

Convegno

Analisi, monitoraggio e interventi sulle opere infrastrutturali delle reti viarie regionali

**Classificazione e gestione del rischio
per la valutazione della sicurezza
dei ponti della Regione Campania**

**Napoli
14 novembre 2023**

Mauro Dolce

La **Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e Strutturale (ReLUIS)**, è costituita con atto convenzionale sottoscritto il **17 aprile 2003**.

Il Consorzio si propone come **interlocutore scientifico** dei vari Organi del Governo Nazionale, delle Regioni, Province, Comuni e di Istituti pubblici e privati.



Unità di Ricerca di Università su tutto il territorio nazionale

Attività di ricerca dal 2004

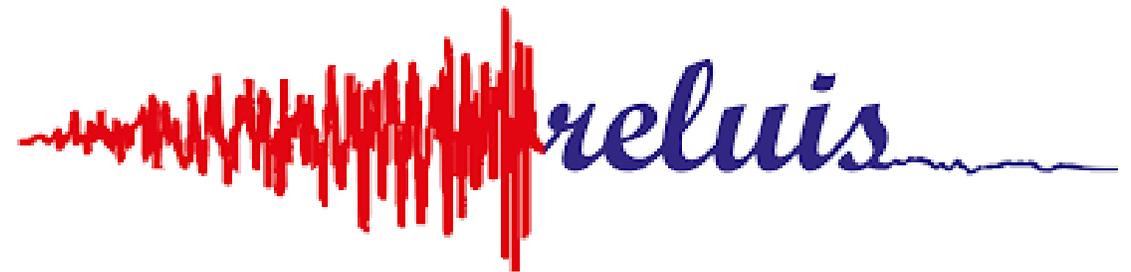
Centro di Competenza del Dipartimento della Protezione Civile

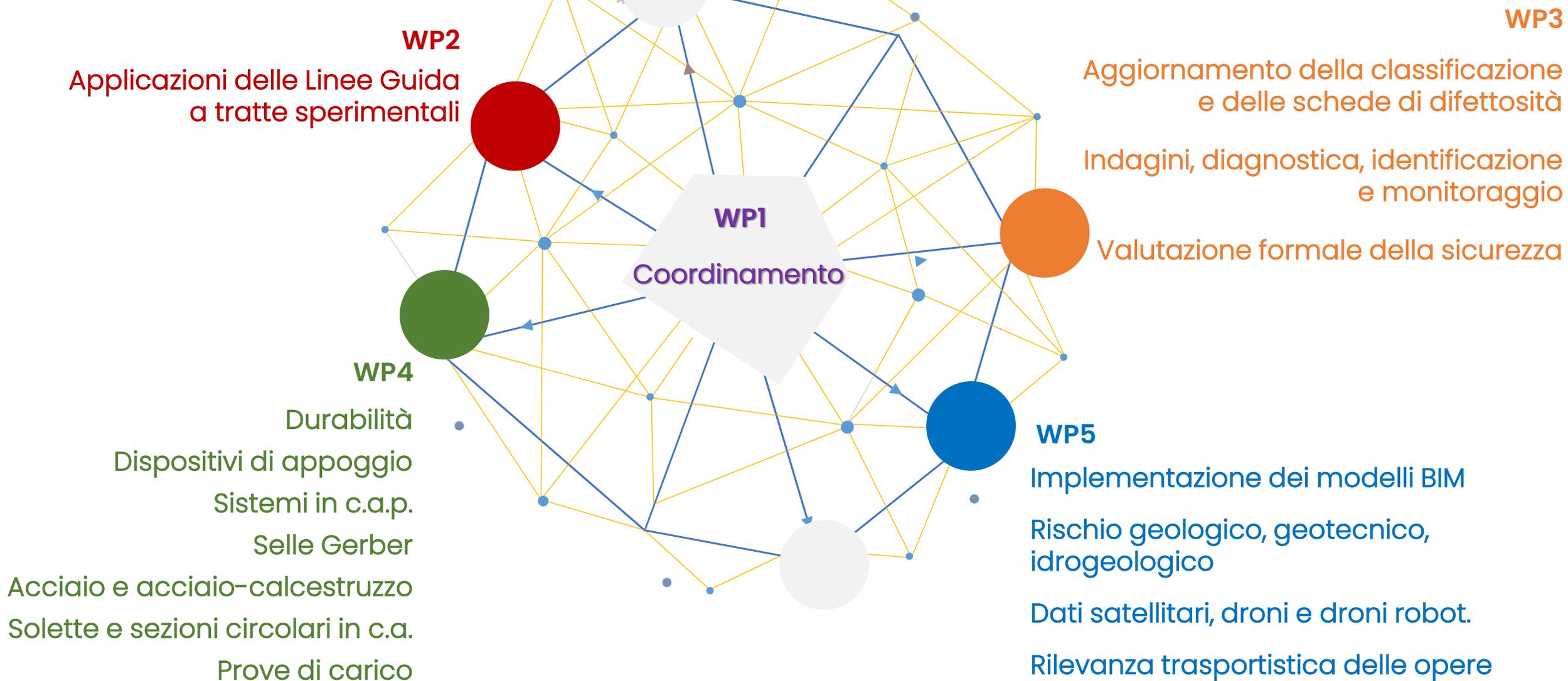
Accordo Tecnico tra il CSLLPP e il Consorzio ReLUIS ex art. 15 Legge 241/1990 attuativo del DM 578 del 17 dicembre 2020



