

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI ROMA TRE
SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA
ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO
presentano**

LA GEOLOGIA NEL MONDO DEL LAVORO

**SEMINARI DI ORIENTAMENTO PER GLI STUDENTI ISCRITTI ALLA LAUREA TRIENNALE
IN SCIENZE GEOLOGICHE E ALLE LAUREE MAGISTRALI NEL SETTORE GEOLOGICO**

A PIERLUIGI FRIELLO: UN GEOLOGO PROFESSIONISTA, UN AMICO

***MICROZONAZIONE SISMICA ED
EFFETTI DI SITO: IL RUOLO DEL
GEOLOGO, METODI E TECNICHE
OPERATIVE***



PARTE PRIMA: CENNI DI SISMOLOGIA – PERICOLOSITA' SISMICA DEL TERRITORIO – MACROZONAZIONE SISMICA

“MICROBREAK”

PARTE SECONDA: EFFETTI DI SITO E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE (MICROZONAZIONE SISMICA)



PARTE TERZA: PROGETTAZIONE E RISPOSTA SISMICA LOCALE

“MICROBREAK”

PARTE QUARTA: STRUMENTAZIONE, TECNICHE DI PROSPEZIONE, ANALISI DEI DATI

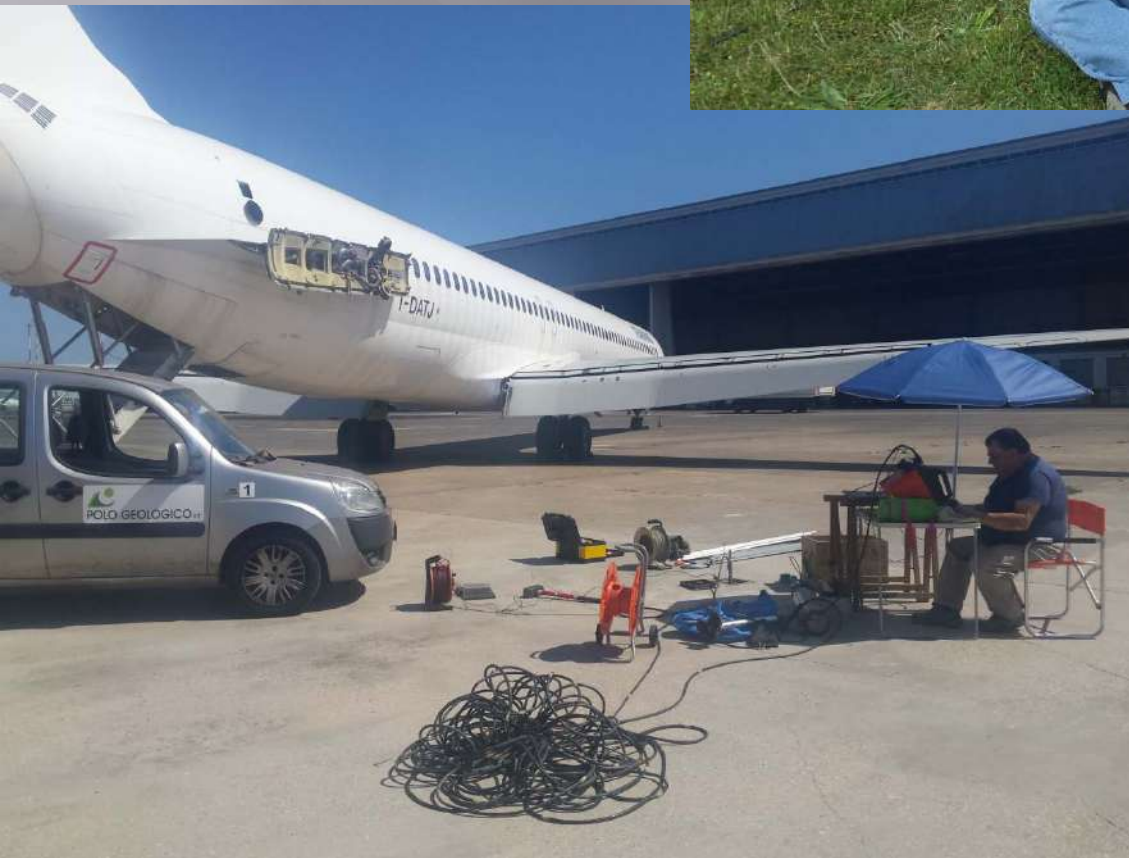
LA SISMOLOGIA E LA PROFESSIONE DEL GEOLOGO

Parte Prima – Cenni di Sismologia

DUE PAROLE SULLA

PROFESSIONE DEL GEOLOGO

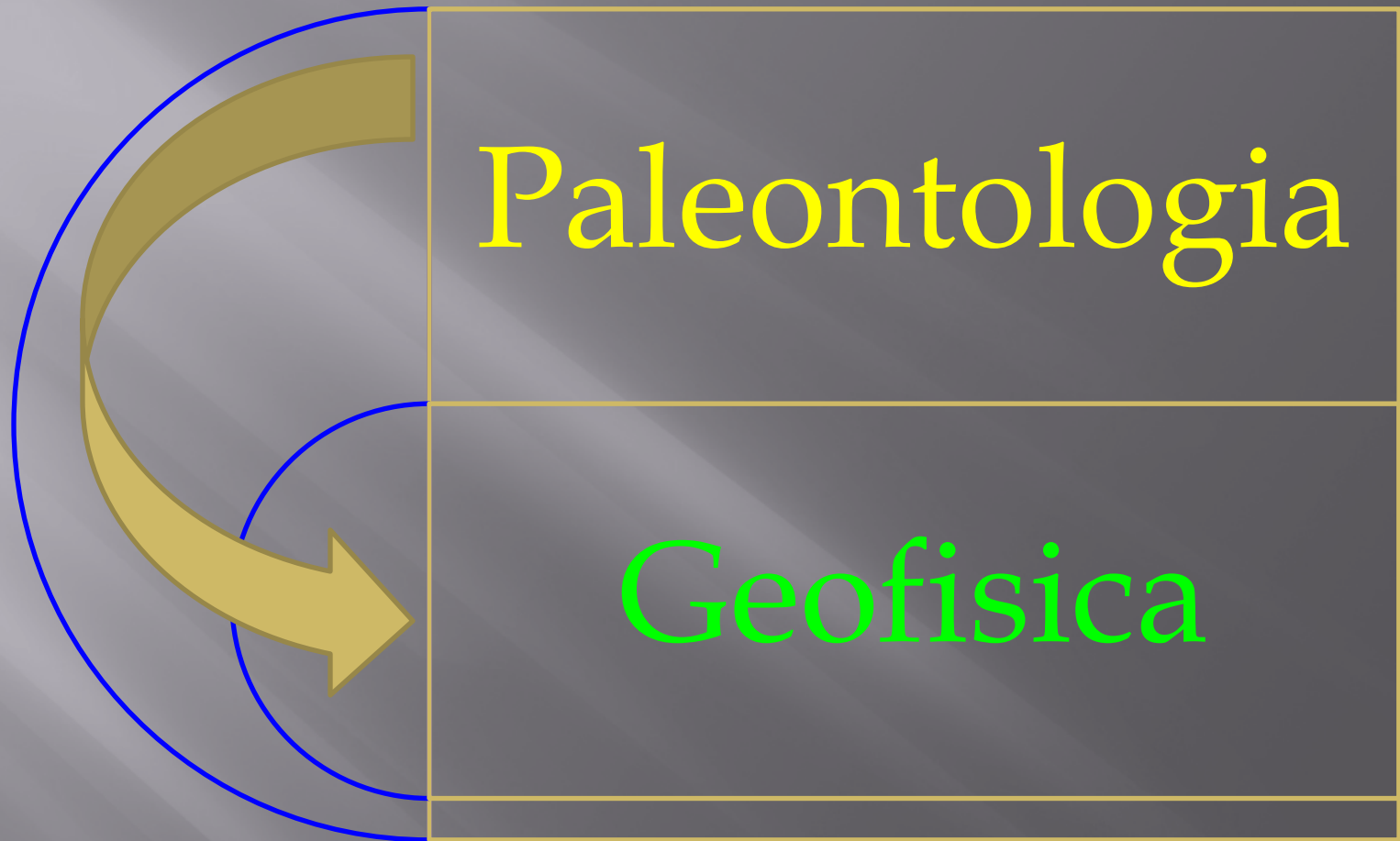
Pierluigi Friello
"Giggi"
Geologo



Giggi era scientificamente,
culturalmente ed
umanamente il “Figlio” di
Giovanni “Jack” Pallini







RICERCA & DIDATTICA

Un po' di Storia Sismica "recente" della nostra Nazione

Molise 2002 Ml 5,8; 30 vittime

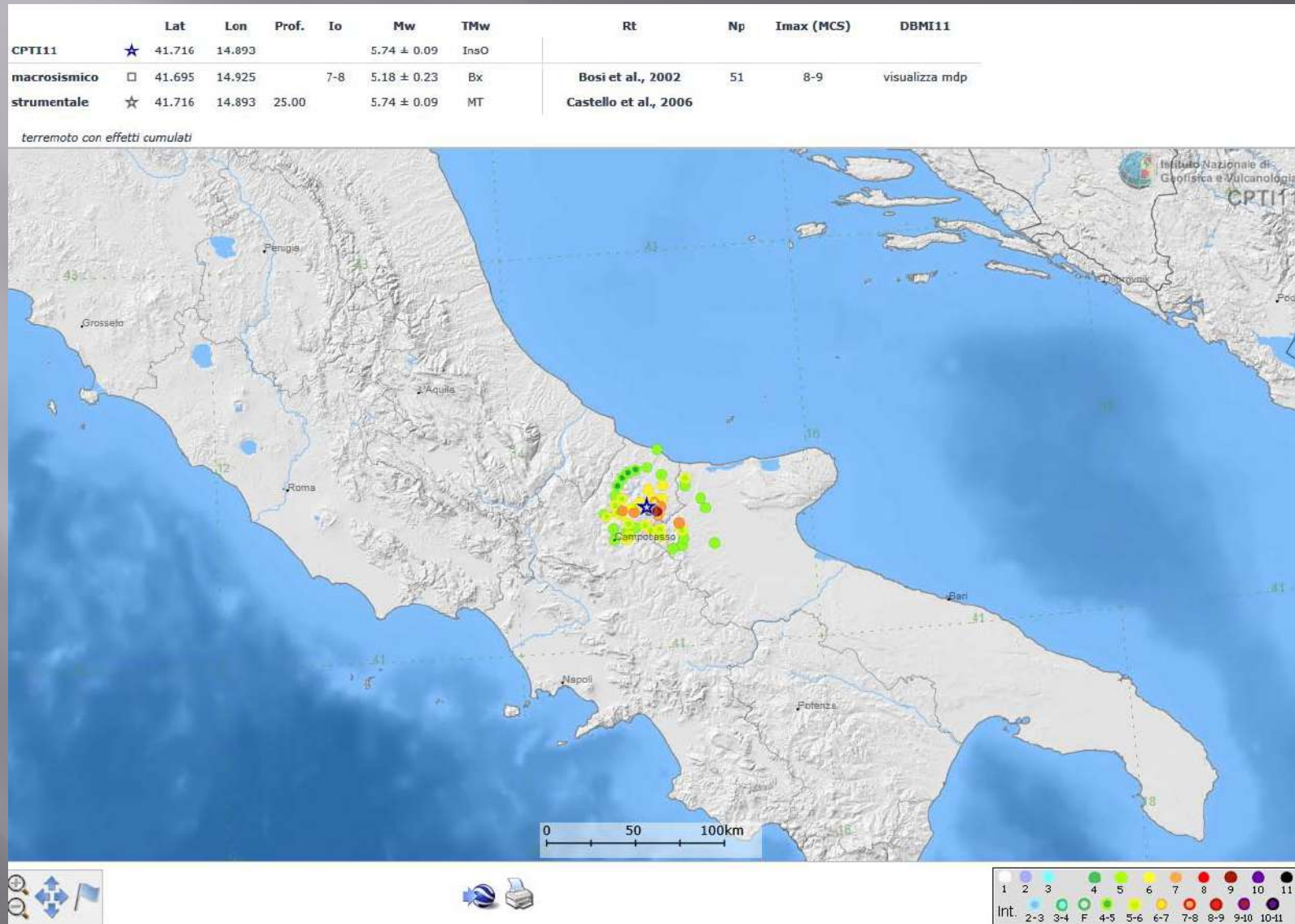
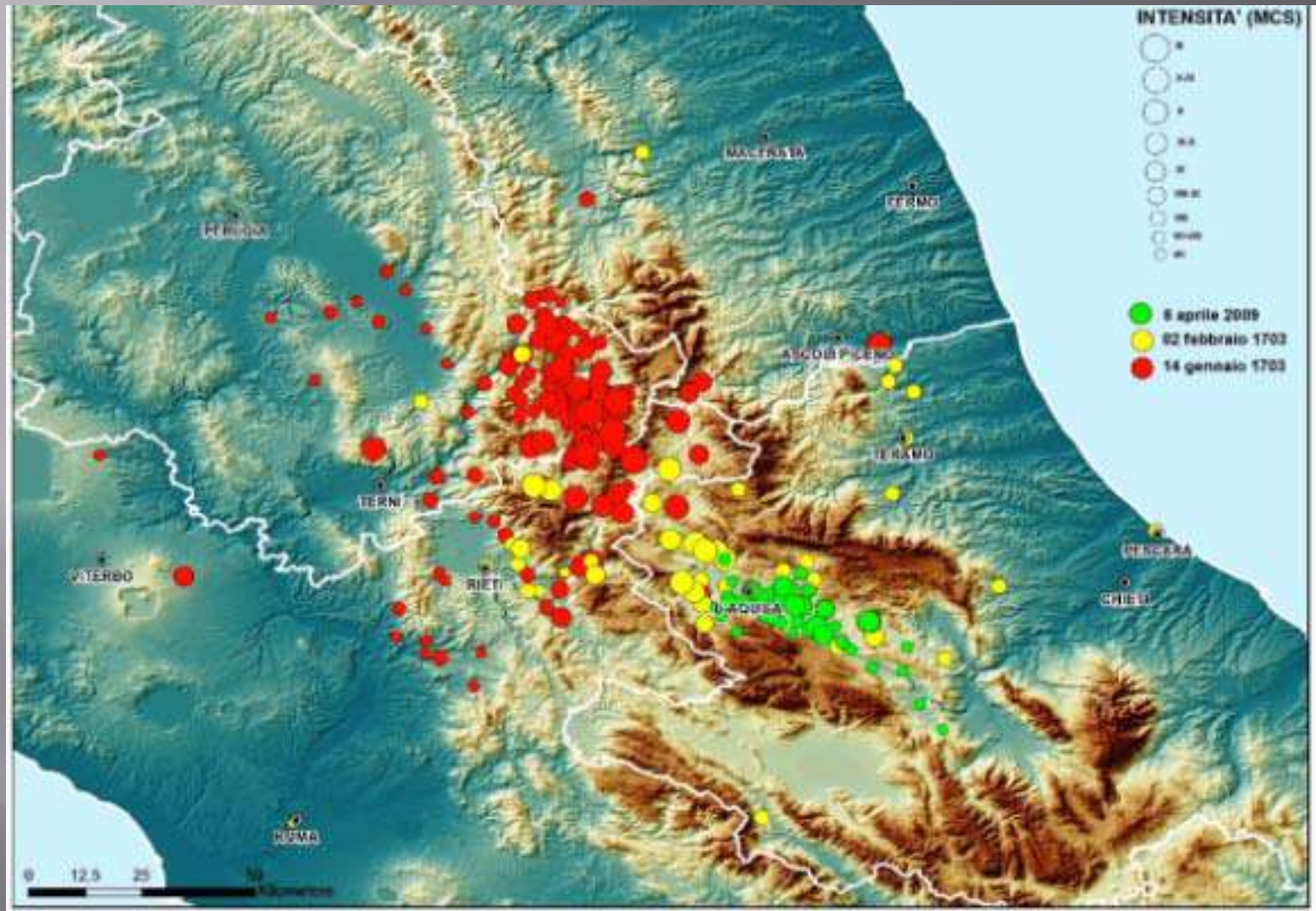




