



Il Sistema di Gestione dei Ponti Esistenti:
l'ESPERIENZA di VENETO STRADE S.p.A..

Bridge Management System

“Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti del 17.4.2020”

Veneto Strade ha affrontato il tema della **valutazione, gestione e mitigazione** dei rischi ambientali per le **grandi infrastrutture** di trasporto, al fine di ottimizzare gli interventi di **manutenzione e/o di adeguamento strutturale** di elementi o di opere d'arte in un'ottica multi-scala e multi-livello. L'attività svolta, ha utilizzato il software **SmartNet** in collaborazione con **l'Università di Padova**.

Censimento delle reti

Conoscenza delle opere facenti parte di una rete infrastrutturale:

- **Posizione**
- **Schema statico**
- **Elementi costituenti l'opera**
- **Materiali, Dettagli**

Rilievo e monitoraggio del degrado

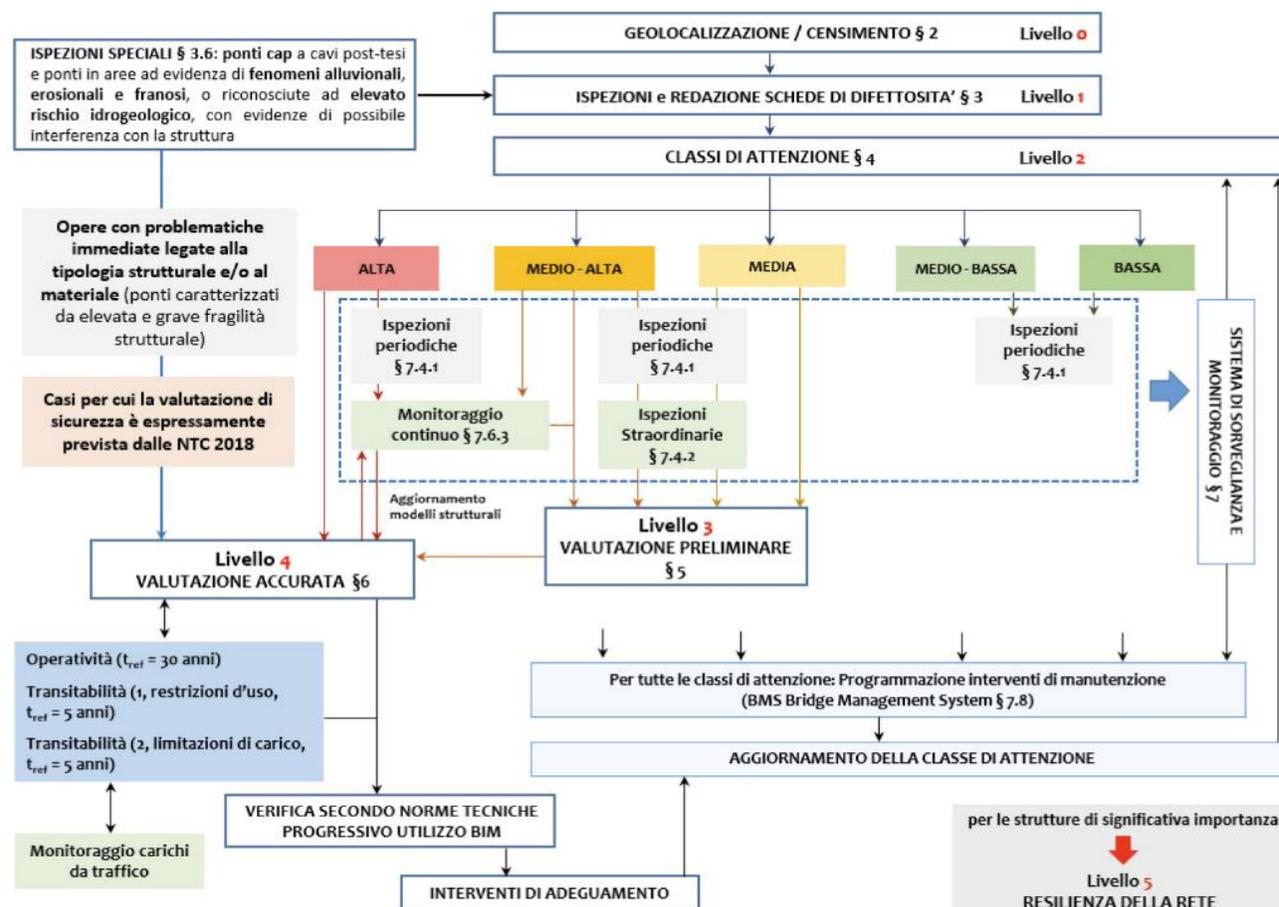
Conoscenza dello stato di salute di ciascun opera attraverso:

- **Ispezioni Visive**
- **Prove specialistiche**
- **Monitoraggio in continuo**

Classi di attenzione

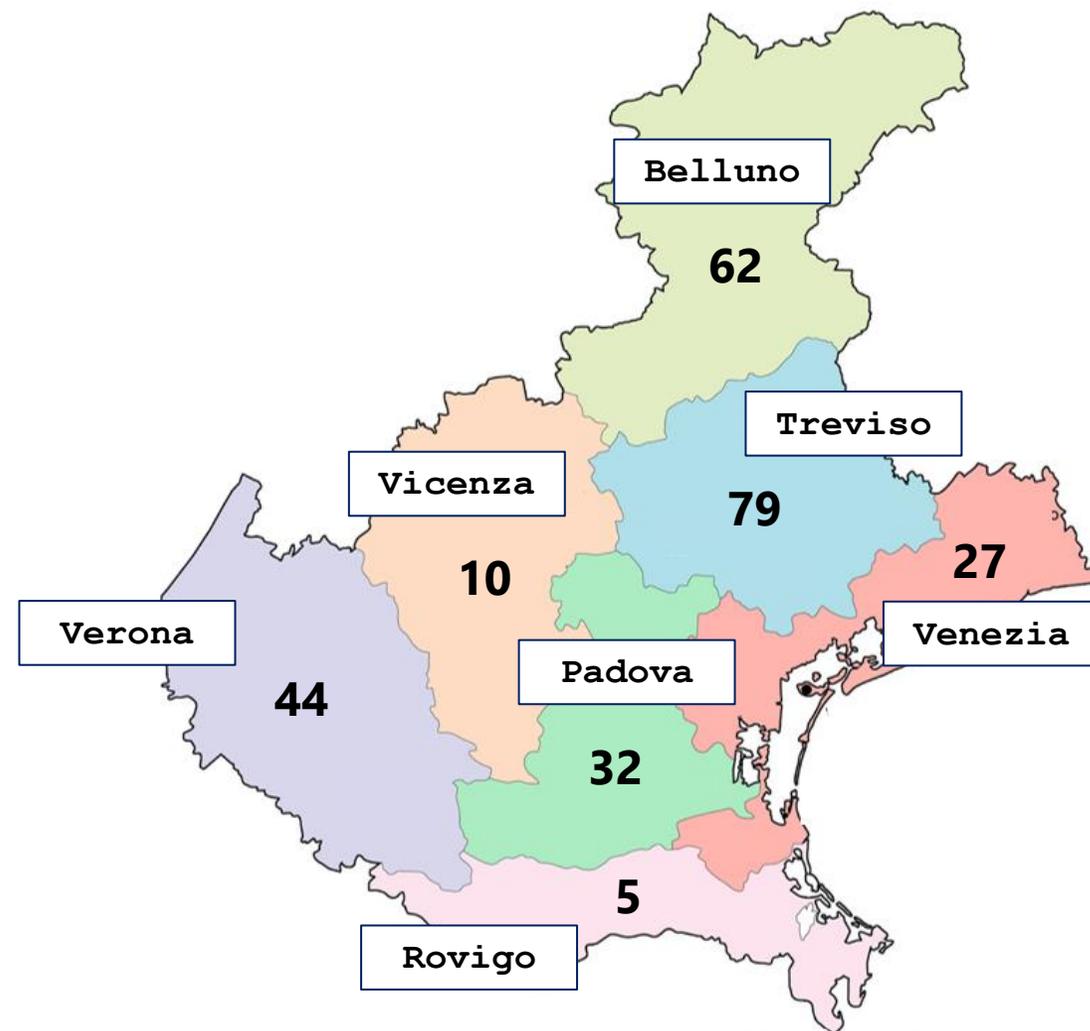
Per ogni opera della rete viene valutato il rischio sismico:

- **Rischio = P x V x E**



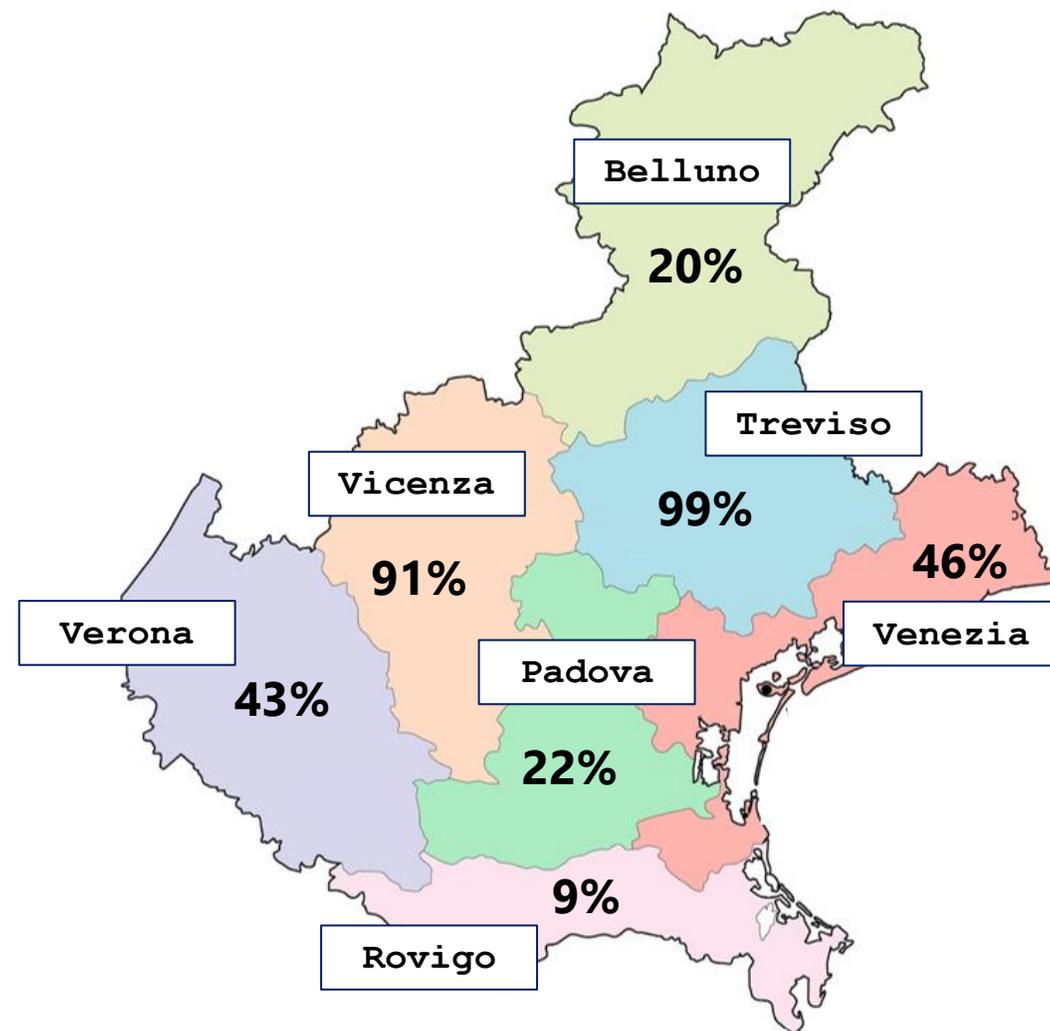
Localizzazione delle opere ispezionate

Provincia	Opere Totali	Opere Ispezionate
Belluno	307	62
Padova	143	32
Rovigo	58	5
Treviso	80	79
Venezia	59	27
Verona	102	44
Vicenza	11	10
Totali	760	259



Ultimazione Ispezioni

Provincia	Opere Totali	Opere Ispezionate	% Completamento	Ultimazione
Belluno	307	62	20 %	30/09/21
Padova	143	32	22 %	30/09/21
Rovigo	58	5	9 %	30/09/21
Treviso	80	79	99 %	30/09/21
Venezia	59	27	46 %	30/09/21
Verona	102	44	43 %	30/09/21
Vicenza	11	10	91 %	30/09/21
Totali	760	259		



Censimento dell'opera

Schede di censimento

Ai sensi del § 2 delle “Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti del 17.04.2020”

(Livello 0)



