

TERRE MOTI MARE MOTI

come **CONOSCERLI** e **RIDURRE** | **RISCHI**

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA



Progetto editoriale

Laboratorio Grafica e Immagini | INGV

Coordinamento e supervisione

Concetta Nostro, Maurizio Pignone, Alessandro Amato

Testi

Alessandro Amato, Emmanuel Baroux, Paolo Casale, Corrado Castellano, Maria Grazia Ciaccio, Lorenzo Cugliari, Alberto Frepoli, Laura Graziani, Alessandra Maramai, Carlo Meletti, Concetta Nostro, Maurizio Pignone, N. Alessandro Pino, Andrea Tertulliani

Progetto grafico e impaginazione

Daniela Riposati

Illustrazioni

Francesca Di Laura

Elaborazioni mappe

Maurizio Pignone, Beatriz Brizuela

Contributi

Luca Arcoraci, Emanuele Casarotti, Antonella Marsili, Raffaele Moschillo, Anna Nardi

Adattamento testi della prima e seconda edizione edita da Giunti | Progetti Educativi

Roberto Luciani

Referenze fotografiche

©INGV pp. 16, 17, 18, 19, 32, 33, 39, 42; ©IoNonRischio p. 23.

©Jack Mason (2014) p. 34; ©ISPRA p. 39; ©NOOA p. 41.

L'INGV è a disposizione degli aventi diritto con i quali non è stato possibile comunicare, nonché per eventuali omissioni o inesattezze nella citazione delle fonti

Questa edizione è stata realizzata in occasione del 25esimo anniversario dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Citare come

AA. VV. (2025). *Terremoti e Maremoti. Come conoscerli e ridurre i rischi. Quarta edizione, marzo 2025, 48 pagine. ISBN 9791280282002*

©INGV | Quarta edizione, marzo 2025 | Stampato presso Rotoform s.r.l., Roma

TERREMOTI MAREMOTI

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia compie 25 anni da quando ha riunito in sé istituzioni storiche quali l'Osservatorio Vesuviano fondato nel 1841, l'Istituto Nazionale di Geofisica voluto da Guglielmo Marconi nel 1936, e vari altri istituti fondamentali del CNR. L'INGV è quindi un ente giovane, ma dalle radici antiche, un ente di ricerca che però è anche Struttura Operativa del Sistema Nazionale di Protezione Civile. Ha quindi l'anima della scienza di base, ma è anche finalizzato al bene pubblico come ente preposto alle attività di monitoraggio e sorveglianza dei terremoti, dei vulcani, dei maremoti, e di altre manifestazioni della vitalità della Terra e delle sue interazioni con lo spazio.

L'INGV è quindi al servizio dei cittadini, con l'obiettivo di svelare i segreti del pianeta per carpirne i meccanismi di funzionamento, per difenderci meglio dai rischi naturali, ma anche per coltivarne le risorse della Terra in modo più consapevole di quanto fatto finora, come evidente dal riscaldamento climatico in atto. Questo libro ci racconta in modo semplice ed efficace alcuni concetti fondamentali sui terremoti e i maremoti, accompagnandoci in un percorso virtuoso di conoscenza, fondamento per ogni scelta e valutazione comportamentale. Gli eventi sismici e i maremoti sono fenomeni che accadranno sempre in futuro: il tema non è se, ma quando e dove si ripeteranno. Il passato ci insegna molto, ma lo studio del respiro della Terra, di come funziona la geodinamica e le reti di monitoraggio che fanno da sentinelle per scrutare il pianeta, sono gli strumenti indispensabili per accrescere la consapevolezza di quanto siamo legati al nostro granello di roccia su cui viviamo.

Carlo **DOGLIONI**

Presidente dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia





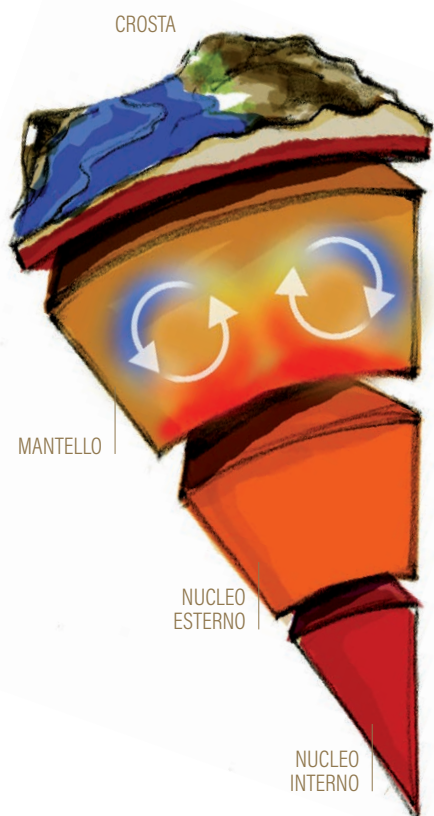
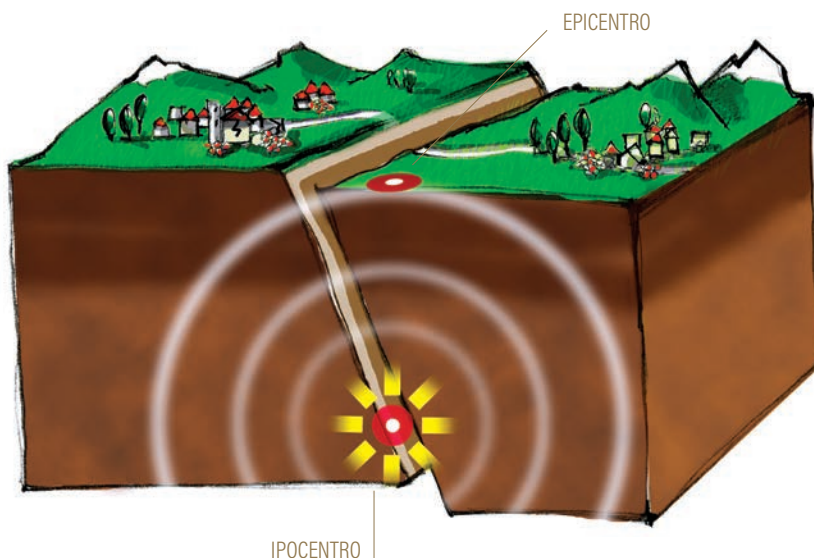
CONOSCERE
IL **TERREMOTO**



CHE COSA È UN **TERREMOTO**?

Un **terremoto** è un movimento improvviso del terreno. Chiamato anche scossa sismica, questo movimento nasce all'interno della Terra, in un punto detto **ipocentro**.

È da qui che si propagano le onde sismiche in tutte le direzioni. La proiezione in superficie dell'ipocentro è chiamata **epicentro**.



Le onde sismiche producono effetti sull'uomo e sull'ambiente, e sono anche la migliore fonte di informazione per studiare l'interno della Terra.

È un po' quello che succede quando usiamo i raggi X per esaminare i nostri organi interni.

Dall'inizio del XX secolo le tecniche di registrazione delle onde sismiche e i metodi per leggerle e interpretarle hanno fatto grandi progressi. Grazie ad essi abbiamo potuto capire qual è la **struttura profonda della Terra**.

Se potessimo aprirla come una pesca, vedremmo che la Terra è fatta a strati: i principali sono **crosta, mantello e nucleo**.



La crosta e la parte più esterna del mantello costituiscono la **litosfera**: i terremoti nascono qui. Le rocce che formano la crosta e il mantello superiore subiscono continuamente giganteschi sforzi, che sono il risultato di lenti movimenti tra le grandi **placche** in cui è suddiviso lo strato più superficiale della Terra, come se fosse il guscio incrinato

di un uovo. Tali movimenti sono prodotti dai moti convettivi nel mantello che spingono e trascinano le placche generando sforzi che sono massimi vicino ai confini tra le placche stesse, come per esempio in Italia e in generale in tutto il Mediterraneo, e minimi al loro interno, come succede per il Canada e per l'Africa centro-occidentale.

SCONQUASSI DALL'A ALLA Z

CROSTA TERRESTRE

Involucro più esterno della parte solida della Terra. Il suo spessore varia tra i 10 e i 70 chilometri.

MANTELLO

Parte della Terra compresa tra la crosta e il nucleo.

Si estende fino a circa 2900 chilometri di profondità.

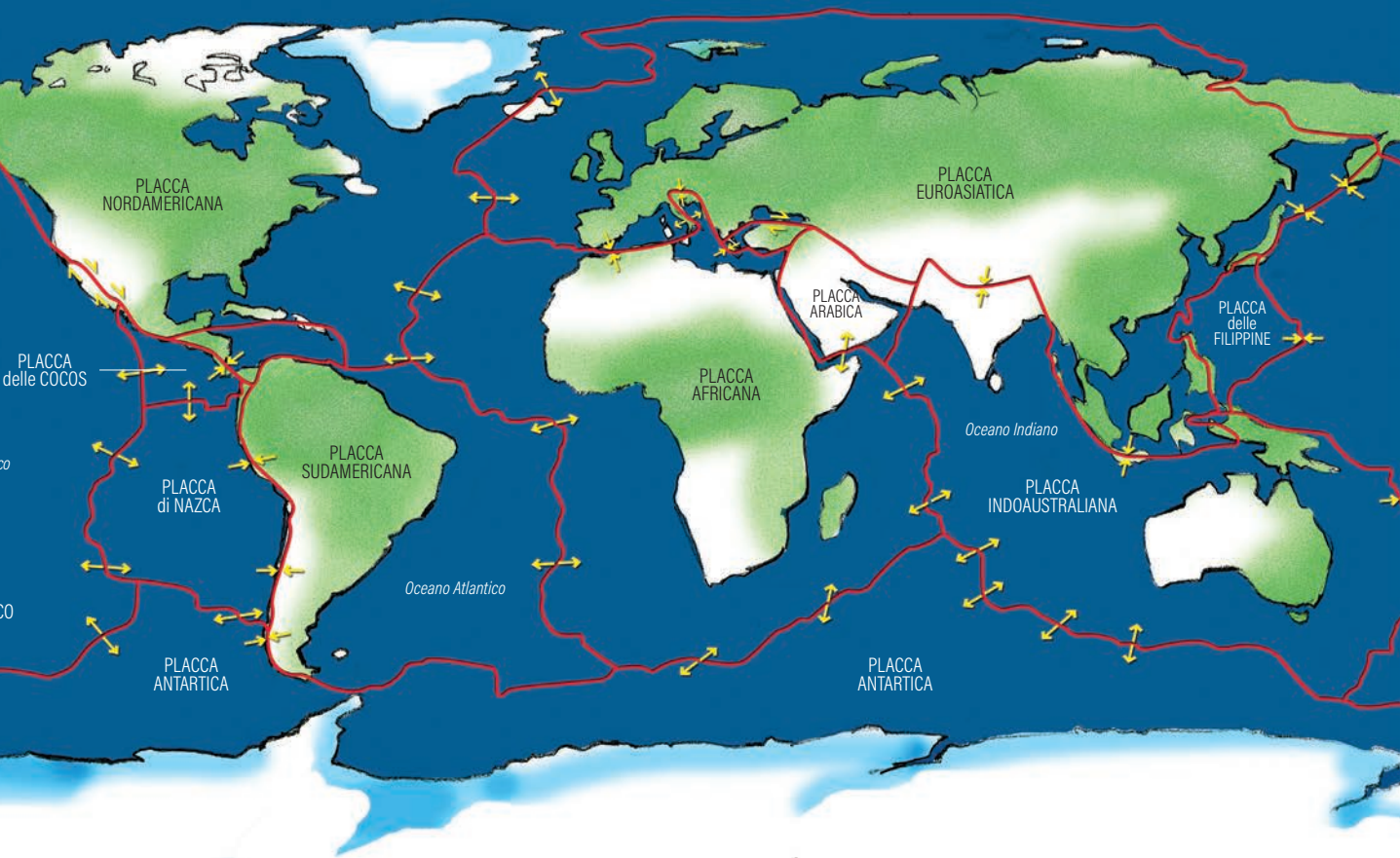
NUCLEO

Parte centrale della Terra, sotto i 2900 chilometri di profondità. È a sua volta suddiviso in nucleo esterno (fuso) e nucleo interno (solido).

PLACCHE TETTONICHE

Chiamate anche zolle, sono le parti in cui è suddivisa la crosta terrestre.

LE PLACCHE TETTONICHE E I LORO MOVIMENTI



Le rocce che formano la crosta hanno un limite di resistenza e quando gli sforzi superano questo limite le rocce si rompono. La frattura si propaga in modo

rapido e violento, liberando energia sotto forma di onde elastiche: sono loro che fanno tremare la terra sotto i nostri piedi. Qualche volta la frattura, chiamata

faglia, si rende visibile anche in superficie, formando dei gradini detti **scarpate di faglia**, come effetto del processo avvenuto nelle profondità della Terra.



FASE 1

Situazione di quiete: le forze all'interno della crosta sono in equilibrio.



FASE 2

L'equilibrio si altera: le rocce, a causa degli sforzi, si deformano.



FASE 3

Il terremoto! Lo sforzo accumulato diventa insostenibile per le rocce che si rompono, provocando delle deformazioni permanenti.

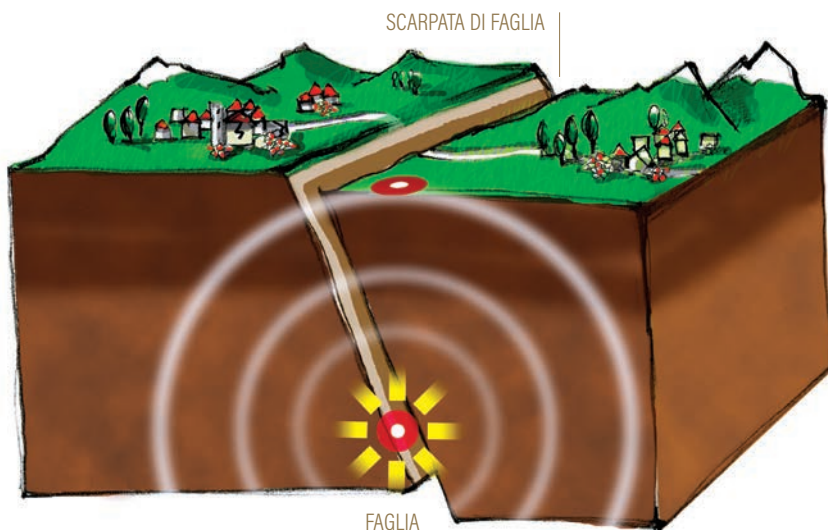
SCONQUASSI DALL'A ALLA Z

FAGLIA

Frattura delle rocce con movimento relativo tra due blocchi adiacenti.

SCARPATA DI FAGLIA

Deformazione permanente della superficie terrestre, prodotta dallo scorrimento di una parte della faglia rispetto all'altra. Questo movimento è la causa del terremoto.

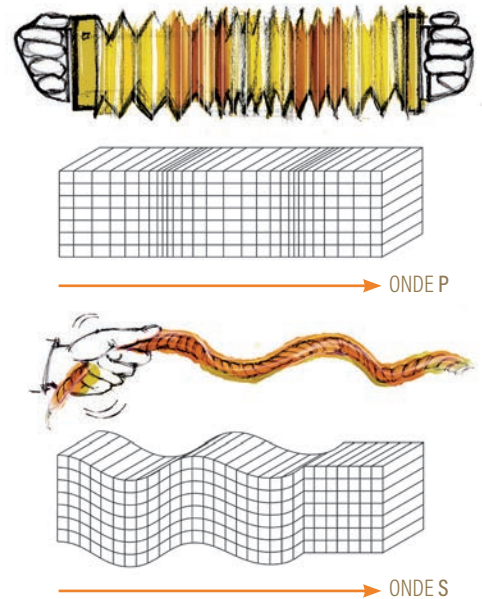


CHE COSA SONO LE **ONDE SISMICHE**?

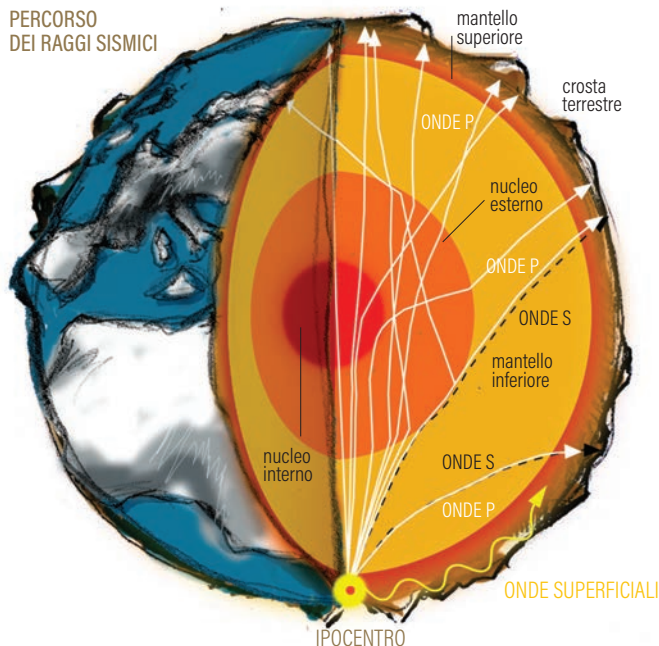
La rottura delle rocce libera una grande quantità di energia, che a sua volta genera delle potenti oscillazioni che si propagano nella Terra: le **onde sismiche**. Un terremoto ne genera diversi tipi. Le principali sono le **onde P** e le **onde S**. Le onde P (*Prime*) fanno vibrare il suolo nella stessa direzione in cui si propagano; comprimono e dilatano in successione le rocce che attraversano, come una fisarmonica. Invece le onde S (*Seconde*) fanno vibrare le rocce perpendicolarmente rispetto alla loro direzione di marcia, come una corda che viene scossa. Le onde P sono più veloci delle

onde S (circa 1.7 volte), quindi sono le prime ad essere registrate dai sismometri, seguite dalle onde S. Per ultime arrivano le onde superficiali, che si propagano solo sulla superficie terrestre.

Le onde sismiche attraversano gli strati della Terra variando la velocità e anche la loro direzione a seconda della densità dello strato che attraversano: maggiore è la densità, maggiore è la velocità e diversa è la direzione di propagazione. Andando verso il centro della Terra, il passaggio da uno strato all'altro fa sì che i **raggi sismici** non percorrano traiettorie dritte ma curve.



PERCORSO
DEI RAGGI SISMICI



SCONQUASSI DALL'A ALLA Z

ONDE P-PRIME

Onde di volume dette anche longitudinali, perché vibrano parallelamente alla direzione di propagazione dell'onda. Sono le più veloci e quindi le prime ad essere registrate in occasione di un terremoto.

