



Il ruolo della scala Mercalli e i suoi successori

Tavola rotonda in occasione del centenario della scomparsa di Giuseppe Mercalli
31 marzo 2014- PAN - Napoli

Sabina Porfido
CNR-IAMC-Napoli

sabina.porfido@iamc.cnr.it



Come si misura la forza di un terremoto ?

**Intensità
(Dati macrosismici)**



Effetti sull'ambiente, sull'uomo e sulle
strutture antropiche

ampia finestra temporale
(documentazione storica > di 2.000 anni)

**Magnitudo
(Dati strumentali)**



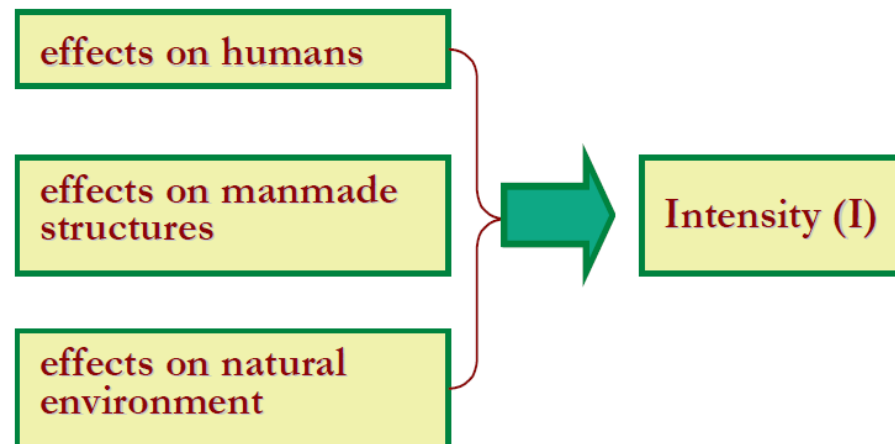
Movimento oscillatorio
del terreno

finestra temporale stretta (metà XX sec.)

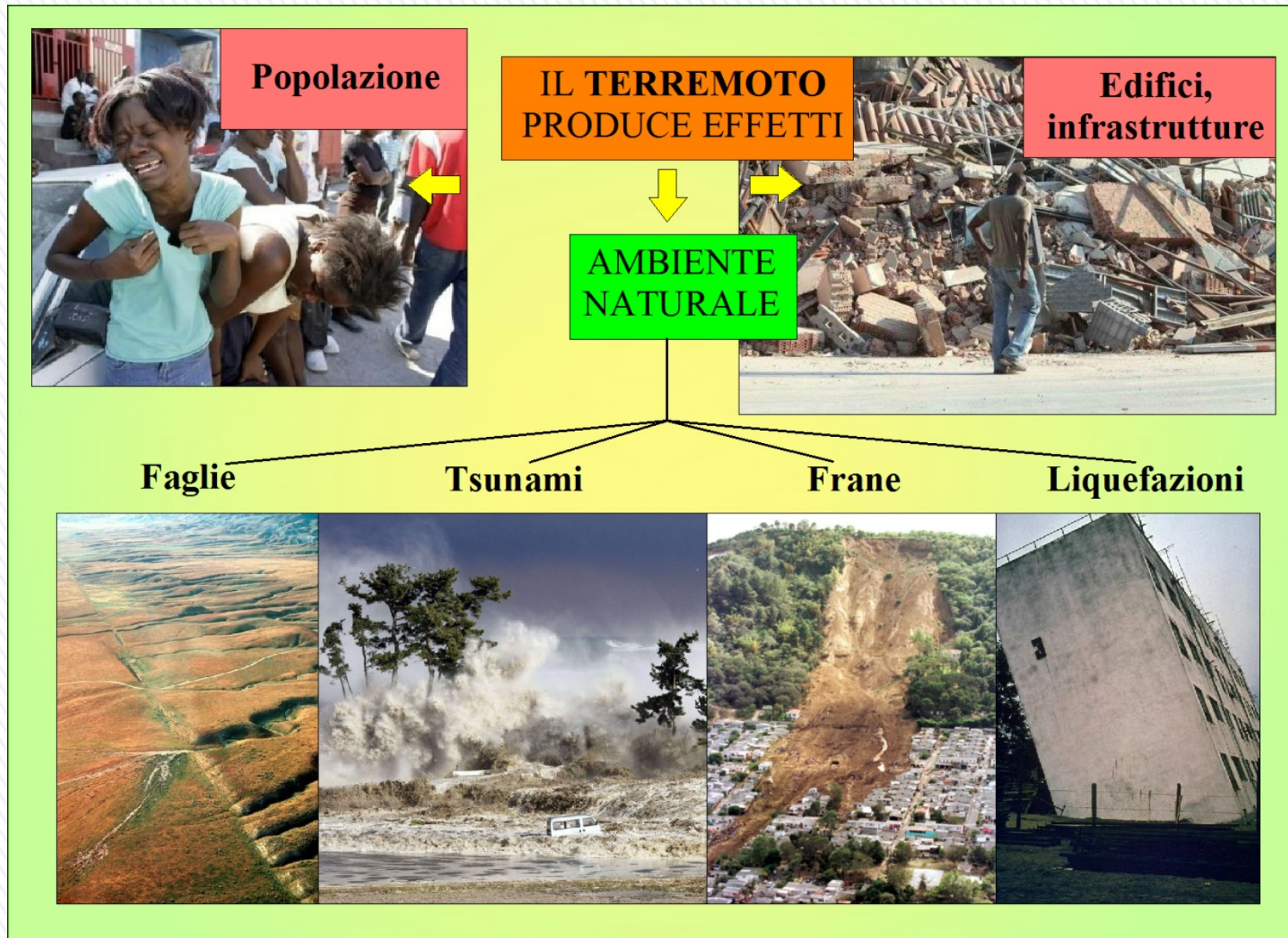
Definizione di intensità

L'Intensità di un terremoto può essere misurata attraverso gli effetti che esso produce. ***Intensity is by definition a classification of observed effects.***

L'intensità è la misura dello scuotimento basata sugli effetti reali dello scuotimento sulle cose.



