

Corso per i volontari

Pericolosità sismica

Prof. Marco Mucciarelli, Università della Basilicata





Che senso ha fare il sismologo?

Il sogno di un sismologo circa la prevenzione...



Tettonica a placche, equazioni delle onde... oppure Namazu, il pesce gatto responsabile dei terremoti?



... o Ruaumoko, il dio Maori dei terremoti

Earthquake

Be Prepared

► Stories

God of Earthquakes

Napier Earthquake

The Big One

Risk

Stories

Ruaumoko - God of Earthquakes

At the time that the sky father Ranginui was separated from the earth mother Papatuanuku, they had an unborn child, Ruaumoko. Ruaumoko stayed in his mother's womb. Some say it was to keep Papa warm and to comfort her after her separation from Rangi. Today he remains there, sometimes moving and turning inside Papa. When he moves, the earth shakes. So he has become known as the god of earthquakes.

However making the earth shake is not Ruaumoko's only work. He is also the god of the changing of seasons. He separates the warmth of summer, from the cold of winter.

Sometimes, he pulls on the ropes that control the land, and we see the shimmering heated air known as the haka of Tane-rore. Some say that he causes earthquakes when he pulls on those ropes.

Ruaumoko is also a god of volcanic fire, because Tama-kaka gave the infant volcanic fire to help him keep his mother warm.

Related Resources

[Create your own earthquake](#)

[Emergency Survival kit](#)

[Emergency Plan](#)

[First Aid Kit](#)

[Getaway Kit](#)

Grande Capo
Estiquaatsi,
opinionista di
610-Radio2



“Estiquaatsi pensa che terremoto
è problema di uomo bianco,
di suoi brutti palazzi in riva al mare.
Tepee di Cherokee su Montagne Rocciose
non ha problema di terremoto”

$$\text{RISCHIO} = \text{Pericolosità} * \text{Vulnerabilità} * \text{Valore esposto}$$

RISCHIO	probabilità di osservare un certo livello di danno o una certa perdita di funzionamento
PERICOLOSITA'	probabilità di osservare un certo valore di scuotimento (accelerazione, intensità, ecc.) in un fissato periodo di tempo
VULNERABILITA'	propensione di un oggetto (edificio, sistema complesso, ecc.) a subire danni o alterazioni
VALORE ESPOSTO	quantificazione (economica, sociale, ecc.) dell'oggetto esposto a rischio

La probabilità di avere un terremoto distruttivo
in un anno è pari al:

20% in Italia

3% in Basilicata

0.5% a Potenza

La probabilità di fare 6 al Superenalotto è

0.00000001 %

“Domani alle ore 17:30 ci sarà un terremoto con magnitudo 5.3 ed epicentro alle coordinate 43.567°N 15.348°W ”

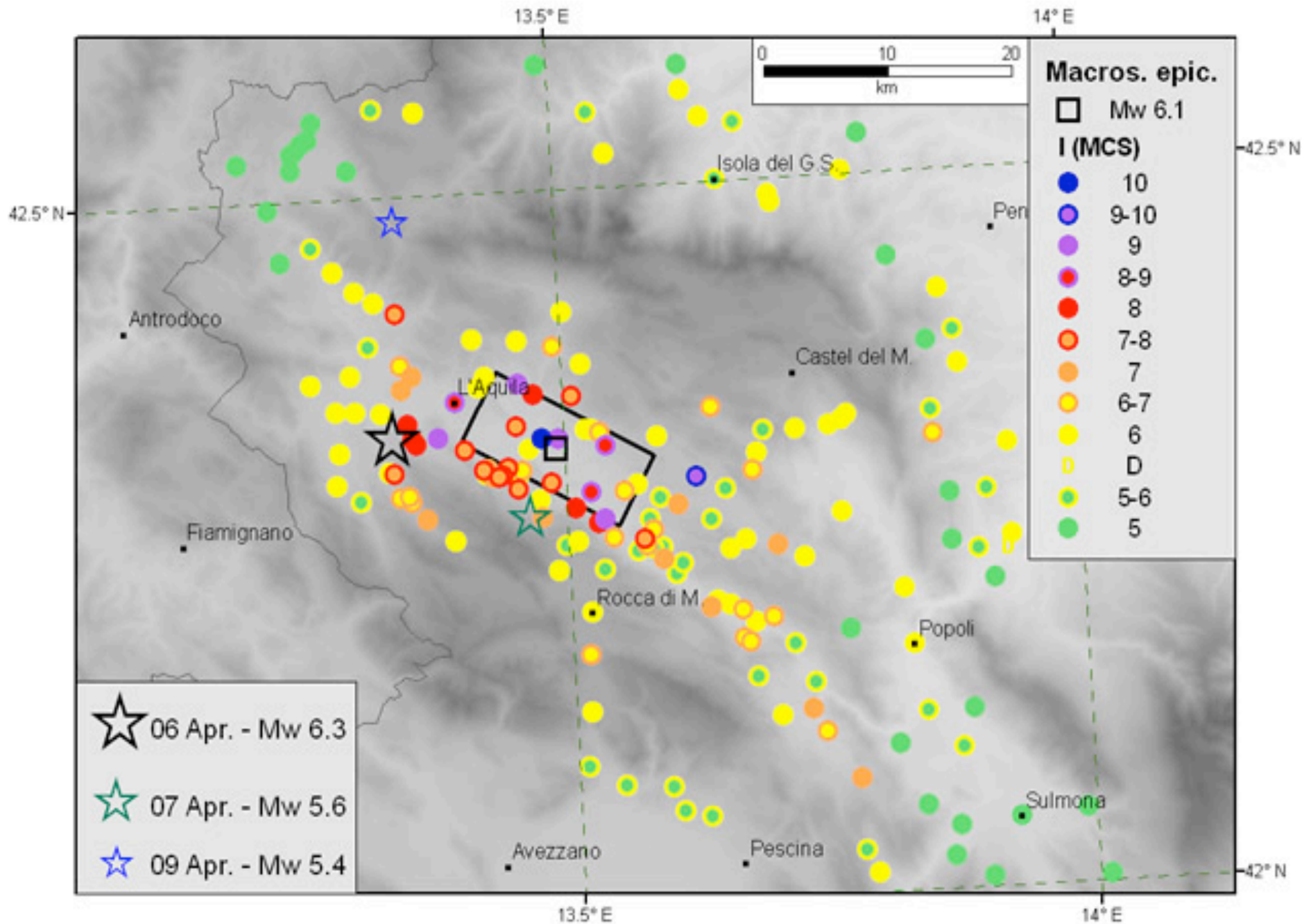
Ci interessa di più discutere se è

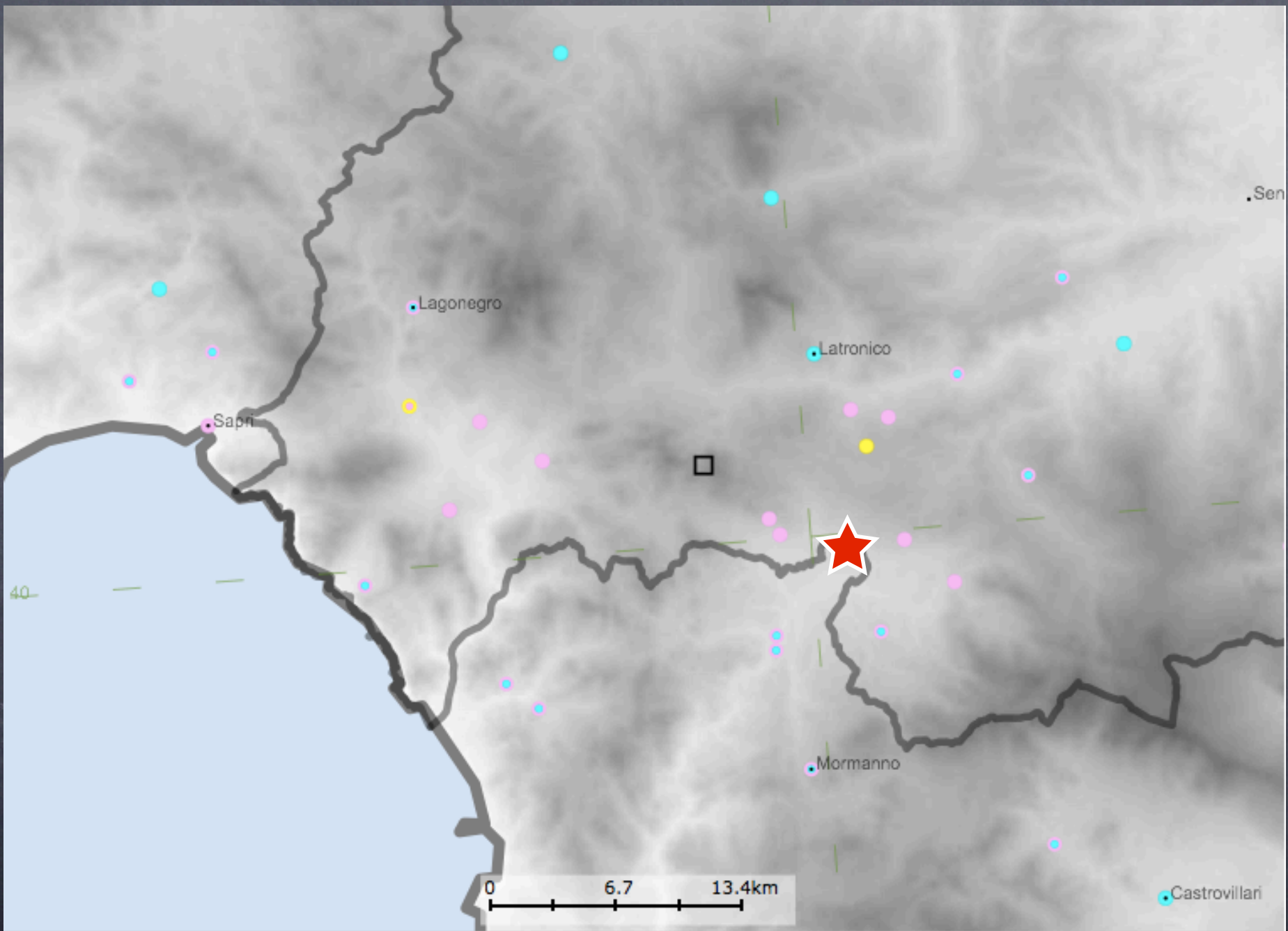
Possibile o Impossibile?

Oppure se è

Utile o Inutile?

Le mappe di pericolosità sismica sono così disprezzabili?