ONDE S-SECONDE

Onde di volume dette anche trasversali o di taglio, perché vibrano perpendicolarmente alla direzione di propagazione dell'onda. Non si propagano nei liquidi e hanno velocità inferiore rispetto alle onde P.

RAGGIO SISMICO

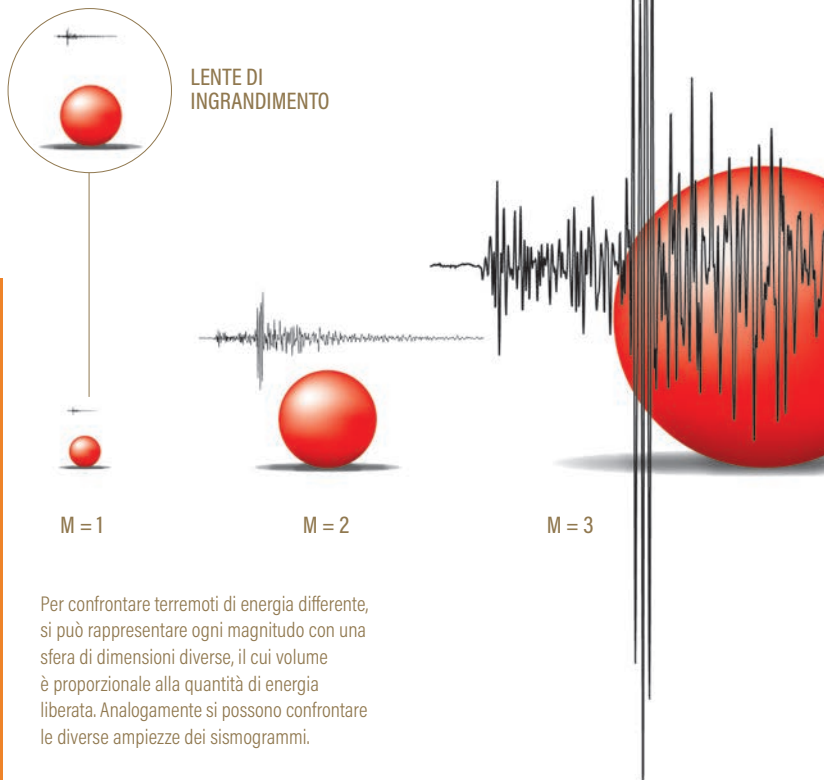
Direzione di propagazione dell'energia trasportata dalle onde sismiche.

COME SI MISURA UN TERREMOTO?

La grandezza di un terremoto si misura con due valori diversi: la **magnitudo** e l'**intensità**. La **magnitudo** (definita nel 1935 dal famoso sismologo statunitense Charles F. Richter) si usa per misurare quanto è stato *forte* un terremoto, cioè per stimare quanta **energia elastica** quel terremoto ha sprigionato. Infatti fra la grandezza, o magnitudo, e l'energia di un terremoto c'è un rapporto matematico molto particolare. Ogni volta che la magnitudo sale di una unità l'energia aumenta non di una, ma di ben 30 volte. In altre parole, rispetto a un terremoto di magnitudo 1, un terremoto di magnitudo 2 è circa 30 volte più forte, mentre uno di magnitudo 3

è 900 volte più forte! L'ampiezza della traccia del terremoto - **sismogramma** - aumenta invece di 10 volte. La massima magnitudo mai misurata, pari a 9.5, è quella del terremoto del Cile avvenuto nel 1960. Più recentemente il terremoto del 2011 in Giappone ha raggiunto magnitudo pari a 9.1. I più piccoli terremoti percepiti dall'uomo hanno magnitudo molto basse (intorno a 2.0), mentre quelli che possono provocare danni

alle abitazioni e vittime hanno in genere, in Italia, una magnitudo superiore a 5.5. Oggi i sismologi usano diversi tipi di magnitudo. Oltre alla **magnitudo Richter M_L** , che si calcola misurando l'ampiezza massima del sismogramma, è largamente usata anche la **magnitudo momento M_w** , che si ottiene dall'analisi dell'intero sismogramma ed è più rappresentativa della grandezza del terremoto.



SCONQUASSI DALL'A ALLA Z

SISMOGRAMMA

Registrazione delle oscillazioni del terreno provocate dal passaggio delle onde sismiche.

SISMOMETRO

Strumento che consente di rilevare le oscillazioni del terreno provocate dal passaggio delle onde sismiche.

Per confrontare terremoti di energia differente, si può rappresentare ogni magnitudo con una sfera di dimensioni diverse, il cui volume è proporzionale alla quantità di energia liberata. Analogamente si possono confrontare le diverse ampiezze dei sismogrammi.

MAGNITUDO RICHTER M_L

L'altro modo per misurare un terremoto è in base alla sua **intensità**. Ad essere presi in esame, in questo caso, sono gli **effetti** sull'ambiente, sulle cose e sull'uomo. Mentre la magnitudo di un certo terremoto è un valore univoco, l'intensità invece può cambiare da luogo a luogo, secondo quel che è successo a cose e persone; in genere, più ci si allontana dall'epicentro e più diminuisce. L'intensità di un terremoto viene espressa con la **Scala Mercalli**, dal nome del sismologo italiano che, all'inizio del XX secolo, diffuse a livello internazionale la classificazione

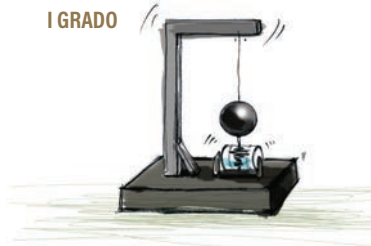
dei terremoti secondo gli effetti e i danni che producevano. Questa scala - successivamente modificata da Cancani e Sieberg - si compone di **dodici gradi**: più alto il grado, più disastroso il terremoto. Per stimare l'intensità di un terremoto bisogna osservare e valutare gli effetti che esso ha causato in tutta l'area interessata. Per questo squadre di tecnici specializzati compiono ricognizioni nella zona colpita e raccolgono dati per realizzare delle mappe macrosismiche in cui a ciascuna località coinvolta viene assegnato il grado di intensità del sisma.

La magnitudo Richter M_L e la **Scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS)** sono due misure molto diverse: la prima è data dagli strumenti; la seconda è una classificazione degli effetti del terremoto su persone e cose. Sono misure non sempre correlabili; terremoti forti in zone disabitate o con edifici antisismici non causano danni e hanno quindi valori bassi di intensità. Viceversa, piccoli terremoti in aree con costruzioni non adeguate possono provocare danni anche rilevanti con gradi alti di intensità.

SCALA MERCALLI-CANCANI-SIEBERG

La Scala Mercalli-Cancani-Sieberg misura gli effetti di un terremoto. I numeri romani rappresentano i diversi gradi di intensità, dal I (scossa strumentale) al XII (distruzione totale).

I GRADO



Avvertito solo dagli strumenti e da pochissime persone.

III GRADO



Avvertito da alcuni. Oggetti e mobili possono oscillare.

VI GRADO



Avvertito da tutti. Danni molto lievi alle abitazioni.

VIII GRADO



Danni gravi a un quarto delle costruzioni, alcuni crolli.

X GRADO



Danni gravi e gravissimi ai tre quarti delle costruzioni, crolli. Spaccature nel suolo.

XII GRADO



Distruzione quasi totale o totale delle opere umane. Modifiche del paesaggio.

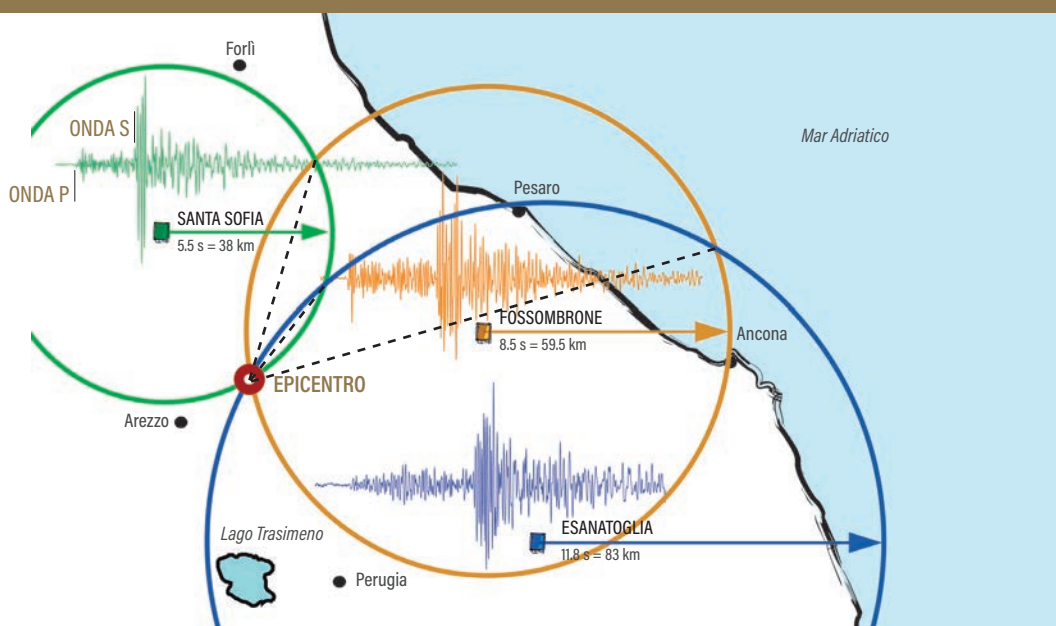
COME SI CALCOLA L'EPICENTRO DI UN TERREMOTO?

La differenza tra il **tempo di arrivo** delle onde P e quello delle onde S permette di ottenere, dopo qualche calcolo, la **distanza** tra l'epicentro e la stazione sismica dove si

trova il sismometro. Tracciando, intorno alla stazione, un cerchio di raggio pari alla distanza così calcolata, e ripetendo lo stesso procedimento per almeno altre due stazioni si può calcolare

esattamente dove si trova l'epicentro del terremoto. Oggi, grazie alle nuove tecnologie, i sismologi effettuano in pochi minuti questo calcolo utilizzando i dati di molte stazioni.

IL CALCOLO DELL'EPICENTRO



SCONQUASSI DALL'A ALLA Z

MAGNITUDO

Stima dell'energia di un terremoto. Esistono vari tipi di magnitudo, ognuna basata sull'analisi delle onde sismiche in un diverso intervallo di frequenza.

MAGNITUDO RICHTER M_L

Chiamata anche Magnitudo Locale, è ottenuta a partire dall'ampiezza massima delle oscillazioni registrate da un sismometro standard, chiamato *Wood-Anderson*, particolarmente sensibile a onde sismiche con frequenza relativamente elevata di circa 1 Hz.

MAGNITUDO MOMENTO M_w

Ottenuta a partire dall'analisi dei sismogrammi registrati con sismometri chiamati a larga banda, si basa sul concetto di momento sismico, che è una stima dell'energia del terremoto.

DOVE AVVENGONO I TERREMOTI IN ITALIA?

Raccogliere e analizzare più dati possibile sui terremoti è utilissimo, non solo per metterne in relazione cause ed effetti, ma anche per prevenirne gli effetti più gravi. Di solito, i terremoti avvengono in zone già colpite in passato, chiamate **aree sismogenetiche** (dove cioè si generano i sismi).

Qui lo sforzo tettonico causato

dal movimento delle placche in cui è suddiviso il guscio esterno della Terra è maggiore.

Ne consegue che anche l'accumulo sotterraneo di energia e deformazione è più grande.

Dal **Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani**

(CPTI15) è facile vedere che gli eventi più forti si sono verificati in Sicilia, nelle Alpi orientali e lungo

gli Appennini centro-meridionali, dall'Abruzzo alla Calabria.

Ma abbiamo avuto terremoti importanti anche nell'Appennino centro-settentrionale e nel Gargano. Negli ultimi 1000 anni ci sono stati circa 260 terremoti forti, fortissimi e catastrofici: in media un terremoto di magnitudo pari o superiore a 5.5 ogni quattro anni.

FORTI TERREMOTI DALL'ANNO 1000 AL 2020

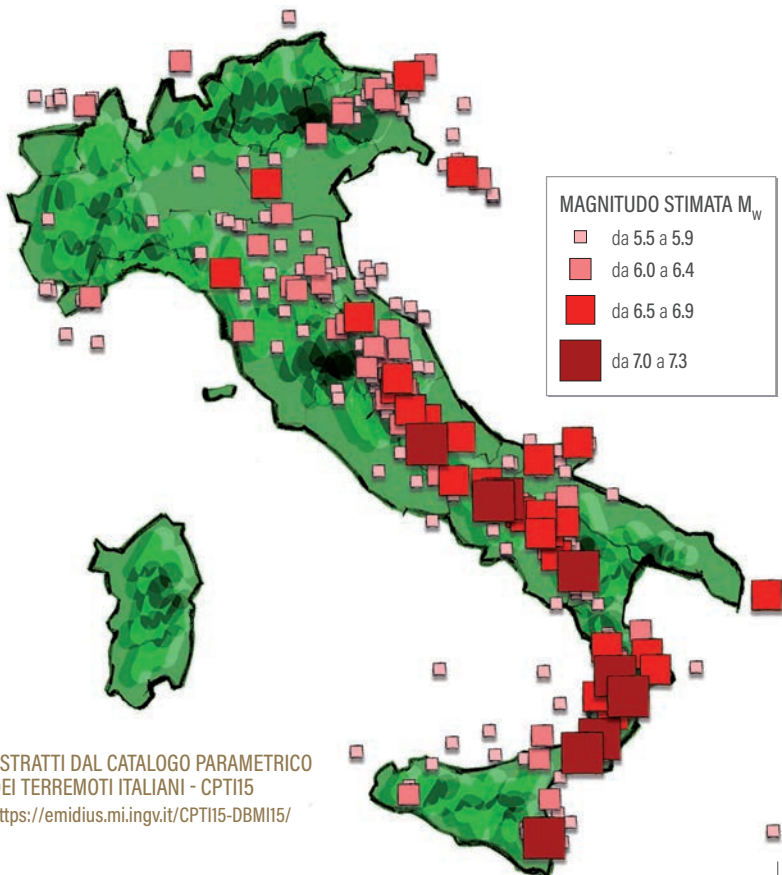
A partire dal TRECENTO, il FRIULI è stato devastato da terremoti quasi ogni secolo.

Il TERREMOTO DELLA MARSICA DEL 1915 provocò la maggior percentuale di vittime della storia sismica italiana: soltanto ad Avezzano ci furono 10.000 morti, circa il 90% della popolazione.

Il TERREMOTO che nel 1980 colpì CAMPANIA e BASILICATA provocò quasi 3000 vittime. Il terremoto diede un impulso decisivo alla ricerca sismologica e allo sviluppo della rete di monitoraggio.

Tra il 1783 e il 1908 la CALABRIA subì ben otto terremoti catastrofici: la sequenza più disastrosa mai avvenuta in Italia. Con le sue circa 80.000 vittime, il terremoto che nel 1908 distrusse Messina e Reggio Calabria fu il più grave del XX secolo in Italia.

Il terremoto più forte avvenuto in Italia è quello del 1693 in SICILIA SUD-ORIENTALE che causò danni rilevanti in un'area che va dalla Calabria meridionale a Palermo e all'arcipelago maltese. Tutte le città più importanti della Sicilia sud-orientale furono distrutte, comprese Catania, Siracusa e i centri del Val di Noto.



In particolare, tralasciando i terremoti profondi del Mar Tirreno, nel secolo scorso si sono verificati 30 terremoti molto forti (magnitudo M_w pari o maggiore di 5.8), alcuni dei quali sono stati catastrofici (intensità pari o

superiore al grado X MCS). I più forti tra questi sono il terremoto del **1905** in *Calabria centrale*, quello del **1908** nello *Stretto di Messina* e quello nella *Marsica* del **1915**. Gravissimi danni sono stati causati anche dai terremoti

del **1919** nel *Mugello*, del **1920** in *Garfagnana*, del **1930** in *Irpinia*, del **1968** nella *Valle del Belice*, del **1976** in *Friuli* e del **1980** in *Irpinia* e *Basilicata*. Guardando la mappa dei terremoti dal 1999 al 2023 e confrontandola con quella dei terremoti storici, si osserva che la sismicità si distribuisce maggiormente proprio nelle zone già colpite in passato. La sismicità risulta concentrata prevalentemente lungo la catena appenninica, mentre nell'Italia settentrionale i terremoti sono avvenuti principalmente lungo le *Prealpi orientali*, in *Pianura Padana* e lungo l'*Appennino tosco-emiliano*. Lungo l'*Appennino centrale* è presente una sismicità ampiamente diffusa, prevalentemente superficiale e di magnitudo medio-alta, così come avviene in *Appennino meridionale*. La sismicità è più profonda nel *Promontorio del Gargano* ed è rilevante, ma più superficiale, lungo la fascia adriatica. L'area del *Mar Tirreno meridionale* è invece caratterizzata da sismicità molto profonda, dovuta a un importante processo geologico di subduzione della litosfera ionica al di sotto della *Calabria*. È inoltre evidente un'elevata sismicità crostale al largo delle *coste settentrionali della Sicilia* e lungo i *Monti Nebrodi*, così come nelle aree vulcaniche siciliane e campane, in particolare nell'*area etnea* e, negli ultimi anni, ai *Campi Flegrei* con terremoti di magnitudo anche superiore a 4.0.