Foto fornite dal Geol. Antonio Colombi

Abruzzo 2009 Mw 6,1; 308 vittime

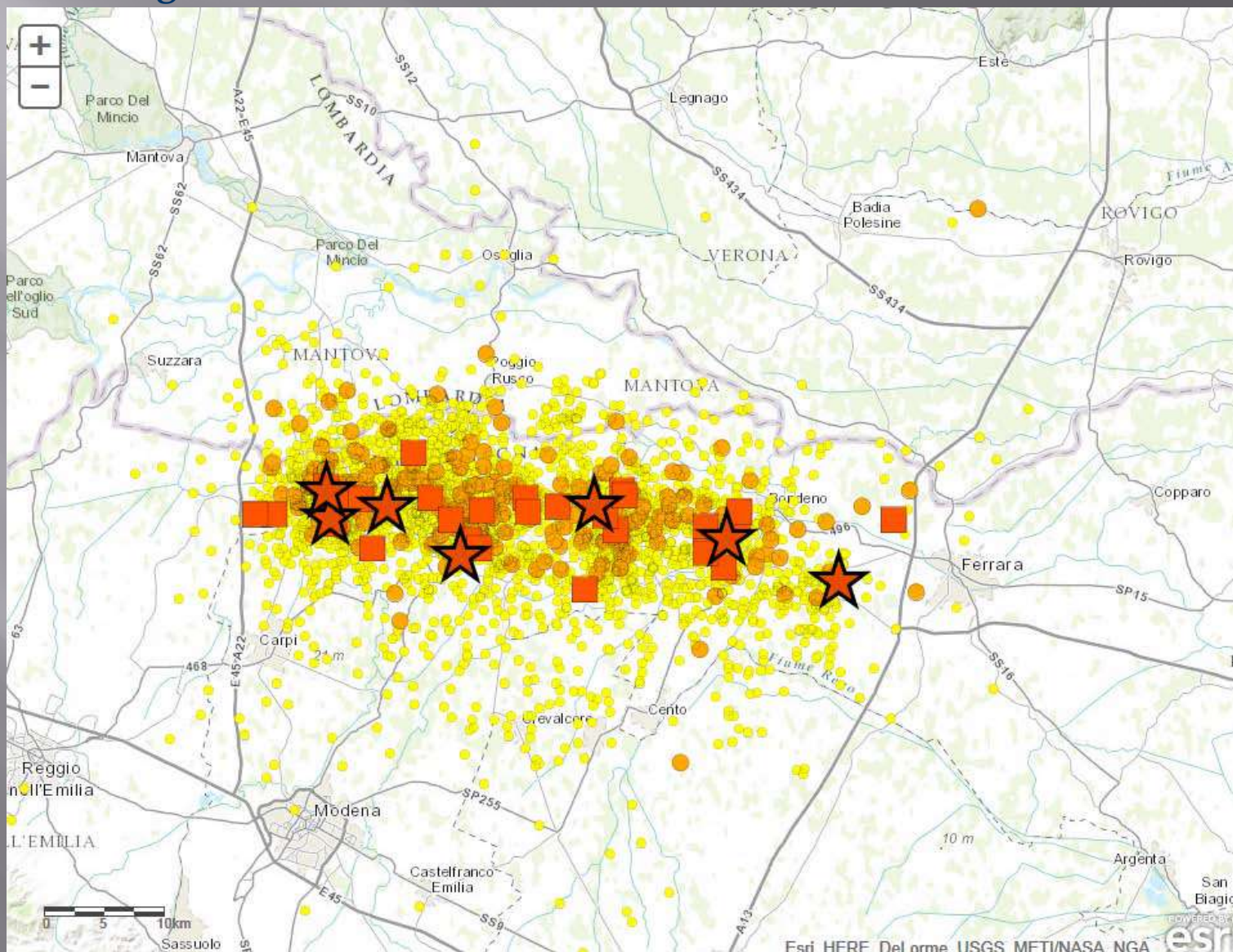








Emilia Romagna 2012 Mw 5,8; 27 vittime



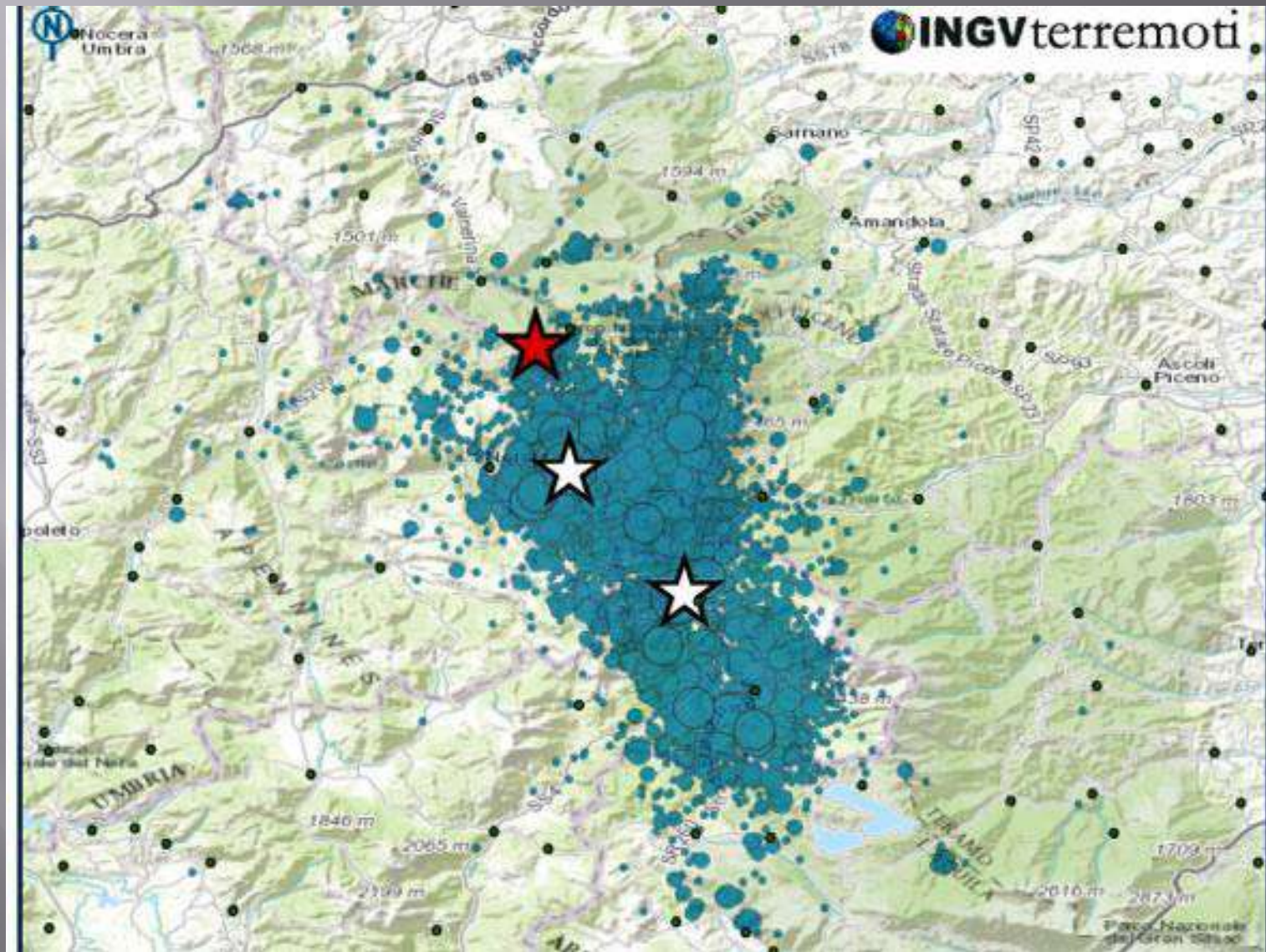






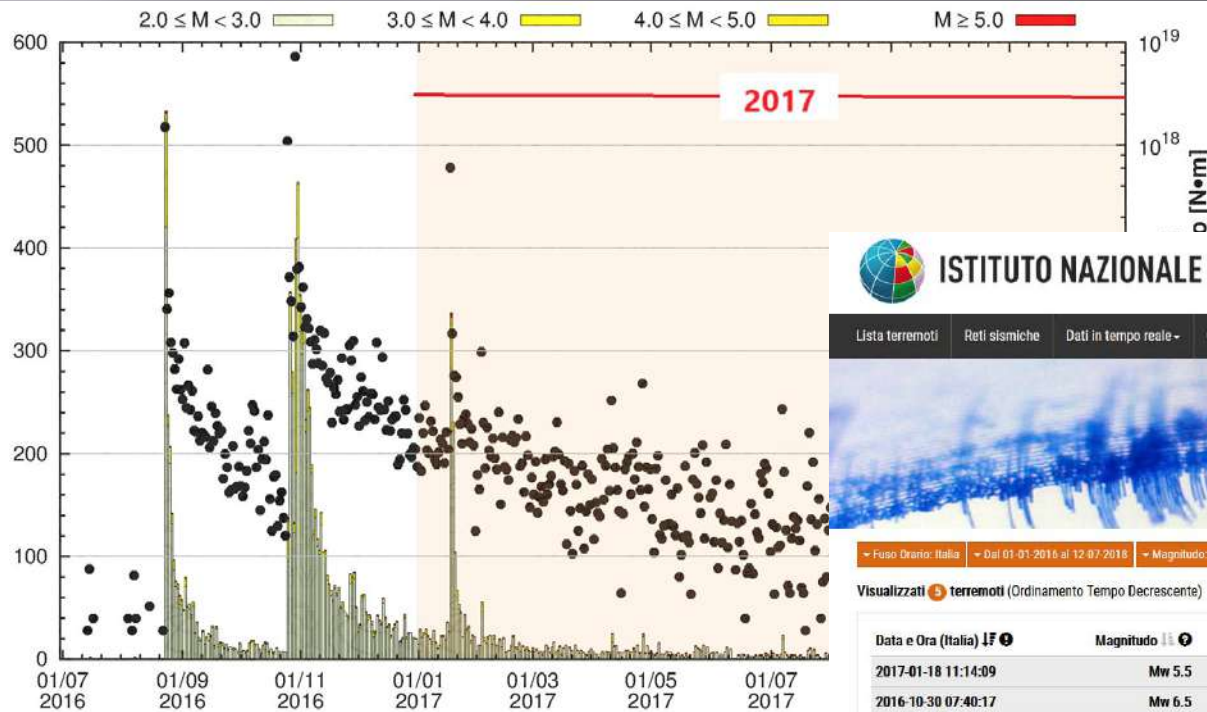
Lazio - Marche - Abruzzo - Umbria 2016

Mw 6,0; 298 vittime



La sequenza sismica in Italia centrale 2016-2017

Numero giornaliero di terremoti



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Lista terremoti

Reti sismiche

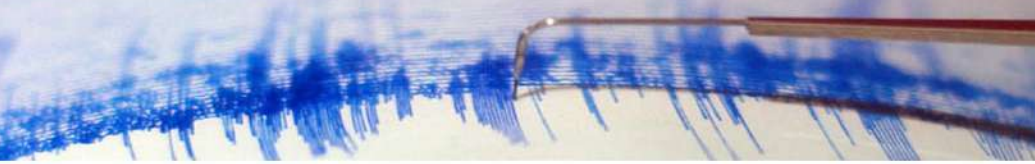
Dati in tempo reale

Osservatori e Centri

INGVterremoti

Guida al Sito

Contatti



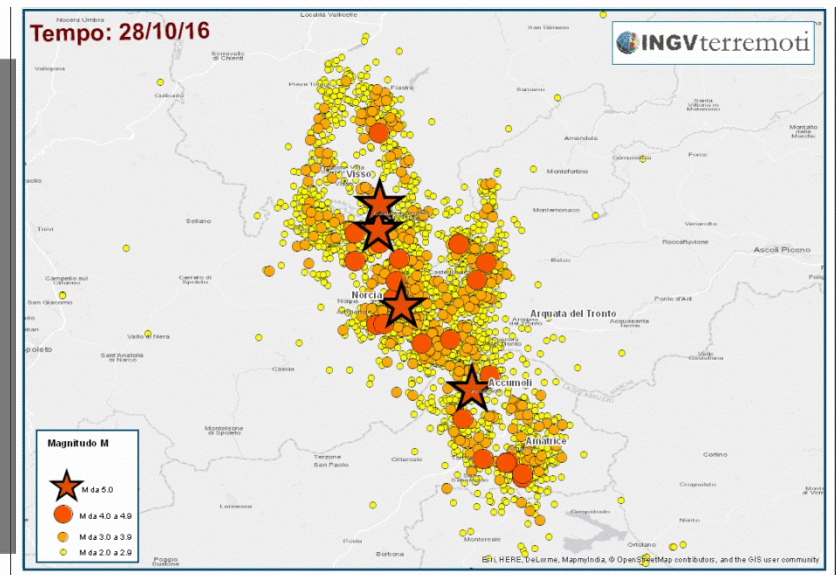
Fuso Orario: Italia Dal 01-01-2016 al 12-07-2016 Magnitudo: 5.5+ Italia