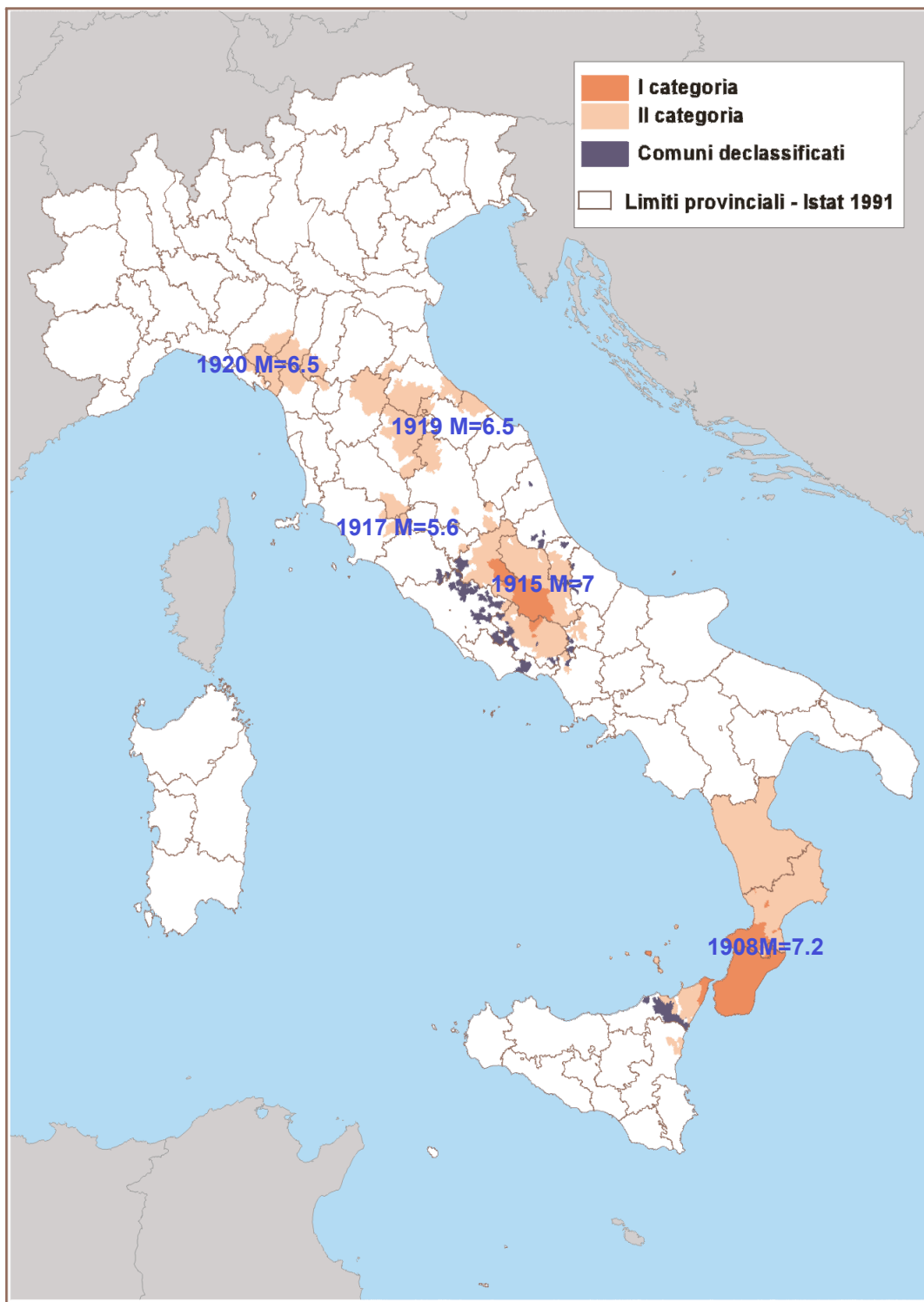


9/9/98



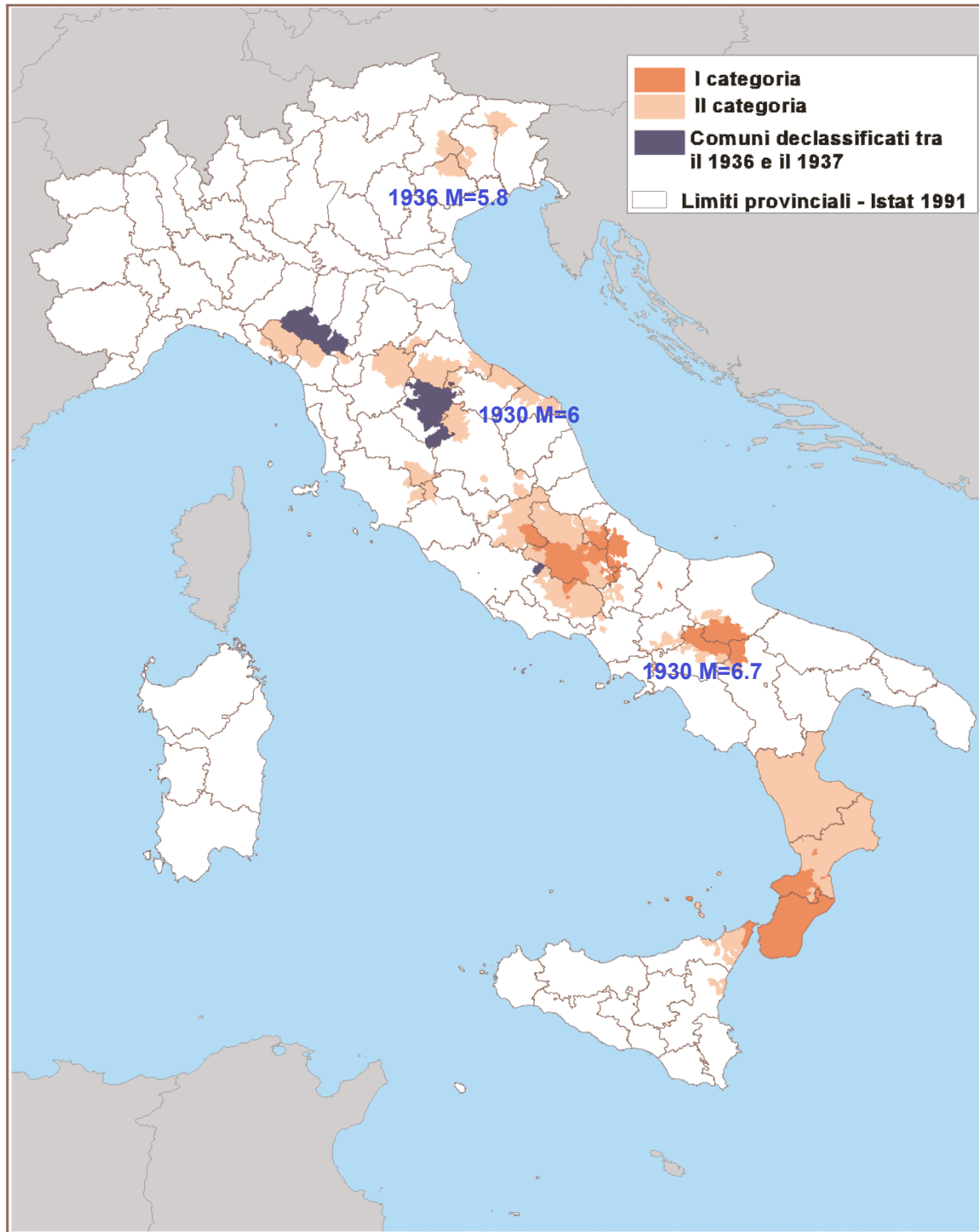
S	NF	4	5	6	7	8	9	10	11	□
(MCS)	≤3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	epicentro

STORIA DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA



la classificazione nel 1927

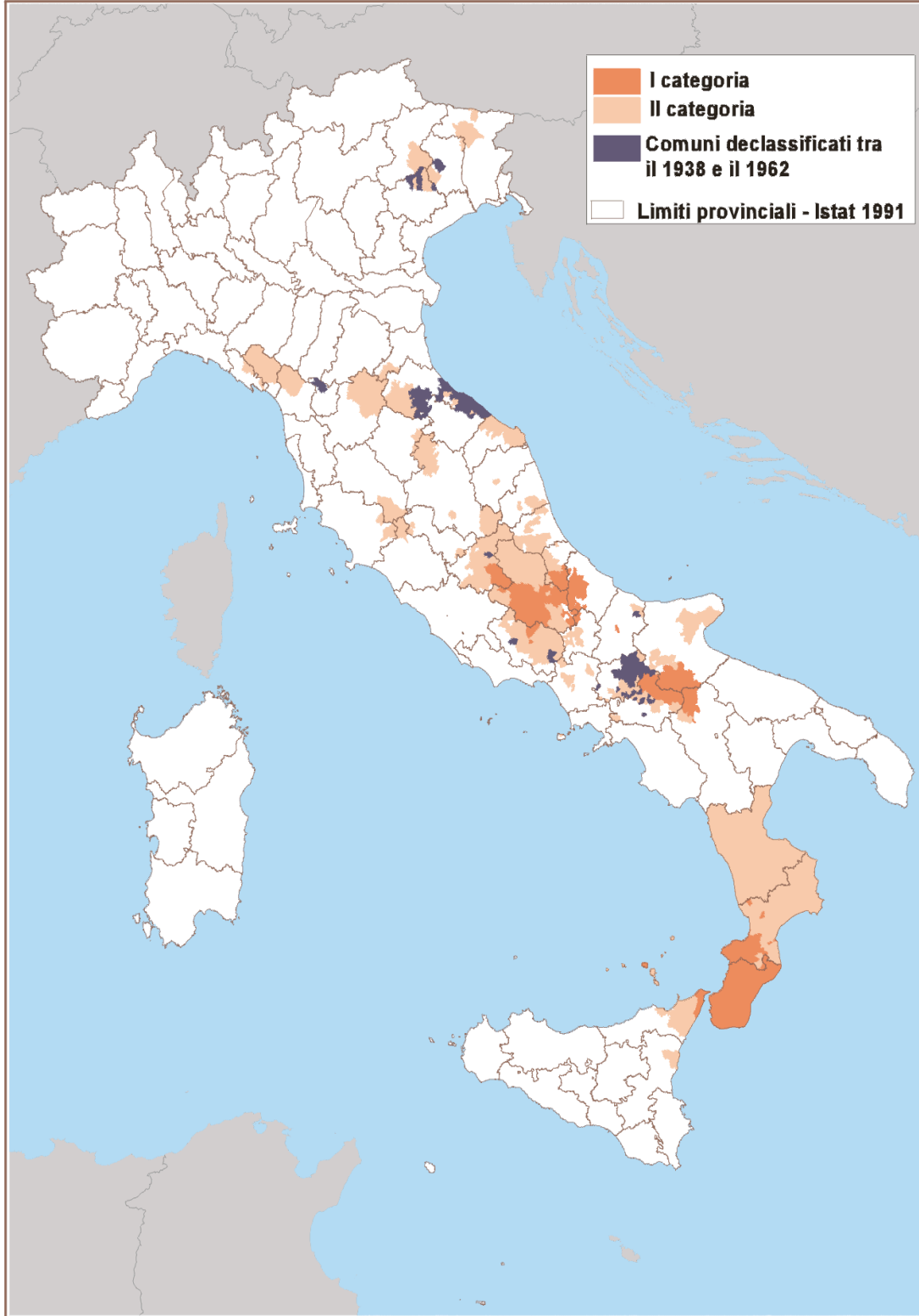
E' guidata dalla drammatica sequenza di eventi sismici occorsi tra il 1905 ed il 1925



