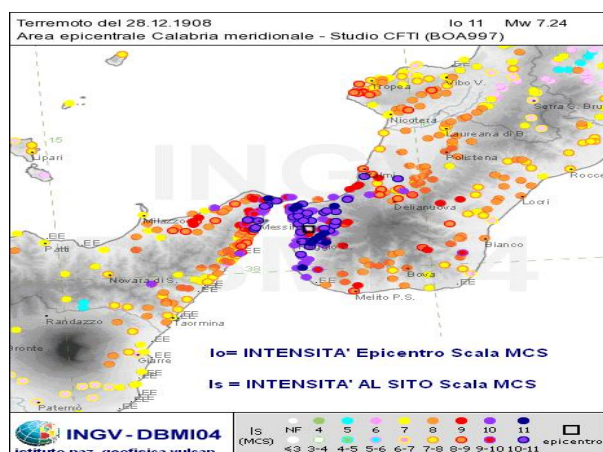


100 ANNI DOPO IL TERREMOTO DELLO STRETTO: COSA E' CAMBIATO

di
Giuseppe Iiritano (*) e Mario Pileggi (**)

Il 2008 è l'Anno internazionale del Pianeta Terra e del centenario del terremoto-tsunami che rase al suolo Reggio Calabria e Messina, il più disastroso evento naturale del secolo scorso nel Mediterraneo.



Ricorrenze che, nel mentre richiamano l'attenzione sull'elevata sismicità del territorio e sul che fare per la messa in sicurezza delle popolazioni esposte al rischio, stimolano domande del tipo:

può ancora verificarsi un evento sismico analogo?

E, se si dovesse verificare, quali effetti potrebbe provocare?

La risposta alla prima domanda è senza incertezze: ci saranno ancora scuotimenti e tsunami. E questo perché, in Calabria e dintorni, sono ancora in atto i processi geodinamici che hanno originato i moltissimi terremoti descritti in ogni epoca sia sui libri della storia millenaria degli uomini sia sulle rocce e strutture sismotettoniche che modellano il paesaggio.

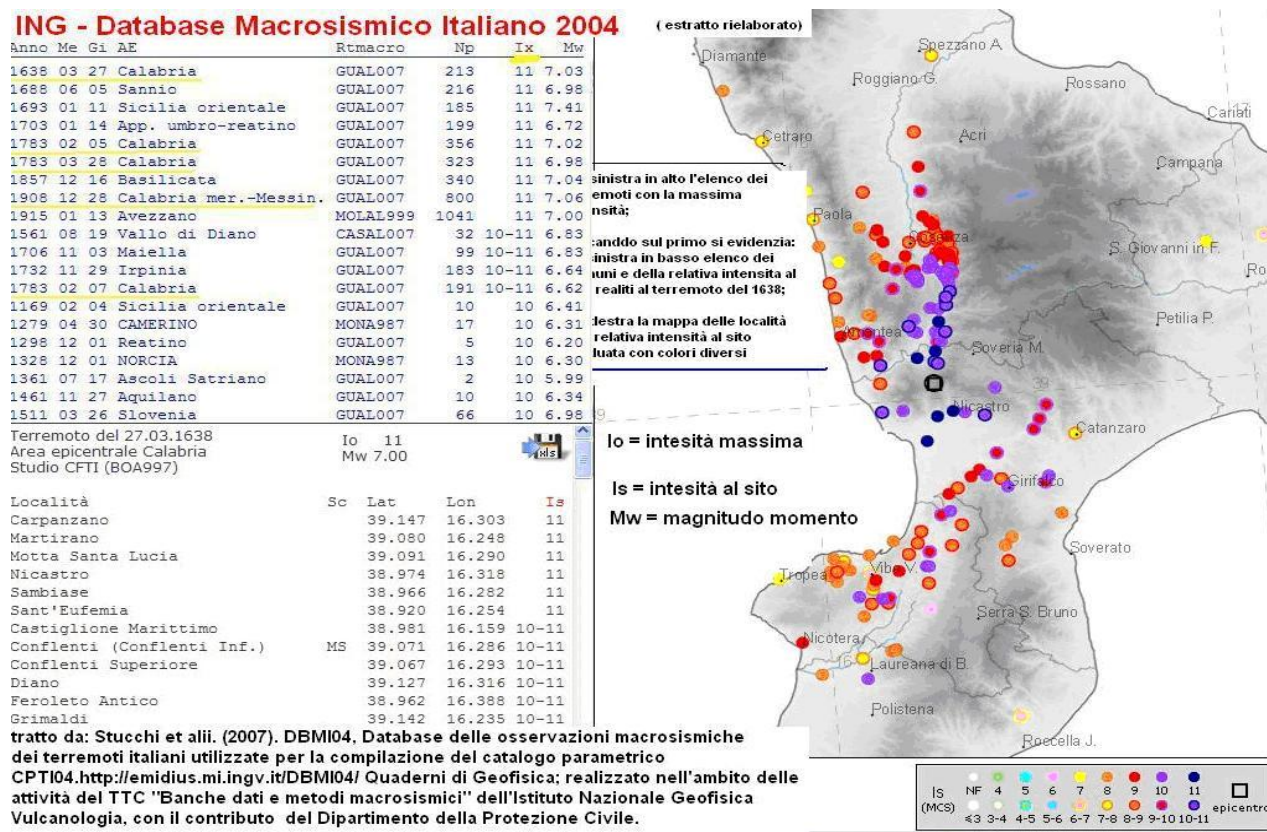
Fin dai tempi più remoti l'area dello Stretto di Messina è stata soggetta a fenomeni sismici significativi.

Plinio il Vecchio, nelle pagine del libro secondo della "Naturalis historia" (dedicate ai terremoti) oltre a descrivere i vari modi del manifestarsi delle scosse e gli effetti prodotti nelle diverse località della Terra, illustra i processi di formazione e scomparsa di porzioni di terre e isole e, riferendosi allo Stretto, scrive: *"Perché la natura ha creato isole anche in questo modo: ha strappato la Sicilia all'Italia"*.

Altri dati archeosismologici indicano che nel IV secolo d.C. si sono verificati vari eventi di distruzione e abbandono da terremoto in Calabria e in Sicilia; eventi come avvenuto in conseguenza del catastrofico sisma del 1783.

La Calabria è la Sicilia orientale sono terre ad alta sismicità. Nelle recente riclassificazione del territorio sismico nazionale adottata a seguito dell'ordinanza di protezione civile n. 3274/2003, la Calabria è l'unica regione italiana ad essere interamente ricompresa in zona sismica di prima o seconda categoria.

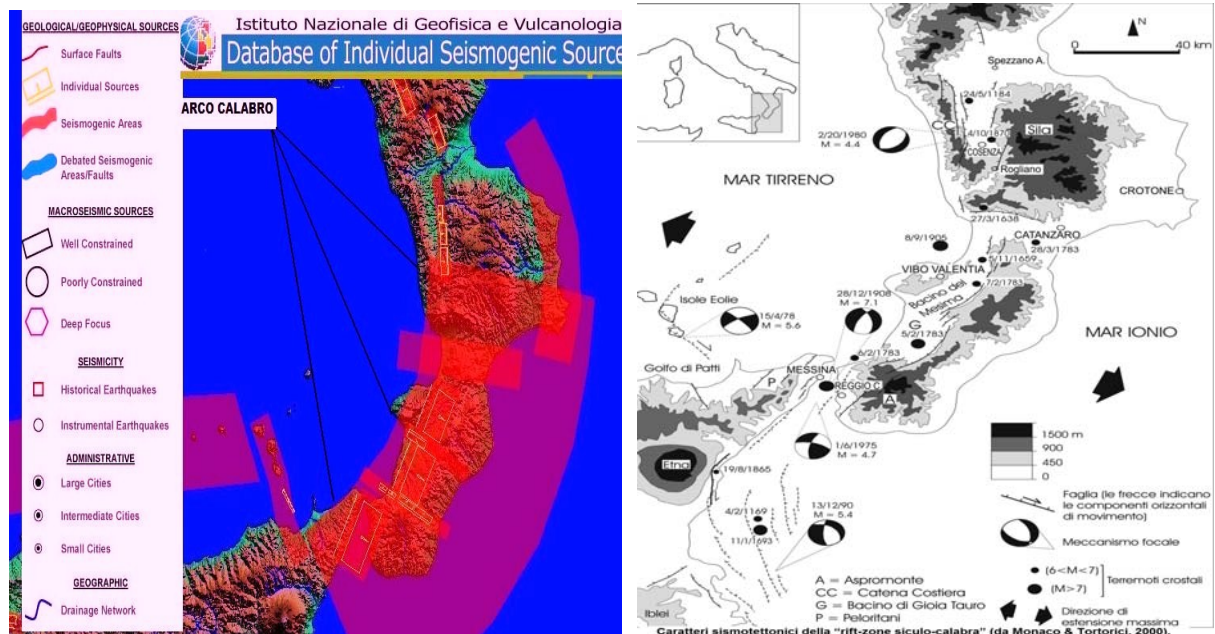
In Calabria si registra il più alto tasso di terremoti e maremoti disastrosi elencati nei cataloghi italiani. In particolare, tra i primi otto eventi con la massima intensità, dell'elenco dei terremoti più disastrosi di tutta l'Italia, la metà hanno interessato il territorio calabrese.