Personalizza Ricerca Mappa

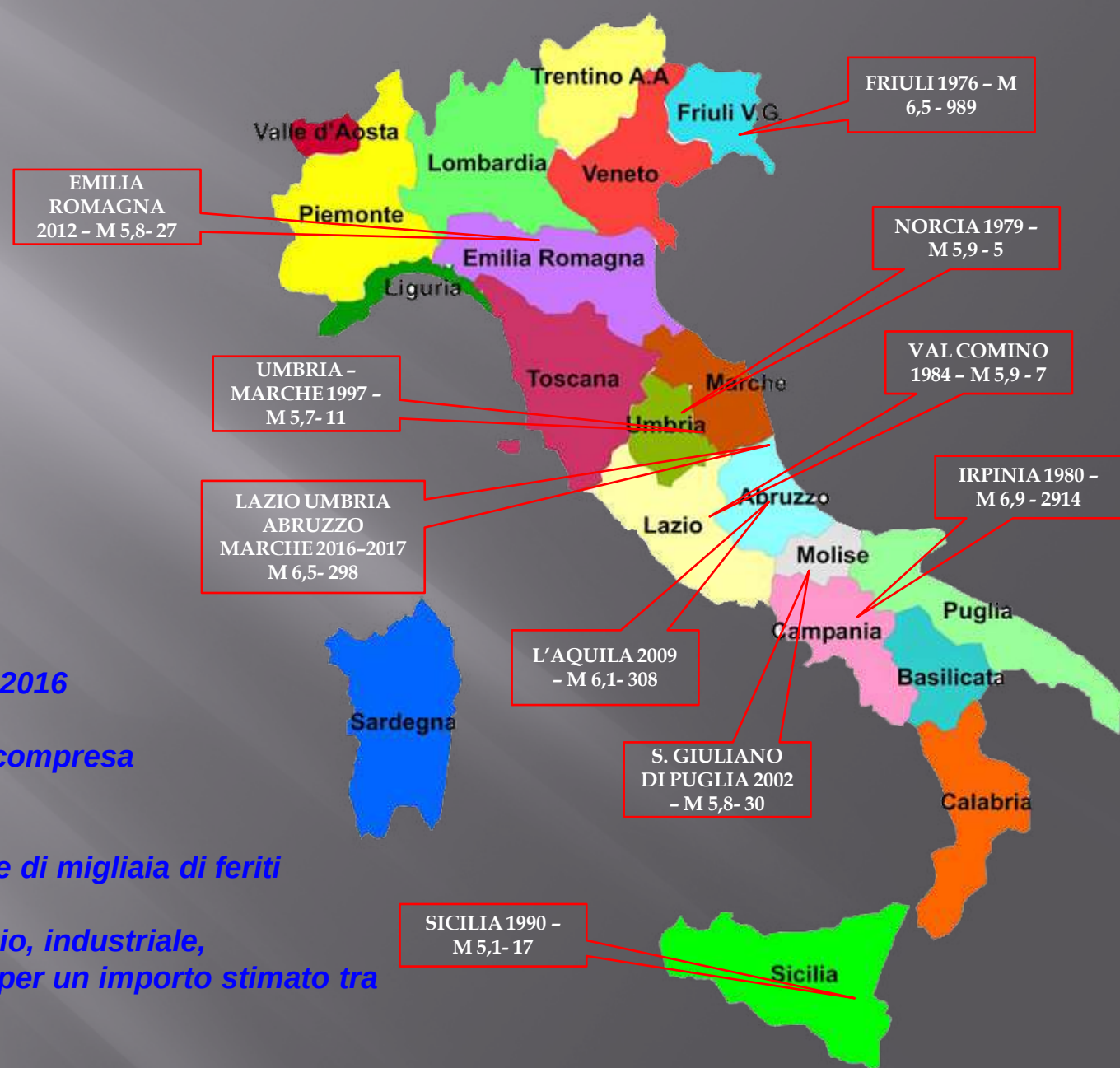
Visualizzati 5 terremoti (Ordinamento Tempo Decrescente)

Esporta lista (UTC)

Data e Ora (Italia)	Magnitudo	Zona	Profondità	Latitudine	Longitudine
2017-01-18 11:14:09	Mw 5.5	2 km NW Capitignano (AO)	10	42.53	13.28
2016-10-30 07:40:17	Mw 6.5	4 km NE Norcia (PG)	10	42.83	13.11
2016-10-28 22:02:43	ML 5.8	Tirreno Meridionale (MARE)	481	39.27	13.55
2016-10-26 21:18:07	Mw 5.9	3 km S Visso (MC)	10	42.91	13.09
2016-08-24 03:36:32	Mw 6.0	1 km W Accumoli (RI)	8	42.70	13.23







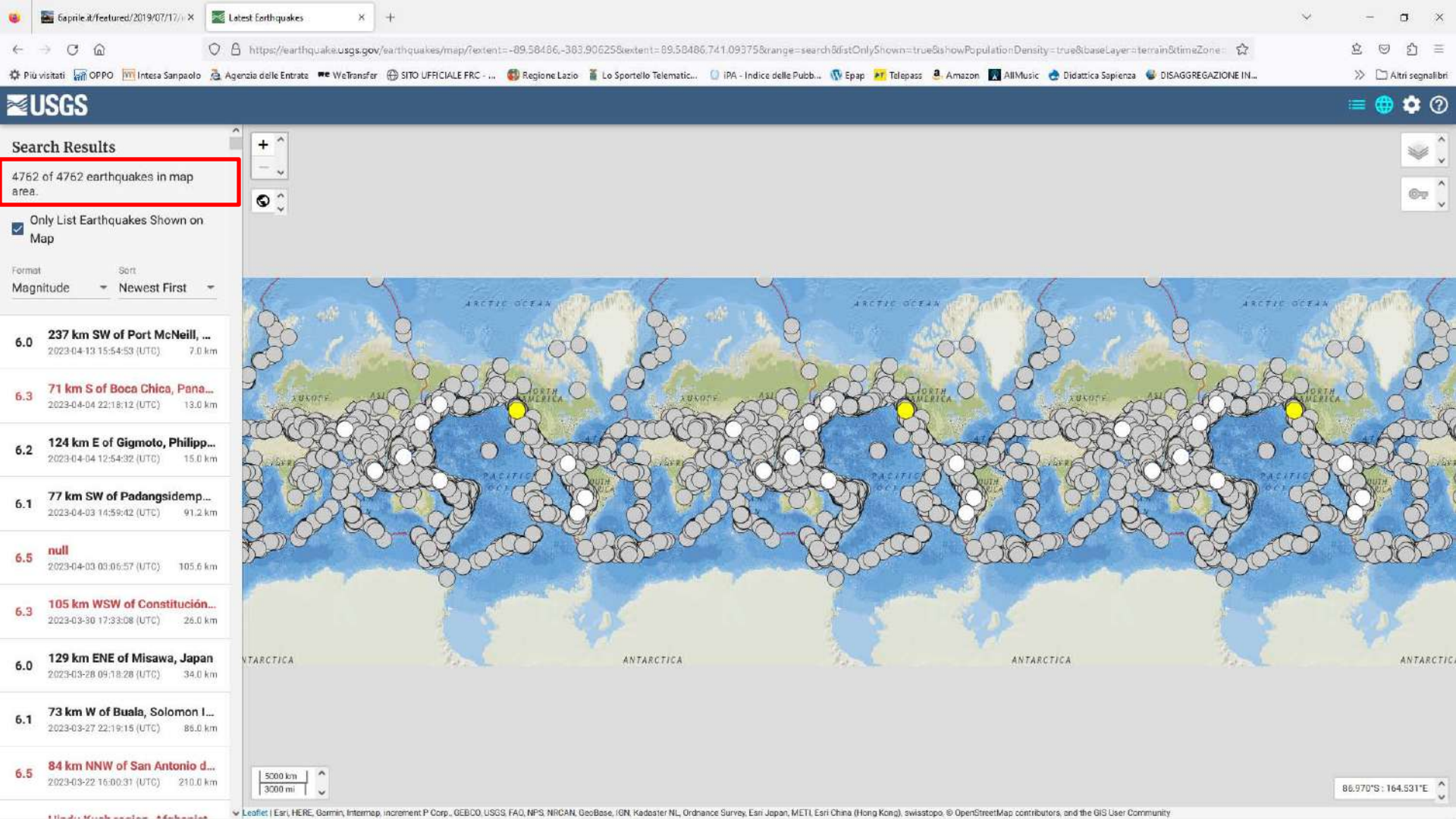
..... NEI 40 ANNI 1976 - 2016

- 10 eventi sismici con M compresa più o meno tra 5,5 e 6,5
- con 4606 vittime e decine di migliaia di feriti
- danni al patrimonio edilizio, industriale, artistico e monumentale per un importo stimato tra i 150 e i 250 MLD €

magnitudo	Esplosivo Equivalente	Frequenza
0 - 0,5	1 chilogrammo	circa 8.000 al giorno
Da 1 a 1,5	Da 31,6 a 178 Kg	circa 3.000 al giorno
Da 1,5 a 2	Fino a 1 tonnellata	circa 1.000 al giorno
Da 2,5 a 3	Da 5,6 ton a 31,6 Ton	circa 130 al giorno
Da 3 a 4	Fino a 1000 Ton	circa 15 al giorno
Da 4 a 5	Fino a 31600 Ton	2-3 al giorno
Da 5 a 6	Fino a 1 milione Ton	120 all'anno
Da 6 a 7	Fino a 5,6 milioni Ton	18 all'anno
Da 7 a 8	Fino a 1 miliardo Ton	1 all'anno
8,5	5,6 miliardi di tonnellate	1 ogni 5 anni
9	31,6 miliardi di tonnellate	1 ogni 20 anni
10	1000 miliardi di tonnellate	sconosciuto

X 40 anni = 2800

Quindi in Italia si sono verificati circa lo 0,35 % dei terremoti di Magnitudo compresa tra 5,5 e 6,5 registrati, nello stesso intervallo di tempo, in tutto il Pianeta !!



U.S.G.S. → 4762 eventi La percentuale di quelli avvenuti in Italia scende ulteriormente allo 0,20 % sempre rispetto a quelli avvenuti, nello stesso intervallo di tempo, in tutto il Pianeta !!



N, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swisstopo, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

88.932°S : 73.125°E

1° ➔ Grande terremoto cileno del 1960 M = 9,5

.....

20° → costa est Giappone (Honshu) del 1933 M = 8,4

COSA SI PUO' FARE ?

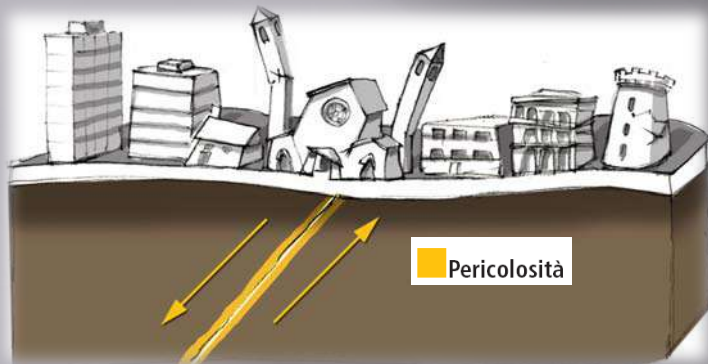
QUALI GLI ASSETS STRATEGICI DA METTERE IN CAMPO ?

QUALI LE LINEE DI RICERCA DA INTRAPRENDERE ?

QUALI GLI INPUT DA FORNIRE AL MONDO DEI DECISORI ?

Cos'è il RISCHIO sismico?