la classificazione nel 1937

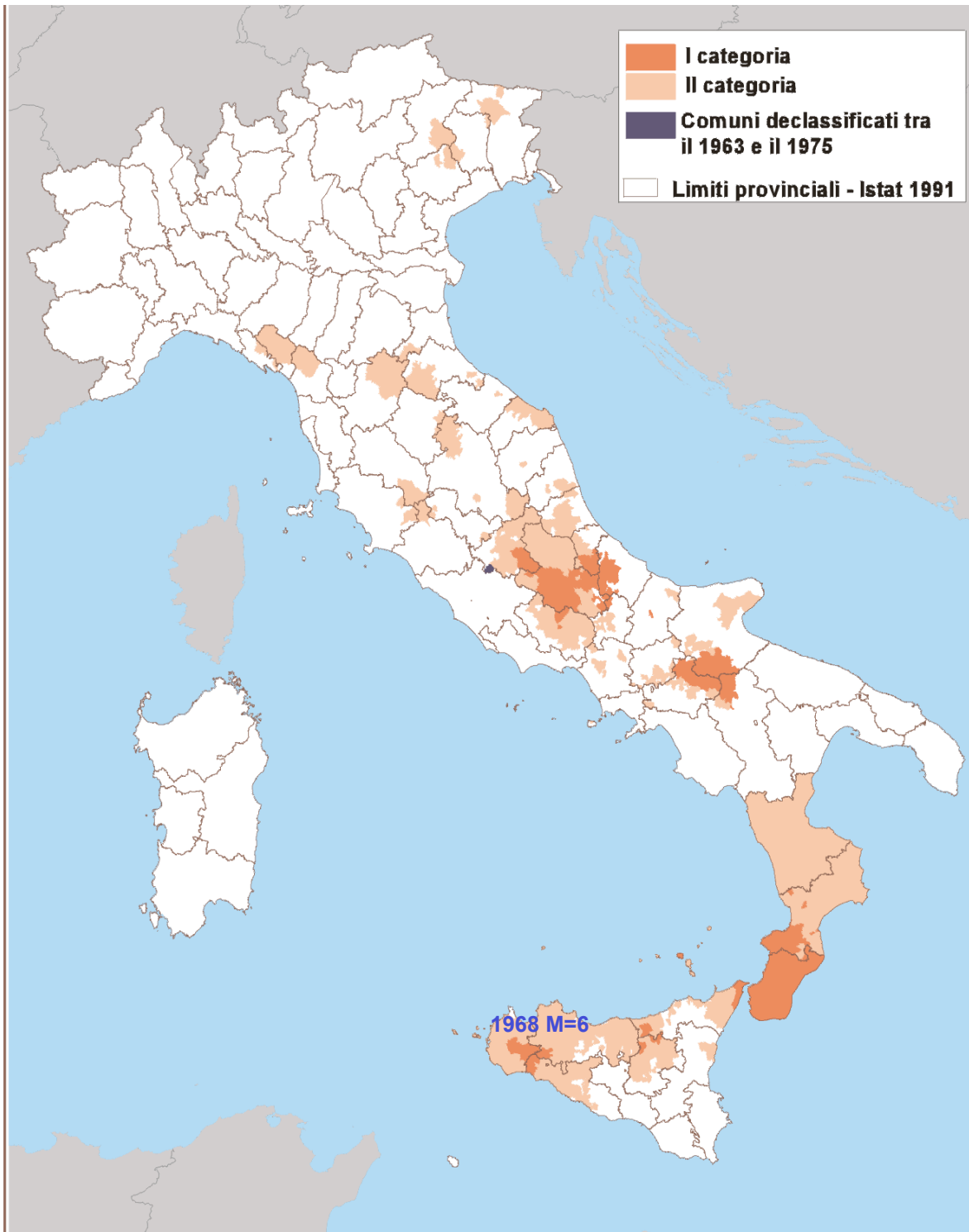
Decreto Ministeriale 29/11/1938 declassificazione del Terminillo

la richiesta si basa sulla considerazione che i danni prodotti in quella zona dal terremoto del 1915 furono minimi ed imputabili, più che altro, alla cattiva costruzione delle case, e che, d'altra parte, **l'assoggettamento a tali norme costituisce un notevole intralcio allo sviluppo di quella zona eminentemente turistica.**



La classificazione alla fine del 1962

E' essenzialmente una "declassificazione"



la classificazione nel 1975

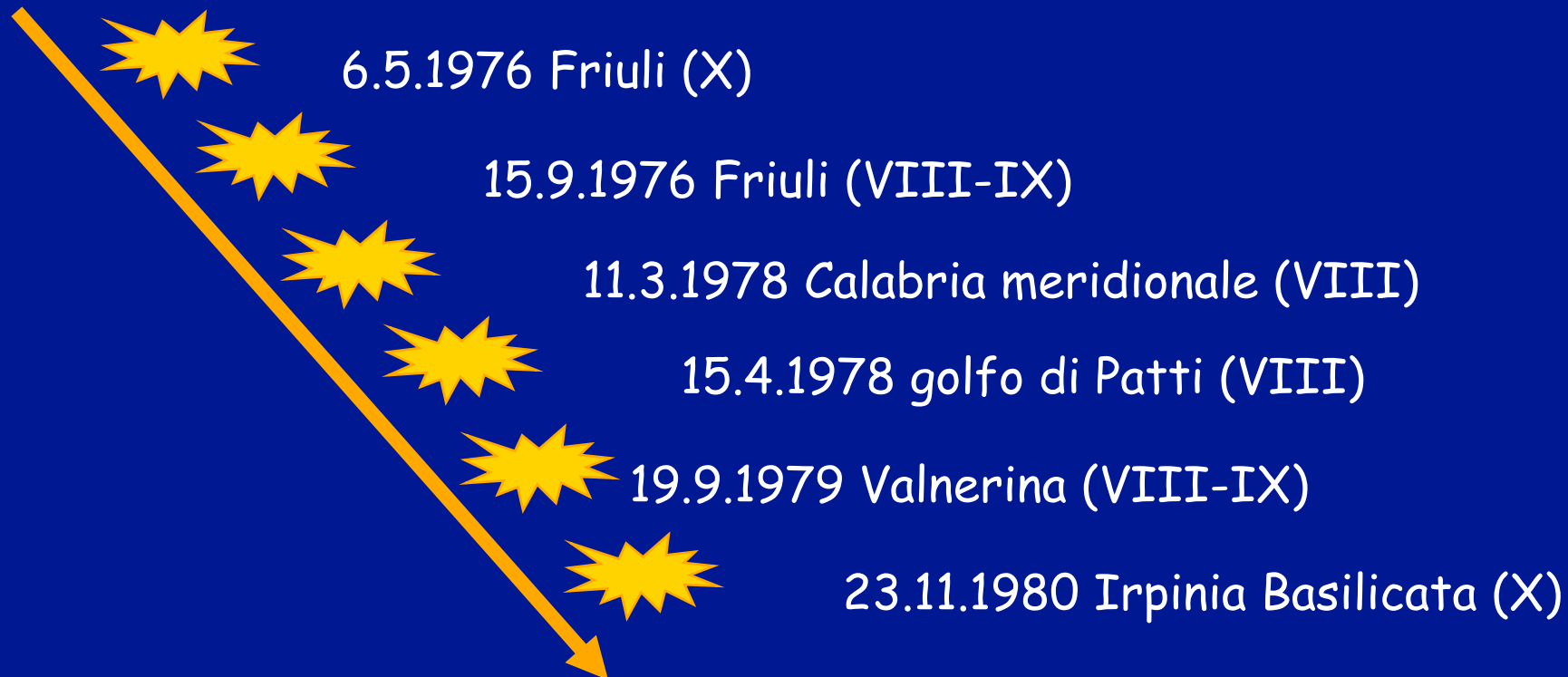
Decreti Ministeriali di declassificazione

... e che, d'altra parte, l'assoggettamento delle norme del decreto citato **costituisce un notevole intralcio allo sviluppo edilizio di quella zona, di cui vari centri sono importanti stazioni balneari...**
(Provincia di Pesaro Urbino 1941)

... e che d'altra parte l'assoggettamento tali norme sismiche **costituisce un notevole intralcio alla costruzione di nuovi fabbricati** e anche alla ricostruzione di quelli distrutti dalla guerra **in un momento in cui maggiormente è sentito il bisogno di nuovi alloggi;**... (Vittorio Veneto 1947)

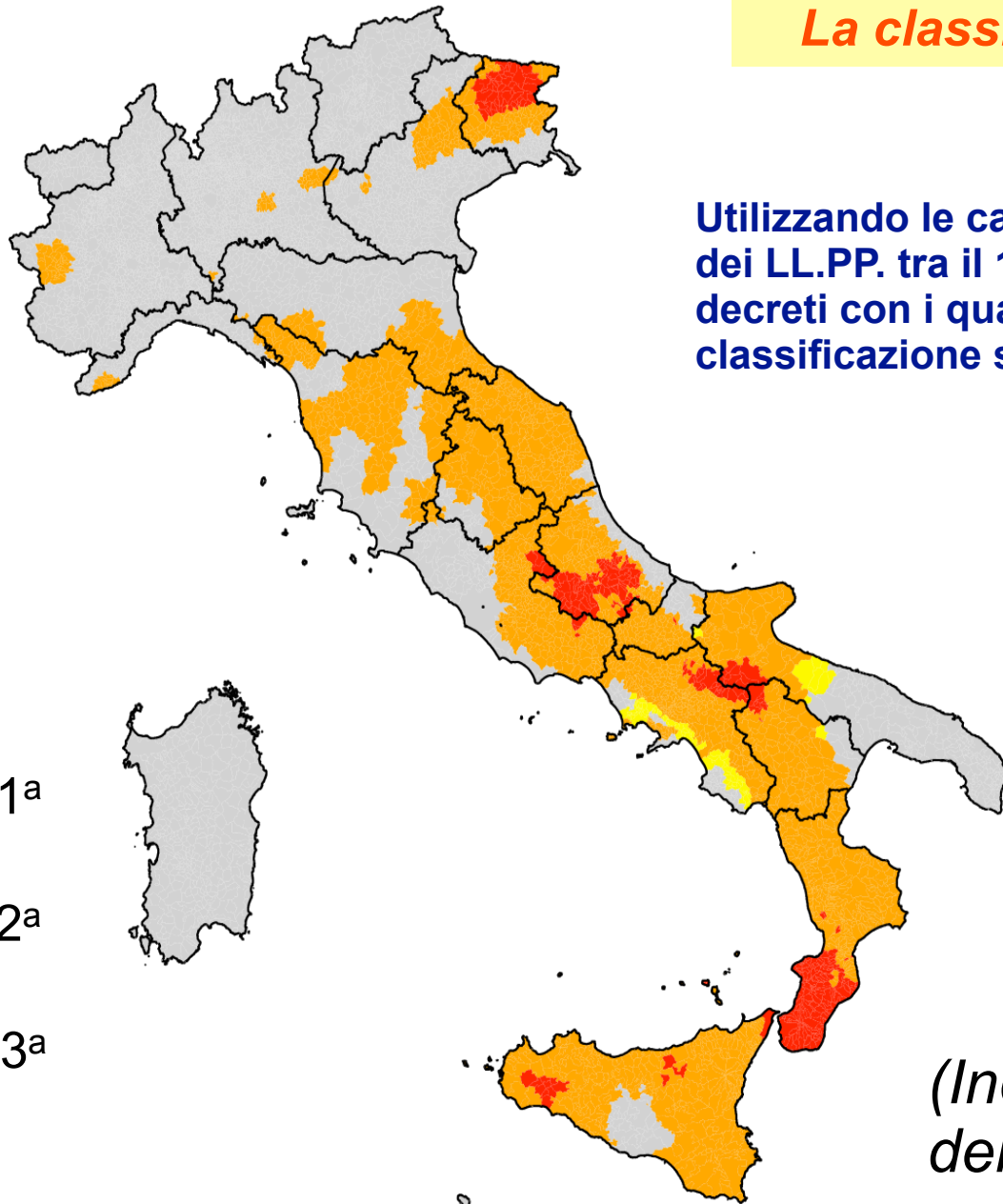
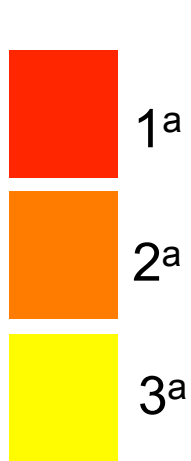
Tra il 1976 e il 1984

Eventi con Intensità (MCS) maggiore o uguale a 8:



La classificazione del 1984

Utilizzando le carte di scuotibilità del CNR il Ministero dei LL.PP. tra il 1981 e il 1984 ha emanato una serie di decreti con i quali sono stati ridisegnati i limiti della classificazione sismica.



