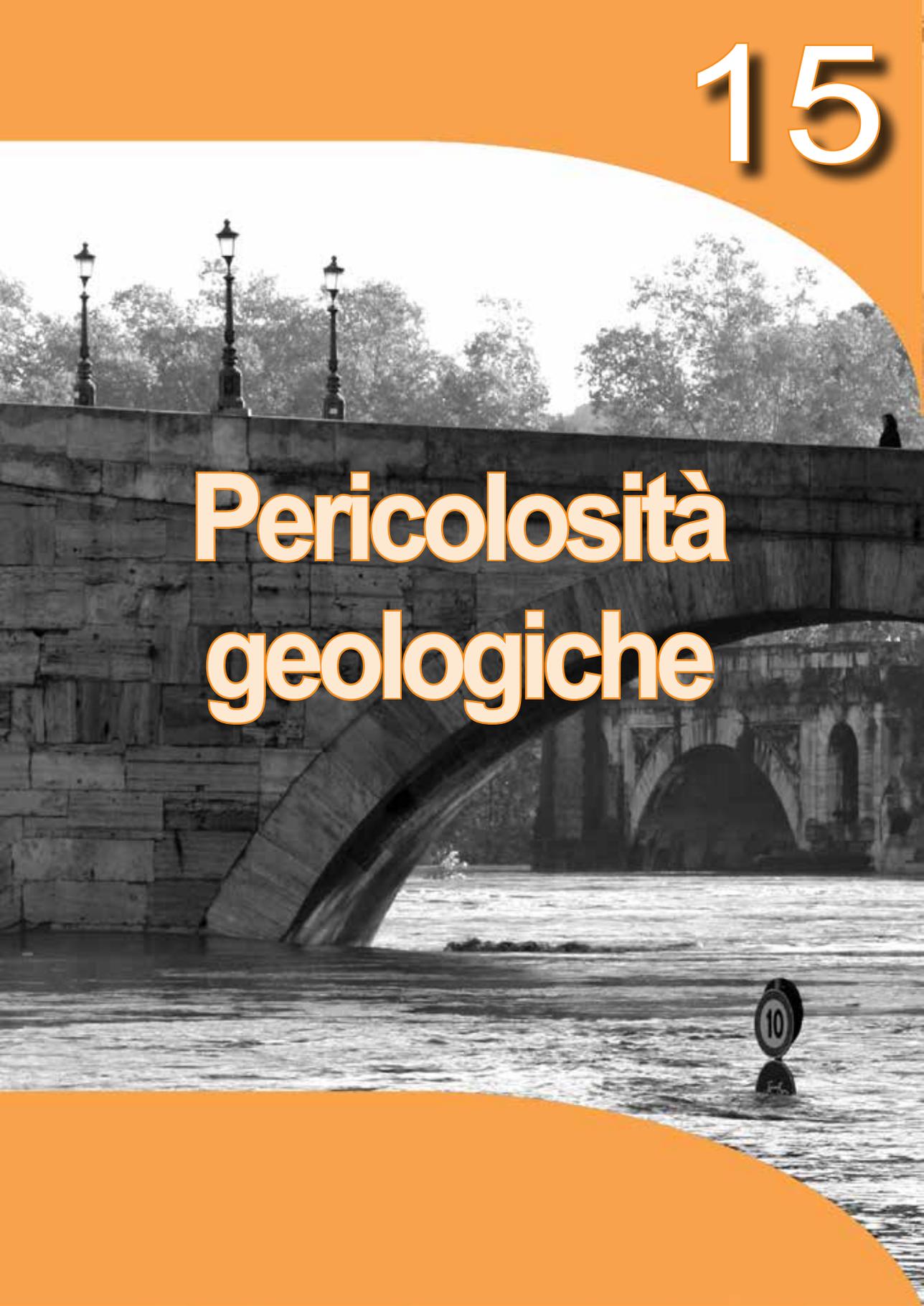


15



# Pericolosità geologiche

**Autori:**

Domenico BERTI<sup>1</sup>, Anna Maria BLUMETTI<sup>1</sup>, Elisa BRUSTIA<sup>1</sup>, Stefano CALCATERRA<sup>1</sup>, Domenico CHIAROLLA<sup>2</sup>, Valerio COMERCI<sup>1</sup>, Pio DI MANNA<sup>1</sup>, Piera GAMBINO<sup>1</sup>, Luca GUERRIERI<sup>1</sup>, Carla IADANZA<sup>1</sup>, Gabriele LEONI<sup>1</sup>, Mauro LUCARINI<sup>1</sup>, Daniela NICEFORO<sup>1</sup>, Stefania NISIO<sup>1</sup>, Roberto POMPILI<sup>1</sup>, Mauro ROMA<sup>1</sup>, Daniele SPIZZICHINO<sup>1</sup>, Alessandro TRIGILA<sup>1</sup>

**Coordinatore statistico:**

Paola SESTILI<sup>1</sup>

**Coordinatori tematici:**

Valerio COMERCI<sup>1</sup> e Alessandro TRIGILA<sup>1</sup> (frane)

<sup>1</sup> ISPRA; <sup>2</sup> M.I.T.- Direzione Generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche

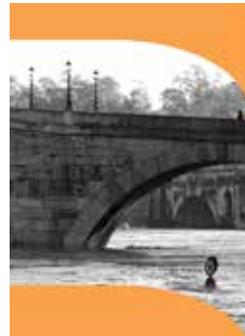
La superficie terrestre è costantemente modellata dall'azione contemporanea dei processi endogeni ed esogeni del nostro pianeta. I processi endogeni, che si sviluppano all'interno della Terra, si manifestano attraverso le attività tettonica, sismica e vulcanica, capaci di liberare enormi quantità di energia. I processi esogeni, che invece operano sulla superficie terrestre, modificano la morfologia del territorio attraverso l'erosione, il trasporto e la sedimentazione, il distacco e l'accumulo di frane. Alcuni processi avvengono talmente lentamente da non poter essere apprezzati dall'occhio umano, come ad esempio i fenomeni di subsidenza (per consolidazione dei sedimenti, sia naturale sia indotta da processi antropici). In altri casi, invece, la morfologia del territorio viene modificata rapidamente, come nel caso di frane, valanghe, alluvioni, terremoti ed eruzioni vulcaniche. Le continue trasformazioni naturali a cui è sottoposta la superficie terrestre entrano necessariamente in relazione con l'uomo e le sue attività, costituendo dei veri e propri pericoli. La caratteristica conformazione geologica e geomorfologica del nostro territorio lo rendono particolarmente soggetto a tali pericolosità. Inoltre, la mancata coscienza di tali fenomeni da parte dell'uomo e la mancanza delle necessarie azioni preventive consentono che si possano verificare eventi disastrosi.

A partire da questa edizione dell'Annuario, la tematica ambientale che nelle precedenti edizioni era denominata "Pericolosità di origine naturale" prenderà il nome di "Pericolosità geologiche". Gli indicatori descritti in questo capitolo, infatti, fanno tutti riferimento a fenomeni di natura geologica, sia che siano legati a dinamiche endogene (terremoti e attività vulcanica), sia che siano causati da fenomeni esogeni (frane e alluvioni). I primi fanno parte del tema ambientale "Pericolosità tettono-vulcanica", i secondi di "Pericolosità geologico-idraulica". Nello specifico, col termine Pericolosità si intende la probabilità che in una data zona si verifichi un evento geologico (potenzialmente dannoso) di una determinata intensità in un determinato intervallo di tempo.

I processi di tipo endogeno che producono movimenti e deformazioni della crosta terrestre su una scala temporale significativa in relazione alla vita e alle attività umane fanno parte della "tettonica attiva". Alla tettonica attiva sono principalmente associati i terremoti e, in parte, l'attività vulcanica. I terremoti sono vibrazioni del suolo causate dal-

le onde elastiche che vengono rilasciate a seguito del movimento relativo di due porzioni della crosta terrestre lungo piani di discontinuità detti faglie. L'attivazione delle faglie viene indotta dalle continue deformazioni cui è sottoposta la crosta terrestre in movimento, per effetto dei processi geodinamici. I terremoti possono provocare effetti gravissimi sui manufatti a causa dello scuotimento (come nel caso della sequenza sismica del Centro Italia) e, inoltre, possono indurre modifiche anche alla morfologia della superficie terrestre. In particolare la fagliazione superficiale, che nel contesto italiano si verifica generalmente in occasione di terremoti di magnitudo pari e superiore a 6, induce variazioni permanenti sulla superficie topografica, con rigetti che possono raggiungere e superare anche il metro (in caso di Magnitudo intorno a 7). In occasione della sequenza sismica del 2016 nel Centro Italia si sono riattivate le faglie attive e capaci del sistema dei Monti Vettore – Bove e, in particolare, con la scossa del 30 ottobre di Magnitudo pari a 6,5, le dislocazioni in superficie hanno raggiunto una lunghezza di 28 km con rigetti medi di diversi decimetri, e rigetti massimi fino a quasi 2 metri. A tale rigetto massimo, raggiunto lungo il "Cordone del Vettore", ha certamente contribuito sensibilmente la componente gravitativa. Analogamente, la faglia che ha generato il terremoto di L'Aquila del 2009 (di magnitudo locale pari a 5,9) ha dislocato la superficie per una lunghezza di vari chilometri, con rigetto massimo decimetrico di circa 20 cm; la sequenza sismica di maggio 2012, in Emilia-Romagna, non ha prodotto fagliazione superficiale, ma ha comunque deformato la topografia nell'area epicentrale, sollevandola fino a 10-20 cm. Anche l'attività vulcanica è effetto di processi interni alla Terra e si manifesta con modalità estremamente variabili. Le principali fonti di pericolosità associate all'attività vulcanica sono rappresentate da proietti magmatici e ceneri, da colate laviche, flussi piroclastici (nubi ardenti) e colate di fango (*lahars*) lungo i fianchi dei vulcani, dalla fuoriuscita di gas e, infine, da terremoti e da maremoti (tsunami), questi ultimi indotti da collassi, lungo i fianchi dell'edificio vulcanico, direttamente in mare.

Lo studio degli eventi sismici (e degli effetti ambientali da essi indotti) e delle eruzioni vulcaniche è molto importante in un territorio come quello italiano, dove la pericolosità di tali fenomeni è talora



incombente su aree densamente popolate e industrializzate, oltretutto arricchite da un patrimonio culturale di notevole importanza. La conoscenza e la caratterizzazione del territorio in termini di pericolosità sono strumenti necessari per pianificare le azioni di mitigazione del rischio.

Gli indicatori connessi con l'attività tettonica e vulcanica illustrati in questa sezione sono: Fagliazione superficiale, Indice di fagliazione superficiale in aree urbane, Eventi sismici, Effetti ambientali dei terremoti, Beni culturali esposti a pericolosità sismica, Eruzioni vulcaniche, Beni culturali esposti a pericolosità vulcanica.

La pericolosità geologico-idraulica è definita dalla probabilità che in un determinato territorio si verifichino eventi quali frane, alluvioni, inondazioni costiere (spesso indotte da particolari eventi atmosferici), subsidenza, ecc. di una determinata intensità in un determinato intervallo di tempo.

Quello che comunemente viene definito "dissesto idrogeologico", o più propriamente "dissesto geologico-idraulico", spesso è la conseguenza diretta dei naturali processi evolutivi del territorio, quando non sia provocato dalle attività antropiche. Le frane, in particolare, si innescano prevalentemente a causa di precipitazioni brevi e intense o di precipitazioni persistenti, ma possono attivarsi anche in assenza di fenomeni meteorici, e a seguito di fenomeni sismici o di interventi antropici sul territorio (ad es. escavazioni, realizzazioni di strade, di dighe o invasi). Frane e alluvioni possono mettere a rischio l'incolumità delle persone e provocare danni consistenti agli insediamenti urbani e al patrimonio culturale, alle infrastrutture e alle attività industriali, commerciali o agricole.

L'Italia ha un territorio particolarmente predisposto ai fenomeni di "dissesto geologico-idraulico", sia per le sue caratteristiche geologiche e geomorfologiche sia per i fenomeni meteo climatici a cui è soggetto, e soprattutto al sempre più invasivo impatto dell'uomo e delle sue attività. D'altro canto, l'utilizzo di pratiche agro-pastorali non sempre adeguate e, contemporaneamente, l'abbandono delle tecniche di sistemazione idraulico-forestale, soprattutto in ambito montano-collinare, hanno contribuito a incrementare, assieme ai sempre più numerosi incendi boschivi, la pericolosità geologico-idraulica. Inoltre, nel corso dei secoli, lo sviluppo demografico e l'urbanizzazione del territorio hanno fatto sì che le aree di pianura e quelle litoranee fos-

sero sottoposte a livelli di pressione antropica tali da causare situazioni di squilibrio nelle dinamiche idrauliche e geomorfologiche, amplificando gli effetti di fenomeni evolutivi naturali altrimenti di portata ordinaria.