Intensità ed effetti sull'uomo, sulle cose e sull'ambiente fisico



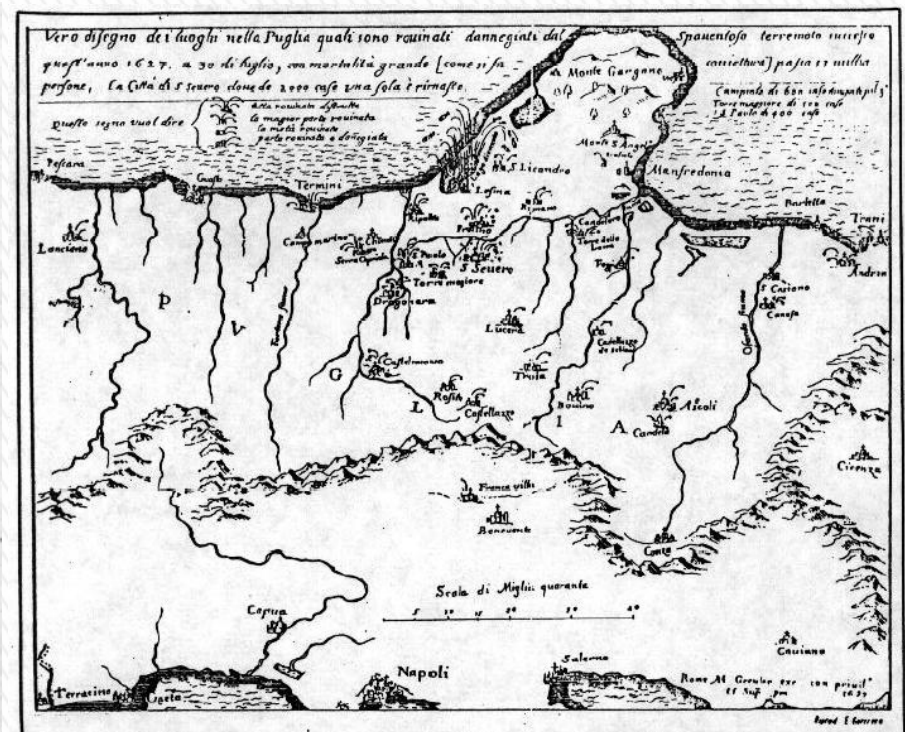
ANTESIGNANI

SCIENZIATI

Nome della Scala	Acronimo	Data	Livelli di intensità	Diffusione	Descrizione
Gastaldi		1564		Italia	Carta relativa al terremoto delle Alpi Marittime 1564 (dubbia)
de Poardi		1627		Italia	Carta del terremoto del 1627 in Puglia
Pignataro		1783		Italia	5 livelli: leggero, moderato, forte, molto forte, violento
Egen		1828		Sud Europa	Sei livelli di danneggiamento
de Rossi		1874	10	Sud Europa	
Forel		1881	10	Sud Europa	
Rossi-Forel	RF	1883	10	Sud Europa	Usata per circa 20 anni fino all'introduzione della Scala d'intensità Mercalli (1902). Ancora utilizzata nelle Filippine.
Mercalli		1883	6	Sud Europa	
Mercalli		1902	10	Sud Europa	Dieci livelli riscritti
Cancani		1904	12	Sud Europa	Modificata per i terremoti più forti con valori accelerazioni
Sieberg		1912	12	Sud Europa	Notevole ampliamento delle descrizioni dei gradi
Mercalli-Cancani-Sieberg	MCS	1923	12	Sud Europa/Mondo	Utilizzata ancora per continuità storica
Mercalli modificata	MM-31	1931	12	Sud Europa/USA	Wood-Neumann adattano la scala per gli USA
Mercalli modificata del 1956	MM-56	1956	12	Sud Europa/USA	
Medvedev		1953	12	Russia	Conosciuta anche come scala GEOFIAN
Medvedev-Sponheuer-Karnik	MSK-64	1964	12	URSS, Europa, India, Russia	Distingue tipologie costruttive e usa % di danno
	MSK-81	1981	12	Europa/URSS	
Scala macrosismica europea	EMS-98	1998	12	Europa/Mondo	Elevata differenziazione per tipologia edilizia e classi di danneggiamento
Scala macrosismica cinese	CSIS	1954	12	Cina	Scala Liedù
		1957	12	Hong Kong	
		1980	12		
Scala macrosismica giapponese	JMA	1884	4	Giappone, Taiwan	Scala Shindo
		1898	8		
		1908	8		
	JMA-96	1996	10		
Environmental Seismic Intensity Scale	ESI-2007	2004-2007	12	Europa/Mondo	Michetti, Esposito, Guerrieri, Porfido, Serva, Tatevossian, Vittori, Audemard, Azuma, Clague, Comerci, Gurpinar, McCalpin, Mohammadioun, Morner, Ota, Roghozin

Schema sintetico delle scale macrosismiche maggiormente in uso e loro diffusione.

Prima Mappa del danneggiamento del terremoto avvenuto in Puglia il 30 Luglio 1627 (de POARDI, 1627 e GREUTER, 1627)



Tutta rovinata distrutta
 La maggior parte rovinata
 La metà rovinata
 La quarta parte danneggiata

Il grande terremoto della Calabria del 1783, o meglio la grande crisi sismica del 1783- Osservazioni di Domenico PIGNATARO, 1783

Forza del tremuoto

F' leggieri

F'' mediocri

F''' forti

F'''' più forti

F*

P R E F A Z I O N E.

IL Giornale Tremuotico, che da me si pubblica è diverso dall'altro la prima volta stampato. Fu quello compilato da varie relazioni giornalieri inviate al Governo; e questo al contrario opera di un dotto Fifico, e sperimentato Medico di *Monteleone* Dottor *D. Domenico PIGNATARO*, alla dicui gentilezza lo devo; e che per la sua esattezza, e per le diligenti osservazioni che contiene, merita non rimanere inosservato, ed inedito.

Il Compilatore del medesimo ha fatte in ogni Tavola del Giornale tre divisioni. La prima è destinata al tempo: la seconda al Tremuoto: la terza alle meteore. Nella prima si trovano in primo luogo notati i giorni del mese: in secondo luogo distinta la notte dal giorno: e finalmente divise tanto quella, quanto questo in due periodi, e segnate le ore delle scosse secondo l'orologio *Italiano*. Inoltre accanto a' numeri, che segnano i giorni vi sono notate le fasi della *Luna*, non perchè si creda, che abbiano influenza sul Tremuoto; ma solo acciocchè le avesse pronte nel fare le sue riflessioni chi glie ne volesse dar molta. Esse sono notate al tempo medio delle ore *Astronomiche*: e perchè sono segnate secondo l'*Esemeridi* del fu celebre *Bolognese* Astronomo *ZANNOTTI*, vi sono aggiunti li m'. 21, che dà la differenza *Orientale* fra *Monteleone*, dove è stato fatto il Giornale, e *Bologna*; differenza, che risulta dalle osservazioni di un celebre, e dotto Astronomo di tale Città della *Calabria* *D. Francesco Maria FRANCA*, che ne ha stabilita la longitudine di gr. 34. 18', e 8".

Nella colonna della seconda divisione destinata alla forza del Tremuoto notate, e distinte vi sono le scosse leggieri dalle mediocri, queste dalle forti, e le forti da quelle, nelle quali la forza è stata anche maggiore; chiamando le leggieri F', le mediocri F'', le forti F''', e le più forti F'''' . Di più poche scosse, che non sono state giudicate alle altre paragonabili, sono notate con il distintivo di una Croce †.

Quasi vuota resta la colonna che siegue; poichè non è sempre riuscito di rilevar la durata del Tremuoto. Non è così grande, ma grande è pure il vuoto, dove si notano le qualità, la divisione, e gli altri

A

fin-

Scala sismica Mercalli

I. — Scossa **strumentale**, cioè segnalata dai soli strumenti sismici.

II. **Molto leggera** (leggerissima) avvertita solamente da qualche persona in condizioni di perfetta quiete, specialmente nei piani superiori delle case, ovvero da persone molto sensibili e nervose.

III. — **Leggera**, avvertita da parecchie persone, ma poche relativamente al numero degli abitanti di un dato paese; si dice che fu *appena sentita* senza nessuna apprensione, e, in generale, senza accorgersi che fosse terremoto, se non dopo saputo che altri hanno pure avvertito il fenomeno.

IV. — **Sensibile o mediocre**, avvertita non generalmente, ma da molte persone nell'interno delle case però da pochi al piano terreno, senza spavento, ma con tremito d'infissi, di cristalli, scricchiolio d'impalcature, leggera oscillazione di oggetti sospesi.

V. — **Forte**, avvertita generalmente nelle case, ma da pochi nelle strade: con risveglio di persone addormentate, con spavento di alcuni, sbattere d'uscii, suono di campanelli, oscillazione piuttosto ampia di oggetti sospesi, arresto d'orologi.

VI. **Molto forte**, avvertita da tutti nelle case e da molti con spavento e fuga all'aperto, caduta di oggetti nelle case, caduta di calcinacci con qualche lesione leggera negli edifici meno solidi.

VII. — **Fortissima**, avvertita con spavento generale e fuga dalle case, sensibile anche nelle strade, suono di campane da torre; caduta di fumioli e di tegole; lesioni negli edifici numerose, ma in generale leggere.

VIII. **Rovinosa**, avvertita con grande spavento, rovina parziale di alcune case e lesioni generali e considerevoli nelle altre senza vittime o solamente con qualche disgrazia personale isolata.

IX. **Disastrosa**, con rovina totale o quasi di alcune case, lesioni gravi in molte altre, tali da renderle inabitabili; vittime umane non molto numerose, ma sparse in diversi punti degli abitati.

X. **Disastrosissima**, con rovina di molti edifici e molte vittime umane, spaccature nel suolo, scoscendimenti nelle montagne, ecc.

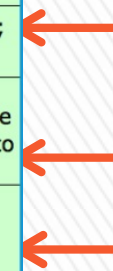
Nel giudicare dell'intensità delle scosse dai loro effetti, bisogna tener calcolo del complesso dei danni e delle loro rovine piuttosto che di qualche fatto isolato, il quale spesso trova la sua ragione nelle condizioni particolari di qualche edificio più che nella intensità della scossa; e specialmente devesi badare se la popolazione si trovava al momento del terremoto nelle case o nelle vie, raccolta nelle chiese o nei teatri.