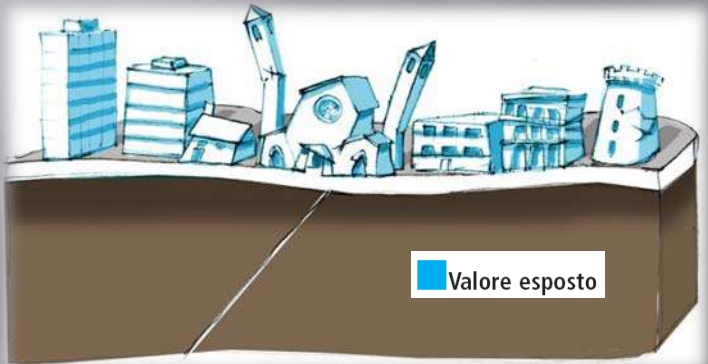
è il prodotto tra le 3 componenti:



Pericolosità sismica

probabilità di osservare un certo valore di scuotimento in un fissato periodo di tempo

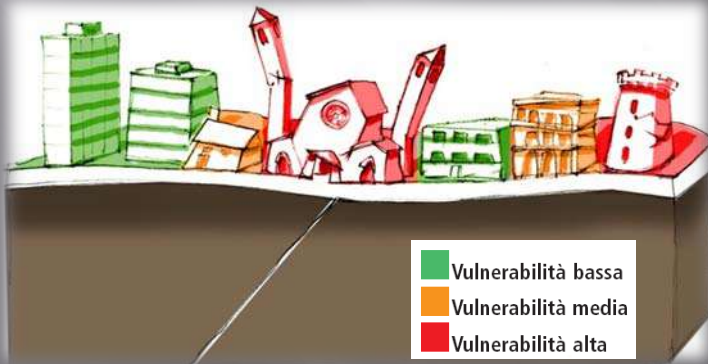
X



Valore esposto

quantificazione (economica, sociale, ecc.) dell'oggetto esposto a rischio

X

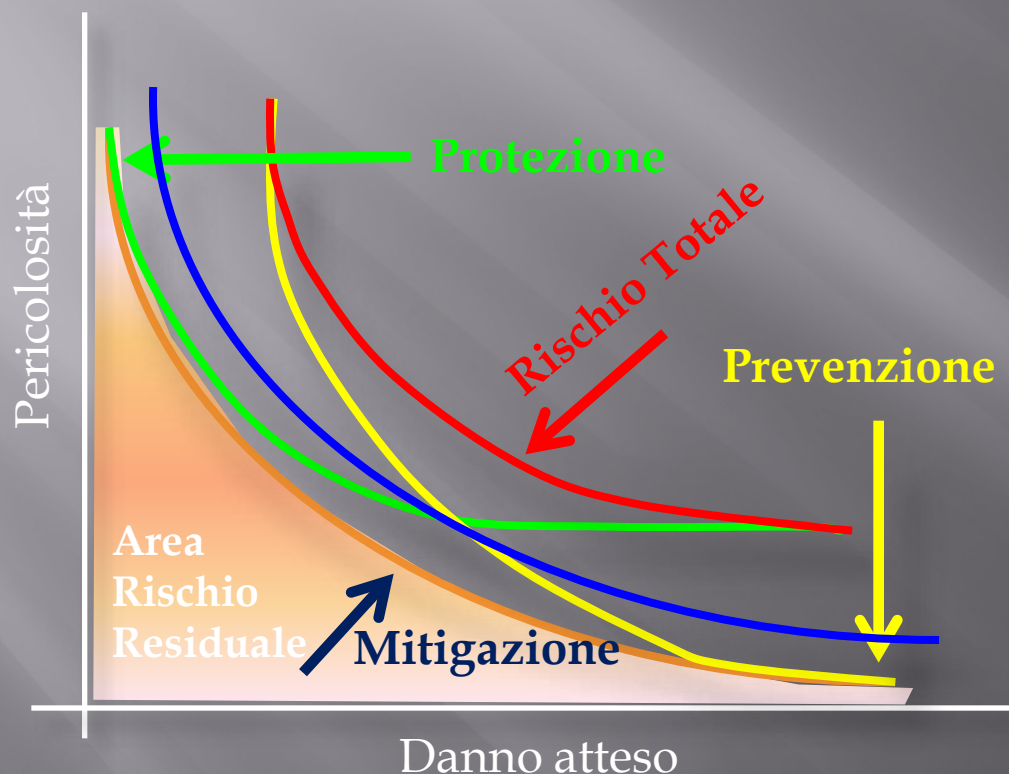


Vulnerabilità

propensione di un oggetto a subire danni o alterazioni

Per le molte variabili in gioco, **l'opzione RISCHIO ZERO NON è raggiungibile**

$$R = \text{Peric} \times \text{Vuln} \times \text{Espos}$$



nessuna delle attività di

PREVENZIONE

o di **PROTEZIONE**

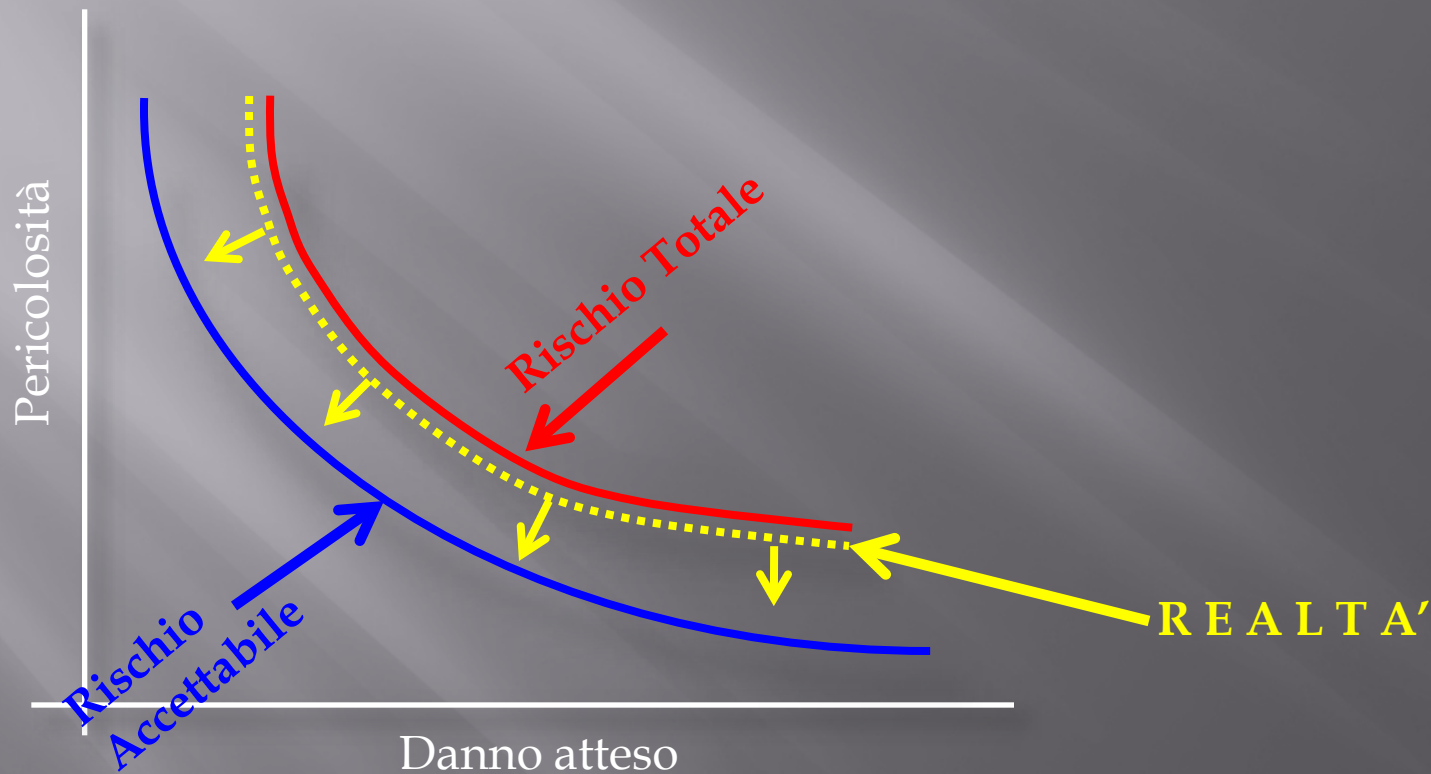
può eliminare completamente la possibilità di rischio soggetta a un regime di pericolosità.

Avremo sempre:

RISCHIO RESIDUALE: il rischio minimo possibile.

Attraverso i processi di MITIGAZIONE (Prevenzione e Protezione) si consegue un **RISCHIO ACCETTABILE**: rischio da accettare dopo aver fatto tutte le azioni di mitigazioni, nell'ambito delle nostre capacità tecnico-scientifiche e possibilità economiche.

Ecco spiegato il motivo per cui pur rientrando appieno nella statistica sismologica “planetaria” subendo “solo” 10 di M tra 5 – 6 in 40 anni abbiamo subito danni umani ed economici così ingenti !



Come possiamo portare la curva gialla verso la curva blu ?

PREVISIONE

= previsione deterministica o "predizione"



NON E' UN TABU' Esempio di
PARKFIELD

..... IL MONDO DELLA RICERCA HA
PERSEGUITO QUESTA STRADA PER
20 - 30 ANNI

MA OGGI NON E' CONSIDERATO UN
ASSE PRIMARIO NELLE LINEE DI
RICERCA SISMOLOGICA

ANCHE SE ... NELLE NTC 2018 C'E' DI
NUOVO QUALCHE ACCENNO

PREVENZIONE

= riduzione degli effetti



RICERCA

NORMATIVA

PROFESSIONE

LIVELLI

AZIONI

CONOSCENZA

(pericolosità sismica di base del territorio Nazionale e Regionale)

- Definizione Zone Sismogenetiche
- Individuazione meccanismi focali
- Macrozonazione Sismica

NORMATIVA / PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

- Microzonazione Sismica

PROGETTAZIONE

- Caratterizzazione geologica e sismologica del sito
- Risposta Sismica Locale

LA PREVENZIONE

DEL RISCHIO

SISMICO

SI SVILUPPA

SU 3 LIVELLI



LIVELLI

CONOSCENZA DELLA
PERICOLOSITA'
SISMICA DEL
TERRITORIO (Nazionale e
Regionale)

PIANIFICAZIONE
TERRITORIALE

PROGETTAZIONE

NORMATIVA

MODIFICHE ULTIMI 4 ANNI

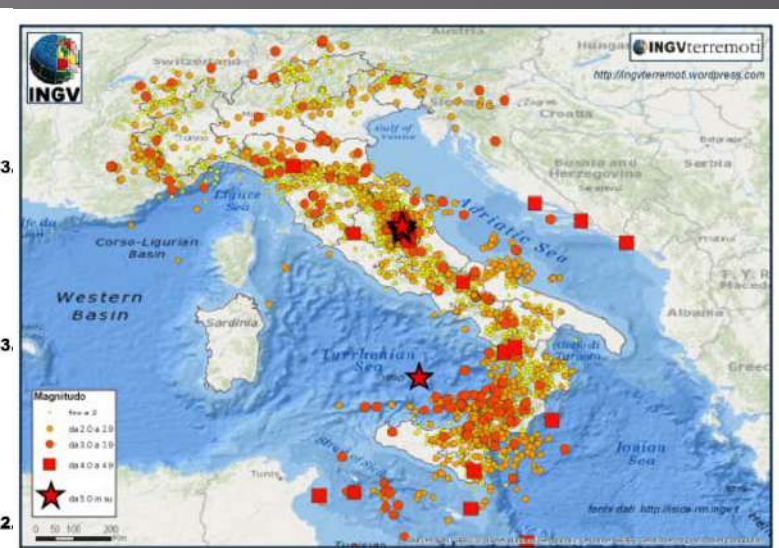
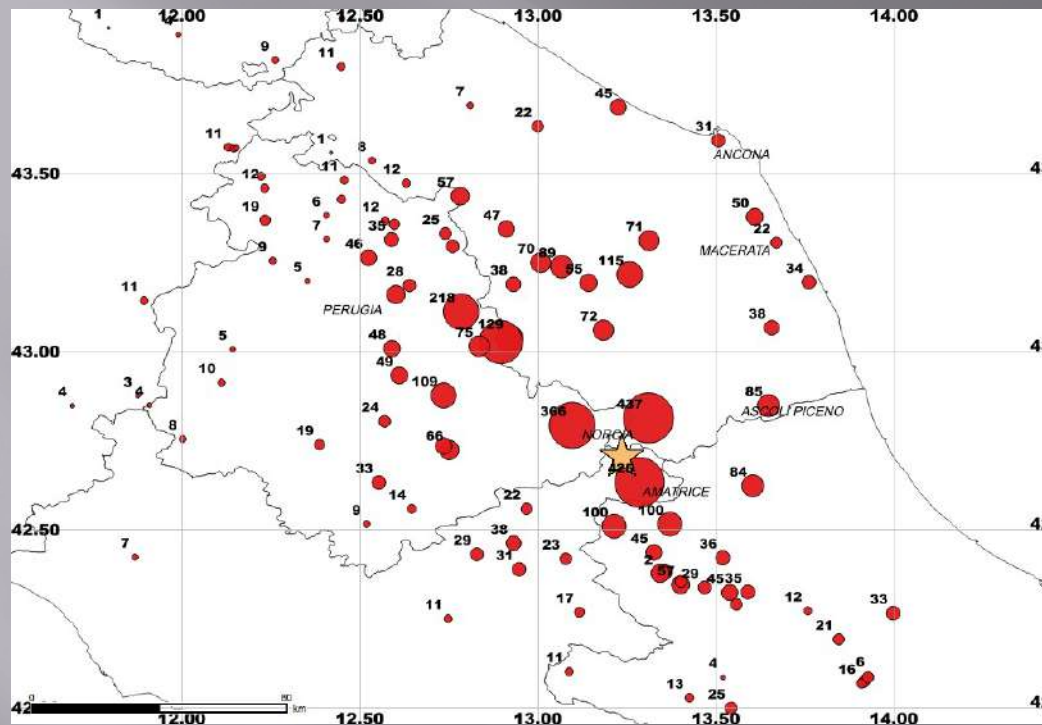
N.T.C. 2008 → N.T.C. 2018

D.G.R. Lazio 375/2016 → Regolamento
Sismico n. 26 (ottobre 2020) → D.G.R.
Lazio 189 (aprile 2021)