(†) Strada/Linea: SR11 (†) Progressiva: km 277 + 6 m	(†) Comune: Peschiera del Garda (†) Località:	(†) Norma Prg: (†) Categ. ponte: 1a categoria	(†) Soletta: (Λ) Tipo: Calcestruzzo Armato
(†) Piattaforma viaria: (Λ) Larg. carrabile: 9.5 m (Λ) Categoria: C Extraurbana secondaria	(†) Latitudine: 45.43154 (†) Longitudine: 10.68552 (†) Quota [m]slm:	(†) Agibilità: Pienamente agibile (†) Condizioni operative ambientali Cavalcavia lungo la SP 28 su SR 11 al km 277+006 da cui è collegata dallo svincolo in uscita	(†) Spalle: (Λ) Tipo (I): A parete (Λ) Fondaz. (I): (Λ) Tipo (F): A parete (Λ) Fondaz. (F):
(†) Suddivisione piattaforma viaria: (Λ) 2 sensi di marcia (Λ) 1 carreggiate (Λ) 2 corsie / binari	(†) Colleg: Viadotto su altra via (†) Ostac: Strada principale (†) Info: SR 11 km 277+006	(†) Severe: No (†) [a _g /g]: 0.158 (T _r =475 suolo A) (†) Fen. erosivi/ alluv: Da verificare (†) Fen. franosi: Da verificare	(†) Pile: (Λ) Tipo Sez: A colonne multiple e pulvino (Λ) Geom.Sez: Circolare (Λ) Fondaz: (Λ) N.Fond: (Λ) Fondaz: 5 (Λ) Evol.fondo alveo:
(†) Rete di appartenenza: (Λ) It. Internazione: No (Λ) Rete Emergenza: No (Λ) Rete TERN: No	(†) Morfologia: Piatana (†) Sghemb. su ostacolo: Si (†) Curvatura in pianta: No	(†) Materiali costruttivi: (Λ) Impalcato: C.A.P. (Λ) Sottostru: Calcestruzzo Armato	

ID ELEM.	TIPO ELEMENTO	NOME PROPRIO	CARAT. TECNICHE	DIMENS.
1	Spalle in c.a.	Spalla 1	A parete	50.5 mq
2	Spalle in c.a.	Spalla 2	A parete	50.5 mq
3	Pile in c.a.	Pila 1	A colonne multiple e pulvino	70 m/mq
4	Pile in c.a.	Pila 2	A colonne multiple e pulvino	70 m/mq
5	Travi a sezione aperta in c.a.p.	Campata 1	14 travi da 9 m	129.5 m
6	Travi a sezione aperta in c.a.p.	Campata 2	14 travi da 10 m	144 m
7	Travi a sezione aperta in c.a.p.	Campata 3	14 travi da 9 m	129.5 m
8	Soletta in c.a.	Soletta	Sez 32x10	329.5 mq
9	Giunti di dilatazione	Giunto Spalla e Pila 1 e 2	Gomma Armata	41 m
10	Accessori	Accessori	varie	1

Schermata software – Cavalcavia su SR 11 – Km 277+6 a Peschiera del Garda (VR)

Rilievo del degrado

Compilazione Schede di ispezione

Ai sensi del § 3 delle “Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti del 17.04.2020”. **(Livello 1)**

Scheda Ispezione Ponti di Livello 1

3															
Pile N _____ Strada di appartenenza: _____ Progressiva km: _____															
Calcestruzzo Tecnico rilevatore: _____ Data ispezione: ___/___/___															
Codice difetto	Descrizione difetto	visio	G	Estensione K1			Intensità K2			N° foto	PS	NA	NR	NP	Note
				0,2	0,5	1	0,2	0,5	1						
c.a./c.a.p._1	Macchie di umidità passiva	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
c.a./c.a.p._2	Macchie di umidità attiva	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
Dif. Gen_1	Tracce di scolo	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
c.a./c.a.p._3	Cl. dilavato / ammalorato	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
Dif. Gen_2	Ristagni d'acqua	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
c.a./c.a.p._4	Vespai	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
c.a./c.a.p._5	Distacco del copriferro	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
c.a./c.a.p._6	Armatura ossidata/corrosiva	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
c.a./c.a.p._7	Lesioni a ragnatela modeste	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
c.a./c.a.p._15	Lesioni in corrispondenza staffe	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
c.a./c.a.p._8	Fessure orizzontali	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
c.a./c.a.p._9	Fessure verticali	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
c.a./c.a.p._10	Fessure diagonali	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
c.a./c.a.p._16	Staffe scoperte / ossidate	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
c.a./c.a.p._11	Lesioni attacco pilastri	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
c.a./c.a.p._23	Rottura staffe	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
c.a./c.a.p._17	Armatura longitudinale deformata	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
c.a./c.a.p._12	Riprese successive deteriorate	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
Dif. Gen_3	Danni da urto	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
Dif. Gen_6	Fuori piombo	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
Ril/Fond_1	Scalzamento	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
Ril/Fond_5	Movimenti di fondazione	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
c.a./c.a.p._13	Lesioni da schiacciamento	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
Dif. Gen_4	Lesioni caratteristiche zone appoggio	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
Eventuali note															



ELEMENTO 3: DEGRADO RILEVATO								Elim. Ispezione			
DIFETTO	PEso	Est K1	Int K2	DR	St	Foto	Foto	Foto	NOTE		
Macchie di umidità passiva	1				NP						
Macchie di umidità attiva	3				NP						
Tracce di scolo	3	0.2	1	0.6							
Calcestruzzo dilavato/ammalorato	3				NP						
Ristagni d'acqua	2				NP						
Vespai	2	0.2	0.2	0.08							
Distacco del copriferro	2				NP						
Armatura ossidata e/o corrosa	5				NP						
Lesioni a ragnatela modeste	1				NP						
Lesioni in corrispondenza delle staffe	2				NP						
Fessure orizzontali	2				NP						
Fessure verticali	2				NP						
Fessure diagonali	5				NP						
Staffe scoperte/ossidate	3				NP						
Lesioni attacco pilastri (spalle a telaio, pile, piedritti o tiranti)	3				NP						
Rottura staffe	4				NP						
Armatura longitudinale deformata	5				NP						
Riprese successive deteriorate	1				NP						
Danni da urto	4				NP						
Fuori piombo	5				NP						
Scalzamento (f. superficiali)	5				NP						
Scalzamento (f. profonde)	5				NP						
Movimenti di fondazione	5				NP						
Lesioni da schiacciamento	4				NP						
Lesioni caratteristiche zone di appoggio	3				NP						
Riepilogo				D _{tot} =0.68		NR=0	G5 K ₂ >0.2=0	G5 K ₂ =0.2=0	G4 K ₂ >0.2=0	G4 K ₂ =0.2=0	G3=2
Criticità						PS=0	E.critico (SF):No	E.critico (SIS):No			
						Degr.EC/C.C.(SF):No	Degr.EC/C.C.(SIS):No				
Eventuali note:											
Schema grafico ispezione:											

Schermata software – Cavalcavia su SR 11 – Km 277+6 a Peschiera del Garda

Valutazione del rischio

Classi di attenzione

Ai sensi del § 4 delle “Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti del 17.04.2020”

(Livello 2)

ALTA

MEDIO-ALTA

MEDIA

MEDIO-BASSA

BASSA

PONTE: **VR01** (12-10-2020)



Sulla base della CLASSE DI ATTENZIONE rilevata:

- Proseguire con le ispezioni periodiche frequenti
- Programmare interventi di manutenzione e/o miglioramento sul medio periodo

CdA per tipologia di rischio

- R.strut. e fond.
- R.sismico



Schermata software – Cavalcavia su SR 11 – Km 277+6 a Peschiera del Garda (VR)

I difetti maggiormente riscontrati

Scarichi danneggiati c.a.