Terremoto ligure del 23/2 /1887
(cortesia biblioteca Osservatorio vesuviano)

Scala MCS

MERCALLI-CANCANI-SIEBERG			
grado	denominazione della scossa	accelerazione massima (in mm/s^2) impressa al suolo	caratteristiche ed effetti
I	strumentale	0-2,5	avvertita solo dagli strumenti sismici
II	leggerissima	2,5-5	avvertita solo da qualche persona in opportune condizioni
III	leggera	5-10	avvertita da poche persone
IV	mediocre	10-25	avvertita da molte persone; tremito di infissi e cristalli, e leggere oscillazioni di oggetti appesi
V	forte	25-50	avvertita anche da persone addormentate, caduta di oggetti
VI	molto forte	50-100	qualche leggera lesione negli edifici
VII	fortissima	100-250	caduta di fumaioli, lesioni negli edifici
VIII	rovinosa	250-500	rovina parziale di qualche edificio; qualche vittima isolata
IX	disastrosa	500-1000	rovina totale di alcuni edifici e gravi lesioni in molti altri; vittime umane sparse ma non numerose
X	disastrosissima	1000-2500	rovina di molti edifici; molte vittime umane; crepacci nel suolo
XI	catastrofica	2500-5000	distruzione di agglomerati urbani; moltissime vittime; crepacci e frane nel suolo; maremoto
XII	grande catastrofe	> 5000	distruzione di ogni manufatto; pochi superstiti; sconvolgimento del suolo; maremoto distruttivo



Scale di Intensità secolo XX

Intensità

Scala MCS (Mercalli – Cancani – Sieberg), 1923

non tiene conto del tipo di fabbricati (buona per i terremoti storici)

Scala MM (Modified Mercalli), 1931

Scala MM (Modified Mercalli), 1956,

tiene conto del tipo di fabbricati (4 classi) ma non della qualità

Scala MSK (Medvev – Sponheuer - Karnik), 1964, 81

tiene conto del tipo di fabbricati (3 classi) e di 5 gradi di danneggiamento (%)

Scala EMS (European Macroseismic Scale), 1992/1998
tiene conto del tipo di fabbricati (6 classi) e di 5 gradi di danneggiamento (%)

influenza della tipologia costruttiva

» **MODIFIED MERCALLI INTENSITY SCALE OF 1931**

"Modified Mercalli Intensity Scale of 1931" , proposed by H. O. Wood and F. Neumann .

1 (I). Not felt except by a very few under especially favorable circumstances.

2 (II). Felt only by a few persons at rest, especially on upper floors of buildings. Delicately suspended objects may swing.

3 (III). Felt quite noticeably indoors, especially on upper floors of buildings, but many people do not recognize it as an earthquake. Standing motor cars may rock slightly. Vibration like passing of truck. Duration estimated.

4 (IV). During the day felt indoors by many, outdoors by few. At night, some awakened. Dishes, windows, doors disturbed; walls make cracking sound. Sensation like heavy truck striking building. Standing motor cars rocked noticeably.

5 (V). Felt by nearly everyone; many awakened. *Knocked pictures against wall , or swung them out of place. Moved small objects, furnishings, the latter to slight extent.* Some dishes, windows, etc., broken; a few instances of cracked plaster; unstable objects overturned. Disturbance of trees, poles and other tall objects sometimes noticed. Pendulum clocks may stop.

6 (VI). Felt by all; many frightened and run outdoors. *Persons made to move unsteadily. Broke dishes, glassware, in considerable quantity, also some windows. Fall of knickknacks, books , pictures. Overturned furniture in many instances.* Some heavy furniture moved; a few instances of fallen plaster or damaged chimneys. Damage slight.

7 (VII). Everybody runs outdoors. Damage negligible in buildings of good design and construction; slight to moderate in well-built ordinary structures; considerable in poorly built or badly designed structures; some chimneys broken. Noticed by persons driving motorcars.

8 (VIII). Damage slight in specially designed structures; considerable in ordinary substantial buildings with partial collapse; great in poorly built structures. Panel walls thrown out of frame structures. Fall of chimneys, factory stacks, columns, monuments, walls. Heavy furniture overturned. *Moved conspicuously very heavy furniture. (Sand and mud ejected in small amounts.)(Changes in well water.)* Persons driving motor cars disturbed.

9 (IX). Damage considerable in specially designed structures; well-designed frame structures thrown out of plumb; great in substantial buildings, with partial collapse. **Buildings shifted off foundations. (Ground cracked conspicuously.)**(Underground pipes broken.)

10 (X). Some well-built wooden structures destroyed; most masonry and frame structures destroyed with foundations; (ground badly cracked.) (Rails bent.) **(Landslides considerable from river banks and steep slopes.) (Shifted sand and mud.) (Water splashed [slopped] over banks.)**

11 (XI). Fw, if any, [masonry] structures remain standing. (Bridges destroyed.)**(Broad fissures in ground.)**(Underground pipelines completely out of service.) **(Earth slumps and land slips in soft ground.)** (Rails bent greatly.)

12 (XII). Damage total. **(Waves seen on ground surfaces.)(Lines of sight and level distorted.)(Objects thrown upward into the air.)**

»



MM proposed by H. O. Wood and F. Neumann , 1931

Classification of the Scale

I Types of Structures (buildings not antiseismic)

- Structure A: Buildings in field-stone, rural structures, adobe houses, clay houses
- B: Ordinary brick buildings, buildings of the large block and prefabricated type, half timbered structures, buildings in natural hewn stone.
- C: Reinforced buildings, well-built wooden structures.

II Definition of quantity

- Single, few : about 5%
- Many : about 50%
- Most : about 75%

III Classification of damage to buildings

- Grade 1 : Slight damage: Fine cracks in plaster; fall of small pieces of plaster
- Grade 2 : Moderate damage : Small cracks in walls; fall of fairly large pieces of plaster; pantiles slip off; cracks in chimneys; parts of chimneys fall down
- Grade 3 : Heavy damage : Large and deep cracks in walls; fall of chimneys
- Grade 4 : Destruction : Gaps in walls; parts of buildings may collapse; separate parts of the building lose their cohesion; inner walls and filled-in walls of the frame collapse
- Grade 5 : Total damage : Total collapse of buildings

Scala MSK

YIII Destructions of buildings

- a) Fright and panic; also persons driving motor cars are disturbed. Here and there branches of trees bresk off. Even heavy furniture moves and partly overturnes. Hanging lamps are in part damaged.
- b) Many buildings of type C suffer damage of grade 2, few of grade 3. Many buildings of type B suffer damage of grade 3 and few of grade 4, and many buildings of type A suffer damage of grade 4 and few of grade 5. Occasional breakage of pipe seams. Memorials and monuments move and twist. Tombstones overturn. Stone walls collapse.



Small land-slips in hollows and on banked roads on steep slopes; cracks in ground up to widths of several centimeters. Water in lakes becomes turbid. Dry wells refill and existing wells become dry. In many cases change in flow and level of water.



IX General damage to buildings

- a) General panic; considerable damage to furniture. Animals run to and fro in confusion and cry.
- b) Many buildings of type C suffer damage of grade 3, a few of grade 4. Many buildings of type B show damage of grade 4; a few of grade 5. Many buildings of type A suffer damage of grade 5. Monuments and columns fall. Considerable damage to reservoirs; underground pipes partly broken. In individual cases railway lines are bent and roadways damaged.
- c) On flat land overflow of water, sand and mud is often observed. Ground cracks to widths of up to 10 cm, on slopes and river banks more than 10 cm; furthermore a large number of slight cracks in ground ; falls of rock, many landslides and earth flows ; large waves on water. Dry wells renew their flow and existing wells dry up.



Cosa è la scala ESI 2007?

L'Environmental Seismic Intensity scale (ESI 2007) è una nuova scala di intensità sismica basata esclusivamente sugli effetti che i terremoti producono sull'ambiente, può essere usata da sola o ad integrazione delle scale tradizionali.

INTENSITY SCALE ESI 2007
La Scala di Intensità ESI 2007



E' stata ratificata dall'INQUA (Unione Internazionale per la Ricerca sul Quaternario) nel corso del 17° Congresso tenuto a Cairns (Australia) nel 2007

La scala ESI 2007 è strutturata in dodici gradi. Il titolo di ciascun grado riflette la severità del terremoto ed il ruolo degli effetti sull'ambiente. Nella descrizione sono riportate in primo luogo le caratteristiche degli **effetti primari** ossia la **fagliazione superficiale** e le altre **deformazioni di origine tettonica**.

Quindi gli **effetti secondari** (**fratture, frane, liquefazioni, tsunami, variazioni idrogeologiche etc.**) sono descritti in termini **di area totale di occorrenza**, raggruppate nelle diverse categorie e ordinate in senso crescente a seconda del grado in cui essi iniziano a manifestarsi.



Esi scale 2007

- © Gli **effetti primari** direttamente legati all'energia del terremoto e in particolare, alla manifestazione in superficie della **faglia** sismogenetica, sono espressi in termini di due parametri fondamentali: **la lunghezza totale** della rottura in superficie, e la **massima dislocazione** ad essa associata.
- © Si osservano generalmente al di sopra di una certa soglia di magnitudo e si manifestano in genere a partire dall'VIII grado ESI, salvo in alcune zone vulcaniche dove eventi sismici molto superficiali possono dare luogo ad effetti primari già al VII grado. Rientrano negli effetti primari anche le deformazioni della superficie topografica di natura tettonica (**uplift, subsidenza**).