DATA	AREA	INTENSITÀ	M_w
08/09/1905	Calabria centrale	X - XI	7.0
23/10/1907	Aspromonte	VIII - IX	6.0
28/12/1908	Stretto di Messina	XI	7.1
07/06/1910	Irpinia - Basilicata	VIII	5.8
13/01/1915	Marsica	XI	7.1
15/07/1916	Riminese	VIII	5.8
16/08/1916	Riminese	VIII	5.8
26/04/1917	Alta Valtiberina	IX - X	6.0
10/11/1918	Appennino forlivese	IX	6.4
29/06/1919	Mugello	X	6.2
07/09/1920	Garfagnana	X	6.5
07/03/1928	Calabria centro - meridionale	VII - VIII	5.9
27/03/1928	Carnia	IX	6.7
23/07/1930	Irpinia	X	6.7
30/10/1930	Senigallia	VIII	5.8
26/09/1933	Maiella	IX	5.9
18/10/1936	Alpago-Cansiglio	IX	6.1
21/08/1962	Irpinia	IX	6.2
19/07/1963	Mar Ligure	-	6.0
15/01/1968	Valle del Belice	X	6.4
06/05/1976	Friuli	IX - X	6.5
15/09/1976	Friuli	VIII - IX	6.0
15/09/1976	Friuli	-	5.9
30/12/1977	Golfo di Policastro	-	5.9
15/04/1978	Golfo di Patti	VIII	6.0
09/09/1979	Valnerina	VIII - IX	5.8
23/11/1980	Irpinia - Basilicata	X	6.8
07/05/1984	Monti della Meta	VIII	5.9
05/05/1990	Potentino	-	5.8
26/09/1997	Appennino umbro - marchigiano	VIII - IX	6.0

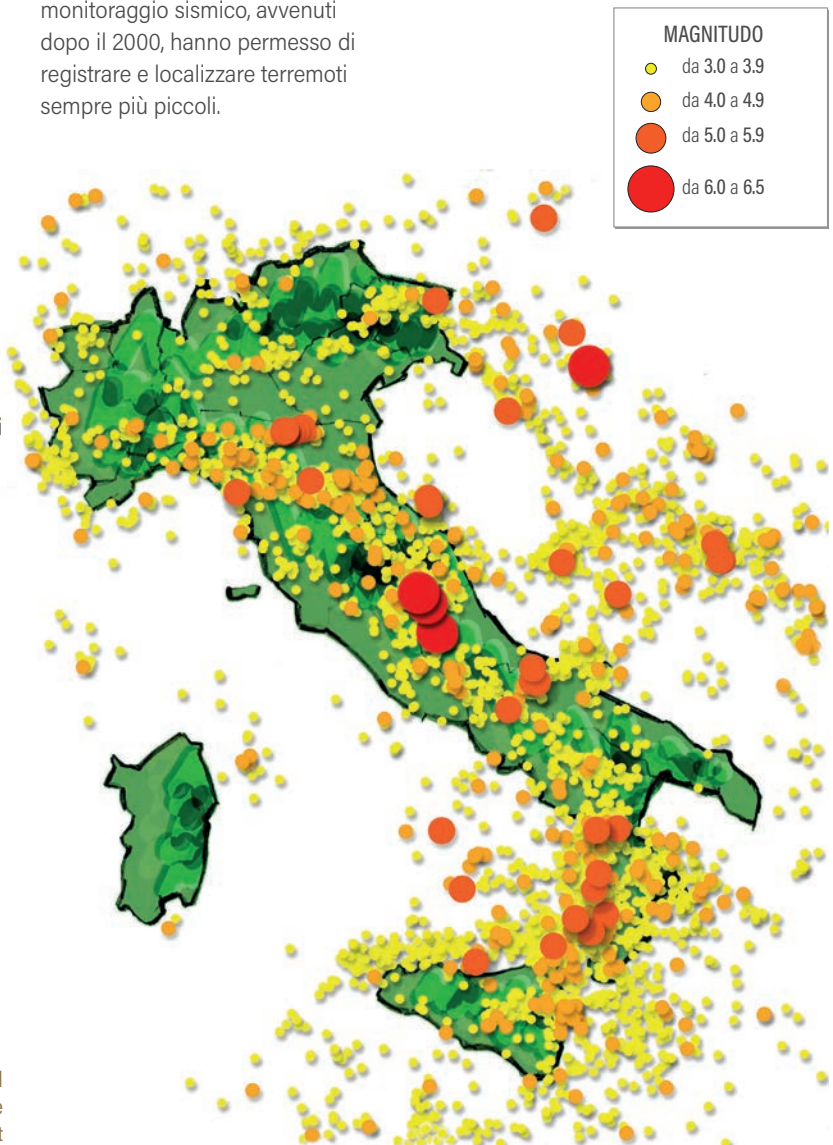
Dal 1999 le stazioni sismiche hanno registrato quasi 400.000 eventi in Italia e nelle aree limitrofe, in gran parte localizzati nella parte più superficiale della crosta terrestre e concentrati nelle aree montuose e nelle zone vulcaniche. Più dell'80% di questi non è stata avvertita dalla popolazione, avendo magnitudo inferiore a 2.0. 44 terremoti hanno avuto una magnitudo pari o superiore a 5.0.

In questi 25 anni, i più forti terremoti sono avvenuti nel **2009** in *Abruzzo*, nel **2012** in *Emilia Romagna* e nel **2016-17** in *Italia centrale*.

In questo periodo si sono verificati altri terremoti rilevanti: nel **2002** l'evento del 6 settembre nel Mar Tirreno, a nord di Palermo e i due terremoti in Molise del 31 ottobre e del 1 novembre; l'evento del 14 settembre **2003** a Loiano (BO); il terremoto del 26 ottobre **2012** nel Massiccio del Pollino; nel **2013** l'evento del 21 giugno vicino a Carrara (MS) e il terremoto del 29 dicembre nel Sannio-Matese; l'evento del 16 agosto **2018** a Montecifone (CB) e quello del 9 novembre **2022** al largo della costa marchigiana-pesarese.

Può sembrare che in questi ultimi anni siano avvenuti più terremoti che in passato. In realtà il potenziamento e lo sviluppo tecnologico della rete di monitoraggio sismico, avvenuti dopo il 2000, hanno permesso di registrare e localizzare terremoti sempre più piccoli.

Questi terremoti avvenivano certamente anche in passato, ma la rete sismica di allora non era in grado di registrarli e quindi non ne è rimasta traccia.



ESTRATTI DA ISIDE E BSI
<http://terremoti.ingv.it/iside>
<http://bsi.ingv.it>

Da inizio secolo sono molte le **sequenze sismiche** che hanno interessato il territorio nazionale; alcune di queste hanno causato ingenti danni e molte vittime.

MOLISE 2002

Il 31 ottobre e il 1° novembre del 2002 due terremoti, entrambi di magnitudo M_w 5.7, colpirono l'area di **San Giuliano di Puglia** (CB) provocando il crollo della Scuola Francesco Jovine dove persero la vita 27 bambini e un'insegnante. I terremoti vennero avvertiti in una vasta area dell'Italia centro-meridionale, provocando danni significativi in un'area ristretta compresa fra i Monti dei Frentani, il Sannio e la Capitanata, nelle province di Campobasso e di Foggia.



L'AQUILA 2009

Alle 03:32 del 6 aprile 2009 una forte scossa (M_w 6.1) con epicentro tra **L'Aquila, Tornimparte e Lucoli** provocò danni gravissimi a L'Aquila e nelle aree circostanti. Il terremoto, preceduto da scosse di energia moderata nei mesi precedenti, fu avvertito in tutta l'Italia centrale. L'evoluzione della sequenza sismica nel primo mese evidenziò diversi eventi forti (M pari o superiore a 4.0) in aree adiacenti a quella epicentrale e un numero molto elevato di eventi di magnitudo superiore a 2.0: in tutto il 2009 furono quasi 20.000 le scosse localizzate nell'area. Le quattro più forti (M pari o superiore a 5.0) avvennero il 7 e il 9 aprile 2009. Gli effetti della sequenza sismica nell'aquilano furono drammatici: più di trecento vittime, 1600 feriti, oltre 70.000 sfollati e danni gravissimi alle costruzioni della città de L'Aquila, nel centro storico in particolare, e di decine di frazioni e località lungo la Valle dell'Aterno. L'intensità della scossa principale è stata valutata fino al IX-X grado della Scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS).



EMILIA 2012

La **Pianura padano-emiliana**, nel **maggio-giugno 2012**, fu interessata da una sequenza sismica caratterizzata da due scosse principali, il 20 e il 29 maggio (M_w 5.8 e 5.6, rispettivamente) e da altri 7 terremoti di magnitudo rilevante (M pari o superiore a 5.0) oltre a migliaia di eventi minori. Questa sequenza causò pesanti danni alle costruzioni rurali e industriali, alle opere di canalizzazione delle acque, nonché agli edifici e ai monumenti storici e agli edifici civili di vecchia costruzione. In totale ci furono 27 vittime, in maggioranza dipendenti di aziende distrutte. Il territorio colpito dalla sequenza comprendeva un'area di circa 1000 chilometri quadrati tra Emilia-Romagna, Lombardia e Veneto. Le province maggiormente coinvolte sono state Modena, Reggio Emilia, Ferrara, Mantova e Rovigo. Le intensità delle scosse più forti sono state valutate, rispettivamente, fino al VII e VII-VIII grado MCS.





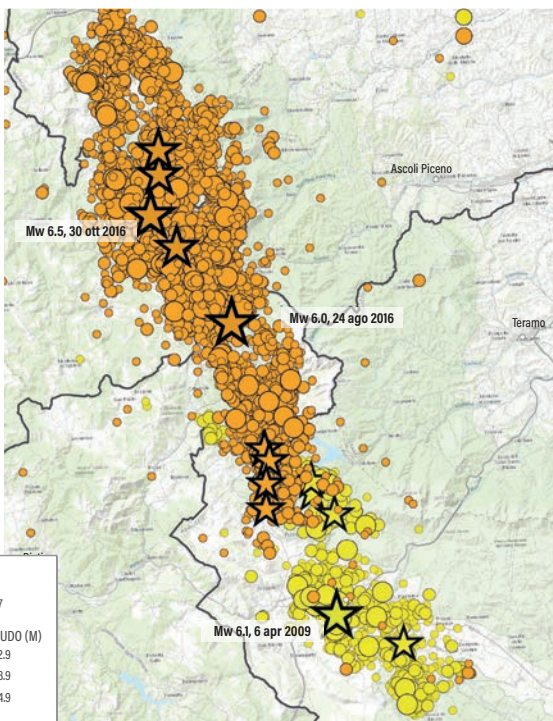
CENTRO ITALIA 2016-2017

Nella notte del *24 agosto 2016*, i forti terremoti nei pressi di **Amatrice**, **Accumoli** (M_w 6.0) e **Norcia** (M_w 5.4) hanno dato inizio alla lunga sequenza dell'Appennino centrale tra il Lazio, l'Umbria, le Marche e l'Abruzzo. La sequenza è stata caratterizzata da altri due forti terremoti (M_w 5.4 e M_w 5.9) avvenuti il *26 ottobre* al confine tra Marche e Umbria, tra i Comuni di **Castelsantangelo sul Nera**,

Visso e Arquata del Tronto.

La mattina del *30 ottobre* il terremoto di magnitudo M_w 6.5, il più forte registrato negli ultimi 45 anni in Italia, con epicentro nei pressi di **Norcia**, ha interessato l'intera area già profondamente colpita. Il *18 gennaio 2017* si sono verificati altri quattro forti eventi (M pari o superiore a 5.0) localizzati nella parte meridionale della sequenza in provincia de L'Aquila. Le aree più colpite dagli eventi

sismici sono state l'alta Valle del Tronto e la zona dei Monti Sibillini: ingenti i danni agli edifici residenziali, agli edifici pubblici, alle imprese, alle vie di comunicazione e ai beni culturali della zona. Le vittime sono state 299. Nei primi quattro anni di sequenza sono stati più di 110.000 i terremoti localizzati in quell'area con un numero di eventi giornalieri pari a circa 800 nei giorni dopo il 24 agosto 2016 e quasi 1000 nei giorni successivi al 30 ottobre 2016.



CHI VIGILA SUI TERREMOTI?

I terremoti catastrofici avvenuti in Italia e nel mondo ci hanno insegnato che un'informazione rapida e precisa è indispensabile affinché la Protezione Civile possa organizzare i primi soccorsi nelle zone colpite. Per questo l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia gestisce una rete di quasi 500 **stazioni sismiche** ubicate su tutto il territorio nazionale e nelle aree limitrofe, appartenenti alla **Rete Sismica Nazionale**. Reti sismiche regionali e locali, gestite da altri Enti con i quali esiste un coordinamento, contribuiscono al monitoraggio del territorio nazionale con oltre

350 stazioni. I segnali sismici di tutte queste stazioni arrivano nella **Sala di Sorveglianza Sismica** di Roma. Le Sale Operative dell'INGV a Napoli e Catania contribuiscono con la sorveglianza delle zone vulcaniche: il Vesuvio, i Campi Flegrei e Ischia, l'Etna e i vulcani delle Isole Eolie. Non appena si verifica un terremoto, i segnali sismici registrati dalla Rete Sismica Nazionale vengono elaborati immediatamente, in modo automatico, per calcolare l'**epicentro**, la **magnitudo Richter M_L** e la **profondità**. Stime preliminari vengono comunicate, in pochi minuti, al

Dipartimento della Protezione Civile (DPC) e sono disponibili per il pubblico sul portale web dell'INGV terremoti.ingv.it e sui social media INGVterremoti per i terremoti con magnitudo maggiore di 3.0. Entro 30 minuti da quando il terremoto si verifica, il personale specializzato, che presidia le **Sale Operative 24 ore su 24 in tutti i giorni dell'anno**, analizza accuratamente tutti i segnali disponibili per calcolare i parametri fondamentali per identificare il terremoto. Per tutti i terremoti con magnitudo pari o maggiore di 2.5 sul territorio nazionale e nelle

LA SALA DI SORVEGLIANZA SISMICA DI ROMA

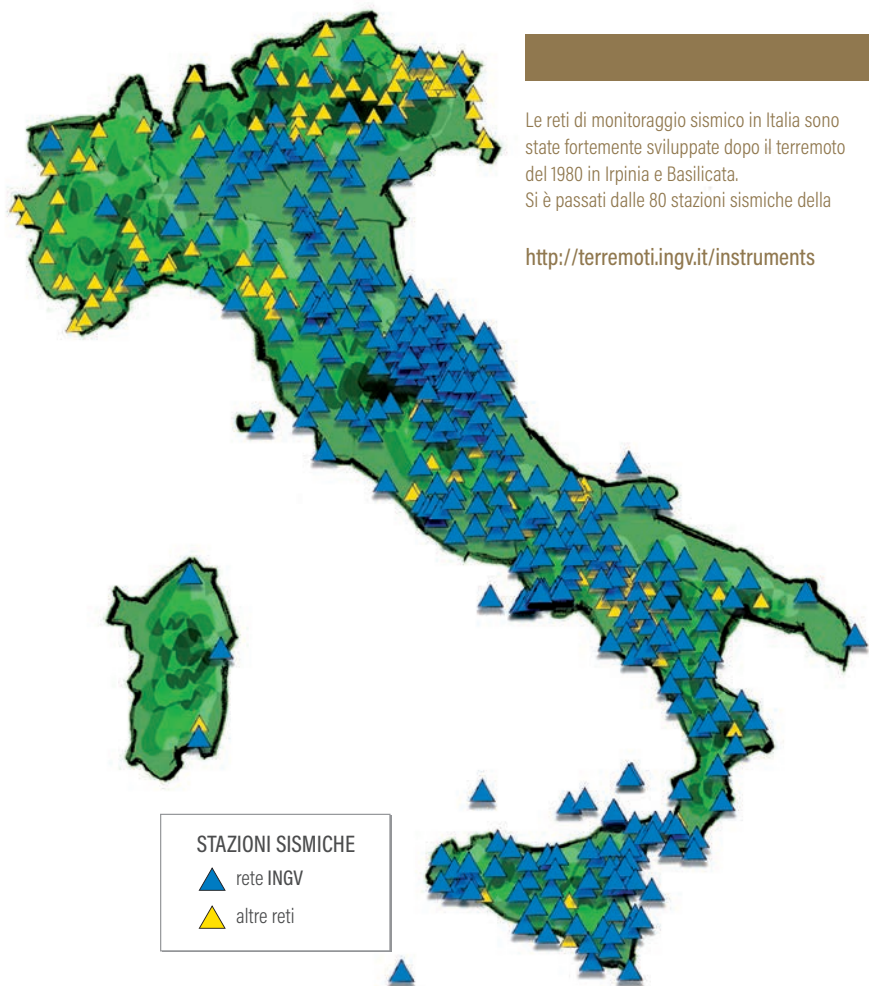




aree adiacenti, questi parametri vengono comunicati al *DPC* in modo da avviare le necessarie procedure di emergenza o di verifica sul territorio, sulla base

della localizzazione del terremoto e della sua gravità. I dati di tutti i terremoti localizzati dalle Sale Operative sono pubblicati su *terremoti.ingv.it* dove, per

ciascun terremoto, c'è una pagina dedicata con le informazioni disponibili condivise anche sulle App e sui canali social INGVterremoti.



Le reti di monitoraggio sismico in Italia sono state fortemente sviluppate dopo il terremoto del 1980 in Irpinia e Basilicata. Si è passati dalle 80 stazioni sismiche della

<http://terremoti.ingv.it/instruments>

RETI DI MONITORAGGIO SISMICO

fine degli anni '80 alle attuali 850. Inoltre, grazie allo sviluppo di nuove tecnologie, molte di esse sono stazioni multiparametriche.

SCONQUASSI DALL'A ALLA Z

STAZIONE SISMICA

Insieme di strumenti che rilevano e registrano i movimenti del terreno. È composta dal sismometro e dai sistemi di registrazione e trasmissione, posti preferibilmente in un luogo geologicamente adatto e lontano da fonti di disturbo (attività industriali o urbane, per esempio).

SERVIZIO DI SORVEGLIANZA SISMICA

Attività svolta dall'INGV per DPC, 24 ore su 24, 365 giorni all'anno, per localizzare e comunicare tutti i terremoti che vengono registrati dalle stazioni della Rete Sismica Nazionale.

PERICOLOSITÀ E RISCHIO SISMICO

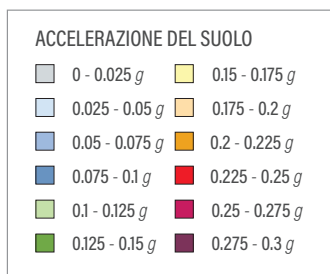
Prevedere un terremoto non è possibile, e anche se lo fosse non potremmo certo evitarlo! Ma qualcosa si può fare: cercare di ridurne gli effetti.

Per fare questo servono misure di **prevenzione**.

Tra queste, la più importante è costruire edifici - o rinforzare quelli esistenti - che possano resistere alle sollecitazioni e alle vibrazioni dei terremoti più forti o più frequenti che possiamo aspettarci in quella zona. Per questo gli studiosi hanno realizzato la mappa della **pericolosità sismica**, che indica la probabilità che in futuro una certa area venga colpita da uno scuotimento più o meno forte. Questa mappa

si basa soprattutto sull'analisi dei terremoti del passato, sulle informazioni geologiche disponibili e sulle conoscenze che si hanno sul modo in cui si propagano le onde - e quindi l'energia - dall'ipocentro all'area in esame. Combinando tutte queste

informazioni è possibile ottenere i valori di scuotimento del terreno in un dato luogo che possono essere raggiunti o superati con una data probabilità: tali valori sono espressi in termini di accelerazione del suolo e sono indicati in *g*, *accelerazione di gravità*.