Ammaloramento soletta



Ristagni d'acqua



Scarichi danneggiati acciaio



Ossidazione bulloni



Ossidazione travi



I difetti maggiormente riscontrati

Ammaloramento Testate



Ammaloramento Appoggi



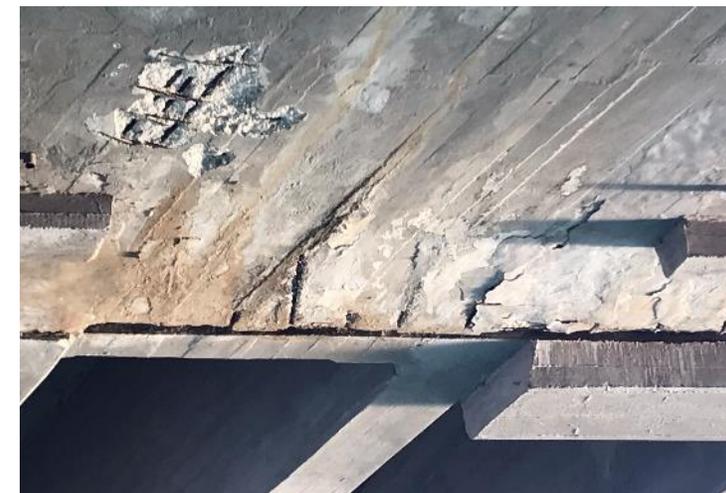
Difetti Selle Gerber



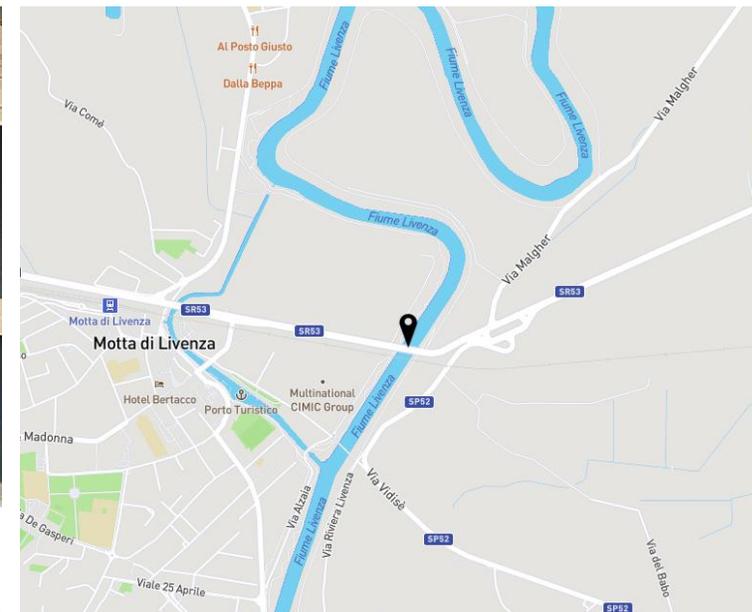
Distacco del copriferro



Fessura e Ossidazione armatura



Esempio 1: Ponte sul Fiume Livenza su SR53 –Km 97+600



Motta di Livenza (TV)

Ispezione spalle, pile e intradosso impalcato

Difetti riscontrati:

Distacco copriferro



Esempio 1: Ponte sul Fiume Livenza su SR53 –Km 97+600



Ispezione intradosso impalcato:
Travi, trasversi e scarichi

Difetti riscontrati: Distacco copriferro, scarichi danneggiati

Esempio 1: Ponte sul Fiume Livenza su SR53 –Km 97+600

Classi di attenzione

Ai sensi del § 4 delle “Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti del 17.04.2020”

(Livello 2)

ALTA

MEDIO-ALTA

MEDIA

MEDIO-BASSA

BASSA

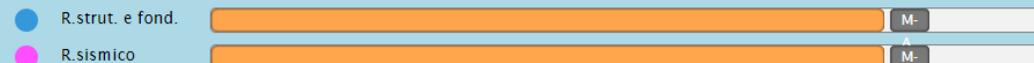
PONTE: 95 (26-11-2020)



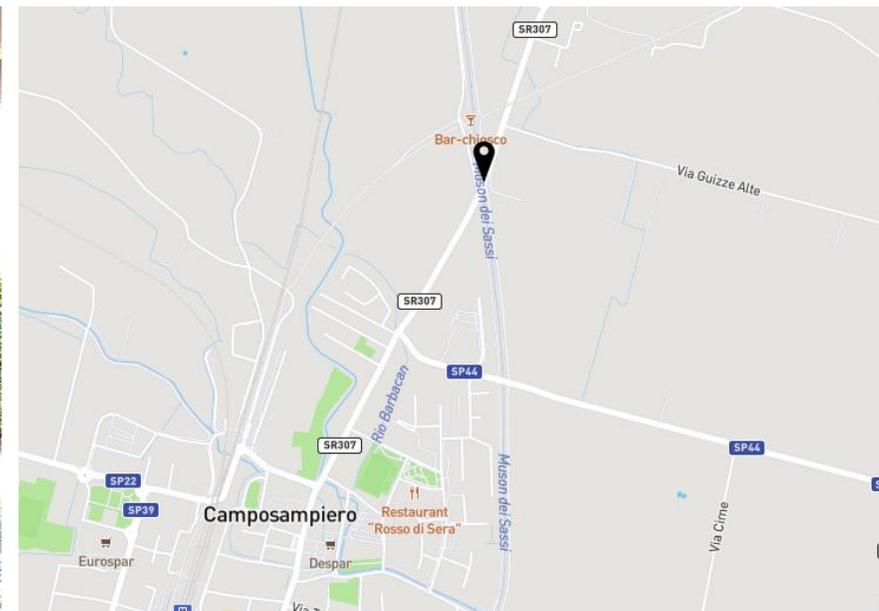
Sulla base della CLASSE DI ATTENZIONE rilevata:

- Proseguire con le ispezioni periodiche frequenti
- Ove necessario, sulla base delle ispezioni ordinarie (per esempio se rilevata una rapida evoluzione del degrado), procedere ad ispezioni straordinarie
- Eseguire valutazioni preliminari di LIV. 3 (§.5 L.G.)
- Anche sulla base delle analisi di LIV. 3 (§.5 L.G.) caso per caso, decidere se sia necessario installare sistemi di monitoraggio periodico o continuo (riclassificando il ponte in CdA Medio-Alta) e/o se eseguire valutazioni accurate di sicurezza di LIV. 4 (§.6 L.G., riclassificando il ponte in CdA Alta)
- Programmare interventi di manutenzione e/o miglioramento sul medio-breve periodo

