



FABRE – Consorzio di ricerca per la valutazione di ponti viadotti e altre strutture

*Ponti, viadotti e gallerie esistenti: ricerca, innovazione e applicazioni*

2- 4 Febbraio 2022, Lucca



# Caratteristiche dei versanti e metodologie di indagine e monitoraggio per l'analisi dell'interazione ponte-frana

Diana Salciarini<sup>1</sup>, Lorenzo Brezzi<sup>2</sup>, Francesca Dezi<sup>3</sup>, Paolo Simonini<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale – Università degli Studi di Perugia*

<sup>2</sup>*Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e dell'Architettura, Università degli Studi di Padova*

<sup>3</sup>*Dipartimento di Economia Scienze e Diritto, Università degli Studi della Repubblica di San Marino*



A. D. 1308  
**unipg**  
DIPARTIMENTO  
DI INGEGNERIA  
CIVILE E AMBIENTALE



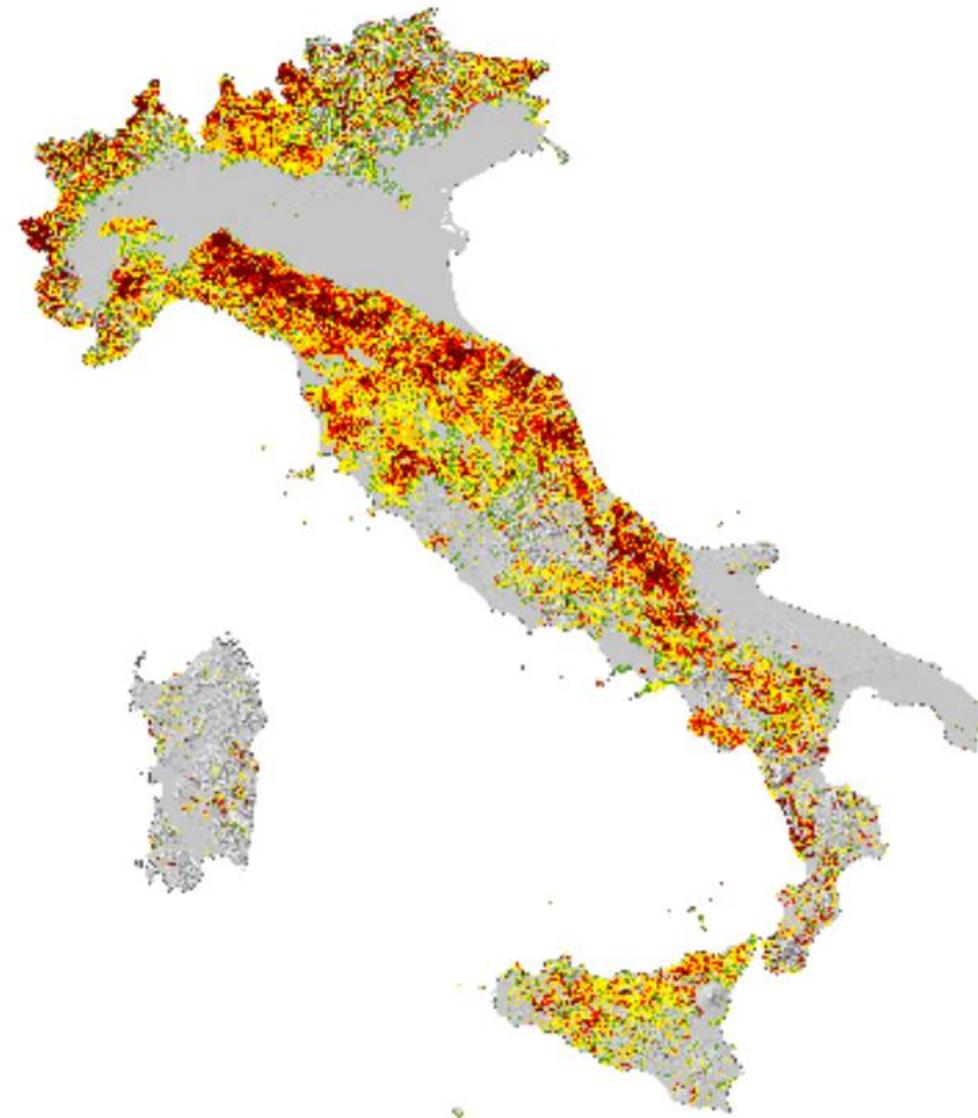
UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**ICEA**



## MOTIVAZIONI

L'Italia è storicamente interessata da un'elevata densità spaziale di frane a causa del suo complesso assetto geologico, che spesso la predispone a fenomeni di instabilità dei versanti sotto l'influenza sia naturale che antropica.