Dal secondo dopoguerra, il dissesto geologico-idraulico è divenuto un problema di grande rilevanza sociale ed economica, proprio in funzione delle interrelazioni esistenti tra processi naturali e attività antropiche.

Poiché i fenomeni di dissesto geologico-idraulico sono caratterizzati da un'elevata ripetitività nel tempo e nello spazio, l'analisi conoscitiva delle condizioni di pericolosità risulta importante per la gestione del territorio, che deve essere supportata da una politica congiunta di previsione e prevenzione.

L'ISPRA da più di dieci anni cataloga sistematicamente i principali eventi di dissesto s.l. (stato limite) avvenuti in Italia, implementando varie banche dati che in questa sezione tematica sono relative agli indicatori Inventario dei Fenomeni Franosi d'Italia, Eventi franosi, Popolazione esposta a frane, Aree a pericolosità da frana PAI, Eventi alluvionali, Aree a pericolosità idraulica, Popolazione esposta ad alluvioni, Beni culturali esposti a frane e alluvioni, Aree soggette ai *sinkholes*, Comuni interessati da subsidenza e Invasi artificiali.

## Q15: QUADRO SINOTTICO INDICATORI

Tema Ambientale	Nome Indicatore	DPSIR	Periodicità di aggiornamento	Qualità Informazione	Copertura		Stato e trend
					S	T	
Pericolosità tettonica e vulcanica	Fagliazione superficiale (Faglie capaci)	S	Non definibile		I	2000-2017	-
	Indice di fagliazione superficiale in aree urbane <sup>a</sup>	S	Non definibile	-	-	-	-
	Eventi sismici	I S	Annuale		I <sup>b</sup>	2016	-
	Effetti ambientali dei terremoti	I S	Annuale		I	2016	-
	Beni culturali esposti a pericolosità sismica	I S	Annuale		I R	2016	-
	Eruzioni vulcaniche	I S	Annuale		I	2016	-
	Beni culturali esposti a pericolosità vulcanica	I S	Annuale		I	2016	-
Pericolosità geologico - idraulica	Eventi alluvionali	I P	Annuale		I	1951-2016	-
	Aree a pericolosità idraulica <sup>a</sup>	S	Pluriennale	-	-	-	-
	Popolazione esposta ad alluvioni <sup>a</sup>	I	Pluriennale	-	-	-	-
	Eventi Franosi	I S	Annuale		I, R P, C	2016	-
	Inventario dei fenomeni franosi d'Italia (IFFI)	S	Annuale		I, R C	1116-2016	-
	Aree a pericolosità da frana PAI <sup>a</sup>	S	Pluriennale	-	-	-	-
	Popolazione esposta a frane <sup>a</sup>	I	Pluriennale	-	-	-	-
	Beni culturali esposti a frane e alluvioni	I S	Pluriennale		I, R P, C	2016	-
	Aree soggette ai Sinkholes	S	Annuale		I	2016	-
	Comuni interessati da subsidenza	I S	Non definibile		I	2016	-
	Invasi artificiali	P	Annuale		I R	giugno 2017	-

<sup>a</sup> L'indicatore non è stato aggiornato in questa edizione per l'assenza di eventi di fagliazione superficiale durante il 2015. Pertanto, nella presente edizione, non è stata riportata la relativa scheda indicatore.

<sup>b</sup> Solo località che hanno subito terremoti di intensità superiore a VI

## QUADRO RIASSUNTIVO DELLE VALUTAZIONI

<i>Trend</i>	Nome indicatore	Descrizione
	-	-
	-	-
	-	-

## BIBLIOGRAFIA

- Bollettino Sismico Italiano, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Centro Nazionale Terremoti; Bignami, C., P. Burrato, V. Cannelli, M. Chini, E. Falcucci, A., Ferretti, S. Gori, C. Kyriakopoulos, D. Melini, M. Moro, F. Novali, M. Saroli, S. Stramondo, G. Valensise and P. Vannoli (2012). *Coseismic deformation pattern of the Emilia 2012 seismic sequence imaged by Radarsat-1 interferometry*, *Annals of Geophysics*, 55 (4); doi:10.4401/ag-6157.
- Di Manna P., Guerrieri L., Piccardi L., Vittori E., Castaldini D., Berlusconi A., Bonadeo L., Comerci V., Ferrario F., Gambillara R., Livio F., Lucarini M., Michetti A.M., 2012, *Ground effects induced by the 2012 seismic sequence in Emilia: implications for seismic hazard assessment in the Po Plain*. In: Anzidei M., Maramai A., Montone P. (Eds.), *Annals of Geophysics*, Vol. 55, n. 4 (2012): *The Emilia seismic sequence of May-June, 2012: preliminary data and results*, INGV, pp. 697-703, doi: 10.4401/ag-6143.
- Guerrieri (Ed.), 2015, *Earthquake Environmental Effect for seismic hazard assessment: the ESI intensity scale and the EEE Catalogue*. Mem. Descr. Carta Geol. D'It., XCVII.
- Guerrieri and Vittori (Eds), 2007, *Intensity Scale ESI2007*. Mem. Descr. Carta Geologica d'Italia, Vol. LXX-IV. Servizio Geologico d'Italia, Dipartimento Difesa del Suolo, APAT, Rome, Italy.
- © ISIDe Working Group (INGV, 2010), Italian Seismological Instrumental and parametric database
- Pantosti et al., 2017, *The Surface faulting produced by the 30 October 2016 Mw 6.5 Central Italy earthquake: the Open EMERGEOWorking Group experience*. *Geophysical Research Abstracts* Vol. 19, EGU2017-14161, 2017. EGU General Assembly 2017
- Rovida A., Camassi R., Gasperini P. e Stucchi M. (a cura di), 2011. CPTI11, *la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Milano, Bologna.
- Salvi S., C. Tolomei, J.P. Merryman Boncori, G. Pezzo, S. Atzori, A. Antonioli, E. Trasatti, R. Giuliani, S. Zoffoli, A. Coletta, 2012. *Activation of the SIGRIS monitoring system for ground deformation mapping during the Emilia 2012 seismic sequence*, using COSMO-SkyMed InSAR data. *Annals of Geophysics*, 55, 4, 2012; doi: 10.4401/ag-6181.
- Serva L., Vittori E., Comerci V., Esposito E., Guerrieri L., Michetti AM., Mohammadioun B., Mohammadioun G., Porfido S., Tatevossian R., 2015, *Earthquake Hazard and the Environmental Seismic Intensity (ESI) Scale*. Pure Appl. Geophys. Springer Basel. DOI 10.1007/s00024-015-1177-8
- Villani et al., 2017, *Open EMERGEOWorking Group database of the coseismic surface effects following the 30 October 2016 Mw 6.5 earthquake, central Italy*. Scientific data (Submitted).
- Vittori E., Comerci V., (Eds.), 2004, *The INQUA Scale. An innovative approach for assessing earthquake intensities based on seismically-induced ground effects in natural environment*. Special Paper, Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, Vol. LXVII, APAT, pp.118.
- Vittori E., Di Manna P., Blumetti A.M., Comerci V., Guerrieri L., Esposito E., Michetti A.M., Porfido S., Piccardi L., Roberts G. P., Berlusconi A., Livio F., Sileo G., Wilkinson M., McCaffrey K. J. W., Phillips R.J., and Cowie P. A., 2011. Surface Faulting of the 6 April 2009 Mw 6.3 *L'Aquila Earthquake in Central Italy*. *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 101, No. 4, August 2011, doi: 10.1785/0120100140
- AA.VV. (2012) - *Cosa non funziona nella difesa dal rischio idrogeologico nel nostro Paese?* Analisi e rimedi. Riassunti Accademia Nazionale dei Lincei. XII Giornata Mondiale dell'Acqua-Incontro- Dibattito, 23 Marzo 2012, Roma.
- AA.VV. (2013) – Conferenza Nazionale sul Rischio Idrogeologico. Prevenzione e Mitigazione del Rischio, *Le Priorità per il Governo del Paese*. 6 Febbraio 2013, Palazzo Rospigliosi, Roma.
- Bazzoffi P., Ciccarese L., De Meo A., Di Leginio M., Fumanti F., Guerra P., Iadanza C., Munafò M., Rossi L., Romano R. Trigila A. (2013) *Linee guida per la valutazione del dissesto idrogeologico e la sua mitigazione attraverso misure ed interventi in campo agricolo e forestale*, ISPRA, Manuali e linee guida 85/2013.
- Benedini M. & Gisotti G. (2000) - *Il dissesto idrogeologico*, Carocci editore, Roma.
- Bitelli G., Bonsignore F., Del Conte S., Pellegrino I., Vittuari L. (2012): *Integrazione GNSS-InSAR per*

*il monitoraggio della subsidenza a scala regionale in Emilia-Romagna*. Convegno Nazionale SIFET "I GNSS: dall'inquadramento al rilievo di dettaglio", Modena, 12-14 settembre

Catenacci V. (1992) - *Il dissesto idrogeologico e geoambientale in Italia dal dopoguerra al 1990*, Cronistorie Calabresi. S.G.N., Mem. Carta Geologica d'Italia. Ist. Poligrafico e Zecca dello Stato, XLVII,228-245, 1992.

CNR-GNDCI (1998) - *Catalogo delle informazioni sulle località italiane colpite da frane e inondazioni - (Progetto AVI)*, volume I e II, pubblicazione CNR-GNDCI n° 1799, 1998.

DIRETTIVA 2007/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2007, Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L 288 del 6/11/2007, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni.

ISTAT (1970) - *I conti economici territoriali dell'Italia*, anni 1951-1969, Roma.

ISTAT (2007) - *I conti economici nazionali dell'Italia*, anni 1951-2005, Roma.

MATTM (2008) - *Il rischio idrogeologico in Italia*. Report, ottobre 2008. Roma

Trigila A. (ed.) (2007) *Rapporto sulle frane in Italia*. Il Progetto IFFI - Metodologia, risultati e rapporti regionali, APAT, Rapporti 78/2007.

Trigila A., Iadanza C., Bussetini M., Lastoria B., Barbano A. (2015) *Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio*. Rapporto 2015. ISPRA, Rapporti 233/2015 (ISBN 978-88-448-0751-1)

Ubertini L. (2009) - *La mitigazione del rischio idraulico*. Quad. Società Geologica, N. 4, 5/2009.



## SITOGRAFIA

<http://bollettinosismico.rm.ingv.it/>  
<http://iside.rm.ingv.it>  
<http://vincoliinrete.beniculturali.it/VincoliInRete/vir>  
[http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/vulcani\\_attivi.wp](http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/vulcani_attivi.wp)  
<http://srv1.rm.ingv.it/srv1/srv>  
[www.ingv.it](http://www.ingv.it)  
<http://www.progettoiffi.isprambiente.it>  
[www.registrodigheitaliano.it](http://www.registrodigheitaliano.it)  
[www.itcold.it](http://www.itcold.it)  
<http://avi.gndci.cnr.it/>  
<http://www.protezionecivile.it>  
[www.ilgiornaledellaprotezionecivile.it](http://www.ilgiornaledellaprotezionecivile.it)  
<http://polaris.irpi.cnr.it/>



## DESCRIZIONE

L'indicatore fornisce lo stato delle conoscenze sulla distribuzione nel territorio nazionale delle faglie capaci, cioè di quelle fratture della crosta terrestre potenzialmente in grado di riattivarsi in un prossimo futuro (in associazione a eventi sismici) o che si muovono lentamente con continuità (*creep* asismico), dislocando o comunque deformando la superficie del terreno (fagliazione superficiale).

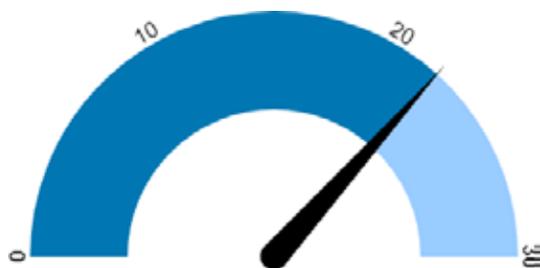
Le informazioni relative a queste faglie, quali giacitura, geometria, cinematica, terremoti associati e tasso di deformazione medio, sono raccolte in un catalogo (ITHACA - *ITaly HAzard from Capable faults*) realizzato e gestito da ISPRA, costituito da un database, periodicamente aggiornato, e da una cartografia di dettaglio gestita in ambiente GIS.