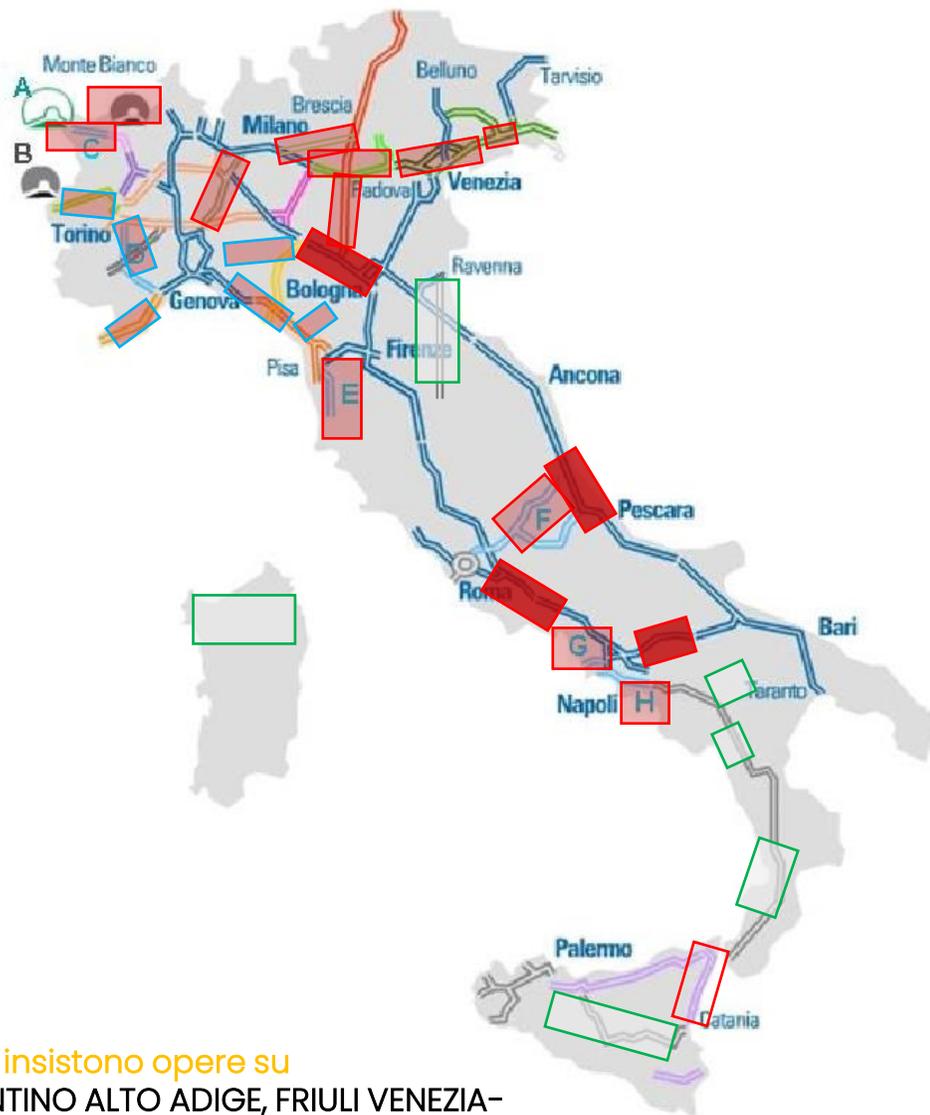
07/04/2021

(atto aggiuntivo del 18/10/2022)





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.)
	D	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
TRENTINO ALTO ADIGE, FRIULI VENEZIA-
GIULIA, MARCHE, UMBRIA, MOLISE, PUGLIA