CHART OF THE INQUA ENVIRONMENTAL SEISMIC INTENSITY SCALE 2007 - ESI 07
 by The Spanish Working Group (modified from Silva et al., 2008)

ESI 2007		PRIMARY EFFECTS		SECONDARY EFFECTS WITH GEOLOGICAL AND GEOMORPHOLOGICAL RECORD				OTHER SECONDARY EFFECTS WITH MINOR GEOLOGICAL RECORD		AFFECTED AREA AND TYPE OF RECORD	
		SURFACE RUPTURES	TECTONIC UPLIFT/SUBSID	GROUND CRACKS	SLOPE MOVEMENTS	LIQUEFACTION PROCESSES	ANOMALOUS WAVES AND TSUNAMIS	HYDROGEOLOGICAL ANOMALIES	TREE SHAKING	Affected Area	Type of Record
OBSERVED	I-III	Offset	Length	ENVIRONMENTAL EFFECTS ARE VERY RARE AND CANNOT BE USED AS DIAGNOSTIC							
	IV	ABSENT	ABSENT	Rare and local	Rare and local	Only dewatered levels (seismites)	cm	Temporary level changes		Rare and local	Geological frequent and exceptionally geomorphological
DAMAGING	A										
	VII	Rare and local	Permanent ground dislocations (< 10 cm)	mm	10 ³ m ³	50 cm	Temporary sea-level changes	Temp. turbidity changes		Local within epicentral zone	Geological frequent and exceptionally geomorphological
DESTRUCTIVE	B										
	VIII	cm	< 1 m	dm	10 ⁵ -10 ⁵ m ³	1 m	1-2 m	Temp. temperature changes	Temp. spring drying	100 km ²	Geological and geomorphological characteristic and frequently geomorphological
VERY DESTRUCTIVE											
	X	dm	< 10 m	m	10 ⁵ -10 ⁶ m ³	0.5 m	3-5 m			1,000 km ²	Geological and geomorphological characteristic and frequently geomorphological
DEVASTATING	C										
	XI	metric	> 10 m	> 1 m	> 10 ⁶ m ³	0.5 m	> 10 m		Permanent river changes	5,000 km ²	Geological and geomorphological characteristic and frequently geomorphological
	XII	> 100 km	> 10 m	> 5 m	Far-field (200-300 km) significant landsliding	0.5 m	Tsunamis			10,000 km ²	Geological and geomorphological characteristic and frequently geomorphological
		> 100 km					Giant waves			50,000 km ²	Geological and geomorphological characteristic and frequently geomorphological
		Dip and strike-slip offset of coseismic ruptures	Permanent ground dislocation	Width and length of cracks and fractures in soils and rocks	Bulk volume of mobilised material	Dimension of liquified levels and sand boils	Transitory sea-level changes, standing waves and Tsunamis	Base-level changes in springs, rivers, aquifers	Tree branches and tree-trunk falling, rupture, etc...		

Michetti et al., 2007. Environmental Seismic Intensity scale - ESI 2007. Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, 74. Servizio Geologico d'Italia, APAT, Rome, Italy
 Silva et al., 2008. Catalogue of the geological and environmental effects of earthquakes in Spain in the ESI-2007 Macroseismic scale. Cong. Geol. Esp. Gran Canaria, Spain

Schema degli effetti primari e secondari indotti dai terremoti
 Valutazione I ESI 2007



EFFETTI PRIMARI: FAGLIE





Terremoto de L'Aquila, 2009



Effetti secondari





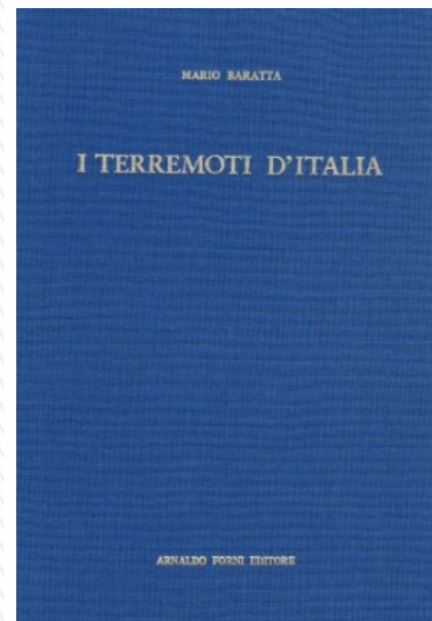
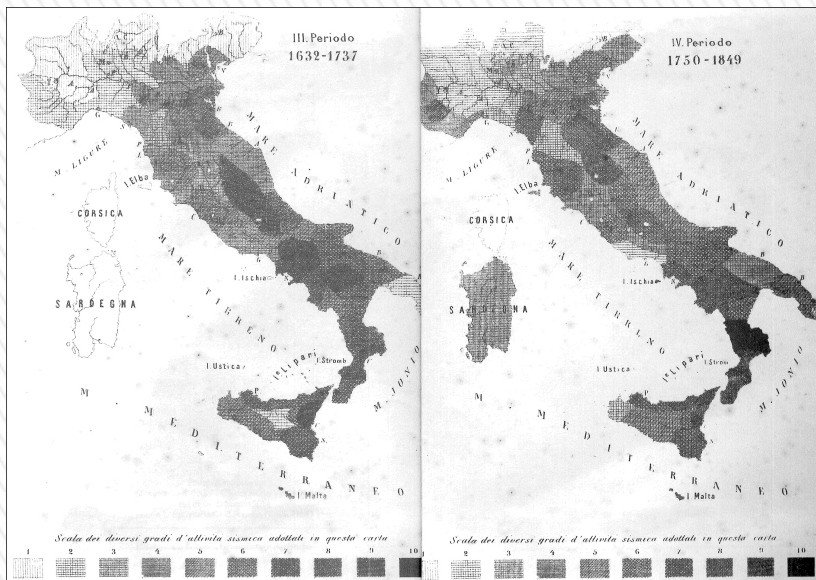
Damage to the Seward Highway caused by the 1964 Great Alaska Earthquake. Photograph by the U.S. Army.

Cape Cleare on Montague Island **was uplifted 33 feet** during the 1964 Great Alaska Earthquake, creating the new terrace shown here. The white coating on the **rocks—about a quarter of a mile wide**—is the remains of marine microorganisms that were desiccated when the seafloor was uplifted out of the water. On the mountains in the background, light gray patches are landslides triggered by ground shaking. **USGS** photographs by George Plafker.



Alaska 27 Marzo 1964, M 9.2





Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

CATALOGO PARAMETRICO DEI TERREMOTI ITALIANI

▼ **CPTI11**, dicembre 2011
(dal 1000 al 2006)
<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11/>

Versioni precedenti
▼ **CPTI08aq**, aprile 2009
limitato alla finestra geografica
11.0°-15.0°E, 41.5° - 43.5° N

Altri cataloghi:

- ▶ **ISIDE**
- ▶ **CFTI4med**, 2007
- ▶ **CSI 1.1**, 2006
- ▶ **CSTI 1.1**, 2005
- ▶ **NT4.1**, 1997

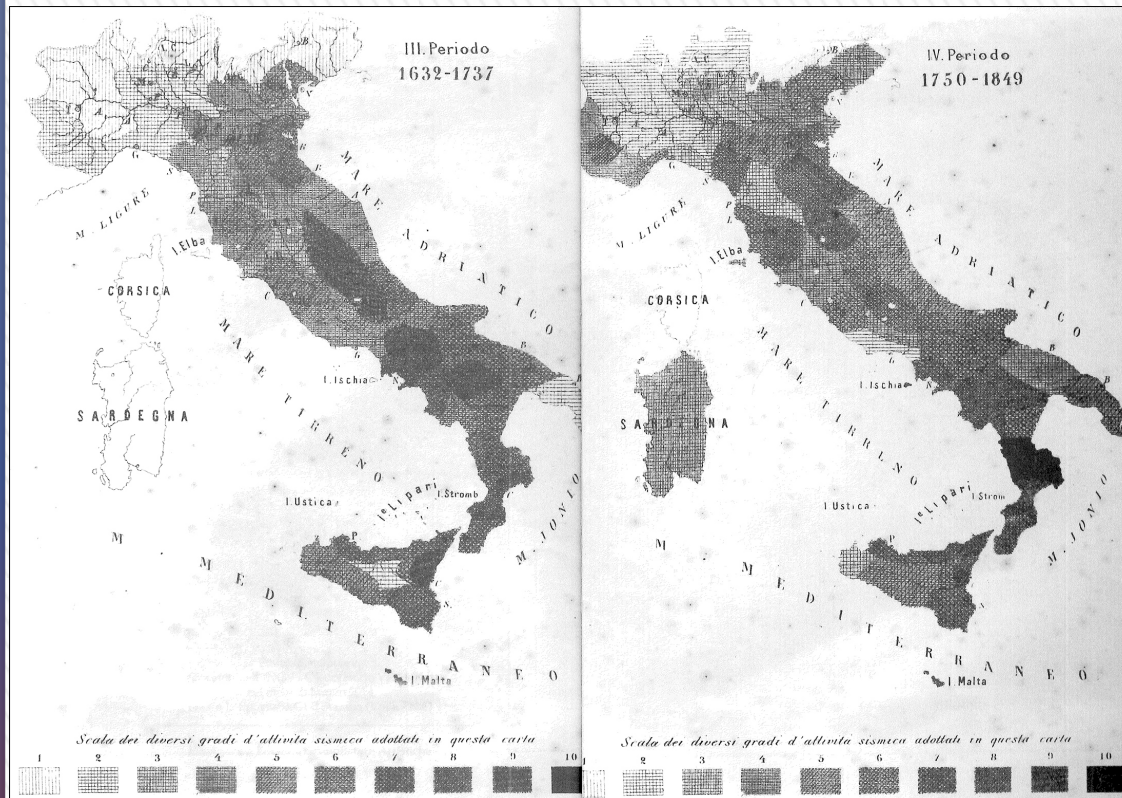
▼ **CPTI04**, maggio 2004
(dal 217a.c. al 2002)

▼ **CPTI99**, luglio 1999
(dal 217a.c. al 1992)

Cataloghi sismici italiani : Mercalli 1883, Baratta 1901, Postpischl 1985, INGV 1997-oggi



Monografia-Vulcani e fenomeni vulcanici in Italia Mercalli, (1883)



SUPPLEMENTO AL CATALOGO. 363

Terremoti.	Eruzioni ed altri Fenomeni Endogeni.
Dopo Cr. una! (Pilla <i>Op. cit.</i>). Nell'anno, in 65 giorni continui ad Aquila 166 scosse, tra cui alcune! (Secinara <i>Op. cit.</i> p. 135).	Dopo Cr.
1649 Ottobre-Novembre, a Napoli, parecchie; e nel 22 Ottobre, una m. + (Riccio, <i>Prodigiosi portenti del M. Vesuvio</i> nell'Archiv. storico per le Prov. Napol. Anno II).	1649 il Vesuvio è in continua eruzione (fin dal 1631) con parossismo in novembre 1649, specie il giorno 5.
1650 Marzo 12, a Montecassino, due! (Pilla <i>Op. cit.</i>).	1652 nei primi di Luglio al Vesuvio esce lava (Riccio).
1654 Luglio 23, verso le 5,30' it. a Montecassino ed a San Germano, uno! (Pilla <i>Op. cit.</i>).	
1655 Marzo 25 (durante la predica) a Rocca S. Cassiano, una! (Guarini, <i>I terr. di Forlì</i> , pag. 150). Agosto 24, verso le 16 it., a Montecassino, uno lungo (Pilla <i>Op. cit.</i>).	
1658 Giugno 10 alle 10,30' it., a Montecassino, uno! (Pilla <i>Op. cit.</i>).	
1661 in Luglio, ad Otranto, uno m. + (Bonito).	
1662 Dicembre 29, a Padova, uno! (I).	
1678, 1679 e 1680, a Montecassino, alcune (Pilla <i>Op. cit.</i>).	
1681 specie in Giugno e Luglio e 1687 in Agosto, a Montecassino, molti (Pilla <i>Op. cit.</i>).	
1688 nell'anno a Reggio Cal. uno (Arcovito <i>Op. cit.</i>).	
1690 a Venezia (nel giorno in cui il Capitano Mocenigo partiva coll'armata), uno m. + (Garzoni, <i>Istoria della republ.</i> , I, 394).	1692 a Montecassino, rumore sotterraneo a guisa di mar procelloso per 12 ore continue, durante le repliche del terremoto.
1692 Febbrajo 27, a Montecassino, una m. + e poi molte repliche. Nell'anno (a Monza), uno! (Ms. nell'Archiv. capit. della R. Basilica di Monza).	

Saggio di carta sismica « Queste quattro carte rappresentano la distribuzione topografica dei terremoti italiani finora conosciuti... »



Studio Macrosismico

Carte delle intensità, attribuite sulla base delle descrizioni del danneggiamento

Lo studio macrosismico di un terremoto viene effettuato rilevando direttamente i danni e le reazioni delle persone in tutta l'area in cui il sisma è stato avvertito, e confrontando i dati raccolti con la scala di Intensità.

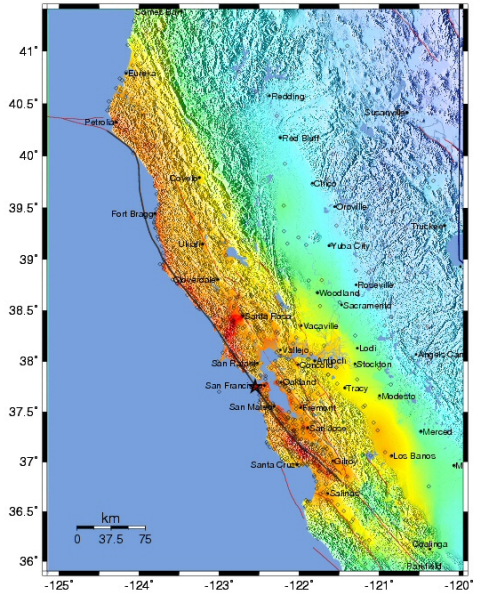
Ad ogni località viene assegnato un grado di intensità, che sintetizza con un singolo valore il quadro di massimo risentimento.

L'intensità risulterà massima nell'area epicentrale (Intensità Epicentrale o semplicemente I_0) e decrescerà con la distanza secondo leggi di attenuazione in genere variabili con la direzione, fino a zone prive di effetti.

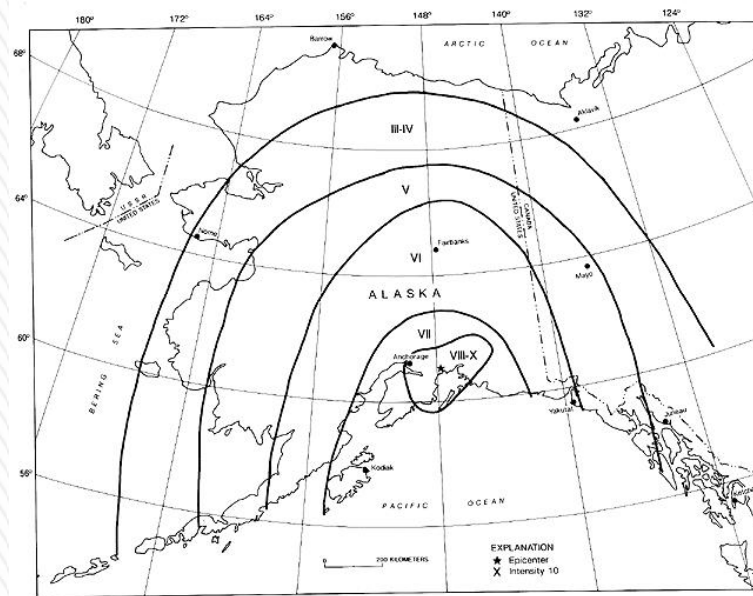
Dopo aver riportato su di una carta i valori delle intensità per tutte le località prese in considerazione (piani quotati), si tracciano delle linee chiuse (isosisme) che definiscono zone in cui il terremoto si è manifestato con la stessa intensità.



