mitigazione per la sicurezza dei ponti

Modulo III - Modelli informativi digitali e tecnologie innovative

Modulo IV - Valutazione accurata della sicurezza strutturale dei ponti esistenti



Organizzazione dei moduli

Modulo	Titolo		data/durata
L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti (24 + 4 ore) Marzo – Giugno 2024	1	Le linee guida per i ponti esistenti	4 ore in presenza per data e orario vedere calendario sede
	2	Le linee guida per i ponti esistenti	
	3	La CdA strutturale-fondazionale: casi studio (1)	
	4	La CdA strutturale-fondazionale: casi studio (2) Le ispezioni speciali e le indagini in situ	
	5	Il monitoraggio nella sicurezza delle infrastrutture e la digitalizzazione	
	6	Esercitazione	
	7	L'aggiornamento normativo per i ponti esistenti: il punto di vista di istituzioni, enti locali, gestori e concessionari	4 ore in asincrono
Rischi naturali e interventi di mitigazione per la sicurezza dei ponti (25 ore) Settembre - Ottobre 2024	1	Il rischio sismico dei ponti esistenti: basi teoriche	3 ore
	2	Il rischio sismico dei ponti esistenti: le Linee Guida	3 ore
	3	Problematiche di tipo geologico	4 ore
	4	Analisi di casi di crolli di ponti	3 ore
	5	Il rischio frane	4 ore
	6	Il rischio idraulico	4 ore
	7	Casi applicativi di valutazione CdA frane e idraulica	4 ore
Modelli informativi digitali e tecnologie innovative (16 ore) Novembre 2024	1	Digitalizzazione delle informazioni e implementazione dei modelli BIM	8 ore
	2	Utilizzo di droni e droni robot	4 ore
	3	Dati satellitari per applicazione alle infrastrutture	4 ore
Valutazione accurata della sicurezza strutturale dei ponti esistenti (40 ore) Giugno - Settembre 2025	1	Le linee guida per i ponti esistenti	4 ore
	2	Durabilità degli elementi strutturali e corrosione	4 ore
	3	Dispositivi di appoggio	4 ore
	4	Sistemi in c.a.p.	4 ore
	5	Selle Gerber	4 ore
	6	Strutture in acciaio e acciaio-calcestruzzo	4 ore
	7	Il monitoraggio delle infrastrutture	4 ore
	8	Solette da impalcato e sezioni circolari in c.a. - Prove di carico	4 ore
	9	Valutazione formale della sicurezza	4 ore
	10	Ponti in muratura	4 ore



Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

Descrizione

Il piano di formazione prevede un primo Modulo sulla sicurezza strutturale dei ponti esistenti, con cinque lezioni e una esercitazione della durata di 4 ore ciascuna, cui si aggiungono ulteriori 4 ore da svolgere in remoto in modalità asincrona su, per un totale di 28 ore. In questo Modulo si tratta il tema della sicurezza dei ponti esistenti, con particolare riferimento alle procedure di (i) classificazione e gestione del rischio, (ii) valutazione della sicurezza e (iii) monitoraggio, previste nelle Linee Guida per i ponti esistenti (LG2020), adottate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

La prima lezione inquadra le tipologie strutturali dei ponti esistenti sul territorio nazionale e gli approcci multirischio e multilivello di valutazione della sicurezza e monitoraggio adottati nelle LG2020. In particolare, per le principali tipologie strutturali trattate sono evidenziate le principali criticità in relazione all'età e all'uso dell'opera.

La seconda lezione inquadra le attività di (i) censimento e descrizione delle principali caratteristiche geometriche delle opere e (ii) compilazione delle schede difettologiche.

Nella terza e quarta lezione si mostrano casi studio per la valutazione della classe di attenzione strutturale-fondazionale di alcune tipologie di ponte (e.g. ponti a travata, in c.a.p. o composti acciaio-calcestruzzo, e ponti ad arco, in c.a. o muratura). Inoltre, c'è un focus sulle ispezioni speciali e sulle indagini in situ, sia per descrivere le principali tipologie di indagini tradizionali e innovative che per fornire indicazioni utili alla stesura di un piano di indagini per una valutazione accurata della sicurezza dell'opera.

Nella quinta lezione si inquadrano gli obiettivi del monitoraggio per la sicurezza delle infrastrutture mediante sistemi di monitoraggio strumentale. Inoltre, sono illustrate le principali fasi di digitalizzazione dei processi informativi per le infrastrutture, con un focus su protocolli standard e livelli di dettaglio dei modelli informativi.

Il sesto incontro prevede una esercitazione mediante modello navigabile su piattaforma digitale.