WP2 – Raggruppamenti territoriali delle Unità di Ricerca



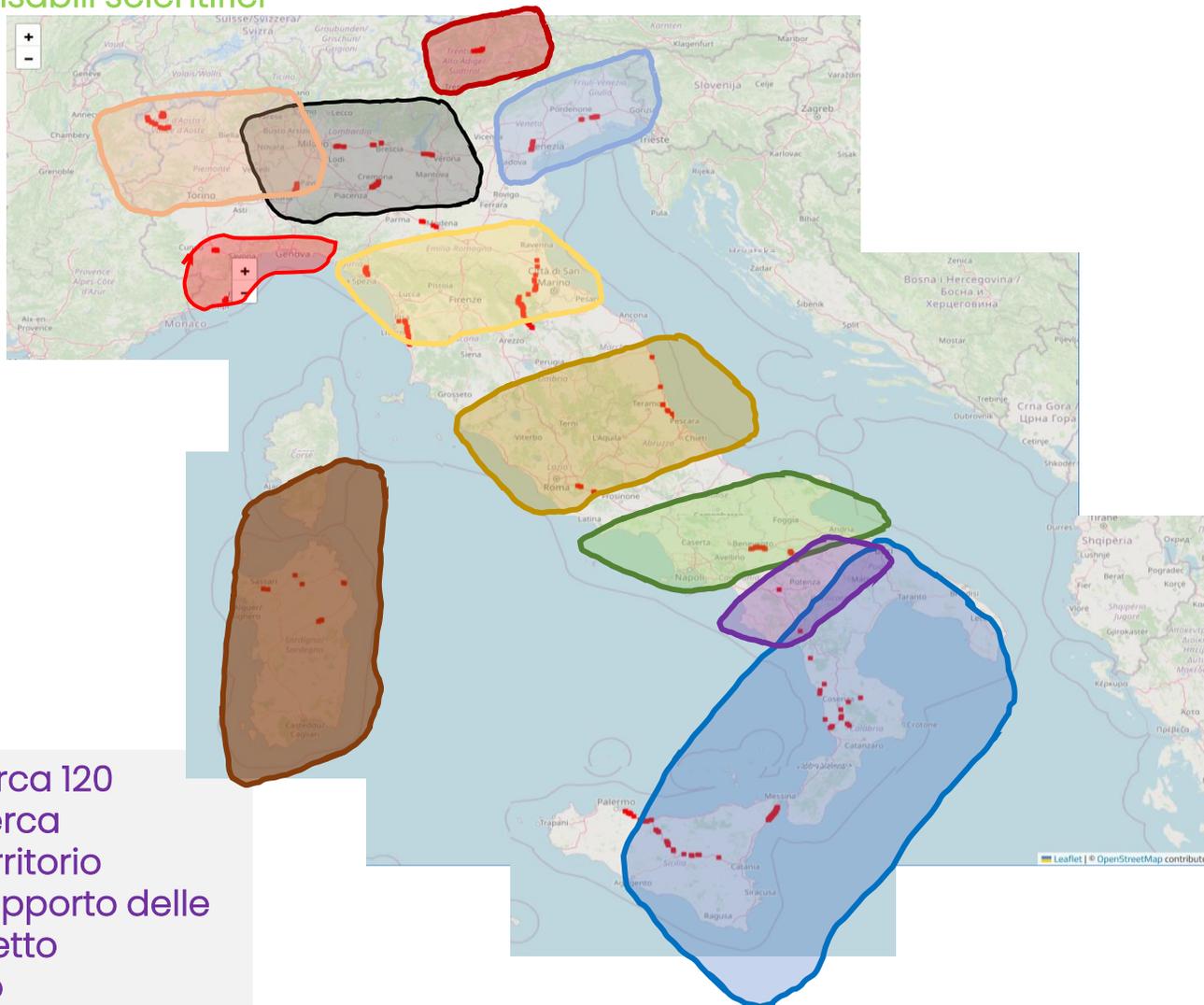
39 accordi siglati

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)

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

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

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

resistenza sollecitazioni azione azione

$\gamma_{mi} > 1$ 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:

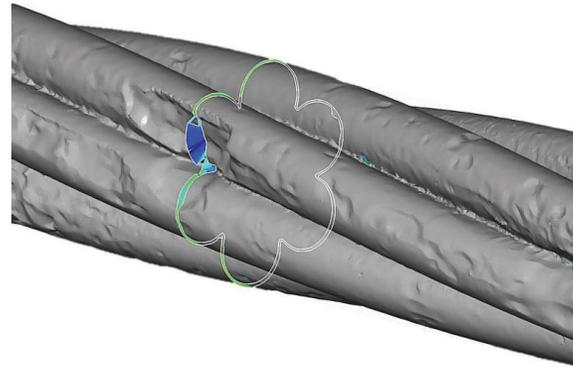
$$R = P \times V \times E$$

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

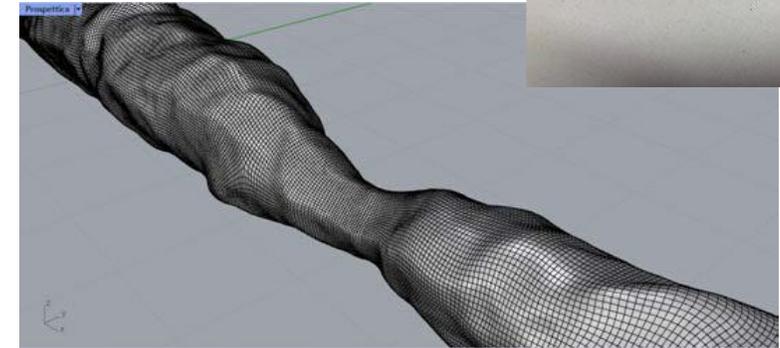
WP4: Sperimentazione su componenti strutturali e/o speciali