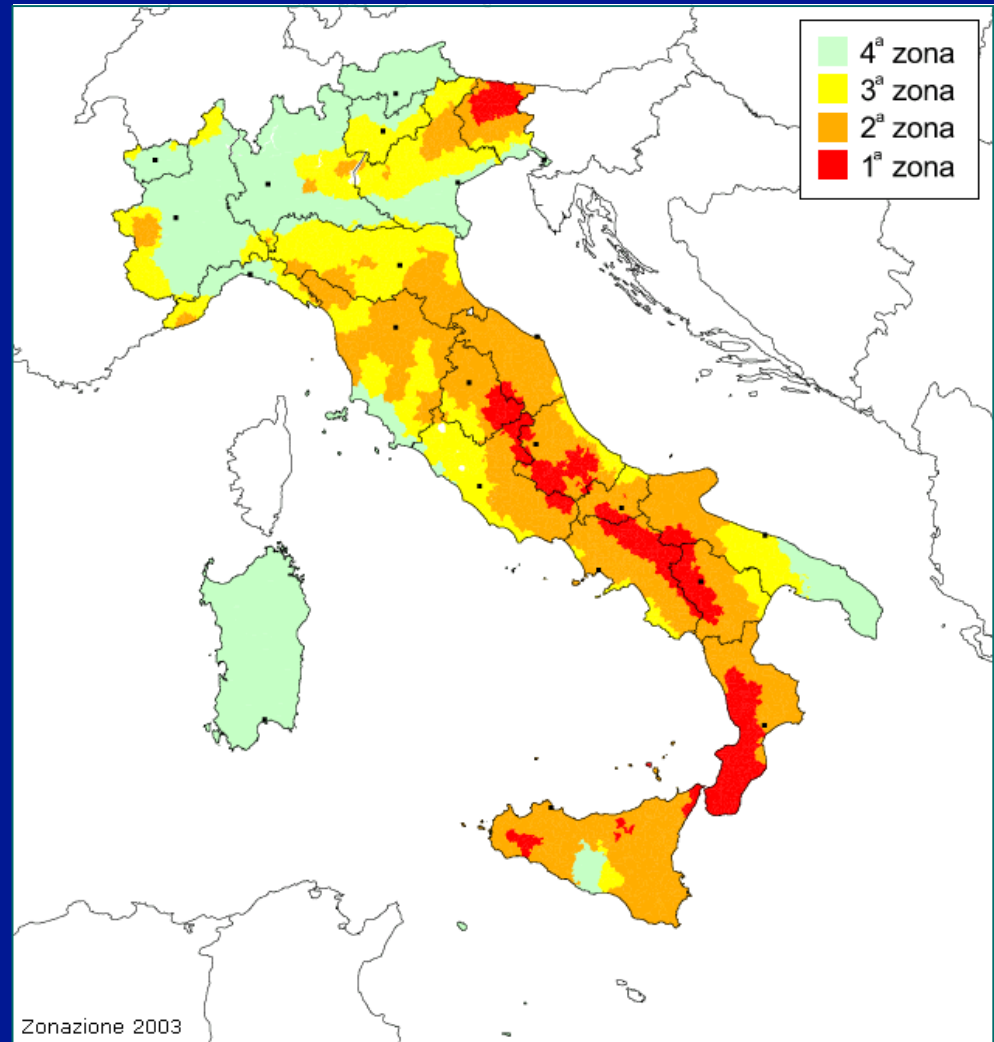
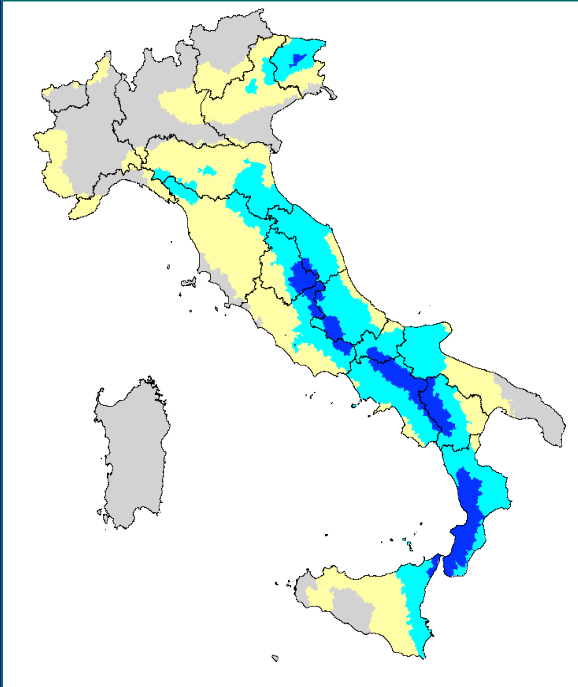
(Indica il livello di riferimento della sollecitazione sismica)

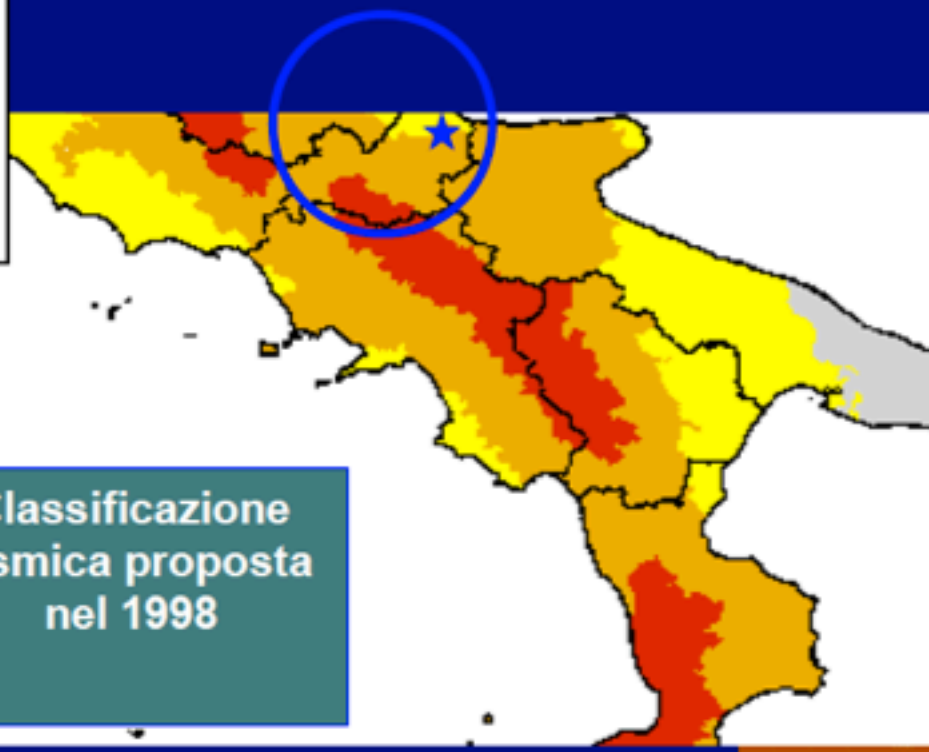
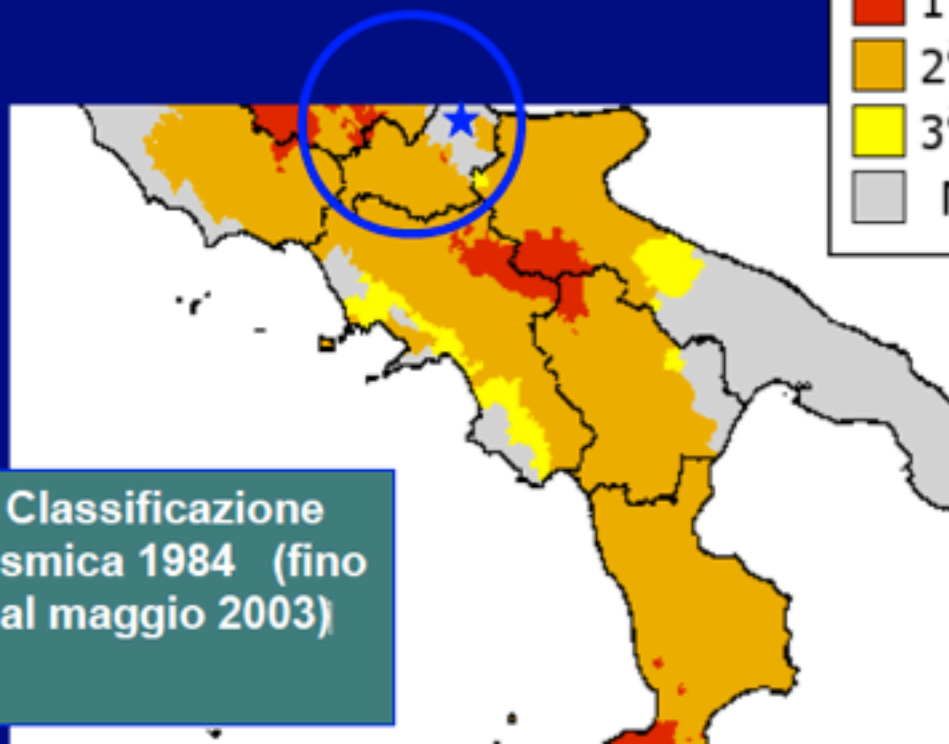
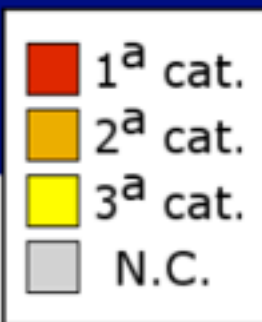
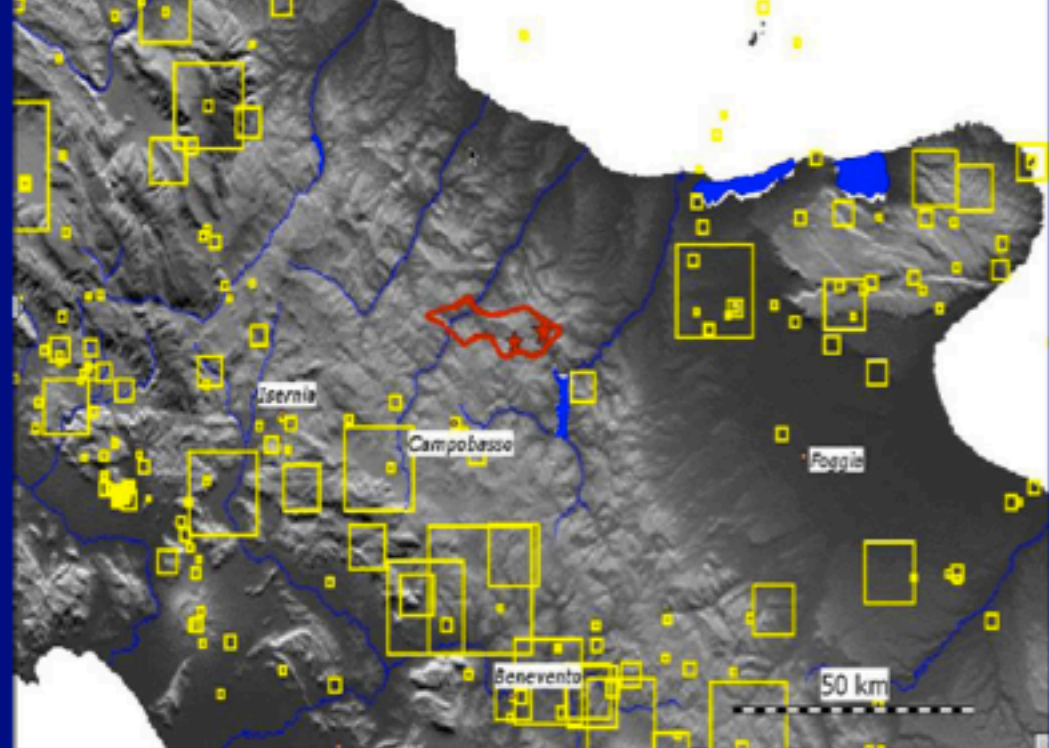
RICLASSIFICAZIONE SISMICA 2003

