

## Convenzione DPC-Reluis 2019-21

WP18: **Contributi normativi relativi ad Azione  
Sismica (CONpAS)**

### **Sintesi risultati progetto**

Coordinatore: Roberto Paolucci  
Politecnico di Milano

5 luglio 2022

Referenti DPC: Claudio Moroni, Giuseppe Naso

# Il progetto Reluis WP18 - Contributi normativi relativi ad Azione Sismica (CONpAS, 2019-2021)

**Task 1** Spettro di risposta elastico atteso oltre la soglia di progetto (Resp. UniNA – G. Baltzopoulos)

**Task 2** Scuotimento sismico in condizioni near-source (Resp. INGV-MI – S. Sgobba)

**Task 3** Azione sismica verticale (Resp. UniPV – C. Lai)

**Task 4** Fattori di amplificazione di sito (Resp. PoliMI – R. Paolucci)

# Principali risultati Task 1 (a)

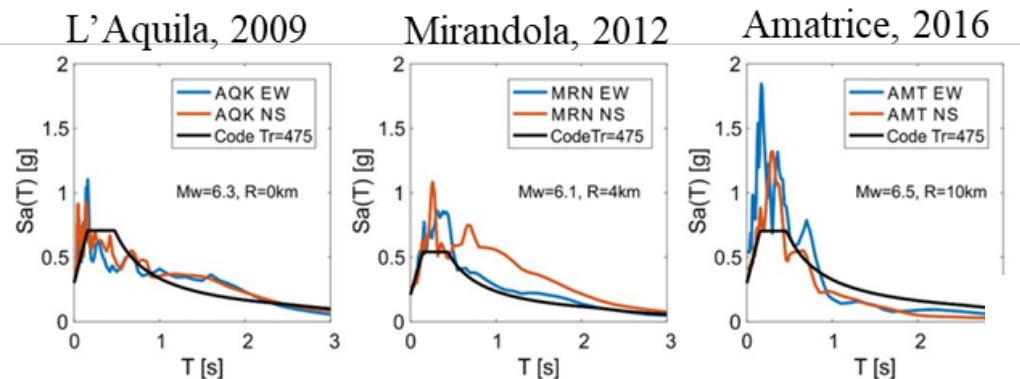
## Quantificazione dei valori attesi di azione sismica oltre la soglia di progetto

Cito, Iervolino. Peak-over-threshold: quantifying ground motion beyond design. EESD, 2020

Per spiegare la **non-uniformità del rischio sismico delle strutture progettate per azioni con il medesimo periodo di ritorno** del loro superamento, si domanda: **quando si superano le azioni di progetto, di quanto si superano?**

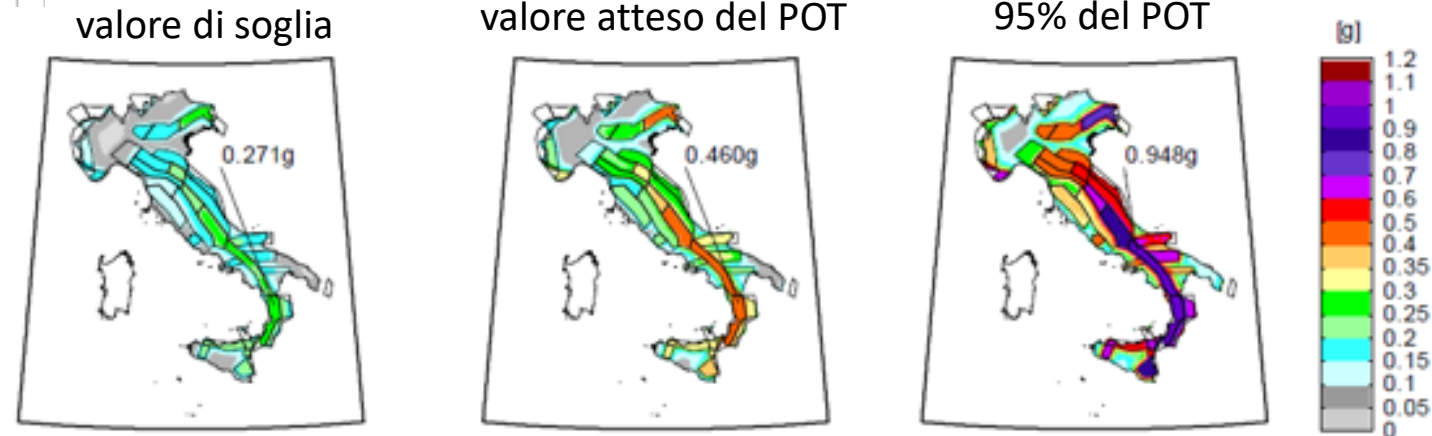
Valore atteso del "picco oltre la soglia"  
(peak over threshold, POT)

$$E \left[ Sa(T) \mid Sa(T) > sa_{T_r=475} \right]$$



Mappe delle PGA attese condizionate al superamento del valore a  $T_r = 475$  anni

- I valori spettrali attesi oltre la soglia di progetto (Peak over Threshold) risultano molto diversi tra sito e sito, pur corrispondendo allo stesso periodo di ritorno → **il rischio di collasso è uniforme sul territorio nazionale ?**