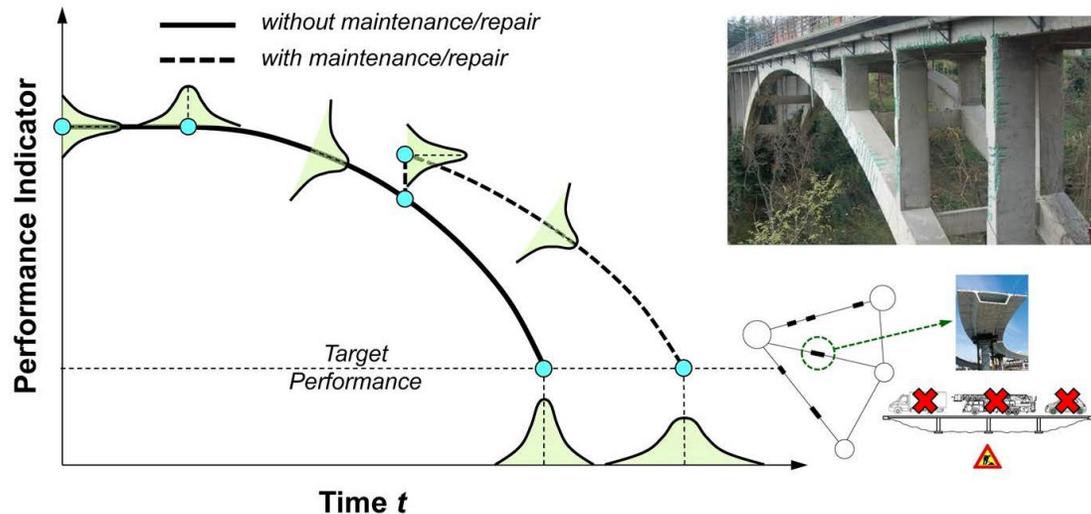
problemi di degrado che incidono sulla durabilità dei ponti



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

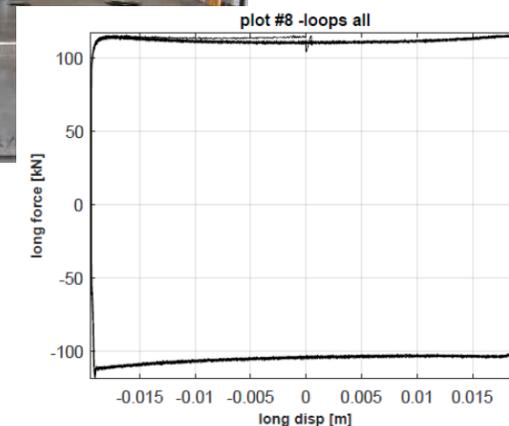
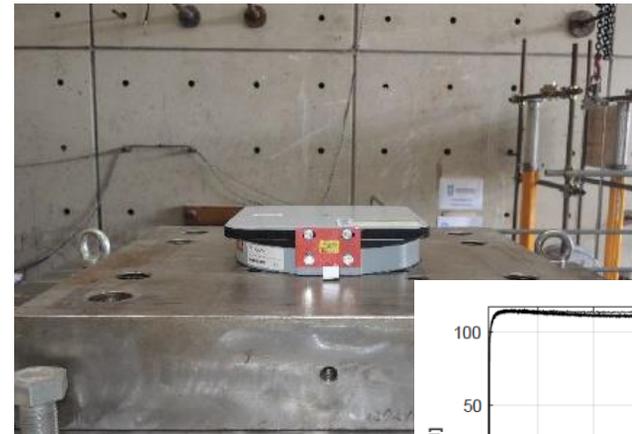
con circa 50 anni di vita