Le dislocazioni lungo le faglie capaci sono in grado di produrre danneggiamenti, anche rilevanti, alle strutture antropiche che le attraversano. L'indicatore riporta inoltre, in maniera analitica, eventi di fagliazione superficiale o di deformazione del suolo in corrispondenza di faglie capaci eventualmente occorsi nel periodo analizzato.

## SCOPO

L'informazione sull'ubicazione e sulle caratteristiche delle faglie capaci è di grande importanza pratica per la pianificazione territoriale, che ne dovrebbe tenere adeguatamente conto; le strutture antropiche (infrastrutture, costruzioni) dovrebbero essere possibilmente collocate ad adeguata distanza da queste o essere progettate con opportuni accorgimenti tecnici.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



La richiesta di informazione relativa ai dati di fagliazione superficiale e al terremoto ad essa associato rende l'indicatore rilevante. L'indicatore è adeguatamente documentato, ben fondato in termini tecnici e scientifici in quanto presenta attendibilità ed affidabilità dei metodi di misura e raccolta dati, ed è comparabile nel tempo e nello spazio.

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Il problema della fagliazione superficiale è stato considerato negli Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica pubblicati dal Dipartimento della Protezione Civile nel marzo 2009. In tale documento si raccomanda la necessità di effettuare studi di dettaglio di tipo sismotettonico e paleosismologico (attraverso l'escavazione e l'analisi di trincee esplorative) finalizzati a fornire una cartografia della zona di faglia (traccia principale e fascia di rispetto o *setback*), alla scala 1:5.000. Successivamente il Dipartimento della Protezione Civile (2015) ha emanato le "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC)", definite come quelle faglie per le quali sia testimoniata l'attività, con deformazione che arriva alla superficie topografica, negli ultimi 40.000 anni. Sono, inoltre, individuate le Faglie Potenzialmente Attive e Capaci (FPAC) per le quale gli studi dimostrano un'attività durante il Pleistocene medio - superiore, che nella microzonazione di livello 3 devono essere investigate con indagini appropriate al fine di identificarne l'eventuale attività negli ultimi 40.000 anni.

Relativamente alla singola FAC, nella microzonazione di livello 1, deve essere costruita una microzona omogenea tale da comprendere la supposta traccia del piano di rottura principale e i probabili fenomeni deformativi del terreno a esso correlati. Questa zona viene denominata "Zona di Attenzione" per FAC e rimanda obbligatoriamente a livelli di approfondimento specifici, propri del livello 3, ove verranno costruite delle zone di Suscettibilità e di Rispetto per FAC.

## STATO E TREND

Nel 2016 è stato registrato un evento di fagliazione superficiale multiplo in occasione della sequen-

za sismica che ha colpito l'Italia centrale a partire dal 24 agosto. Infatti, in occasione delle tre scosse principali, è stata osservata la riattivazione fino in superficie del sistema di faglie attive e capaci che ha originato la sequenza sismica (definito in letteratura come sistema di faglie del Monte Vettore - Monte Bove). In particolare, in occasione del terremoto di Amatrice del 24 agosto ( $M_w=6.0$ ) si è riattivata la porzione Sud-orientale del sistema (Monte Vettore - Monte Vettore), con dislocazioni fino a 25 cm più o meno continue per una lunghezza complessiva pari ad almeno 5 km. La seconda scossa importante avvenuta il 26 ottobre con epicentro vicino Visso ( $M_w=5.9$ ) ha causato la riattivazione della porzione Nord-occidentale dello stesso sistema di faglie, con dislocazioni fino a una decina di cm osservate nella zona di Frontignano. Infine, in occasione dell'evento sismico del 30 ottobre ( $M_w=6.5$ ) con epicentro a Norcia, si è osservata la riattivazione fino in superficie dell'intero sistema di faglie con dislocazioni cosismiche continue per almeno 28 km con rigetti medi di diversi decimetri localmente fino a due metri. L'evento di fagliazione superficiale osservato in occasione del terremoto del 2016 in Centro Italia ha interessato una faglia attiva e capace già conosciuta e compresa in ITHACA, il catalogo delle faglie capaci che interessano il territorio italiano. In generale, lo stato attuale delle conoscenze sulle faglie capaci è nel complesso discreto, ma è ancora necessario approfondire e ampliare le ricerche per giungere al dettaglio indispensabile per una soddisfacente valutazione della pericolosità legata alla fagliazione superficiale e una conseguente pianificazione territoriale che ne possa tenere adeguatamente conto. Il *database* è in periodico aggiornamento. L'indicatore è legato a un fenomeno naturale di origine endogena sul quale l'uomo non può avere alcun controllo. È pertanto sulla vulnerabilità del territorio che l'attenzione deve concentrarsi e concretizzarsi in scelte di pianificazione responsabili.

## COMMENTI

La Figura 15.1 inquadra il *pattern* della fagliazione superficiale del 2016 nel contesto delle faglie attive e capaci note in letteratura e presenti nel database ITHACA (*ITaly HAZard from CAPable faults*) relativamente all'area del Centro Italia compresa tra Camerino e L'Aquila. Il sistema di faglie che si è attivato nel 2016, noto come sistema Monte

Vettore - Monte Bove, è costituito da faglie dirette orientate NNO-SSE che ribassano verso Ovest la strutture dei Monti Sibillini. Si può inoltre facilmente osservare che sono numerose le strutture tettoniche nelle aree adiacenti che sono potenzialmente attive e capaci di produrre fagliazione in superficie in occasione di forti terremoti ( $M_w>6.0$ ).

La Figura 15.2 rappresenta una mappa di sintesi della fagliazione superficiale associata alla sequenza sismica del 2016 nel Centro Italia. In particolare, sono state rappresentate in verde le rotture superficiali associate all'evento del 24 agosto ( $M_w=6.0$ ), nella porzione Sud-orientale del sistema (Monte Vettore - Monte Vettore) con rigetti fino a 25 cm. In giallo sono invece evidenziate le rotture superficiali associate all'evento del 26 ottobre ( $M_w=5.9$ ) nella zona del Monte Cornaccione (Frontignano di Ussita). In occasione dell'evento del 30 ottobre ( $M_w=6.5$ ) si è riattivato fino in superficie l'intero sistema Monte Vettore - Monte Bove, producendo nuove rotture in superficie (in rosso) e riattivando nuovamente le rotture già documentate in occasione delle due scosse precedenti andando ad aumentare notevolmente l'entità complessiva delle dislocazioni. Ne consegue che le rotture dovute a fagliazione superficiale a seguito dell'evento del 30 ottobre sono praticamente continue per circa 28 km, distribuite in una fascia ampia qualche km, in un settore compreso tra Arquata del Tronto e il Monte Banditella (poco a Nord di Ussita). Le rotture superficiali hanno andamento generale circa NNO-SSE, rigetti complessivi prevalentemente verso OSO, che localmente, nella zona del Cordone del Vettore, hanno raggiunto i due metri. Nella zona tra il bacino di Castelluccio e Castelsantangelo sul Nera è stata osservata anche la riattivazione per alcuni km di una struttura antitettonica che ha ribassato il settore ENE fino ad almeno 50 cm.

La Figura 15.3 mostra un esempio di rottura superficiale multipla in corrispondenza di un'evidente scarpata di faglia in roccia posta lungo il versante Sud-occidentale del massiccio del Vettore (Cordone del Monte Vettore). La rottura in questo tratto è stata continua per diversi km, producendo dislocazioni fino a 25 cm in occasione della scossa del 24 agosto (sopra). Successivamente, a seguito della scossa del 30 ottobre, la stessa faglia (Cordone del Monte Vettore) è stata riattivata in superficie con dislocazione che ha raggiunto in certi punti anche i due metri (sotto).

La Figura 15.4 presenta uno specchio di faglia in

località Colli di Sopra prima (a sinistra) e dopo (a destra) la scossa del 30 ottobre. La riattivazione cosismica è marcata da una striscia marrone (suolo trascinato) posta alla base dello specchio di faglia, costantemente pari a circa 60 cm.

La Figura 15.5 mostra la riattivazione multipla della faglia di Monte Cornaccione (sopra Frontignano di Ussita), in corrispondenza delle scosse del 26 ottobre (circa 5 cm; riquadri A, C e E) e 30 ottobre (circa 40 cm; riquadri B, D e F). Si nota come l'entità delle dislocazioni in superficie sia chiaramente proporzionale alla magnitudo di ciascuna scossa.

La Figura 15.6 mostra il danneggiamento prodotto dalla fagliazione superficiale nella galleria tra Capodacqua (in prossimità della Valle del Tronto) e San Pellegrino (nel bacino di Norcia) della strada delle Tre Valli Umbre (SS685), compromettendone la circolazione.



Fonte: ISPRA, INGV - *Open EMERGEIO database Working Group*

**Figura 15.1:** Mappa delle faglie capaci (in arancione) contenute nel database ITHACA nella zona del Centro Italia. In rosso è rappresentata la fagliezione superficiale associata alla sequenza sismica del 2016



Fonte: INGV - Open EMERGEIO database Working Group

**Figura 15.2:** La fagliazione superficiale multipla associata alle tre scosse principali della sequenza sismica che ha colpito il Centro Italia nel 2016 (24 agosto, in verde; 26 ottobre, in giallo; 30 ottobre, in rosso, verde e giallo)



Fonte: ISPRA

**Figura 15.3: Fagliazione superficiale multipla in corrispondenza del “Cordone del Vettore”, associata agli eventi del 24 agosto e 30 ottobre 2016 nel Centro Italia**



Fonte: ISPRA

**Figura 15.4: Fagliazione superficiale lungo un piano di faglia in roccia in località Colli di Sopra, dovuta all'evento del 30 ottobre 2016 nel Centro Italia**



**Figura 15.5: Fagliazione superficiale multipla in corrispondenza della faglia del Monte Cornaccione (Frontignano di Ussita), associata agli eventi del 26 (riquadri A, C ed E) e 30 (riquadri B, D e F) ottobre 2016**



Fonte: ISPRA

**Figura 15.6: Danni prodotti dalla fagliazione superficiale nella galleria tra Capodacqua (in prossimità della Valle del Tronto) e San Pellegrino (nel bacino di Norcia) della strada delle Tre Valli Umbre (SS685)**



## EVENTI SISMICI

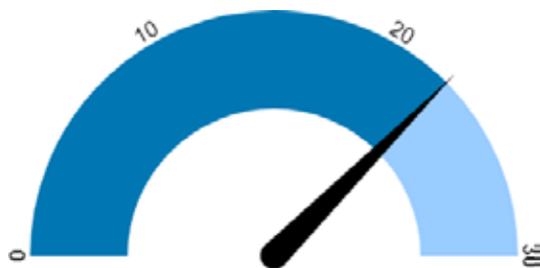
### DESCRIZIONE

L'indicatore rappresenta gli eventi sismici significativi ai fini del rischio. Viene rappresentata la sismicità sull'intero territorio nazionale, nell'anno di riferimento dell'Annuario, e descritti gli eventi di magnitudo maggiore.

### SCOPO

Definire la pericolosità sismica del territorio italiano sulla base delle Magnitudo registrate. Le informazioni relative all'indicatore sono utili a diffondere le conoscenze sulla pericolosità sismica in Italia, essenziali per una corretta pianificazione territoriale.

### QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



I dati utilizzati per la costruzione dell'indicatore sono standardizzati. L'indicatore semplice, facile da interpretare, è comparabile nel tempo e nello spazio. La qualità dell'informazione è alta.

### OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Non esistono riferimenti normativi collegati direttamente all'indicatore. Esistono invece norme sia nazionali che regionali relative alla classificazione sismica e alle costruzioni in zona sismica.