Ordinanza PCM 3274 del 20/03/2003

PROPOSTA CLASSIFICAZIONE 1998

a cura del Gruppo di Lavoro ING-GNDT-SSN
costituito dalla Commissione Nazionale di
Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi





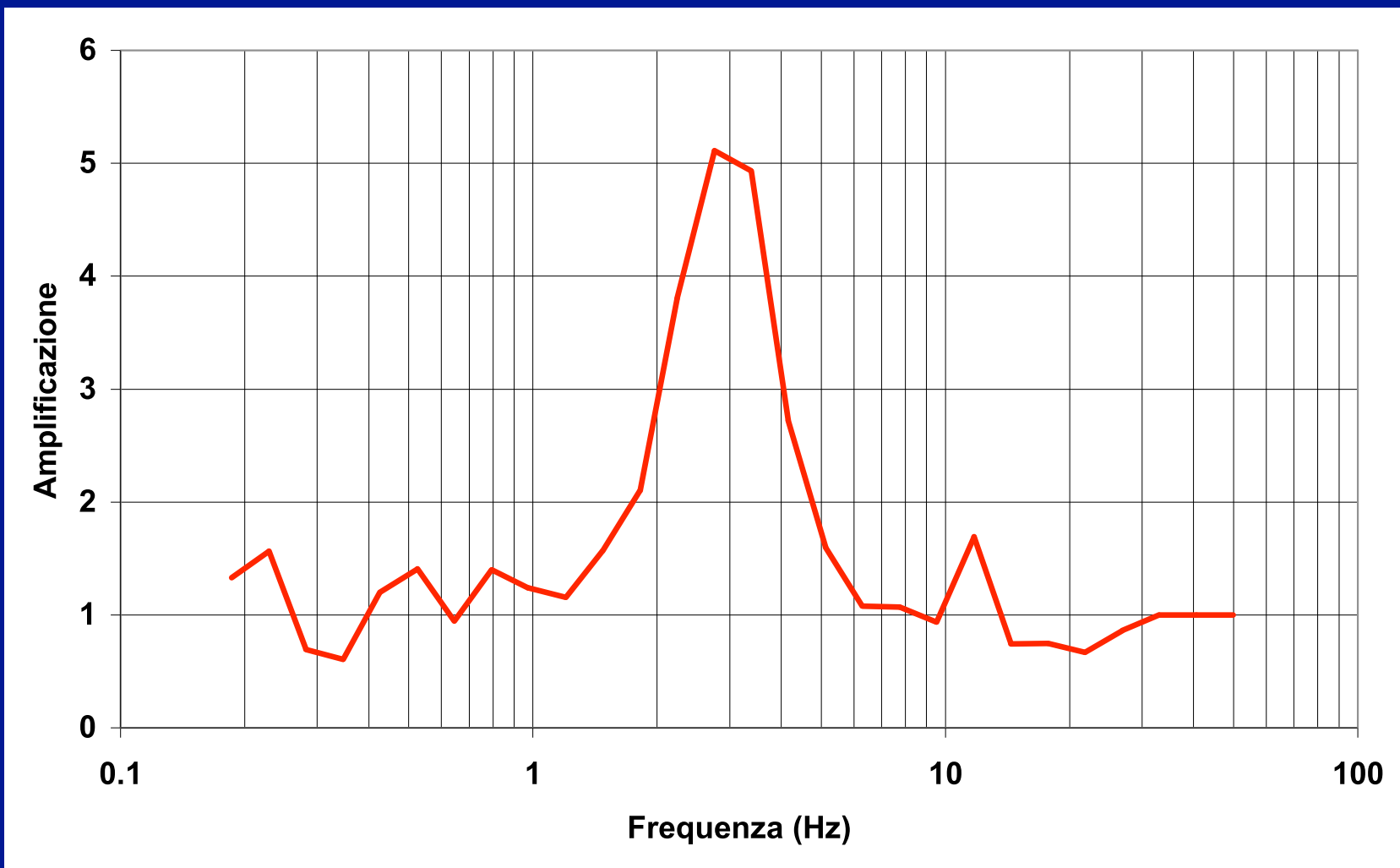
Classificazione sismica 1984 (fino al maggio 2003)

Classificazione sismica proposta nel 1998

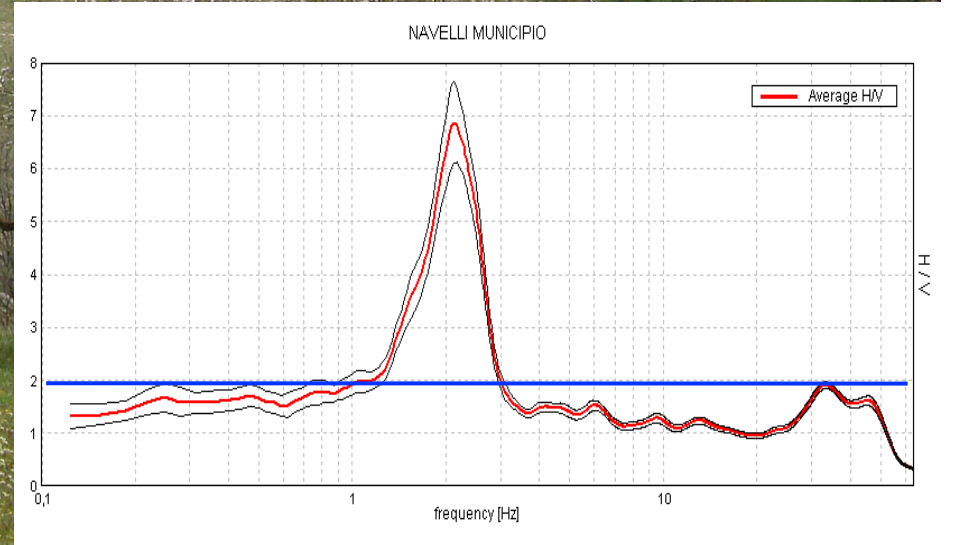
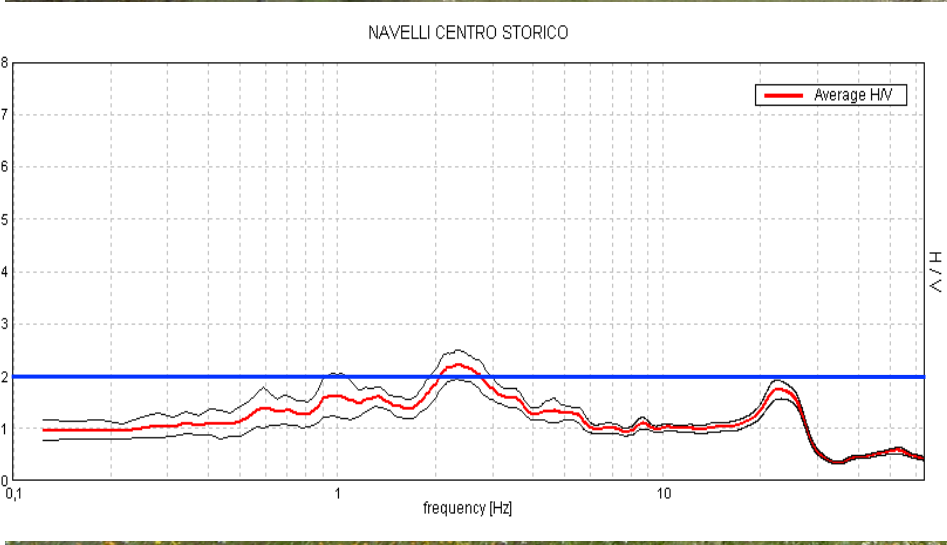
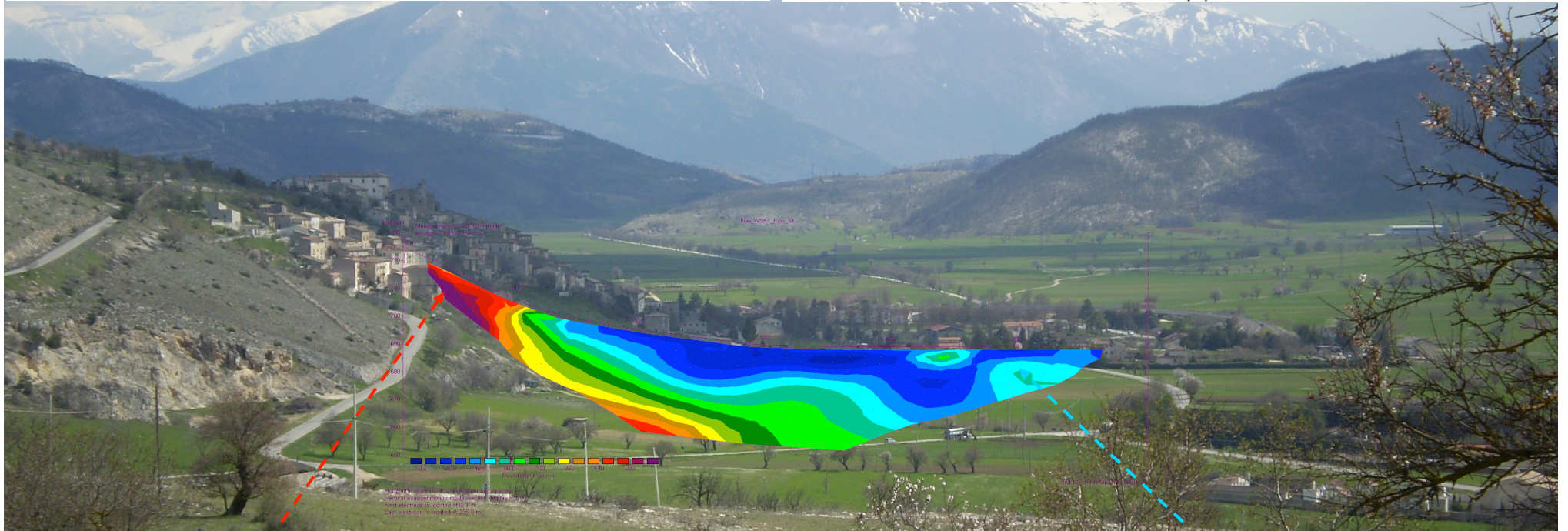
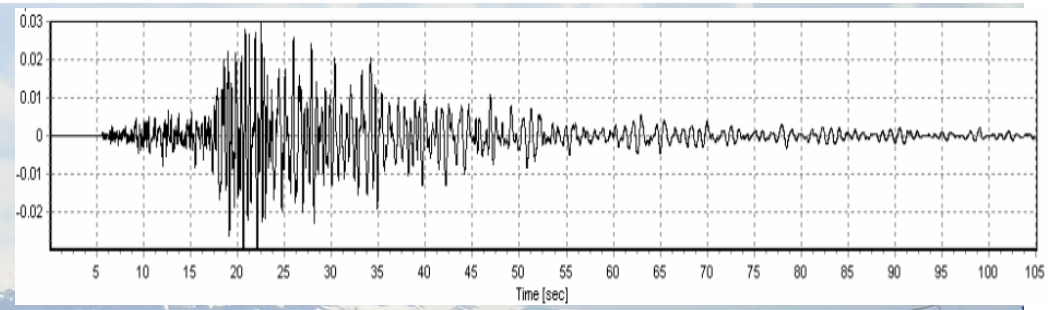
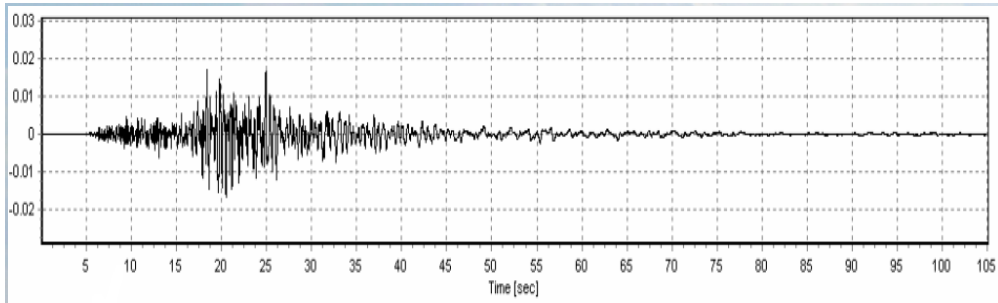