Sulle cause dei terremoti e la rilevanza dei processi geodinamici nella zona dello stretto di Messina recenti studi sull'entità dei movimenti stimano sollevamenti dell'ordine di un metro ogni mille anni e spostamenti orizzontali di un metro ogni cento anni. L'esame di una antica spiaggia, sollevata fino a 4 metri sull'attuale livello del mare, formata da gusci di conchiglie fossili datate con radiocarbonio (tra i 2500 ed i 3500 anni fa) ha permesso di calcolare un tasso minimo e massimo di sollevamento compreso tra 1,3 e 1,8 millimetri per anno. Questi dati si riferiscono ad un intervallo di tempo molto breve e successivo ad altri periodi ed Ere geologiche caratterizzate da spostamenti ancor più rilevanti. Significativi in proposito i dati relativi ai movimenti di espansione dei fondali marini del Tirreno incominciati intorno ai due milioni di anni fa, con velocità ancora più elevate e da record a livello planetario; si tratta dei noti processi di oceanizzazione del Tirreno, della formazione di vulcani come il gigante Marsili (il più grande d'Europa), della

formazione di fratture e spinte rotazionali dell'Arco Calabro ai quali sono associati anche i terremoti tsunamigenici.

L'elevato potenziale sismogenetico della regione è, tra l'altro, evidenziato dalla specificità dell'assetto strutturale e dalle evidenze tettoniche che caratterizzano la zona dello Stretto e l'intero l'Arco Calabro esteso dal confine settentrionale della Calabria ai Monti Peloritani; a differenza della Catena Appenninica, lo stesso Arco si presenta fratturato in vari blocchi formati da rocce metamorfiche dell'era Paleozoica in parte di basamento continentale, da metagranitoidi tardoercinici e da frammenti di costa oceanica e formazioni delle Era Mesozoica e Cenozoica.



D'altra parte, oltre che dai sollevamenti e dalle traslazioni dei blocchi dell'Arco Calabro e dalle frane sottomarine dovute alla instabilità delle coste tirreniche della Calabria e della Sicilia, le onde anomale sono generate anche: da collassi e cedimenti strutturali dei fianchi emersi di vulcani insulari come lo Stromboli; slumps e frane di detriti in corrispondenza dei piani di scivolamento esistenti nella parte basale dei vulcani e dagli edifici vulcanici sommersi. E, tra i vulcani attivi presenti nel Tirreno meridionale, oltre a quelli emersi e ben noti delle Isole Eolie, sono rilevanti anche quelli attualmente sotto la superficie del mare come i "Lametini" di fronte al Golfo di S.Eufemia e, nel centro della piana abissale tirrenica, il "Marsili", circa 70 km a Nord delle Isole Eolie, con varie bocche, lungo 65 Km ed alto tremila metri

Fenomeni idrogeomorfologici in grado di generare tsunami sono anche: collassi e cedimenti strutturali dei fianchi emersi di vulcani insulari come lo Stromboli; slumps e frane di detriti su piani di scivolamento posti nella parte basale dei vulcani, che

coinvolgono anche le strutture sommerse; frane sottomarine dovute alla instabilità delle coste tirreniche della Calabria e della Sicilia.

Per quanto riguarda gli effetti che un terremoto-tsunami potrebbe provocare, attualmente è possibile delineare scenari abbastanza dettagliati ed idonei a gestire le situazioni di emergenza e mitigare i danni. Le conseguenze dell'impatto ovviamente dipendono da molti ma prevedibili fattori come ad esempio: vulnerabilità del patrimonio edilizio, il numero di persone che vivono nella zona a rischio, mezzi e capacità delle forze d'emergenza di rispondere tempestivamente al disastro.

Dal terremoto del 1908 ad oggi molte cose sono cambiate, soprattutto nella conoscenza del fenomeno, nella capacità di analisi di intervento delle strutture di protezione civile.

Tuttavia è da rilevare come gli indubbi progressi sotto il profilo scientifico e tecnologico, oltre che nella consapevolezza del rischio per l'enorme sviluppo che hanno avuto nell'ultimo secolo i mezzi di comunicazione, non siano riusciti ad avvicinare la Calabria a realtà come quelle del Giappone o degli Stati Uniti Occidentali che convivono tranquillamente con un rischio sismico più elevato di quello della Calabria.

Rispetto a cento anni fa è cresciuta di molto sia la densità della popolazione residente e fluttuante sia la quantità di edifici e strade. I criteri e le modalità di realizzazione delle stesse costruzioni nel corso degli ultimi cento anni sono variati e visibili nelle forme degli edifici e delle strade. Nella prima metà del Novecento la crescita urbana risulta condizionata dalla memoria della tragedia con case basse e strade larghe, col passare degli anni la memoria si è affievolita e cancellata e così anche le misure di prevenzione. Si è finito con la caotica espansione edilizia anche in aree a rischio dissesto o liquefazione, senza idonei criteri antisismici e strutture edilizie con materiali ormai degradati ed inadeguati a resistere alle sollecitazioni sismiche.

La perdita della memoria storica e l'abusivismo edilizio hanno portato oggi la Calabria ad avere un patrimonio che nonostante gli enormi progressi scientifici nel campo della tecnica delle costruzioni, non è probabilmente molto meno vulnerabile rispetto a quello di 100 anni fa.

In una situazione del genere, dove la risoluzione del problema richiederebbe investimenti enormi e probabilmente insostenibili sia per le finanze pubbliche che private, è evidente che l'attività di pianificazione delle azioni da svolgere immediatamente dopo il verificarsi di un evento sismico sono di enorme importanza.

[cosa si sta facendo e cosa fare la difesa da inevitabili forti terremoti](#)

È vero che non è possibile prevedere quando e come si manifesterà il prossimo terremoto; ma è altrettanto vero che esistono le condizioni per arrivare preparati ed affrontarlo come si fa in altri Paesi, ad esempio, gli Stati Uniti ed il Giappone con attività sismica superiore a quella della Calabria.

E, per arrivare preparati, oltre agli interventi di risanamento e di bonifica sismica del patrimonio edilizio esistente ed in particolare delle costruzioni di maggior rilievo e più esposte al rischio di crollo, è necessario porre, ad ogni livello di responsabilità, adeguata attenzione ai vari aspetti della moderna attività di Protezione Civile. In particolare, è necessario intensificare e potenziare una capillare azione di sensibilizzazione e di crescita della coscienza sismica di massa indispensabile per attuare una razionale, estesa ed efficace rete Protezione Civile.



PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE

Ufficio III - Valutazione, prevenzione e mitigazione del rischio sismico
Servizio valutazione del rischio sismico, sviluppo della conoscenza e della ricerca sismica

SCENARI SISMICI COMUNALI PER I PIANI DI EMERGENZA

Comune di Reggio di Calabria (Reggio di Calabria)
Abitazioni 82106; Popolazione 180353

Scenario per intensità MCS= VIII (Periodo di ritorno: 98 anni)				
	MIN	MEDIO	MAX	
Persone coinvolte in crolli	80	294	791	
Persone senza tetto	2174	5390	11256	
Abitazioni crollate	46	167	442	
Abitazioni inagibili	1204	2867	5728	
Abitazioni danneggiate	8004	15509	24404	
Danno medio totale (mq)	172173	366668	668450	

Scenario per intensità MCS= IX-X (Periodo di ritorno: 475 anni)				
	MIN	MEDIO	MAX	
Persone coinvolte in crolli	3888	10330	22756	
Persone senza tetto	36069	56868	74615	
Abitazioni crollate	1954	5063	10973	
Abitazioni inagibili	16805	26142	33940	
Abitazioni danneggiate	37922	37461	31026	
Danno medio totale (mq)	1717295	2658373	3707715	



PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE

Ufficio III - Valutazione, prevenzione e mitigazione del rischio sismico
Servizio valutazione del rischio sismico, sviluppo della conoscenza e della ricerca sismica

SCENARI SISMICI COMUNALI PER I PIANI DI EMERGENZA

Comune di Messina (Messina)
Abitazioni 112752; Popolazione 252026

Scenario per intensità MCS= VII-VIII (Periodo di ritorno: 98 anni)				
	MIN	MEDIO	MAX	
Persone coinvolte in crolli	133	493	1305	
Persone senza tetto	3667	8559	16950	
Abitazioni crollate	63	235	620	
Abitazioni inagibili	1740	4018	7813	
Abitazioni danneggiate	10884	20501	32288	
Danno medio totale (mq)	210477	441460	800388	

Scenario per intensità MCS= IX (Periodo di ritorno: 475 anni)				
	MIN	MEDIO	MAX	
Persone coinvolte in crolli	3984	10557	23222	
Persone senza tetto	40005	66388	91882	
Abitazioni crollate	1855	4872	10646	
Abitazioni inagibili	18107	29872	41165	
Abitazioni danneggiate	49298	52944	48080	
Danno medio totale (mq)	1705968	2726790	3890264	

Scenario per intensità MCS= X (Periodo di ritorno: 975 anni)				
--	--	--	--	--

Nel caso di un evento sismico di grandi dimensioni, qualunque struttura di protezione civile, benché organizzatissima, impiegherà sempre diverse ore di poter essere completamente operativa nella zona del disastro. In questo periodo è necessario che l'aiuto ed il soccorso alla popolazione arrivi dal sistema locale. Per tale motivo è necessario che la pianificazione comunale di emergenza sia, oltre che adottata da tutti i comuni, anche divulgata e resa nota ai cittadini. Ognuno di noi dovrebbe sapere cosa fare e dove recarsi nella malaugurata ipotesi che la propria abitazione venga irreparabilmente danneggiata da un evento sismico (o di altra natura).

E' inoltre necessario diffondere la cultura del volontariato di protezione civile. Si tratta di uno strumento fondamentale nell'assistenza alla popolazione in casi di emergenza ed è uno strumento che caratterizza positivamente la protezione civile italiana nel panorama

mondiale. I volontari, se diffusi sul territorio, possono fornire il primo soccorso nell'immediatezza dopo l'evento e possono aiutare la popolazione colpita nelle difficilissime ore subito dopo l'evento, in attesa dell'arrivo dei soccorsi nazionali ed internazionali.

Sottovalutare queste necessità, continuare a fare come gli struzzi senza contrastare atteggiamenti di rassegnata passività e, o aspettare i provvedimenti di altri (Ente e, o organismo di competenza superiore), è, a dir poco, da irresponsabili. Così come non è responsabile l'atteggiamento di chi trascura il fatto che le situazioni di emergenza possono verificarsi in qualunque posto ed in qualsiasi momento.

Solo realizzando attività continue di informazione ed esercitazione in ogni contesto, dalle scuole al luogo di lavoro, dai singoli quartieri agli interi comuni, si riuscirà ad attrezzare i singoli cittadini e intere comunità ad affrontare l'emergenza terremoto.

Per un'efficace attività educativa finalizzata alla messa in sicurezza delle popolazioni necessita il Piano comunale di emergenza che, a differenza degli interventi per la messa in sicurezza delle costruzioni, non richiede costi elevati.

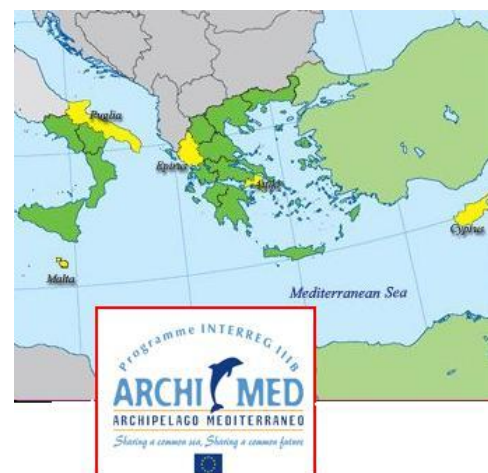
Un buon Piano di emergenza può essere predisposto in tempi brevi e costi irrisori anche nei comuni dotati di bilanci con poche disponibilità finanziarie; e, comunque, è indispensabile per prepararsi a convivere con il terremoto.

E, il livello di preparazione della comunità sarà tanto più elevato ed efficace per ridurre i danni, quanto più il Piano redatto dai comuni sarà aderente e rispettoso delle indicazioni contenute: nelle dettagliate Linee Guida per la pianificazione comunale di emergenza di protezione civile (Delibera di G.R. n. 472 del 24 luglio 2007); nella Direttiva sul Sistema di allertamento per il rischio idrogeologico ed idraulico in Calabria (Delibera G.R. n. 172 del 29 marzo 2007) e nel manuale operativo per la predisposizione di un piano comunale o intercomunale di protezione civile.

I documenti citati e gli altri dati (come ad esempio quelli sulle condizioni meteo climatiche) continuamente aggiornati sul sito web della Protezione Civile della Regione Calabria (www.protezionecivilecalabria.it), indispensabili per gli "addetti ai lavori" diffusi sul territorio, risultano utili anche per ogni singolo cittadino informato ed interessato all'autoprotezione. Sullo stesso sito web, oltre ad elementi utili per la comprensione della realtà territoriale calabrese ed a risposte sul che fare per difendersi dai vari rischi, sono disponibili informazioni su alcuni progetti europei come Riskmed e Workpad di grande rilievo scientifico e contenuto tecnologico.

In particolare, Riskmed è un progetto con l'obiettivo di sviluppare un sistema di allertamento che utilizza, tra l'altro, dati da satellite e sensori meteo marini dislocati nel

L'attivazione dei centri funzionali, ormai in quasi tutte le regioni italiane, da un'idea concreta di come la protezione civile (nata in Italia dopo il disastroso terremoto dell'Irpinia del 1980) si stia trasformando da semplice macchina per l'organizzazione dei soccorsi ad una struttura in grado di prevedere e prevenire i possibili effetti dei fenomeni. In particolare gli eventi alluvionali del Piemonte nel 1994, di Sarno nel 1998 e di Soverato nel 2000 hanno dimostrato l'importanza fondamentale di questo tipo di strumenti (allertamento ed azioni conseguenti codificate nei piani di emergenza). Proprio le carenze registrate in quelle occasioni hanno spinto verso la creazione di strutture specializzate, i centri funzionali, dedicate a tradurre in messaggi di allertamento indirizzati ai comuni i complessi e copiosi dati provenienti dai modelli previsionali e dalle reti di monitoraggio.