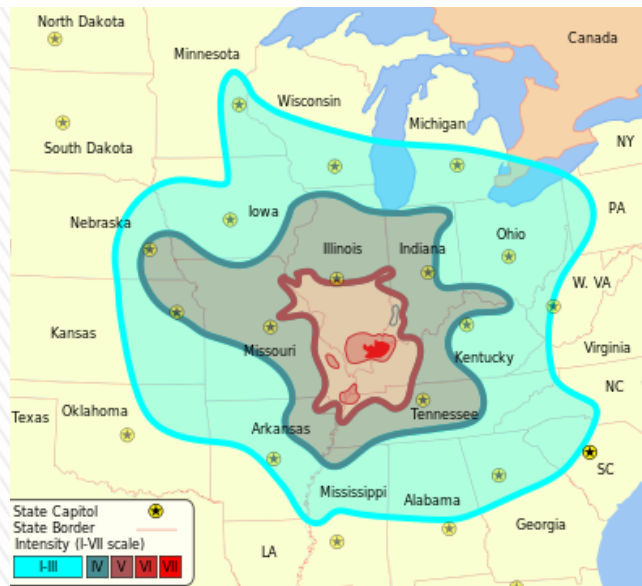
1906 Earthquake, M7.8, Depth 10 km, Epicenter N37.75 W122.55



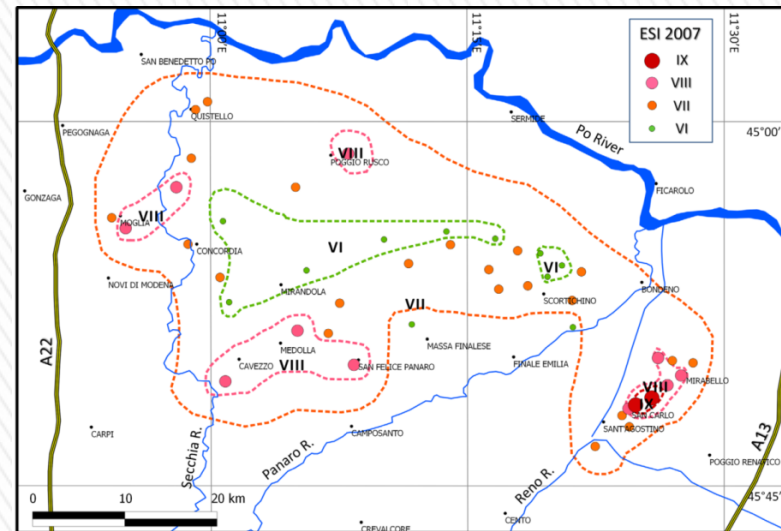
PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy
MODIFIED MERCALLI INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X



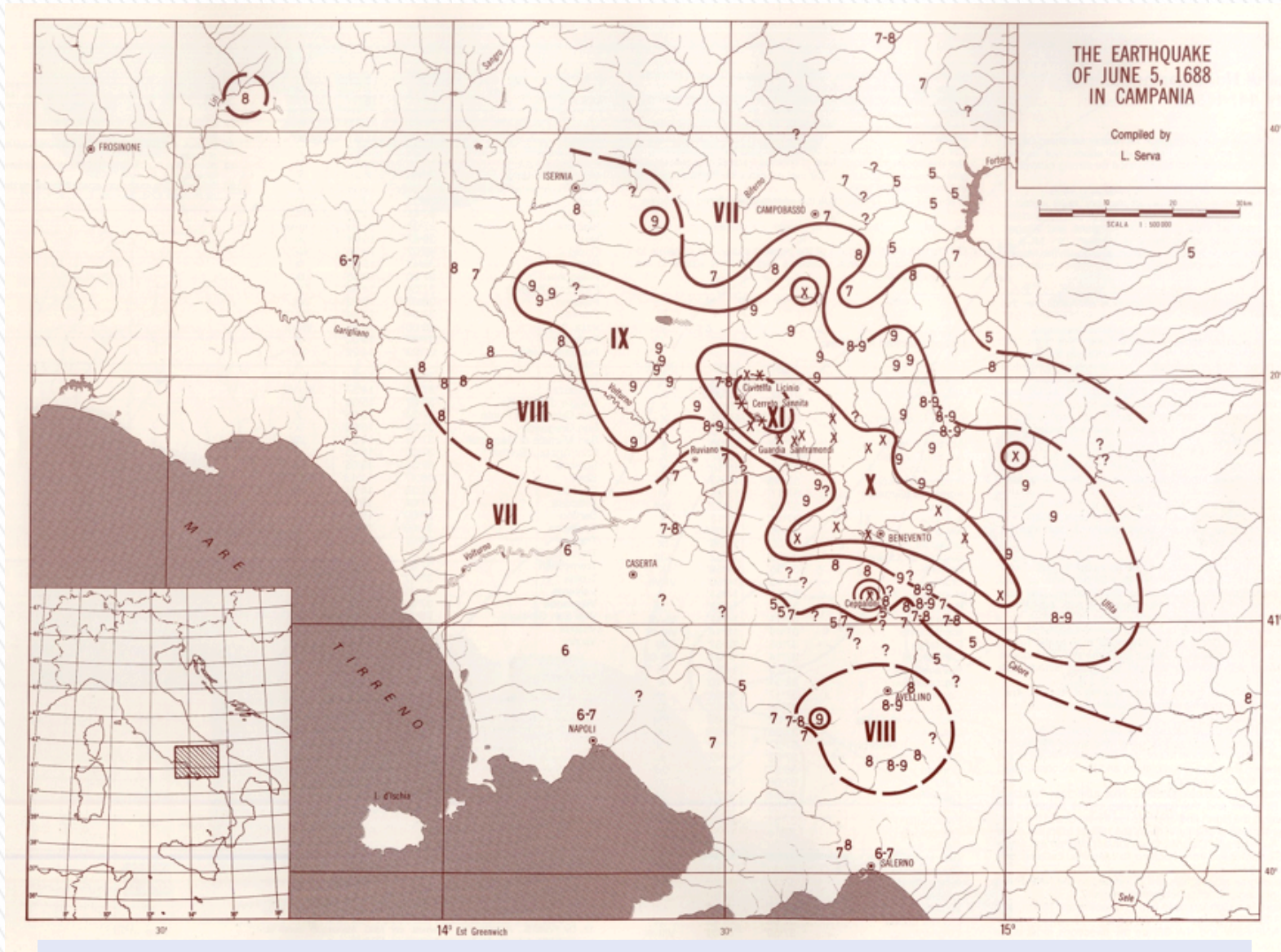
1964, Alaska earthquake



1968, Illinois earthquake

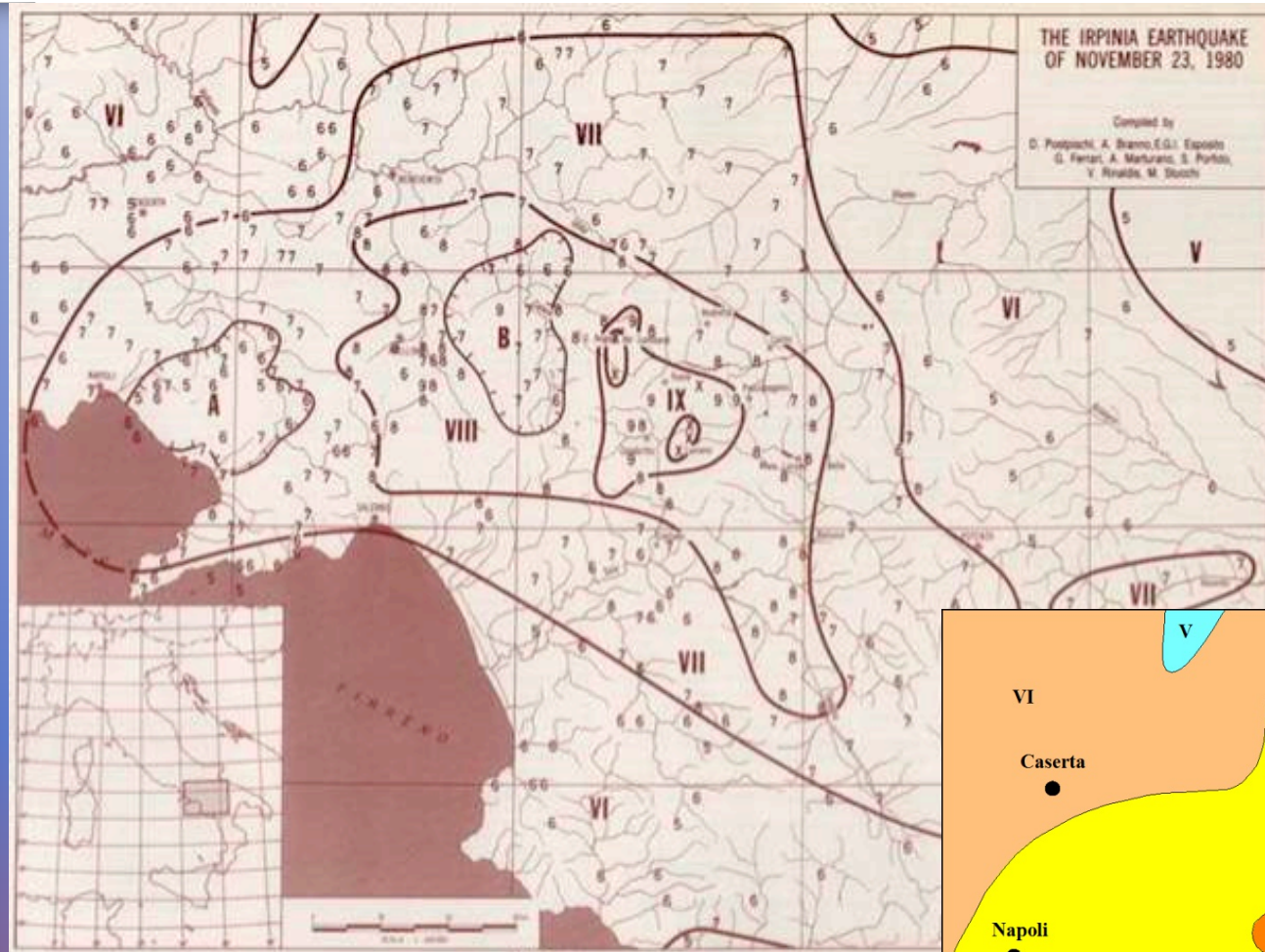


2012, Reggio Emilia earthquake



Ricostruzione di un terremoto storico con la scala macrosismica MCS (Serva, 1985)