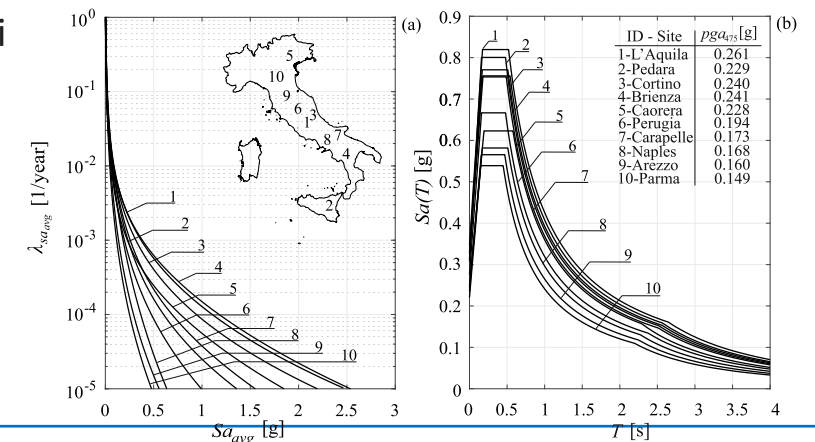
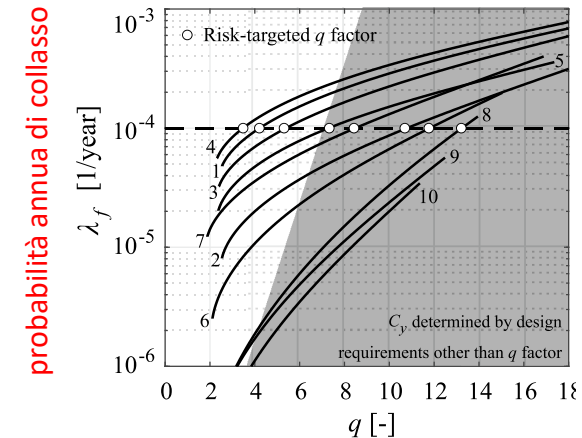
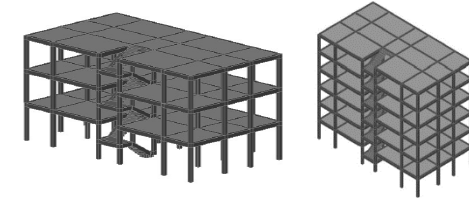
# Principali risultati Task 1 (b)

## Fattore di struttura per rischio uniforme oltre la soglia di progetto

Baltzopoulos, Grella, Iervolino. Seismic reliability implied by behavior-factor-based design. EESD, 2021

- Le strutture progettate con la riduzione delle ordinate elastiche tramite il fattore di struttura, non esibiscono un rischio uniforme fra vari siti.
- Infatti, la sovraresistenza inerente nella procedura progettuale ha come risultato che la dissipazione di energia sismica tramite deformazioni plastiche avviene per azioni con periodo di ritorno ben più elevato rispetto a quello di progetto.
- Questo spiega (in parte) il perché **servirebbero fattori di struttura sito-dipendenti per ottenere rischio uniforme**.
- In presenza invece di un fattore  $q$  indipendente dal sito, tale uniformità non risulta possibile, visto che per siti a bassa sismicità la resistenza laterale sarà determinata da altri criteri progettuali, oltre il fattore di struttura.

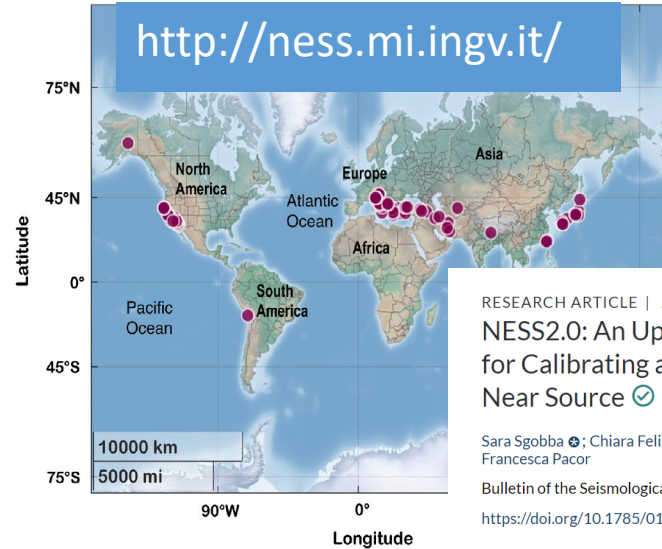
Strutture casi-studio: telai a 3 e 6 piani in CA da WP3 (RINTC)



