



Rete dei Laboratori Universitari
di Ingegneria Sismica e Strutturale

Convegno



La sperimentazione delle Linee Guida per i ponti esistenti

**Accordo tra il CSLP ed il Consorzio ReLUIIS
attuativo dei DM 578/2020 e DM 204/2022**

**Roma
24 e 25 ottobre 2023**

Edoardo Cosenza

DM n. 578 del 17.12.2020
Adozione delle **Linee Guida**

Concessionari autostradali
e ANAS

Sperimentazione
dell'applicazione

DM n. 204 del 1.07.2022
Estensione delle Linee guida per tutti
gli enti gestori diversi da
Concessionarie autostradali e ANAS,
ovvero Regioni, le Province, le città
Metropolitane ed i Comuni.

Opere di Enti Locali

50 opere
tra più di 200 candidature

Accordo Tecnico tra il CSLPP e il Consorzio ReLUIS

ex art. 15 Legge 241/1990

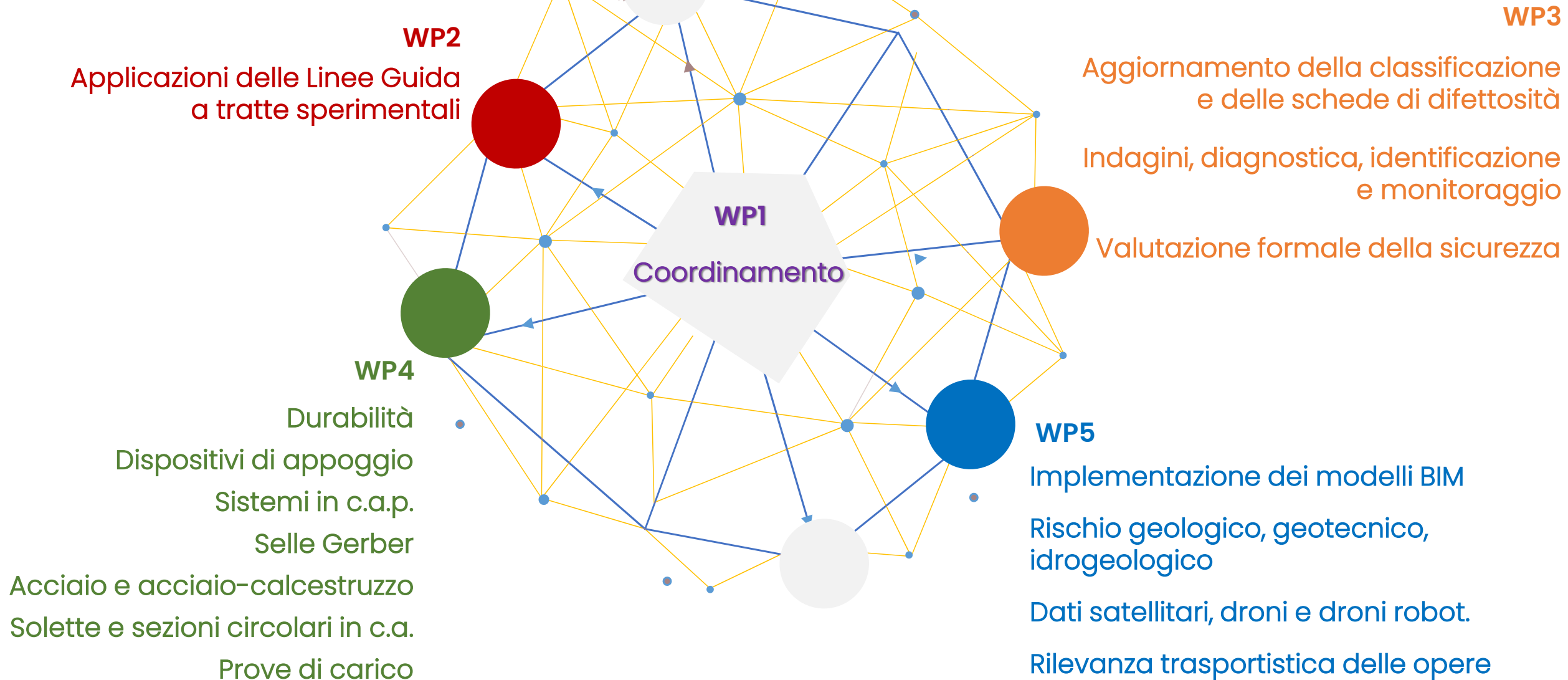
attuativo del DM 578 del 17 dicembre 2020