## LINEE GUIDA – CDA FRANE

Valutazione Livello 0 / Livello 1 / Livello 2

Cartografia  
esistente



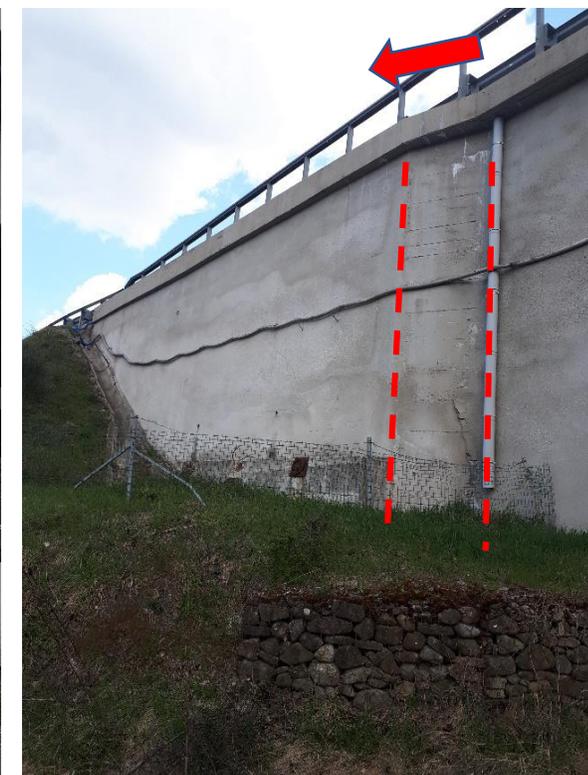
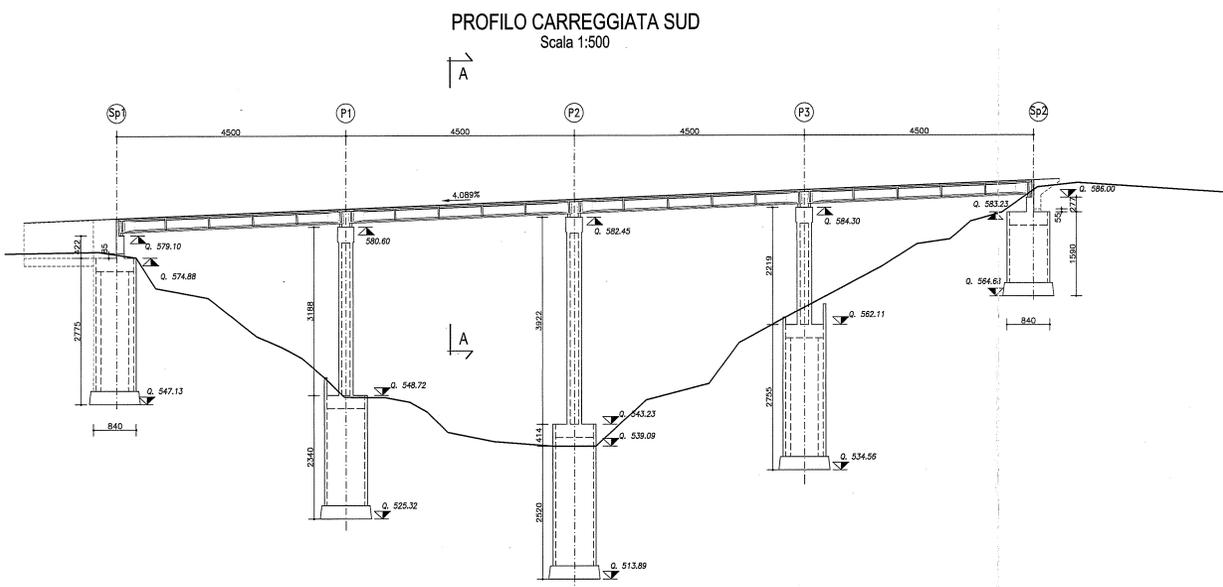
Documentazione  
Tecnica Esistente



