



Presentazione e discussione dello stato di avanzamento dei lavori e dei prodotti
workshop online 4 Marzo 2022

Partner: Politecnico di Bari, Università degli Studi di Salerno

Proposta di una metodologia per la classificazione e la valutazione del rischio da frana di ponti esistenti secondo un approccio multilivello

Fabrizio Palmisano¹, Francesco Cafaro², Michele Calvello³, Bernardino Chiaia¹, Federica Cotecchia², Settimio Ferlisi³, Annachiara Iannone³, Giuseppe C. Marano¹, Gianfranco Nicodemo³, Dario Peduto³, Mattia Surico², Claudia Vitone²

¹Politecnico di Torino



Politecnico
di Torino

²Politecnico di Bari



Politecnico
di Bari

³Università degli Studi di Salerno





UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Estratto da: Presentazione e discussione dello stato di avanzamento dei lavori e dei prodotti del progetto MITIGO -
Workshop 4 Marzo 2022

© 2022 Università degli Studi della Basilicata

Editrice Universosud – Potenza

ISBN 9788899432829



Pubblicazione realizzata con il cofinanziamento dell'Unione Europea – FESR, PON Ricerca e Innovazione 2014-2020.

www.ponricerca.gov.it

Outline

Background

Approccio proposto per gli edifici da Palmisano, Vitone, Cotecchia 2018

Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti (C.S.LL.PP. 2021)

Proposta

Background:
Approccio proposto da
Palmisano, Vitone, Cotecchia 2018

Multi-level approach to landslide vulnerability

1st Level
urban scale



2nd Level
single construction



Background: approccio proposto da Palmisano, Vitone, Cotecchia 2018

1st level – Steps 1&2: Landslide damage assessment at the urban scale

Damage assessment

Hazard assessment

Rapid inspections

Damage forms

Landslide damage geotechnical chart

Stage H1) PHENOMENOLOGICAL INTERPRETATION

H1.1) Internal free field factors:

- geological setup: lithology, morphology, tectonic structures, boundaries;
- mechanical behaviour: soil composition, state and mechanical response, constitutive law, elasto-plasticity
- soil hydraulic properties: hydraulic conductivity function, water retention curve.

H1.2) External free field factors:

- climatic agents: rainfall, temperature, radiation, relative humidity, cloudiness, wind;
- anthropic agents: loading, unloading, changes of the hydraulic boundary conditions;
- seismic actions: loading/unloading cycles at high frequencies;
- natural geomorphological evolution: loading, unloading, weathering.

Stage H2) LIMIT EQUILIBRIUM ANALYSES

Stage H3) NUMERICAL MODELLING

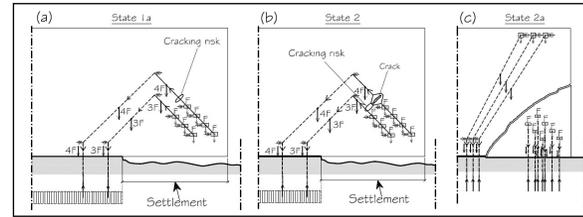
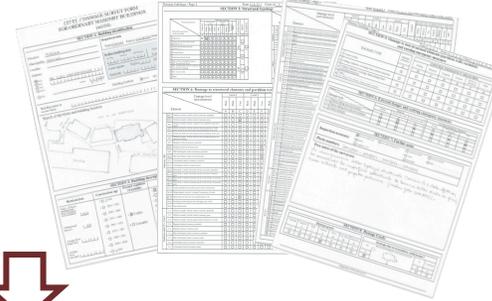
Equilibrium and compatibility

$$\frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial x_i} + \gamma \delta_{jz} = 0 \quad \frac{\partial^2 \varepsilon_{ij}}{\partial x_k \partial x_k} + \frac{\partial^2 \varepsilon_{hk}}{\partial x_i \partial x_j} = \frac{\partial^2 \varepsilon_{ih}}{\partial x_k \partial x_j} + \frac{\partial^2 \varepsilon_{kj}}{\partial x_k \partial x_h}$$