Accordo del 07/04/2021

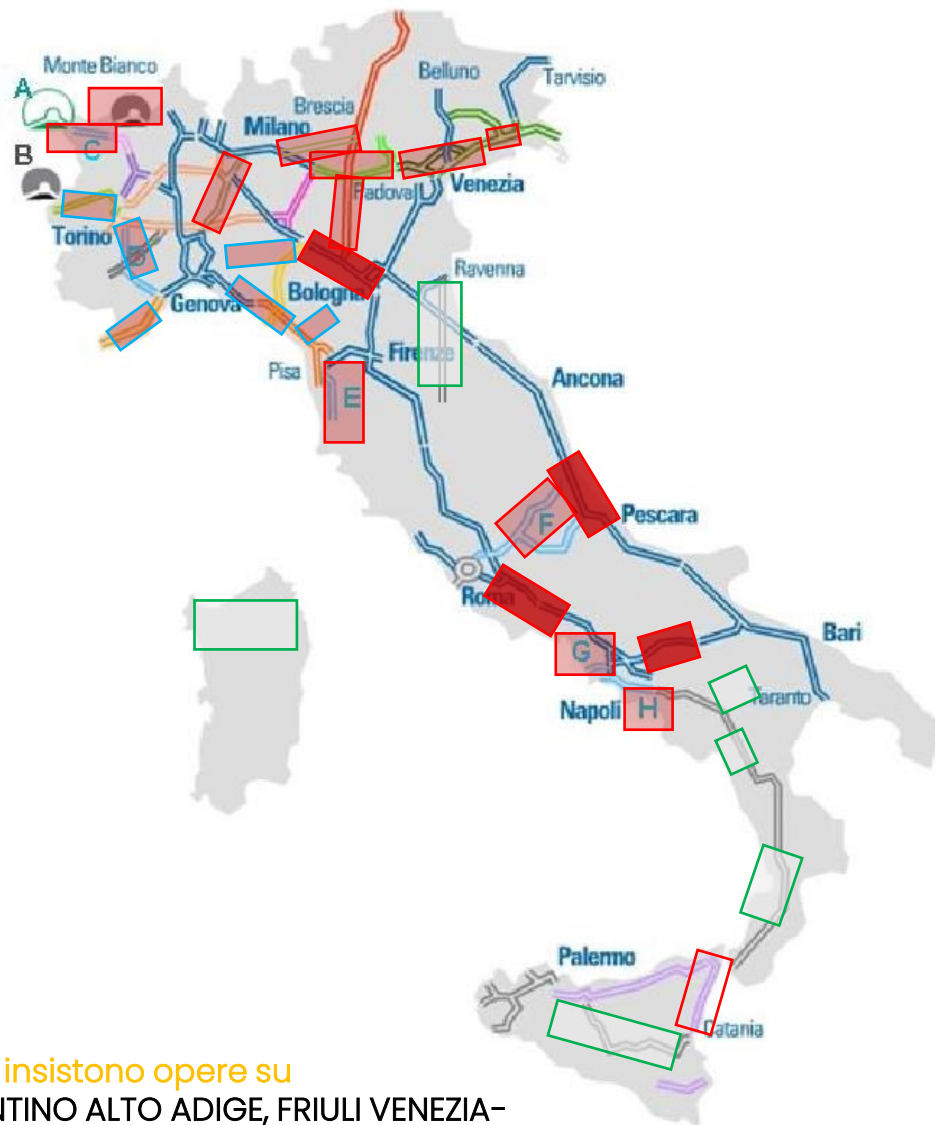
Atto aggiuntivo del 18/10/2022

Tabella 8.1– Tempi di attuazione

	Livello 0 - Censimento (§ 2)	Livello 2 - Analisi rischi rilevanti e attribuzione classe di attenzione (§ 4)
Concessionarie autostradali	-----	entro il 30.06.2023
ANAS S.p.A.	entro il 31.12.2022	entro il 31.12.2023
Regioni, Province, Città Metropolitane	entro il 31.12.2023	entro il 30.06.2025
Comuni con resid. > 15000	entro il 30.06.2024	entro il 30.06.2026
Comuni con resid. ≤ 15000	entro il 30.06.2024	entro il 31.12.2026



WP2: Applicazioni delle Linee Guida a tratte sperimentali



Legenda	Codice	Società
		ANAS
		AUTOSTRADE PER L'ITALIA
	A	ITALIANA TRAFORO MONTE BIANCO
	B	ITALIANA TRAFORO DEL GRAN SAN BERNARDO (S.I.TRA.S.B.)
	C	ITALIANA TRAFORO AUTOSTRADALE DEL FREJUS (S.I.T.A.F.)
		RACCORDO AUTOSTRADALE VALLE D'AOSTA (R.A.V.)
		AUTOSTRADE VALDOSTANE (S.A.V.)
		AUTOSTRADA TORINO-IVREA-VALLE D'AOSTA (A.T.I.V.A.)
		AUTOSTRADA ASTI-CUNEO
		AUTOSTRADA TORINO-ALESSANDRIA-PIACENZA (S.A.T.A.P.)
	D	AUTOSTRADA TORINO-SAVONA
		MILANO SERRAVALLE - MILANO TANGENZIALI
		AUTOSTRADE CENTRO PADANE
		AUTOSTRADA BRESCIA-VERONA-VICENZA-PADOVA
		AUTOSTRADA DEL BRENNERO
		AUTOVIE VENETE
		AUTOSTRADA DEI FIORI
		AUTOCAMIONALE DELLA CISA
		AUTOSTRADA LIGURE TOSCANA (S.A.L.T.)
	E	AUTOSTRADA TIRRENICA (S.A.T.)
	F	STRADA DEI PARCHI
	G	TANGENZIALE DI NAPOLI
	H	AUTOSTRADE MERIDIONALI (S.A.M.)
		CONSORZIO PER LE AUTOSTRADE SICILIANE
		BREBEMI (A35)

- ANAS
- AISCAT
- ASTM (Gruppo Gavio)

+ ENTI LOCALI
50 opere
 tra più di 200 candidature

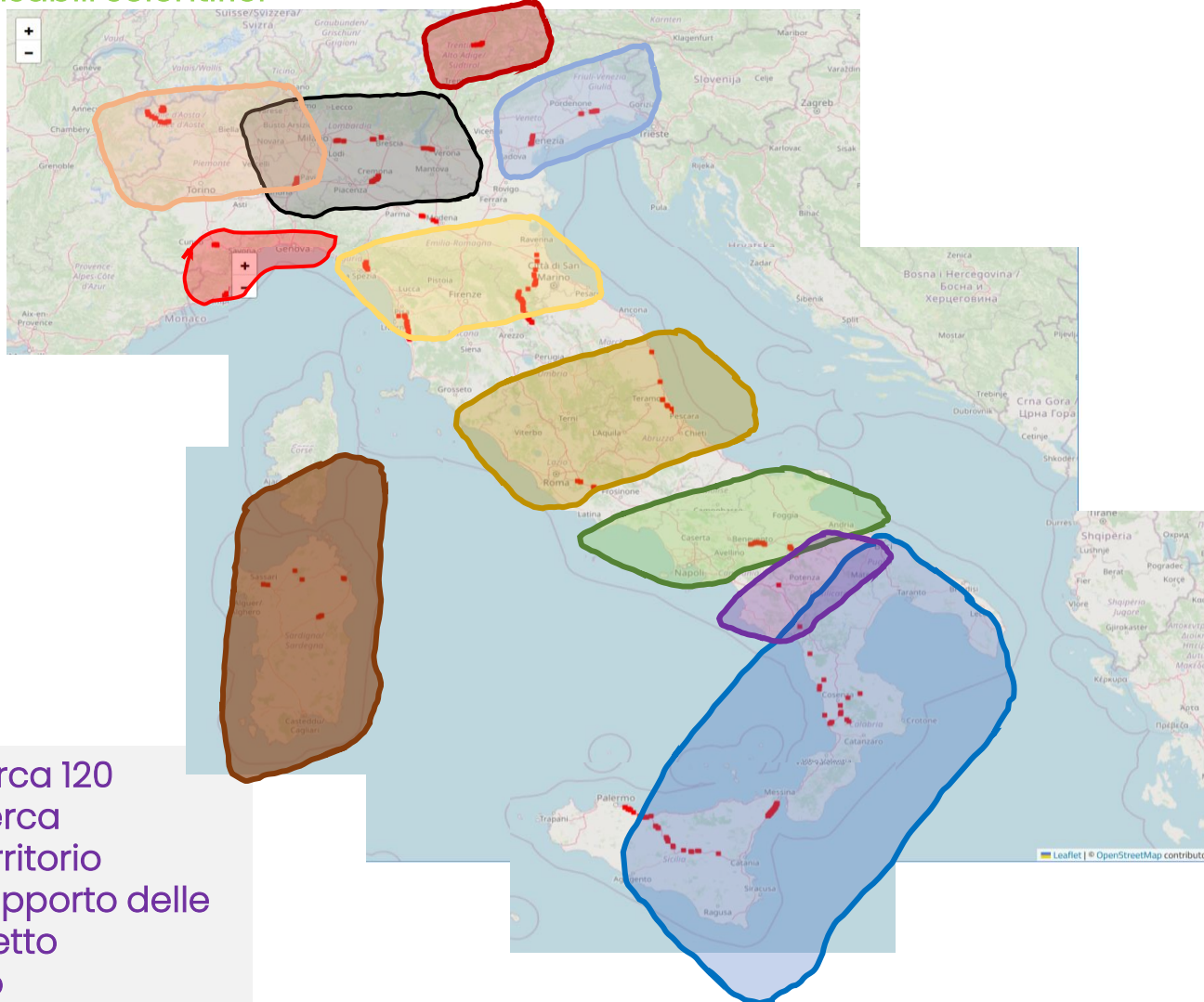
Non insistono opere su
 TRENTO ALTO ADIGE, FRIULI VENEZIA-
 GIULIA, MARCHE, UMBRIA, MOLISE, PUGLIA

WP2 - Raggruppamenti territoriali delle Unità di Ricerca



39 accordi siglati
35 Università e Centri di Ricerca
69 Unità di Ricerca
75 Responsabili scientifici

Le opere sono assegnate a UR (56) o gruppi di UR in base a competenze territoriali con un Referente (25) per gruppo o singola UR



Aiello - La Mendola - Chioccarelli (Rossi, Recupero)

Sassu

Masi (Santarsiero, Ponzo)