- 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



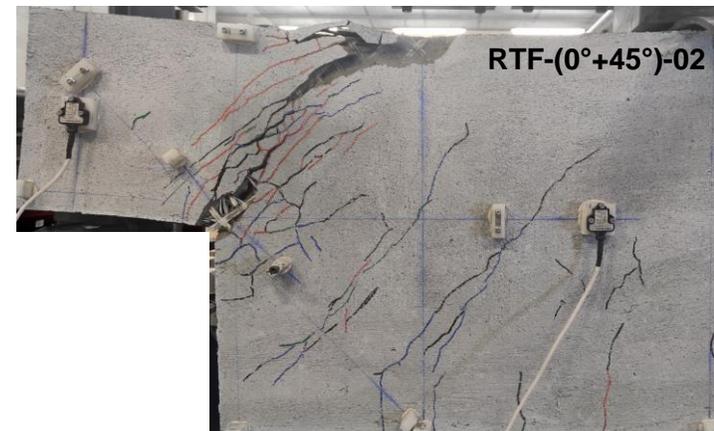
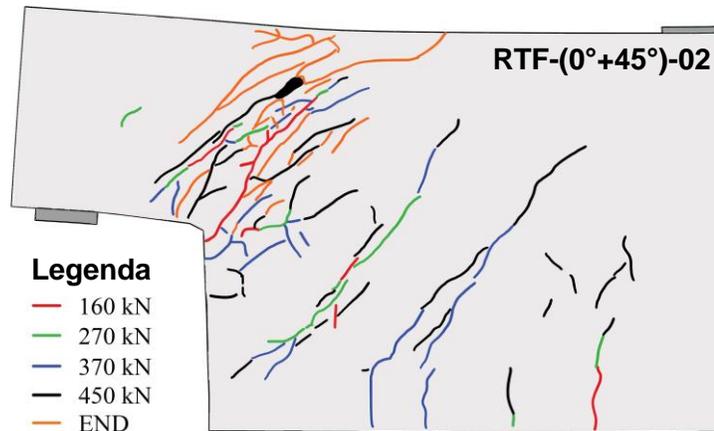
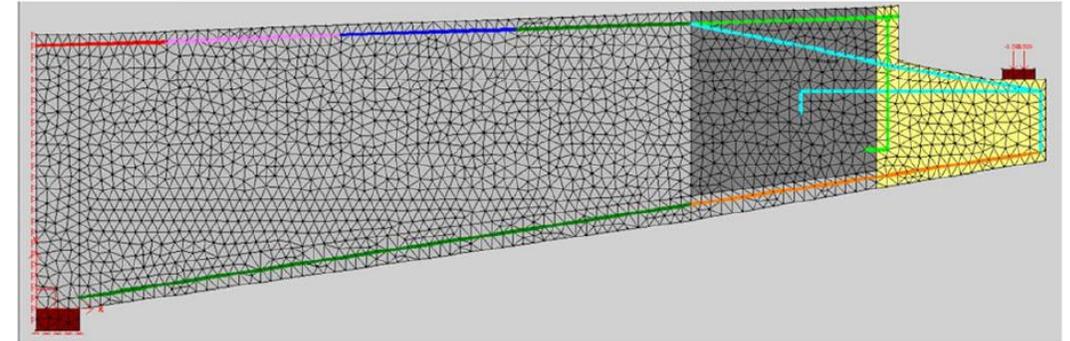
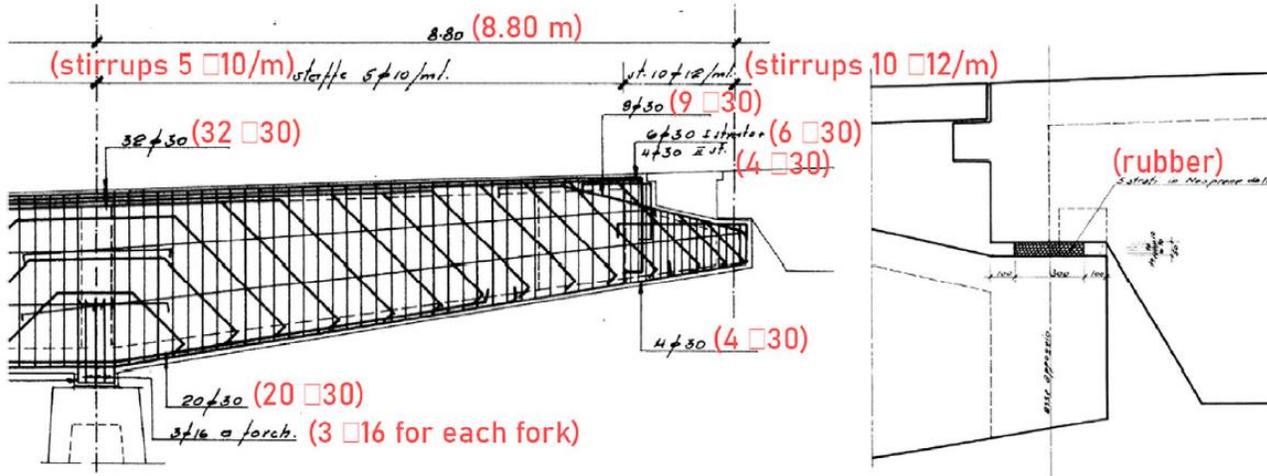
plot main values
 LOOPS ALL
 max disp = 0.0194m
 min disp = -0.0194m
 max force = 117.3kN
 min force = -118.4kN
 total EDC = 100.4kN-m

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

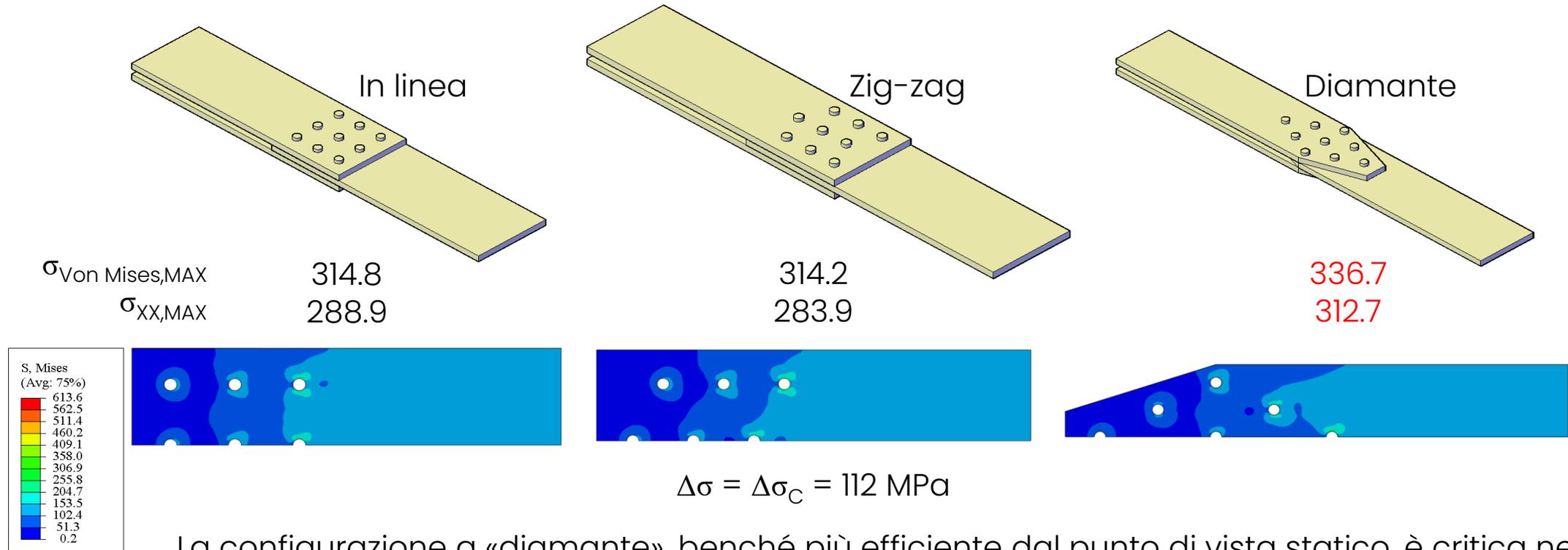
- degrado dell'acciaio
- problemi di aderenza dovuto alla corrosione
- difetti di iniezione
- fessurazione