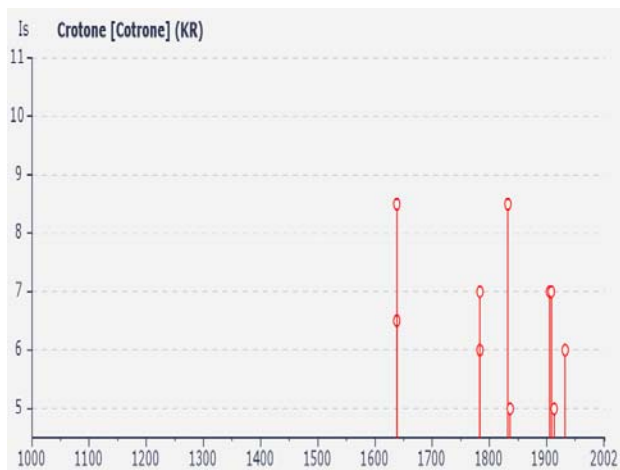
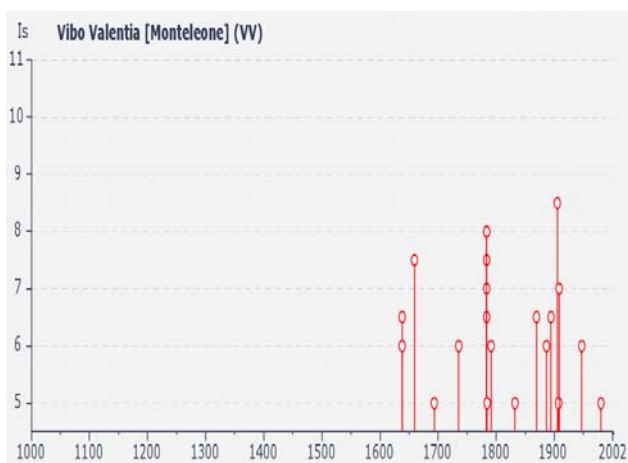
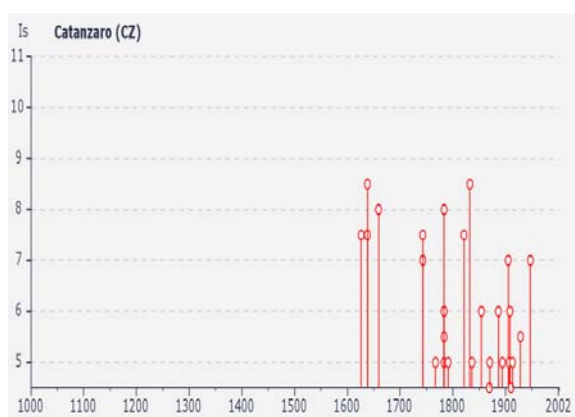
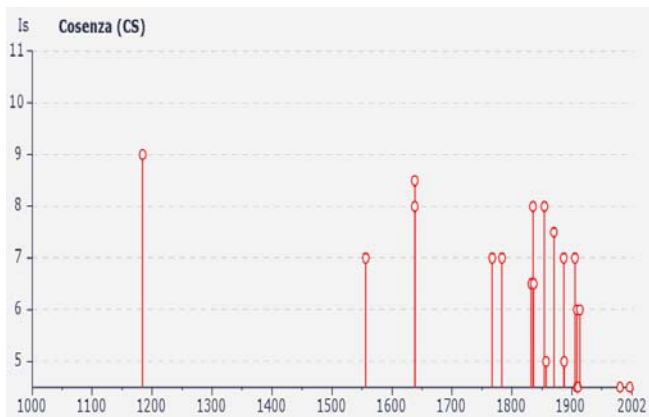


L'altro progetto, Workpad è finalizzato alla realizzazione di un'innovativa struttura software di supporto alle attività, a differenti livelli, di coordinamento dei team di operatori civili negli scenari emergenza/disastri. I vari gruppi di operatori e le differenti organizzazioni operanti in tali scenari hanno la necessità di raggiungere il medesimo risultato. Attraverso strumenti (PDA) e tecnologie di comunicazioni avanzate ogni team della stessa organizzazione persegue uno specifico obiettivo e i team diversificati (organizzazioni differenti) collaborano tramite la "interazione" di tutti i differenti processi (macro-processo).

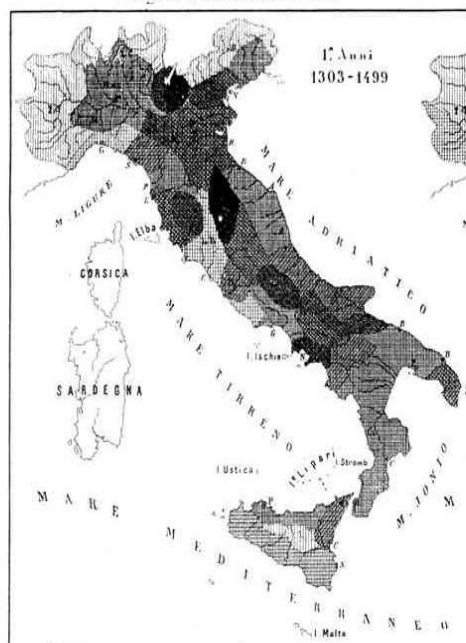
Per la ricorrenza del centenario 1908/2008 inoltre è in corso di svolgimento l'esercitazione internazionale denominata ERMES avente per scenario un forte evento sismico nell'area dello Stretto di Messina nell'ambito delle attività della Commissione Europea (Directorate General Environment) e delle Autorità di Protezione Civile degli Stati Membri per agevolare la cooperazione tra gli Stati Membri per interventi di soccorso in caso di gravi emergenze.

Successivamente, parte delle attività svolte in questa esercitazione saranno ripetute nel mese di febbraio 2009 utilizzando i prodotti sviluppati nell'ambito del progetto WORKPAD, al fine di valutare se essi sono realmente in grado di introdurre dei miglioramenti rispetto alle tecniche di comunicazioni oggi impiegate.

L'accelerazione dello sviluppo scientifico e tecnologico degli ultimi decenni ha permesso di chiarire le cause ed i luoghi d'origine dei terremoti e non impedisce di coltivare il sogno di riuscire anche a prevedere il momento in cui si verificherà un terremoto. Sogno, d'altra parte, coltivato da sempre come testimoniato, ad esempio, da Plinio il Vecchio che, duemila anni fa, scriveva: *"Le dottrine babilonesi ritengono che anche i terremoti e gli sprofondamenti del suolo, come ogni altra cosa, siano guidati dall'influsso degli astri e, in particolare di quei tre cui viene ascritta la folgore; ciò avverrebbe, però, quando essi si muovono insieme al sole, o sono in congiunzione con lui, e in particolare verso le quadrature celesti. In questo campo si attribuisce, se lo crediamo, una gloriosa e imperitura capacità divinatoria allo scienziato Anassimandro di Mileto; egli, si racconta, avvertì gli spartani di controllare la città e le case, perché era imminente un terremoto; ed ecco che tutta la città loro fu rasa al suolo e una grossa parte del monte Taigeto, che sporgeva a mò di poppa, si stacco e schiacciò quel disastro con un crollo supplementare. Si attribuisce anche a Ferecide, il maestro di Piatagora, una previsione diversa, ma essa pure divina, egli avrebbe presentito e preannunciato ai concittadini, attingendo l'acqua di un pozzo, un terremoto"*.



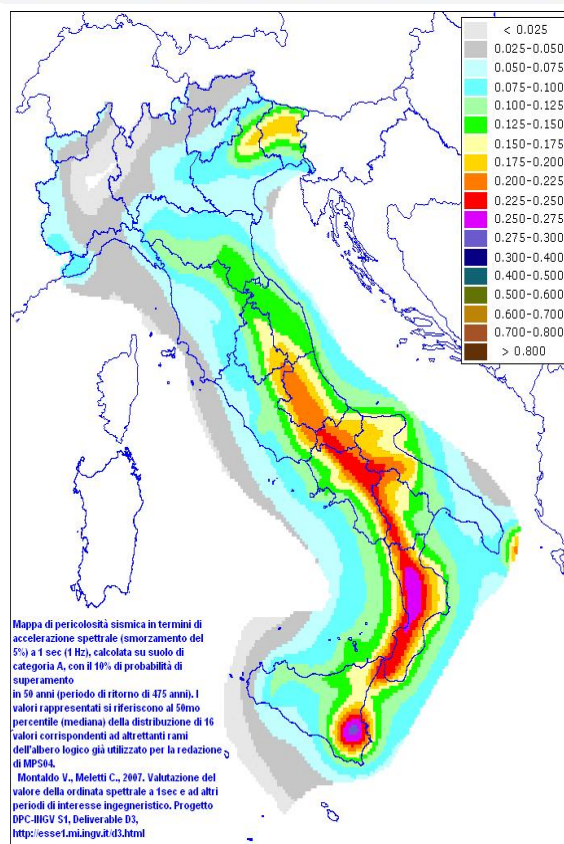
SAGGIO DI CARTA SISMICA
Secondo il Prof. G. Mercalli - 1882