CdA per tipologia di rischio



Esempio 2: Ponte sul fiume Muson dei Sassi – SR307 km 20+538



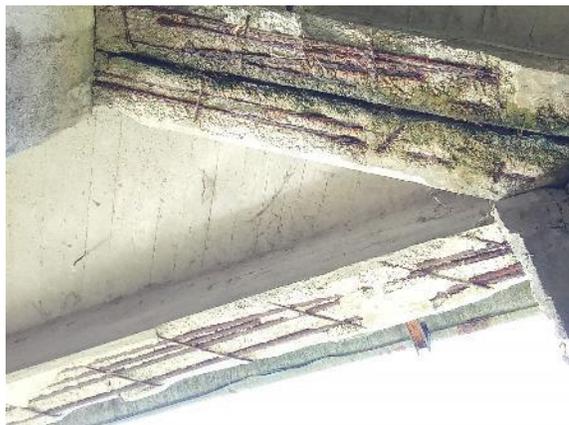
Loreggia (PD)

Ispezione spalle, pile e intradosso impalcato

Difetti riscontrati: Distacco copriferro, ossidazione armatura, fessurazione



Esempio 2: Ponte sul fiume Muson dei Sassi – SR307 km 20+538



Ispezione intradosso impalcato:
Travi, trasversi e scarichi

Difetti riscontrati: Distacco copriferro, ossidazione armatura

Esempio 2: Ponte sul fiume Muson dei Sassi – SR307 km 20+538

Classi di attenzione

Ai sensi del § 4 delle “Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti del 17.04.2020”

(Livello 2)

ALTA

MEDIO-ALTA

MEDIA

MEDIO-BASSA

BASSA

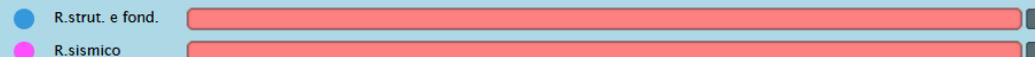
PONTE: **303** (08-10-2020)



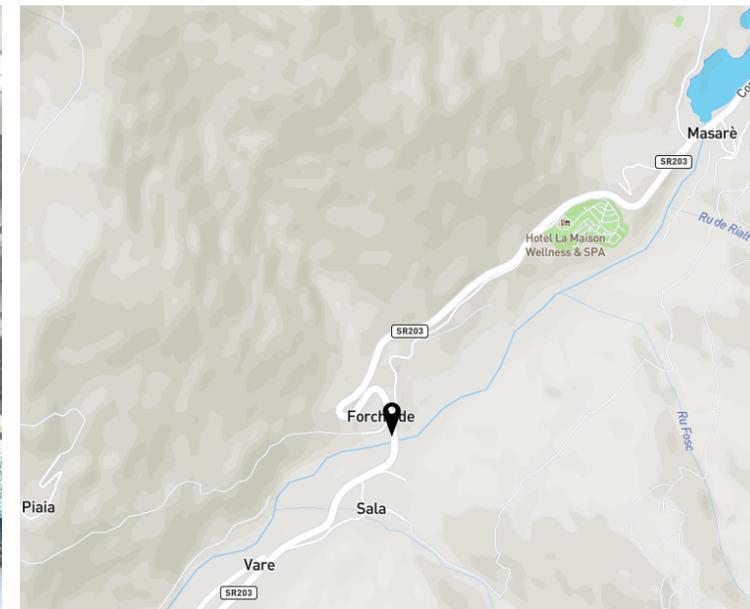
Sulla base della CLASSE DI ATTENZIONE rilevata:

- Proseguire con le ispezioni periodiche frequenti
- Ove si rendesse necessario, effettuare ispezioni straordinarie, installare sistemi di monitoraggio periodico o continuo
- Eseguire valutazioni accurate di LIV. 4 (§.6 L.G.)
- Programmare interventi di manutenzione e/o miglioramento sul brevissimo periodo
- Valutare misure temporanee di emergenza (restrizioni alla circolazione, puntelli,...)

CdA per tipologia di rischio



Esempio 3: Ponte sul Torrente Cordevole su SR203 –Km 42+058



San Tomaso Agordino (BL)

Ispezione spalle, pile e intradosso impalcato

Difetti Ricontrati: Distacco copriferro,
scarichi assenti, ossidazione armatura e
ammaloramento appoggi



Esempio 3: Ponte sul Torrente Cordevole su SR203 -Km 42+058



Ispezione intradosso impalcato:
Travi, trasversi e scarichi

Difetti riscontrati: Distacco copriferro, ammaloramento appoggi

Esempio 3: Ponte sul Torrente Cordevole su SR203 –Km 42+058

Classi di attenzione

Ai sensi del § 4 delle “Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti del 17.04.2020”

(Livello 2)

ALTA

MEDIO-ALTA

MEDIA

MEDIO-BASSA

BASSA

PONTE: **BL057** (25-03-2021)

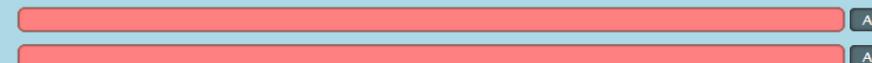


Sulla base della CLASSE DI ATTENZIONE rilevata:

- Proseguire con le ispezioni periodiche frequenti
- Ove si rendesse necessario, effettuare ispezioni straordinarie, installare sistemi di monitoraggio periodico o continuo
- Eseguire valutazioni accurate di LIV. 4 (§.6 L.G.)
- Programmare interventi di manutenzione e/o miglioramento sul brevissimo periodo
- Valutare misure temporanee di emergenza (restrizioni alla circolazione, puntelli,...)