# Principali risultati Task 2 (a)

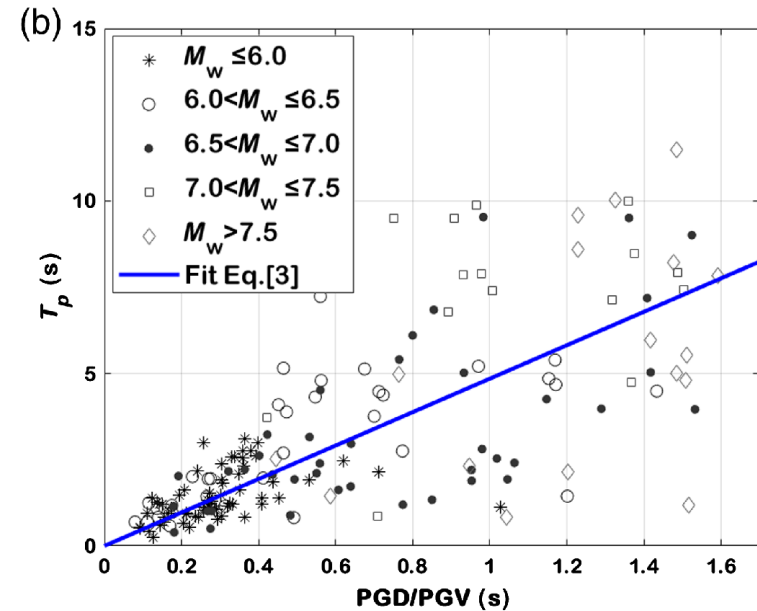
## Sviluppo e processamento del dataset di registrazioni near-source NESS2 (INGV)

S. Sgobba et al. BSSA, 2021, 111(5): 2358-2378

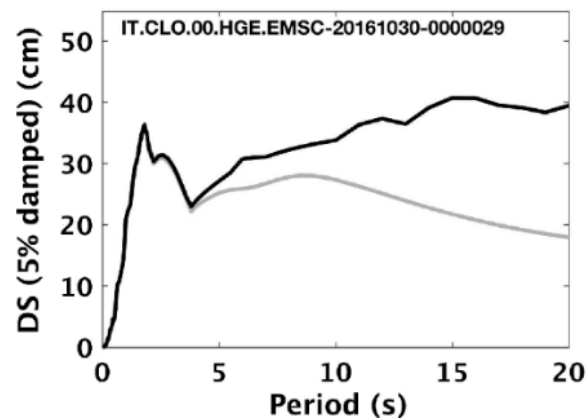
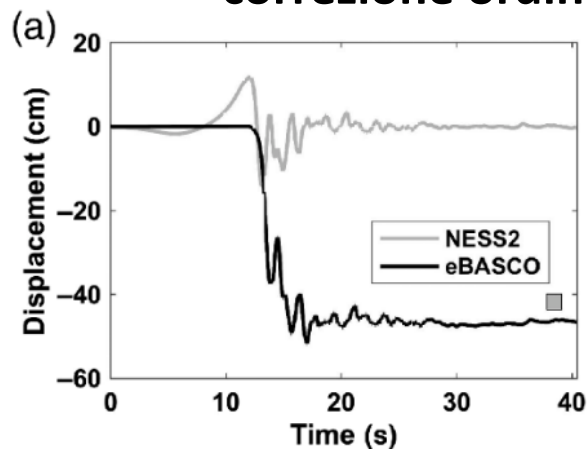


RESEARCH ARTICLE | JUNE 29, 2021  
**NESS2.0: An Updated Version of the Worldwide Dataset for Calibrating and Adjusting Ground-Motion Models in Near Source**   
 Sara Sgobba ; Chiara Felicetta; Giovanni Lanzano; Fadel Ramadan; Maria D'Amico; Francesca Pacor  
 Bulletin of the Seismological Society of America (2021) 111 (5): 2358–2378.  
<https://doi.org/10.1785/0120210080> Article history 

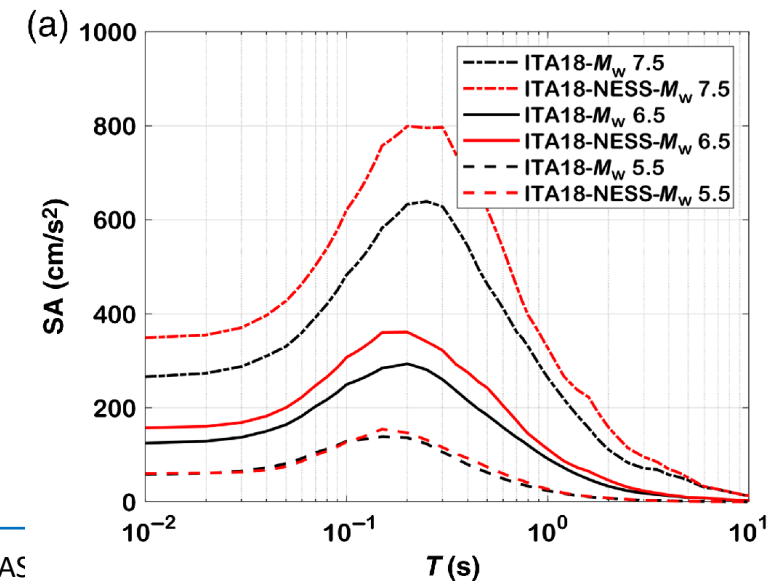
### Identificazione segnali impulsivi e correlazioni empiriche