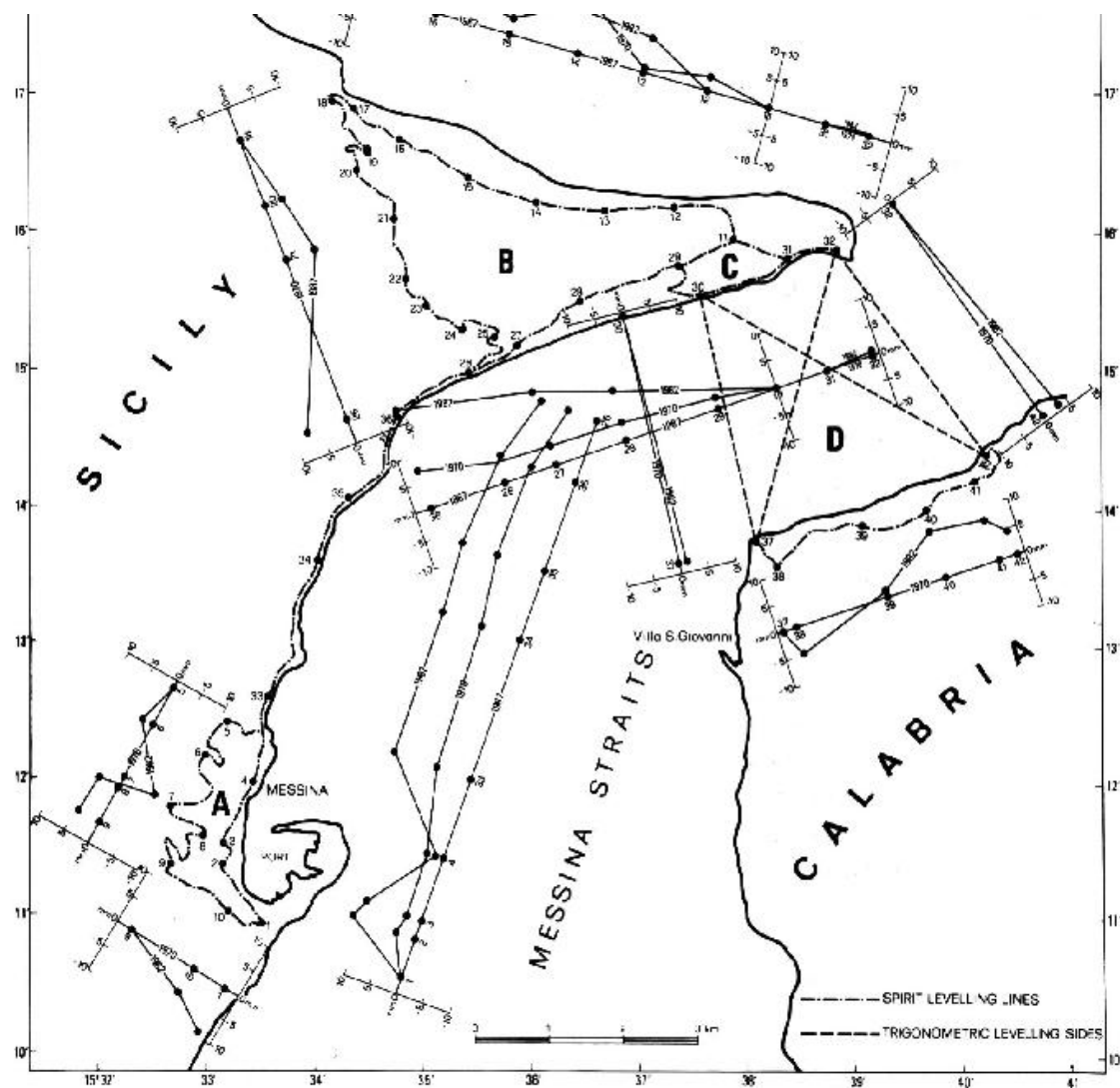


Scala dei diversi gradi d'attività sismica adottati in questa carta



(Vedi al Cap. IV Art. 5 la spiegazione della Scala)





Altitudine modifiche misurata lungo e in tutta la Stretto di Messina tra il 1967 e il 1982 (da Baldi et al. [1983]).



Altra novità d'interesse è tra le attività promosse per l'Anno Internazionale del Pianeta Terra è l'introduzione di una nuova scala di intensità basata sugli effetti ambientali. Le scale d'intensità sismiche tradizionali, quali la Mercalli Cancani Sieberg (MCS), la Mercalli Modificata (MM), la Medvedev-Sponheuer-Karnik (MSK) e la European Macroseismic Scale (EMS), basano l'attribuzione dell'Intensità su fattori come gli effetti prodotti dal terremoto essenzialmente sull'uomo, sulle strutture antropiche e poco sull'ambiente naturale. In pratica in corrispondenza di territori scarsamente abitati o non urbanizzati, dove gli effetti sulle strutture antropiche sono assenti o radi, la valutazione dell'intensità dei terremoti deve ovviamente basarsi sugli effetti prodotti sugli elementi disponibili sull'ambiente. La recente scala macrosismica ESI 2007, costituita da 12 gradi di intensità, analoghi a quelli delle scale tradizionali, si basa esclusivamente sugli effetti indotti sull'ambiente fisico, quali le fagliezioni superficiali, fenomeni di subsidenza e uplift di natura tettonica, liquefazioni, fratturazione del suolo, fenomeni franosi, variazioni idrologiche e tsunami. La valutazione dell'intensità sulla base degli effetti ambientali, elementi indipendenti ed obiettivi, introduce un approccio innovativo per la valutazione di terremoti avvenuti in epoche ed aree anche estremamente differenti. La nuova scala, elaborata grazie alla revisione critica dei dati di un elevato numero di terremoti avvenuti in tutto il mondo ed in particolare in Italia favorirà una migliore valutazione della pericolosità sismica

Plate 1 - Synoptic Table of ESI 2007 Intensity Degrees - The accuracy of the assessment improves in the higher degrees of the scale, in particular in the range of occurrence of primary effects, typically starting from intensity VIII, and with growing resolution for intensity IX, X, XI and XII. Hence, in the yellow group of intensity degrees (VIII-X) the effects on natural environment are an essential component of seismic intensity that cannot be disregarded. In the orange group of intensity degrees (XI-XII) they become the most effective tool for intensity assessment.