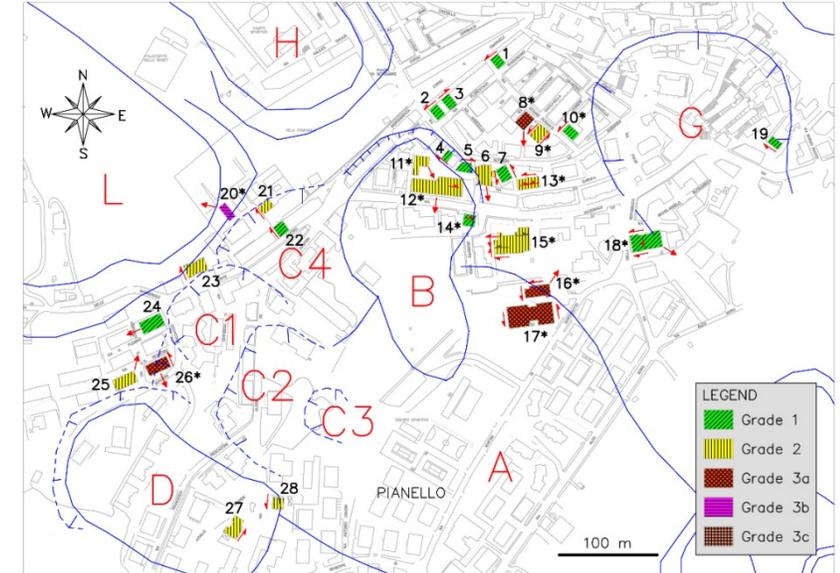
Liquid mass balance

$$\frac{\partial}{\partial x_i} \left(\rho_w k_i \frac{\partial h}{\partial x_i} \right) = \frac{\partial}{\partial t} \left(\rho_w \frac{e S_r}{1 + e} \right)$$

① Partially saturated  ② Saturated 

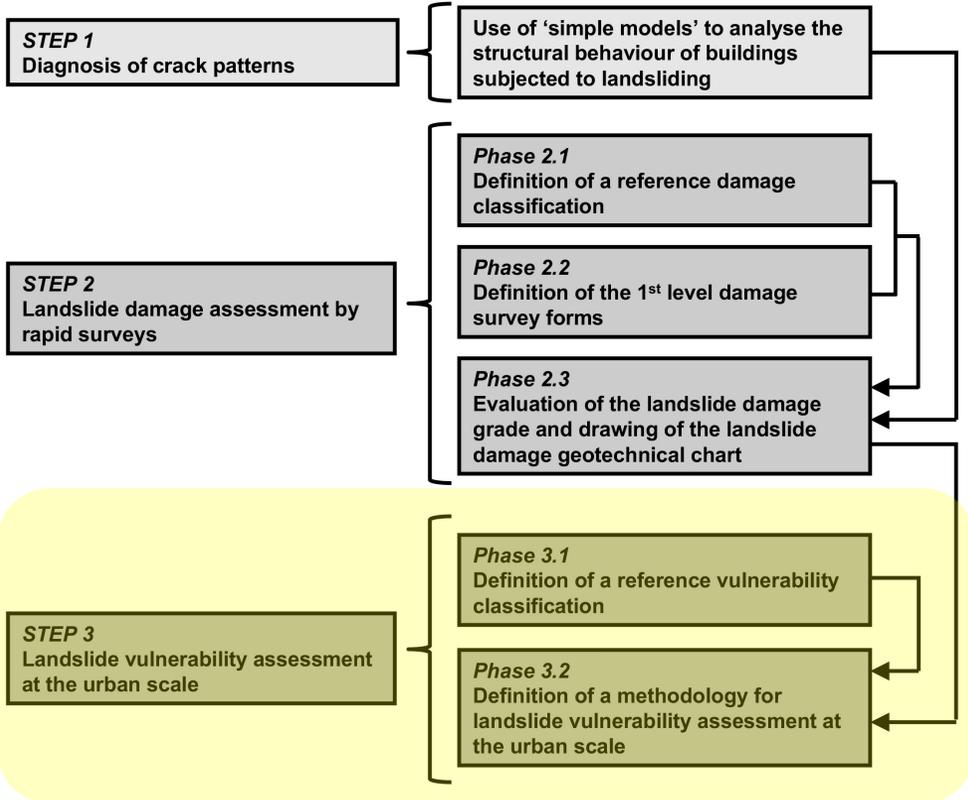
$$\sigma'_{ij} = (\sigma_{ij} - u_w \delta_{ij}) + \chi(u_a - u_w) \delta_{ij} \quad \sigma'_{ij} = \sigma_{ij} - u_w \delta_{ij}$$