### Stima spostamenti permanenti e correzione ordinate spettrali LP



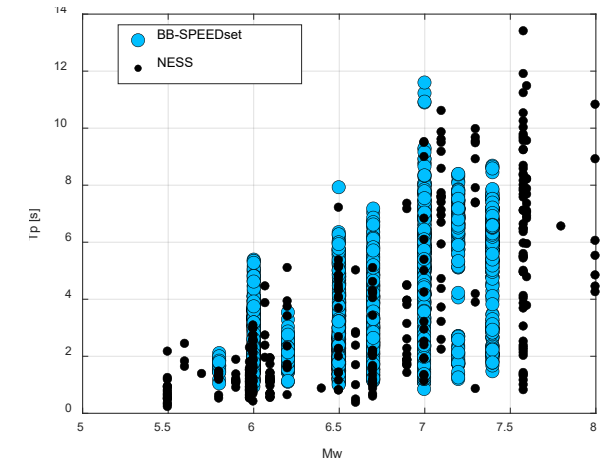
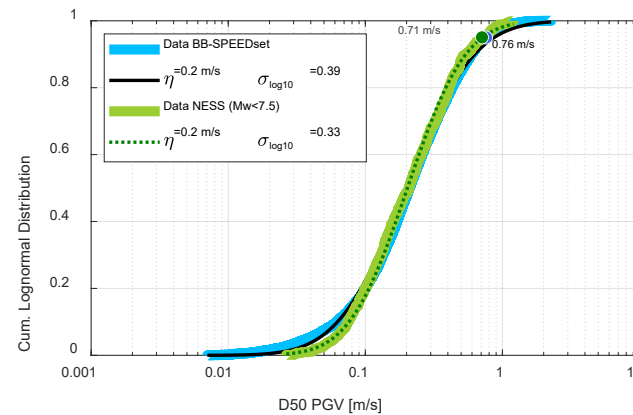
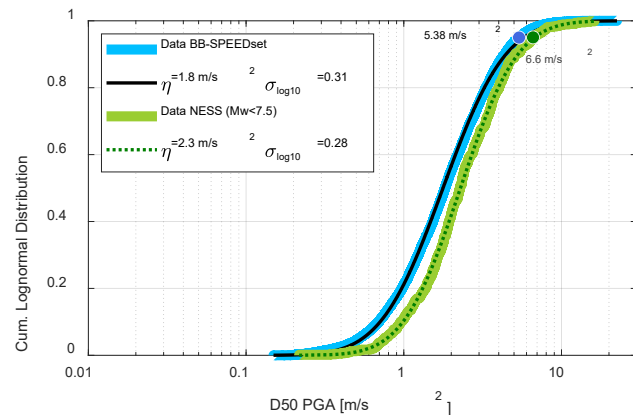
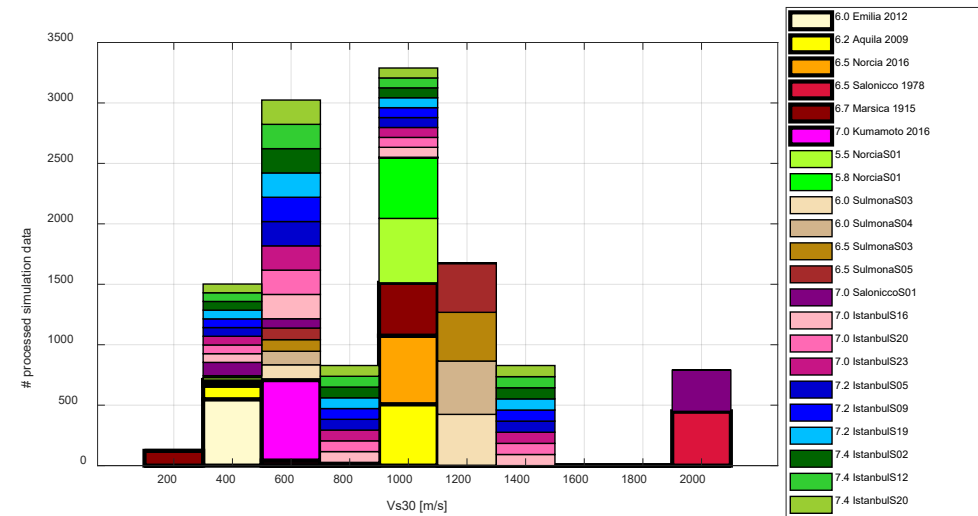
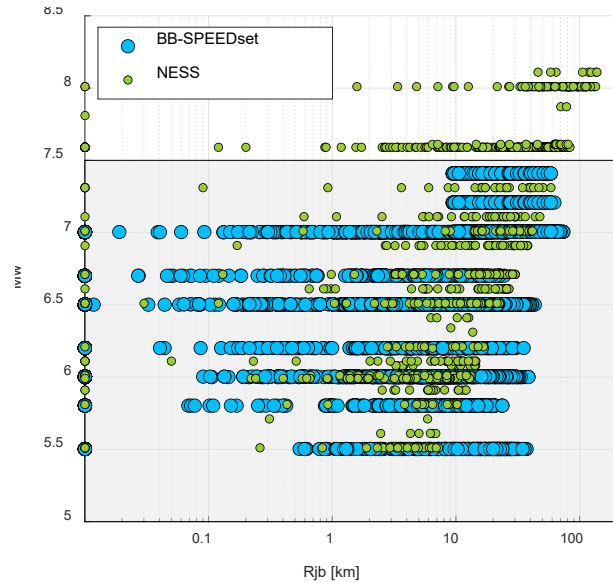
### Fattori correttivi near-source sulle GMPE