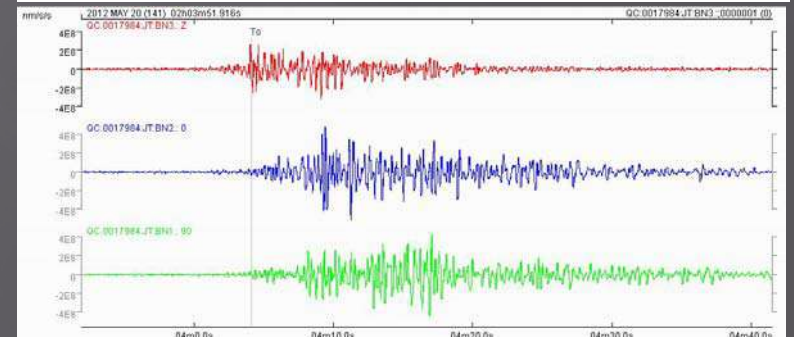
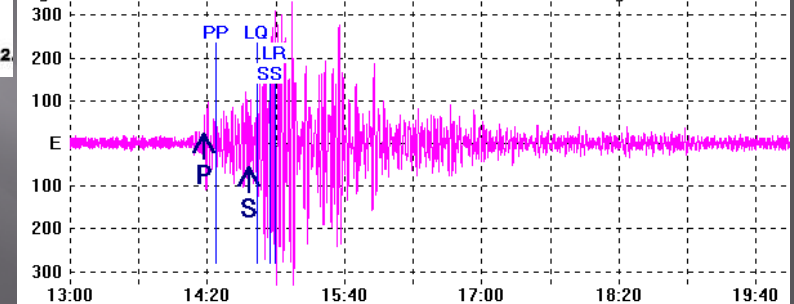
D.G.R. Lazio 490/2011 → D.G.R. Lazio
155/2020 (M.S. Liv. 2)

D.G.R. Lazio 489/2012 → D.G.R. Lazio
493/2019 → D.G.R. Lazio 793/2020

***DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DEL
TERRITORIO
(Nazionale e Regionale)***

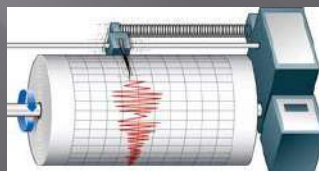


Start: 10/04/97 18:13:00 UTC Station: CARRARA ITALIA 44.005N 10.006E Samples: 136
 Comment: SISMA COLFIORITO (PG) M. 4.3 Max/Min: 370/-370 X: 7:00 Y: -3
 Event Mag: ML 4.3
 Org: 18:13:40.4 P: 18:14:15.9 S: 18:14:42.4 Diff: 26.5sec Dist: 2.16deg 240km 149mi Ma



COME SI MISURA UN TERREMOTO ?

COME SI LOCALIZZA UN TERREMOTO?



Rete Sismica IV Italian Seismic Network

DOI (Digital Object Identifier): 10.13127/SD/X0FXNH7QFY

Metadata (DataCite): JSON, XML

Data inizio: 1988-01-01T00:00:00

Data Fine: -

Restrizione Dati: open

Download StationXML

Numero di stazioni: 626

Citazione bibliografica:

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). (2005, December 13). Rete Sismica Nazionale (RSN). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/SD/X0FXNH7QFY>

[Clicca qui per generare la citazione usando un altro standard bibliografico](#)

Descrizione:

The Italian National Seismic Network (Italian: Rete Sismica Nazionale, RSN) is the nationwide permanent seismological network operated by the National Institute for Geophysics and Volcanology (Italian: Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, INGV) with contributions from collaborating institutions and observatories. Initially, it was deployed mainly as a seismic monitoring facility and over the years has grown both in quantity and in quality of the installed instruments. Thereby it also gained importance as a valuable research infrastructure. It now consists of various types of seismic sensors, i.e. short period, broadband and accelerometric instruments, which are collocated at many sites, and it is the largest Italian seismological network by number of sensors and by geographical extent. All stations are connected to the datacentre through a variety of technologies and are transmitting sensor data in real time. Data is distributed through the Orfeus European Integrated Data Archive (EIDA) federation and International Federation of Digital Seismograph Networks (FDSN) standard protocols under an open definition compliant license.

Licenza: CC BY 4.0



626 Stazioni sismiche dislocate su tutto il territorio nazionale e tutte teleconnesse con la sala sismica INGV



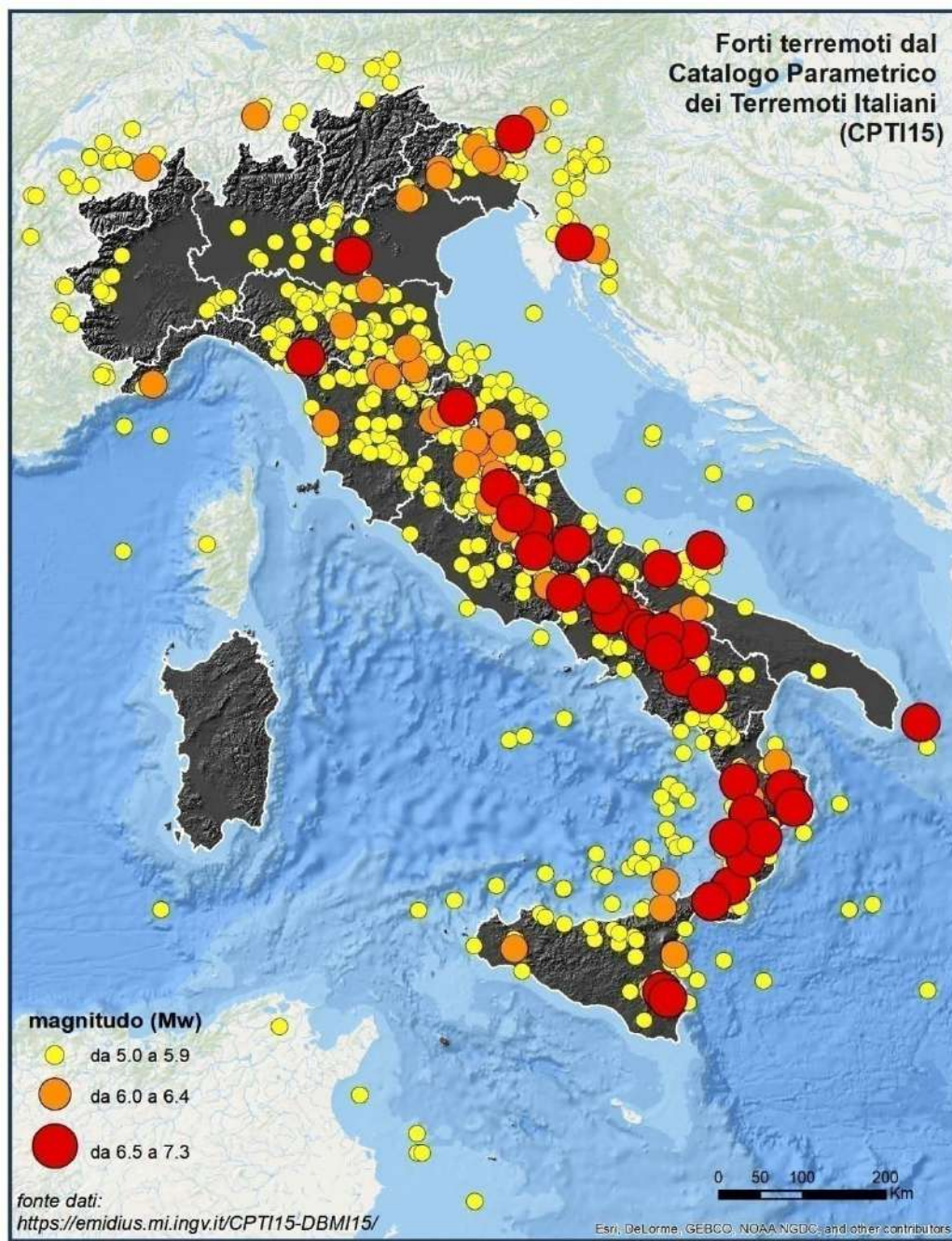
I segnali sismici e le fasi provengono dalla Rete Sismica Nazionale Italiana (IV) o da altre reti locali, regionali e nazionali che appartengono ad altre istituzioni italiane o estere. Per un totale di circa 1200 stazioni.

Reti		
Codice	Nome	Numero di stazioni
1J	Piccoli temporary local-network	13
3A	Seismic Microstation Network, 2016 Central Italy	56
8D	INOV temporary network for seismic monitoring of the island of Vulcano to increase volcanic activity (Italy, Italy)	5
4A	Emerito Seismic Network for Site Effect Studies in Uquile town, Central Italy	12
4G	NEBA-JRA1 Asponi basin experiment, Greece	16
4P	INOV-Lin Tuveto/GeoSens-OSG Contribution to Adriatic Temporary Network	5
5J	FURTHER seismic network	6
5H	The Seismic Passer Array experiment	6
7C	Urban Seismic Network (RUSH-CAL-INO)	5
7P	Snow Avalanches Seismic Monitoring around Sibilla Mount (Central Italy)	3
AG	Albanian Seismic Network	16
BA	Universita dello Basilicata Seismic Network	1
CH	Switzerland Seismological Network	16
CR	Croatian Seismograph Network	5
FR	French Broadband and Accelerometric Seismological Network	6
GE	GEOPON Global Seismic Network	1
GJ	Regional Seismic Network of North Western Italy	26
HL	National Observatory of Athens Seismic Network	2
IT	Italian Strong Motion Network	47
IV	Italian Seismic Network	626
IX	Irish Seismic Network, Italy	31
PA	Parla University Calabria	6
ML	Malta Seismic Network	2
MW	Mediterranean Very Broadband Seismographic Network	37
NE	North-East Italy Broadband Network	14
OE	Austrian Seismic Network	2
OT	OTRIONS Local Seismic Network, Apulia, Italy	15
OR	North-East Italy Seismic Network	19
RO	CAS/IASB Seismic Network, Hanoi	2
RF	Real Veneto Delle Accelerometric network Italy	1
SI	Sicilian Network, Italy	7
SL	Slovenian Seismic Network	3
ST	Stanislo Seismic Network, Italy	8
TV	INOV Experiments Network	67
VII	Vipe Interferometric Antenna for Gravitational Waves Detection	2
XJ	INOV SIGMO emergency seismic network for Salerno, Italy	4
XE	POLLING - Near Fault Observations	16
XX	Temporary network seismic in Central Calabria	2
XO	EMERSTO Seismic Network, 2016 Central Italy	46
YI	INOV SIGMO Emergency Seismic Network for Northern Marche Coast, Italy	8
YO	Seismic Emergency for Molise Italy by Sismilo	3
ZB	Alghero Seismic Network (AAGN) temporary component	16
Z4	INOV SIGMO Emergency Seismic Network for Chieti-Frosinone, Italy	3
ZM	Seismic Emergency for Ischia by Sismilo	6

I forti terremoti del passato dall'anno 1000 al 2014 circa 4500 terremoti

La grandezza del simbolo
è proporzionale alla
magnitudo stimata M_w
ed è una approssimativa
rappresentazione in
pianta del volume di
roccia coinvolto dalla
rottura. *In mappa quelli
di $M_w \geq 5.0$.*

I terremoti in rosso hanno
 $M_w \geq 6.5$



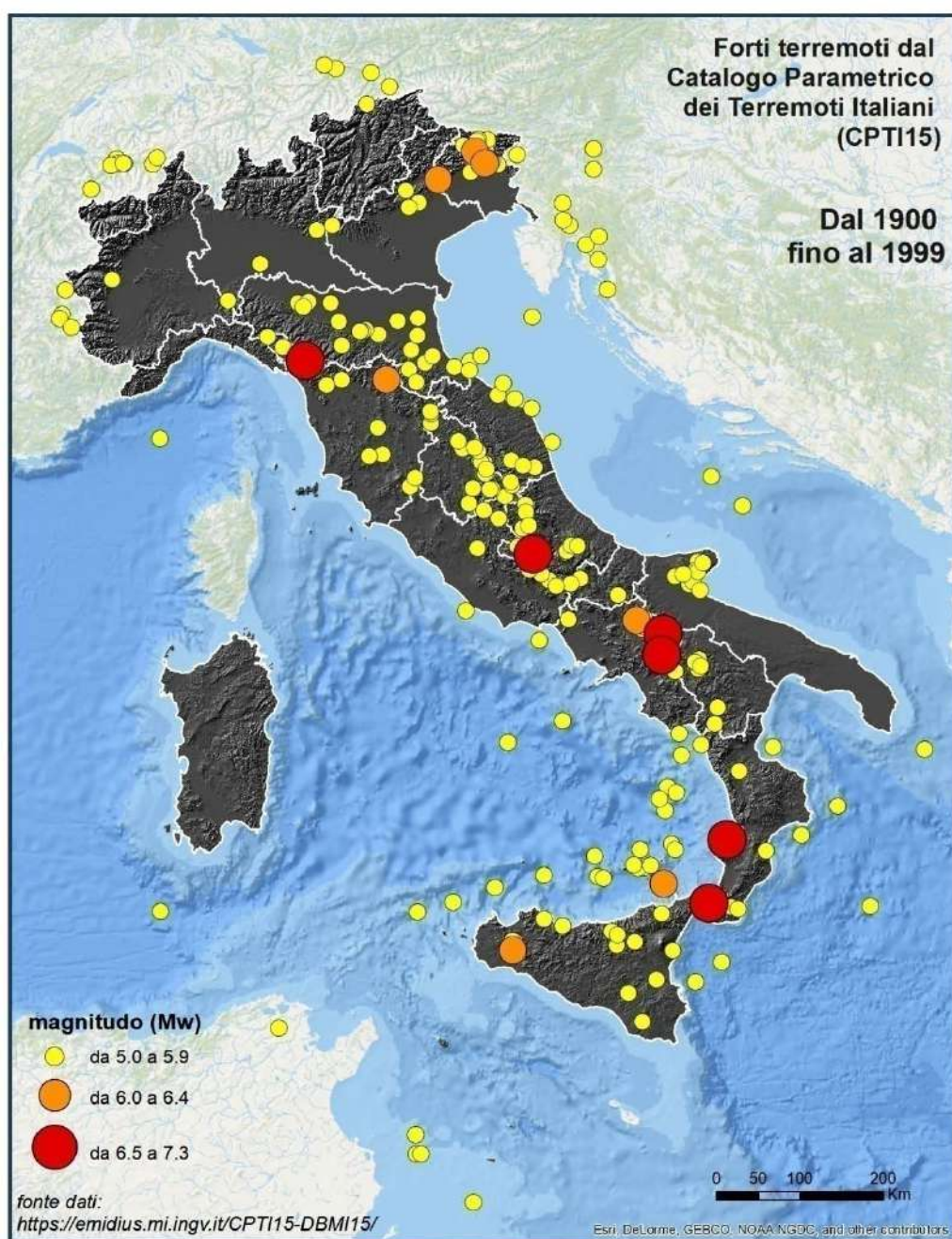
Terremoti sopra la soglia del danno [CPTI15]