Damage Classification	
0	Negligible damage
1	Slight damage
2	Moderate damage
3a	Heavy damage
3b	Very heavy damage
3c	Destruction

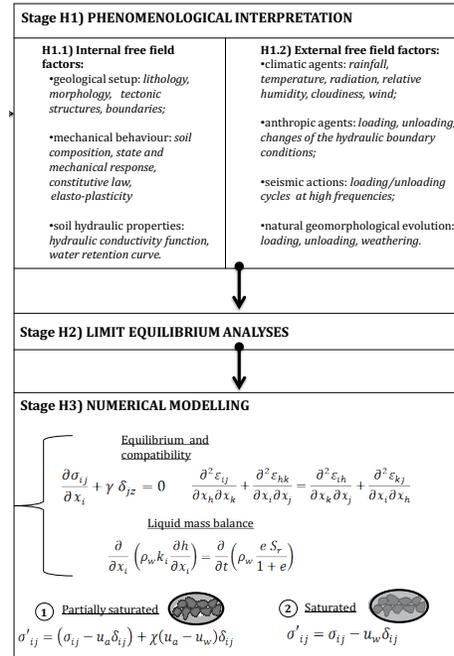


Background: approccio proposto da Palmisano, Vitone, Cotecchia 2018

1st level – Step 3: Landslide vulnerability assessment at the urban scale (in preparation)



Hazard assessment

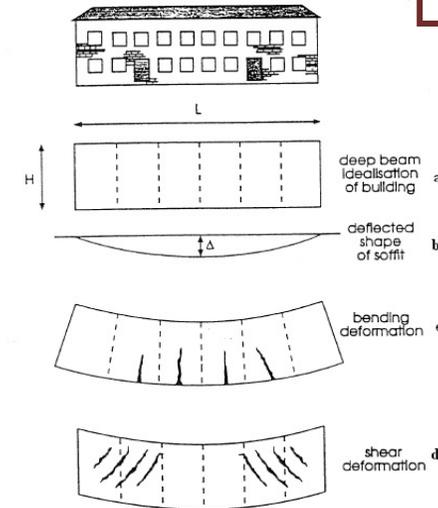


Vulnerability assessment

Rapid inspections



Simple analyses



Vulnerability Grade

Vulnerability Classification	
0	Negligible damage
1	Slight damage
2	Moderate damage
3a	Heavy damage
3b	Very heavy damage
3c	Destruction

Background:

**Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti
(C.S.LL.PP. 2021)**

Background: Linee Guida Ponti, C.S.LL.PP. 2021

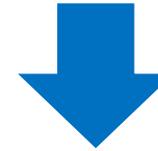


*Ministero delle Infrastrutture e delle Mobilità Sostenibili
Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici*

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

Allegate al parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 96/2021,
espresso dall'Assemblea Generale in data 10.11.2021.