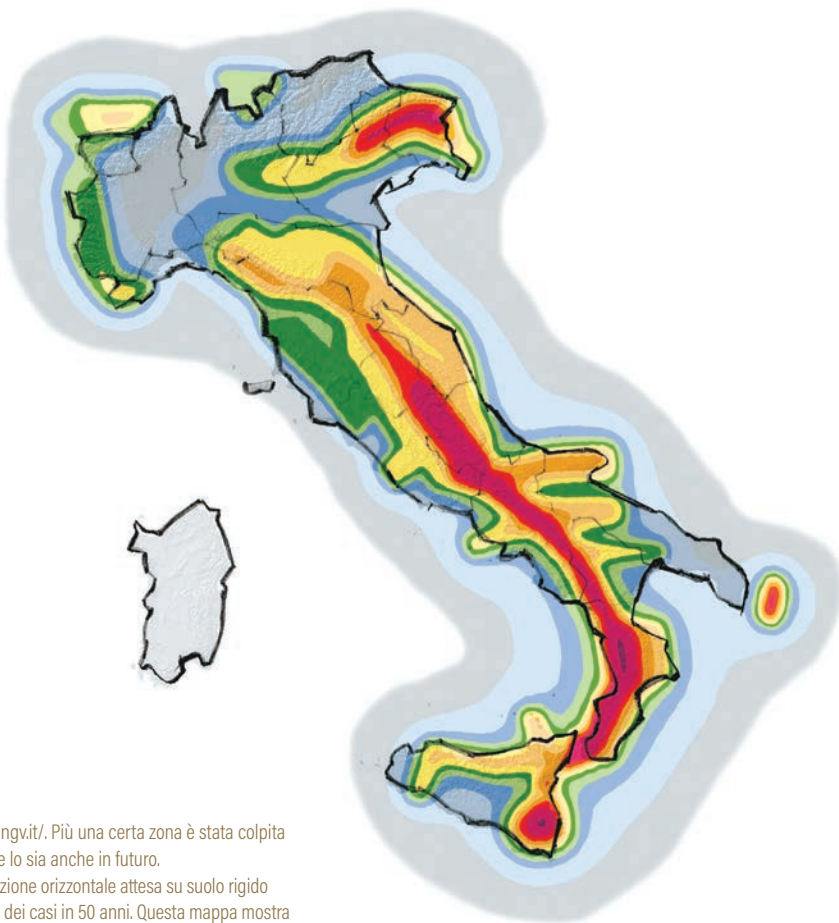


ORDINANZA N. 3519 DEL 28/04/06

della Presidenza del Consiglio dei Ministri.

Mappa consultabile su <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>. Più una certa zona è stata colpita da forti terremoti in passato, più è probabile che lo sia anche in futuro.

La pericolosità è espressa in termini di accelerazione orizzontale attesa su suolo rigido che ha la probabilità di essere superata nel 10% dei casi in 50 anni. Questa mappa mostra la pericolosità delle varie zone dal minimo (colore grigio) al massimo (colore viola).



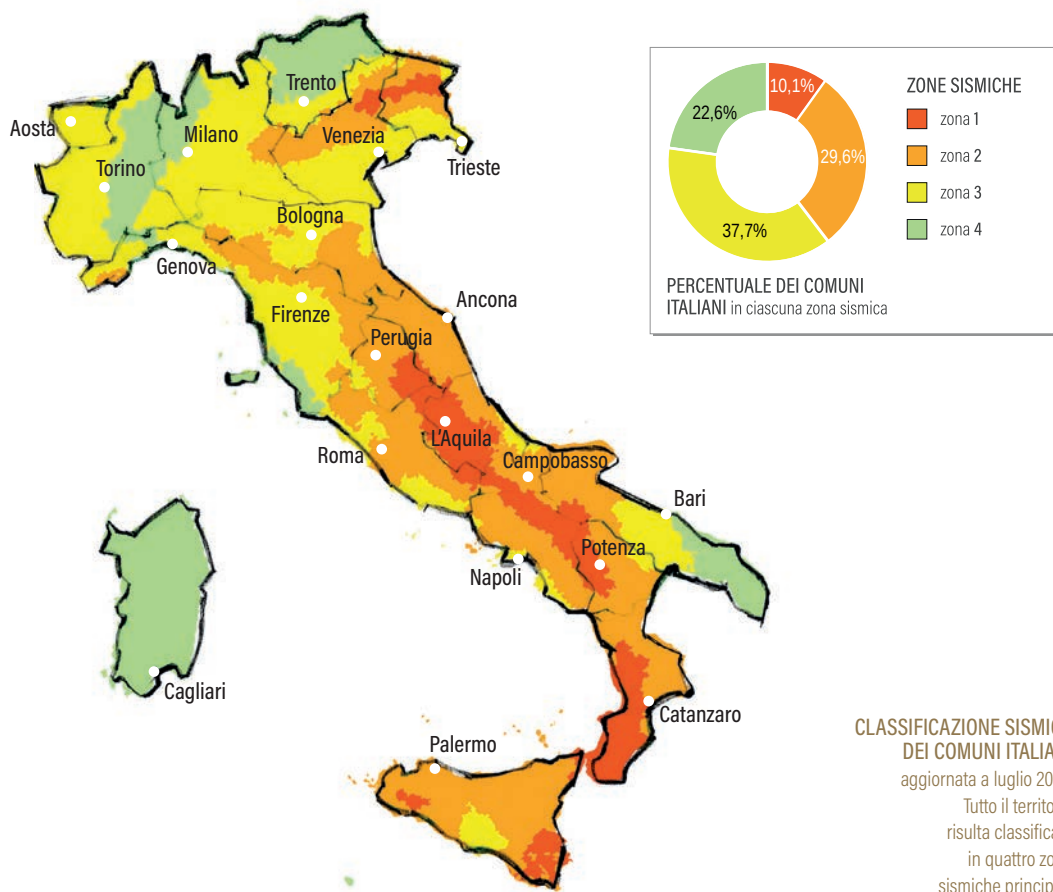
Sulla base della mappa di pericolosità sismica, le Regioni possono aggiornare la **classificazione sismica** del proprio territorio e compilare l'elenco dei Comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone a pericolosità decrescente: dalla **zona 1**, dove terremoti molto forti sono più probabili, alla **zona 4**, a pericolosità moderata, in cui forti terremoti sono meno frequenti

ma comunque possibili. I Comuni in zona 1 sono 801, in zona 2 sono 2341 e 2975 in zona 3; i restanti sono nella zona 4. Più del 77% dei Comuni italiani è classificato nelle prime tre zone. La suddivisione in zone sismiche ha solo una valenza di tipo tecnico-amministrativo, soprattutto per stabilire il tipo di controllo sui progetti edilizi in zona sismica; i Comuni, infatti, devono rispettare precise

norme sulla progettazione e realizzazione delle costruzioni nuove e sull'adeguamento di quelle vecchie per ridurre la vulnerabilità sismica.

Se la sismicità di un territorio, e dunque la sua pericolosità sismica, non è modificabile da parte dell'uomo, ciò nonostante si può ridurre il rischio sismico. Per capire come fare è bene definirlo.

LA CLASSIFICAZIONE SISMICA



Il **rischio sismico** è il prodotto di una strana moltiplicazione: pericolosità per valore esposto per vulnerabilità. Vediamo come mai.

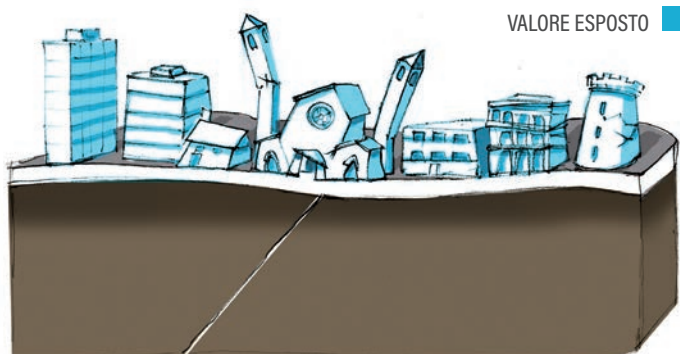
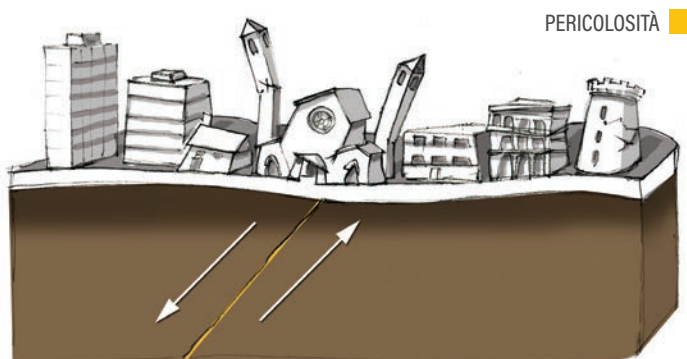
Mettiamo che una certa zona in passato sia stata già colpita da forti terremoti. È probabile che prima o poi il fenomeno si ripeta, dunque quella zona è ad alta **pericolosità sismica**.

Mettiamo anche che nella zona ci sia un centro abitato con palazzi antichi, monumenti, case vecchie ma anche edifici nuovi costruiti secondo le norme antisismiche. Questo insieme di costruzioni e persone si chiama **valore esposto**: esposto appunto al verificarsi di terremoti.

Fra gli edifici esposti, quelli antisismici non corrono seri pericoli: sono, come si dice, poco vulnerabili. Invece la **vulnerabilità** di case vecchie o comunque non antisismiche, di palazzi e monumenti antichi o rovinati è maggiore, perché è più facile che questi edifici possano essere danneggiati da una scossa.

La riduzione del rischio sismico si ottiene soprattutto mediante la realizzazione di azioni di **prevenzione strutturale** finalizzate alla riduzione della vulnerabilità che prevedono opere di rafforzamento sismico e manutenzione delle costruzioni (edifici, infrastrutture, ecc.), ma anche grazie alla capacità di una

$$\text{PERICOLOSITÀ} \times \text{VALORE ESPOSTO} \times \text{VULNERABILITÀ} = \text{RISCHIO}$$





comunità di prepararsi, resistere e reagire a una calamità e di portare avanti attività di prevenzione non strutturale. Le misure di prevenzione non strutturale comprendono, per esempio, l'applicazione e l'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni, la predisposizione dei piani di protezione civile ai diversi livelli territoriali, la formazione degli operatori di protezione civile, la diffusione della conoscenza e della cultura della protezione civile e l'informazione alla popolazione su scenari di rischio, le relative norme di comportamento e pianificazione di protezione civile. Proprio relativamente ad alcune di queste attività, un esempio importante è **"Io Non Rischio"**, la campagna di comunicazione pubblica sulle buone pratiche di protezione civile basata sulla sinergia tra scienza, volontariato e

istituzioni, che si rivolge a tutti, con messaggi chiari e riconoscibili, per trasformare la consapevolezza in azione, 365 giorni l'anno (<https://iononrischio.protezionecivile.it>). La campagna è promossa e realizzata dal Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Anpas, ReLuis e da CIMA, in accordo con la Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome e l'Anci - Associazione Nazionale Comuni Italiani. Nata nel 2011 con l'intento di informare i cittadini sul terremoto, e successivamente anche sul maremoto, e sull'alluvione, sui vulcani, e più recentemente anche su incendi boschivi e altri rischi di origine antropica, vede il coinvolgimento di migliaia di volontari, appartenenti a organizzazioni nazionali, gruppi comunali e associazioni locali di protezione civile. I volontari, formati per sensibilizzare i propri concittadini nei territori

dove operano quotidianamente, attraverso attività di informazione e sensibilizzazione, promuovono la diffusione delle buone pratiche, cioè di azioni concrete per la riduzione del rischio, e contribuiscono alla creazione di una cultura di protezione civile nel nostro Paese.

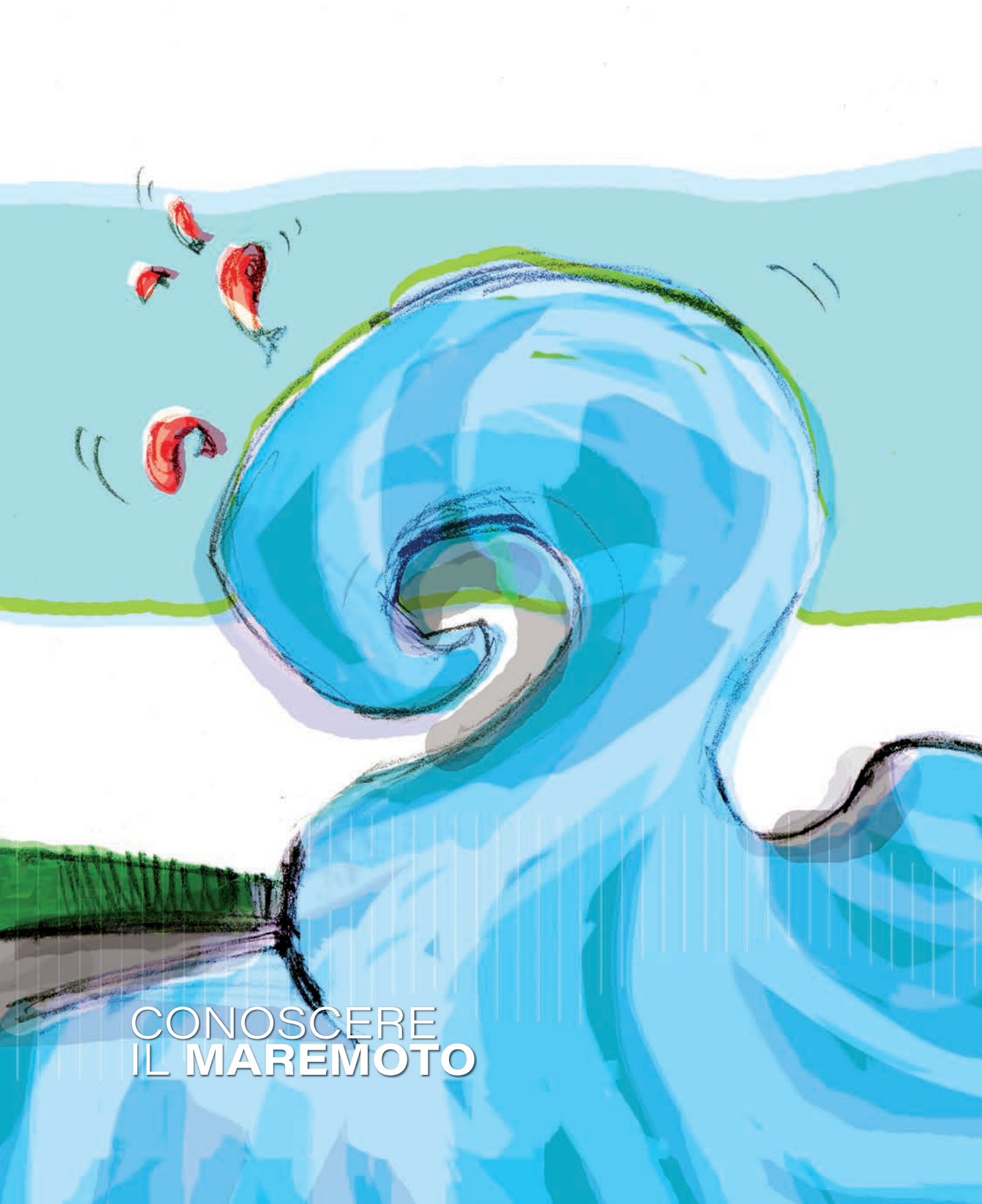
SCONQUASSI DALL'A ALLA Z

PREVENZIONE SISMICA

Insieme di azioni che la comunità intraprende per attenuare i danni causati dai terremoti: la costruzione di edifici antisismici, l'individuazione dei piani di emergenza, l'educazione al rischio.

EDIFICIO ANTISISMICO

È un edificio in grado di resistere ai terremoti, mantenendo le caratteristiche di agibilità e sicurezza anche dopo l'evento. Pertanto, può subire danni, ma di entità tale da preservare la sicurezza delle persone che ci vivono.



CONOSCERE
IL MAREMOTO

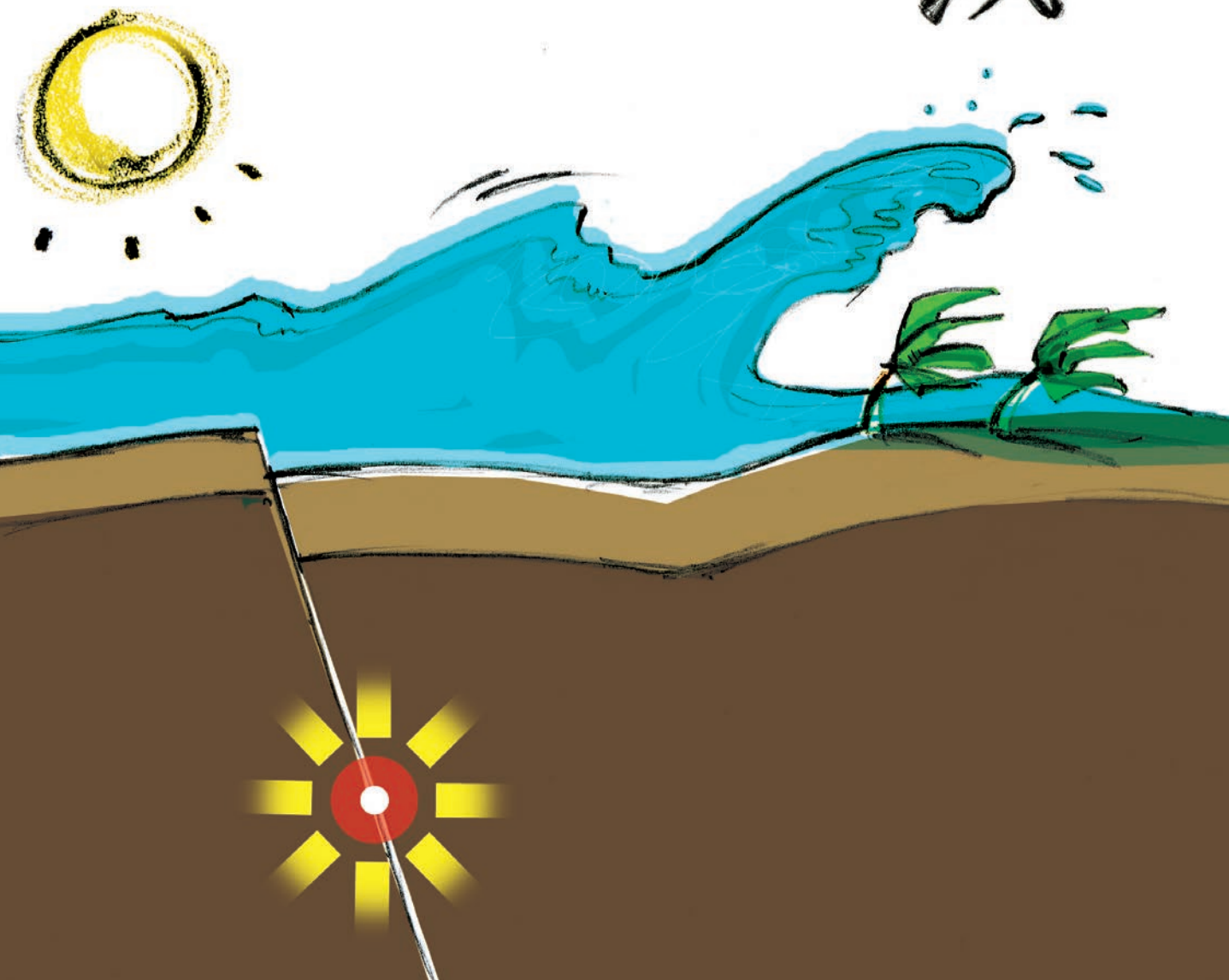


CHE COSA È UNO **TSUNAMI**?