# Principali risultati Task 2 (b)

## Sviluppo e validazione del dataset di simulazioni near-source BB-SPEEDset (POLIMI)

<http://speed.mox.polimi.it/bb-speedset/> - Paolucci, Smerzini, Vanini, BB-SPEEDset: A Validated Dataset of Broadband Near-Source Earthquake Ground Motions from 3D Physics-Based Numerical Simulations, BSSA, 2021

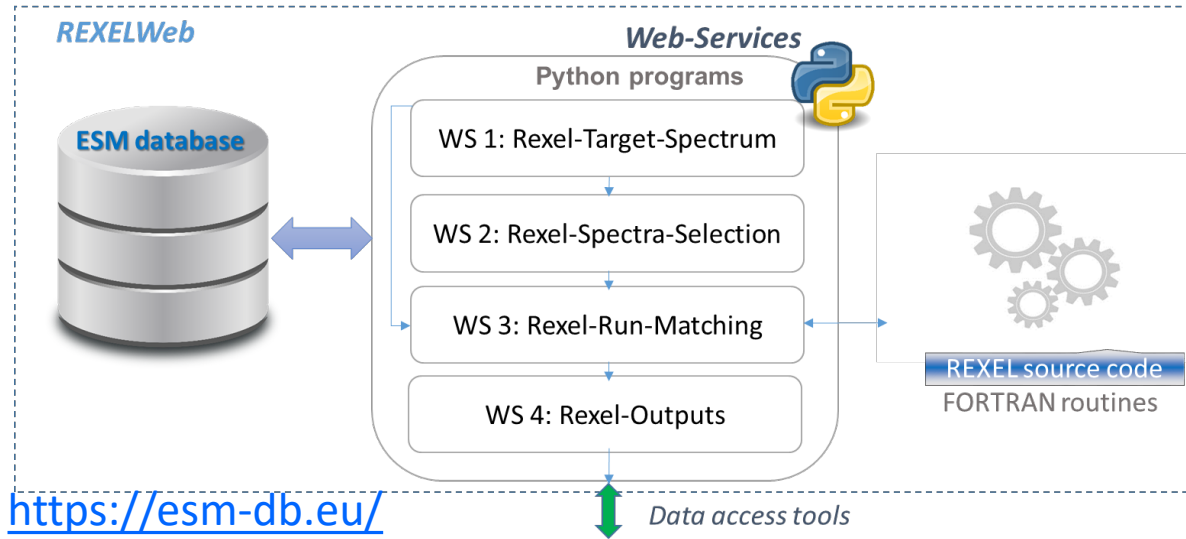




# Principali risultati Task 2 (c)

Software per selezione di accelerogrammi, registrati e simulati, spettro-compatibili (INGV + POLIMI)

REXELweb (INGV)



The screenshot shows the **ESM DATABASE** RoxelWEB interface. The search parameters are:
 

- Target: ECB - Eurocode 8 Europe spectrum evaluated on MPS04 hazard map of Italy (CEN 2003)
- Spectrum type: Type 1 - Higher level of seismic
- Latitude: 45.47, Longitude: 9.2, ag [g]: 0.16
- Soil Type: A, Topographic amplification factor: 1
- Nominal life: 50 years - ordinary structures, Functional type: II, Limit state: SLV (10%)
- Probability of exceedance: 0.5, Aggregation level: mean

 A map of Italy is shown on the right, with a location marker in the southern part of the country.

  
**Select&Match**  
 (POLIMI)

The screenshot shows the **Select & Match v1.0** software interface. The 'Dataset' window is open, showing a list of datasets including **BB-SPEEDset v1.0**. The main window displays a **Spectral acceleration (g)** graph with **Period (sec)** on the x-axis (0 to 4) and **Spectral acceleration (g)** on the y-axis (0.1 to 1.1). A blue line represents the **Target spectrum**.

The screenshot shows the **S&M Accelerogram Selection** software interface. The search criteria are:
 

- Dataset: MultiSelect
- Target Spectrum: asce 7.16
- Number of accelerograms: 7
- Number of records per event: 1
- Spectral Ordinate: Horizontal
- Magnitude Range: 0 to 7.25
- Permissible mismatch: Average 0.4, Maximum 0.8
- Pulse: Any Record