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



Analisi a fatica delle unioni bullonate



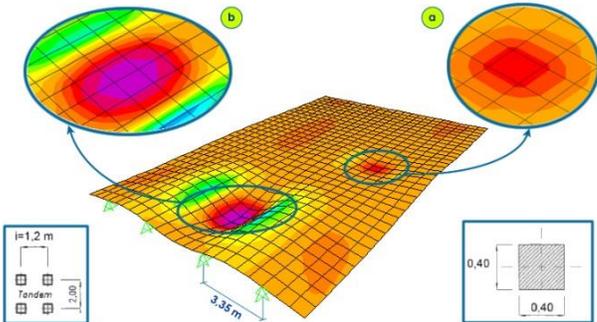
La configurazione a «diamante», benché più efficiente dal punto di vista statico, è critica nei confronti della fatica a causa delle più elevate concentrazioni tensionali all'apice del foro d'attacco.

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):

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

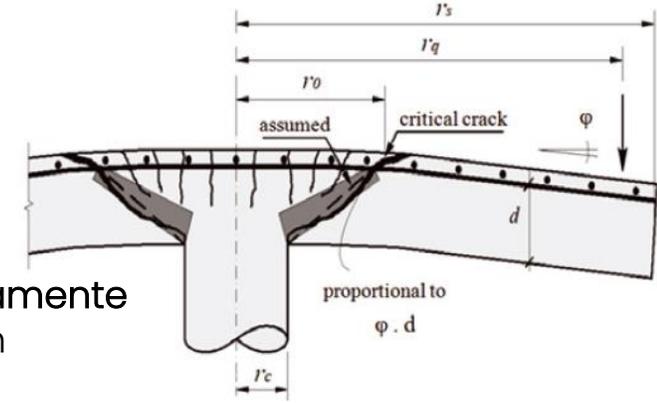
Modello shell per la verifica di sicurezza locale



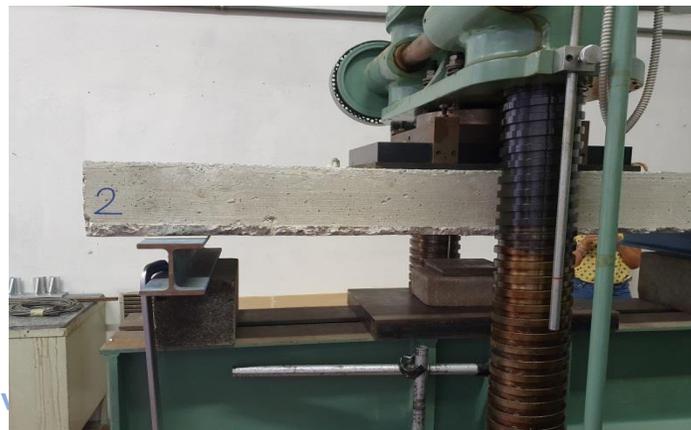
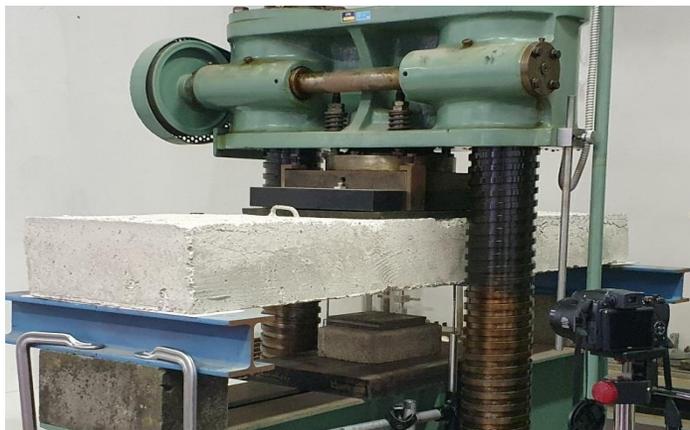
Le attuali formule normative sottostimano significativamente la capacità di taglio degli elementi in calcestruzzo non armato, a causa della limitata quantità di armatura longitudinale che governa il calcolo della resistenza secondo la formula.