### STATO E TREND

Il 2016 è stato caratterizzato da una lunga sequenza sismica iniziata il 24 agosto con un evento di Magnitudo momento 6,0 con epicentro ad Accumoli, in provincia di Rieti, a cui ha fatto seguito, nello stesso giorno un evento di Magnitudo momento 5,4, con epicentro nel territorio di Norcia (PG). Altri terremoti di Magnitudo superiore a 5

sono avvenuti il 26 ottobre a Castelsantangelo sul Nera e Ussita, in provincia di Macerata, rispettivamente di Magnitudo momento 5,4 e 5,9 e il 30 ottobre, quando a Norcia (PG) si è verificato l'evento più forte, di Magnitudo momento 6,5. Gli ipocentri individuati dalla Rete Sismica Nazionale dell'INGV (ISIDe *Working Group*, 2010) hanno profondità comprese tra 7,5 e 9,2 chilometri, risultando quindi abbastanza superficiali e in grado di indurre forti danneggiamenti. I meccanismi focali sono stati generalmente di tipo distensivo, in accordo con il regime tettonico estensionale a cui è soggetta la parte della catena appenninica sede dei terremoti. La sequenza è proseguita anche nel 2017, in particolare con quattro eventi avvenuti il 18 gennaio con epicentri a Montereale, Capitignano, Pizzoli e Cagnano Amiterno, tutti in provincia dell'Aquila, rispettivamente di Magnitudo momento 5,1, 5,5, 5,4 e 5,0. Considerando anche gli eventi di più bassa magnitudo, nel 2016, nell'area epicentrale, che si estende per circa 80 km di lunghezza e 20-25 di larghezza (nelle regioni Lazio, Abruzzo, Umbria e Marche) sono stati registrati quasi 45.000 eventi (<https://ingvterremoti.wordpress.com/2017/02/23/speciale-2016-un-anno-di-terremoti/>). Il numero totale di terremoti registrati nel 2016 (53.105), rispetto al 2015 è più che triplicato e rispetto al 2014 più che raddoppiato, anche se i primi mesi del 2016 presentano una sismicità analoga a quella dei precedenti due anni. Nel 2016 sono avvenuti 2 terremoti di Magnitudo maggiore o uguale a 6 e 6 terremoti di Magnitudo superiore a 5, mentre nel 2015 e 2014 nessun sisma aveva raggiunto Magnitudo 5. Il 28 ottobre 2016, un terremoto di Magnitudo pari a 5,8 è avvenuto nel Mar Tirreno Meridionale, cioè al di fuori dell'area della sequenza del Centro Italia, a una profondità ipocentrale di 481 km. Eventi analoghi si ripetono annualmente e sono legati alla subduzione dello litosfera oceanica ionica sotto l'Arco calabro. Nelle Figure 15.7 e 15.8 vengono rappresentati gli eventi sismici del 2016 aventi una Magnitudo superiore o uguale a 2. Escludendo gli eventi appartenenti alla sequenza del Centro Italia, la distribuzione geografica degli altri eventi sismici sul territorio nazionale risulta, come sempre, confrontabile con quella degli anni precedenti, essendo concentrata essenzialmente lungo tutto l'arco ap-

penninico, la Calabria, la Sicilia Settentrionale e Orientale e, in minor misura, lungo l'arco alpino (Figura 15.7). Per l'indicatore in esame non è definibile un *trend*, in quanto relativo a fenomeni naturali non influenzabili dalle attività antropiche, se non in particolarissime situazioni, statisticamente non rilevanti.

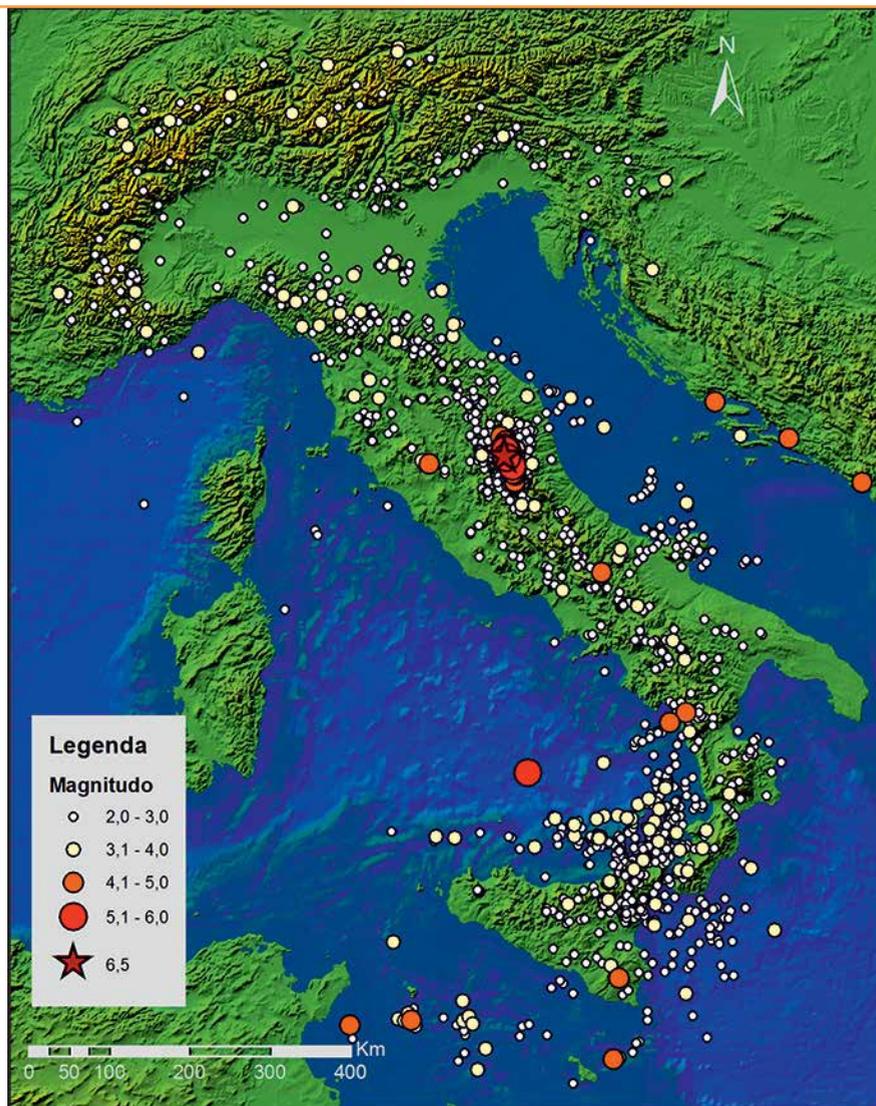
## COMMENTI

La sismicità registrata in Italia nel 2016 dalla Rete Sismica Nazionale dell'INGV (ISIDE *Working Group*, 2010) viene rappresentata in Figura 15.7, in cui sono riportati i 10.703 eventi di Magnitudo pari e superiore a 2. Tali eventi sono maggiormente concentrati nell'area della sequenza sismica del Centro Italia, dove ne sono avvenuti oltre 9.000. Tali eventi (Figura 15.8) hanno causato danni ingenti e il numero delle vittime è stato molto elevato a causa dell'alta vulnerabilità delle abitazioni, per lo più in muratura e prive di interventi di miglioramento sismico, oppure ristrutturate senza seguire criteri antisismici. Il numero di vittime è stato alto anche perché, il primo terremoto del 24 agosto è avvenuto in un periodo di massima affluenza nelle "seconde case", presenti nei paesi colpiti di Amatrice (RI) e dintorni; tali abitazioni erano costruite con la pietra locale, costituita da arenaria, che non presenta buone caratteristiche costruttive, a causa del suo alto grado di alterabilità ed erodibilità. Un altro fattore che ha influenzato il danneggiamento degli edifici è rappresentato da "effetti di sito", dovuti alle particolari condizioni geologiche e geomorfologiche dei luoghi edificati. Sono in corso studi di microzonazione sismica nei paesi più danneggiati proprio per caratterizzare, da questo punto di vista, i terreni su cui sorgono tali centri abitati. Anche il terremoto del 30 ottobre, con la sua elevata Magnitudo di 6,5, ha ulteriormente e pesantemente danneggiato le strutture e infrastrutture già messe alla prova dalla precedente sequenza sismica. In Figura 15.9 è possibile osservare gli enormi danni subiti dal paese di Pescara del Tronto a seguito degli eventi del 24 agosto e del 30 ottobre. L'intera sequenza del 2016 ha indotto migliaia di effetti ambientali, per la maggior parte frane, una buona parte dei quali è descritto nell'indicatore Effetti ambientali dei terremoti.

La sequenza del 2016 presenta caratteristiche tipiche dei terremoti dell'Appennino centrale e della zona colpita, dove in tempi storici sono avvenuti

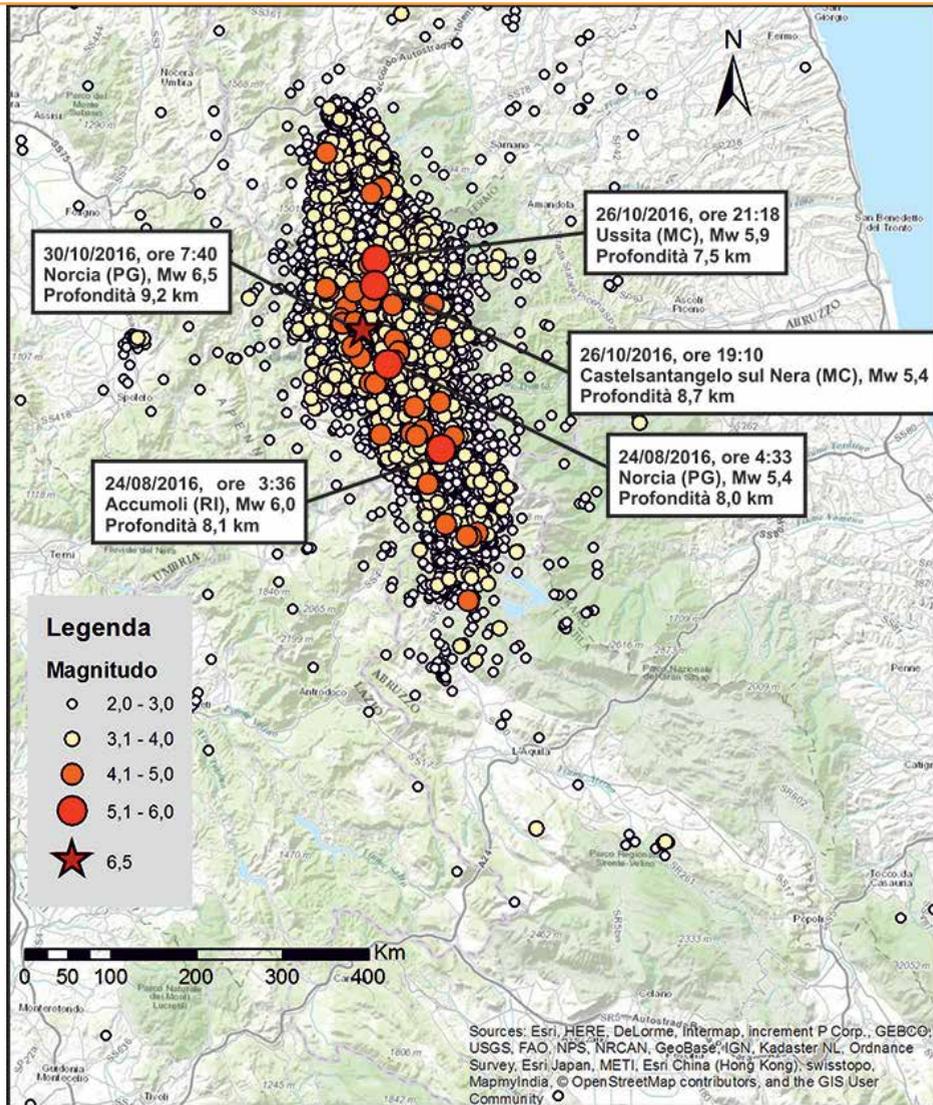
terremoti di Magnitudo analoga. In particolare, i due eventi storici più distruttivi noti nell'area sono il terremoto dei Monti della Laga del 1639 (Magnitudo stimata 6,2), che ha raggiunto Intensità MCS IX-X ad Amatrice e VIII-IX ad Accumoli, e il terremoto della Valnerina del 1703 (Magnitudo stimata 6,9), che ha raggiunto Intensità MCS X ad Accumoli e IX ad Amatrice.

La Figura 15.7 mostra anche, nel Mar Tirreno Meridionale, l'evento di Magnitudo 5,8 del 28 ottobre, l'unico di Magnitudo superiore a 5 non facente parte della sequenza del Centro Italia: a causa della sua notevole profondità ipocentrale non ha procurato risentimenti in superficie.