MYRO.

A. Vescovato B. Seminario C. Monastero di Carmelitane D. Capo della Citta E. Porta di S. Marco
F. S. Francesco G. Cappuccini H. Castello rovinato.



**Una amplificazione di un fattore 5
significa che il terremoto
è percepito come 5 volte più forte.**



Come comunicare la pericolosità sismica?

- Metafora della luce
- Metafora del suono

I motivi per cui gli edifici crollano durante un terremoto dipendono dal come e dal dove un edificio viene costruito.

Il luogo di costruzione può essere più o meno pericoloso per due motivi:

- 1) la distanza dalla sorgente delle onde sismiche.
- 2) le caratteristiche dei suoli di fondazione.

I terremoti non avvengono ovunque sulla superficie terrestre, ma solo in alcune zone che i sismologi hanno imparato a conoscere. L'ideale sarebbe stare lontani da queste aree, che si chiamano **zone sismogeniche**. In un paese come l'Italia queste zone sono molto numerose e non è purtroppo possibile allontanarsene molto. Se guardiamo una lampadina da 100 watt da un metro dobbiamo chiudere gli occhi per il fastidio, ma ad un chilometro di distanza la stessa lampadina è un punto appena visibile. A parità di energia alla sorgente, i segnali luminosi così come **le onde sismiche diminuiscono la loro ampiezza in maniera inversamente proporzionale alla distanza.**

Quando immaginiamo che tutta l'energia di un terremoto provenga da un solo punto lo chiamiamo **epicentro**. Spesso capita che da un lato dell'epicentro i danni spariscano quasi subito mentre dall'altro lato si propagano per decine di chilometri; questo fenomeno si chiama **direttività**. Per tornare all'esempio delle luci pensiamo ad un faro che ruota o ai lampeggianti blu delle ambulanze. Nella direzione in cui si proietta il fascio la luce è molto più intensa. La sorgente delle onde sismiche (la **faglia**) è come un lampeggiante bloccato che proietta più luce in una direzione. Purtroppo non possiamo sapere quale sia questa direzione prima del terremoto.

L'energia del terremoto alla sorgente viene misurata con la **magnitudo**, una grandezza che deriva dalla conoscenza dell'ampiezza misurata delle onde sismiche una volta nota la distanza dall'epicentro. L'idea della magnitudo viene dalla classificazione delle stelle, perché anche la loro luminosità è così diversa da non poter essere descritta da una relazione semplice come quella della luminosità di una lampadina (due lampadine da 50 W fanno quasi la stessa luce di una da 100 W). La magnitudo non è una scala lineare e ad ogni incremento di una unità corrisponde un aumento dell'energia di 30 volte. Quindi un terremoto di magnitudo 8.0 rispetto ad uno di 5.0 è $30 \times 30 \times 30 = 27.000$ volte più energetico. Questo non significa che farà quasi 30.000 volte più danni.

I danni sono una proprietà locale del terremoto che dipendono dalla distanza dall'epicentro, da quanto è profonda la sorgente (**ipocentro**) dalla direzione principale dell'energia, dalle caratteristiche dei terreni di fondazione e dalla qualità delle costruzioni. Così può capitare che nel 2010 un terremoto di magnitudo 7 ad Haiti causi 250.000 vittime, mentre con la stessa magnitudo in Nuova Zelanda non si sono avuti morti. L'anno dopo nella stessa Nuova Zelanda ci sono state quasi 200 vittime per un terremoto di magnitudo 6. Gli effetti dei terremoti sono misurati dalle scale di intensità.

Ogni quanto tempo si "accende" la sorgente di un terremoto? Se il comportamento fosse quello delle vecchie luci ad intermittenza dell'albero di Natale, periodico e regolare, guardando per pochi minuti una lampadina potremmo imparare subito per quanto sta accesa e per quanto sta spenta, e tutte le altre sul filo seguirebbero la stessa regola. Purtroppo il terremoto è come un filo di luci natalizie di ultima generazione aggrovigliato su se stesso. A volte lampeggiano regolari ma poco dopo sembrano impazzire: non riusciamo a capire ogni quanto tempo si accende una singola lampadina e non capiamo neanche se quando se ne accende una poi si accenderà quella più vicina oppure un'altra. Possiamo fissare una singola lampadina e contare quante volte si accende in 5 minuti. Avremo così una idea del tempo medio che passa tra due accensioni. Lo stesso avviene per i terremoti.

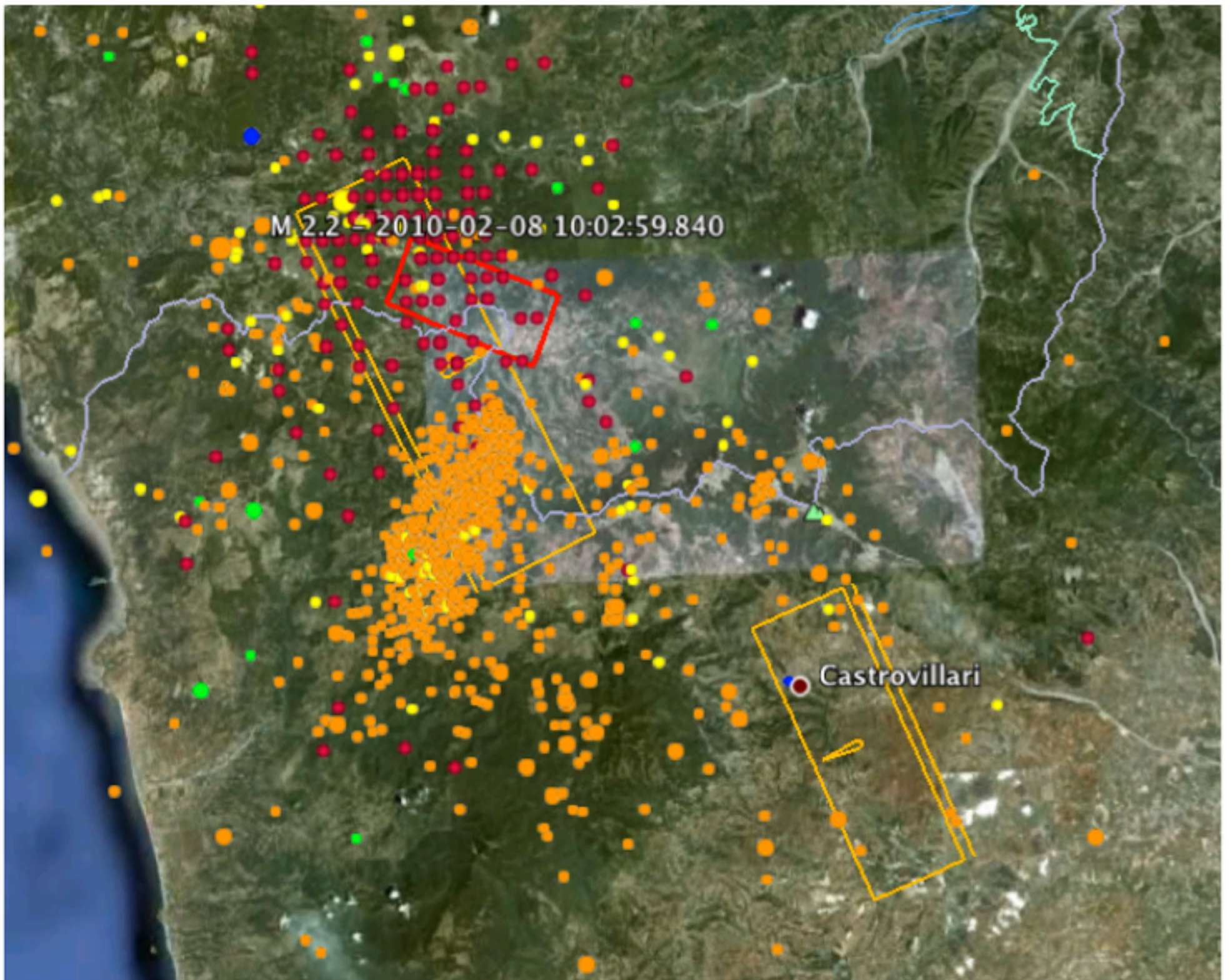
Gli atleti del salto in lungo atterrano senza danni nella morbida sabbia e si gioca a pallavolo sulla spiaggia, non su lastre di granito. Il senso comune ci farebbe pensare che una casa sulla sabbia stia su di un materasso messo lì apposta per attutire l'urto del terremoto. Questo è in parte vero, i terreni sciolti **attenuano** le onde più della roccia, ma i terreni hanno una proprietà contrastante che la roccia non ha: **amplificano** alcune frequenze del terremoto. Come è possibile che un materiale amplifichi più di quanto attenui?