Infine, in asincrono, sarà possibile assistere alle tavole rotonde di un convegno specialistico organizzato il 24 e 25 ottobre 2023 dal Consorzio ReLUIIS cui hanno partecipato istituzioni, enti locali, gestori e concessionari, per raccogliere la loro testimonianza e il loro punto di vista su aspetti tecnici e gestionali.



Modulo I - L'applicazione delle linee guida per i ponti esistenti

1 - Le linee guida per i ponti esistenti

- **Introduzione alle linee guida**
- **Tipologie strutturali e analisi delle principali criticità (i)**
 - Ponti in cemento armato
 - Ponti in cemento armato precompresso
 - Ponti in muratura

2 - Le linee guida per i ponti esistenti

- Tipologie strutturali e analisi delle principali criticità (ii)**
 - Ponti in acciaio e composti acciaio-calcestruzzo
 - Pile e spalle
 - Selle Gerber
 - Dispositivi di appoggio
- Introduzione alle schede difettologiche**

3 - La valutazione della classe di attenzione strutturale-fondazionale

- Scenari di casi studio su**
 - ponti in c.a., ponti in c.a.p., ponti ad arco in muratura

4 - La valutazione della classe di attenzione strutturale-fondazionale **Ispezioni speciali e indagini in situ**

- Scenari di casi studio su**
 - ponti in acciaio e ponti composti acciaio-calcestruzzo
- Ispezioni speciali e indagini in situ**

5 - Il monitoraggio nella sicurezza delle infrastrutture e la digitalizzazione

- Applicazione di sistemi di monitoraggio**
- Gestione delle informazioni e modelli informativi digitali**

6 - Esercitazione

- Esempi di compilazione in virtuale di schede di ispezione**

7 - Tavole rotonde*

- L'aggiornamento normativo per i ponti esistenti:**
 - il punto di vista di istituzioni, enti locali, gestori e concessionari



Modulo II – Rischi naturali e interventi di mitigazione per la sicurezza dei ponti

Descrizione

Il secondo Modulo è dedicato all'introduzione sui rischi naturali e su possibili interventi di mitigazione degli stessi per aumentare la sicurezza dei ponti esistenti, con sette lezioni della durata di 3 o 4 ore ciascuna, cinque svolte in modalità sincrona a distanza e due in presenza.

Nella prima lezione, dopo una breve descrizione delle caratteristiche di un terremoto e degli effetti che esso produce al suolo, si discuteranno le informazioni disponibili dei terremoti passati storici e strumentali, nonché le modalità con cui tali informazioni sono utilizzate per la previsione delle azioni future sulle strutture. Si passerà quindi a descrivere qualitativamente gli effetti dei terremoti sulle strutture e il modo in cui si possono prevedere i possibili danni dovuti al sisma. Il richiamo alle conseguenze dei danni consentirà di introdurre e definire il concetto di rischio sismico.

La seconda lezione fornisce un inquadramento generale sulla risposta sismica delle strutture per definire la vulnerabilità alle azioni sismiche delle tipologie strutturali di ponti più diffuse, anche sulla base dei danni rilevati dopo diversi eventi sismici. Inoltre, saranno proposti in modo sintetico alcuni esempi di comportamento dinamico di ponti mediante modelli numerici, sottolineando il ruolo dello schema statico, dei sistemi di appoggi e delle peculiarità dei materiali. L'approccio alla stima dell'azione sismica sulle strutture, della vulnerabilità in termini di danni potenzialmente attesi, ma anche della esposizione della costruzione in termini di conseguenze sulla sicurezza, consentiranno di inquadrare il concetto di rischio sismico e la metodologia proposta dalle Linee Guida

La terza lezione introduce elementi di geologia di base e idrogeologia, classifica i fenomeni gravitativi di versante, inquadra gli strumenti di analisi geo-cinematica per la caratterizzazione dei fattori di innesco dei fenomeni franosi e fornisce strumenti utili all'uso di cartografie, carte tematiche e piattaforme informatizzate con remote sensing.

Nella quarta lezione sono analizzati alcuni casi di crollo di strutture da ponte con lo scopo di inquadrare cause frequenti di collasso dei ponti, suddivise per tipologia strutturale (materiali e schemi statici), condizioni di degrado della struttura, criticità di alcuni dettagli e tecnologie costruttive, condizioni di contesto (presenza di corsi d'acqua, alta pericolosità sismica).