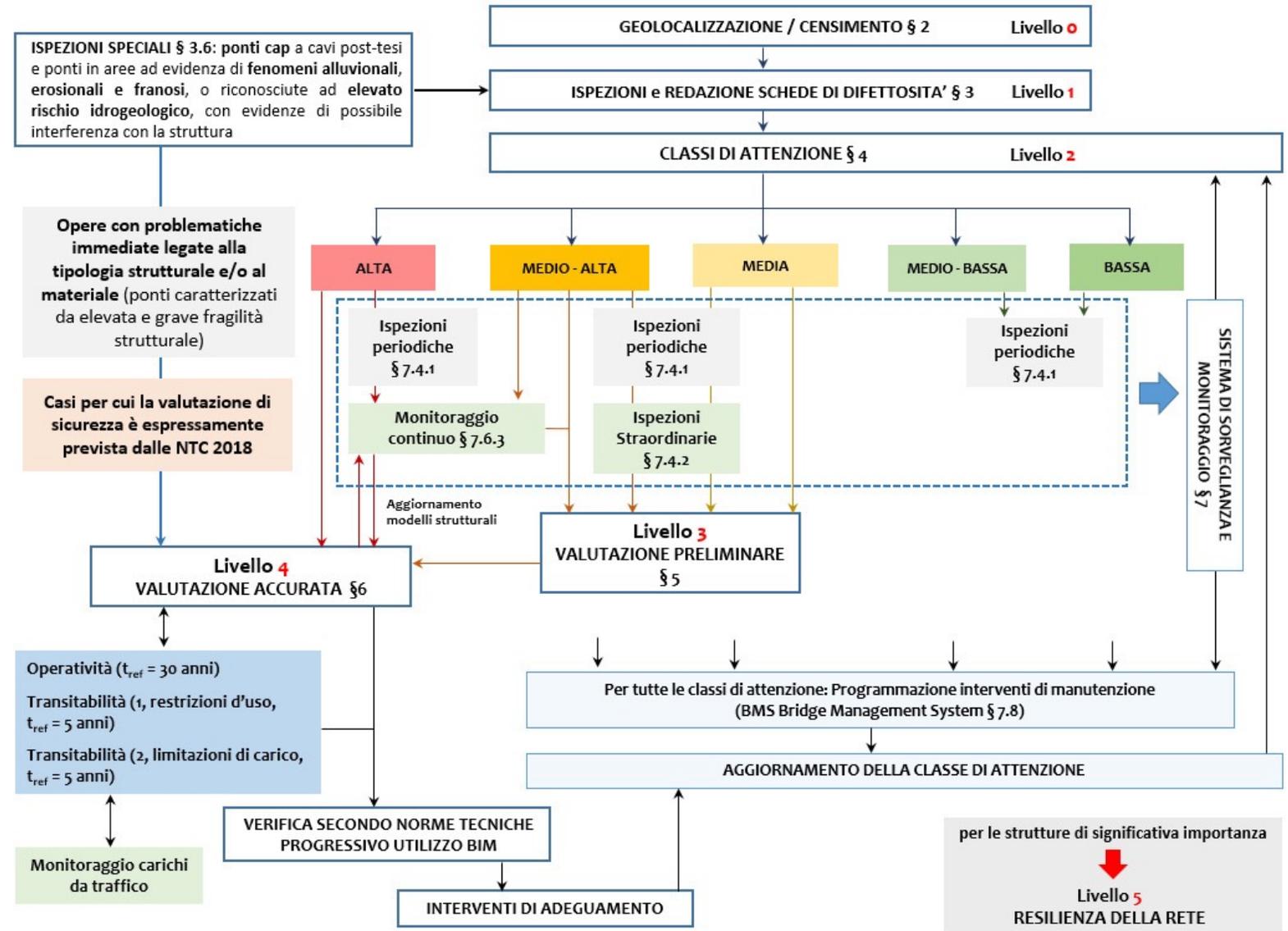
Adottate dal Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili con Decreto del 3.12.2021