CdA per tipologia di rischio

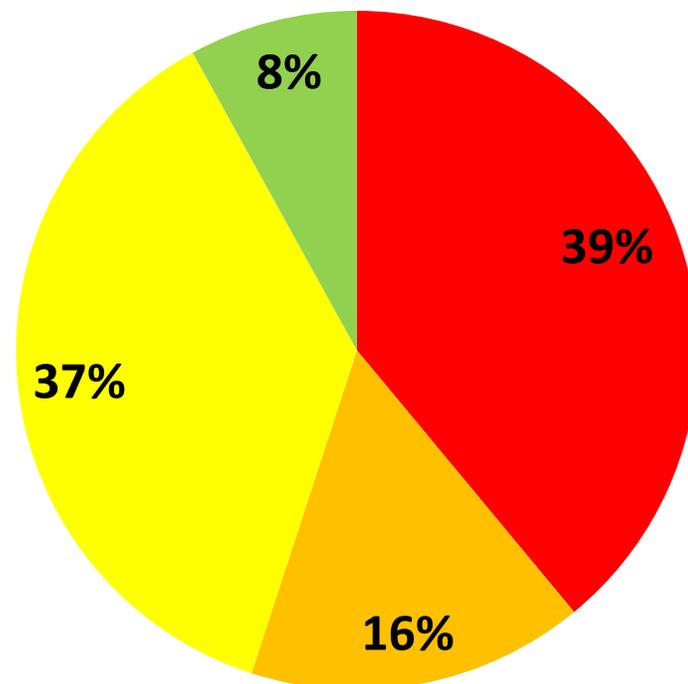
- R.strut. e fond.
- R.sismico



Valutazione del rischio

% Opere: Classe di Attenzione

■ Alta ■ Medio-Alta ■ Media ■ Bassa

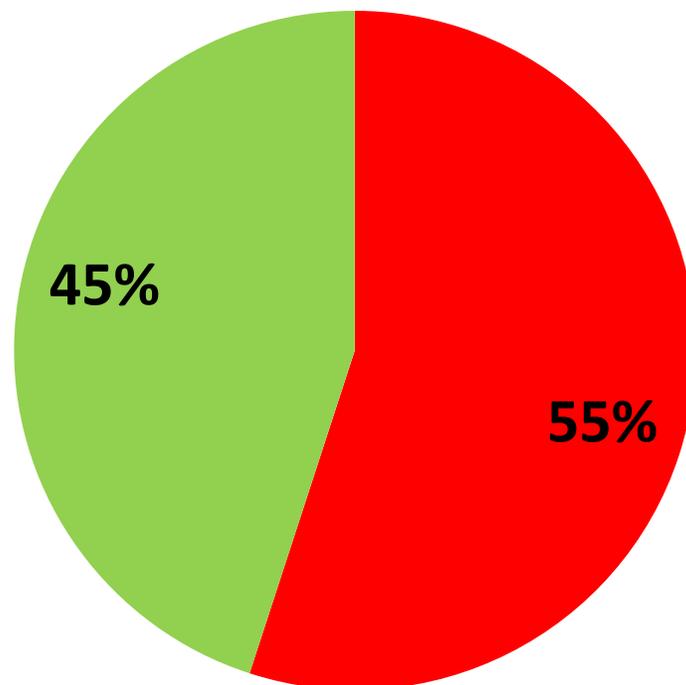


Nota: I grafici riportano valori in fase di validazione

Valutazione del rischio

% Opere: Classe di Attenzione

■ Alta + Medio Alta ■ Media + Bassa



Nota: I grafici riportano valori in fase di validazione

Valutazione del rischio

Classi di attenzione

Ai sensi del § 4 delle “Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti del 17.04.2020”

Cosa fare con CDA BASSA?

- Proseguire con le ispezioni periodiche frequenti
- Programmare eventuali interventi di manutenzione e/o miglioramento sul medio-lungo periodo

Cosa fare con CDA MEDIO-BASSA?

- Proseguire con le ispezioni periodiche frequenti
- Programmare eventuali interventi di manutenzione e/o miglioramento sul medio periodo

Cosa fare con CDA MEDIA?

- Proseguire con le ispezioni periodiche frequenti
- Ove necessario, sulla base delle ispezioni ordinarie (per esempio se rilevata una rapida evoluzione del degrado), procedere ad ispezioni straordinarie
- Eseguire valutazioni preliminari di LIV. 3 (§.5 L.G.)
- Anche sulla base delle analisi di LIV. 3 (§.5 L.G.) caso per caso, decidere se sia necessario installare sistemi di monitoraggio periodico o continuo (riclassificando il ponte in CdA Medio-Alta) e/o se eseguire valutazioni accurate di sicurezza di LIV. 4 (§.6 L.G., riclassificando il ponte in CdA Alta)
- Programmare interventi di manutenzione e/o miglioramento sul medio-breve periodo

Cosa fare con CDA ALTA?

- Proseguire con le ispezioni periodiche frequenti
- Ove si rendesse necessario, effettuare ispezioni straordinarie, installare sistemi di monitoraggio periodico o continuo
- Eseguire valutazioni accurate di LIV. 4 (§.6 L.G.)
- Programmare interventi di manutenzione e/o miglioramento sul brevissimo periodo
- Valutare misure temporanee di emergenza (restrizioni alla circolazione, puntelli,..)

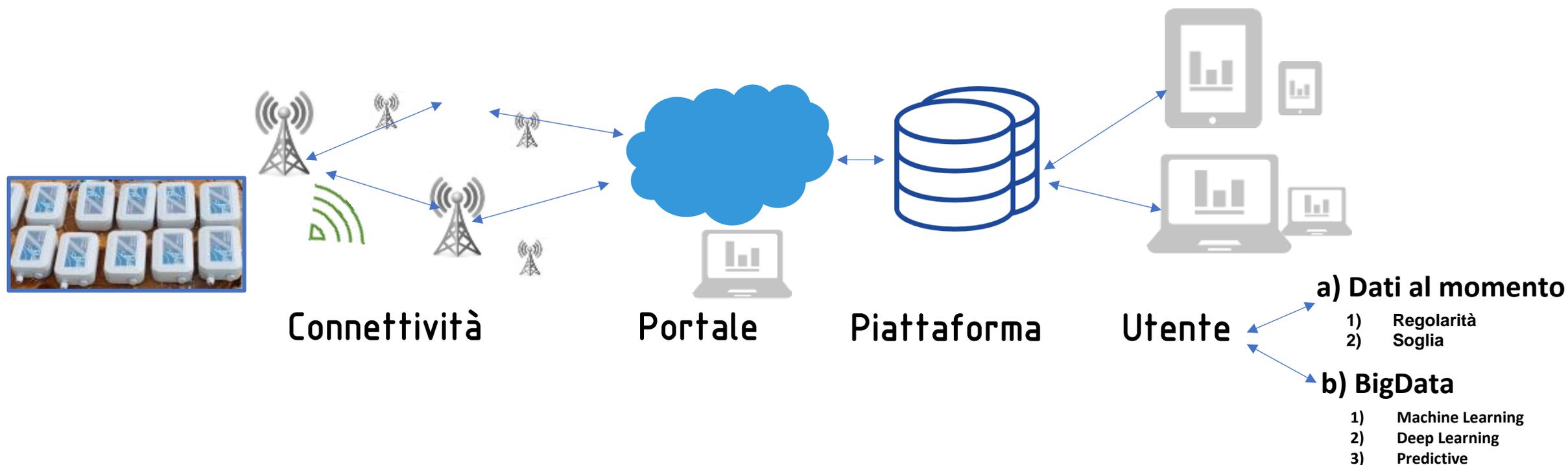
Cosa fare con CDA MEDIO-ALTA?

- Proseguire con le ispezioni periodiche frequenti
- Effettuare valutazioni preliminari di LIV. 3 (§.5 L.G.)
- Ove si rendesse necessario, effettuare ispezioni straordinarie, installare sistemi di monitoraggio periodico o continuo
- Sulla base della tipologia e qualità dei difetti riscontrati e dei risultati delle analisi preliminari di LIV. 3 (§.5 L.G.), valutare la necessità di eseguire valutazioni accurate di LIV. 4 (§.6 L.G.).
- Programmare interventi di manutenzione e/o miglioramento sul breve periodo ed eventuali misure di sicurezza temporanee (restrizioni,..).