De Stefano (Orlando), Savoia, Belletti

Di Prisco (Felicetti, Biondini, Limongelli), Plizzari, Riva, Calvi (Pavese)

Lagomarsino

Chiaia (Marano)

Bursi (Zonta, Broccardo)

Da Porto, Saetta/Berto

Meda (Imbimbo, Franchin), Vanzi, Nuti (Monti, Spacone, Fabbrocino)

Cosenza, Bilotta, Losanno, Pecce (Prota, Landolfo, Iervolino, Nigro, Serino, Magliulo, Asprone, Lignola, Di Ludovico, Parisi, Baltzopoulos)

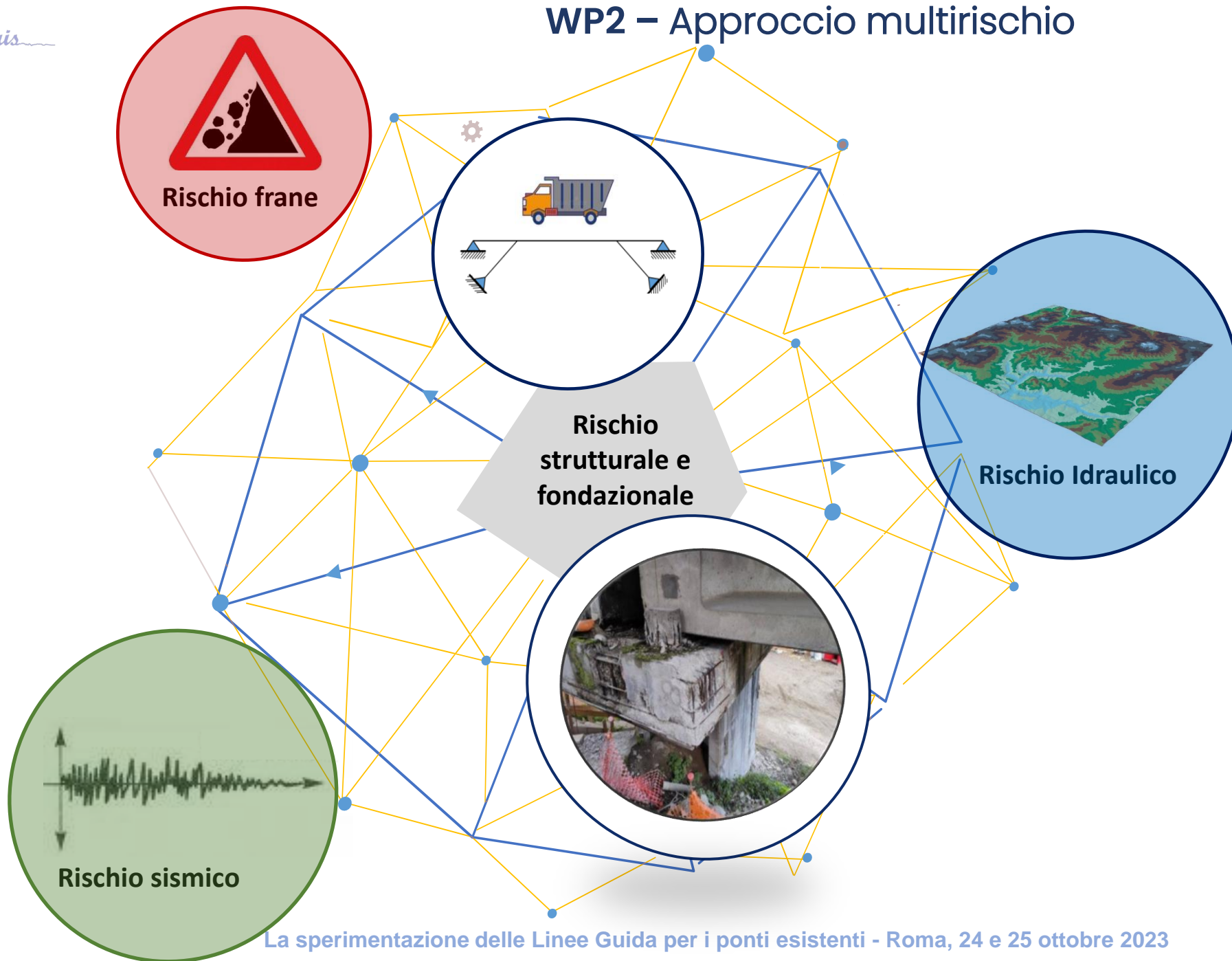
Rizzano - Maddaloni - Foti

Occhiuzzi (Caterino)

La sperimentazione delle Linee Guida per i ponti esistenti - Roma, 24 e 25 ottobre 2023

Bandi per circa 120 borse di ricerca su tutto il territorio italiano a supporto delle attività oggetto dell'Accordo

WP2 – Approccio multirischio



Referenti macroaree	Rischio frane	Rischio idraulico
Aiello - La Mendola – Chioccarelli (Rossi, Recupero)	Alessio Ferrari Maurizio Ziccarelli	Giuseppe Ciruolo Leonardo Noto Carmelo Nasello
Bursi (Zonta, Broccardo)	Lucia Simeoni	Aronne Armanini
Chiaia (Marano)	Maria Rita Migliazza	Pierluigi Claps
Cosenza, Bilotta, Losanno, Pecce (Prota, Landolfo, Iervolino, Nigro, Serino, Magliulo, Asprone, Lignola, Di Ludovico, Parisi, Baltzopoulos)	Gianfranco Urciuoli	Maurizio Giugni
Rizzano - Maddaloni - Foti - Occhiuzzi (Caterino)		
Da Porto, Saetta/Berto	Filippo Catani	Daniele Pietro Viero Andrea D'Alpaos
De Stefano (Orlando), Savoia, Belletti	Andrea Segalini Roberto Valentino	Luca Solari
Di Prisco (Felicetti, Biondini, Limongelli), Plizzari, Riva, Calvi (Pavese)	Claudio Di Prisco	TBD
Lagomarsino	Rossella Bovolenta	Ilaria Gnecco Anna Palla
Masi (Santarsiero, Ponzio)	Roberto Vassallo	Aurelia Sole
Meda (Imbimbo, Franchin), Vanzi, Nuti (Monti, Spacone, Fabbrocino)	Angelo Amorosi	TBD
Sassu	Marco Zucca	Mario Lucio Puppio

WP3: Analisi, revisione e aggiornamento delle Linee Guida

WP3: Analisi, Revisione e Aggiornamento delle Linee Guida

3.1 – Aggiornamento della classificazione e delle schede di difettosità

3.2 – Indagini, diagnostica, identificazione e monitoraggio

3.3 – Valutazione formale della sicurezza

Livello 4 Valutazione accurata

Resistenze dei materiali

azione

azione

$$g_R \left(\frac{f_{k1}}{\gamma_{m1}}, \frac{f_{k2}}{\gamma_{m2}}, \dots \right) \geq g_S (\gamma_{f11} \cdot \gamma_{f21} \cdot \psi_{p1} \cdot Q_{k1}, \gamma_{f12} \cdot \gamma_{f22} \cdot \psi_{p2} \cdot Q_{k2}, \dots)$$

resistenza

sollecitazioni

$\gamma_{mi} > 1$ differenze delle caratteristiche del materiale rispetto:

- ai valori caratteristici di progetto.
- a quelli derivati dalle prove di accettazione.
- per debolezze locali delle strutture dovute al processo di costruzione.