	Livello 0 - Censimento (§ 2 LL GG di cui al comma 1)	Livello 2 - Analisi rischi rilevanti e attribuzione classe di attenzione (§ 4 LL GG di cui al comma 1)
Concessionarie autostradali	entro il 01.06.2022	entro il 31.12.2022
ANAS S.p.A.	entro il 01.06.2022	entro il 01.06.2023
Regioni, Province, Città Metropolitane	entro il 01.06.2023	entro il 31.12.2024
Comuni con resid. > 15000	entro il 31.12.2023	entro il 31.12.2025
Comuni con resid. ≤ 15000	entro il 31.12.2023	entro il 30.06.2026

Background: Linee Guida Ponti, C.S.LL.PP 2021

Approccio multilivello



Background: Linee Guida Ponti, C.S.LL.PP 2021

Schede di censimento ponti di Livello 0



Codice IOP _____ Nome Ponte/Viadotto _____

Strada di appartenenza: _____ Progressiva km iniziale: _____ Progressiva km finale: _____

Localizzazione

Provincia/Regione: _____	Coordinate Geografiche <input type="radio"/> ETRF2000 <input type="radio"/> WGS84	Centro	Quota s.l.m. [m]: _____ Longitudine: _____ Latitudine: _____
Comune: _____		Iniziale	Quota s.l.m. [m]: _____ Longitudine: _____ Latitudine: _____
Località: _____		Finale	Quota s.l.m. [m]: _____ Longitudine: _____ Latitudine: _____
Sismicità dell'area [a _g /g] (Suolo A, TR = 475 anni) _____			

Fenomeni erosivi e di alluvionamento Assenti Già valutati Da verificare

Fenomeni franosi Assenti Già valutati Da verificare

Informazioni generali

Proprietario _____	Anno di costruzione/ ristrutturazione	Ultimazione costruzione (collaudo)	Eventuali interventi sostanziali
Concessionario _____		<input type="radio"/> Effettivo <input type="radio"/> Presunto	<input type="radio"/> Effettivo <input type="radio"/> Presunto
Ente vigilante _____			

pag. 1

Background: Linee Guida Ponti, C.S.LL.PP 2021

Schede di ispezione ponti di Livello 1 – Fenomeni di frana e fenomeni idraulici



Codice IOP _____	Nome Ponte/Viadotto _____	
Strada di appartenenza: _____	Progressiva km iniziale: _____	Progressiva km finale: _____
Rilevatore _____	Data _____	

Localizzazione

Provincia/Regione _____	Coordinate Geografiche <input type="radio"/> ETRF2000 <input type="radio"/> WGS84	Centro	Quota s.l.m. [m]: _____ Longitudine: _____ Latitudine: _____
Comune _____		Iniziale	Quota s.l.m. [m]: _____ Longitudine: _____ Latitudine: _____
Località _____		Finale	Quota s.l.m. [m]: _____ Longitudine: _____ Latitudine: _____
Coordinate CTR _____			
Scala _____			
Numero Toponimo _____			

Ispezioni precedenti Numero _____ Data ultima ispezione _____ Esito _____

RISCHIO FRANA	<input type="radio"/>	Assente	<input type="radio"/>	Presente
RISCHIO IDRAULICO	<input type="radio"/>	Assente	<input type="radio"/>	Presente