Monitoraggio in Continuo – Architettura tipo

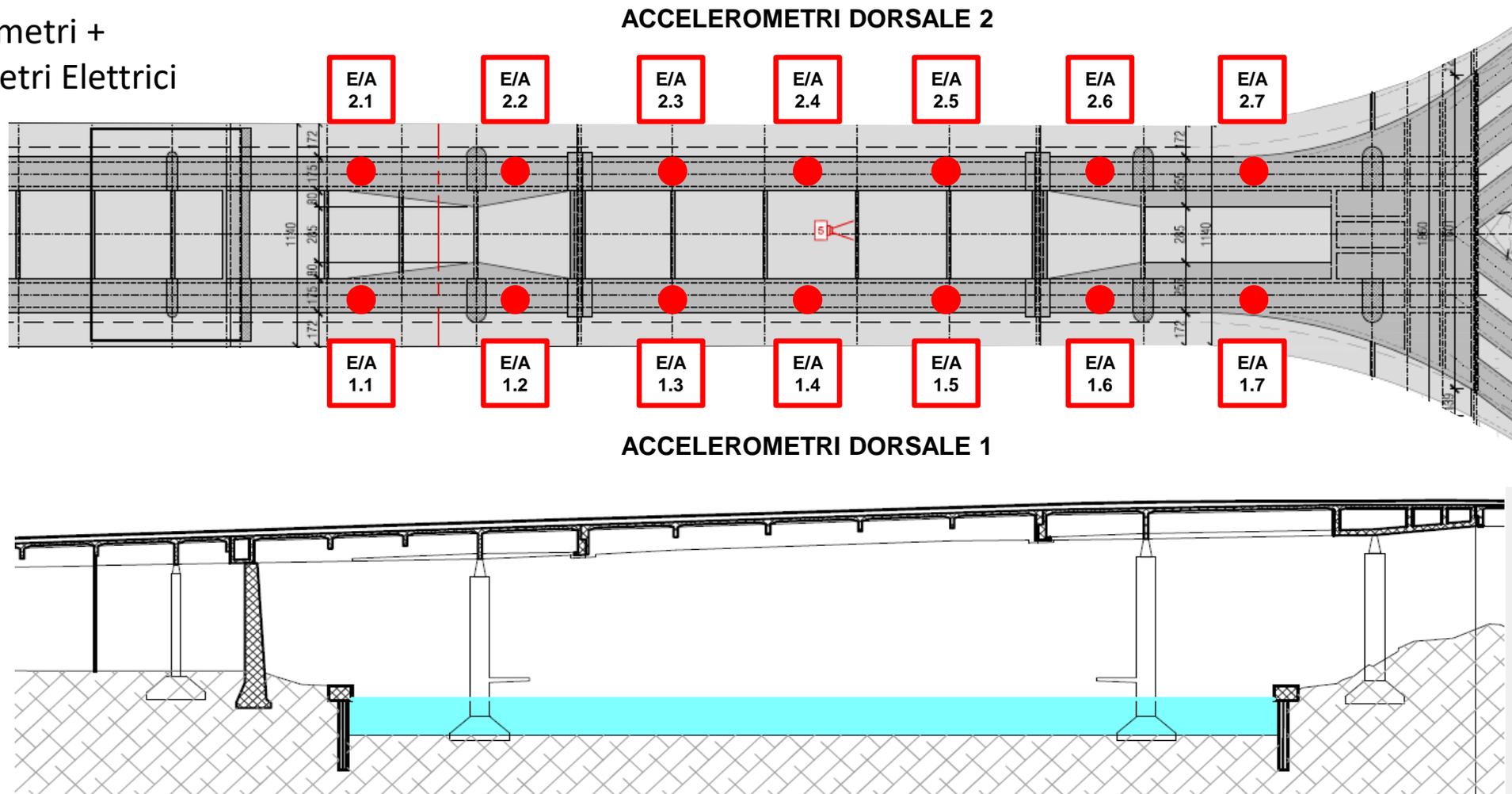
Nella concezione di sistemi per il monitoraggio strutturale, saranno concepiti in accordo con le Linee Guida e verranno dotati delle seguenti tipologie di sensori:

- • Stazioni meteorologiche;
- • Sistemi WIM (Weigh-in-Motion);
- • Sensori per il controllo dei fenomeni di corrosione;
- • Sensori di spostamento/rotazione, deformazione, accelerazione, temperatura e umidità relativa;
- • Sensori per il controllo dei fenomeni di scalzamento delle pile.



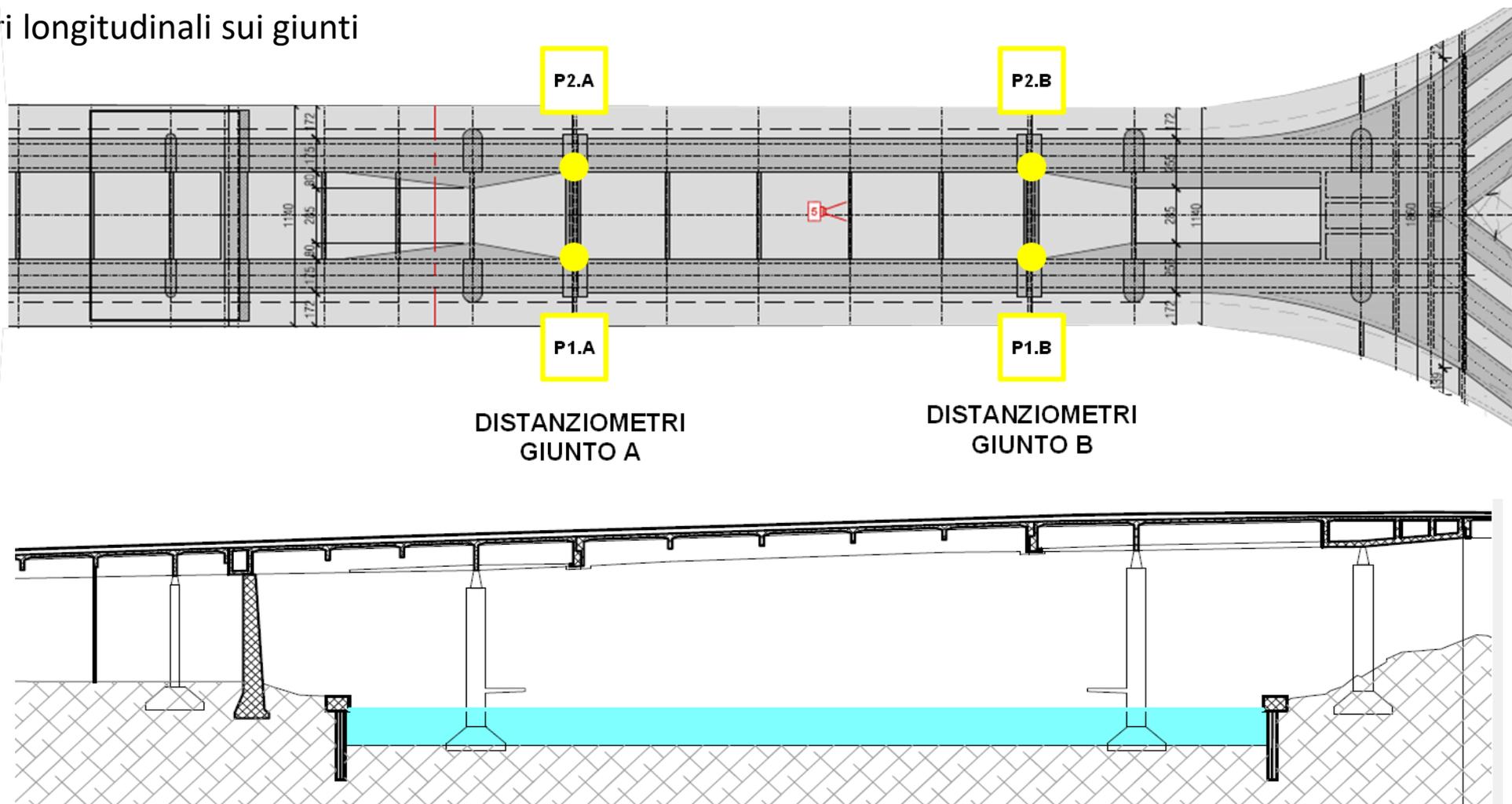
Monitoraggio in Continuo – Ponte sul Nuovo Canal Salso SS14 Mestre-Venezia