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

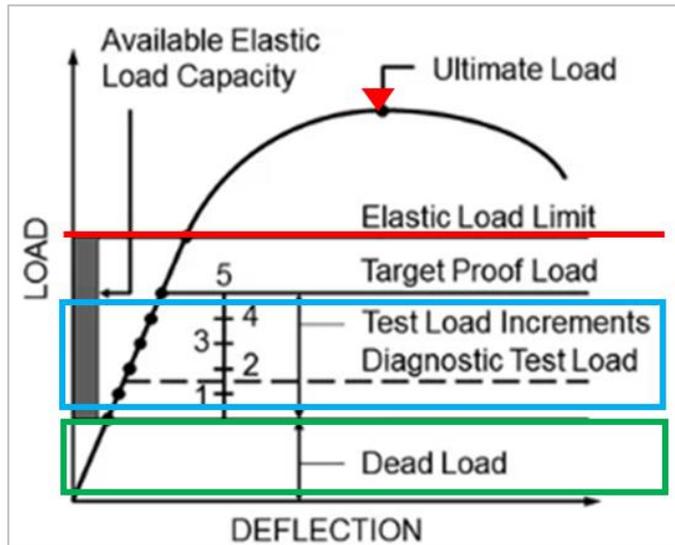


Parametri
 spessore della soletta
 classe di calcestruzzo
 armatura longitudinale

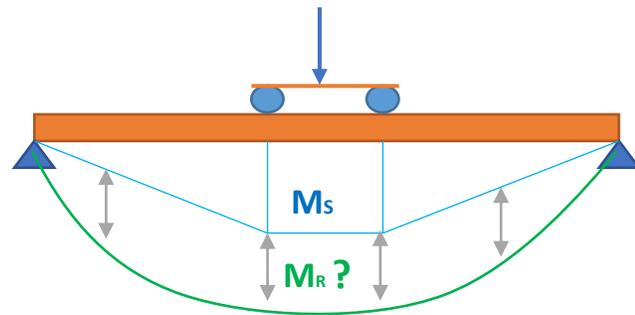


INQUADRAMENTO

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»

- Valore di carico del PLF (da norma)*
- Distribuzione*

Variabile «Resistenza»

- Previsione di crisi fragili*
- Previsione del limite elastico*
- Previsione della capacità ultima*