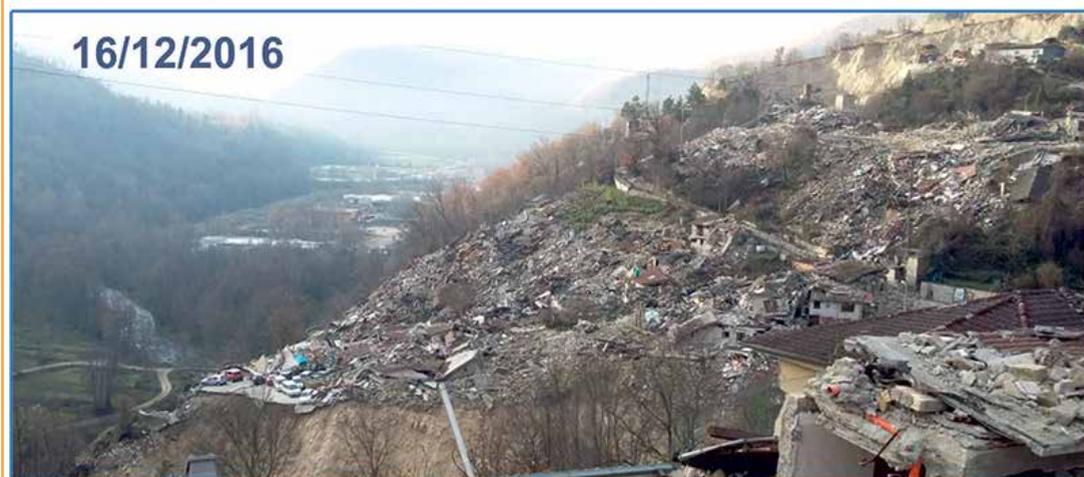
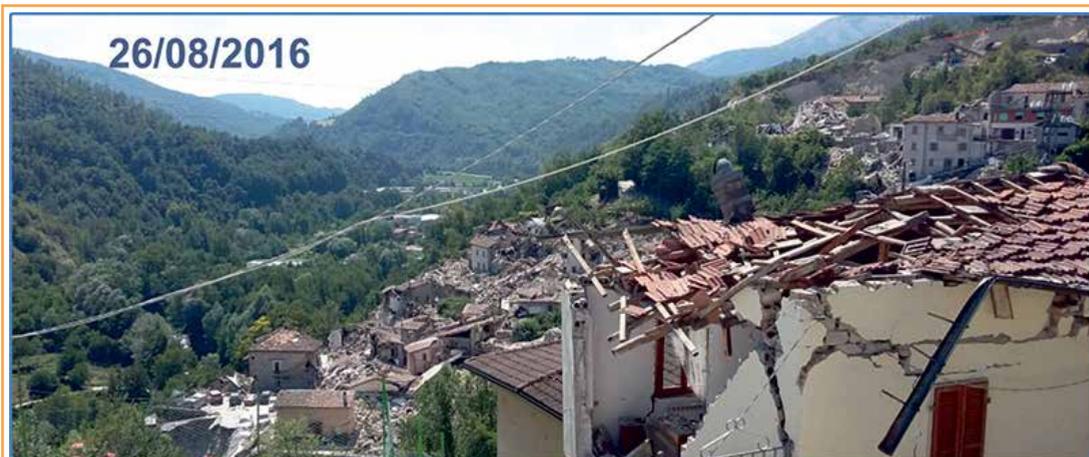
Fonte: Elaborazione ISPRA di dati INGV

**Figura 15.7: Eventi sismici di Magnitudo maggiore o uguale a 2 registrati dalla Rete Sismica Nazionale dell'INGV nel 2016 sul territorio nazionale. L'evento del 30 ottobre 2016 ha raggiunto Magnitudo momento 6,5**



Fonte: Elaborazione ISPRA di dati INGV

**Figura 15.8: Zoom sull'area epicentrale della sequenza sismica del 2016 in Italia Centrale. Le informazioni riportate nelle etichette si riferiscono ai 5 eventi di Magnitudo superiore a 5**



Fonte: ISPRA

**Figura 15.9: Danni subiti dal paese di Pescara del Tronto dopo il terremoto del 24 agosto 2016 e dopo il terremoto del 30 ottobre 2016**



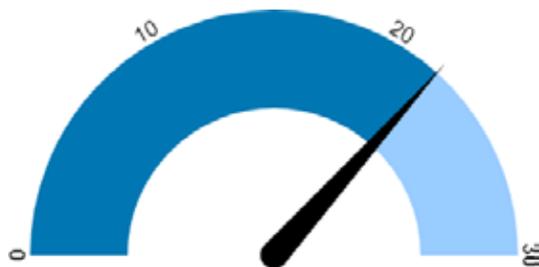
## DESCRIZIONE

I terremoti, oltre a danneggiare direttamente il patrimonio edilizio, culturale e infrastrutturale, provocano effetti sull'ambiente. Gli effetti sull'ambiente possono classificarsi in primari e secondari. I primi consistono in deformazioni permanenti della superficie topografica come la fagliazione superficiale, la subsidenza o il sollevamento di porzioni di territorio. Gli effetti secondari sono invece quelli legati essenzialmente allo scuotimento, come le frane sismoindotte, la liquefazione dei terreni granulari, le fratture. I terremoti generalmente inducono anche variazioni idrologiche nel regime delle sorgenti e possono generare onde anomale (tsunami) sia in mare che in bacini di minore dimensione. L'indicatore descrive gli effetti ambientali indotti da nuovi terremoti e, tramite mappe relative alle intensità di terremoti avvenuti in passato, rappresenta scenari possibili, in termini di effetti ambientali, che possono verificarsi in caso di futuri terremoti di analoga intensità.

## SCOPO

L'indicatore descrive gli effetti sismo indotti sull'ambiente in caso di nuovi terremoti e rappresenta la suscettibilità del territorio italiano a essi. Tale suscettibilità dipende dal diverso grado di sismicità presente nelle diverse porzioni del territorio italiano e dalle caratteristiche geomorfologiche e geologiche.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



La qualità dell'informazione è funzione del dettaglio con il quale è stato rilevato e descritto l'effetto ambientale. Le informazioni relative agli effetti ambientali indotti dalla sequenza sismica del

2016 sono di alta qualità. Per i terremoti avvenuti dal 1976 in poi, gli effetti ambientali sono documentati con una certa precisione. Anche se non si può generalizzare, più si va indietro nel tempo minore è la precisione dell'informazione.

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Non applicabile.

## STATO E TREND

Gli effetti ambientali sismoindotti sono strettamente legati all'intensità sismica del luogo in cui si verifica. Non è possibile definire un *trend*.

## COMMENTI

Il 2016 è stato caratterizzato dalla sequenza sismica iniziata il 24 agosto con due terremoti di Mw 6,0 (Accumoli, in provincia di Rieti) e 5,4 (Norcia, in provincia di Perugia) e proseguita nel 2017. Gli eventi più importanti (di Magnitudo superiore a 5) successivi al 24 agosto sono stati quelli del 26 ottobre in provincia di Macerata di Mw 5,4 (Castelsantangelo sul Nera) e 5,9 (Ussita) e quello del 30 ottobre (il più forte) di Mw 6,5 in provincia di Perugia (Norcia). Considerando anche gli eventi di più bassa Magnitudo, nell'area epicentrale, che si estende per circa 80 km di lunghezza e 20-25 di larghezza (nelle regioni Lazio, Abruzzo, Umbria e Marche), nel 2016 sono stati registrati quasi 45000 eventi (<https://ingvterremoti.wordpress.com/2017/02/23/speciale-2016-un-anno-di-terremoti/>). A seguito degli eventi di più alta Magnitudo, in particolare quello del 30 ottobre, si sono verificati numerosi effetti sull'ambiente, sia primari (vedi indicatore Fagliazione superficiale), sia secondari, legati allo scuotimento.

A seguito della prima forte scossa del 24 agosto e delle successive, per tutto il 2016, i ricercatori di ISPRA - Servizio Geologico d'Italia hanno eseguito sopralluoghi per verificare gli effetti sismoindotti e fornire supporto al Dipartimento della Protezione Civile. Un'analoga raccolta di informazioni sulle frane e le fratture sismoindotte è stata eseguita anche dal Centro di Ricerca sui Rischi Geologici (CERI) dell'Università "Sapienza" di Roma: i risultati

della catalogazione sono disponibili sul sito <http://www.ceri.uniroma1.it/index.php/web-gis/cedit/>.

I dati dei rilievi sia di ISPRA sia del CERI sono stati raccolti in uno specifico sistema informativo geografico. Nella Figura 15.10 viene riportata l'ubicazione di tutti gli effetti ambientali raccolti, distinti per tipologia. Gli effetti, in larga parte frane, ricadono nelle regioni Lazio, Abruzzo, Umbria e Marche, e sono maggiormente concentrati in un'area di oltre 1.300 km<sup>2</sup> che racchiude gli epicentri dei 5 terremoti di Magnitudo superiore a 5. Vista l'ampiezza dell'areale coinvolto dalla sequenza sismica, i dati sono rappresentativi degli effetti indotti sull'ambiente ma non possono considerarsi esaustivi. Nella stessa figura, nello zoom di sinistra sono rappresentati gli effetti osservati nell'area di Castelsantangelo sul Nera e Frontignano (MC), mentre in quello di destra gli effetti a Pescara del Tronto (AP). La Figura 15.11 mostra una porzione del versante franato sotto l'abitato di Pescara del Tronto visto dalla Strada Statale 4 Salaria, che è stata investita dal materiale crollato. Una delle frane di più ampie proporzioni è quella avvenuta lungo la Valnerina e, che ha anche deviato il corso del fiume Nera, provocando l'interruzione della ex Strada Provinciale 209 che collega Visso (MC) a Norcia (PG) e Preci (PG) (Figura 15.12).

In Figura 15.13 viene rappresentata la distribuzione statistica di tutti i 926 effetti catalogati, di cui oltre l'86% è costituito da frane riconosciute. Inoltre, si consideri che anche parte delle fratture e dei cedimenti delle sedi stradali è presumibilmente da attribuire a movimenti di versante. La maggior parte delle frane avvenute sono costituite da crolli in roccia (680; 84,9%) e da scorrimenti/scivolamenti in roccia (73; 9,1%); seguono gli scorrimenti/scivolamenti detritici (40; 5%) (Figura 15.14). Sono state inoltre catalogate 7 variazioni idrologiche, tra cui, oltre agli incrementi di portata del fiume Nera di vari mc/sec, la più importante è la riattivazione della sorgente del torrente Torbidone, affluente del fiume Sordo, nel comune di Norcia (Piana di Santa Scolastica), a seguito della scossa del 30 ottobre; la sorgente aveva smesso di sgorgare dopo l'evento sismico avvenuto nel 1979. Durante un sopralluogo ISPRA effettuato il 25 novembre 2016 (Martarelli & Gafà, 2016), è stata rilevata, alla quota di 620 m s.l.m., un'emergenza diffusa su un'area di circa 0,2-0,3 km<sup>2</sup>, con portata di circa 710 l/s. (Figura 15.15). A seguito dell'evento del 30 ottobre si è verificato anche uno sprofondamento (*sinkhole*) nella Piana

di Castelluccio di Norcia (PG) avente diametro di circa 5 m e profondità di circa 6 m (Figura 15.16). Nella provincia di Fermo (Santa Vittoria in Matenano e Monteleone) si sono attivati 6 vulcanelli di fango (vulcanismo sedimentario), di cui tre di neoformazione. Infine, gli eventi di magnitudo maggiore della sequenza sismica hanno indotto deformazioni permanenti alla superficie topografica che è stato possibile stimare tramite le tecniche di interferometria satellitare (InSAR). Dopo la scossa del 24 agosto, dall'analisi differenziale di immagini ALOS-2 (del 24/08/2016 e del 09/09/2016) è stata individuata una deformazione areale a forma di cucchiaio con un abbassamento fino a circa 20 centimetri nella zona di Accumoli. Tale risultato è confermato anche dall'analisi di dati Sentinel-1 in banda C e Cosmo-Sky-Med in banda X effettuata da CNR-IREA e INGV. L'evento del 30 ottobre ha indotto deformazioni su un'area di circa 1.100 km<sup>2</sup> che sono state analizzate da CNR-IREA tramite immagini rilevate dai satelliti Sentinel-1 e Cosmo-Sky-Med. Nell'area di Castelluccio è stata rilevata una subsidenza di almeno 60 cm, mentre nell'area di Norcia un sollevamento di circa 12 cm. Sono stati osservati anche movimenti orizzontali, in particolare di circa 40 cm verso Est nell'area di Montegalfo (AP) e di circa 30 cm verso Ovest nell'area di Norcia. Dalle immagini fornite dal satellite Alos-2 è stato ricostruito il complesso quadro deformativo ed è stato stimato uno *slip* di quasi 3 m a una profondità di circa 3 km.

Dal quadro complessivo degli effetti indotti sull'ambiente dalla sequenza sismica, compresi gli effetti primari (trattati nell'indicatore Fagliazione superficiale), si evince che il massimo valore di intensità ESI raggiunto è pari al X grado, analogo a quello raggiunto nella medesima area in occasione di terremoti avvenuti nel passato.