Pensiamo ad un automobilista che guida a velocità costante con i finestrini aperti: sentirà un certo livello di rumore che rimane uguale. Se però entra in una galleria il rumore percepito diventa molto più forte. Cosa è successo? Il rumore generato dal motore a regime di giri costante non è aumentato, ma le onde sonore rimangono intrappolate nella galleria rimbalzando sulle pareti, ed anziché disperdersi lontano tornano nell'abitacolo.

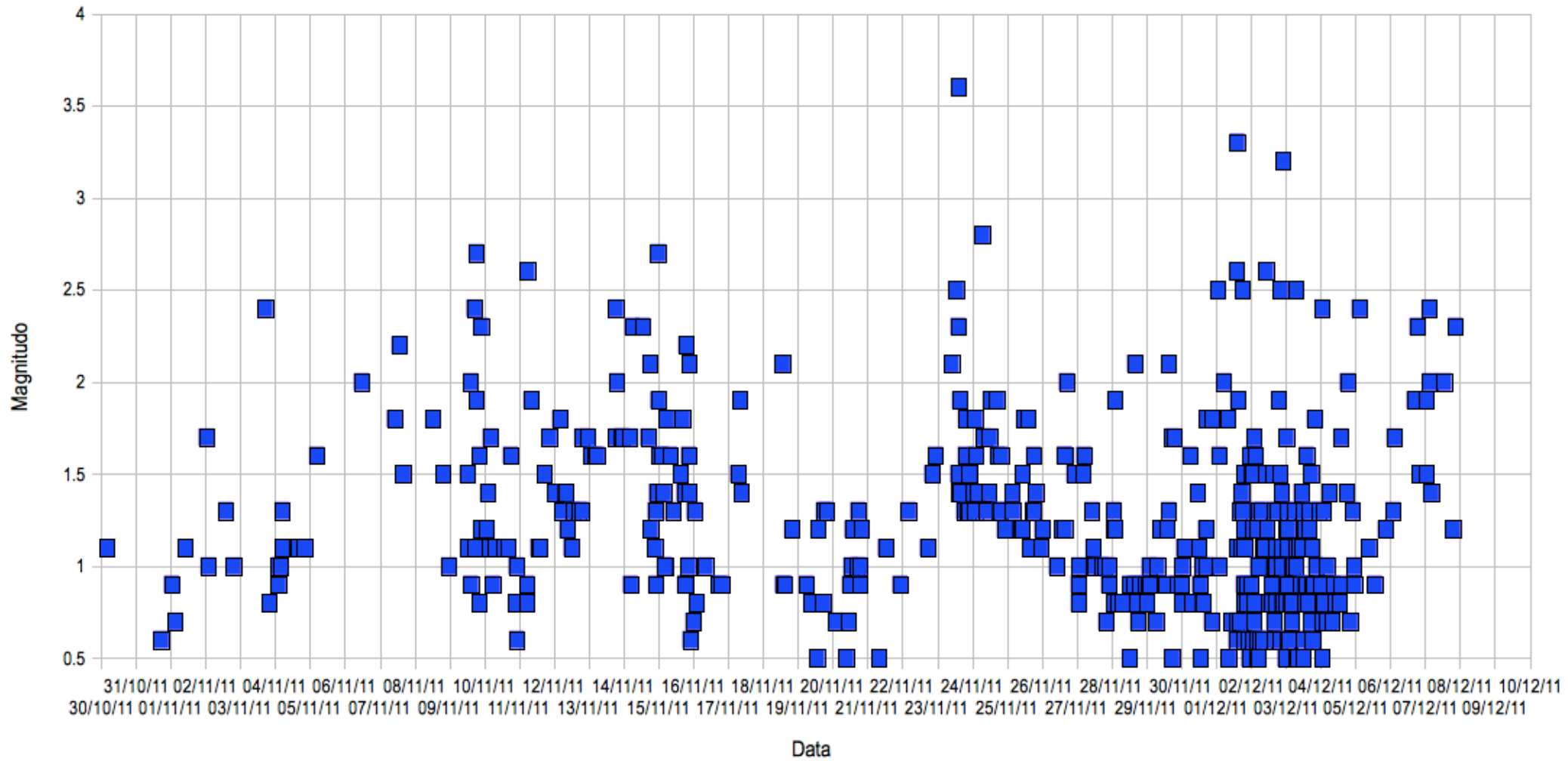
Quello che amplifica le onde sismiche non è la maggiore o minore "durezza" del terreno ma è il fatto che un terreno soffice sia a contatto con terreni più rigidi o con roccia che come le pareti di un tunnel imprigiona le onde nei suoli soffici e non le fa allontanare.

A peggiorare la situazione contribuisce poi il fatto che i terreni meno rigidi a seguito di un terremoto possono trasformarsi in sabbie mobili (**liquefazione**), o se sono in pendenza possono dare il via alle **frane**.

Per questo motivo è importante conoscere le caratteristiche dei terreni per capire se e quanto è sicuro costruirci sopra. Per il singolo edificio l'ingegnere necessita di dati il più possibile precisi ed affidabili circa il terreno per ricostruire la **risposta sismica** del punto dove si andrà a costruire. Agli architetti che pensano allo sviluppo urbanistico di una città serve invece una visione meno raffinata ma che permetta comunque di stabilire dove sarebbe più opportuno far sorgere nuovi quartieri o infrastrutture importanti (scuole, ospedali, centri commerciali), considerando che costruire sui terreni peggiori non è né impossibile né vietato, ma costa sicuramente di più. Questi studi che differenziano i terreni su tutta l'area urbana secondo il loro comportamento in caso di terremoti vengono definiti **microzonazione sismica**.