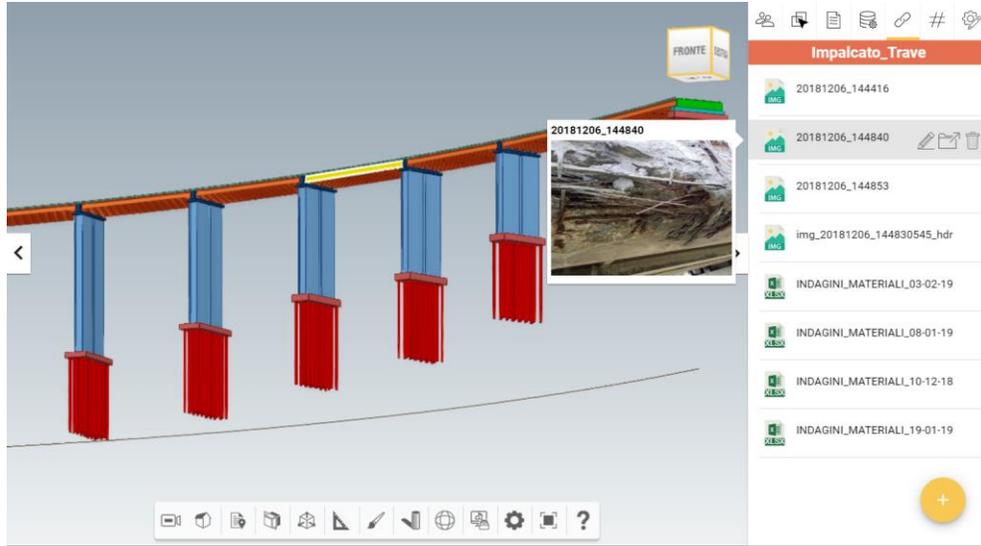
Variabile decisionale

- 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



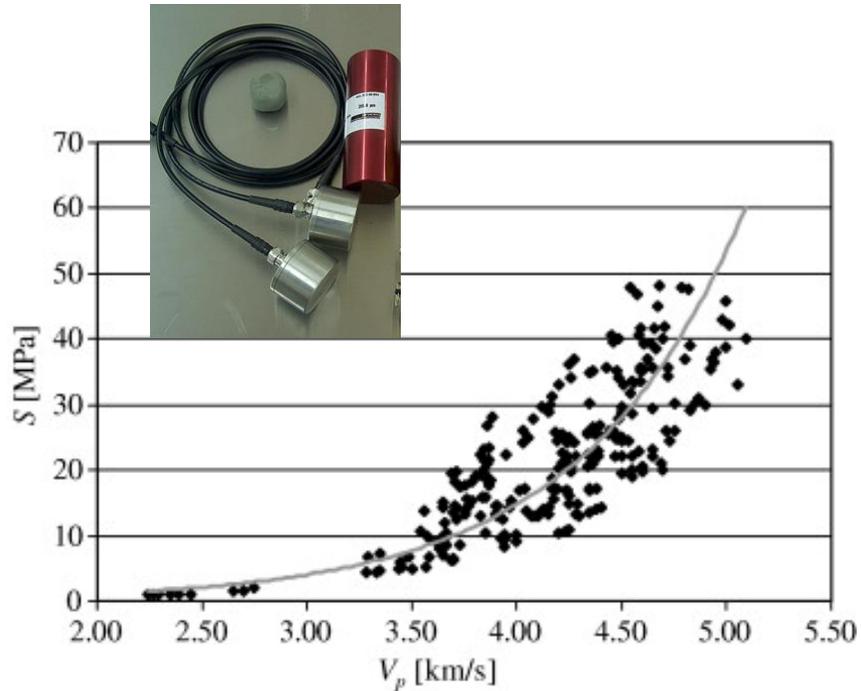
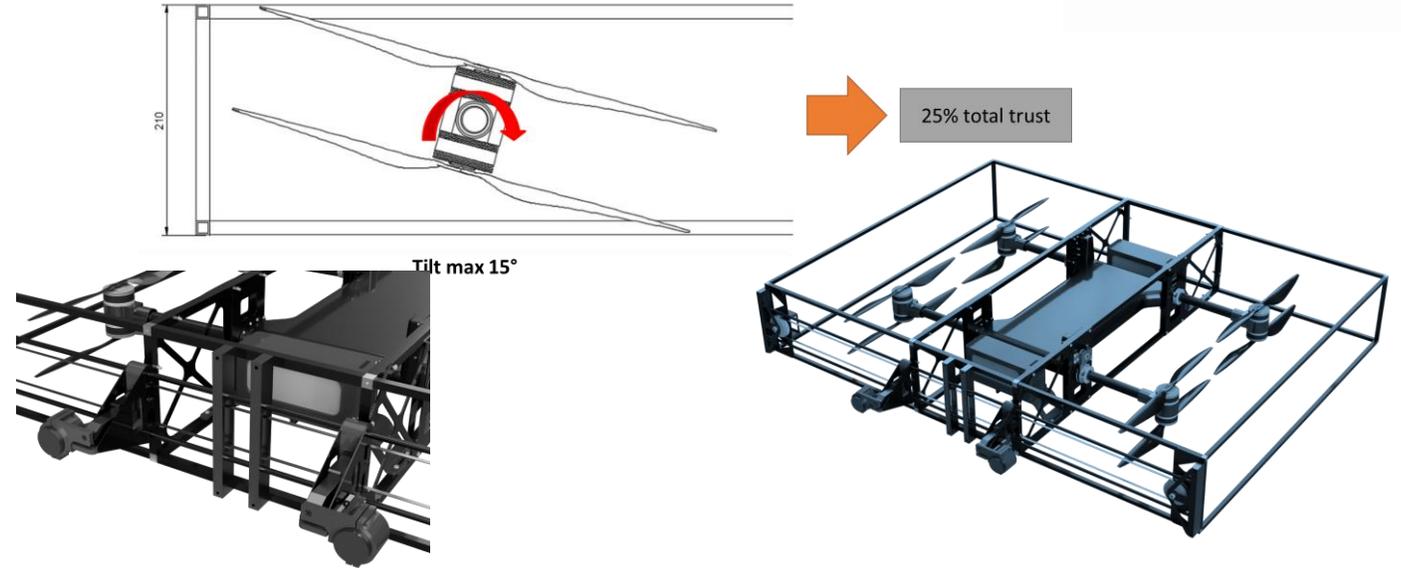
Analisi delle nuvole dei punti ed «ispezione a distanza»

**Strumento di supporto alla
manutenzione delle infrastrutture**

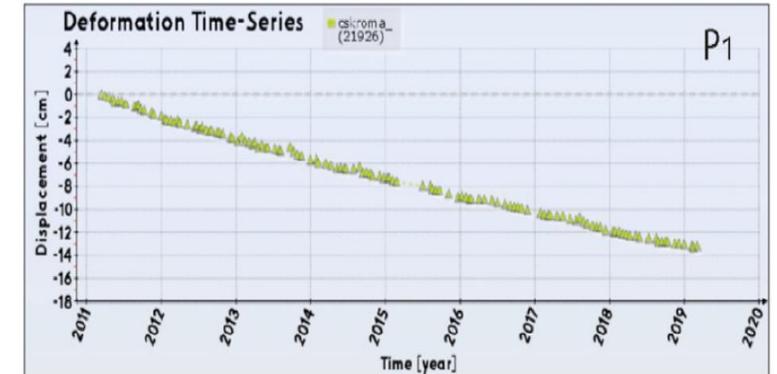
Definizione di strutture dati coerenti
con Normative e BMS esistenti

**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