Nella quinta e sesta lezione si approfondiscono (i) gli aspetti meccanici dell'interazione fra corpi di frana e ponti/viadotti (interferenza diretta e indiretta, vulnerabilità strutturale in funzione del tipo di fondazione e di struttura) e (ii) le principali problematiche di rischio idraulico per i ponti (fenomeno di scalzamento delle pile e fenomeno di sormonto). In entrambe le lezioni si illustrano potenzialità e domini applicativi delle procedure speditive di valutazione della Classe di Attenzione per rischio frane e idraulico prevista nelle Linee Guida, con un focus su possibili ulteriori approfondimenti speditivi che possono aumentare la confidenza nella sua valutazione. Inoltre, con riferimento a ciascun rischio è previsto (i) un breve cenno alle tecniche di monitoraggio, con esempi di interpretazione delle misure che possono essere effettuate mediante tecniche tradizionali ed innovative e (ii) una descrizione di possibili interventi di mitigazione del rischio frane e del rischio idraulico.

Infine, nella settima lezione si mostrano casi studio per la valutazione della classe di attenzione frane e idraulica in alcuni contesti selezionati tra quelli più frequenti e o significativi con applicazioni pratiche delle procedure previste dalle Linee Guida.



Modulo II - Rischi naturali e interventi di mitigazione per la sicurezza dei ponti

1 – Il rischio sismico dei ponti esistenti: basi teoriche *

Introduzione ai terremoti
Azione sismica sui ponti
Rischio sismico

2 – Il rischio sismico dei ponti esistenti: le Linee Guida *

Vulnerabilità strutturale alle azioni sismiche
Ruolo dello schema statico, dei sistemi di appoggi e delle peculiarità dei materiali
Metodologia speditiva proposta dalle Linee Guida

3 – Problematiche di tipo geologico *

Le instabilità di versante
Strumenti di analisi geo-cinematica
Strumenti cartografici e di remote sensing per il riconoscimento e la caratterizzazione

4 – Analisi di casi di crolli di ponti *

Fallimento per vulnerabilità strutturale
Ponti e viadotti in c.a, c.a.p., muratura, acciaio
Fallimento per rischi naturali
Azione sismica, scalzamento della pila in alveo, frane

5 – Il rischio frane **

Interazione fra corpi di frana e ponti/viadotti
Interferenza con parti interrato e parti fuori terra
Vulnerabilità strutturale: ruolo del tipo di fondazione e della struttura
Cenni a tecniche di monitoraggio e interventi di mitigazione del rischio

6 – Il rischio idraulico**

Problematiche di rischio idraulico per i ponti
Fenomeno di scalzamento delle pile
Fenomeno di sormonto
Cenni a tecniche di monitoraggio ed interventi di mitigazione del rischio

7 – Casi applicativi di valutazione CdA frane e idraulica*

Applicazione della metodologia proposta dalle Linee Guida
Valutazione CdA Frane
Valutazione CdA Idraulica

* in remoto (erogazione in sincrono)

** in presenza



Modulo III – Modelli informativi digitali e tecnologie innovative

Descrizione

Le prime due lezioni introducono i discenti ai sistemi informativi digitali per la gestione di infrastrutture esistenti, focalizzando l'attenzione sulle opportunità nel loro uso e inquadrando le soluzioni tecnologiche più adatte alle varie applicazioni in ambito civile. È inoltre previsto un approfondimento sulla gestione dei sistemi informativi digitali nella gestione degli appalti pubblici, anche alla luce dei nuovi aggiornamenti normativi in accordo con le norme UNI 11337 e ISO 19650. Infine, saranno mostrati esempi applicativi di modellazione digitale e di gestione informativa di ponti e viadotti.

La terza lezione è dedicata all'uso di droni aerei per operazioni in ambito civile che ha visto una crescita esponenziale negli ultimi anni. Il loro impiego è sempre più diffuso in diversi ambiti, dalla protezione civile, alle forze dell'ordine, all'esercito, e in tutti i contesti specialistici che richiedono l'acquisizione di informazioni visuali e strutturali in tempi rapidi, con costi ridotti e in condizioni di potenziale rischio. L'uso di droni per fotogrammetria, ispezione e valutazione dello stato degli edifici e infrastrutture è uno dei contesti di massima espansione dell'uso dei droni. Rispetto a tale contesto saranno forniti i rudimenti di come è fatto e come funziona un drone, come funziona la fotogrammetria e la costruzione di modelli geometrici basati su LIDAR, il contesto normativo che ne regola l'impiego e alcuni esempi di soluzioni avanzate di impiego di droni speciali.