La parola **tsunami** è giapponese: *tsu* significa porto e *nami* onda. Già anticamente infatti, si osservava che alcune onde diventavano devastanti avvicinandosi alla costa e superando le barriere di protezione dei porti.

In italiano diciamo anche **maremoto**, per indicare lo stesso fenomeno: una serie di onde che superano la normale linea costiera provocando danni all'interno dei porti, lungo la costa e a volte anche nell'entroterra.

津波



CHE DIFFERENZA C'È TRA LE **ONDE DI TSUNAMI** E LE ALTRE ONDE?

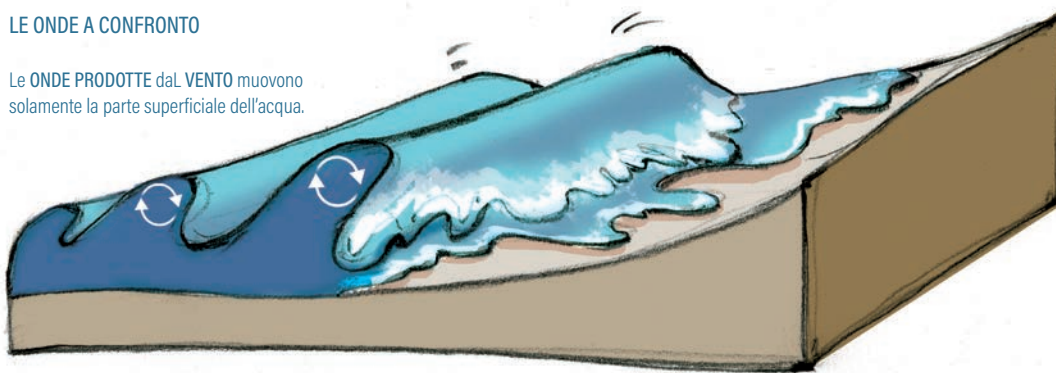
Le **onde di maremoto** si distinguono dalle comuni onde del mare per alcune caratteristiche. Le comuni onde marine, prodotte dal vento, muovono solo la parte più superficiale dell'acqua, non provocando alcun movimento in profondità. Le onde di tsunami invece muovono tutto lo spessore d'acqua, dal fondale alla superficie. È per questo che il loro impatto sulla costa può essere molto

distruttivo. Le onde di maremoto, infatti, possono spingersi a gran velocità per molte centinaia di metri nell'entroterra. L'onda di maremoto può presentarsi come un muro d'acqua che si abbatte sulla costa provocando un'inondazione, o, più spesso, come un **rapido innalzamento del livello del mare**, simile a una marea che cresce rapidamente. A volte l'onda può essere preceduta da

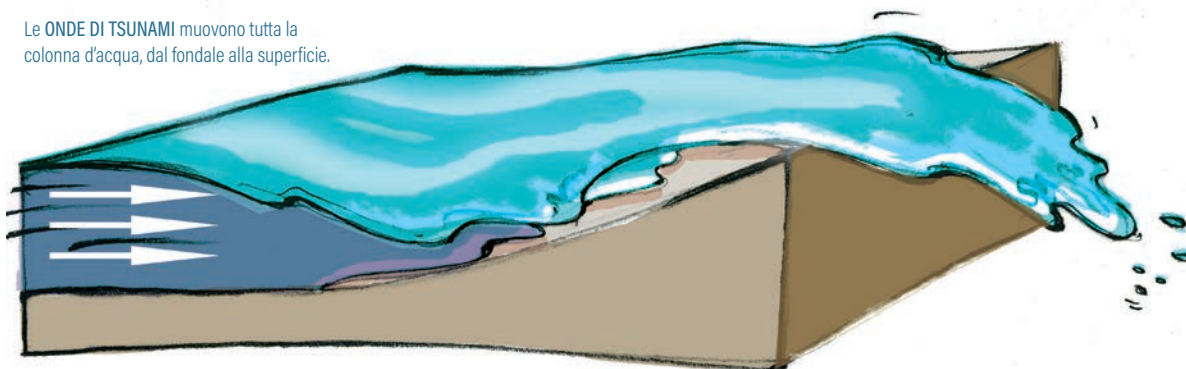
un temporaneo e insolito ritiro delle acque - anche di molti metri - che lascia in secco i porti e le spiagge per diversi minuti. È importante notare che anche tsunami di piccole dimensioni, con onde alte anche meno di un metro, possono essere pericolosi per chi si dovesse trovare in prossimità della costa, a causa della elevata velocità e lunghezza delle onde.

LE ONDE A CONFRONTO

Le **ONDE PRODOTTE** dal **VENTO** muovono solamente la parte superficiale dell'acqua.



Le **ONDE DI TSUNAMI** muovono tutta la colonna d'acqua, dal fondale alla superficie.

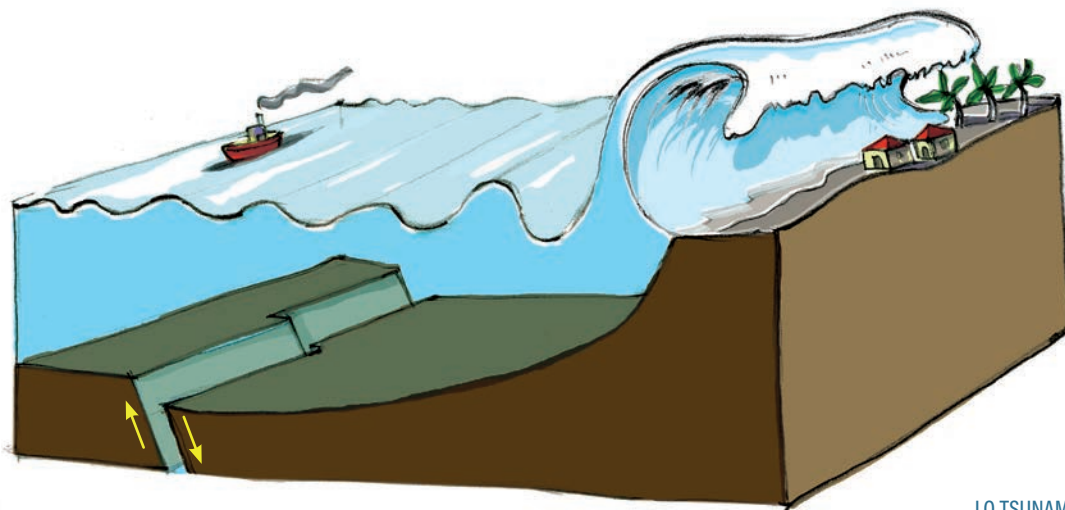


QUALI SONO LE CAUSE DI UNO **TSUNAMI**?

Uno tsunami nasce dallo spostamento repentino di una grande massa d'acqua, causato da **terremoti sottomarini**, **frane sottomarine**

o **costiere**, **eruzioni vulcaniche** e perfino, molto raramente, da meteoriti che cadono in mare. La sua energia, e quindi la sua pericolosità,

dipende dalla grandezza del fenomeno che lo ha causato. Fortunatamente sono pochi gli tsunami veramente distruttivi.



LO TSUNAMI
PRODOTTO DA UN TERREMOTO SOTTOMARINO

SCONQUASSI DALL'**A** ALLA **Z**

LUNGHEZZA D'ONDA

Distanza tra la cresta di un'onda e la successiva o tra due cavi successivi.

CALDERA

Quello che resta di un edificio vulcanico a seguito del collasso della camera magmatica.

SANTORINI

Nome dell'antico vulcano Thera, una delle Isole Cicladi (Grecia) nel Mar Egeo.

Uno tsunami può essere generato da un terremoto sottomarino se questo:

- è molto forte, generalmente con magnitudo superiore a 6.5;
- ha un ipocentro non troppo profondo;
- produce uno spostamento verticale del fondo marino.

Ma cosa succede esattamente quando si verifica un forte

terremoto sottomarino?

Una parte del fondale si solleva bruscamente con un rapido

spostamento verticale. La massa d'acqua al di sopra perde il suo equilibrio e si mette in moto guidata dalla forza di gravità, tanto che in superficie si formano una o più onde che, anche se basse poche decine di centimetri, hanno una grande **lunghezza d'onda**. In mare aperto, le onde di tsunami sono quasi impercettibili: di rado superano il metro d'altezza, ma la loro lunghezza d'onda può essere addirittura di centinaia di chilometri.

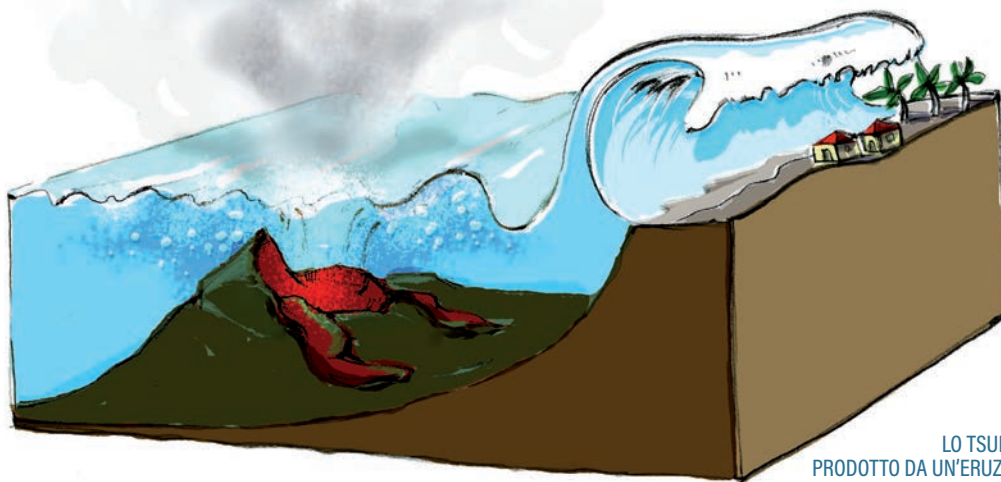


LO TSUNAMI
PRODOTTO DA UNA FRANA

L'energia degli tsunami prodotti dalle frane è generalmente inferiore a quella che caratterizza gli tsunami indotti dai terremoti. Tuttavia questi maremoti possono produrre onde molto alte ed

essere distruttivi nelle aree vicine alla frana. I maremoti generati da eruzioni vulcaniche sono meno frequenti di quelli prodotti da terremoti sottomarini. Violente eruzioni o scivolamenti -

sottomarini o subaerei - di pareti del vulcano possono provocare lo spostamento di grandi volumi d'acqua e generare pericolosi maremoti.



LO TSUNAMI
PRODOTTO DA UN'ERUZIONE

I maremoti possono avvenire quando la bocca eruttiva del vulcano sottomarino si trova vicino alla superficie dell'acqua. Eruzioni di vulcani subaerei, situati in prossimità delle coste, possono produrre dense nubi di gas e frammenti di lava che, scivolando ad alta velocità lungo le pendici del vulcano,

spostano grandi volumi d'acqua precipitando in mare. In caso di eruzioni particolarmente violente, l'edificio vulcanico può crollare totalmente o in parte formando una **caldera**. Se ciò accade su un'isola vulcanica, si può verificare un maremoto. È quanto avvenuto intorno al

1600 a.C., quando parte del vulcano *Santorini* crollò in mare provocando un maremoto che interessò gran parte del Mediterraneo orientale. Analogamente, nel 1883, durante una forte eruzione il vulcano *Krakatoa*, in Indonesia, collassò in mare generando un maremoto con onde alte circa 40 metri.

COME SI COMPORTANO LE ONDE DI TSUNAMI?

Uno tsunami che in mare aperto è alto meno di un metro si trasforma, quando arriva sulla costa, in un'onda che può superare i 30 metri. Come è possibile?

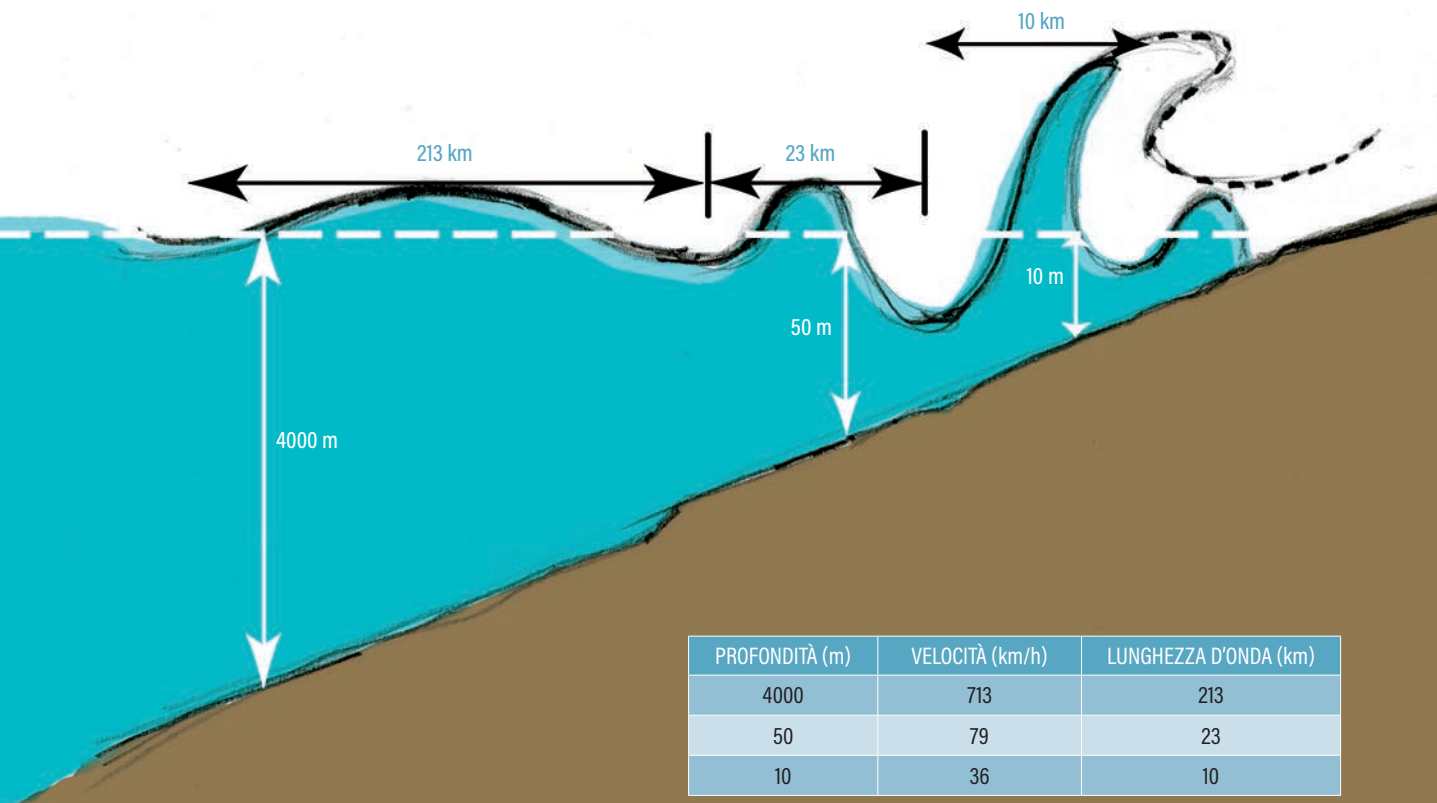
Per spiegarlo bisogna capire come quell'onda si propaga.

La **velocità di propagazione** di un'onda di tsunami dipende dalla **profondità del fondale**:

maggiore è la profondità, maggiore è la velocità delle onde. In acque molto profonde - oltre i 4000 metri - le onde possono viaggiare ad una velocità di **700 km/h** e oltre! Arrivando vicino alle coste, l'onda trova fondali sempre meno profondi e la sua velocità diminuisce drasticamente. Ciò è dovuto al fatto che il flusso di energia del maremoto, che dipende dalla

velocità e dall'altezza dell'onda, rimane costante. Di conseguenza, l'impatto con un fondale meno profondo fa diminuire la velocità dello tsunami mentre la sua altezza cresce. Ecco perché le onde di tsunami non si notano al largo - come accade invece per quelle generate dal vento - ma sulle coste diventano devastanti raggiungendo vari metri di altezza.

IL COMPORTAMENTO DI UN'ONDA DI TSUNAMI



DOVE SONO AVVENUTI GLI TSUNAMI IN ITALIA?