		PRIMARY EFFECTS		
		Surface faulting and deformations	Hydrological anomalies	Anomalous waves/tsunamis
From I to III		There are no environmental effects		
IV	LARGELY OBSERVED First unequivocal effects in the environment	Absent	Rare small variations of the water level in wells and/or of the flow-rate of springs are locally recorded, as well as extremely rare small variations of chemical-physical properties of water and turbidity in springs and wells, especially within large karstic spring systems, which appear to be most prone to this phenomenon.	In closed basins (lakes, even seas) seiches with height not exceeding a few centimeters may develop, commonly observed only by tidal gauges, exceptionally even by naked eye, typically in the far field of strong earthquakes. Anomalous waves are perceived by all people on small boats, few people on larger boats, most people on the coast. Water in swimming pools swells and may sometimes overflow.
V	STRONG Marginal effects in the environment	Absent	Rare variations of the water level in wells and/or of the flow-rate of springs are locally recorded, as well as small variations of chemical-physical properties of water and turbidity in lakes, springs and wells.	In closed basins (lakes, even seas) seiches with height of decimeters may develop, sometimes noted also by naked eye, typically in the far field of strong earthquakes. Anomalous waves up to several tens of cm high are perceived by all people on boats and on the coast. Water in swimming pools overflows.
VI	SLIGHTLY DAMAGING Modest effects in the environment	Absent	Significant variations of the water level in wells and/or of the flow-rate of springs are locally recorded, as well as small variations of chemical-physical properties of water and turbidity in lakes, springs and wells.	Anomalous waves up to many tens of cm high flood very limited areas nearshore. Water in swimming pools and small ponds and basins overflows.
VII	DAMAGING Appreciable effects in the environment	Observed very rarely, and almost exclusively in volcanic areas. Limited surface fault ruptures, tens to hundreds of meters long and with centimetric offset, may occur, essentially associated to very shallow earthquakes.	Significant temporary variations of the water level in wells and/or of the flow-rate of springs are locally recorded. Seldom, small springs may temporarily run dry or appear. Weak variations of chemical-physical properties of water and turbidity in lakes, springs and wells are locally observed.	Anomalous waves even higher than a meter may flood limited nearshore areas and damage or wash away objects of variable size. Water overflows from small basins and watercourses.
VIII	HEAVILY DAMAGING Extensive effects in the environment	Observed rarely. <i>Ground ruptures (surface faulting) may develop up to several hundred meters long, with offsets not exceeding a few cm, particularly for very shallow focus earthquakes such as those common in volcanic areas. Tectonic subsidence or uplift of the ground surface with maximum values in the order of a few centimeters may occur.</i>	Springs may change, generally temporarily, their flow-rate and/or elevation of outcrop. Some small springs may even run dry. Variations in water level are commonly observed in wells. Variations of chemical-physical properties of water, most commonly temperature, may be observed in springs and/or wells. Water turbidity may appear in closed basins, rivers, wells and springs. Gas emissions, often sulphurous, are locally observed.	Anomalous waves up to 1-2 meters high flood nearshore areas and may damage or wash away objects of variable size. Erosion and dumping of waste is observed along the beaches, where some bushes and even small weak-rooted trees can be eradicated and drifted away. Water violently overflows from small basins and watercourses.
IX	DESTRUCTIVE Effects in the environment are a widespread source of considerable hazard and become important for intensity assessment	Observed commonly. <i>Ground ruptures (surface faulting) develop, up to a few km long, with offsets generally in the order of several cm. Tectonic subsidence or uplift of the ground surface with maximum values in the order of a few decimeters may occur.</i>	Springs are changed, generally temporarily, their flow-rate and/or location to a considerable extent. Some modest springs may run dry. Temporary variations of chemical-physical properties of water, most commonly temperature, are observed in springs and/or wells. Water turbidity is common in closed basins, rivers, wells and springs. Gas emissions, often sulphurous, are observed, and bushes and grass near emission zones may burn.	Meters high waves develop in still and running waters. In flood plain rivers they change their course, temporary or even permanently, also because of widespread land subsidence and landsliding. Basins may appear or be emptied. Depending on shape of sea bottom and coastline, tsunamis may reach the shores with surges up to several meters flooding wide areas. Widespread erosion and dumping of waste is observed along the beaches, where bushes and trees can be eradicated and drifted away.
X	VERY DESTRUCTIVE Effects in the environment become a leading source of hazards and are critical for intensity assessment	Become leading. <i>Surface faulting can extend for few tens of km, with offsets from tens of cm up to a few meters. Gravity gullies and elongated depressions develop, for very shallow focus earthquakes in volcanic areas rupture lengths might be much longer. Tectonic subsidence or uplift of the ground surface with maximum values in the order of few meters may occur.</i>	Many springs significantly change their flow-rate and/or elevation of outcrop. Some springs may run temporarily or even permanently dry. Temporary variations of water level are commonly observed in wells. Even strong variations of chemical-physical properties of water, most commonly temperature, are observed in springs and/or wells. Often water becomes very muddy in even large basins, rivers, wells and springs. Gas emissions, often sulphurous, are observed, and bushes and grass near emission zones may burn.	Meters high waves develop in even big lakes and rivers, which overflow from their beds. In flood plain rivers they change their course, temporary or even permanently, also because of widespread land subsidence and landsliding. Basins may appear or be emptied. Depending on shape of sea bottom and coastline, tsunamis may reach the shores with surges exceeding 5 m flooding flat areas for thousands of meters inland. Small buildings can be damaged for many meters. Widespread deep erosion is observed along the shores, with noteworthy changes of the coastline profile. Trees nearshore are eradicated and drifted away.
XI	DEVASTATING Effects in the environment become decisive for intensity assessment, due to saturation of structural damage	Are dominant. <i>Surface faulting extends from several tens of km up to more than one hundred km, accompanied by slips reaching several meters. Gravity gullies, elongated depressions and pressure ridges develop. Drainage lines can be seriously effluent. Landslides and geomorphological changes induced by primary effects can attain extraordinary extent and size. Typical examples are the uplift or subsidence of coasts by several meters, appearance or disappearance from sight of significant landscape elements, rivers changing course, origination of waterfalls, formation or disappearance of lakes.</i>	Many springs significantly change their flow-rate and/or elevation of outcrop. Many springs may run temporarily or even permanently dry. Temporary or permanent variations of water level are generally observed in wells. Even strong variations of chemical-physical properties of water, most commonly temperature, are observed in springs and/or wells. Often water becomes very muddy in even large basins, rivers, wells and springs. Gas emissions, often sulphurous, are observed, and bushes and grass near emission zones may burn.	Large waves develop in big lakes and rivers, which overflow from their beds. In flood plain rivers they change their course, temporary or even permanently, also because of widespread land subsidence and landsliding. Basins may appear or be emptied. Depending on shape of sea bottom and coastline, tsunamis may reach the shores with surges reaching 15 meters and more devastating flat areas for kilometers inland. Even meter-sized buildings can be damaged for long distances. Widespread deep erosion is observed along the shores, with noteworthy changes of the coastal morphology. Trees nearshore are eradicated and drifted away, along the shores, with noteworthy changes of the coastline profile. Trees nearshore are eradicated and drifted away.
XII	COMPLETELY DEVASTATING Effects in the environment are the only tool for intensity assessment	Are dominant. <i>Surface faulting is at least few hundreds of km long, accompanied by offsets reaching several tens of meters. Gravity gullies, elongated depressions and pressure ridges develop. Drainage lines can be seriously effluent. Landslides and geomorphological changes induced by primary effects can attain extraordinary extent and size. Typical examples are the uplift or subsidence of coasts by several meters, appearance or disappearance from sight of significant landscape elements, rivers changing course, origination of waterfalls, formation or disappearance of lakes.</i>	Many springs significantly change their flow-rate and/or elevation of outcrop. Temporary or permanent variations of water level are generally observed in wells. Many springs and wells may run temporarily or even permanently dry. Strong variations of chemical-physical properties of water, most commonly temperature, are observed in springs and/or wells. Water becomes very muddy in even large basins, rivers, wells and springs. Gas emissions, often sulphurous, are observed, and bushes and grass near emission zones may burn.	Giant waves develop in lakes and rivers, which overflow from their beds. In flood plain rivers they change their course and even their flow direction, temporary or even permanently, also because of widespread land subsidence and landsliding. Large basins may appear or be emptied. Depending on shape of sea bottom and coastline, tsunamis may reach the shores with surges of several tens of meters devastating flat areas for many kilometers inland. Big buildings can be damaged for long distances. Widespread deep erosion is observed along the shores, with outstanding changes of the coastal morphology. Many trees are eradicated and drifted away. All boats are torn from their moorings and swept away or carried ashore even for long distances. All people outside are swept away.

- *Quadro sinottico dei Gradi di Intensità della scala ESI 2007 - L'accuratezza della valutazione aumenta verso i gradi più alti della scala, in particolare nell'intervallo di occorrenza degli effetti primari che tipicamente iniziano a manifestarsi dall'VIII grado con risoluzione crescente fino al XII grado. Pertanto, per i gradi di intensità in giallo (VIII-X) gli effetti sull'ambiente naturale sono una componente essenziale dell'intensità che non può essere ignorata. Per i gradi di intensità in arancio (XI e XII), essi sono lo strumento più affidabile per la valutazione dell'intensità.*