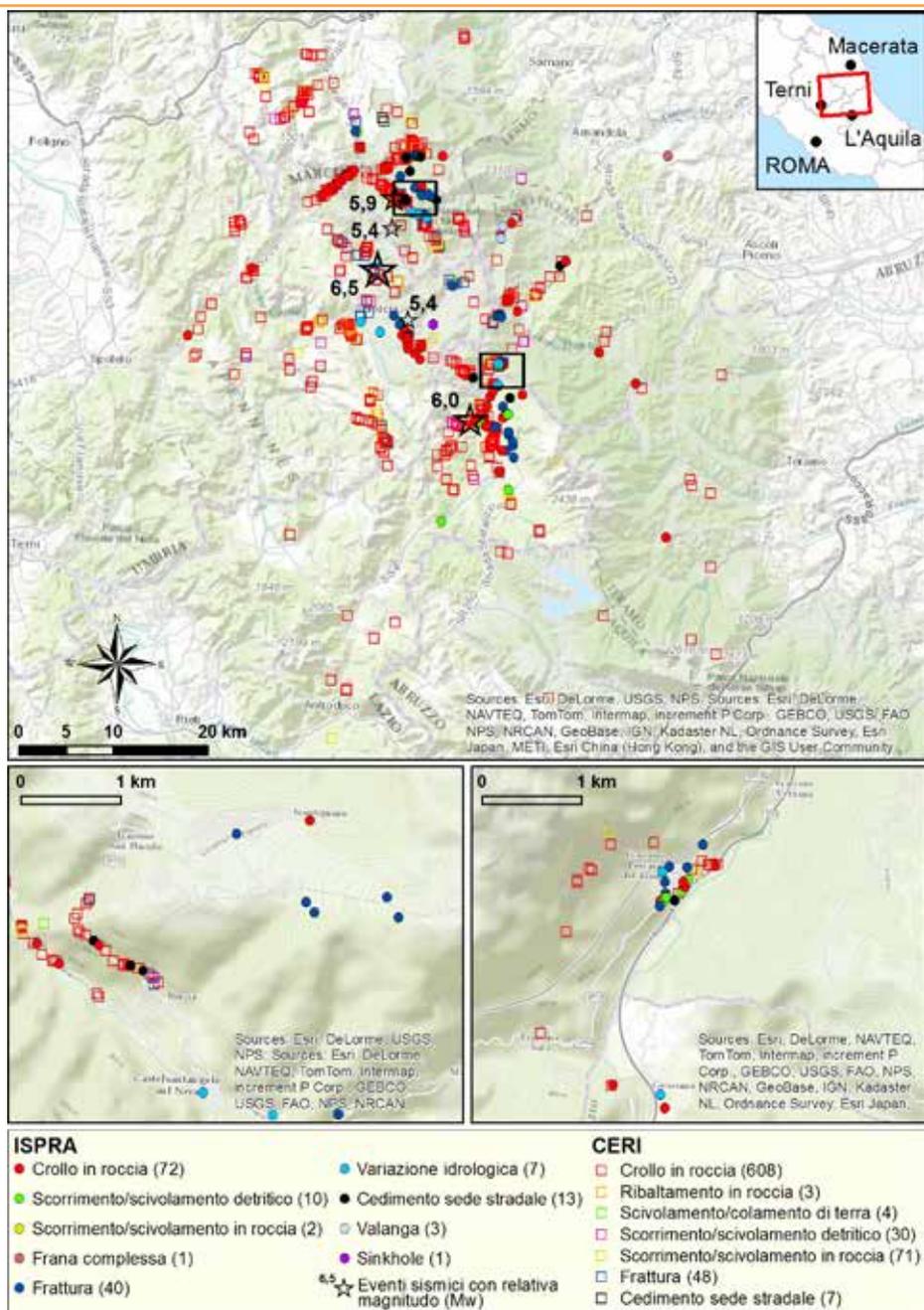
Le varie porzioni del territorio italiano presentano diversa suscettibilità agli effetti ambientali dei terremoti in funzione del locale grado di sismicità e delle caratteristiche geomorfologiche e geologiche. Per rappresentare questa diversità sono state considerate le Intensità massime (MCS, Mercalli Cancani Sieberg) raggiunte durante la storia sismica del Paese e trasformate in Intensità ESI (*Environmental Seismic Intensity*), in accordo con la Scala ESI2007. In Figura 15.17 vengono riportate le Intensità ESI relative ai terremoti storici noti, avvenuti dall'anno 1000 al 2016, con Intensità MCS (Mercalli Cancani Sieberg) uguale o superiore

al VI grado. Poiché la Scala ESI, come la MCS, è di 12 gradi, le Intensità MCS sono state trasformate senza variazioni in ESI. Tale corrispondenza empirica si basa sui confronti sinora effettuati tra eventi sismici dove entrambe le scale sono state applicate. È comunque statisticamente possibile che talvolta ci sia una differenza di un grado tra le due scale, solo molto raramente di due gradi.

A ogni grado di intensità ESI corrisponde un definito scenario di effetti ambientali che viene descritto, in termini di effetti primari e secondari, nella Scala ESI. Gli effetti ambientali cominciano a essere chiaramente apprezzabili a partire dal VI grado e si manifestano con sempre maggiore evidenza al crescere dell'intensità. Per i gradi dall'VIII al X gli effetti sull'ambiente naturale sono una componente caratterizzante l'intensità dei terremoti; per i gradi XI e XII essi sono lo strumento più affidabile per la valutazione dell'intensità.

In Figura 15.18 viene riportata una rappresentazione grafica degli effetti sull'ambiente che possono essere indotti dai terremoti di diversa intensità.

Considerando che le intensità dei terremoti avvenuti in passato sono indicative del danneggiamento che potrebbe verificarsi nuovamente in futuro, i dati riportati in Figura 15.17 rappresentano gli scenari possibili, in termini di effetti ambientali, che possono verificarsi nelle diverse parti del Paese in caso di terremoti analoghi a quelli accaduti in passato. Tale tipo di conoscenza è rilevante, tra l'altro, ai fini del raggiungimento del primo dei tre obiettivi prioritari del 7th *Environment Action Program to 2020* che prevede la gestione del territorio in modo sostenibile. Conoscere gli effetti che potrebbero verificarsi sul territorio a seguito di un sisma può consentire di assumere le necessarie misure precauzionali utili a evitare danni rilevanti all'ambiente e alle strutture e infrastrutture sensibili (come ad esempio proteggere adeguatamente un impianto a rischio di incidente rilevante, oleodotti, gasdotti, ecc).



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA e CERI (Università Sapienza)

Figura 15.10: Distribuzione areale degli effetti ambientali indotti dalla sequenza sismica del Centro Italia nel 2016. Le stelle indicano gli eventi sismici del 2016. In basso, gli zoom sugli effetti indotti (box di sinistra) a Castelsantangelo sul Nera (MC) e Frontignano (MC) e (box di destra) a Pescara del Tronto (AP)

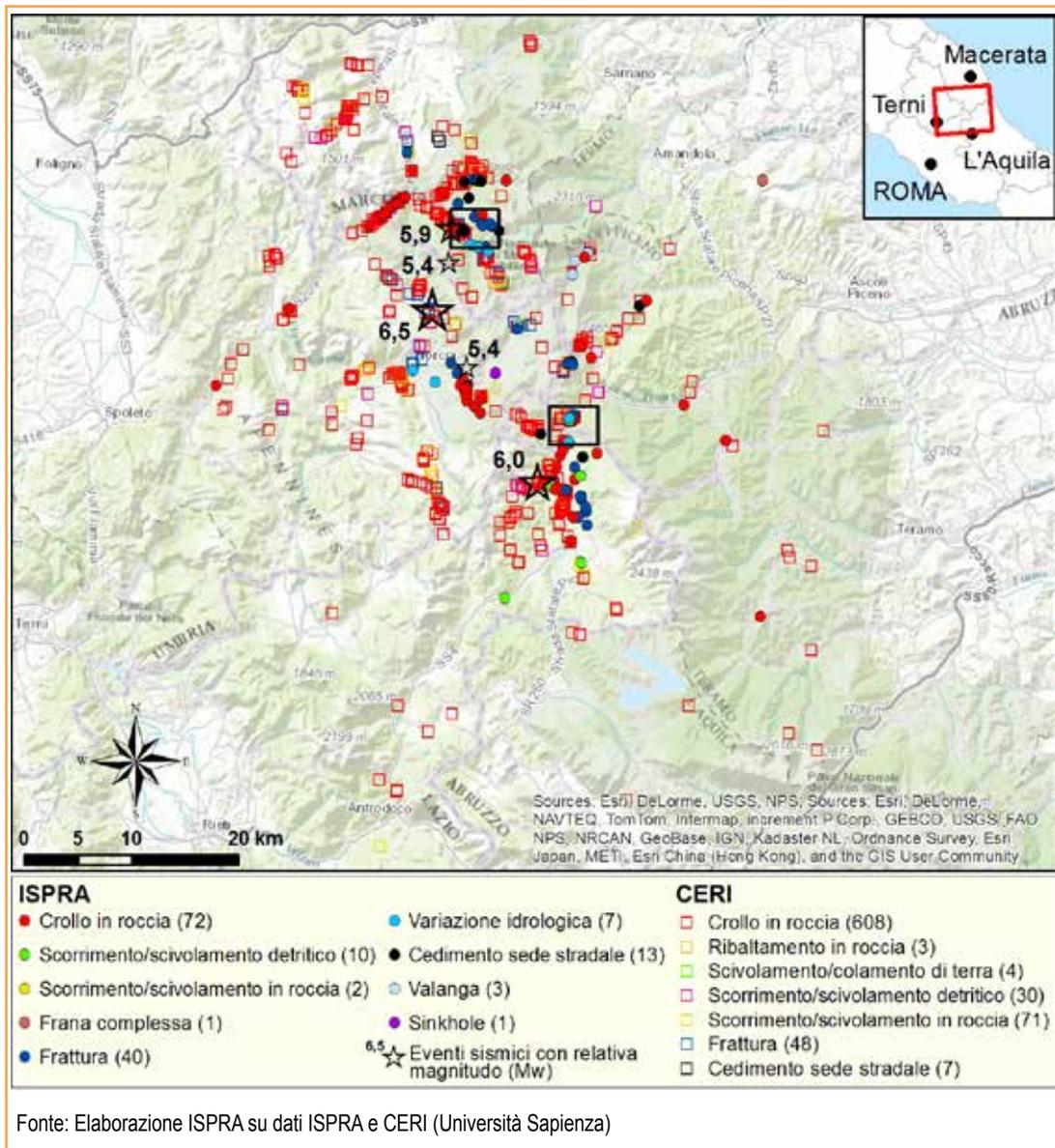
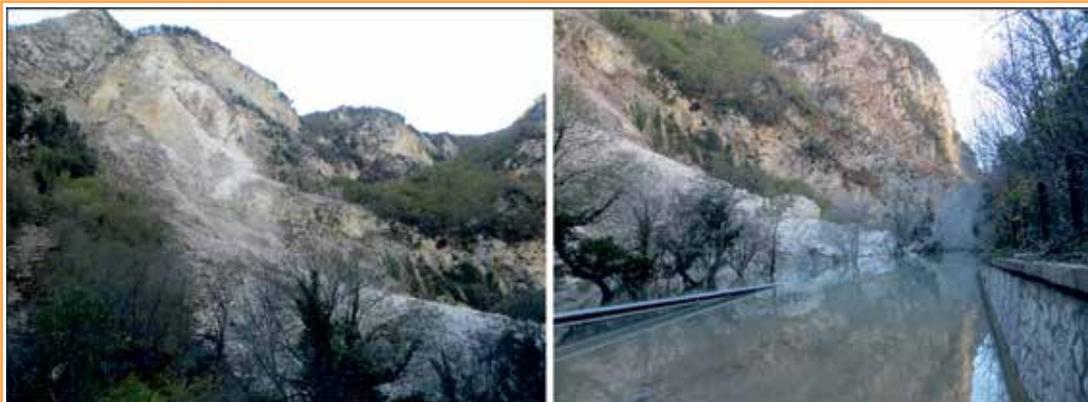


Figura 15.10a: Effetti ambientali indotti nel 2016 dalla sequenza sismica del Centro Italia