L'esigenza di controlli di sicurezza sempre più diffusi, dettata dall'elevata vulnerabilità del patrimonio infrastrutturale italiano, ha dato un notevole impulso all'utilizzo della tecnica denominata Interferometria SAR (Synthetic Aperture Radar) (InSAR), basata sull'utilizzo di dati satellitari, che permette di rilevare nel tempo movimenti superficiali dovuti a fenomeni deformativi lenti sia naturali (subsidenza, frane, ecc.) che antropici, che possono interessare aree costruite. Pertanto, la quarta lezione verterà sull'utilizzo dei dati interferometrici satellitari ai fini dell'interpretazione del comportamento strutturale delle infrastrutture. Si mostrerà la possibilità di controllare gli spostamenti superficiali del contesto in cui un'infrastruttura è inserita, con il vantaggio, rispetto alle usuali tecniche di monitoraggio, di coprire aree ben più ampie su un arco temporale più esteso e senza installazione di strumentazione a terra. Inoltre si mostrerà la possibilità di eseguire analisi retrospettive, sfruttando i dati disponibili, registrati in anni precedenti che permettono di seguire evoluzioni deformative avvenute in periodi precedenti l'inizio del monitoraggio



Modulo III - Modelli informativi digitali e tecnologie innovative

1 – Digitalizzazione delle informazioni e implementazione dei modelli BIM (1 di 2)

Introduzione ai sistemi informativi digitali per la gestione di infrastrutture esistenti

Opportunità e soluzioni tecnologiche

La gestione dei sistemi informativi digitali nella gestione degli appalti pubblici e le norme UNI

2 – Digitalizzazione delle informazioni e implementazione dei modelli BIM (2 di 2)

Esempi applicativi di modellazione digitale e di gestione informativa di ponti e viadotti

3 – Droni aerei per operazioni in ambito civile

Principali applicazioni e potenziali vantaggi

Tecnologie di acquisizione dati: Fotogrammetria e LIDAR

Contesto normativo e regolamentazioni per l'uso dei droni

Applicazioni avanzate di droni specializzati

4 – Dati satellitari per applicazione alle infrastrutture

Introduzione all'interferometria SAR (InSAR)

Utilizzo dei dati interferometrici satellitari per il monitoraggio strutturale a scala territoriale

Utilizzo dei dati interferometrici satellitari per il monitoraggio strutturale a scala di singola opera



Modulo IV – Valutazione accurata della sicurezza strutturale dei ponti esistenti

Descrizione

Il modulo IV (Valutazione accurata della sicurezza strutturale dei ponti esistenti) offre un approfondimento tecnico e pratico sulla sorveglianza, la valutazione della sicurezza e il monitoraggio dei ponti. Si articola in dieci lezioni, ciascuno dedicato a un aspetto specifico. Le lezioni si terranno da remoto ad eccezione della prima che sarà dedicata all'introduzione al corso attraverso il richiamo delle linee guida per i ponti esistenti.

Segue una breve descrizione delle lezioni:

1. Le linee guida per i ponti esistenti

Si introduce il quadro normativo di riferimento, con particolare attenzione alle Linee Guida emanate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Si analizzano i criteri per la classificazione del rischio, la gestione e il monitoraggio dei ponti esistenti, nonché le implicazioni per la sicurezza e la manutenzione, arricchendo le lezioni con i principali risultati delle attività di ricerca condotte nell'ambito dell'accordo tra il CSLLPP e il consorzio ReLUIIS (Progetto ReLUIIS Ponti)

2. Durabilità degli elementi strutturali e corrosione

Questa lezione tratta il tema della durabilità dei materiali strutturali e dei fenomeni di degrado, con particolare attenzione alla corrosione delle armature delle strutture in c.a. e c.a.p. e dei profili metallici utilizzati per le strutture in acciaio. Si esaminano metodologie di valutazione del degrado con un focus sulle schede difettologiche come quelle proposte nelle linee guida e analizzate durante il progetto ReLUIIS Ponti.

3. Dispositivi di appoggio

Si analizzano i dispositivi di appoggio degli implacati da ponte, la loro funzione e il degrado a cui possono andare incontro. Particolare attenzione è dedicata alla valutazione dello stato di conservazione e agli interventi di sostituzione o ripristino. Inoltre ci sarà un focus sulle problematiche sismiche.

4. Sistemi in c.a.p.

In questa lezione si approfondisce la tecnologia del calcestruzzo armato precompresso (c.a.p.), con riferimento alla valutazione delle prestazioni strutturali e agli interventi di ripristino. Si illustrano i principali fenomeni di degrado e le strategie per la conservazione.

5. Selle Gerber

Si approfondisce il tema delle selle Gerber, un elemento strutturale comune nei ponti in c.a. e c.a.p. a travata, analizzandone il funzionamento, le modalità di ispezione e le strategie di intervento per garantire la sicurezza e l'efficacia del sistema. Oltre a contenuti generali sul comportamento di questi elementi, si approfondiranno anche le principali teorie alla base dei modelli di calcolo semplificati utilizzabili in ambito professionale per valutare la capacità di una sella Gerber e progettare un intervento di rinforzo.