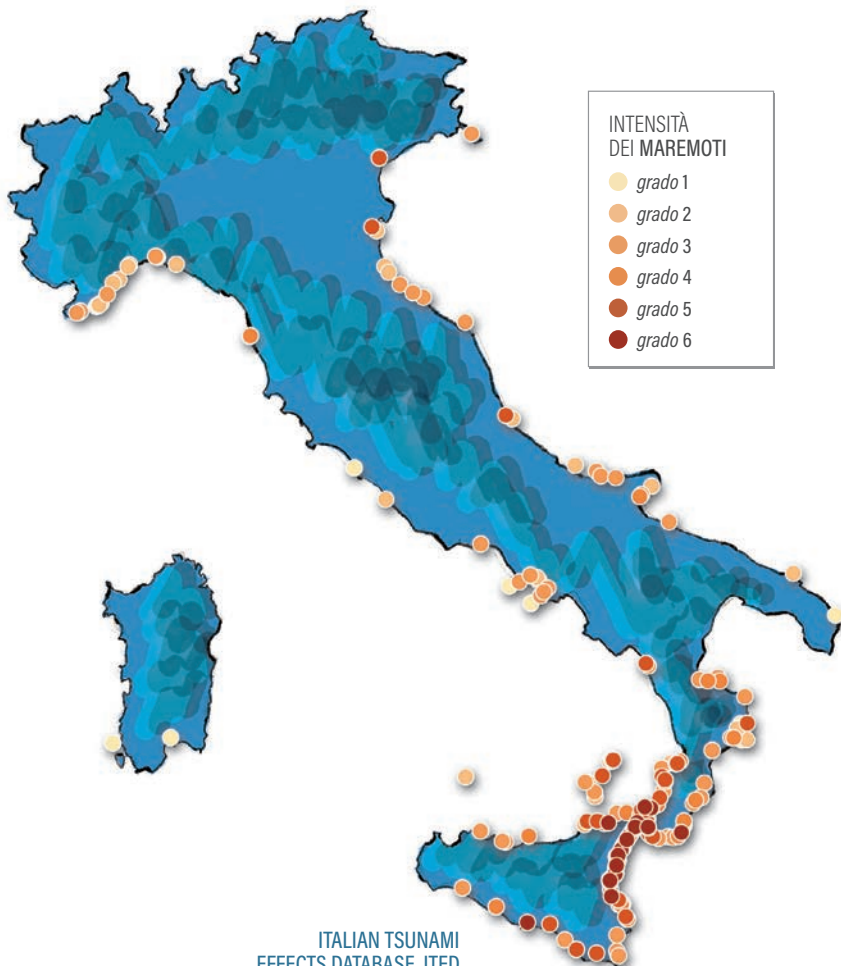
È noto che le coste italiane sono state colpite da maremoti di varia entità nel corso della storia.

Il più antico, di cui si ha notizia grazie alle lettere di Plinio il Giovane, è associato alla famosa eruzione del *Vesuvio* del **79 d.C.**

che ha provocato la distruzione di *Pompei* ed *Ercolano*. Da allora fino ad oggi ce ne sono stati 70, più o meno gravi, tutti originati in prossimità delle nostre coste. A questi si aggiungono alcuni maremoti causati da sorgenti

distanti nel Mediterraneo che hanno raggiunto anche l'Italia. Gli tsunami italiani, così come nel resto del mondo, sono causati principalmente da terremoti sottomarini o con epicentro in terra, ma vicino alla costa. Nel Mar Tirreno, anche i vulcani Stromboli e Vesuvio nel passato hanno causato alcuni tsunami. L'analisi sistematica delle fonti storiche ha permesso di realizzare il **Catalogo degli Effetti degli Tsunami sulle coste italiane** (*Italian Tsunami Effects Database, ITED*) che permette di conoscere quali sono i maremoti che hanno colpito una determinata località nel corso della storia e di avere informazioni sugli effetti osservati e la loro intensità.

EFFETTI DEI MAREMOTI IN ITALIA



ITALIAN TSUNAMI
EFFECTS DATABASE, ITED
<https://tsunamiarchive.ingv.it/ited.1.0/>

SCONQUASSI DALL'A ALLA Z

INTENSITÀ

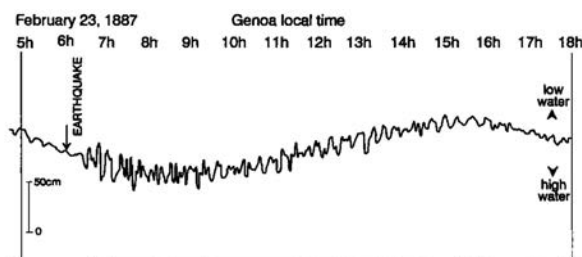
Definisce la gravità del maremoto con la Scala Sieberg-Ambraseys composta di 6 gradi, da molto lieve (grado 1) a disastroso (grado 6).

Sono molte le regioni costiere italiane che sono state colpite da maremoti nei secoli passati, come documentato dalle fonti storiche. Queste risultano più affidabili e ricche di informazioni per i tempi più vicini a noi, mentre sono frammentarie e incomplete per i tempi antichi. Per esempio, il maremoto che ha interessato il *Mar Ligure*

nel **1887**, generato da un terremoto di magnitudo superiore a 6, è stato documentato dai testimoni dell'epoca e anche registrato dai mareografi di Genova e Nizza. Andando indietro nel tempo, tra il Seicento e il Settecento sono documentati diversi maremoti in Italia meridionale, come quello del **1627** nel *Gargano*,

in *Puglia*, quello del **1693** in *Sicilia orientale*, del **1743** nel *Salento*, del **1783** in *Calabria*. Tutti questi maremoti sono stati generati da forti terremoti avvenuti in mare o in prossimità della costa. Per alcuni maremoti del passato è possibile che gli effetti siano stati amplificati da frane sottomarine indotte dai terremoti.

RAPPRESENTAZIONE DEL MAREMOTO DEL 1783



IL SEGNALE DEL MAREMOTO DEL 1887 NEL MAR LIGURE, registrato al mareografo di Genova, uno dei più antichi strumenti di rilevamento del livello del mare operanti nel Mediterraneo.

IL FRONTESPIZIO DI UN LIBRO DI G. A. FOGLIA in cui è descritto il maremoto che ha seguito il terremoto del 1627 in Puglia.

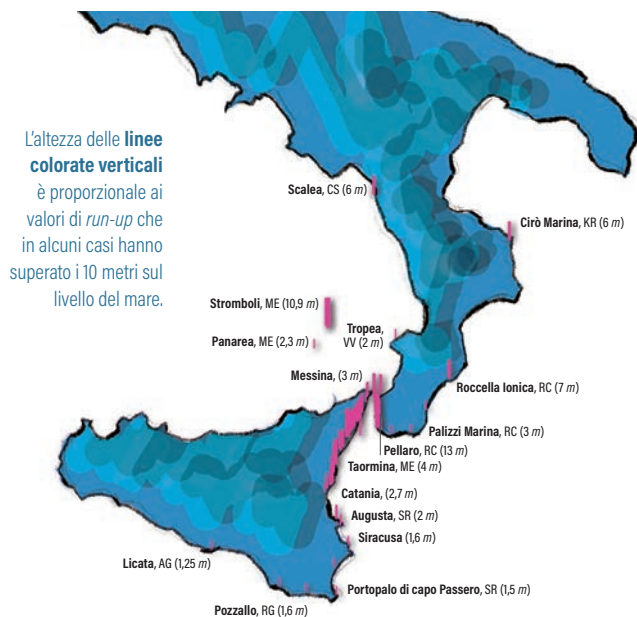


IL MAREMOTO DI REGGIO CALABRIA E MESSINA DEL 1908

Il maremoto più disastroso di cui si ha memoria in Italia è quello del **1908**, generato dal terremoto nello *Stretto di Messina*, di magnitudo stimata di poco superiore a 7. Il terremoto avvenne alle 5:21 di mattina del 28 dicembre, cogliendo nel sonno gli abitanti di *Messina*, *Reggio Calabria* e molti altri centri limitrofi. Le fonti bibliografiche testimoniano che, pochi minuti dopo la scossa, un maremoto distruttivo si è abbattuto sulle coste della Sicilia orientale e della Calabria, aggiungendo distruzione e morte in un'area già devastata dal sisma. Quasi ovunque lo

tsunami si è manifestato con un iniziale ritiro del mare - in alcuni punti fino a circa 200 metri dalla riva - che è durato per alcuni minuti. Poi il mare si è abbattuto sulla costa con almeno tre grandi onde. In alcune località l'onda più grande è stata la prima, in altre la seconda. Sulla costa orientale della Sicilia l'acqua ha raggiunto la quota massima - *run-up* - di quasi 12 metri rispetto al livello medio del mare. A Pellaro, un quartiere a sud di Reggio Calabria, è stato misurato un *run-up* di 13 metri. Le onde di tsunami si sono propagate verso sud fino alle coste di Malta causando

l'inondazione di strade e negozi e, verso nord, fino a circa 300 e 500 chilometri di distanza a Napoli e a Civitavecchia, rispettivamente. Si stima che le vittime per il maremoto furono almeno 2000 che si sommarono alle circa 80.000 causate dalla scossa di terremoto.



SCONQUASSI DALL'A ALLA Z

RUN-UP

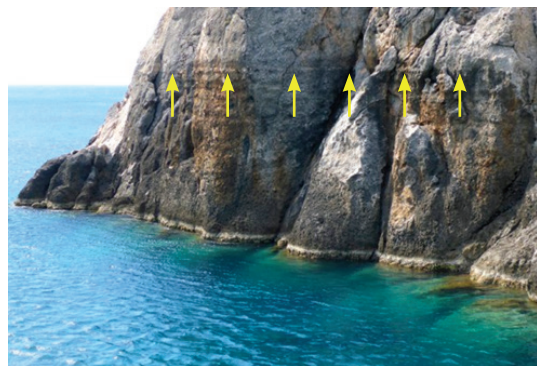
Altezza topografica massima raggiunta dall'acqua durante un maremoto, rispetto al livello del mare.

VALORI DI RUN-UP RILEVATI IN SICILIA E CALABRIA DOPO IL MAREMOTO DEL 1908

GLI TSUNAMI NEL MAR MEDITERRANEO

Il catalogo dei maremoti dell'area Euro-Mediterranea (EMTC) contiene 294 eventi, il più antico dei quali risale al **6150 a.C.** Nel solo Mar Mediterraneo, sono riportati 221 maremoti, di intensità variabile. Alcuni sono stati distruttivi, come quello causato dall'eruzione del vulcano *Santorini*, intorno al **1600 a.C.**, e quello dovuto al grande terremoto di *Creta* del 21 luglio **365 d.C.**, che ha avuto effetti devastanti in **tutto il Mediterraneo centrale e orientale**. L'abbondanza delle testimonianze archeologiche, geologiche e storiche ha permesso di ricostruire precisamente la datazione dell'evento di Creta

e di definire gli effetti distruttivi del maremoto in tutta l'area mediterranea. Per ricostruire la potenza del maremoto e la vastità delle zone danneggiate, si è rivelata indispensabile l'analisi dei documenti storici - che descrivono la distruzione di *Alessandria d'Egitto* e di tutta l'area del Mediterraneo, dalla Sicilia alla Libia fino all'attuale costa della Turchia - e l'uso congiunto di sofisticate tecniche di analisi del materiale rinvenuto nei siti colpiti dal maremoto. Dal 1900 a luglio 2024 nel Mar Mediterraneo si contano 46 maremoti, sette dei quali hanno causato perdite di vite umane.

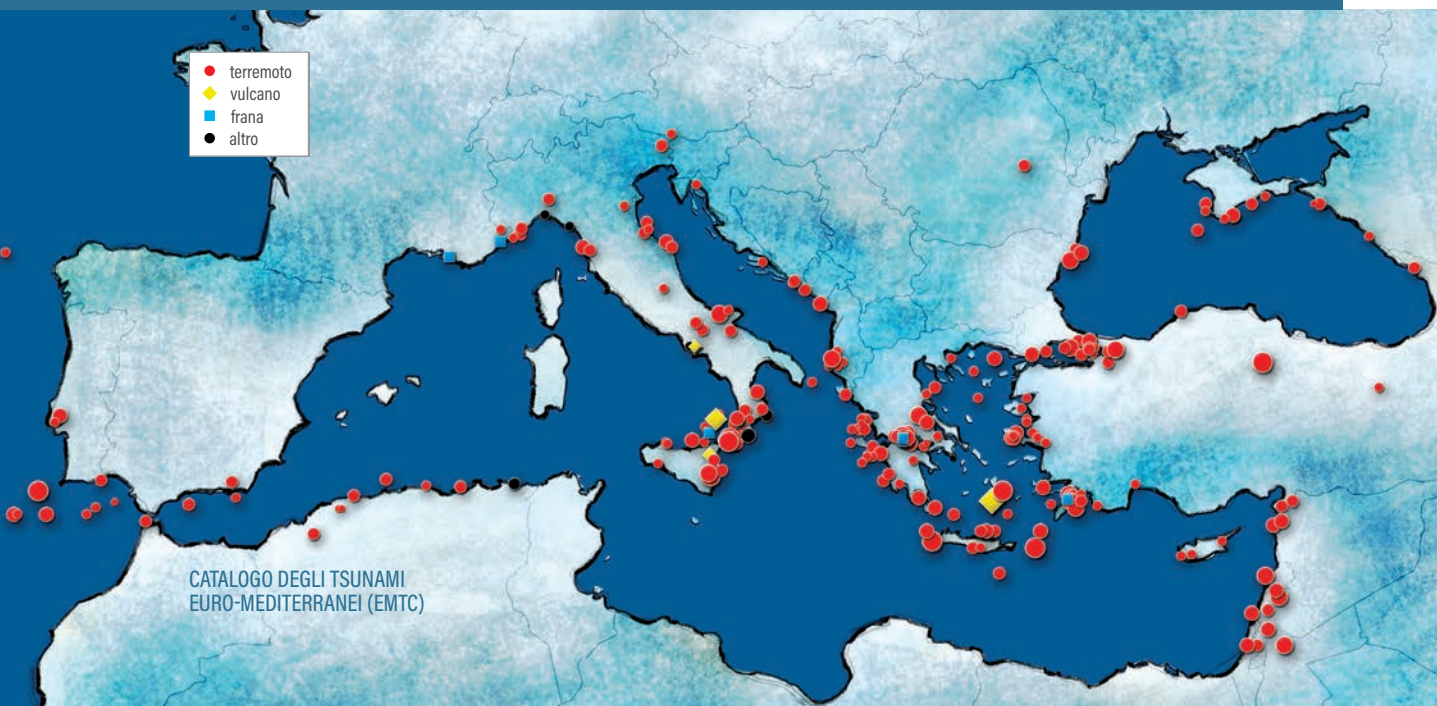


DURANTE IL TERREMOTO DEL 365 d.C.

il settore occidentale dell'Isola di Creta si sollevò bruscamente di alcuni metri, producendo lo tsunami.

Nella foto le frecce denotano l'antica linea di costa sollevata di oltre 6 metri rispetto all'attuale livello del mare.

LE SORGENTI DEI MAREMOTI NEL MEDITERRANEO



LA PERICOLOSITÀ DA TSUNAMI IN ITALIA

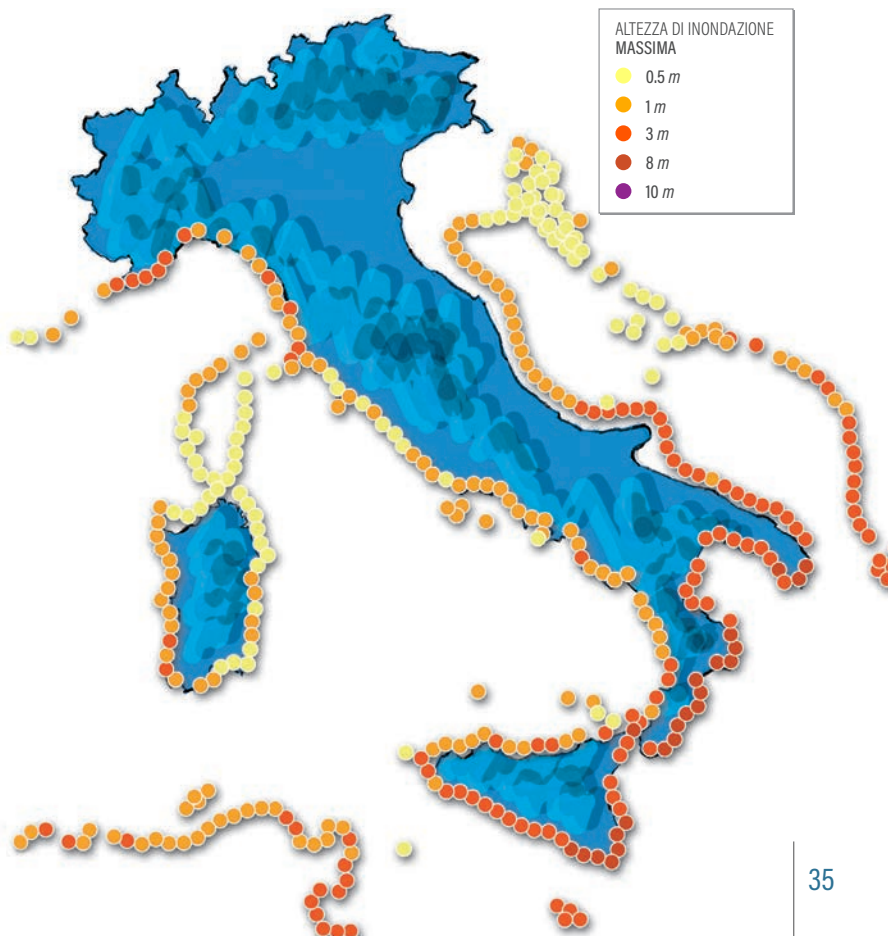
L'Italia ha una pericolosità elevata per i maremoti a causa delle numerose aree sismiche marine e costiere presenti non soltanto in Italia, ma anche in altre aree del Mediterraneo. Tra queste, le più attive sono quelle delle Isole Ioniche, dell'Arco Ellenico, dell'Arco di Cipro, del nord Africa. Per stimare la pericolosità da maremoto delle coste italiane, bisogna tenere conto di tutte le aree sismiche che potrebbero generare degli tsunami e conoscerne le caratteristiche (come la magnitudo dei terremoti, la loro frequenza, ecc.) e gli effetti dovuti alla propagazione delle onde. Sulla base di calcoli relativamente complessi, la pericolosità (*hazard*) viene espressa in termini

di probabilità che un certo livello di inondazione (per esempio, 1 metro) venga superato in un determinato intervallo temporale (per esempio, 100 anni).

Il progetto **TSUMAPS-NEAM**, coordinato dall'INGV e finanziato dalla Comunità Europea tra il 2016 e il 2017, ha realizzato il primo modello

probabilistico di pericolosità da tsunami di origine sismica per l'Atlantico nord-orientale, il Mediterraneo e i mari connessi. Le stime di pericolosità così calcolate sono attualmente utilizzate per definire le aree di evacuazione in caso di allerta (<http://sgi2.isprambiente.it/tsunamimap/>).

PERICOLOSITÀ DA MAREMOTO IN ITALIA



I VALORI SI RIFERISCONO ALL'ALTEZZA DI INONDAZIONE MASSIMA SULLA COSTA PROSPICIENTE I PUNTI.

I valori più elevati si osservano sulle coste ioniche di Sicilia, Calabria, e Puglia.