$\gamma_{f1i} > 1$ differenze delle azioni dai valori caratteristici di progetto

$\gamma_{f2i} > 1$ inaccuratezza del modello

$\psi_{pi} \leq 1$ concomitanza di azioni

per le **strutture nuove** l'incertezza è quella del **progettista** sulla struttura che **verrà realizzata**,
per le **strutture esistenti** è dovuta principalmente alla limitata conoscenza dell'**analista** sulla struttura **già realizzata**

Livello 1 Ispezione visiva e rapporto di ispezione

Miglioramento delle schede difettologiche

Livello 2 Valutazione della Classe di Attenzione

attraverso un'analisi multirischio semplificata:

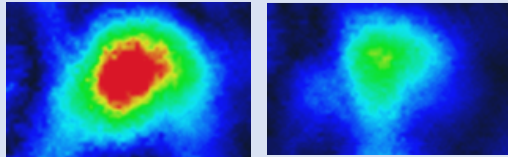
$$R = P \times V \times E$$

Parametri primari		Pericolosità	Vulnerabilità	Esposizione	CLASSE DI ATTENZIONE
ALTA	+ Parametri secondari =	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
MEDIO - ALTA		MEDIO - ALTA	MEDIO - ALTA	MEDIO - ALTA	MEDIO - ALTA
MEDIA		MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
MEDIO - BASSA		MEDIO - BASSA	MEDIO - BASSA	MEDIO - BASSA	MEDIO - BASSA
BASSA		BASSA	BASSA	BASSA	BASSA

3.2 – Indagini, diagnostica, identificazione e monitoraggio



Identificare la presenza di armature e cavi, ...
(§6.2.2., §7.4.2, §7.4.3 Linee Guida)



Obiettivo: studiare il potenziale delle metodologie non distruttive avanzate

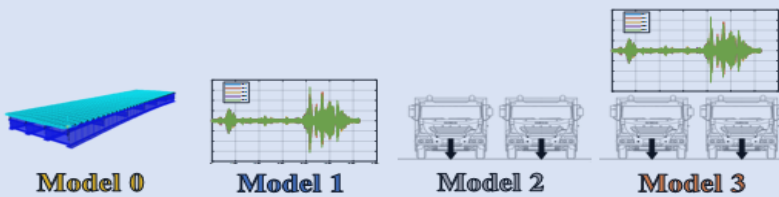
La precompressione residua su elementi in calcestruzzo post-teso
(§3.6 e §7.4 Linee Guida)

Obiettivo: validazione delle metodologie basate sul rilascio di tensione / suggerimento di procedure standard da includere nelle linee guida

Aggiornamento del modello sulla base di test dinamici e statici

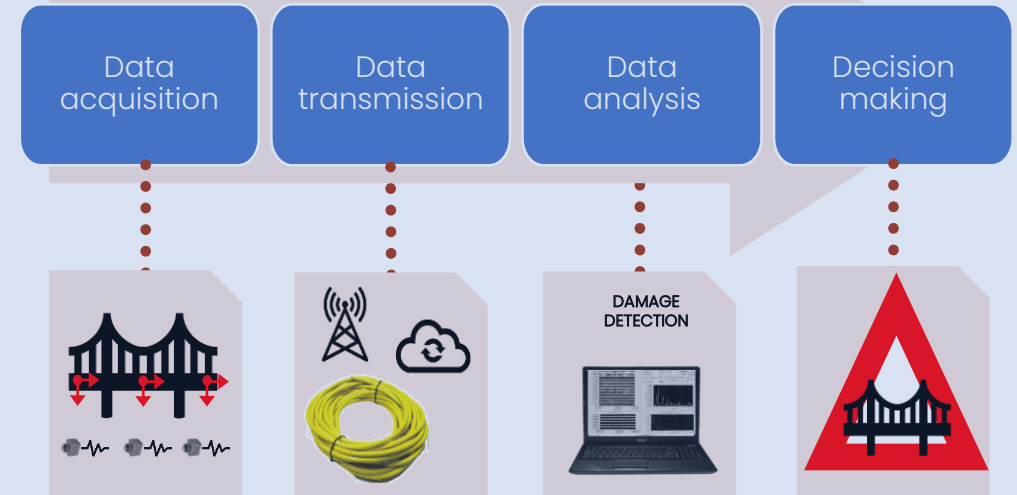
§6.3.3.5. Riduzione delle incertezze di modellazione

... in funzione del livello di approfondimento delle indagini condotte in termini di misure geometriche, caratteristiche dei materiali, modellazione strutturale, eventuali analisi di identificazione ...



$$\gamma_G = 1.10$$

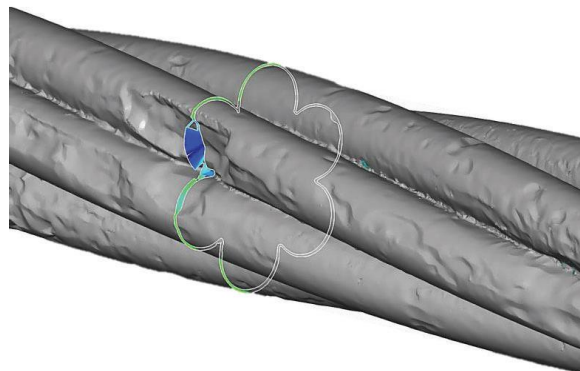
Monitoraggio strutturale (SHM)



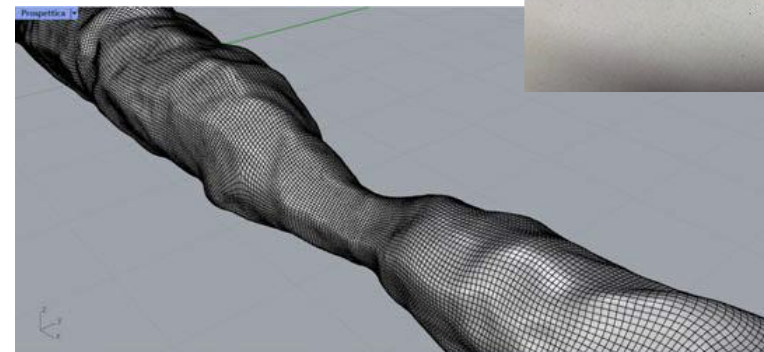
WP4: Sperimentazione su componenti strutturali e/o speciali



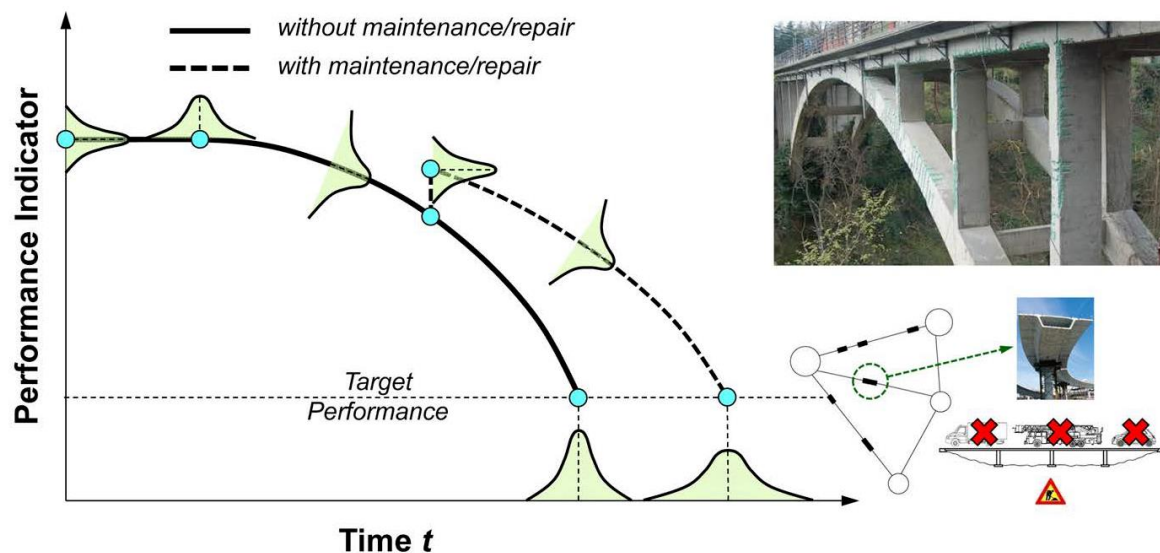
problemi di degrado che incidono sulla durabilità dei ponti