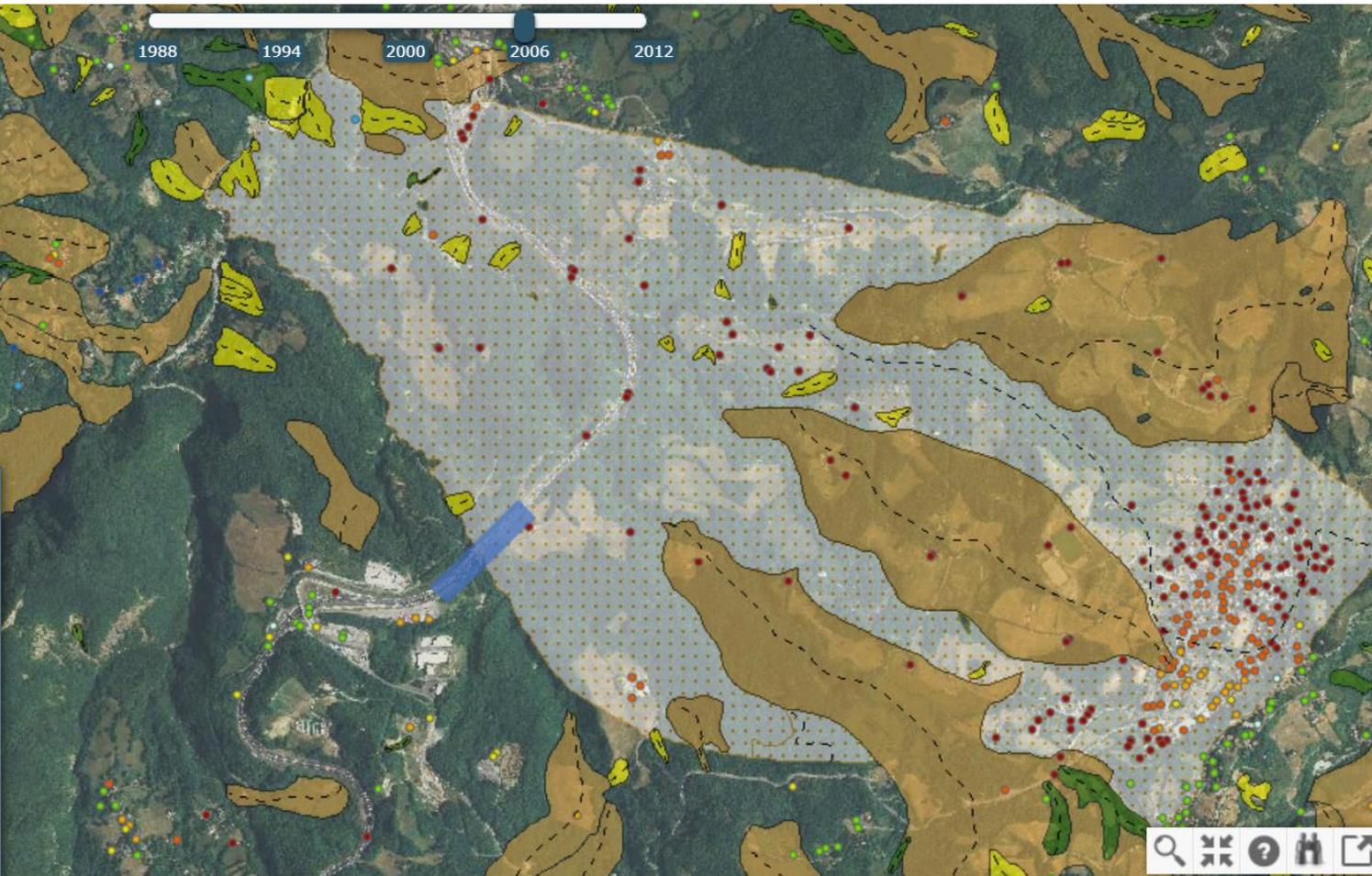
Ispezioni visive in  
sito

## APPLICAZIONI

In una prima fase sperimentale di applicazione delle Linee Guida finalizzate alla valutazione della sicurezza dei viadotti, molto spesso è risultato che la cartografia consultabile esistente, supportata dalle ispezioni visive, non abbia fornito gli elementi esaustivi per una valutazione affidabile, soddisfacente e **sufficientemente priva di interpretazioni soggettive**.



## APPLICAZIONI



PM (Volume)



PV (Velocità)



PA (Attività)