La probabilità di avere altezze superiori a quelle mostrate nei prossimi 50 anni è del 2%. Eventi di questa entità potrebbero verificarsi mediamente ogni 2500 anni circa.

www.tsumaps-neam.eu

IL CENTRO ALLERTA TSUNAMI DELL'INGV

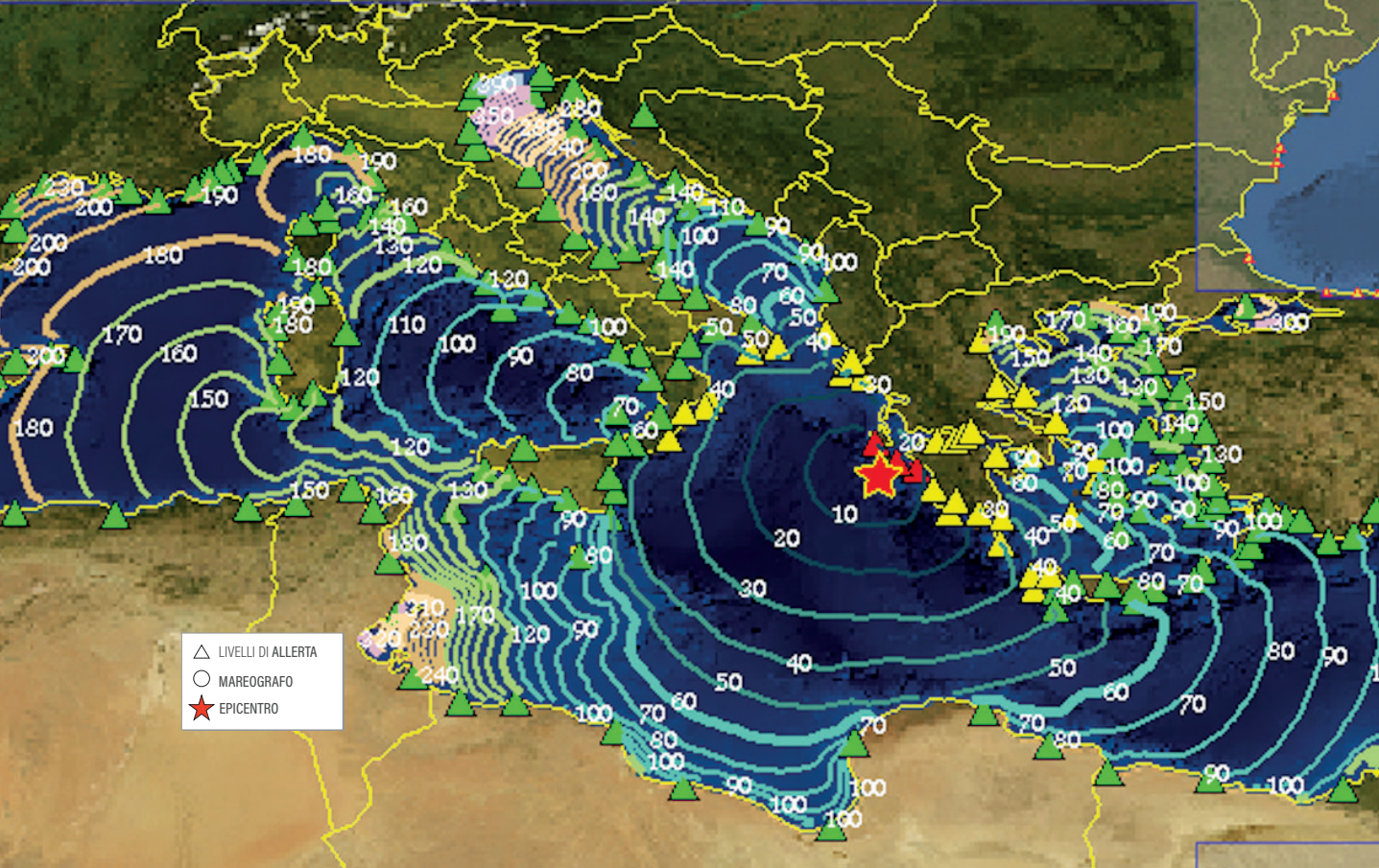
Dopo il grande terremoto e tsunami del **2004** nell'Oceano Indiano costato la vita a circa 250.000 persone, l'UNESCO ha incaricato la sua Commissione Oceanografica Intergovernativa (IOC) di coordinare lo sviluppo dei sistemi di monitoraggio degli tsunami nel mondo (*Tsunami Warning System, TWS*) in aggiunta a quello del Pacifico, istituito nel 1965. Così, nel corso del primo decennio del XXI secolo, sono nati i sistemi che si occupano del monitoraggio degli tsunami nell'Oceano Indiano, nel Mar dei Caraibi e nell'Atlantico

nord-orientale, Mar Mediterraneo e mari connessi (*NEAM-TWS*). Il **Centro Allerta Tsunami** dell'INGV (**CAT**), riconosciuto come uno dei centri di monitoraggio dell'area NEAM da un'apposita commissione dell'UNESCO nel 2016, monitora e dirama messaggi di allerta in caso di maremoti potenzialmente dannosi nell'area di competenza. Oggi, molti Paesi che affacciano sul Mar Mediterraneo, utilizzano i servizi offerti dal CAT. Il Sistema Nazionale di Allertamento per i Maremoti di origine sismica (*SiAM*) è composto

dal CAT, dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (*ISPRA*) - che gestisce la Rete Mareografica Nazionale (*RMN*) - ed è coordinato dal Dipartimento della Protezione Civile (*DPC*). Una delle attività principali del CAT è la stima accurata della pericolosità da maremoto in Italia. Nella Sala di Sorveglianza Sismica e Allerta Tsunami dell'INGV, i sismologi del CAT analizzano in tempo reale i dati sismici e, nel caso in cui si verifichi un terremoto potenzialmente in grado di

AREA DI COMPETENZA DEL CENTRO ALLERTA TSUNAMI





generare uno tsunami, entro pochi minuti inviano un messaggio di allerta al DPC e a molti Paesi del Mediterraneo. L'allerta potrà essere confermata o revocata solo in seguito, attraverso l'analisi dei dati del livello del mare rilevati dai **mareografi**.

Dal 2017 a luglio 2024, sono stati 44 i terremoti nel Mediterraneo per cui il CAT si è attivato.

Tra questi, 32 eventi di magnitudo tra 5.5 e 6.0 hanno determinato l'invio di un messaggio di INFORMAZIONE (livello VERDE). Sette eventi di magnitudo tra 6.1 e 6.5 hanno generato un'allerta di livello ARANCIONE (triangolo giallo in figura), mentre altri cinque, di

ALLERTA TSUNAMI DEL 26 OTTOBRE 2018 A ZANTE (GRECIA).

Le linee concentriche che attraversano il Mediterraneo rappresentano i tempi di propagazione dello tsunami. Il tempo di arrivo dello tsunami in Italia meridionale è di circa 30 minuti. Il terremoto ha generato uno tsunami di ridotte dimensioni, appena percettibile dagli strumenti.

magnitudo tra 6.7 e 7.9, hanno determinato un'allerta di livello ROSSO, con tsunami rilevati dagli strumenti e osservati nei porti e sulle coste. Nel caso del terremoto del luglio 2017, nell'Isola di Kos sono stati osservati *run-up* di quasi 2 metri sul livello del mare.

SCONQUASSI DALL'A ALLA Z

FORECAST POINTS

I Forecast Points (FP) sono i punti in cui si calcolano i tempi di arrivo teorico dello tsunami e i livelli di allerta.

MAREOGRAFO

È uno strumento che registra le variazioni del livello del mare ubicato prevalentemente all'interno delle strutture portuali.

LIVELLI DI ALLERTA

VERDE È improbabile che si verifichi uno tsunami.

È un messaggio informativo.

ARANCIO Tsunami con *run-up* atteso minore di 1 metro.

ROSSO Tsunami con *run-up* atteso maggiore di 1 metro. Massima allerta.

L'evento più forte che si è verificato nel Mediterraneo da quando il CAT è operativo è stato lo tsunami del 30 ottobre 2020 avvenuto in seguito a un

terremoto di magnitudo 7.0 che ha colpito l'Isola di Samos (Grecia) e la costa egea della regione di Izmir (Turchia). Pur non essendo stato uno tsunami disastroso,

l'evento ha provocato danni importanti in Grecia e in Turchia e una vittima. Nell'Isola di Samos è stato misurato un *run-up* di circa 3 metri sul livello del mare.

DATA E ORA TERREMOTO (ora italiana)	NAZIONE	MAGNITUDO	PROFONDITÀ (km)	LIVELLO DI ALLERTA	TEMPO DI INVIO DI ALLERTA (min)
20/02/2023 18:04	Turchia	6.3	20	ARANCIONE	8
06/02/2023 02:17	Turchia	7.9	20	ROSSO	8
11/01/2022 02:07	Cipro	6.5	35	ARANCIONE	10
12/10/2021 11:24	Grecia	6.3	10	ARANCIONE	7
27/09/2021 08:17	Grecia	6.1	13	ARANCIONE	7
18/03/2021 01:04	Algeria	6.2	13	ARANCIONE	10
30/10/2020 12:51	Grecia	7.0	10	ROSSO	8
02/05/2020 14:51	Grecia	6.7	10	ROSSO	8
26/11/2019 03:54	Albania	6.5	20	ARANCIONE	7
26/10/2018 00:54	Grecia	6.8	10	ROSSO	8
21/07/2017 00:31	Turchia	6.7	10	ROSSO	10
12/06/2017 14:28	Grecia	6.4	10	ARANCIONE	10



TSUNAMI DEL MAR EGEO AVVENUTO IL 30 OTTOBRE 2020. Le immagini sono state riprese da una videocamera di sicurezza installata in località Karlovasi, a nord dell'Isola di Samos, in Grecia. La sequenza mostra i tre momenti dell'arrivo dello tsunami: **1** ritiro del mare, **2** prima inondazione, **3-4** seconda inondazione.

IL MONITORAGGIO E LA SORVEGLIANZA DEL LIVELLO DEL MARE



Prevedere uno tsunami o essere immediatamente certi che un terremoto in mare o sulla costa lo abbia generato è impossibile. L'unico modo per saperlo è analizzare le variazioni del livello del mare registrate dai mareografi collocati lungo le coste. I mareografi registrano in tempo reale il moto ondoso, le variazioni dovute alle maree e sono in grado di rilevare le variazioni causate da un'eventuale maremoto.

Il monitoraggio marino è pertanto fondamentale sia per confermare l'allerta, sia per la definizione della fine dell'emergenza. In Italia, il monitoraggio del livello del mare è effettuato dall'**ISPRA** grazie alla **Rete Mareografica Nazionale (RMN)**, composta da circa 40 stazioni di misura uniformemente distribuite sul territorio nazionale e ubicate prevalentemente all'interno delle strutture portuali. Da aprile

2020, grazie a un importante miglioramento tecnologico, i dati dei mareografi della RMN vengono inviati al CAT con tempi di trasmissione molto ridotti e arrivano direttamente alla **Sala di Sorveglianza Sismica e Allerta Tsunami**, dove i sismologi del CAT li analizzano per l'invio delle eventuali allerte. Anche altri Paesi del Mediterraneo sono dotati di reti di mareografi, collegati in tempo reale con il CAT.



**LA SALA DI SORVEGLIANZA SISMICA
E ALLERTA TSUNAMI DELL'INGV**

dove vengono analizzati tutti i dati che arrivano dalle reti sismiche e mareografiche del Mediterraneo.



**IL MAREOGRAFO DI GAETA (LT)
DELLA RETE MAREOGRAFICA NAZIONALE**
dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca
Ambientale (ISPRA).

DOVE SONO AVVENUTI I GRANDI MAREMOTI NEL MONDO?

La maggior parte dei grandi terremoti nel mondo avviene lungo le **zone di subduzione** degli Oceani Pacifico e Indiano. Essendo queste ubicate al passaggio tra placche oceaniche e placche continentali, i grandi terremoti che le caratterizzano possono generare dei maremoti dagli effetti talvolta devastanti per le regioni costiere. Il catalogo degli tsunami del NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration, USA*) mostra i terremoti che hanno generato maremoti nel mondo.

Oltre agli tsunami di origine sismica, che costituiscono oltre l'80% del totale dei maremoti conosciuti, la mappa riporta gli tsunami dovuti a fenomeni vulcanici e quelli causati da frane (costiere o sottomarine). Oltre ad essere i più frequenti, gli tsunami causati dai terremoti sono anche i più potenti, essendo in grado di muovere enormi masse d'acqua e generare onde che attraversano gli oceani provocando distruzione anche a migliaia di chilometri di distanza. Anche nel Mar Mediterraneo e nell'Oceano

Atlantico sono presenti faglie attive in grado di generare dei grandi tsunami. Ad esempio, il fortissimo terremoto del **1° Novembre 1755**, di magnitudo superiore a 8, che distrusse la città di *Lisbona* fu seguito da un violento maremoto con onde alte fino a 12 metri. Lo tsunami si abbatté sulle coste del Portogallo, della Spagna e del nord Africa, provocando più di 30.000 vittime. Di seguito sono descritti i quattro terremoti più forti della storia recente, tutti seguiti da grandi tsunami.

LE SORGENTI DEI MAREMOTI NEL MONDO



DATA	AREA	MAGNITUDO M_w (fonte USGS)
22/05/1960	Cile meridionale	9.5
27/03/1964	Alaska meridionale	9.2
26/12/2004	Costa nord-occidentale di Sumatra, Indonesia	9.1
11/03/2011	Costa orientale di Honshu, Giappone	9.1

L'**11 marzo 2011** un terremoto di magnitudo 9.1, con epicentro a circa 70 chilometri dalla costa nord orientale dell'*Isola di Honshu*, in *Giappone*, ha generato uno tsunami devastante con onde che hanno superato l'altezza di 40 metri nella prefettura di *Iwate* e in quella di *Miyagi*. A Sendai il mare è penetrato nell'entroterra per quasi 6 chilometri. Il maremoto si è propagato per tutto il Pacifico, raggiungendo l'*Alaska*, le *Isole Hawaii*, le *coste del Nord e Centro America* e il *Cile*. Sulle coste cilene, a 17.000 chilometri di distanza, lo tsunami si è abbattuto sulle coste con onde alte più di 2 metri. Il numero ufficiale delle vittime causate dall'evento è stato di oltre 18.000, delle quali oltre il

90% causato dallo tsunami. Il **26 dicembre 2004** un terremoto di magnitudo 9.1, a largo delle coste di *Sumatra* ha originato il più distruttivo tsunami del secolo, sia come effetti prodotti che come estensione dell'area interessata. Nessun altro maremoto conosciuto del passato ha provocato tante vittime (circa 250.000, secondo le stime ufficiali dell'UNESCO) e danni in così tante aree del mondo. Oltre all'Indonesia, le onde hanno investito tutti i Paesi che si affacciano sull'Oceano Indiano, causando danni anche in diversi Paesi dell'Africa e in Australia. Il **27 marzo 1964**, in *Alaska*, un terremoto di magnitudo 9.2 ha prodotto un violento tsunami

con onde che si sono propagate in tutte le coste americane del Pacifico. Lo tsunami ha raggiunto le Isole Hawaii colpendole con onde alte tra i 2 e i 6 metri. Il **22 maggio 1960** in *Cile* è avvenuto il più forte terremoto del XX secolo - magnitudo 9.5 - conosciuto come terremoto di *Valdivia*, che ha generato un violento maremoto con onde alte 15-20 metri sulle coste cilene. Lo tsunami ha raggiunto le Isole Hawaii circa 15 ore dopo, con onde che localmente hanno superato i 10 metri. Dopo circa 22 ore anche le coste del Giappone - a circa 10.000 chilometri di distanza - sono state investite dallo tsunami con onde alte fino a 6 metri.



SCONQUASSI DALL'A ALLA Z

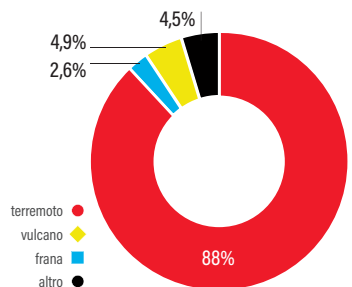
SUBDUZIONE

Il processo geologico che caratterizza il margine tra placche convergenti dove una placca oceanica scorre sotto una continentale, producendo terremoti.

I MAREMOTI GENERATI DA ALTRE CAUSE

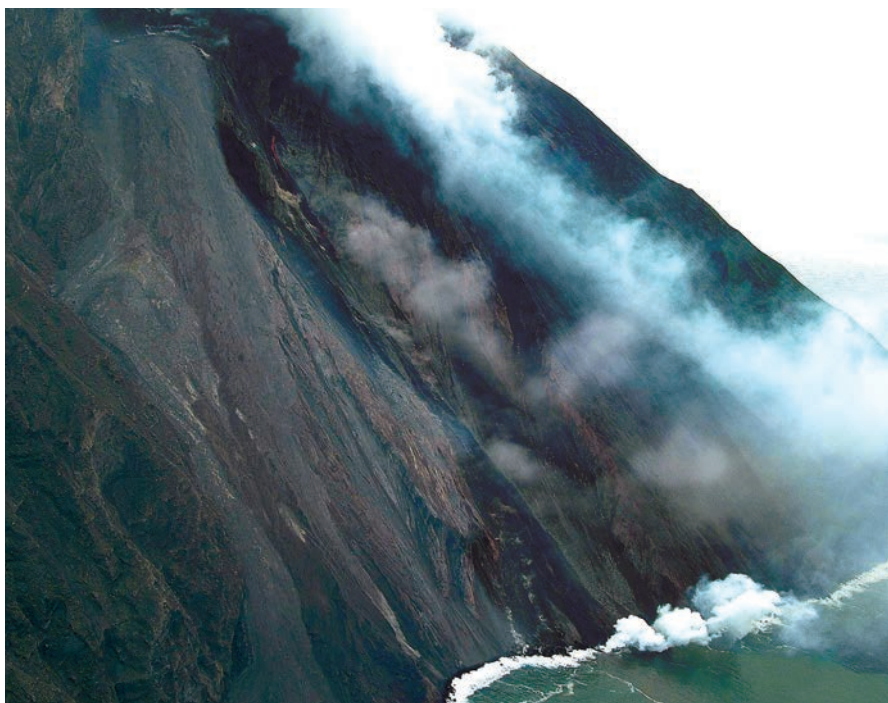
Sebbene la maggior parte degli tsunami siano causati da forti terremoti, anche alcune eruzioni vulcaniche e frane sottomarine o costiere possono generarne di pericolosi. Tra i casi più noti di maremoti provocati da eruzioni vulcaniche si ricorda la grande eruzione del vulcano Thera a *Santorini* in Grecia, intorno al **1600 a.C.**, e quella del vulcano indonesiano Krakatoa nel **1883**, tra le isole di *Sumatra* e *Giava*. In quest'ultimo caso il maremoto si manifestò con tre grandi onde che arrivarono fino a circa 40 metri di quota e distrussero tutte le città e i villaggi lungo le coste dello *Stretto della Sonda*, causando oltre 36.000 vittime. L'energia fu tale che blocchi di corallo pesanti fino a 300 tonnellate furono trasportati nell'entroterra. Anche l'Italia è soggetta a tsunami causati dall'attività dei nostri vulcani. Il **30 dicembre 2002** lo scivolamento in mare di una massa di depositi vulcanici lungo la *Sciara del Fuoco* a *Stromboli*, provocò uno tsunami che in pochi minuti raggiunse il porto, facendo registrare un *run-up* di oltre 10 metri e ingenti danni, ma fortunatamente nessuna vittima grazie al fatto che avvenne durante il periodo invernale. Più recentemente, il **4 dicembre 2022**, sempre a *Stromboli*, si è verificato un altro tsunami di

piccole dimensioni. In questa occasione è entrato in funzione il sistema sperimentale per l'allerta tsunami locale, sviluppato dal Laboratorio di Geofisica Sperimentale dell'Università di Firenze e attualmente in corso di ottimizzazione e di integrazione nel sistema mediterraneo. Collassi franosi di masse rocciose o di terra possono generare degli tsunami localmente molto pericolosi. A *Lituya Bay*, in Alaska, nel **1958** il collasso della parete rocciosa a picco sulla baia provocò l'onda di tsunami più alta mai rilevata: questa raggiunse la quota di 524 metri sul livello del mare sulla costa antistante la frana.