SECONDARY EFFECTS						
Ground cracks	Slope movements	Tree shaking	Liquefactions	Dust clouds	Jumping stones	TOTAL AREA
that can be used as diagnostic						
Hair-thin cracks (millimeter-wide) might be occasionally seen where lithology (e.g., loose alluvial deposits, saturated soils) and/or morphology (slopes or ridge crests) are most prone to this phenomenon.	Exceptionally, rocks may fall and small landslide may be (re)activated, along slopes where the equilibrium is already near the limit state, e.g. steep slopes and cuts, with loose and generally saturated soil.	Tree limbs shake feebly.	Absent	Absent	Absent	-----
Thin cracks (millimeter-wide and several cms up to one meter long) are locally seen where lithology (e.g., loose alluvial deposits, saturated soils) and/or morphology (slopes or ridge crests) are most prone to this phenomenon.	Rare small rockfalls, rotational landslides and slump earth flows may take place, along often but not necessarily steep slopes where equilibrium is near the limit state, mainly loose deposits and saturated soil. Underwater landslides may be triggered, which can induce small anomalous waves in coastal areas of sea and lakes.	Tree limbs and bushes shake slightly, very rare cases of fallen dead limbs and ripe fruit.	Extremely rare cases are reported of liquefaction (sand boil), small in size and in areas most prone to this phenomenon (highly susceptible, recent, alluvial and coastal deposits, near-surface water table).	Absent	Absent	-----
Occasionally, millimeter-centimeter wide and up to several meters long fractures are observed in loose alluvial deposits and/or saturated soils; along steep slopes or riverbanks they can be 1-2 cm wide. A few minor cracks develop in paved (either asphalt or stone) roads.	Rockfalls and landslides with volume reaching ca. 10^3 m ³ can take place, especially where equilibrium is near the limit state, e.g. steep slopes and cuts, with loose saturated soil, or highly weathered / fractured rocks. Underwater landslides can be triggered, occasionally provoking small anomalous waves in coastal areas of sea and lakes, commonly seen by instrumental records.	Trees and bushes shake moderately to strongly; a very few tree tops and unstable-dead limbs may break and fall, also depending on species, fruit load and state of health.	Rare cases are reported of liquefaction (sand boil), small in size and in areas most prone to this phenomenon (highly susceptible, recent, alluvial and coastal deposits, near surface water table).	Absent	Absent	-----
Fractures up to 5-10 cm wide and up to hundred metres long are observed, commonly in loose alluvial deposits and/or saturated soils; rarely, in dry sand, sand-clay, and clay soil fractures are also seen, up to 1 cm wide. Centimeter-wide cracks are common in paved (asphalt or stone) roads.	Scattered landslides occur in prone areas, where equilibrium is unstable (steep slopes of loose / saturated soils), while modest rock falls are common on steep gorges, cliffs). Their size is sometimes significant (10^3 - 10^5 m ³); in dry sand, sand-clay, and clay soil, the volumes are usually up to 100 m ³ . Ruptures, slides and falls may affect riverbanks and artificial embankments and excavations (e.g., road cuts, quarries) in loose sediment or weathered fractured rock. Significant underwater landslides can be triggered, provoking anomalous waves in coastal areas of sea and lakes, directly felt by people on boats and ports.	Trees and bushes shake vigorously; especially in densely forested areas, many limbs and tops break and fall.	Rare cases are reported of liquefaction, with sand boils up to 50 cm in diameter, in areas most prone to this phenomenon (highly susceptible, recent, alluvial and coastal deposits, near surface water table).	Absent	Absent	The total affected area is in the order of 10 km ² .
Fractures up to 50 cm wide and up to hundreds metres long, are commonly observed in loose alluvial deposits and/or saturated soils; in rare cases fractures up to 1 cm can be observed in competent dry rocks. Decimetric cracks are common in paved (asphalt or stone) roads, as well as small pressure undulations.	Small to moderate (10^3 - 10^5 m ³) landslides are widespread in prone areas; rarely they can occur also on gentle slopes; where equilibrium is unstable (steep slopes of loose / saturated soils; rock falls on steep gorges, coastal cliffs) their size is sometimes large (10^5 - 10^6 m ³). Landslides can occasionally dam narrow valleys causing temporary or even permanent lakes. Ruptures, slides and falls affect riverbanks and artificial embankments and excavations (e.g., road cuts, quarries) in loose sediment or weathered / fractured rock. Frequent is the occurrence of landslides under the sea level in coastal areas.	Trees shake vigorously; branches may break and fall, trees may be uprooted, especially along steep slopes.	Liquefaction may be frequent in the epicentral area, depending on local conditions; the most typical effects are: sand boils up to ca. 1 m in diameter; apparent water fountains in still waters; localised lateral spreading and settlements (subsidence up to ca. 30 cm), with fissuring parallel to waterfront areas (river banks, lakes, canals, seashores).	In dry areas, dust clouds may rise from the ground in the epicentral area.	Stone sand even small boulders and tree trunks may be thrown in the air, leaving typical imprints in soft soil.	The total affected area is in the order of 100 km ² .
Fractures up to 100 cm wide and up to hundreds metres long are commonly observed in loose alluvial deposits and/or saturated soils; in competent rocks they can reach up to 10 cm. Significant cracks are common in paved (asphalt or stone) roads, as well as small pressure undulations.	Landsliding is widespread in prone areas, also on gentle slopes; where equilibrium is unstable (steep slopes of loose / saturated soils; rock falls on steep gorges, coastal cliffs) their size is frequently large (10^5 m ³), sometimes very large (10^6 m ³). Landslides can dam narrow valleys causing temporary or even permanent lakes. Riverbanks, artificial embankments and excavations (e.g., road cuts, quarries) frequently collapse. Frequent are large landslides under the sea level in coastal areas.	Trees shake vigorously; branches and thin tree trunks frequently break and fall. Some trees might be uprooted and fall, especially along steep slopes.	Liquefaction and water upsurge are frequent; sand boils up to 3 m in diameter; the most typical effects are apparent water fountains in still waters; frequent lateral spreading and settlements (subsidence of more than ca. 30 cm), with fissuring parallel to waterfront areas (river banks, lakes, canals, seashores).	In dry areas, dust clouds may rise from the ground.	Small boulders and tree trunks may be thrown in the air and move away from their site for meters, also depending on slope angle and roundness, leaving typical imprints in soft soil.	The total affected area is in the order of 1,000 km ² .
Open ground cracks up to more than 1 m wide and up to hundred metres long are frequent, mainly in loose alluvial deposits and/or saturated soils; in competent rocks opening reaches several decimeters. Wide cracks develop in paved (asphalt or stone) roads, as well as pressure undulations.	Large landslides and rock-falls ($> 10^5$ - 10^6 m ³) are frequent, practically regardless of equilibrium state of the slopes, causing temporary or permanent barrier lakes. River banks, artificial embankments, and sides of excavations typically collapse. Levees and earth dams may also incur serious damage. Frequent are large landslides under the sea level in coastal areas.	Trees shake vigorously; many branches and tree trunks break and fall. Some trees might be uprooted and fall.	Liquefaction, with water upsurge and soil compaction, may change the aspect of wide zones; sand volcanoes may even be more than 6 m in diameter; vertical subsidence even > 1 m; large and long fissures due to lateral spreading are common.	In dry areas, dust clouds commonly rise from the ground.	Boulders (diameter in excess of 2-3 meters) can be thrown in the air and move away from their site for hundreds of meters down even gentle slopes, leaving typical imprints in soil.	The total affected area is in the order of 5,000 km ² .
Open ground cracks up to several meters wide are very frequent, mainly in loose alluvial deposits and/or saturated soils. In competent rocks they can reach 1 m. Very wide cracks develop in paved (asphalt or stone) roads, as well as large pressure undulations.	Large landslides and rock-falls ($> 10^5$ - 10^6 m ³) are frequent, practically regardless of equilibrium state of slopes, causing many temporary or permanent barrier lakes. River banks, artificial embankments, and sides of excavations typically collapse. Levees and earth dams incur serious damage. Significant landslides can occur even at 200 - 300 km distance from the epicenter. Frequent are large landslides under the sea level in coastal areas.	Trees shake vigorously; many branches and tree trunks break and fall. Many trees are uprooted and fall.	Liquefaction changes the aspect of extensive zones of lowland, determining vertical subsidence possibly exceeding several meters; numerous large sand volcanoes, and severe lateral spreading can be observed.	In dry areas dust clouds arise from the ground.	Big boulders (diameter of several meters) can be thrown in the air and move away from their site for long distances down even gentle slopes, leaving typical imprints in soil.	The total affected area is in the order of 10,000 km ² .
Ground open cracks are very frequent, up to one meter or more wide in the bedrock, up to more than 10 m wide in loose alluvial deposits and/or saturated soils. These may extend up to several kilometers in length.	Large landslides and rock-falls ($> 10^5$ - 10^6 m ³) are frequent, practically regardless to equilibrium state of the slopes, causing many temporary or permanent barrier lakes. River banks, artificial embankments, and sides of excavations typically collapse. Levees and earth dams incur serious damage. Significant landslides can occur at more than 200 - 300 km distance from the epicenter. Frequent are very large landslides under the sea level in coastal areas.	Trees shake vigorously; many branches and tree trunks break and fall. Many trees are uprooted and fall.	Liquefaction occurs over large areas and changes the morphology of extensive flat zones, determining vertical subsidence exceeding several meters, widespread large sand volcanoes, and extensive severe lateral spreading can be observed.	In dry areas dust clouds arise from the ground.	Also very big boulders can be thrown in the air and move for long distances even down very gentle slopes, leaving typical imprints in soil.	The total affected area is in the order of 50,000 km ² and more

SCALA RICHTER

Charles Richter nel 1935 produsse una formula matematica per elaborare l'informazione dei sismografi (lo strumento per registrare le vibrazioni prodotte dai terremoti) e calcolare la cosiddetta "magnitudine relativa", espressa appunto in numero della scala Richter.

Tale scala non ha divisioni in gradi, limiti inferiori, (se non strumentali) e superiori. La valutazione dell'energia liberata da un sisma è associata ad un indice, detto **magnitudo**, che si ottiene rapportando il logaritmo decimale dell'ampiezza massima di una scossa e il logaritmo di una scossa campione. Lo **zero** della scala equivale ad una energia liberata pari a 10^5 Joule. Il massimo valore registrato, è stato di magnitudo 8.6 equivalente all'energia di 10^{18} J.

La magnitudo 5 è considerata nella letteratura di settore il valore di riferimento per la soglia di danno.