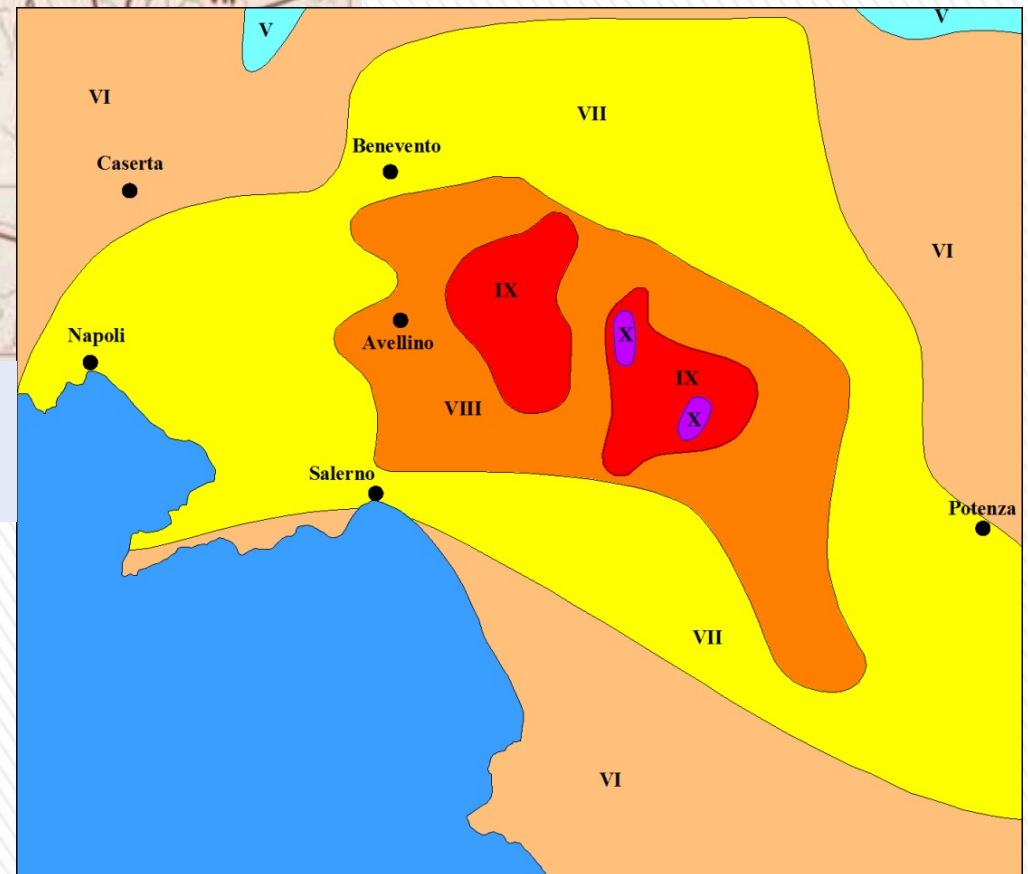


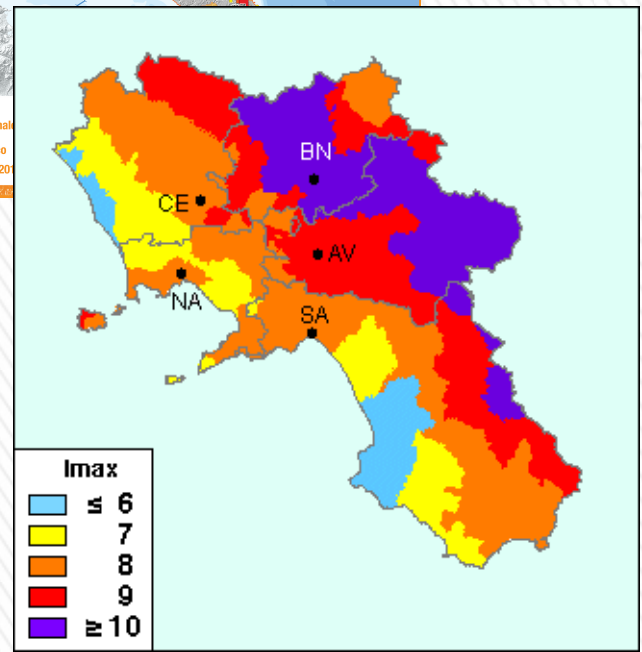
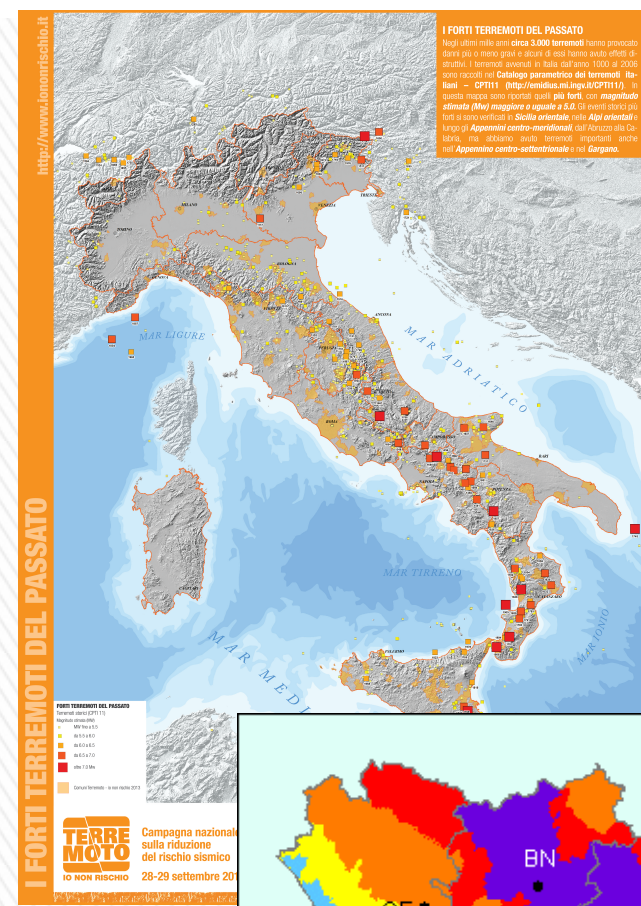
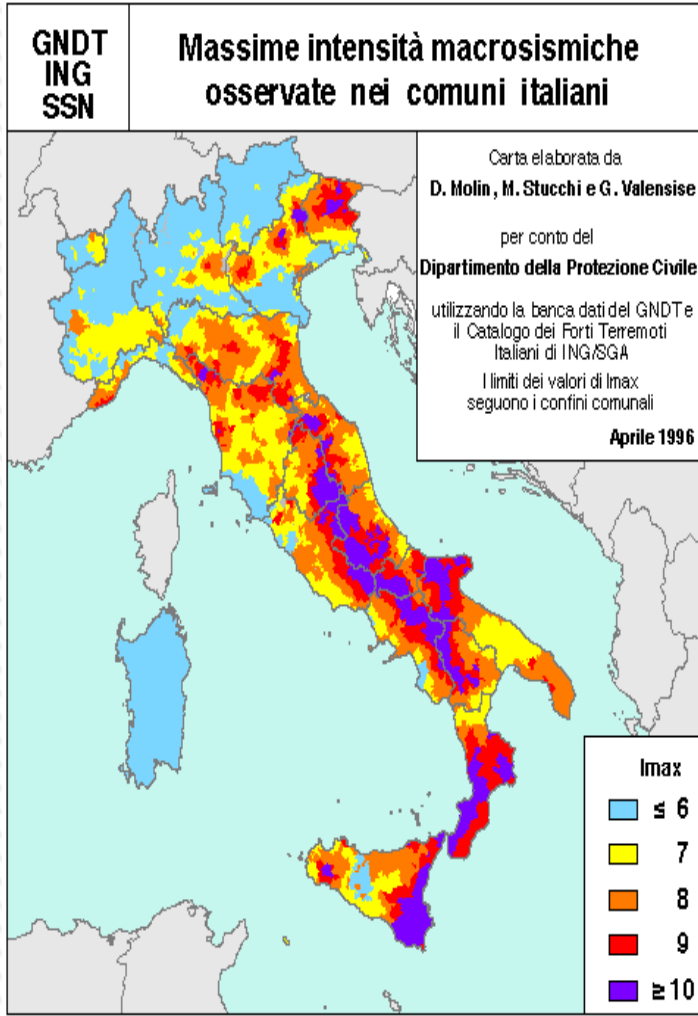