6. Strutture in acciaio e acciaio-calcestruzzo

In questa lezione si trattano i ponti in acciaio e composti acciaio-calcestruzzo, con focus su problemi di corrosione, stabilità e vulnerabilità sismica. Si approfondiscono le tecniche di valutazione e gli interventi di manutenzione e rinforzo.

7. Il monitoraggio delle infrastrutture

Si introduce il concetto di monitoraggio strutturale e delle infrastrutture, evidenziando tecnologie avanzate e casi studio significativi. Si discute l'importanza del monitoraggio per la prevenzione dei danni e la pianificazione della manutenzione.



8. Solette da impalcato e sezioni circolari in c.a. - Prove di carico

Una prima parte della lezione è dedicata all'analisi della sicurezza delle solette da impalcato e delle sezioni circolari in calcestruzzo armato, con esempi pratici e casi studio. La seconda parte della lezione è invece dedicata alle prove di carico che possono contribuire alla conoscenza dell'opera e aumentarne l'affidabilità della verifica di sicurezza.

9. Valutazione formale della sicurezza

Questa lezione fornisce una panoramica sui modelli di carico, sulla modellazione strutturale e sui livelli di conoscenza richiesti per la valutazione della sicurezza di un ponte, nonché

10. Ponti in muratura

L'ultima lezione è dedicata ai ponti in muratura, con un'analisi della loro vulnerabilità, delle tecniche di ispezione e degli interventi di consolidamento. Vengono presentati approcci specifici per la conservazione di queste strutture storiche.



Modulo IV

Valutazione accurata della sicurezza strutturale dei ponti esistenti

1 – Le linee guida per i ponti esistenti

2 – Durabilità degli elementi strutturali e corrosione

3 – Dispositivi di appoggio

4 – Sistemi in c.a.p.

5 – Selle Gerber

6 – Strutture in acciaio e acciaio-calcestruzzo

7 – Il monitoraggio delle infrastrutture

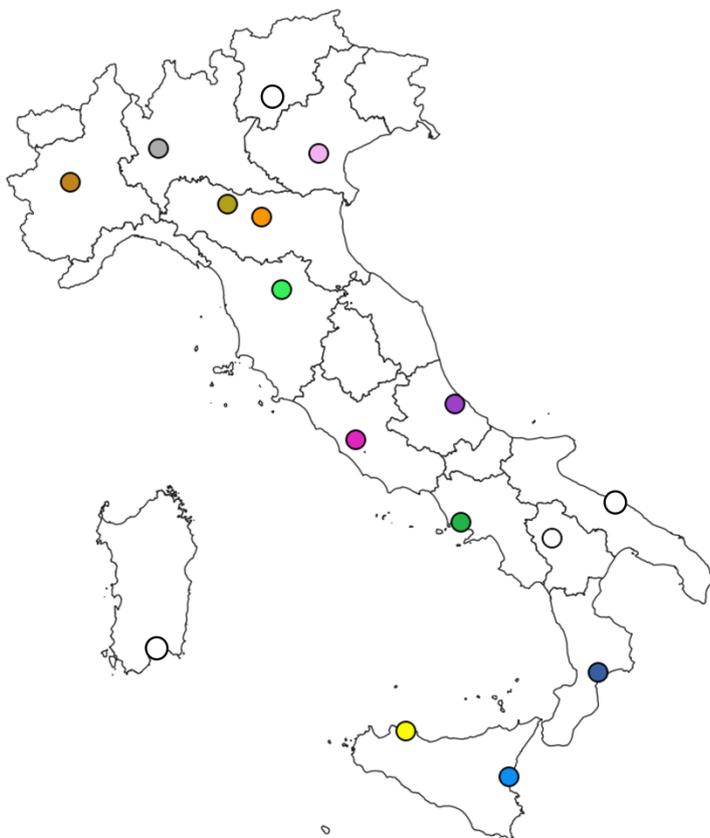
8 – Solette da impalcato e sezioni circolari in c.a. - Prove di carico

9 – Valutazione formale della sicurezza

10 – Ponti in muratura



Mappa delle sedi



Sedi dei corsi attivi

- Catania
- Catanzaro
- Chieti
- Firenze
- Milano
- Modena
- Napoli
- Padova
- Palermo
- Parma
- Roma
- Torino

Sedi dei corsi non ancora attivati

- Cagliari
- Bari
- Trento
- Potenza