Magnitudo	Caratteristiche
<2,5	Sisma molto lieve, non percepita dalle persone
2,5-3	Scossa avvertita solo nelle immediate vicinanze.
4-5	Può causare danni localmente
5	L'energia sprigionata è pari a quella della bomba atomica lanciata su Hiroshima nel 1945.
6	Sisma distruttivo in un'area ristretta 10 Km di raggio
7	Sisma distruttivo in un'area di oltre 30 Km di raggio
7-8	Grande terremoto distruttivo magnitudo del terremoto di S. Francisco del 1906.
8,4	L'energia sprigionata dalle scosse è pari a 2×10^{25} erg
9,5	Massimo valore di magnitudo noto, osservato il 22.5.1960 in Cile, l'energia prodotta dal sisma è tre milioni di volte superiore a quella della prima bomba atomica lanciata su Hiroshima nel 1945.

SCALA MCS (Mercalli - Cancani - Sieberg)

Nel 1902 Mercalli propose la prima scala composta da 10 gradi. In seguito gli americani H.O. Wood e F. Neumann la modificarono aggiungendo 2 gradi al fine di adattarla alle consuetudini costruttive vigenti in California. Con il medesimo intento in Europa occidentale è ora in uso la scala **MCS** (Mercalli, Cancani, Sieberg), mentre in Europa orientale si utilizza la scala **MKS** (Medvedev, Karnik, Sponheuer).

Grado	Effetto	Definizione
I	<i>Impercettibile</i>	Rilevato soltanto da sismografi.
II	<i>Molto leggero</i>	Sentito soltanto da persone estremamente sensibili o nervose, in perfetta quiete e quasi sempre nei piani superiori dei caseggiati.
III	<i>Leggero</i>	Anche in zone densamente abitate viene percepito come terremoto, soltanto da una piccola parte degli abitanti nell'interno delle case, come nel caso del passaggio di un pesante mezzo. Da alcuni viene riconosciuto come terremoto soltanto dopo averne parlato con altri.
IV	<i>Moderato</i>	All'aperto il terremoto è percepito da pochi. Nelle case è notato da numerose persone ma non da tutti, a seguito del tremolio o di oscillazioni leggere di mobili. Cristalleria e vasellame, posti a breve distanza, urtano come al passaggio di un pesante autocarro su strada dissestata. Finestre tintinnano; porte, travi e assi in legno scricchiolano; cricchiano i soffitti. In recipienti aperti, i liquidi vengono leggermente mossi. Si ha la sensazione che in casa si sia rovesciato un oggetto pesante; si oscilla con tutta la sedia o il letto come su una barca. In generale questi movimenti non provocano paura a meno che le persone non si siano innervosite o spaventate a causa di terremoti precedenti. In rari casi i dormienti si svegliano.
V	<i>Abbastanza forte</i>	Nel pieno delle attività giornaliere, il sisma viene percepito da numerose persone nelle strade e se sensibili anche in campo aperto. In casa si avverte in seguito allo scuotere dell'intero edificio. Pianta e piccoli rami di cespugli ed alberi si muovono con evidenza, come se ci fosse un vento moderato. Oggetti pendenti come lampade, tendaggi, lampadari non troppo pesanti entrano in oscillazione, campane suonano. Gli orologi a pendolo si fermano od oscillano con maggior periodo, a seconda della direzione della scossa se perpendicolare o normale al moto di oscillazione. A volte orologi a pendolo fermi riprendono il movimento. La luce elettrica guizza o viene a mancare in seguito a movimenti della linea. I quadri urtano, battono contro le pareti oppure si spostano; da recipienti colmi e aperti vengono versate piccole quantità di liquido; ninnoli ed oggetti del genere possono cadere come pure gli oggetti addossati alle pareti; arredi leggeri possono essere spostati di poco; mobili rintonano; porte ed imposte sbattono; vetri delle finestre si infrangono. Quasi tutti i dormienti si svegliano. Sporadici gruppi di persone fuggono all'aperto.

VI	<i>Forte</i>	Il terremoto viene notato da tutti con paura, molti fuggono all'aperto, alcuni hanno la sensazione di instabilità. Liquidi si muovono fortemente; quadri, libri e cose simili cadono dalle pareti e dagli scaffali; porcellane si frantumano; suppellettili assai stabili, e perfino pezzi d'arredo vengono spostati se non rovesciati; piccole campane in cappelle e chiese, e orologi di campanili battono. Case isolate, solidamente costruite subiscono danni leggeri; spaccature all'intonaco, caduta del rinzafo di soffitti e di pareti. Danni più forti, ma non ancora pericolosi, si hanno sugli edifici mal costruiti. Qualche tegola e pietra di camino cade.
VII	<i>Molto forte</i>	Notevoli danni vengono provocati ad oggetti di arredamento anche di grande peso. Grandi campane rintoccano. Corsi d'acqua, stagni e laghi si agitano e s'intorbidiscono a causa della melma mossa. Qua e là, parte delle sponde di sabbia e ghiaia scivolano via. Varia la portata delle sorgenti. Danni moderati a numerosi edifici costruiti solidamente: piccole spaccature nei muri; caduta di toppe piuttosto grandi dell'incalcinatura e dello stucco, a volte anche di mattoni. Caduta generale di tegole. Molti fumaioi vengono lesi da incrinature. Camini già danneggiati si rovesciano sopra il tetto danneggiandolo. Da torri e costruzioni alte cadono decorazioni mal fissate. Quando la casa e' a pareti intelaiate, i danni all'incalcinatura e all'intelaatura sono più gravi. In casi isolati distruzione di case mal costruite oppure riattate.
VIII	<i>Rovinoso</i>	Interi rami d'albero pendono rotti e perfino si staccano. Anche i mobili più pesanti vengono spostati lontano e a volte rovesciati. Statue, monumenti in chiese, in cimiteri e parchi pubblici, ruotano sul proprio piedistallo oppure si rovesciano. Solidi muri di cinta in pietra si rompono e crollano. Circa un quarto delle case è gravemente lesa, alcune crollano, molte diventano inabitabili; gran parte di queste cadono. Negli edifici intelaati cade gran parte della tamponatura. Case in legno vengono schiacciate o rovesciate. Spesso campanili di chiese e di fabbriche con la loro caduta causano danni agli edifici vicini più di quanto non avrebbe fatto da solo il terremoto. In pendii e terreni acquitrinosi si formano crepe. In terreni bagnati si ha l'espulsione di sabbia e di melma.
IX	<i>Distruttivo</i>	Circa la metà delle case in pietra sono distrutte; molte crollano; la maggior parte diviene inabitabile. Case ad intelaature sono divelte dalle proprie fondamenta e crollano; travi strappate a seconda delle circostanze contribuiscono alla rovina.
X	<i>Completamente distruttivo</i>	Gravissima distruzione di circa 3/4 degli edifici, la maggior parte crolla. Perfino costruzioni solide di legno e ponti subiscono gravi lesioni, alcuni vengono distrutti. Argini e dighe ecc., chi più, chi meno, sono danneggiati notevolmente, binari leggermente piegati e tubature (gas, acqua e scarichi) vengono troncate, rotte e schiacciate. Nelle strade lastricate e asfaltate si formano crepe e per pressione sporgono larghe pieghe ondose. In terreni meno densi e più umidi si creano spaccature fino alla larghezza di più decimetri; si notano parallelamente ai corsi d'acqua spaccature che raggiungono larghezze fino a un metro. Non solo pezzi di terreno scivolano dai pendii, ma interi macigni rotolano a valle. Grossi massi si staccano dagli argini dei fiumi e da coste scoscese; riviere basse subiscono spostamenti di masse sabbiose e fangose, per cui il livello del terreno viene notevolmente variato. Le sorgenti subiscono frequenti cambiamenti di livello dell'acqua. Da fiumi, canali e laghi ecc. le acque vengono gettate contro le sponde.
XI	<i>Catastrofico</i>	Crollo di tutti gli edifici in muratura, resistono soltanto le capanne di legno e le costruzioni ad incastro di grande elasticità. Anche i ponti più sicuri crollano a causa della caduta di pilastri in pietra o del cedimento di quelli in ferro. Binari si piegano fortemente e si spezzano. Tubature interrate vengono spaccate e rese irreparabili. Nel terreno si manifestano vari mutamenti di notevole estensione, a seconda della natura del suolo, si aprono grandi crepe e spaccature; soprattutto in terreni morbidi e acquitrinosi il dissesto e' considerevole sia orizzontalmente che verticalmente. Ne segue il trabocco di sabbia e melma con diverse manifestazioni. Sono frequenti lo sfaldamento di terreni e la caduta di massi.
XII	<i>Grandemente catastrofico</i>	Non regge alcuna opera dell'uomo. Lo sconvolgimento del paesaggio assume aspetti grandiosi. Corsi d'acqua sia superficiali che sotterranei subiscono mutamenti vari, si