Informazioni generali

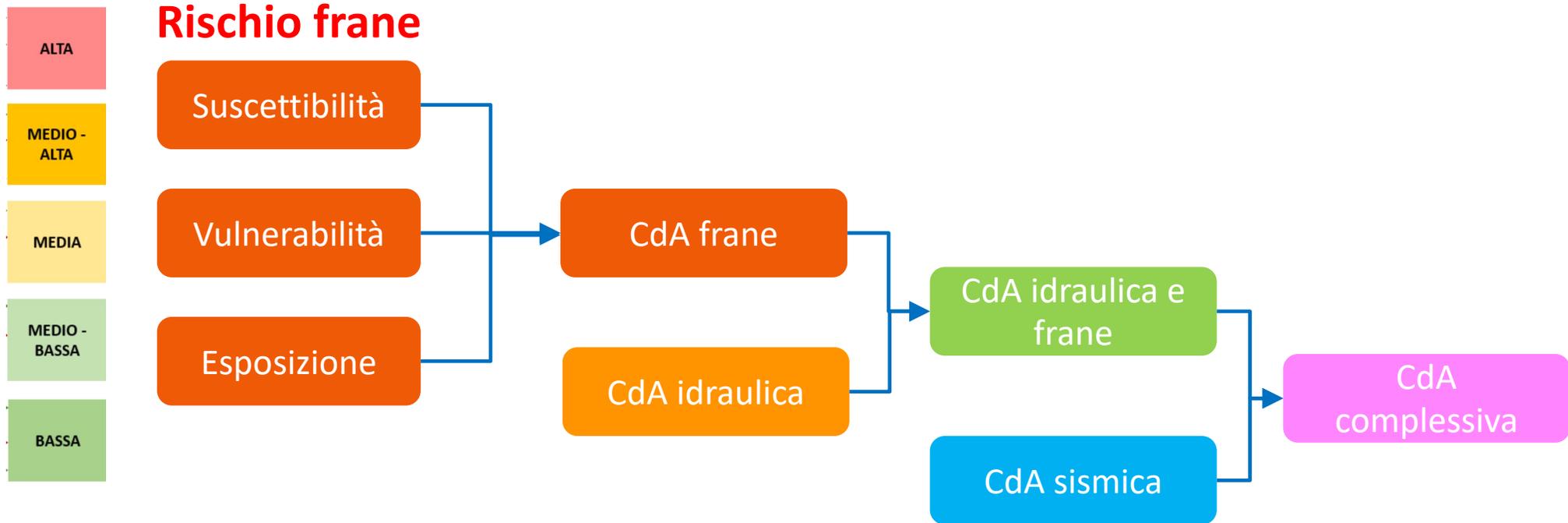
Proprietario _____	
Concessionario _____	

pag. 1

Alcuni dati:

Pendenza media
Pericolosità PAI/PSAI
Area riconosciuta pericolosa
Contesto geologico
Tipologia
Area, volume
Stato di attività
Velocità

Valutazione della classe di attenzione

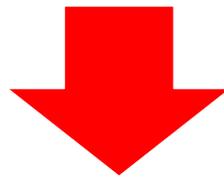


Proposta

Obiettivi della Proposta

Definizione di un approccio multilivello per la valutazione del rischio da frana dei ponti in maniera analoga a quanto già presente in letteratura per gli edifici (i.e. Palmisano et al. 2018).

L'attività sarà finalizzata alla definizione di 'indicatori' che consentano di valutare i casi in cui non è necessario effettuare 'verifiche accurate' ma è sufficiente limitarsi a verifiche/indagini semplificate e/o al monitoraggio.



OR2: valutazione del rischio idrogeologico

Passi della proposta

1) **Analisi delle linee guida** con riferimento al rischio da frana e definizione degli aspetti critici delle stesse (attività già svolta).

- **Suscettibilità:** in relazione alla dimensione ed alla attività è frequente che l'instabilità di versante risulti medio-alta o alta.
- **Vulnerabilità:** per ponti ordinari (e.g. c.a.p. $L=30$ m) si ha vulnerabilità medio-alta o alta; lo schema isostatico è peggiorativo rispetto all'iperstatico; la tabella è quella usata per la vulnerabilità sismica; è data importanza alla capacità delle fondazioni di resistere ad azioni orizzontali; non ha influenza e.g. la posizione del ponte rispetto alla frana e la profondità delle fondazioni rispetto alla profondità della frana.
- Per condizioni ordinarie la classe di attenzione associata al rischio da frana è medio-alta o alta.