I forti terremoti del secolo scorso

dall'anno 1900 al 1999

La grandezza del simbolo è proporzionale alla magnitudo stimata M_w ed è una approssimativa rappresentazione in pianta del volume di roccia coinvolto dalla rottura. *In mappa quelli di $M_w \geq 5.0$.*

I terremoti in rosso hanno $M_w \geq 6.5$



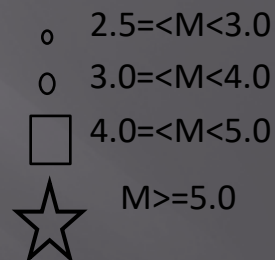
Terremoti sopra la soglia del danno [CPTI15]

La sismicità dal 2000 al 2012

Profondità

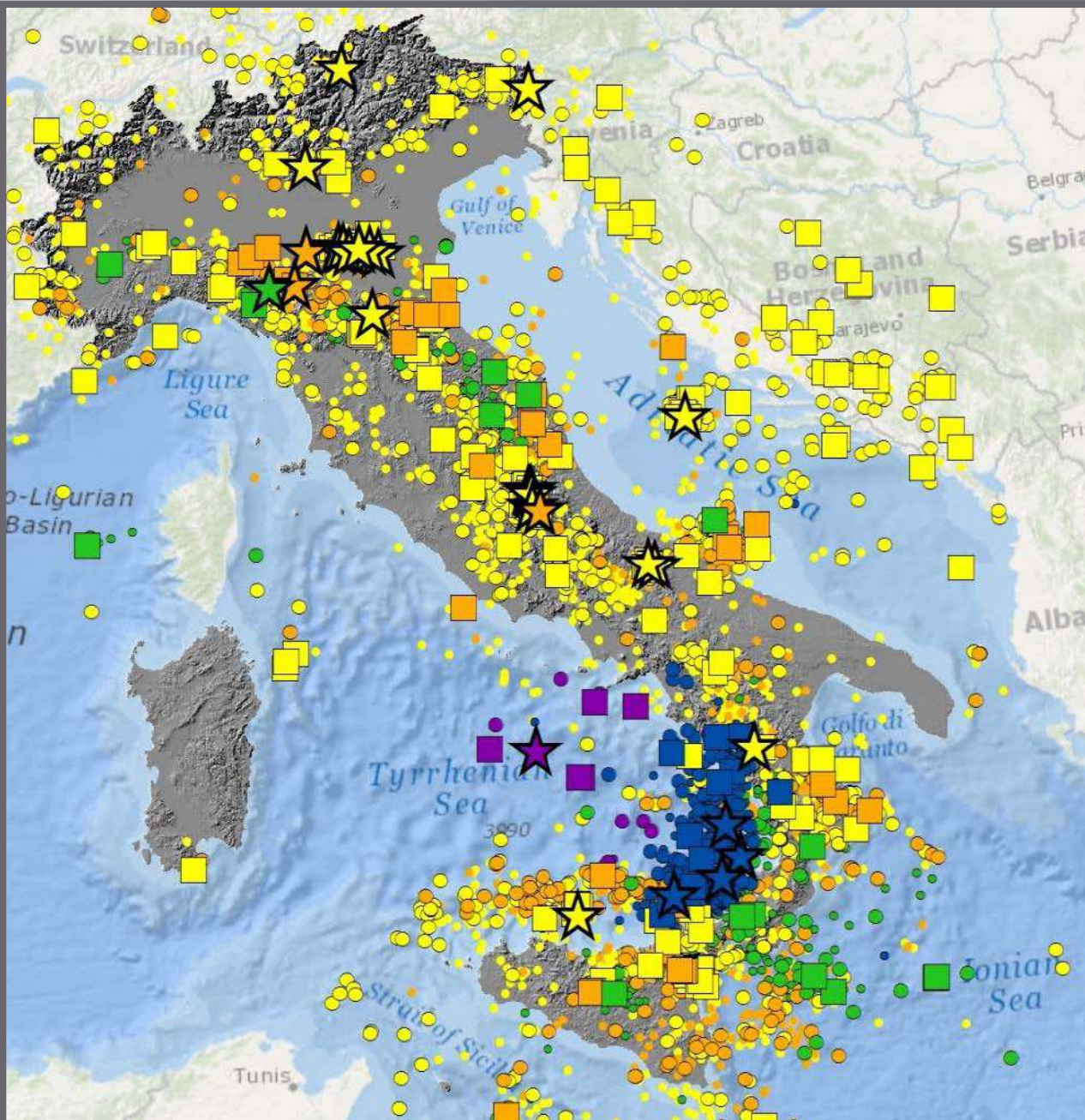


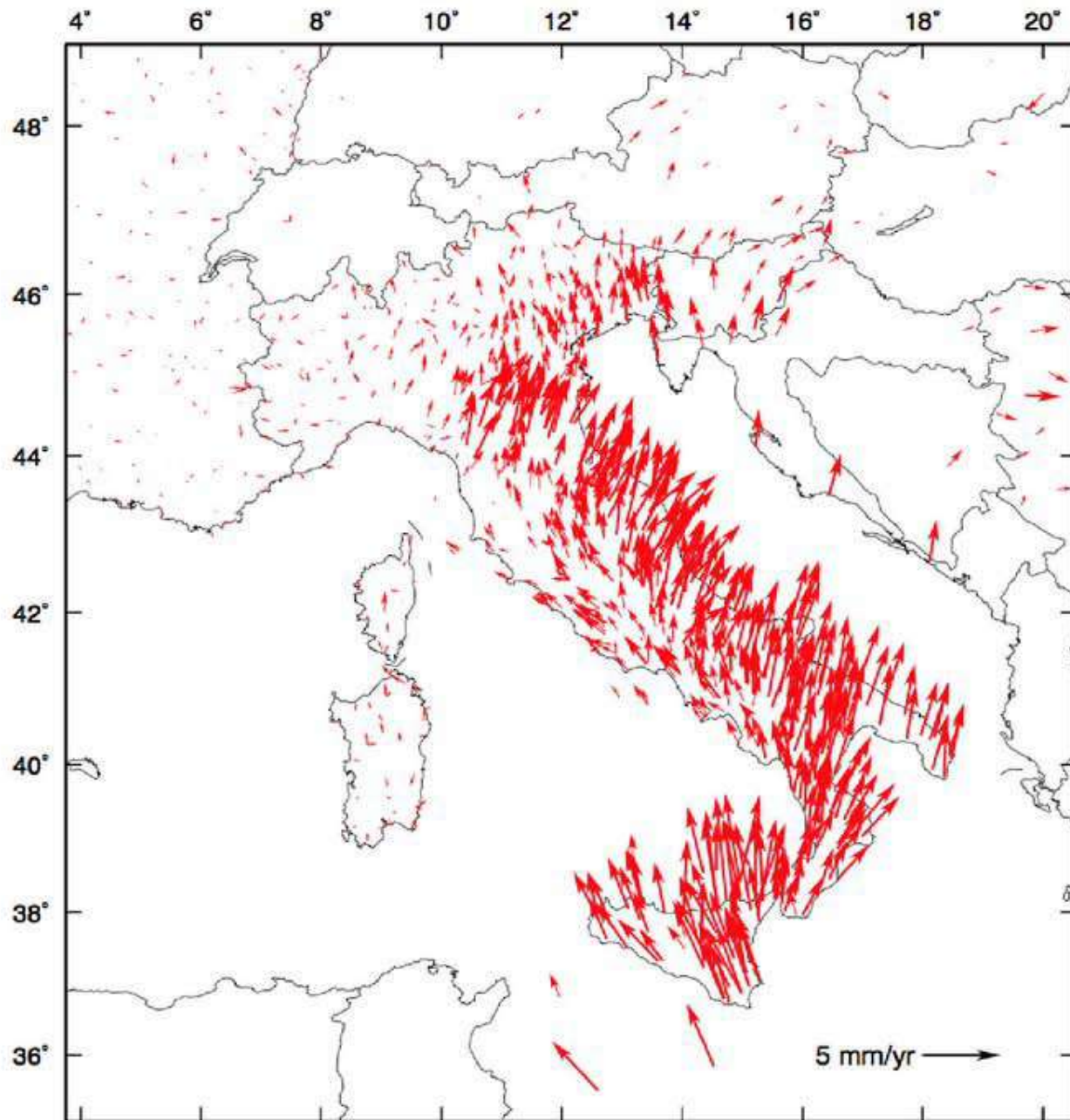
Magnitudo



Terremoti con $M \geq 2.5$

CSI e www.iside.ingv.it





GPS data

- GPS velocity field from CNT-Geodetic Analysis Working Group (Devoti et al., 2016)
- 934 continuous CGPS
- Min. obs. interval 3.5 yrs
- 84 stations excluded (volcanic areas, discrepant with regional velocity)

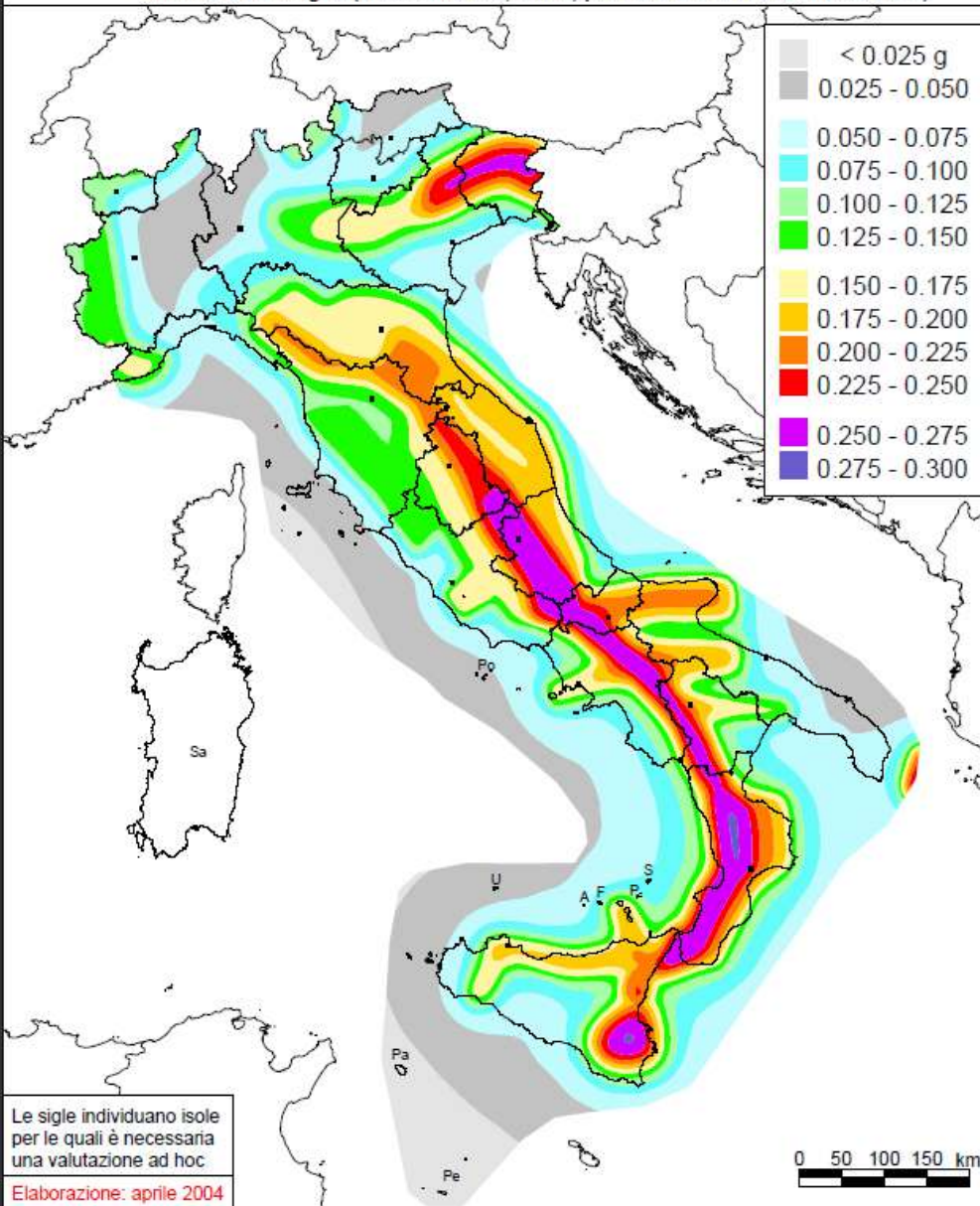


Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

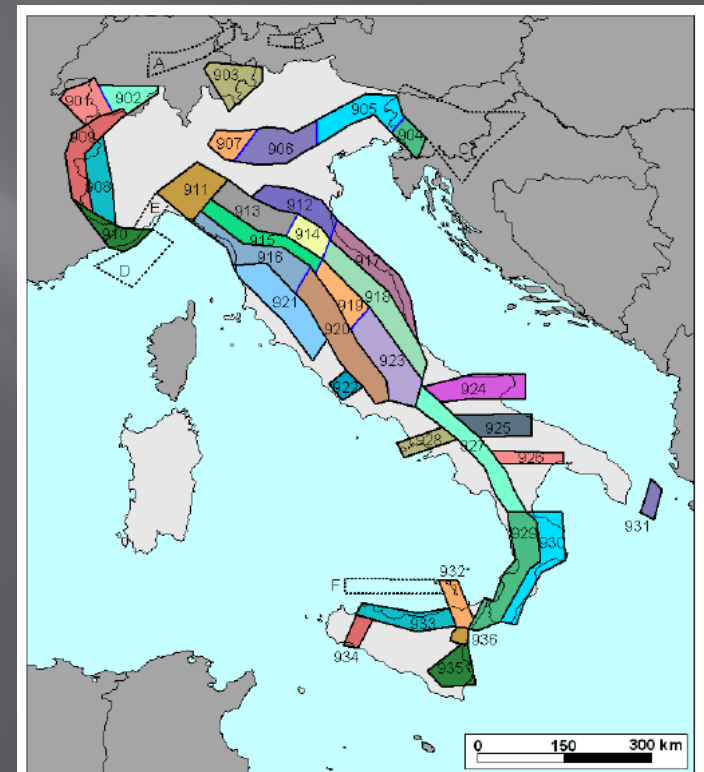
(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressa in termini di accelerazione massima del suolo
con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)



La pericolosità sismica, intesa in senso probabilistico, è lo scuotimento del suolo atteso in un dato sito con una certa probabilità di eccedenza in un dato intervallo di tempo, ovvero la probabilità che un certo valore di scuotimento si verifichi in un dato intervallo di tempo.