Modelli di corrosione



Modelli dipendenti dal tempo



- ridurre al minimo il numero di test necessari per la diagnosi
- fornire approcci omogenei per considerare gli effetti del degrado sul comportamento allo stato limite di servizio e allo stato limite ultimo di:
 - travi in c.a.p. (Task 4.3) e c.a.o. e
 - selle Gerber (Task 4.4)

Prove Sperimentali

UNINA

Estratti da un ponte esistente

4 appoggi in neoprene

3 appoggi in acciaio-teflon

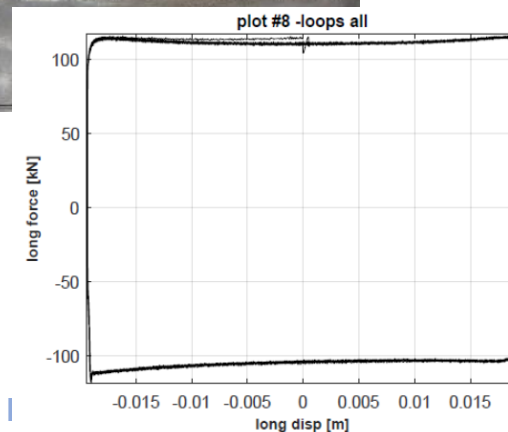
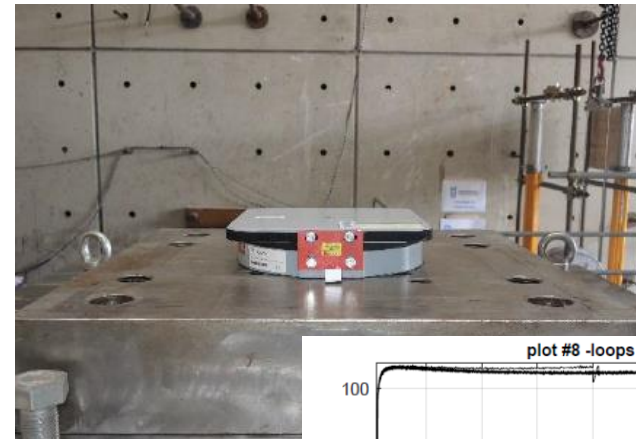
con circa 50 anni di vita

- Prove sperimentali
 - UNI EN 1337-2 (neoprene)
 - UNI EN 1337-3 (acciaio-teflon)



EUCENTRE / UNIPV

- Test su 4 dispositivi POT da invecchiare artificialmente e ritestare
- Test su 4 dispositivi nuovi in neoprene nuovi da invecchiare artificialmente e ritestare
- Test su dispositivi in neoprene dismessi



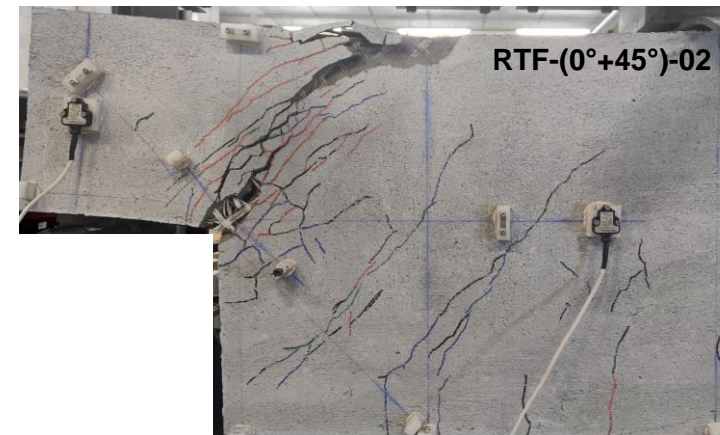
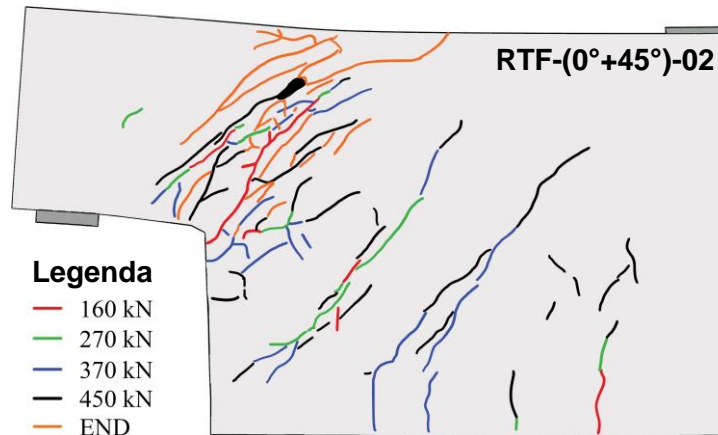
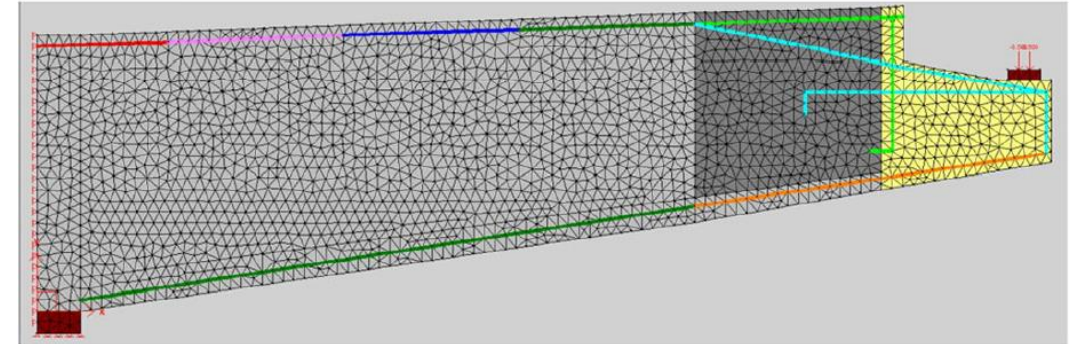
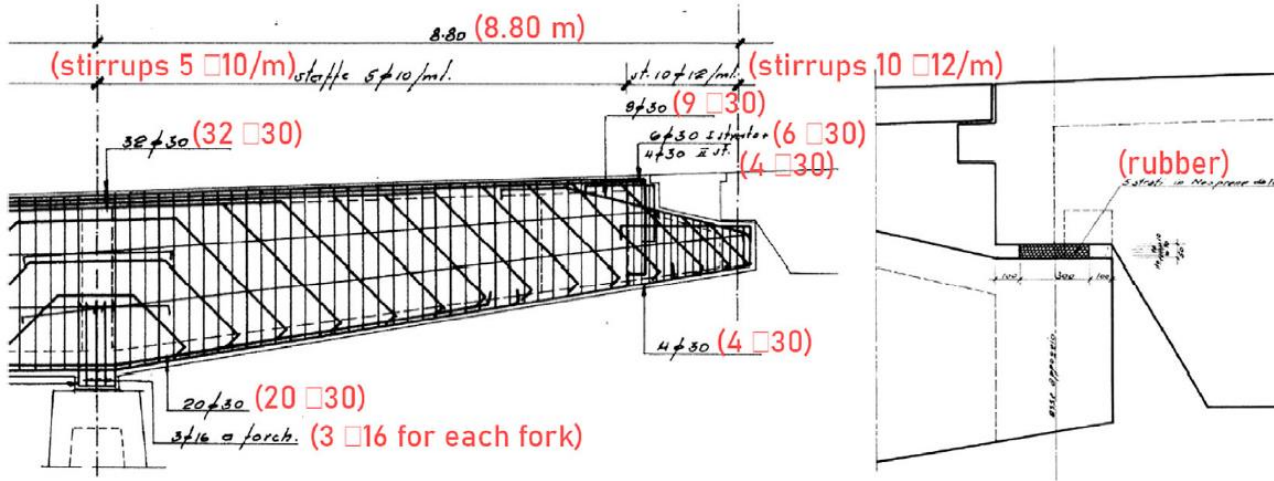
plot main values
 LOOPS ALL
 max disp = 0.0194m
 min disp = -0.0194m
 max force = 117.3kN
 min force = -118.4kN
 total EDC = 100.4kN-m