Passi della proposta

2) **Analisi di casi di studio di ponti collassati a seguito di movimento franoso** al fine di individuare le componenti che hanno inciso maggiormente (e.g. tipo di frana, tipo di ponte, posizione del ponte rispetto alla frana). Tale attività è attualmente in corso.

Influenza dello schema statico

Viadotto Himera (2015), Sicilia, Italia



Pfeiffer Canyon Bridge on Highway 1 (2017), California, USA



Influenza della profondità delle fondazioni

Viadotto Madonna del Monte (2019),
Liguria, Italia

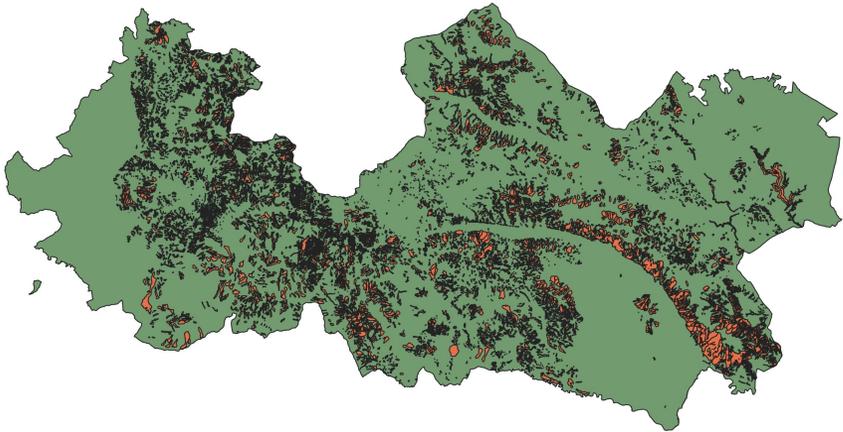


Skjeggestad Bridge (2015), Norway



Passi della proposta

3) **Analisi speditiva dei casi presenti nell'area** (o in una sotto-area) oggetto del PON (con riferimento agli aspetti geomorfologici, geotecnici, strutturali e di danneggiamento) con l'obiettivo di individuare tipologie ricorrenti utili per le successive analisi di sensibilità. Questa fase sarà sviluppata sia con riferimento ai dati già disponibili (e.g. su piattaforma GIS, dati di letteratura) sia con l'ausilio di rapide ispezioni visive. Tale attività è appena iniziata.



Inventari:

- Carta inventario redatta dall'Autorità di Bacino della Regione Basilicata nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI, scala 1:10000, anno 2016)
- Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI, scala 1:250000, anno 2014 ultimo aggiornamento per la regione Basilicata) solo per le aree non incluse nella Carta dell'AdB

In GIS sono stati individuati **320** ponti, in aree a rischio frana, con i seguenti attributi:

- materiale
- uso (stradale, pedonale, ferroviario)
- Comune di appartenenza

Passi della proposta

4) **Creazione di un database** (semplice) delle caratteristiche geotecniche dei materiali interagenti con le infrastrutture sulla base dei dati a disposizione da utilizzare per il punto successivo insieme ai dati geomorfologici esistenti.

5) **Analisi numeriche semplificate di sensibilità** finalizzate alla valutazione dell'influenza, sul rischio da frana, dei vari parametri per categorie di scenari (tipo di ponti e loro posizione rispetto ai corpi di frana, tipologie frane e materiali, condizioni al contorno).

6) **Definizione degli indicatori** utili alla valutazione del livello di analisi/indagine da effettuare. Gli indicatori saranno relativi a caratteristiche geomorfologiche, geotecniche, strutturali, funzionali (e.g. traffico giornaliero medio) e di danneggiamento.

7) **Applicazione della procedura proposta ad una sotto-area**. Tale fase comprenderà rapide ispezioni visive finalizzate a definire, tra l'altro, i parametri tipologici e di danneggiamento utili per la valutazione dei relativi indicatori.