Ricostruzione di un terremoto con la scala macrosismica MSK

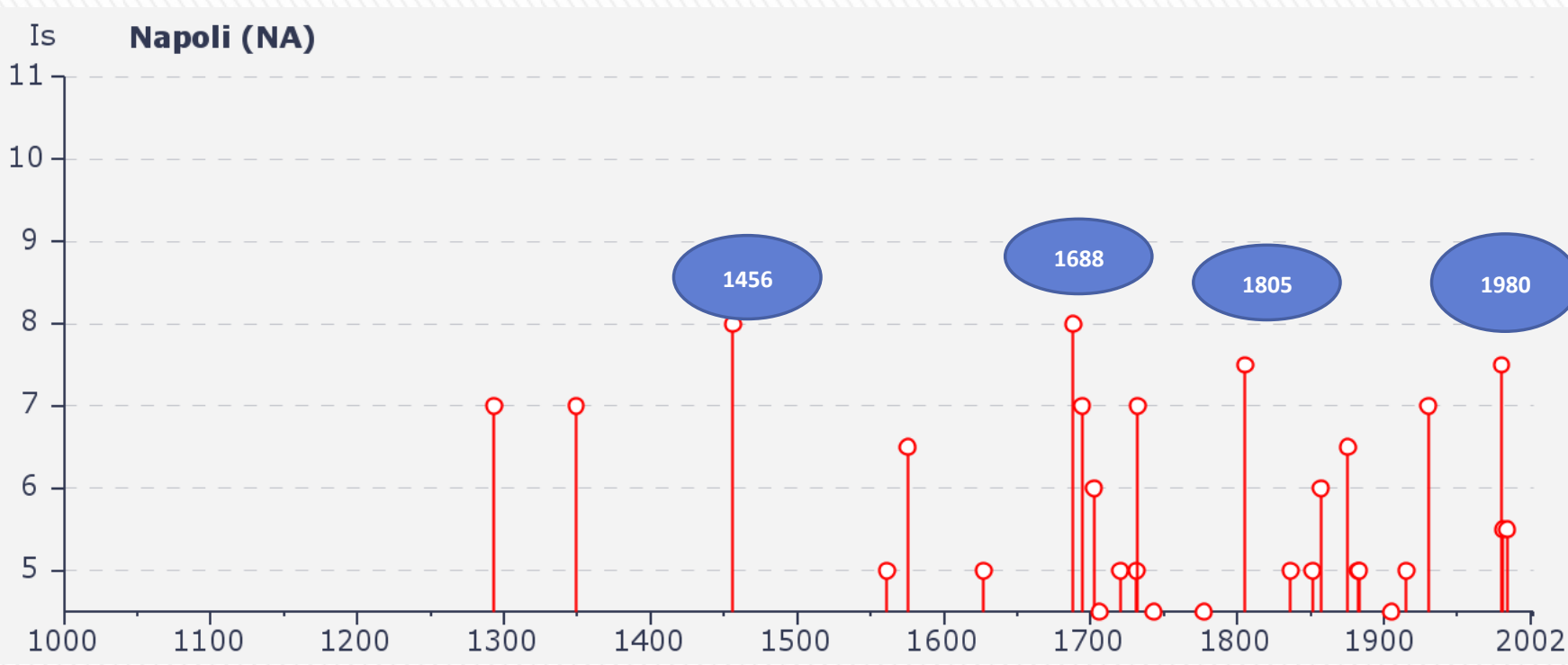
ISOSISTE DEL TERREMOTO DEL 1980

Postpischl, Branno, Esposito, Ferrari, Marturano, Porfido, Rinaldis, Stucchi, 1985 –CNR-PFG





Massime intensità osservate in Italia, e in Campania, 1996, INGV, 2013



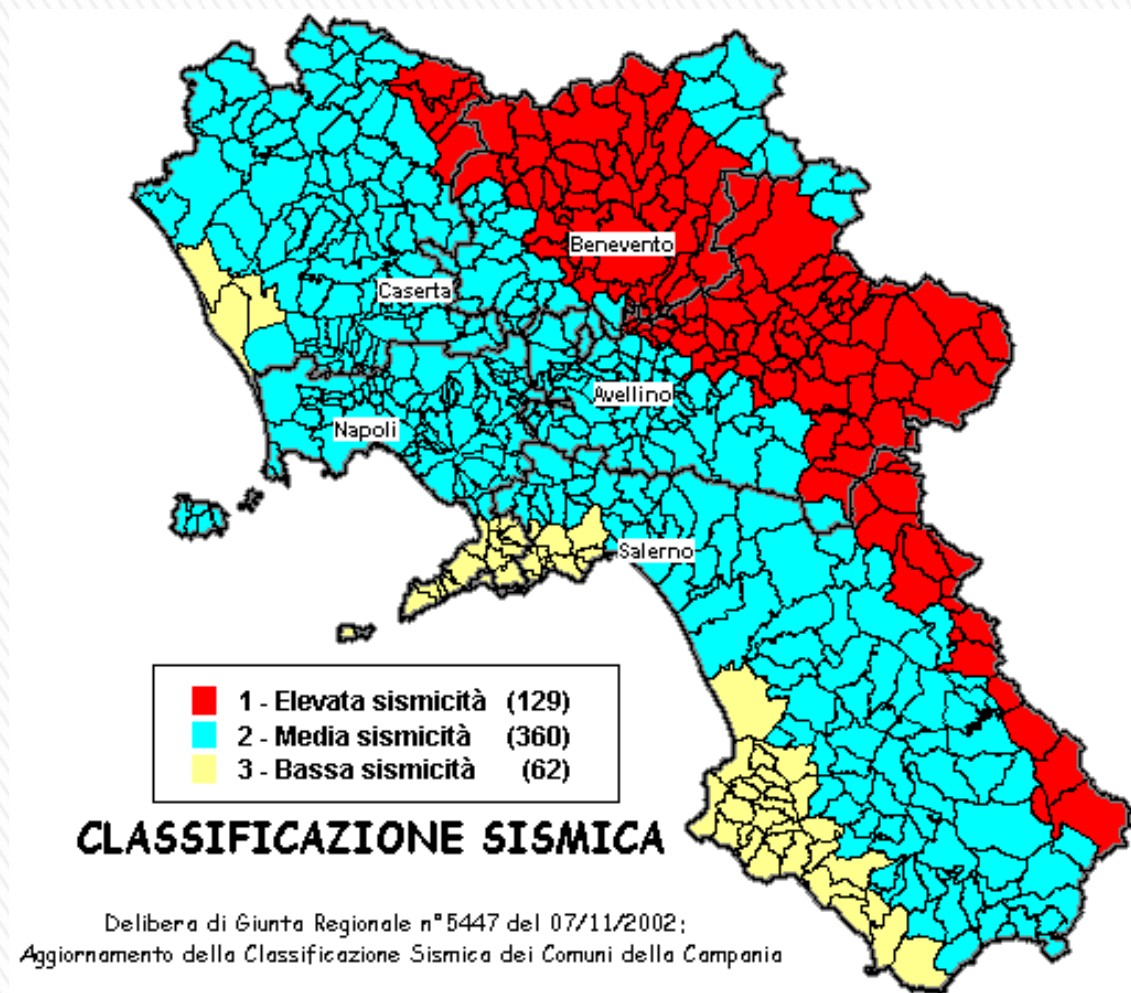
Storia sismica di Napoli

mod da DOM04 (INGV)



Classificazione sismica della Campania

- 129 Comuni a rischio elevato
- Zona 1 = rosso
- 360 a media sismicità
- Zona 2 = azzurro
- 62 bassa sismicità
- Zona 3 = giallo



Grazie per l'attenzione!



Il Consiglio Nazionale delle Ricerche
"va a scuola" (ISSM – CNR)