Valutazione della capacità complessiva di una trave da ponte in cemento armato precompresso (c.a.p.)

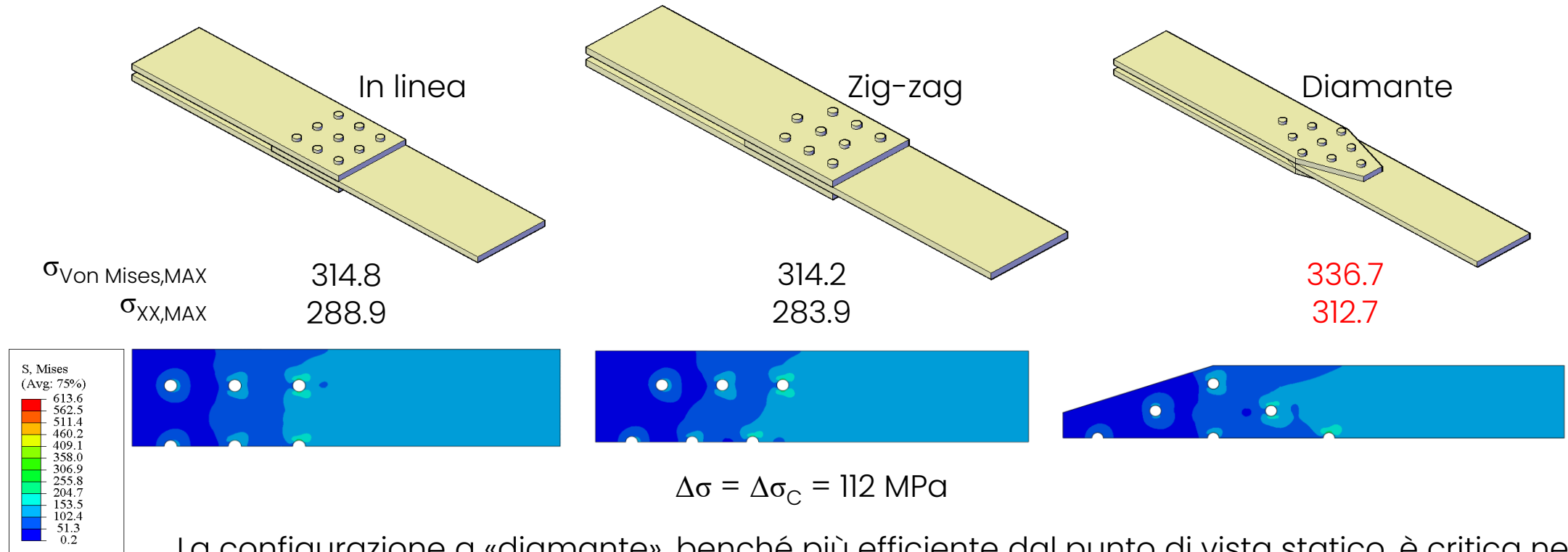
- degrado dell'acciaio
- problemi di aderenza dovuto alla corrosione
- difetti di iniezione
- fessurazione



- ✓ Diversi livelli di precompressione
- ✓ Difetti di iniezione
- ✓ Cavi non aderenti
- ✓ Taglio dei cavi
- ✓ Effetto della sollecitazione tagliante



Analisi a fatica delle unioni bullonate



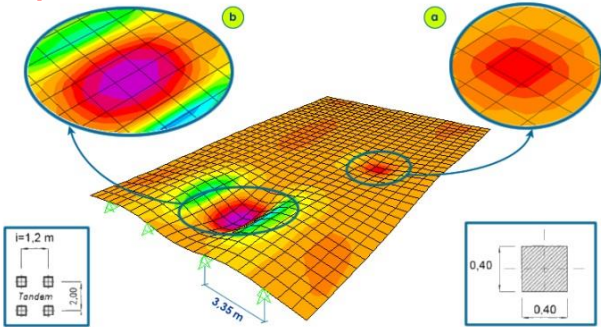
La configurazione a «diamante», benché più efficiente dal punto di vista statico, è critica nei confronti della fatica a causa delle più elevate concentrazioni tensionali all'apice del foro d'attacco.

Obiettivi: valutazione dei modelli di capacità di taglio per solette in calcestruzzo non armato

Formule di progetto per il calcestruzzo non armato (NTC 2018, EC2):

$$V_d \leq V_{cu} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

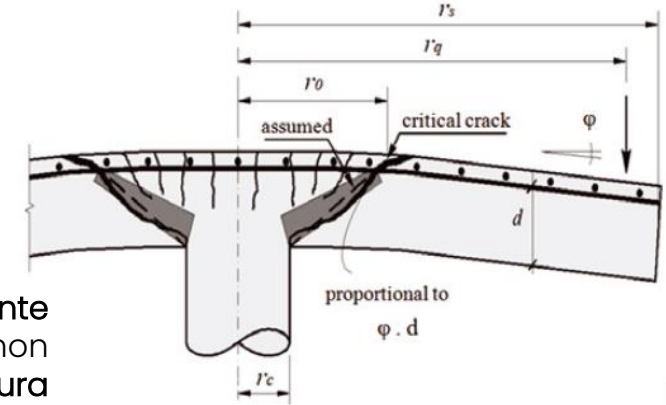
Modello shell per la verifica di sicurezza locale