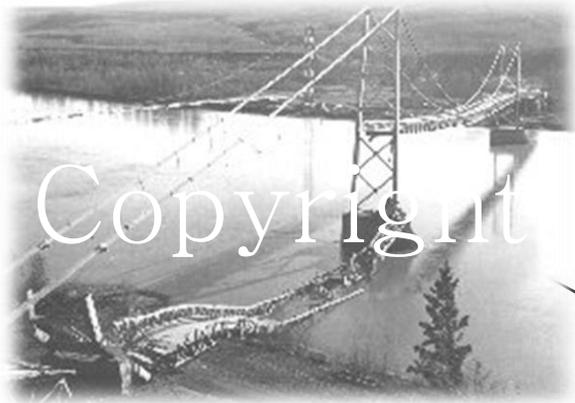


Interferenza



Monitoraggio

**CASI DI STUDIO**

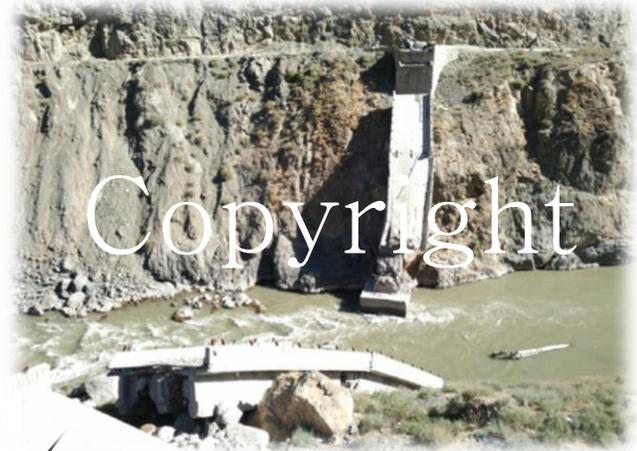
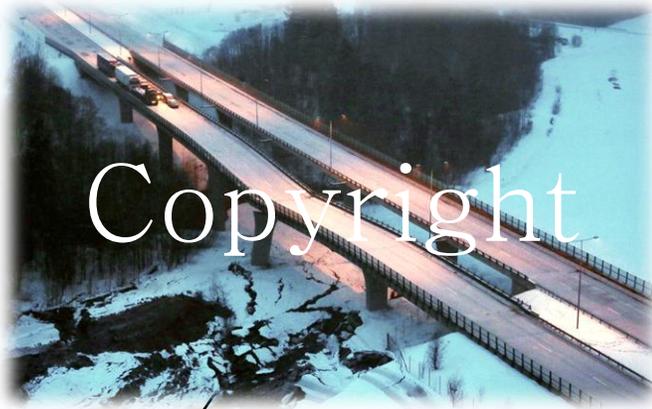


Peace River highway bridge (Canada)

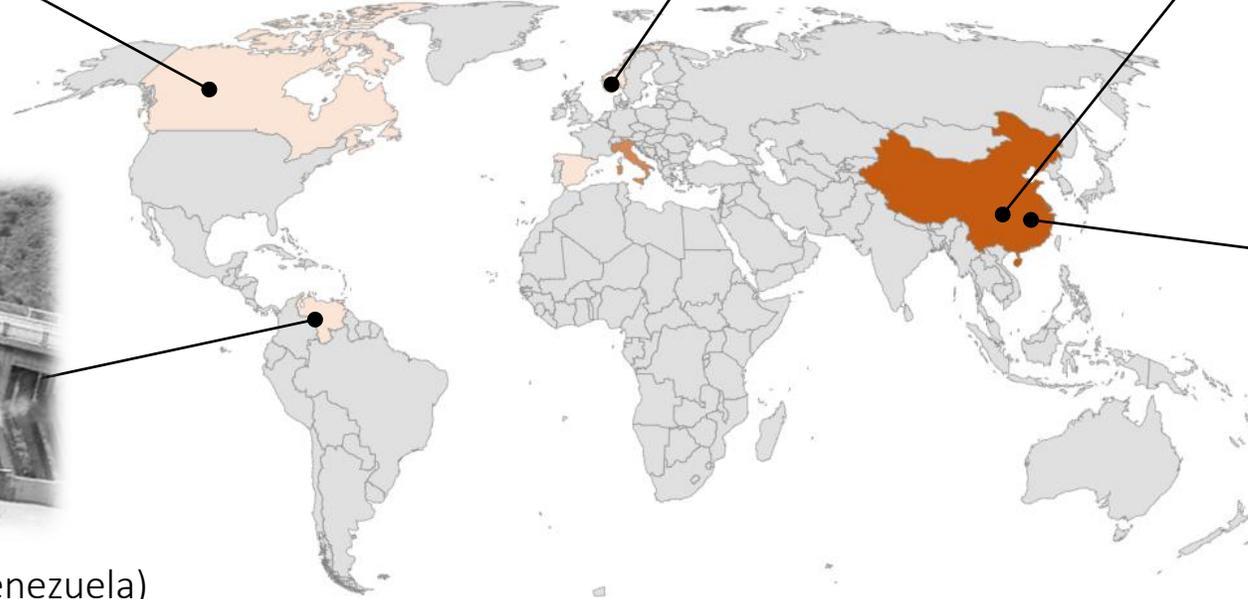


Caracas–La Guaira Highway viaduct (Venezuela)

Mofjellbekken motorway bridge (Norvegia)