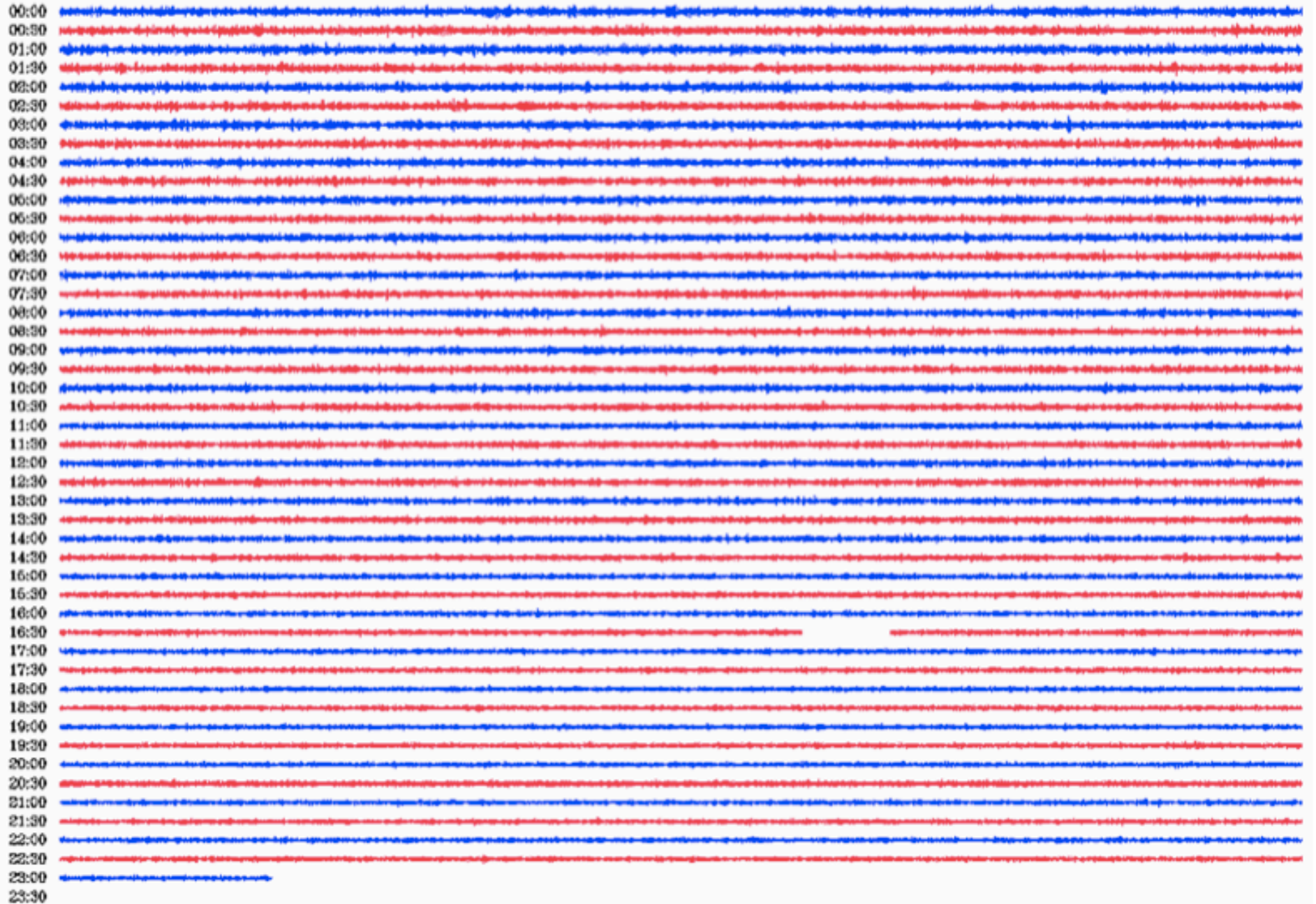


Sequenza Pollino



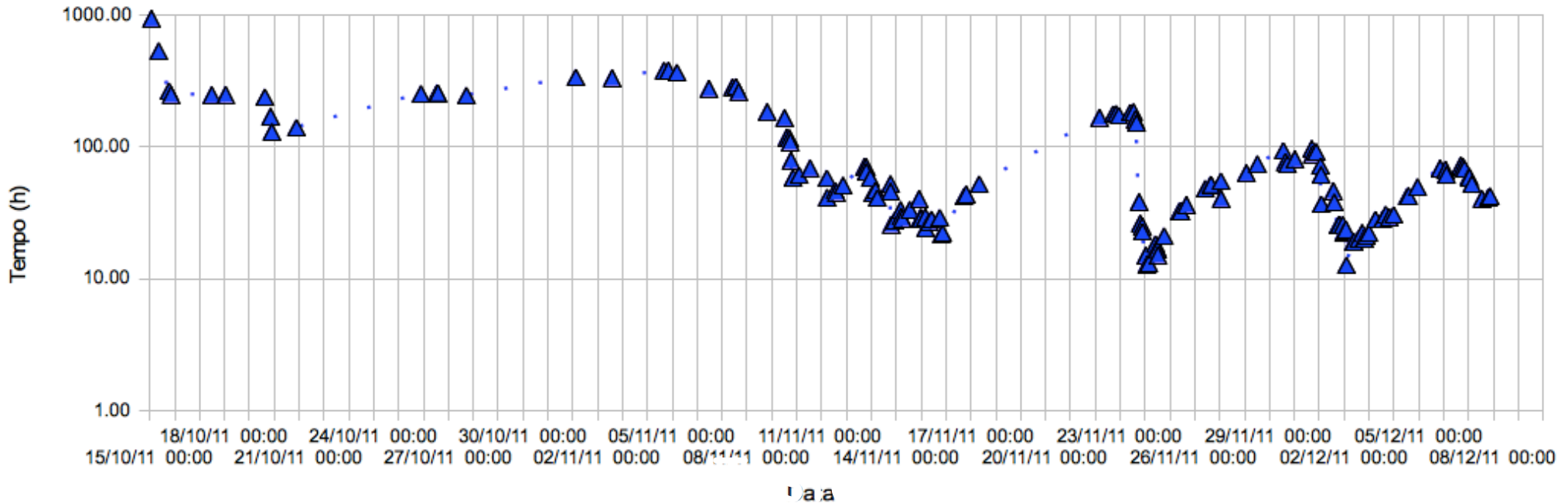
Applied filter: WWSSN-SP

BHZ - 15000



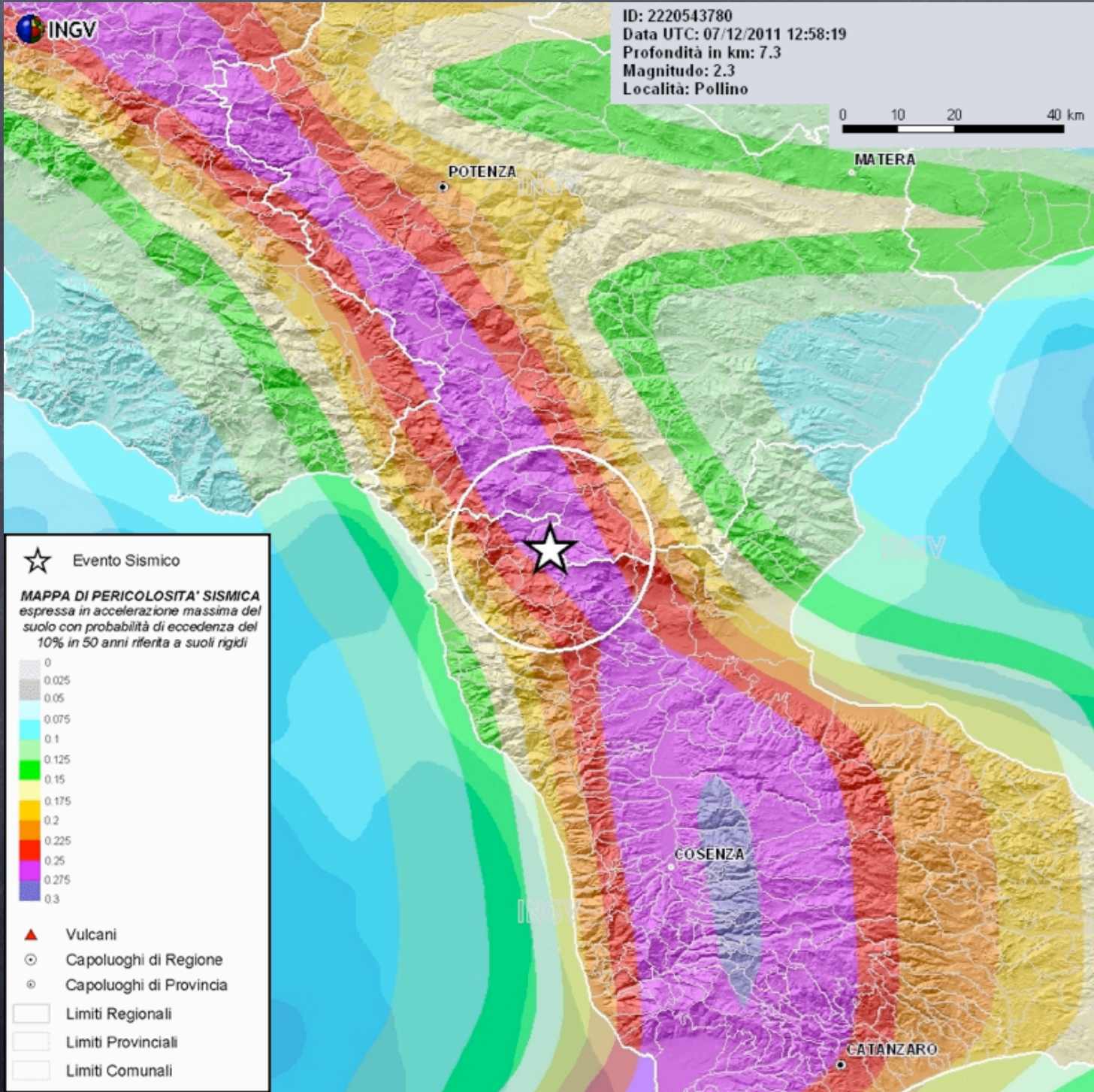
Il rumore del vento e del mare nasconde i piccoli eventi

Sequenza Pollino Tempo per 10 eventi M>1.5



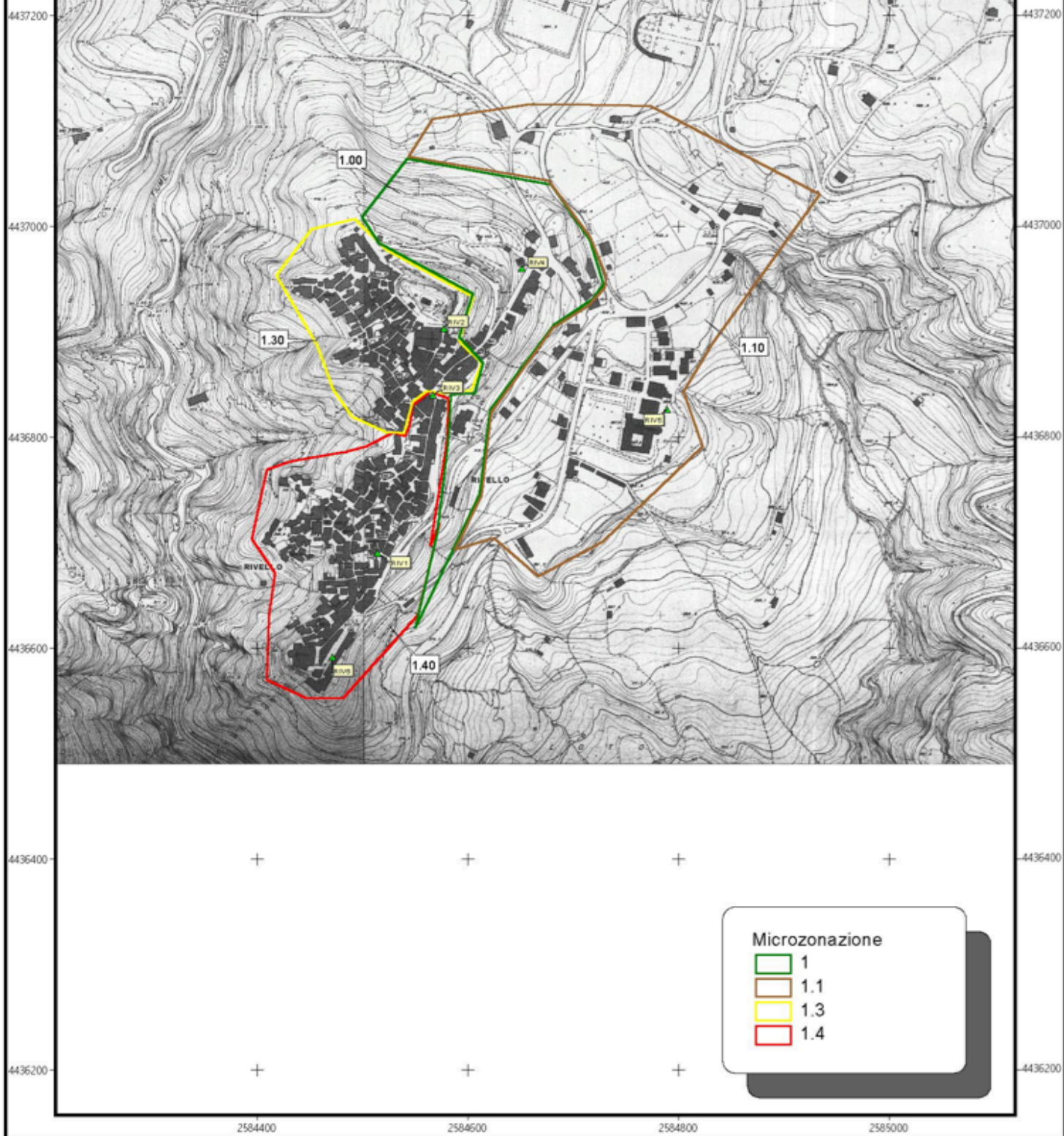
“Se fa tante scosse scarica!”

NO, CI VOGLIONO 5 MILIONI DI TERREMOTI
DI MAGNITUDO 2.0 PER RAGGIUNGERE
L'ENERGIA DI UN MAGNITUDO 6.5



Fidiamoci
delle mappe
di pericolosità
sismica.....

...e delle
mappe di
microzonia-
zione!



Come l'avarro Scrooge del "Racconto di Natale" di Dickens dobbiamo ricevere un insegnamento dai tre spettri del Natale Passato, Presente e Futuro.

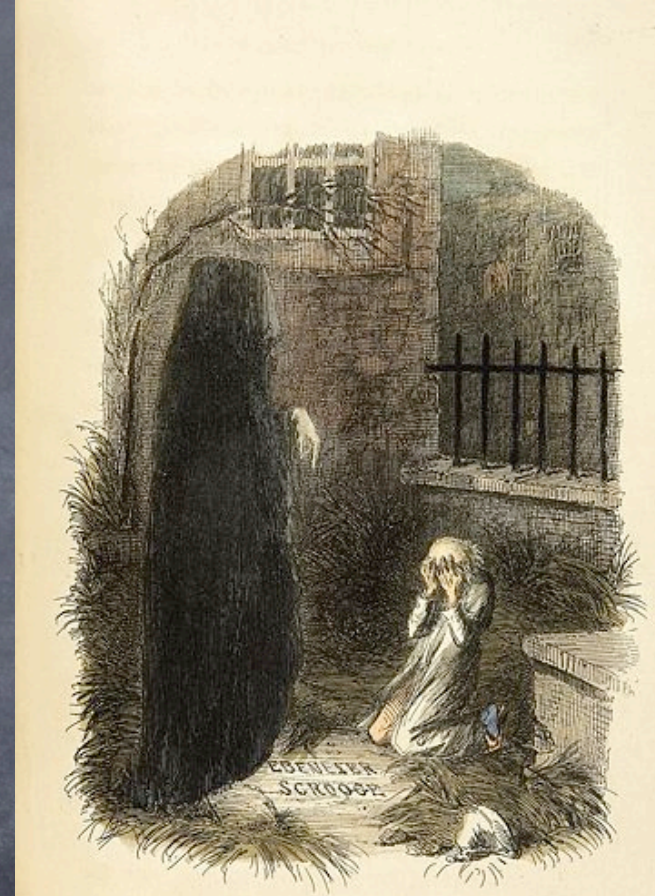
Dobbiamo approfittare dell'attenzione creata dal **terremoto presente** perché quello che sappiamo dai **terremoti del passato** ci

permetta di salvare vite dai **terremoti del futuro**.



Scrooge's third Visitor.

London: Chapman & Hall, 1843.



The Last of the Spirits.

London: Chapman & Hall, 1843.