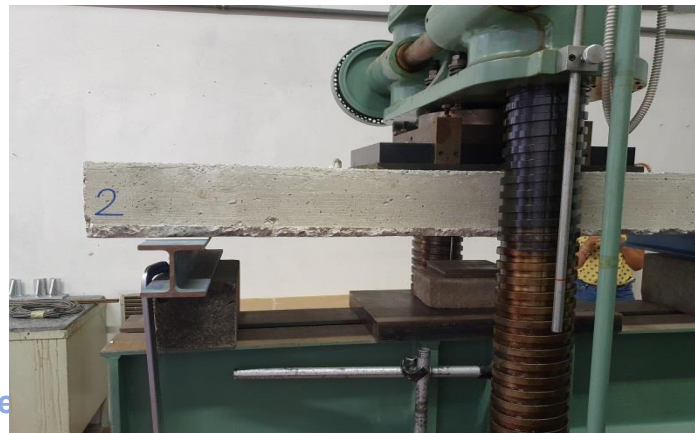
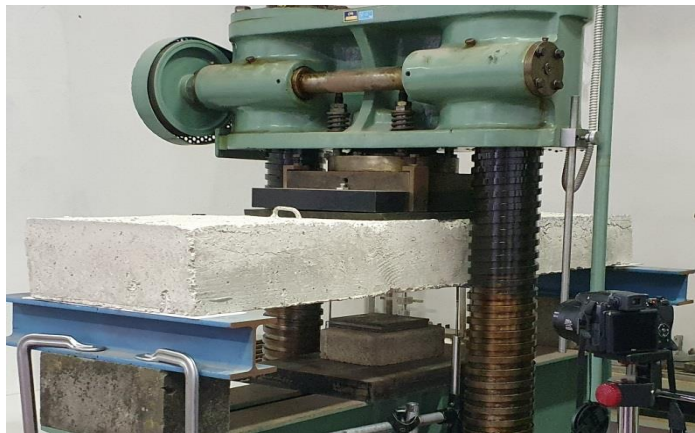
Le attuali formule normative sottostimano significativamente la capacità di taglio degli elementi in calcestruzzo non armato, a causa della limitata quantità di armatura longitudinale che governa il calcolo della resistenza secondo la formula.

Le solette esistenti in cemento armato richiederebbero un intervento di retrofit a causa della verifica di sicurezza non soddisfatta.

Prove di taglio sperimentali simulazioni e numeriche di solette in calcestruzzo non armato

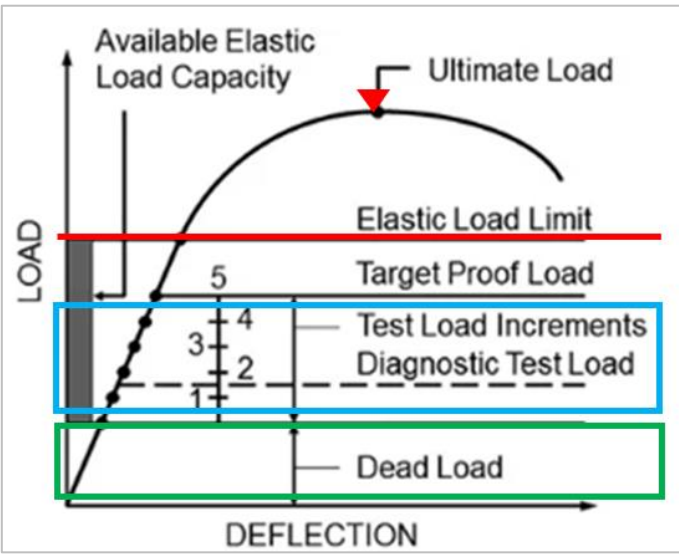


Parametri
 spessore della soletta
 classe di calcestruzzo
 armatura longitudinale

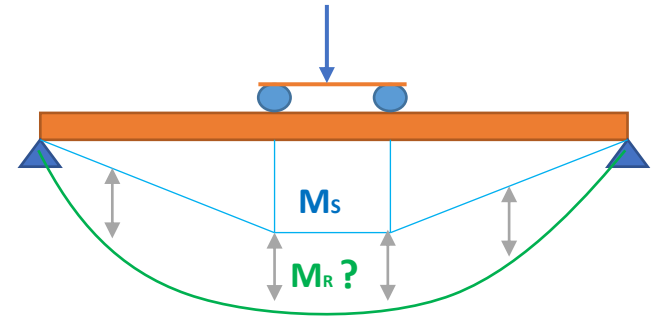


INQUADRAMENTO

LOAD TEST



PROOF LOAD TEST



SCOPO


- ❑ *Sviluppare una procedura di «Load Testing» per determinare un minorante della capacità di ponti esistenti per carichi da traffico atto a dimostrare un livello target di **affidabilità strutturale**, contenendo il rischio di collasso durante la prova*

MOTIVAZIONI

- ❑ *Frequente carenza di informazioni riguardo dettagli e configurazione del sistema strutturale (progetto originario, interventi, stato di conservazione, etc)*
- ❑ *Disponibilità limitata di risorse degli Enti locali per valutazioni analitiche accurate previa caratterizzazione e indagini dei materiali*

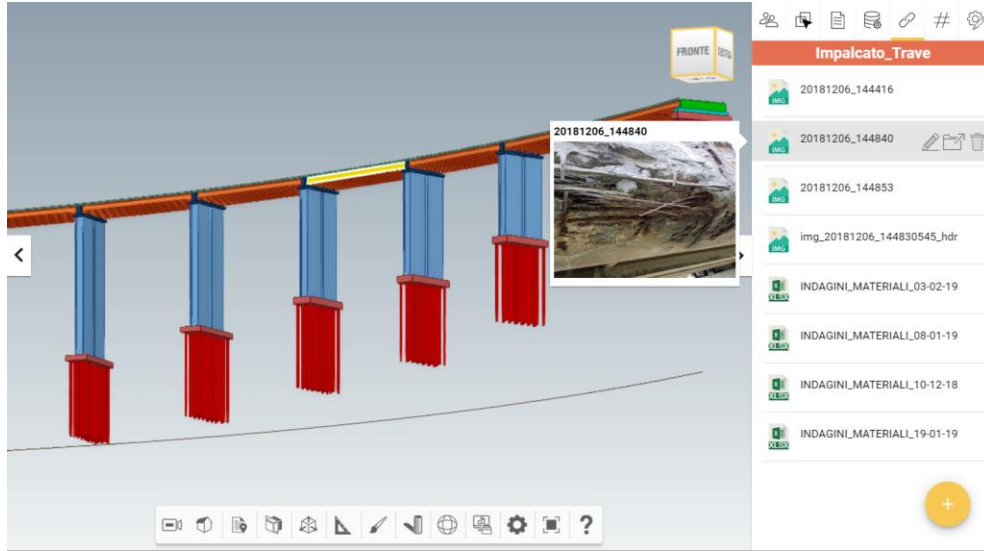
INCERTEZZE

Variabile «Carichi da traffico»	Variabile «Resistenza»	Variabile decisionale
<ul style="list-style-type: none"> ❑ Valore di carico del PLF (da norma) ❑ Distribuzione 	<ul style="list-style-type: none"> ❑ Previsione di crisi fragili ❑ Previsione del limite elastico ❑ Previsione della capacità ultima 	<ul style="list-style-type: none"> ❑ Piano di monitoraggio ❑ Soglie di allarme



WP5: Temi/Progetti Speciali

Il modello BIM come *sistema di riferimento* delle piattaforme digitale per l'esplorazione dei dati