PERCENTUALE
DELLE SORGENTI dei maremoti
nel Mediterraneo.

LA SCIARA DEL FUOCO A STROMBOLI,
uno scosceso pendio che può crollare
in mare generando tsunami,
come accaduto nel 2002.



L'INFORMAZIONE SUI TERREMOTI E MAREMOTI

La piattaforma **INGVterremoti** mette a disposizione di tutti le informazioni relative alla sismicità in atto in Italia e alle attività di ricerca sui terremoti e maremoti attraverso una serie di canali di comunicazione web e social oltre le tradizionali pagine web dell'INGV.

Il **Blog INGVterremoti** (<https://ingvterremoti.com>) rappresenta il punto di riferimento dell'informazione sull'attività sismica in corso, soprattutto in occasione di forti terremoti, sequenze sismiche e maremoti, e sui risultati degli studi e ricerche. Sul blog vengono pubblicati

articoli organizzati all'interno di rubriche periodiche e categorie tematiche che trattano i terremoti in Italia e nel mondo, i terremoti nella storia, il monitoraggio, la pericolosità, il rischio sismico e i maremoti. Dal 2020 il blog si è trasformato in un *e-magazine*, migliorando la visibilità e la

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOPISICA E VULCANOLOGIA

INGVterremoti

CHI SIAMO ALLA SCOPERTA DEI TERREMOTI COMUNICAZIONE E DIVULGAZIONE RUBRICHE STORY MAPS CONTATTI martedì, Gennaio 21 2025

TERREMOTI IN ITALIA TERREMOTI NEL MONDO TERREMOTI NELLA STORIA MONITORAGGIO E ATTIVITÀ IN EMERGENZA PERICOLOSITÀ E RISCHIO MAREMOTI

FOTONOTIZIE

Terremoto di magnitudo Mwp 7.0 in Tibet del 7 gennaio 2025
7 Gennaio 2025
Alle ore 01:05 UTC del 7 gennaio 2025 un terremoto di magnitudo Mwp 7.0 (secondo INGV, Mww 7.1 secondo USGS) si è verificato in Tibet, al confine tra la Cina ... [READ MORE](#)

Le mappe mensili della sismicità, dicembre 2024
2 Gennaio 2025
Mappa dei terremoti avvenuti in Italia nelle aree limitrofe dal 1 al 31 dicembre del 2024. Sono stati 1147 gli eventi localizzati dalla Rete Sismica Nazionale dal 1 al ... [READ MORE](#)

SHARING MINDS | Episodio 2 –

Si amplia il monitoraggio multiparametrico in Italia
21 Gennaio 2025
Database e analisi dati IN PRIMO PIANO MONITORAGGIO E ATTIVITÀ IN EMERGENZA

Terremoti recenti

Evento sismico ML 4.0, in provincia di Udine, 12 gennaio 2025
12 Gennaio 2025 1 commento
Un terremoto di magnitudo Richter ML 4.0 è stato localizzato dalla Rete Sismica Nazionale alle ore 14:51 italiane del 12-01-2025 a 3 km NE Ampezzo (UD), ad una profondità di ... [READ MORE](#)

INGVambiente

Amplificazione Artica: come il riscaldamento del Polo Nord sta cambiando il clima del pianeta

INGVvulcani

Il volume speciale di Annals of Geophysics per i 25 anni dell'INGV

ANNALS OF GEOPHYSICS
SPECIAL ISSUE INGV 25th Anniversary



LA PIATTAFORMA
INGVterremoti.



ricerca dei contenuti, integrando fotonotizie, eventi, timeline dei social. È presente anche una sezione dedicata alle informazioni di base su terremoti e maremoti. Dal 2010 sul canale **Twitter@INGVterremoti** oggi **X** (<https://x.com/INGVterremoti>) è attivo il servizio di informazione in tempo reale delle localizzazioni dei terremoti di magnitudo pari o maggiore di 2.5 che avvengono sul territorio nazionale ottenute dalle Sale Operative dell'INGV, oltre a quelli dell'area euromediterranea (magnitudo pari o superiore a 5.0) e quelli a scala mondiale (magnitudo pari o superiore a 6.0). Dal 2018 sul canale X vengono pubblicate anche le stime provvisorie, cioè localizzazioni e magnitudo preliminari dei terremoti, calcolate in modo automatico. Circa due minuti dopo il terremoto, per gli eventi sismici di magnitudo

superiore a 3, viene rilasciata la stima provvisoria dell'epicentro e della magnitudo, nel caso in cui i parametri di qualità lo permettano. Sul canale vengono pubblicati anche tutti gli articoli e le fotonotizie del blog. Anche la **pagina Facebook INGVterremoti** (<https://www.facebook.com/profile.php?id=100064312406420>) pubblica automaticamente tutte le localizzazioni degli eventi in Italia con magnitudo pari o maggiore di 2.5, oltre a quelli dell'area euromediterranea e quelli a scala mondiale. Dal 2023 anche su Facebook vengono pubblicate, in modo automatico, le stime provvisorie relative agli eventi sismici di magnitudo superiore a 3. Da sempre vengono pubblicati tutti gli articoli e le fotonotizie del blog. L'aspetto peculiare di questo canale è la comunicazione bidirezionale, infatti i ricercatori

rispondono alle domande poste dagli utenti della pagina, se relative a questioni di interesse generale. Il canale **Youtube INGVterremoti** (<https://www.youtube.com/INGVterremoti>) contiene oltre 130 video che descrivono alcune caratteristiche dei più importanti terremoti e sequenze sismiche avvenuti in Italia. Interviste a ricercatori, approfondimenti, animazioni e simulazioni si alternano nelle *playlist* tematiche disponibili sul canale. Sono presenti anche video sui maremoti.

L'applicazione per smartphone e tablet INGVterremoti permette di visualizzare la lista dei terremoti in tempo reale insieme a informazioni generali sui terremoti. Uscita nel 2010, dapprima su sistemi IOS e successivamente anche per sistemi Android, tra le tante funzionalità disponibili permette di effettuare ricerche di eventi sismici dal 1985 ad oggi impostando vari criteri temporali, geografici o relativi a magnitudo e profondità dei terremoti. Negli ultimi anni sono state rilasciate nuove versioni delle App con una interfaccia grafica migliorata e semplificata e sono state inserite nuove funzionalità tra le quali l'inserimento delle stime provvisorie relative agli eventi sismici di magnitudo superiore a 3, la sezione *news* con gli articoli e le fotonotizie del blog, la galleria di *story maps*. Dal 2024 è possibile

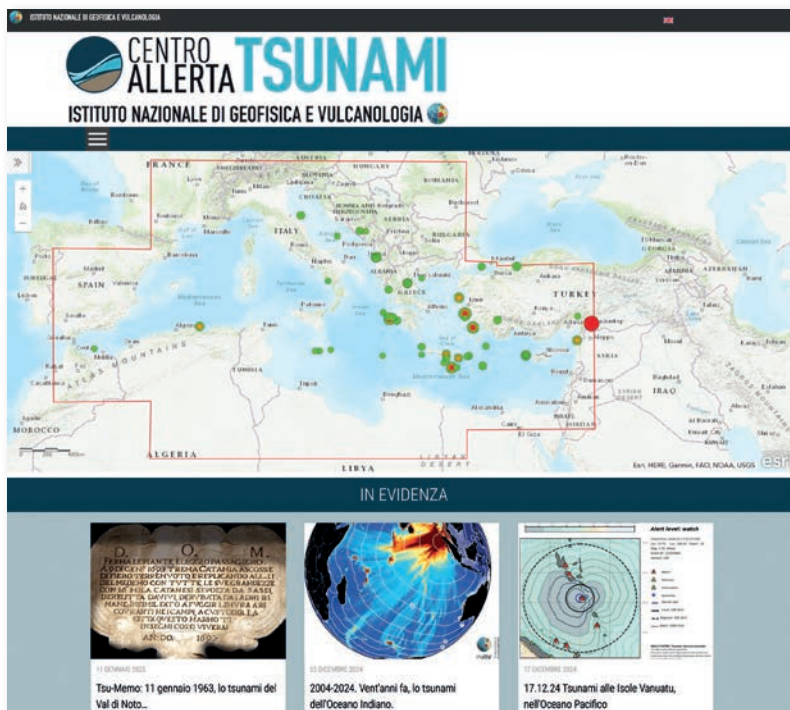


ricevere, anche, le notifiche degli eventi sismici, personalizzate in base a una soglia di magnitudo e alla scelta di ricevere le notifiche anche per le stime provvisorie e gli eventi sismici al di fuori del territorio nazionale. Da settembre 2024, INGVterremoti è presente anche su **Instagram** ([https://](https://www.instagram.com/ingvterremoti/)

www.instagram.com/ingvterremoti/) con l'obiettivo di raccontare il mondo dei terremoti e dei maremoti attraverso format e contenuti innovativi per avvicinare e coinvolgere un nuovo pubblico, in particolar modo le nuove generazioni. Diversi i nuovi format proposti - *Accadde oggi*, *Storie di*

terremoti e maremoti, *Quiz time*, *Sai che* - e tanti altri sotto forma di caroselli, *reels* e storie. Nella piattaforma INGVterremoti sono state integrate anche le **story maps** (<https://ingvterremoti.com/storymaps/>) per raccontare storie interessanti e di forte impatto legate ai terremoti e ai maremoti di ieri e di oggi, integrando informazioni descrittive, fotografiche e multimediali con mappe interattive.

Infine il **sito web del Centro Allerta Tsunami** (<https://cat.ingv.it/it/>) ha lo scopo di informare i cittadini sul fenomeno maremoto, sul funzionamento del sistema di allertamento, sui comportamenti da tenere in caso di evento rilevante. Nel sito si trovano diverse sezioni dove si possono reperire informazioni sulla pericolosità delle coste italiane e dell'area NEAM (Mar Mediterraneo e Oceano Atlantico Nord-Est), sugli eventi del passato, sulle ricerche in corso e sui terremoti recenti che hanno dato luogo a un'allerta nel Mediterraneo.



RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

AA.VV., Tsunami, INGV, 2010, filmato disponibile su <http://www.youtube.com/INGVterremoti>

BSI Working Group (2015), Bollettino Sismico Italiano (BSI), Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. <https://doi.org/10.13127/bsi>

Dolce M., Miozzo A., Di Bucci D., Alessandrini L., Bastia S., Bertuccioli P., Bilotta D., Ciolli S., De Siervo G., Fabi D., Madeo L., Panunzi E., Silvestri V. (2020). La protezione civile in Italia. Testo istituzionale di riferimento per i docenti scolastici. Dipartimento della Protezione Civile-Presidenza del Consiglio dei Ministri. Prima edizione luglio 2020, 236 pagine

Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Comastri A., Tarabusi G., Sgattoni G., Valensise G. (2018) - CFTI5Med, Catalogo dei Forti Terremoti in Italia (461 a.C.-1997) e nell'area Mediterranea (760 a.C.-1500). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). doi: <https://doi.org/10.6092/ingv.it-cfti5>

Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E., Antonucci A. (2019). Database Macrosismico Italiano (DBMI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/dbmi/dbmi15.4>

ISIDe Working Group (2007). Italian Seismological Instrumental and Parametric Database (ISIDe). <https://doi.org/10.13127/ISIDE>

Maramai, A., Graziani, L., & Brizuela Reyes, B. (2019). Italian Tsunami Effects Database (ITED). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/tsunami/ited.1.0>

Maramai A., Graziani L., Brizuela B. (2019). Euro-Mediterranean Tsunami Catalogue (EMTC, version 2.0). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://tsunamiarchive.ingv.it/>

Pignone M., Le story maps e l'informazione sui terremoti, Rendiconti Online Soc. Geol. It., Vol. 34/2015, pp. 28-36, ISSN: 2035-8008, <http://hdl.handle.net/2122/9704>, 2015.

Pignone M., Amato A., Nostro C., Casarotti E., Meletti C., Quintiliani M. and Lauciani V. (2022), Public earthquake communication in Italy through a multisource social media platform: The INGVterremoti experience (2010–2022). *Frontiers in Earth Science*. <https://doi.org/10.3389/feart.2022.1003867>

Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli, B., Gasperini P., 2019. Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/cpti/cpti15.4>

Valensise G. e Guidoboni E., Il peso economico e sociale dei disastri sismici in Italia negli ultimi 150 anni, Bononia University Press, Collana Grandi Opere 2011



SITOGRAFIA

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

<http://www.ingv.it>

Terremoti in tempo reale

<http://terremoti.ingv.it>

Osservatorio Nazionale Terremoti

<http://www.ont.ingv.it/>

Centro Allerta Tsunami

<http://www.ingv.it/cat/it/>

Pericolosità sismica

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

Catalogo dei Forti Terremoti Italiani (CFTI 5 med)

<http://storing.ingv.it/cfti/cfti5/>

Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani e Database Macrosismico Italiano (CPTI15 e DBMI15)

<https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>

Le story maps di INGVterremoti

<https://ingvterremoti.com/storymaps/>

Il database degli effetti degli tsunami italiani

<https://tsunamiarchive.ingv.it/ited.1.0/>

Il catalogo degli tsunami dell'area euro mediterranea (EMTC 2.0)

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

Progetto EDURISK

<http://www.edurisk.it>

Dipartimento della Protezione Civile

<http://www.protezionecivile.it/>

Rischio sismico

<https://rischi.protezionecivile.gov.it/it/sismico/>

Classificazione sismica

<https://rischi.protezionecivile.gov.it/it/sismico/attivita/classificazione-sismica/>

Rischio maremoto

<https://rischi.protezionecivile.gov.it/it/maremoto-0/>

IoNonRischio

<http://iononrischio.protezionecivile.it/>

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

<https://www.isprambiente.gov.it/it>

Sistema nazionale di Allerta Maremoti (SiAM)

<https://www.isprambiente.gov.it/it/servizi/sistema-nazionale-di-allerta-maremoti-1>

Mappe di inondazione da tsunami indotto da sisma (MIT) e relative zone di allertamento

<http://sgi2.isprambiente.it/tsunamimap/>

TSUMAPS-NEAM North East Atlantic, Mediterranean and connected seas

<http://www.tsumaps-neam.eu/>

NOAA - The National Oceanographic and Atmospheric Administration (USA)

<http://www.noaa.gov>

<http://www.education.noaa.gov>

<http://www.ngdc.noaa.gov/hazard>

U.S. Geological Survey

<https://www.usgs.gov/programs/earthquake-hazards>

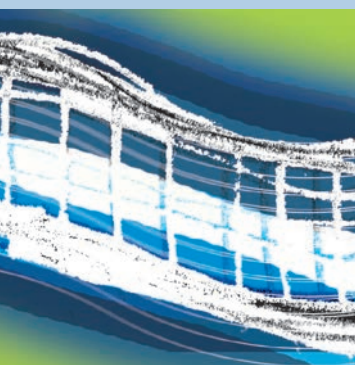
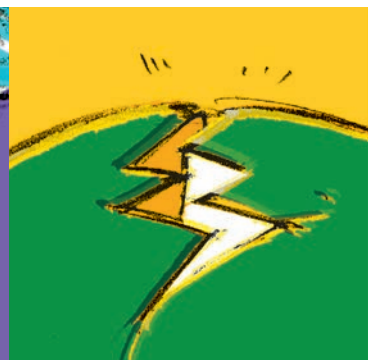
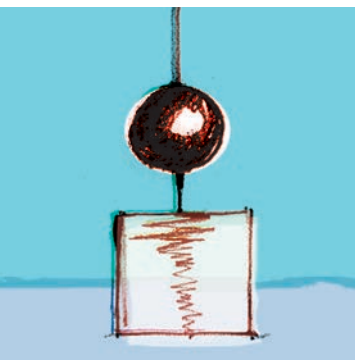
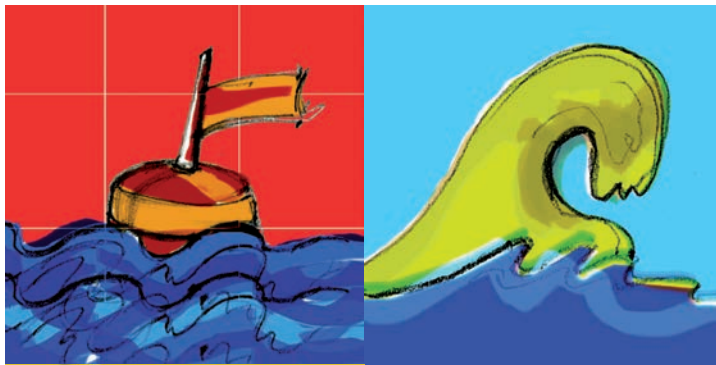
CSEM - Centro Sismico Euro-Mediterraneo

<http://www.emsc-csem.org>

UNESCO-IOC NEAM Tsunami Information Center

<https://tsunami.ioc.unesco.org/en/neam>





©INGV

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Finito di stampare nel marzo 2025

presso Rotoform s.r.l., Roma

www.ingv.it