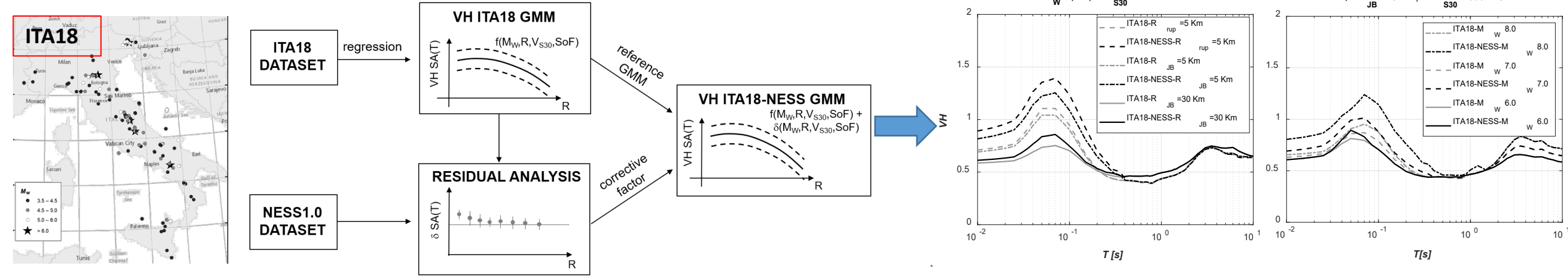
 A table of results is shown with columns for ID, FileList (.CSV), and Dataset. Below the table are two graphs:
 

- Spectral acceleration (g)** vs **T (sec)** (0 to 4): Shows target spectrum (dashed blue), lower tolerance (dashed red), upper tolerance (dashed green), and average spectrum (solid black). Several colored lines represent individual accelerograms.
- Spectral displacement (cm)** vs **T (sec)** (0 to 12): Shows target spectrum (dashed blue), lower tolerance (dashed red), upper tolerance (dashed green), and average spectrum (solid black). Several colored lines represent individual accelerograms.

# Principali risultati Task 3 (a)

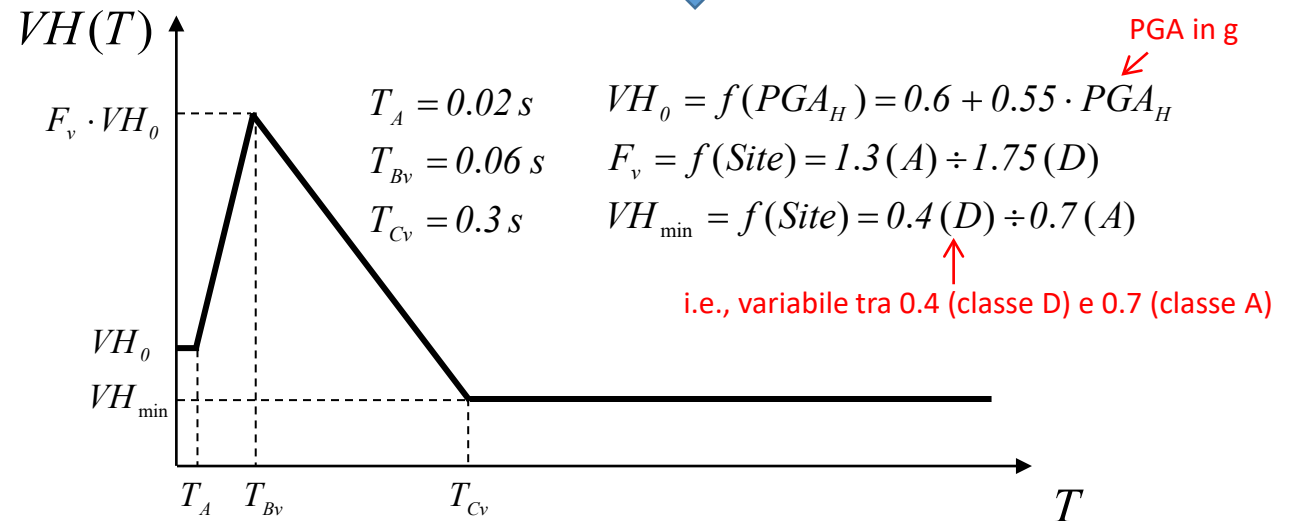
## Modello di previsione dei rapporti spettrali VH per l'Italia con correttivo near-source (POLIMI + INGV)

Ramadan, Smerzini, Lanzano, Pacor, An empirical model for the vertical-to-horizontal spectral ratios in Italy. EESD, 2021



Fattori correttivi per spettro V a partire da spettro H:  $S_v(T) = VH(T) \cdot S_H(T)$

$$VH(T) = \begin{cases} VH_0 & T \leq T_A \\ VH_0 + \left( \frac{F_v - 1}{T_{Bv} - T_A} \right) \cdot VH_0 \cdot (T - T_A) & T_A < T \leq T_{Bv} \\ F_v \cdot VH_0 - \left( \frac{F_v \cdot VH_0 - VH_{\min}}{T_{Cv} - T_{Bv}} \right) \cdot (T - T_{Bv}) & T_{Bv} < T \leq T_{Cv} \\ VH_{\min} & T > T_{Cv} \end{cases}$$