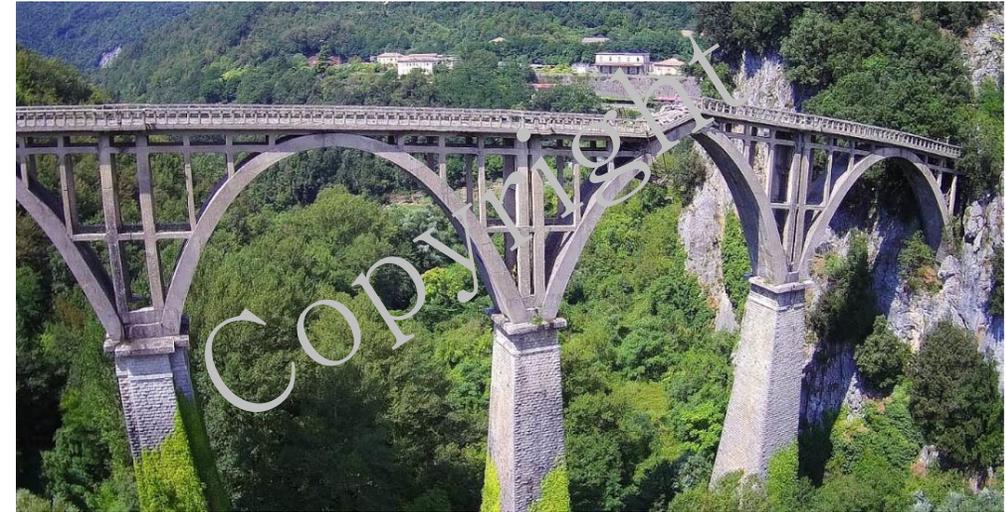


Dongla Bridge (Cina)



Baishazhou Bridge (Cina)

**CASI DI STUDIO**



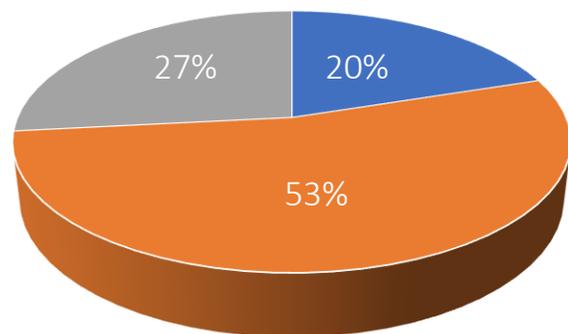
Viadotto Imera

Viadotto Verrino-Sammartino



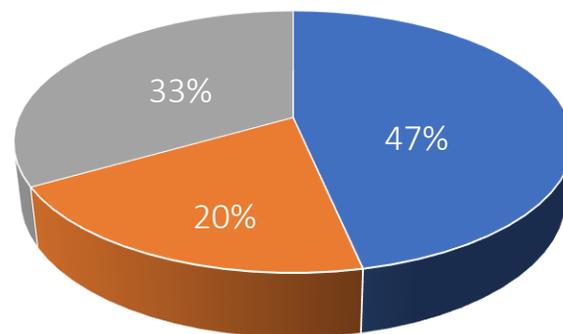
## ANALISI

### Velocità



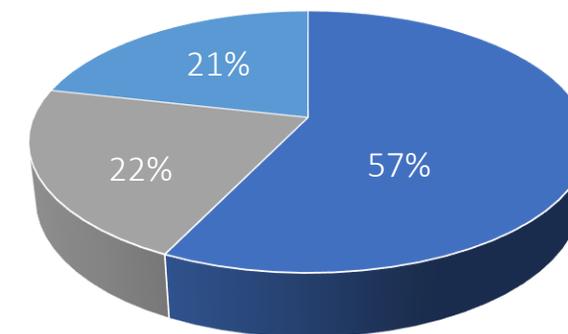
■ veloce [m/anno] ■ lenta [cm/anno] ■ estremamente lenta [mm/anno]

### Pendenze



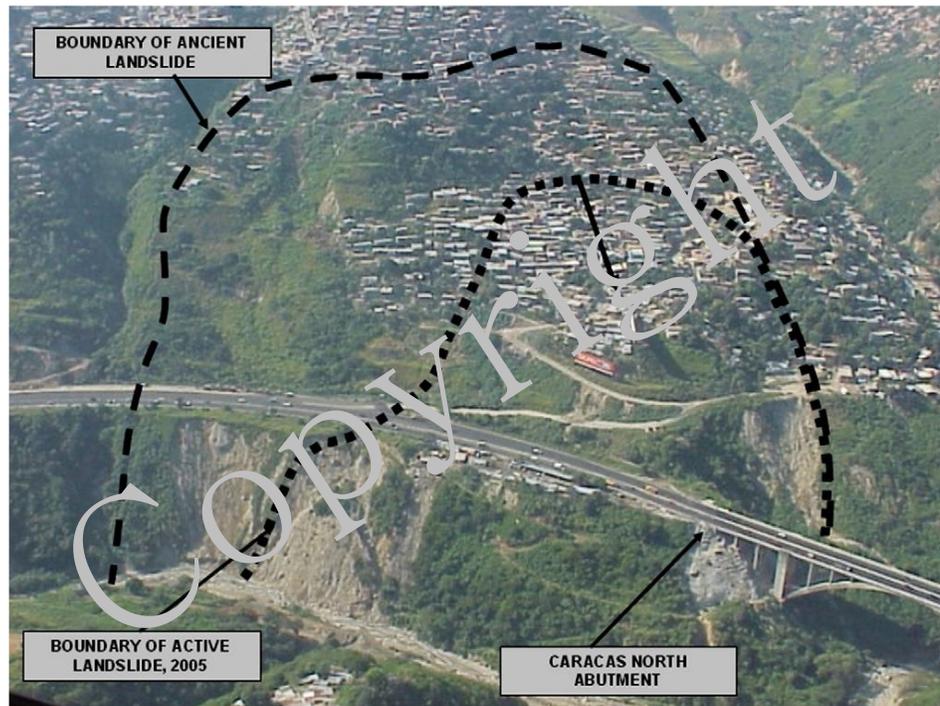
■ moderate [12°-15°] ■ elevate [>30°] ■ non note