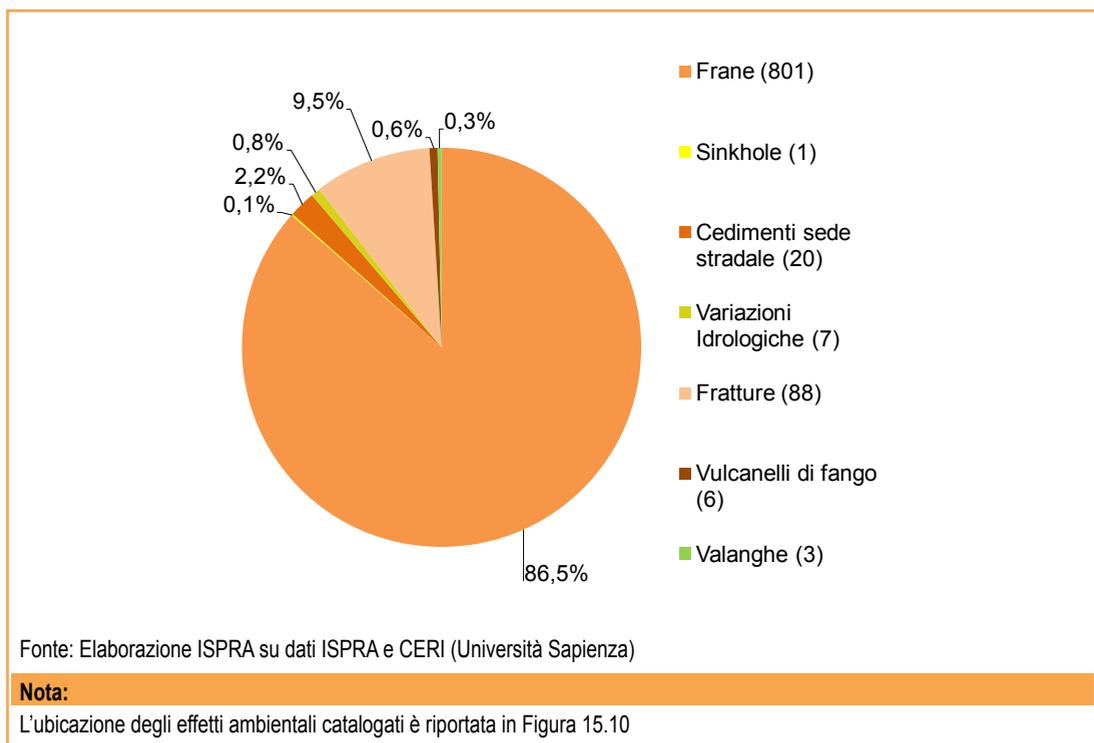
Fonte: ISPRA

**Figura 15.11: Porzione del versante in frana sotto il paese di Pescara del Tronto, visto dalla strada SS 4 Salaria, che è stata ripetutamente interrotta per materiale franato**

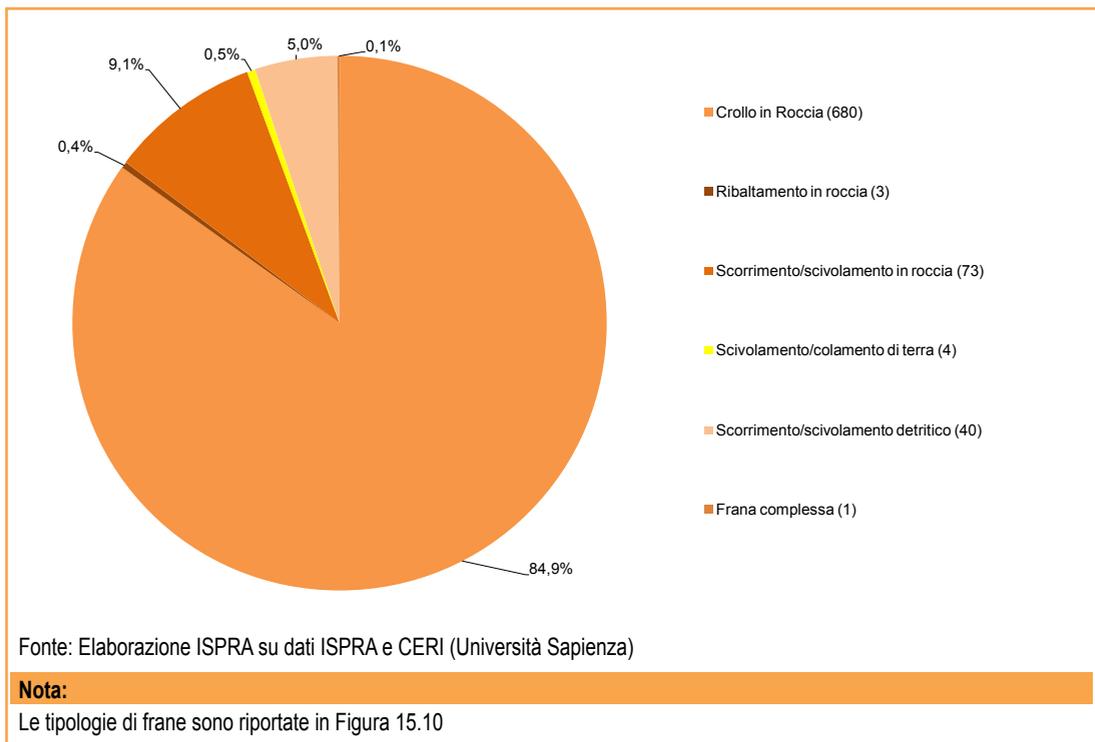


Fonte: ISPRA (foto A.M. Blumetti)

**Figura 15.12:** La frana indotta dal terremoto del 30 ottobre ha deviato il corso del fiume Nera e interrotto la ex Strada Provinciale 209 Valnerina, che collega Visso (MC) a Norcia (PG) e Preci (PG)



**Figura 15.13:** Distribuzione statistica degli effetti ambientali indotti dalla sequenza sismica del 2016 in Italia Centrale



**Figura 15.14: Distribuzione statistica delle tipologie di frane indotte dalla sequenza sismica del 2016**



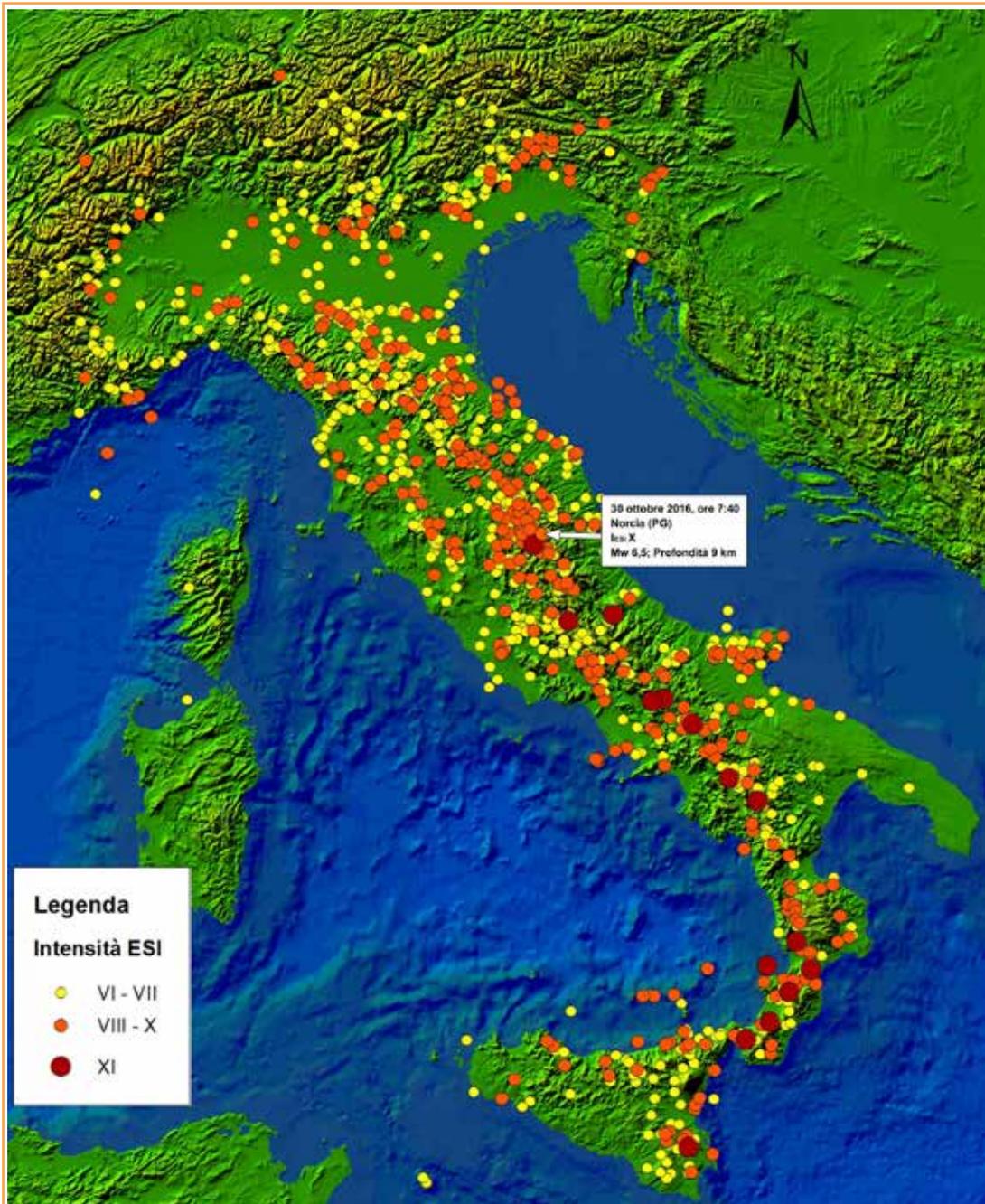
Fonte: ISPRA (Martarelli & Gafà)

**Figura 15.15: Riattivazione della sorgente del torrente Torbidone, affluente del fiume Sordo, nel Comune di Norcia (Piana di Santa Scolastica; 620 m s.l.m.), a seguito del terremoto del 30 ottobre**



Fonte: ISPRA (foto E. Vittori)

**Figura 15.16: *Sinkhole* del diametro di circa 5 m e profondo circa 6 m, formatosi a seguito della scossa del 30 ottobre nella Piana di Castelluccio (PG)**



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA e INGV

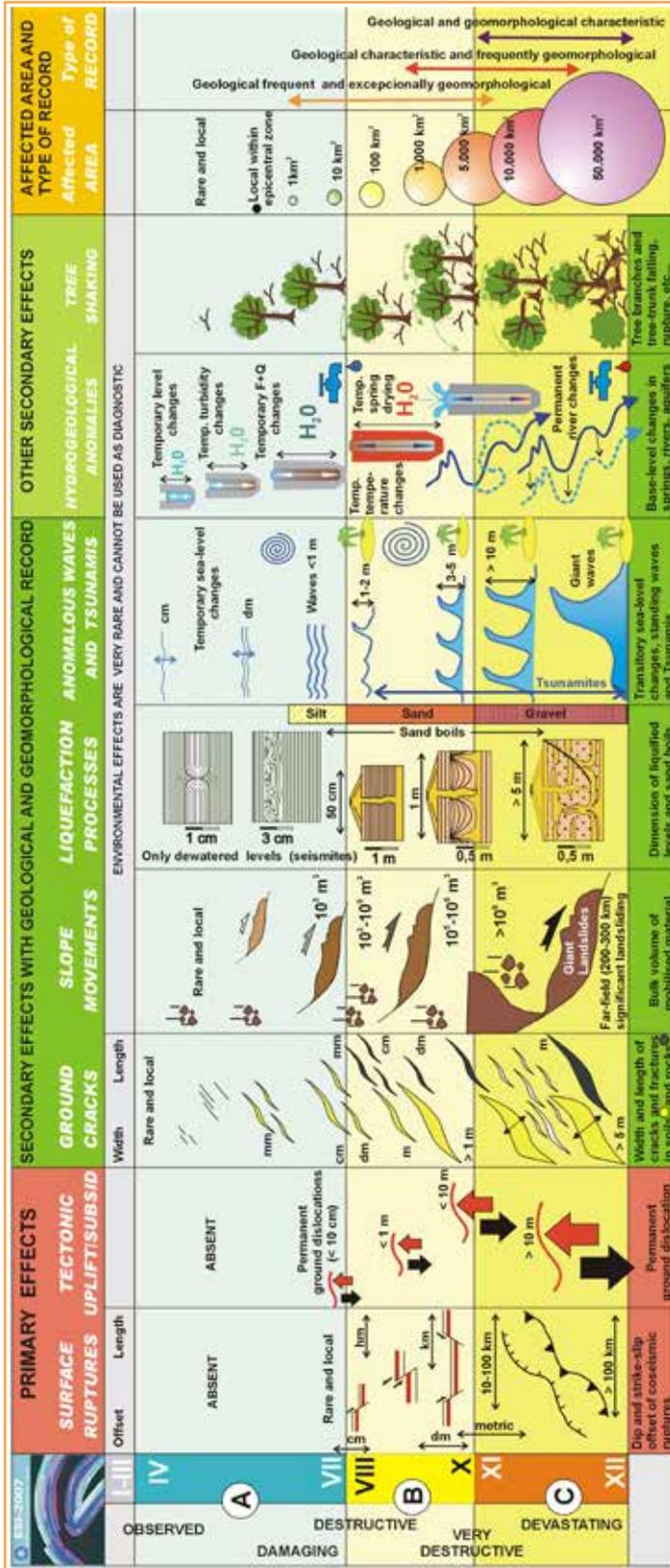
**Legenda:**

MCS=Mercalli Cancani Sieberg

**Nota:**

I dati rappresentano gli scenari possibili, in termini di effetti ambientali, che possono verificarsi nelle diverse parti del Paese in caso di terremoti analoghi a quelli accaduti in passato.