Gestione file, schede e foto associate all'oggetto



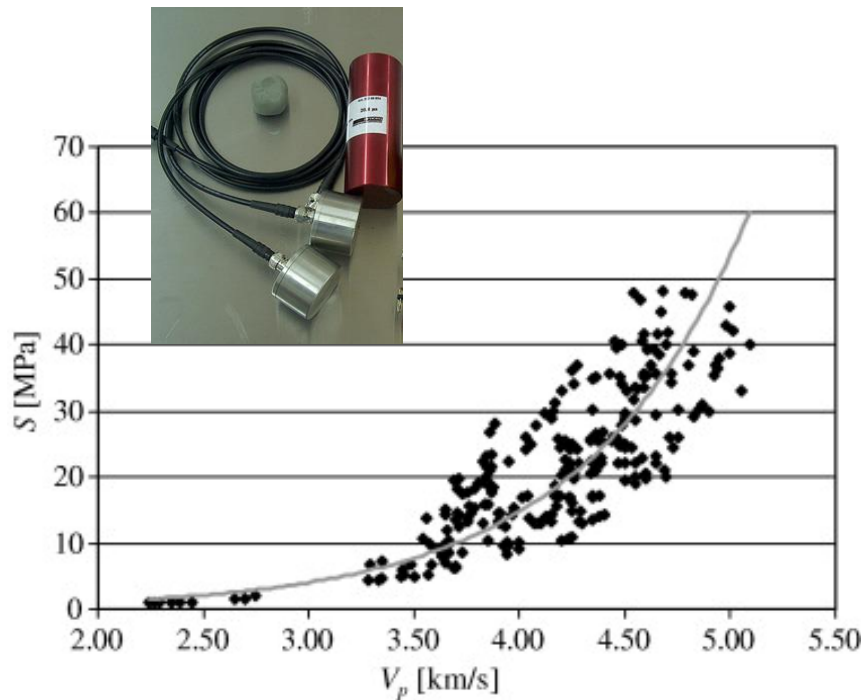
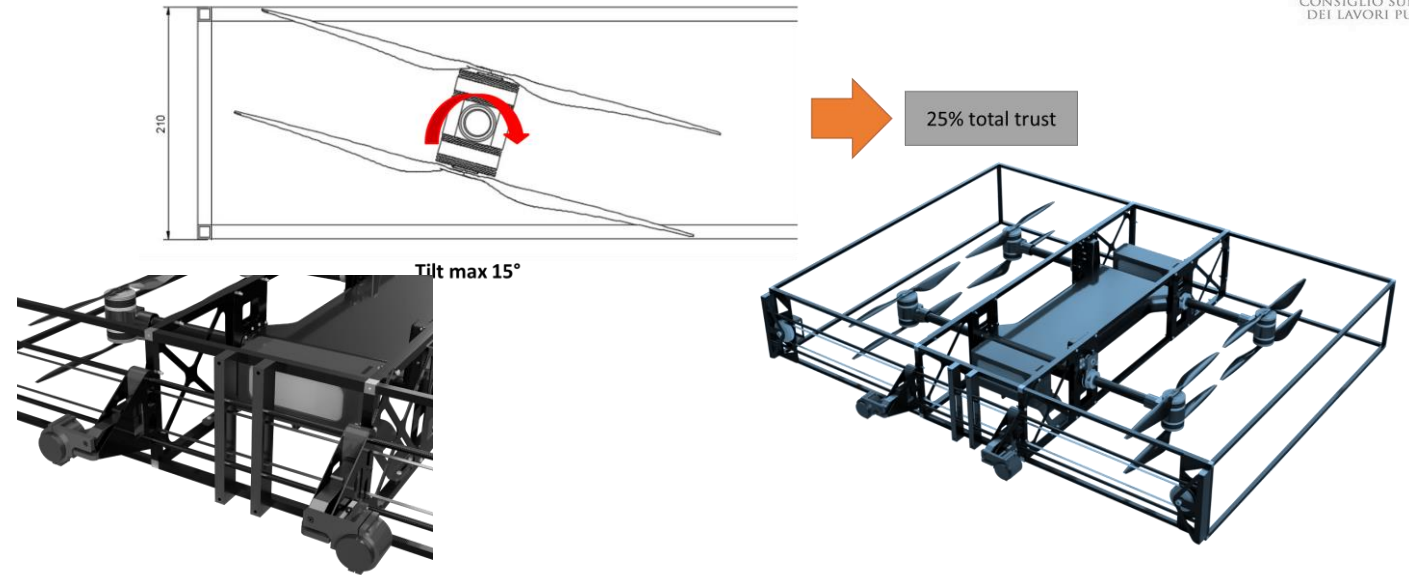
Analisi delle nuvole dei punti ed «ispezione a distanza»

Strumento di supporto alla manutenzione delle infrastrutture

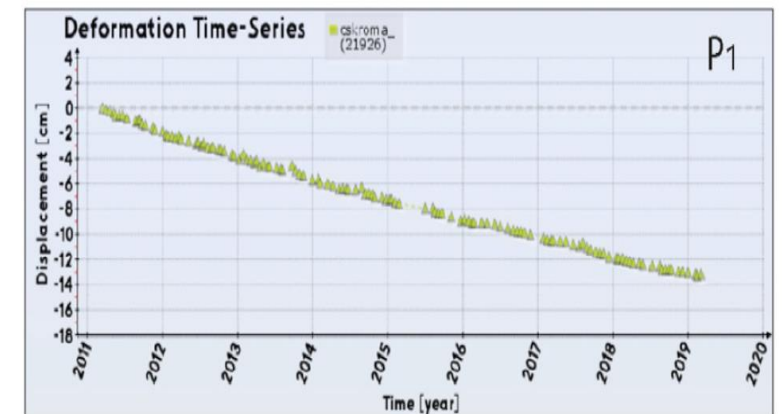
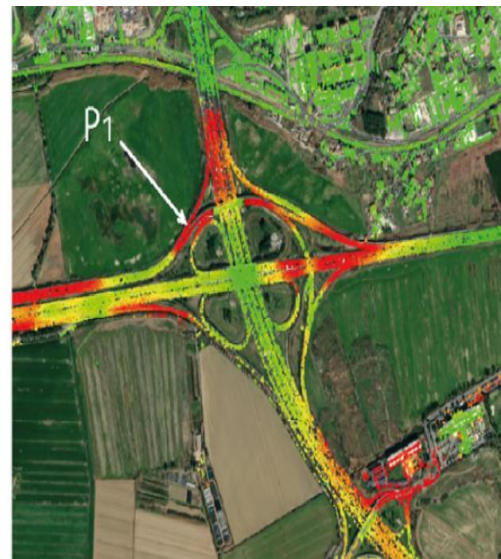
Definizione di strutture dati coerenti con Normative e BMS esistenti

Interoperabilità tra amministrazione centrale e locale tra amministrazione e concessionari

Statistiche su scala nazionale Business intelligence



Mappa dello spostamento del ponte attraverso i dati SAR



Monitorare e omogeneizzare l'applicazione delle Linee Guida su circa 600 ponti (c.d. tratte sperimentali) selezionati da apposita commissione istituita presso il CSLLP tra le autostrade dei principali enti gestori pubblici e privati nazionali e 50 opere proposte dagli Enti Locali

Organizzare, inquadrare e analizzare i risultati delle verifiche nei confronti delle varie parti delle Linee Guida anche al fine di proporre **revisioni e aggiornamenti** del documento

Organizzare su base nazionale **studi teorico-numeriche e sperimentali** sugli **argomenti critici** per i ponti e viadotti stradali esistenti

Supportare la definizione dei **requisiti professionali e la formazione** attraverso percorsi dedicati dei tecnici incaricati dell'applicazione delle Linee Guida

Interrogare l'Archivio Informatico delle Opere **AINOP** per garantire interoperabilità tra le amministrazioni e favorire il trasferimento dei dati relativi alle tratte sperimentali

Manuali per applicazione