### Tipo di indagine/monitoraggio



■ Tradizionale [inclinometri, piezometri, mire topografiche] ■ Nessuno ■ Combinato con SAR [DinSAR, TinSAR] + aerofotogrammetria

## CONCLUSIONI



Salcedo (2009). Behavior of a landslide prior to inducing a viaduct failure, Caracas–La Guaira highway, Venezuela, *Engineering Geology*, 109, 16–30

1. La maggior parte delle frane che hanno portato a **collasso** o a **gravi danni** per la struttura con totale perdita di funzionalità **non hanno avuto evidenti segnali premonitori** ma tipicamente sono partite da frane dormienti o antiche (**identificare la predisposizione del territorio è dunque fondamentale**) – dipende da completezza e accuratezza della cartografia disponibile.



Gang Luo | Xiewen Hu | E. T. Bowman | Jingxuan Liang (2017). Stability evaluation and prediction of the Dongla reactivated ancient landslide as well as emergency mitigation for the Dongla Bridge. *Landslides*, 14:1403–1418

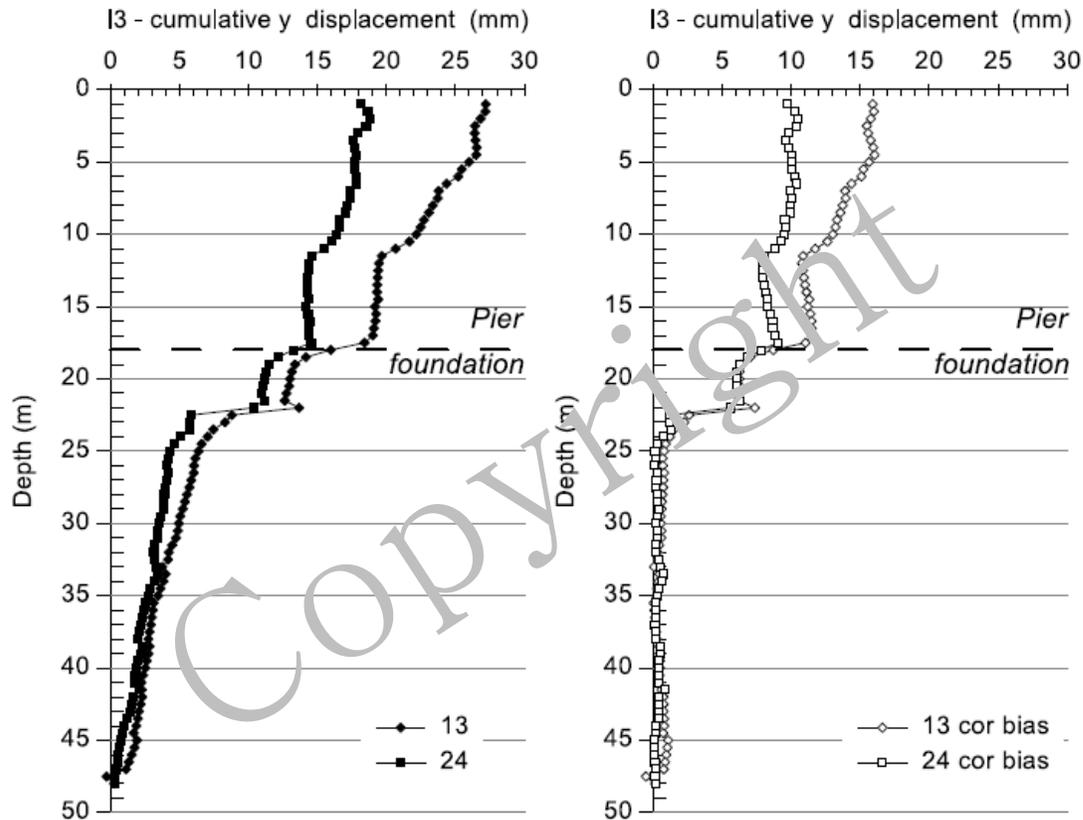
## CONCLUSIONI



1. La maggior parte delle frane che hanno portato a **collasso o a gravi danni** per la struttura con totale perdita di funzionalità **non hanno avuto evidenti segnali premonitori** ma tipicamente sono partite da frane dormienti o antiche (**identificare la predisposizione del territorio è dunque fondamentale**) – dipende da completezza e accuratezza della cartografia disponibile.