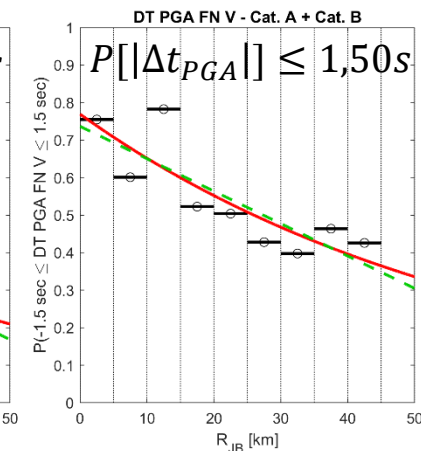
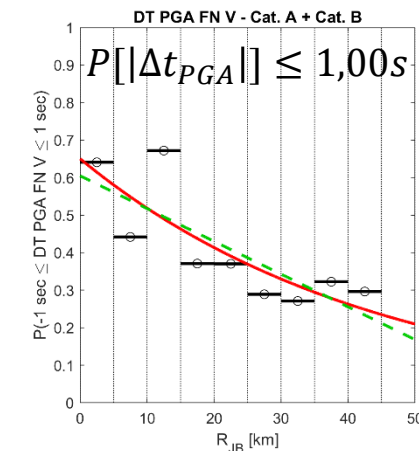
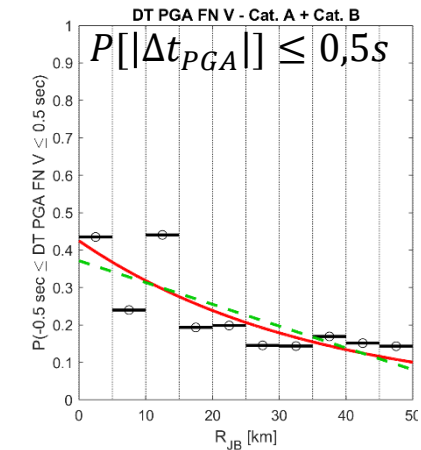
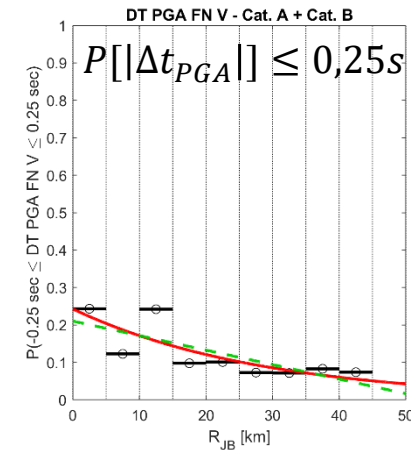




# Principali risultati Task 3 (b)

## Condizioni di sincronia tra componenti H e V (UNIPV)

- per valutare la sincronia tra componenti H e V sono stati considerati i datasets near-source di WP18 (NESS2+BBSPEEDset) e diverse misure di intensità (in particolare PGA): buon accordo nei risultati ottenuti dai due datasets
- le componenti H e V sono considerate sincrone se il ritardo tra i picchi è inferiore al periodo di vibrazione  $T_n$  della struttura
- la sincronia risulta presente soprattutto per condizioni di suolo A+B e per brevi distanze dalla sorgente
- assumendo 50% la probabilità di soglia per considerare sincrone le componenti H e V, e come PGA la misura di intensità di riferimento, si deve considerare la sincronia per  $T_n > 0.5$  s e suoli A & B. In particolare:
  - per  $T_n = 0.75$  s:  $R_{jb} < 5$  km
  - per  $T_n = 1$  s:  $R_{jb} < 10$  km
  - per  $T_n = 1.5$  s:  $R_{jb} < 25$  km
- la dipendenza dalla Magnitudo di questi risultati è trascurabile

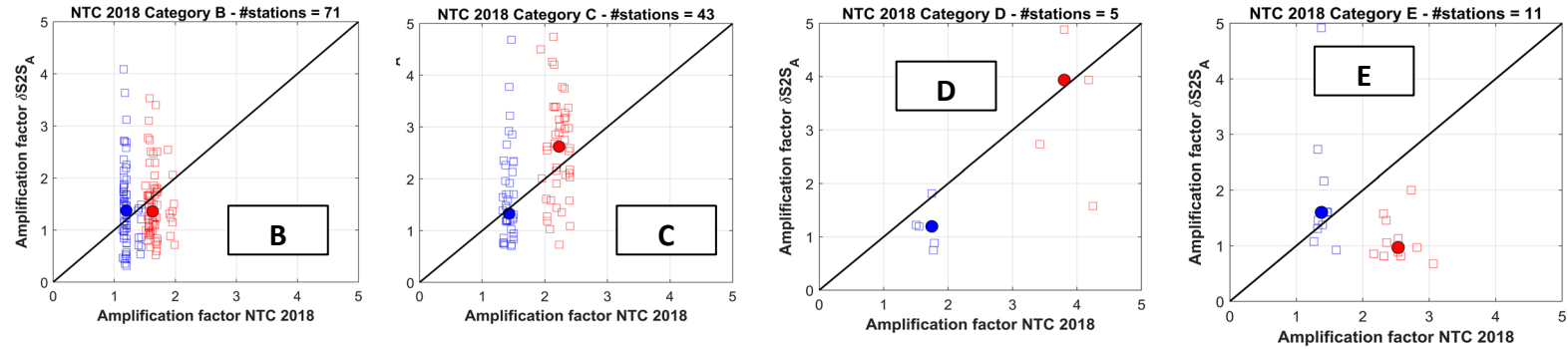


# Principali risultati Task 4 (a)

## Verifica dei fattori di amplificazione di norma sulla base dell'analisi dei residui da registrazioni accelerometriche (POLIMI + INGV)