Modello di pericolosità sismica MPS04-S1

Selezione Mappa

Visualizza punti della griglia riferiti a: ☒

Parametro dello scuotimento:

Probabilità in 50 anni:

Percentile:

Periodo spettrale (sec.):

Ridisegna mappa

Navigazione

Scala:
(Valori consentiti: 50.000 - 5.000.000)

Scala:

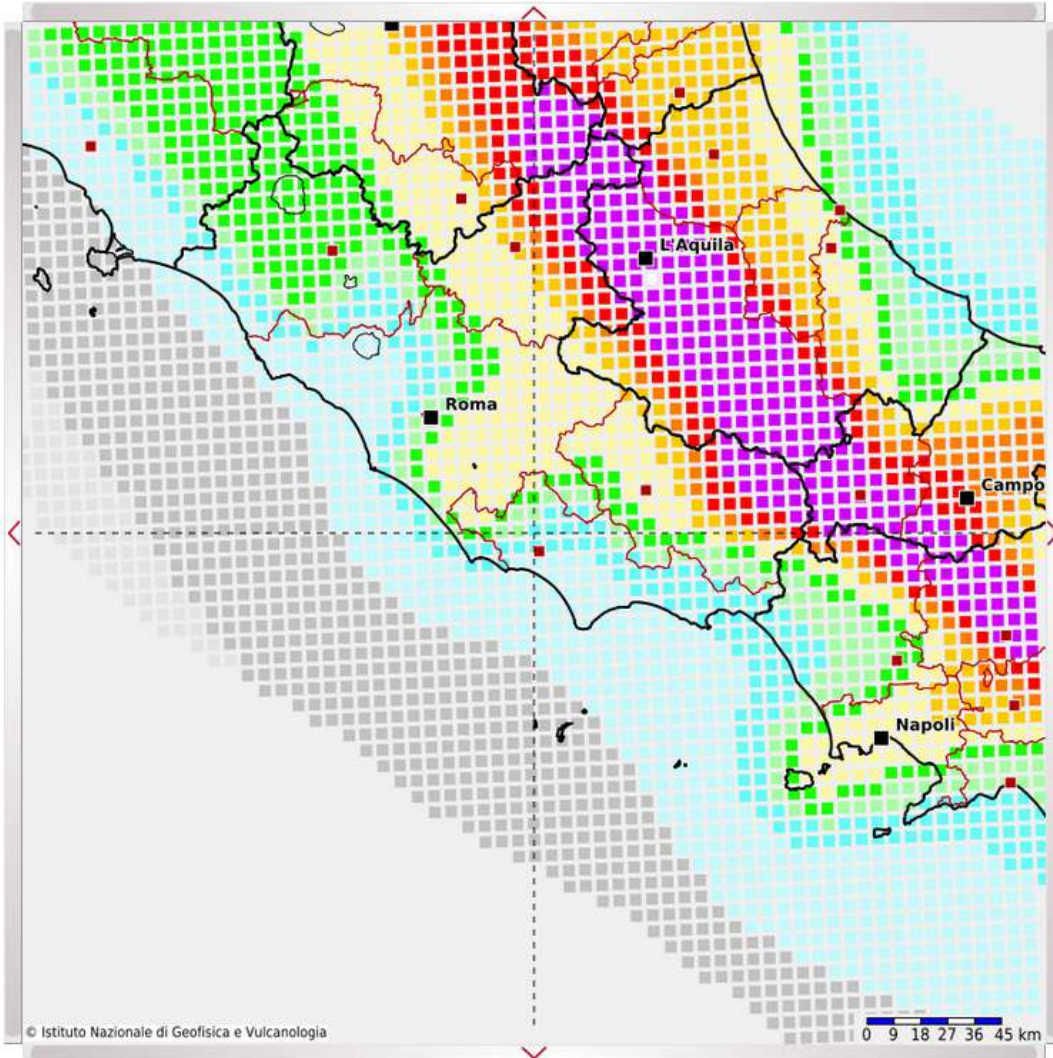
Coordinate del centro della mappa

Lat.:

Long.:

Ricerca Comune

Il nome contiene:



Legenda

< 0.025g
0.025-0.050
0.050-0.075
0.075-0.100
0.100-0.125
0.125-0.150
0.150-0.175
0.175-0.200
0.200-0.225
0.225-0.250
0.250-0.275
0.275-0.300
0.300-0.350
0.350-0.400
0.400-0.450
0.450-0.500
0.500-0.600
0.600-0.700
0.700-0.800
0.800-0.900
0.900-1.000
1.000-1.250
1.250-1.500
1.500-1.750
1.750-2.000

Copyright



© Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

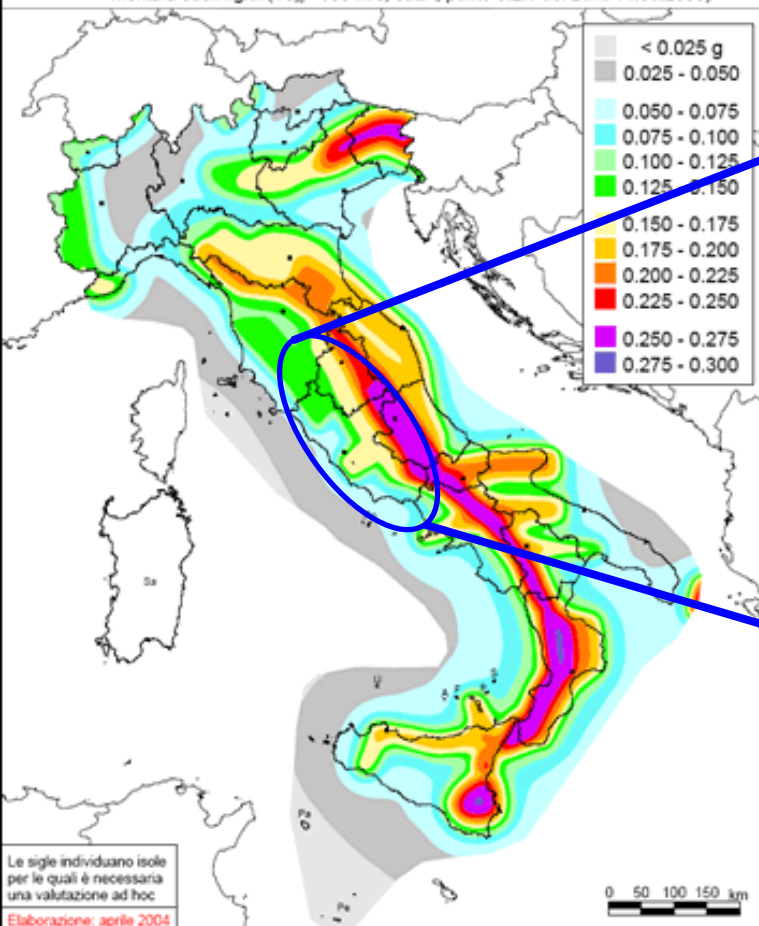
Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

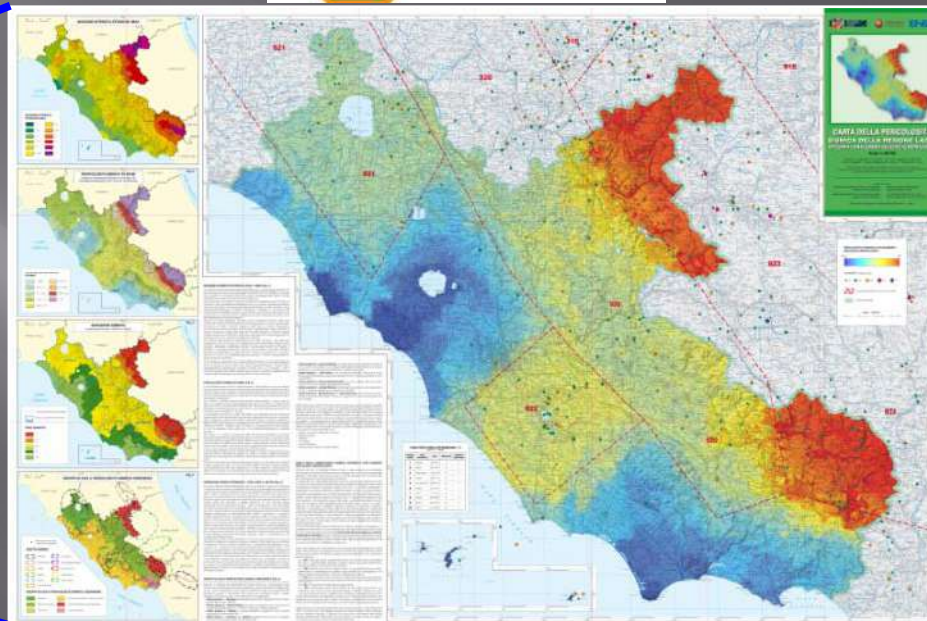
espressa in termini di accelerazione massima del suolo

con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ($V_{s,0} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)

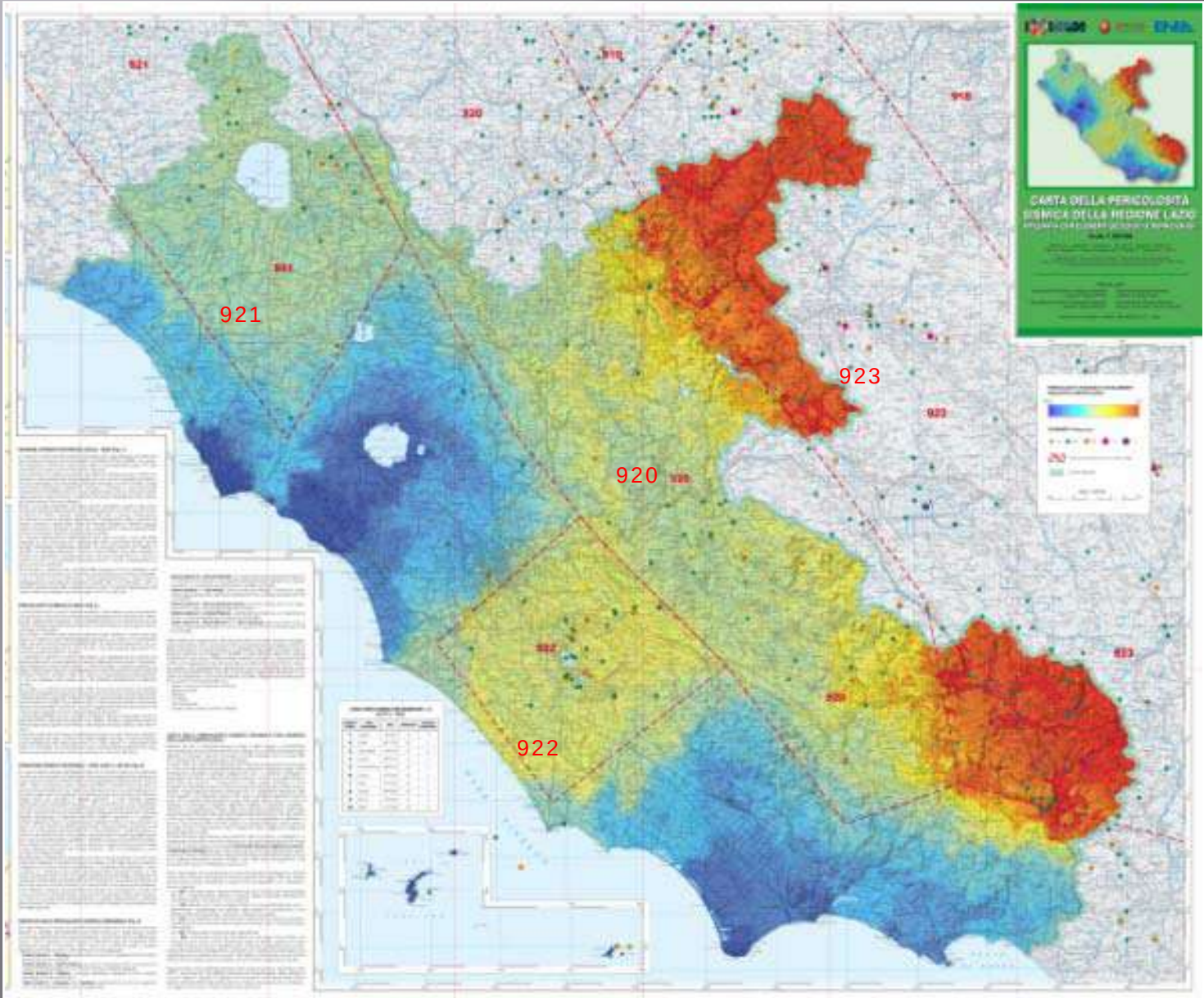


REGIONE
LAZIO



LO SCENARIO SISMICO

**Carta della Pericolosità Sismica della Regione Lazio
combinata con elementi geologici e geomorfologici
ENEA – Regione Lazio**