Accelerometri +
Estensimetri Elettrici



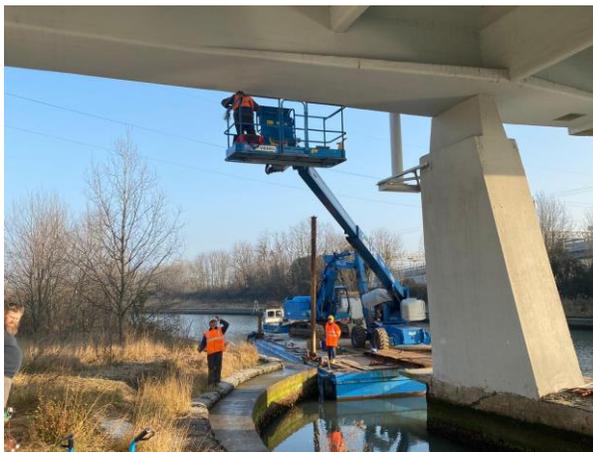
Monitoraggio in Continuo – Ponte sul Nuovo Canal Salso SS14 Mestre-Venezia

Distanziometri longitudinali sui giunti



Monitoraggio in Continuo – Ponte sul Nuovo Canal Salso SS14 Mestre-Venezia

Installazione sensori



Sala Operativa per la Gestione degli Eventi e delle Emergenze *(in fase di progettazione)*

Categorie Evento

Tipi di evento

-  Allerta meteo
-  Comando
-  Forze dell'ordine
-  Generico
-  Guasto
-  Messaggio PMV
-  Ponte
-  Soccorso medico
-  Vigili del fuoco

Eventi

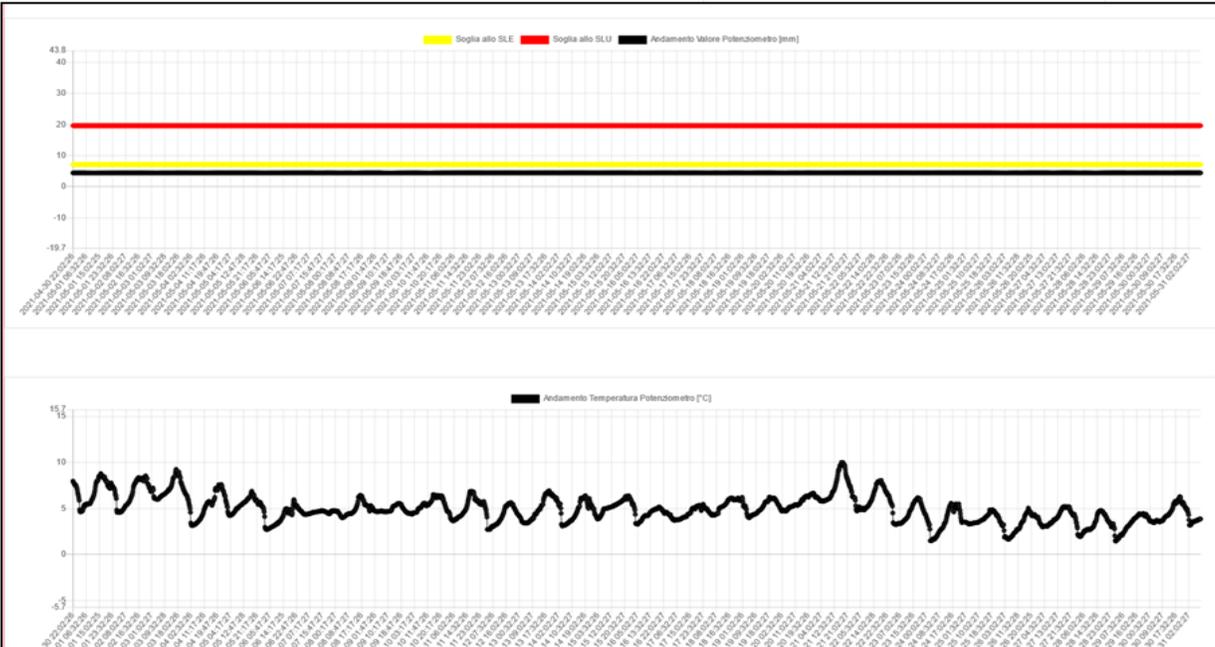
Generabili dagli allarmi

Rischio Crollo Ponte

Procedure Evento

Attuabili in caso di evento

-  Ufficio Tecnico
-  115 - Vigili del Fuoco
-  Chiamata Sindaco



The figure consists of two vertically stacked line graphs sharing a common x-axis representing time from 2021-04-06 22:00:00 to 2021-04-06 11:00:00.

The top graph displays displacement data in millimeters (mm). The y-axis ranges from -19.7 to 45.8. A red horizontal line at approximately 20 mm represents the 'Soglia alto SLU' (Upper Limit of Use), and a yellow horizontal line at approximately 5 mm represents the 'Soglia alto SLE' (Upper Limit of Excursion). A black line shows the 'Andamento Valore Potenziometro (mm)', which remains consistently below the yellow line.

The bottom graph displays temperature data in degrees Celsius (°C). The y-axis ranges from -5.3 to 15.7. A black line shows the 'Andamento Temperatura Potenziometro (°C)', which fluctuates between approximately 2°C and 10°C throughout the period.



*«...il ponte più difficile da attraversare è quello
che separa le parole dai fatti...»*