2. Molte frane avvengono su pendii relativamente moderati ( $12^{\circ}$ - $15^{\circ}$ ), iniziate **con velocità relativamente lente** (qualche mm/anno) – quindi necessariamente si parte dai **segnali sulla struttura** (approfondimenti necessari sulle classi di velocità delle LG?).

*Loli, M., Chatzidaki, A., Vamvatsikos, D., Gazetas, G. (2020). Seismic vulnerability of motorway bridge on active landslide. 17th World Conference on Earthquake Engineering, 17WCEE Sendai, Japan - September 13th to 18th 2020*

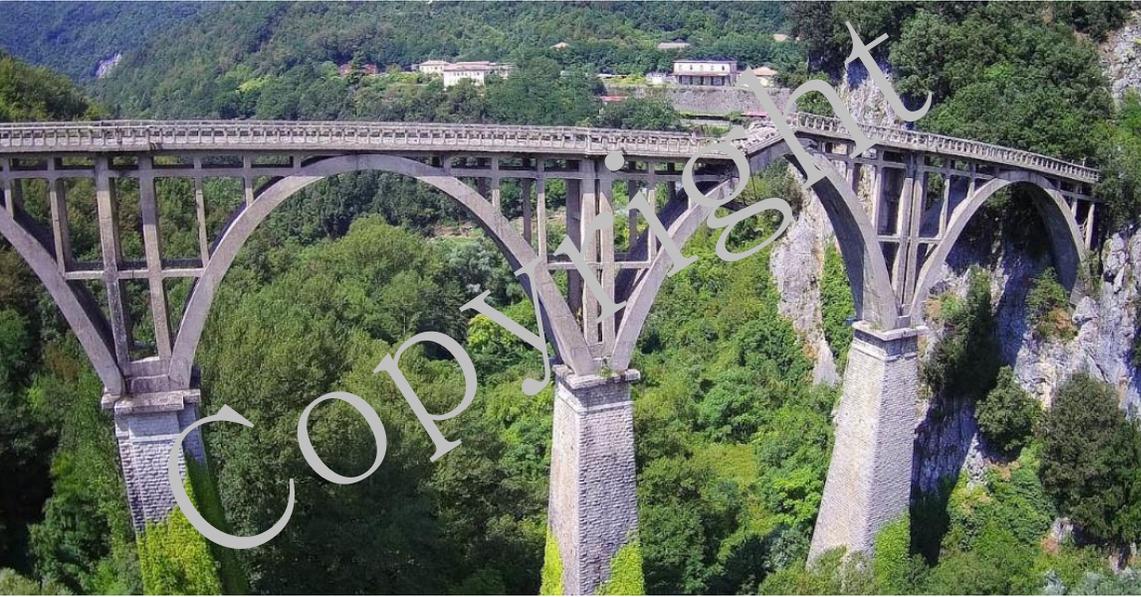
## CONCLUSIONI



Lucia Simeoni, L., Ronchetti, F., Costa, C., Jorisc, P., Corsini, A. (2019). Redundancy and coherence of multi-method displacement monitoring data as key issues for the analysis of extremely slow landslides (Isarco valley, Eastern Alps, Italy). Eng. Geol. 267 (2020) 105504.

1. La maggior parte delle frane che hanno portato a **collasso** o a **gravi danni** per la struttura con totale perdita di funzionalità **non hanno avuto evidenti segnali premonitori** ma tipicamente sono partite da frane dormienti o antiche (**identificare la predisposizione del territorio è dunque fondamentale**) – dipende da completezza e accuratezza della cartografia disponibile.
2. Molte frane avvengono su pendii relativamente moderati ( $12^{\circ}$ - $15^{\circ}$ ), iniziate **con velocità relativamente lente** (qualche mm/anno) – quindi necessariamente si parte dai **segnali sulla struttura** (approfondimenti necessari sulle classi di velocità delle LG?).
3. La valutazione dei **volumi** introduce soggettività a meno che non sia disponibile un **monitoraggio tradizionale** basato su inclinometri.