**Zone Sismogenetiche
(Progetto ZS9)**

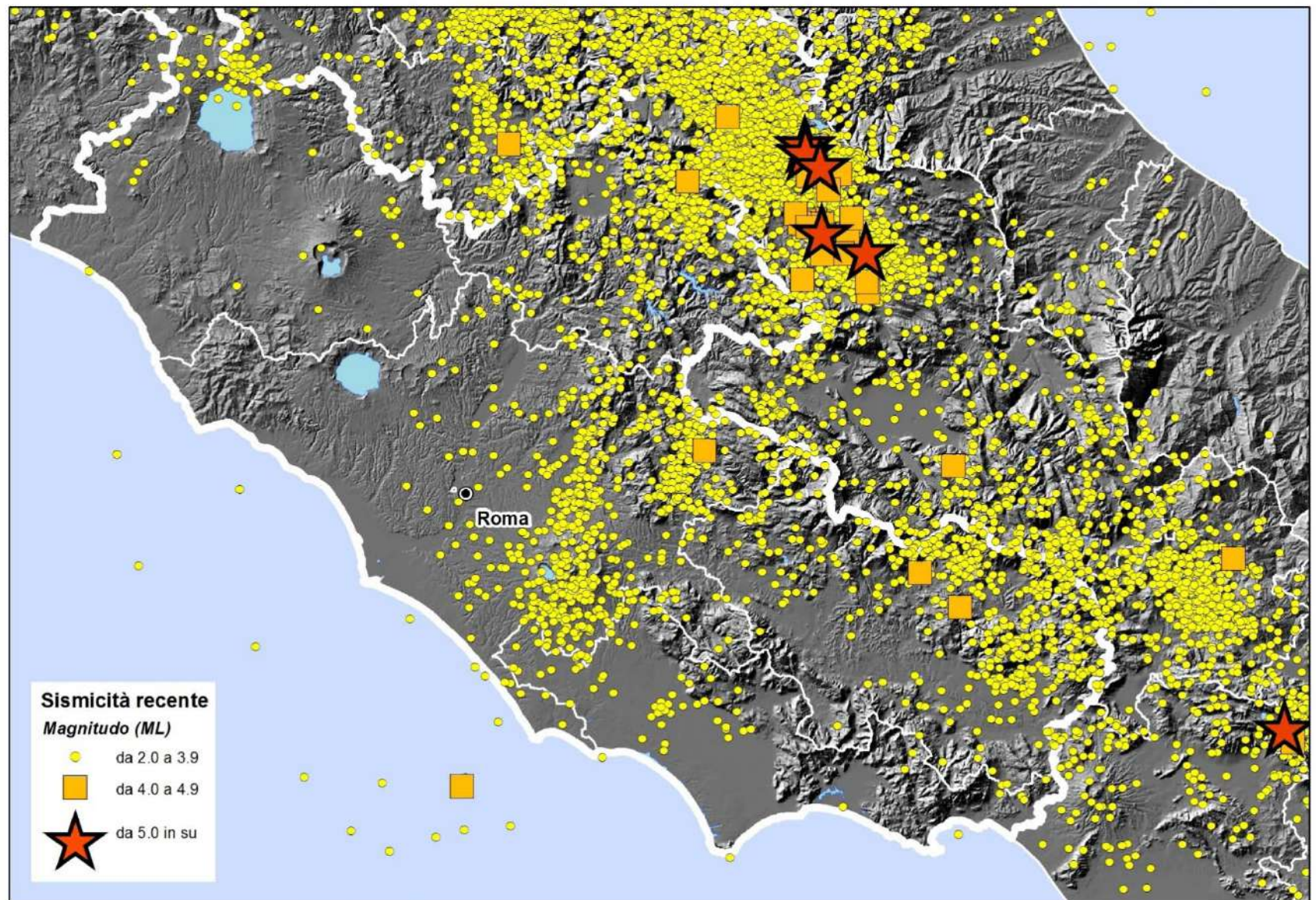
**920 – Settore
tirrenico a tettonica
distensiva “sismicità
bassa con sporadici
eventi a M
relativamente
elevata”**

**921 – Area Vulsina
caratterizzata da
elevato flusso di
calore; “diffusa
sismicità di energia
moderata, con pochi
eventi a M più
elevata”**

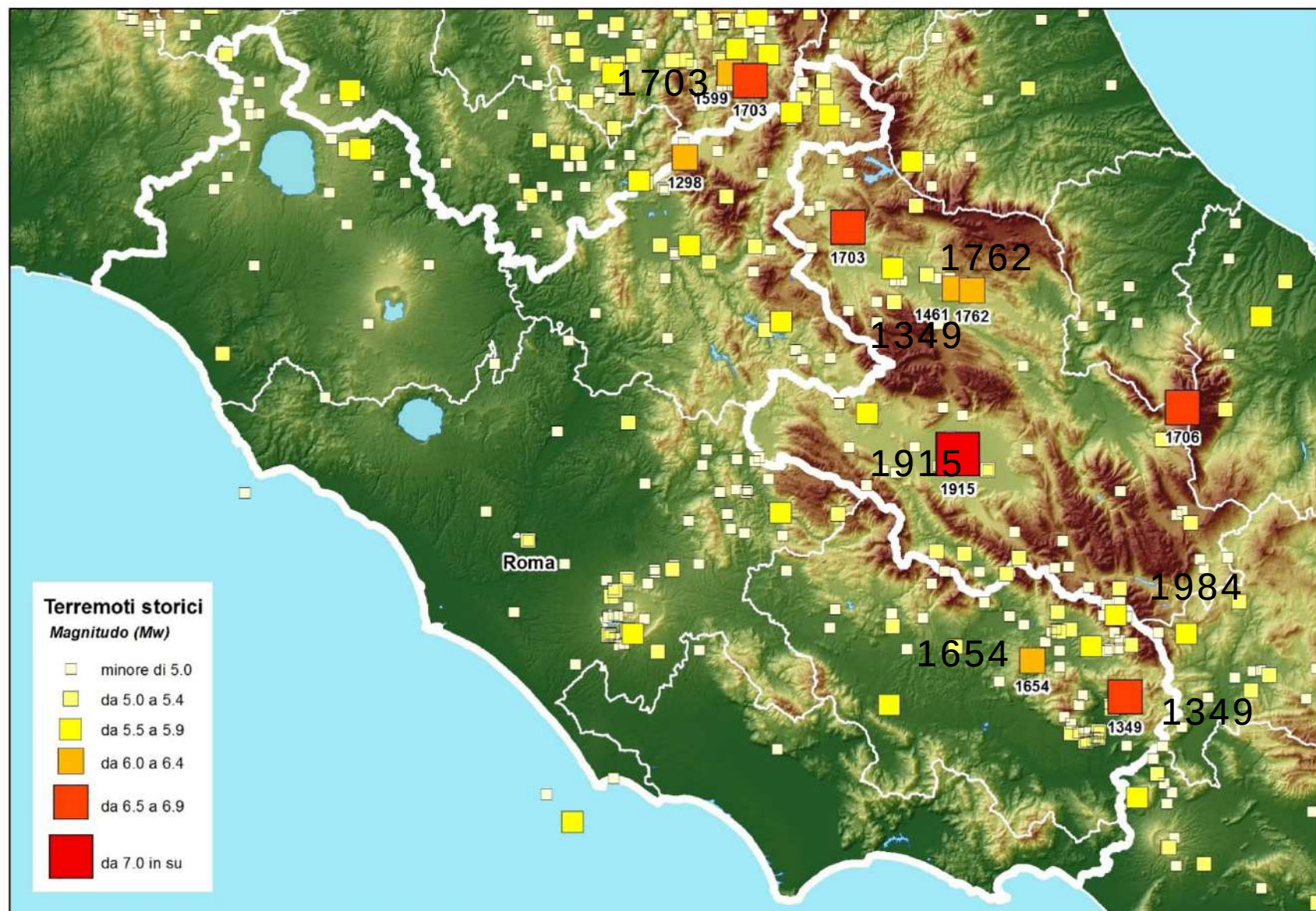
**922 – Area Colli
Albani “sismicità
diffusa con moderato
rilascio di energia e
pochi eventi a M più
elevata”**

**923 – area che
include le “sorgenti
sismogenetiche
responsabili dei
terremoti a M più
elevata che hanno
interessato
l’Appennino centrale”**

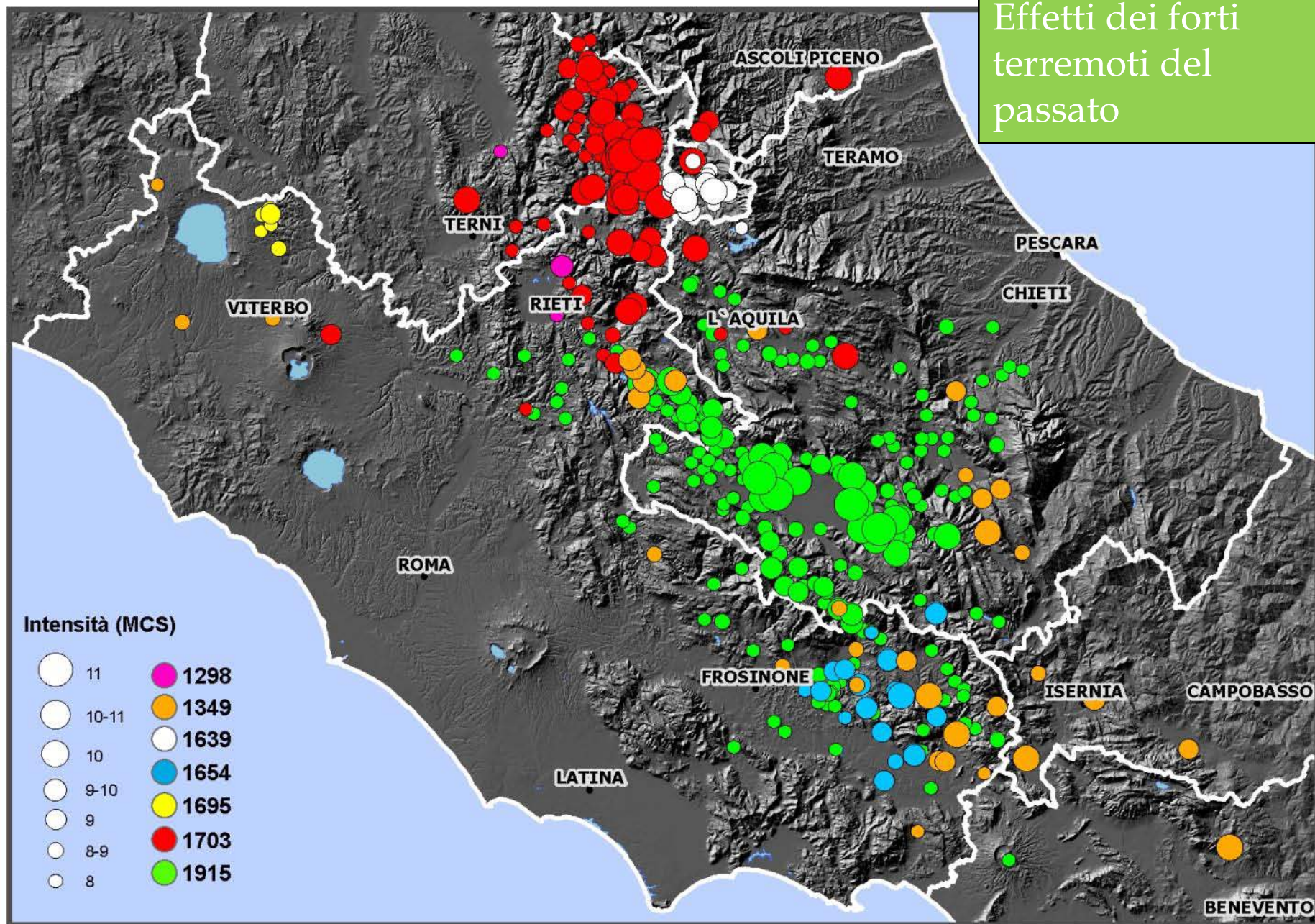
La sismicità dal 1981 al 2014



La sismicità storica



Effetti dei forti
terremoti del
passato



<https://www.ingv.it/>

<http://zonesismiche.mi.ingv.it/>

<https://www.ogs.it/it>

UNIVERSITA'

<https://www.usgs.gov/>

<https://www.eri.u-tokyo.ac.jp>

<http://www.eprc.eri.u-tokyo.ac.jp/>

<http://www.eic.eri.u-tokyo.ac.jp/index-e.html>

<https://www.data.jma.go.jp>

<https://www.jishin.go.jp>



REGIONE
LAZIO

Direzione Regionale Ambiente
Area Difesa del Suolo

ZONAZIONE SISMICA DELLA REGIONE LAZIO

DGR n. 387/2009 e n. 835/2009



Zonazione Sismica

-  Zona Sismica 1 - 42 UAS
-  Sottozona Sismica 2A - 20 UAS
-  Sottozona Sismica 2B - 250 UAS
-  Sottozona Sismica 3A - 59 UAS
-  Sottozona Sismica 3B - 31 UAS
-  laghi

0 5 10 20 30 40 50
 Km



Parte Seconda

**Effetti di sito e Pianificazione
Territoriale**

La Microzonazione Sismica

PIANIFICAZIONE TERRITORIALE



MICROZONAZIONE SISMICA