Paolucci et al., Checking the site categorization criteria and amplification factors of the 2021 draft of Eurocode 8 Part 1-1, BEE, 2021

### Fattori NTC 2018



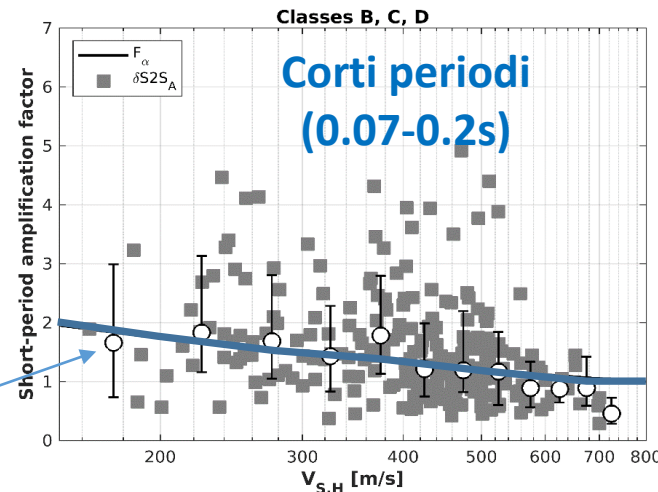
- **138 stazioni italiane**
  - Profilo  $V_S$  fino a 30m
  - #rec  $\geq 5$

- **Corti periodi (0.07-0.2s)**
- **Periodi intermedi (0.7-2.0s)**

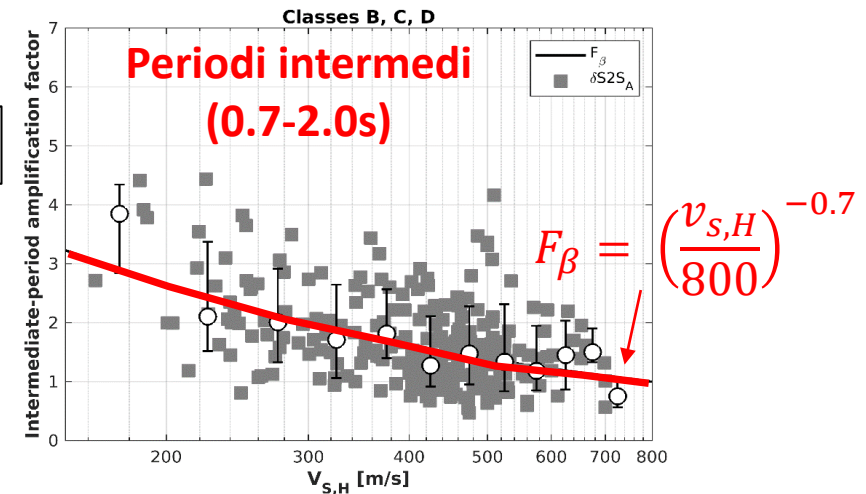
### Fattori Draft EC8

Database europeo  
599 stazioni  
(#rec  $\geq 5$ )

$$F_\alpha = \left(\frac{v_{s,H}}{800}\right)^{-0.4}$$



B C D

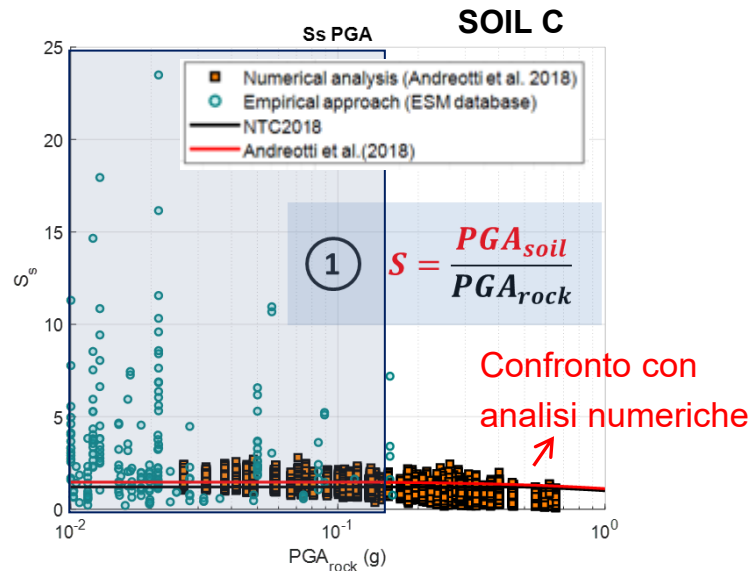


# Principali risultati Task 4 (b)

## Verifica componente non-lineare nei fattori di amplificazione (POLIMI + UNIPV)

confronto dei fattori di amplificazione da registrazioni accelerometriche con simulazioni numeriche (UNIPV)

studio fattori di amplificazione da stazioni in superficie e downhole della rete giapponese Kik-Net (POLIMI)



Banca dati ESM include valori limitati relativi al range di scuotimento