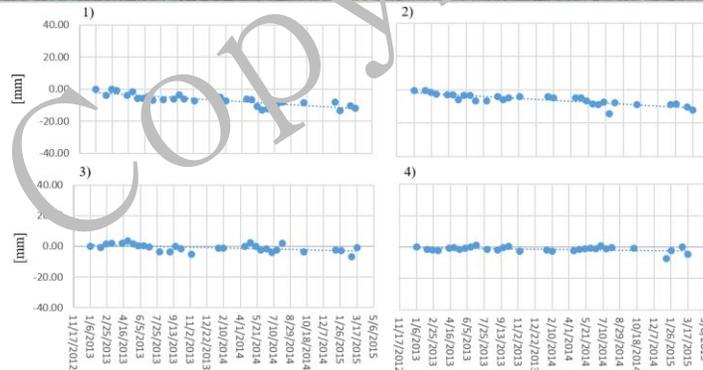
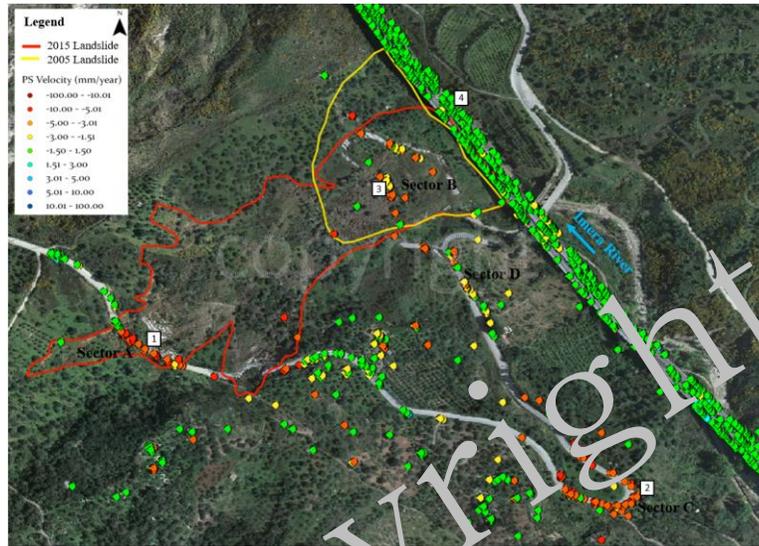
## CONCLUSIONI



4. L'interferenza quasi sempre «**parziale**» (quindi interferenza anche con un solo elemento del viadotto può portare a collasso complessivo) – LG trattano il problema dell'interferenza parziale «declassando» la gravità (approfondimenti per correlarla alla tipologia strutturale / schema statico?).

Geremia F., Bentivenga M. & Palladino G. (2015), Environmental Geology Applied to Geoconservation in the Interaction Between Geosites and Linear Infrastructures in South-Eastern Italy. *Geoheritage*, 7, 33-46.

### CONCLUSIONI



Hu J., Guo J., Xu Y., Zhou L., Zhang S. & Fan K. (2019). Differential Ground-Based Radar Interferometry for Slope and Civil Structures Monitoring: Two Case Studies of Landslide and Bridge. *Remote sensing*, 11, 2887.

4. L'interferenza quasi sempre «**parziale**» (quindi interferenza anche con un solo elemento del viadotto può portare a collasso complessivo) – LG trattano il problema dell'interferenza parziale «declassando» la gravità (approfondimenti per correlarla alla tipologia strutturale / schema statico?).

5. Metodi di indagine **tradizionali** (necessari) aumentano efficacia se affiancati da metodi **satellitari**.

From 24-Sep-2017 15:18:15 - To 01-Oct-2017 13:00:57



From 24-Sep-2017 15:18:15 - To 06-Oct-2017 18:50:32



Hu J., Guo J., Xu Y., Zhou L., Zhang S. & Fan K. (2019). Differential Ground-Based Radar Interferometry for Slope and Civil Structures Monitoring: Two Case Studies of Landslide and Bridge. *Remote sensing*, 11, 2887.



FABRE – Consorzio di ricerca per la valutazione di ponti viadotti e altre strutture

*Ponti, viadotti e gallerie esistenti: ricerca, innovazione e applicazioni*

2- 4 Febbraio 2022, Lucca



# Caratteristiche dei versanti e metodologie di indagine e monitoraggio per l'analisi dell'interazione ponte-frana

Diana Salciarini<sup>1</sup>, Lorenzo Brezzi<sup>2</sup>, Francesca Dezi<sup>3</sup>, Paolo Simonini<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale – Università degli Studi di Perugia*

<sup>2</sup>*Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e dell'Architettura, Università degli Studi di Padova*

<sup>3</sup>*Dipartimento di Economia Scienze e Diritto, Università degli Studi della Repubblica di San Marino*



A. D. 1308  
**unipg**  
DIPARTIMENTO  
DI INGEGNERIA  
CIVILE E AMBIENTALE



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

**ICEA**