**Figura 15.17: Distribuzione sul territorio italiano delle Intensità ESI relative ai terremoti storici noti, avvenuti dall'anno 1000 al 2016, con Intensità MCS uguale o superiore al VI grado**



Fonte: Silva et al., 2008; Reicherter et al., 2009; Guerrieri (ed.), 2015

**Legenda:**

ESI: *Environmental Seismic Intensity-scale*

Figura 15.18: Rappresentazione grafica dei gradi di intensità della Scala ESI



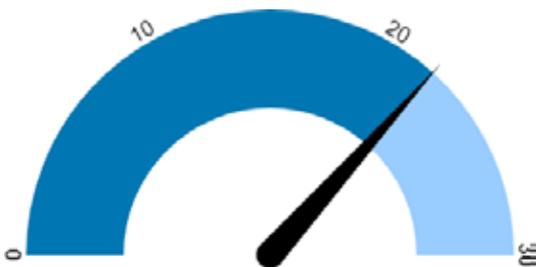
## DESCRIZIONE

L'indicatore fornisce il numero dei beni culturali esposti a pericolosità sismica sul territorio nazionale. La stima è stata effettuata utilizzando come dati di *input*: i beni architettonici, monumentali e archeologici della banca dati VIR (Vincoli in Rete) curata dall' ISCR (Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro); la nuova classificazione sismica così come recepita da parte delle Regioni e delle Province autonome a seguito dell'Ordinanza PCM del 20 marzo 2003, n. 3274.

## SCOPO

Fornire un quadro preliminare a scala nazionale, regionale e comunale del patrimonio culturale esposto a pericolosità sismica.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



I dati utilizzati per la costruzione dell'indicatore sono prodotti da enti istituzionali, di qualità nota e presentano una buona copertura spaziale e temporale. La comparabilità dell'indicatore nel tempo e nello spazio è ottima in quanto la metodologia è standardizzata. La qualità dell'informazione è alta.

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Attività conoscitiva svolta per assicurare la tutela e il risanamento del suolo e del sottosuolo, il risanamento idrogeologico del territorio tramite la prevenzione dei fenomeni di dissesto, la messa in sicurezza delle situazioni a rischio e la lotta alla desertificazione (D.Lgs. 152/2006 - Norme in materia ambientale - artt. 55 e 60). DPCM 3274 e s.m.i.

## STATO E TREND

Allo stato attuale non è valutabile un *trend* sull'indicatore. La classificazione sismica nazionale adottata (anno 2015) non è ancora stata aggiornata e pertanto non è possibile stimare una variazione dell'indicatore. Per quanto riguarda l'aumento del numero di beni esposti, il *trend* crescente deriva da un ampliamento della base dati che è aumentata del 14%.

## COMMENTI

I beni culturali situati in comuni classificati come da ordinanza. I beni culturali considerati, secondo la classificazione ISCR, sono di tipo: archeologico, architettonico e parchi e giardini.

Dalla Tabella 15.1 si rileva che, al 31 dicembre 2016, nei 704 comuni classificati a pericolosità sismica pari a 1 (zone pericolose in cui possono verificarsi terremoti molto forti) sono situati 12.443 beni, pari al 6% del totale. Le regioni con il più alto numero di beni in comuni classificati in zona sismica 1 o 2 (Tabella 15.2) sono le Marche con 19.694 beni (9,6 %), il Lazio con 10.892 (5,3%), la Sicilia con 9.063 beni (4,4%) e la Campania con 7.705 (3,8%). In totale i beni culturali localizzati in comuni in classe sismica 1 o 2 sono 85.583. I comuni classificati in zona 1 con più beni culturali esposti risultano essere Reggio Calabria, Messina, Spoleto, Foligno, Benevento con più di 300 beni nel proprio comune.

**Tabella 15.1: Numero dei beni culturali per comuni classificati secondo la diversa pericolosità sismica (situazione al 31 dicembre 2016)**

Classificazione sismica 2015	Comuni	Beni culturali
	n.	
1	704	12.443
1-2A	1	4
2	1.944	62.688
2A	17	197
2A-2B	2	176
2A-3A-3B	1	6.222
2B	238	3.847
2B-3A	1	6
3	2.688	72.216
3-4	3	4.333
3A	46	924
3A-3B	1	40
3B	29	1.070
3s	114	3.983
4	2.257	36.757
<b>TOTALE</b>	<b>8.046</b>	<b>204.906</b>

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA, ISCR, Protezione Civile

**Legenda:**

Zona Sismica 1 = È la zona più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti

Zona Sismica 2 = In questa zona possono verificarsi forti terremoti

Zona Sismica 3 = In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari

Zona Sismica 4 = È la zona meno pericolosa. I terremoti sono rari

**Nota:**

Le altre sottoclassi presenti in tabella fanno riferimento alle varie adozioni a seguito di specifiche leggi regionali. Per le classi 1-2A;2A;2A-2B;2A-3A-3B;2B;2B-3A;3A;3A-3B;3B il riferimento è la D.G.R. Lazio n 384 del 22/05/2009. Per la classe 3-4 è la D.G.R. Liguria n. 1362 del 19/11/2010 e la D.G.P. Trentino n. 2919 del 27/12/2012. Per la classe 3s è la D.G.R. Liguria n. 1362 del 19/11/2010 e la D.G.R. Piemonte n. 4-3084 del 12/12/2011.

**Tabella 15.2: Beni culturali, in classe sismica 1 o 2, per regione (situazione al 31 dicembre 2016)**

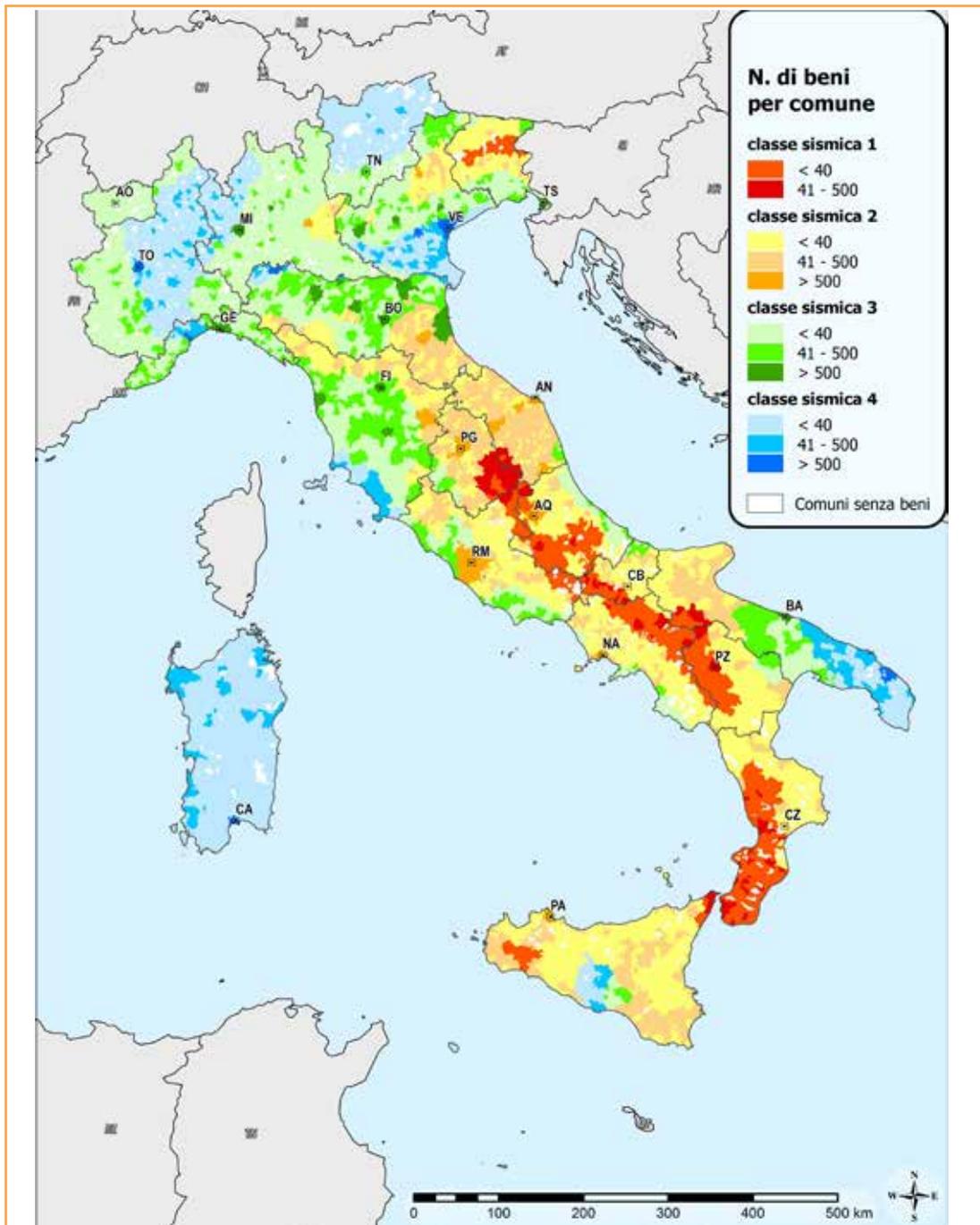
Regione	Comuni in classe sismica 1, 2	Beni culturali
	n.	
Lombardia	57	1.572
Veneto	87	2.854
Friuli Venezia Giulia	139	2.514
Emilia-Romagna	111	6.210
Toscana	91	3.572
Umbria	74	5.337
Marche	224	19.694
Lazio	302	10.892
Abruzzo	249	3.261
Molise	127	3.603
Campania	488	7.705
Puglia	68	1.826
Basilicata	126	1.653
Calabria	409	5.827
Sicilia	356	9.063
<b>TOTALE</b>	<b>2.908</b>	<b>85.583</b>

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati SPRA, ISCR e Protezione Civile

**Legenda:**

Zona Sismica 1 = È la zona più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti;

Zona Sismica 2 = In questa zona possono verificarsi forti terremoti



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA, ISCR e Protezione Civile

**Nota:**

La mappa dei BB.CC. per comune e per le diverse classi sismiche è stata realizzata effettuando il seguente accorpamento cautelativo alla scala nazionale: classe 1 = 1, 1-2A; classe 2 = 2, 2A, 2A-2B, 2A-3A-3B, 2B, 2B-3A; classe 3 = 3, 3-4, 3A, 3A-3B, 3B, 3s; classe 4 = 4

**Figura 15.19: Numero di beni culturali per le diverse classi sismiche, per comune**



Fonte: ISPRA

**Figura 15.20: Effetti del sisma nel centro storico di Amatrice**



## ERUZIONI VULCANICHE

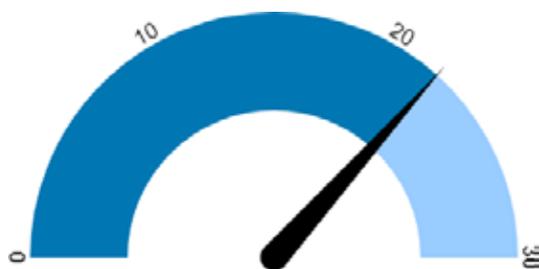
### DESCRIZIONE

L'indicatore è costituito dal numero di eruzioni vulcaniche che si sono verificate nel territorio italiano e che hanno prodotto effetti/conseguenze di rilievo sull'ambiente e sulle attività antropiche.

### SCOPO

Descrivere l'attività vulcanica, i relativi effetti ambientali e le ripercussioni sulle attività antropiche, nel territorio italiano.

### QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



Per ogni apparato vulcanico i dati sono affidabili in quanto scaturiscono da metodologie standardizzate. L'indicatore, ben fondato in termini tecnici e scientifici, è comparabile nel tempo e nello spazio.

### OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Non applicabile.

### STATO E TREND

Non è possibile stimare un *trend* dell'indicatore, in quanto rappresenta un fenomeno naturale, sull'origine del quale non esiste alcun controllo da parte dell'uomo.

### COMMENTI

Nel corso del 2016, il vulcano Etna ha avuto un solo episodio di attività parossistica, che ha prodotto un limitato impatto sulle attività antropiche.

Si tratta dell'eruzione stromboliana iniziata nella serata del 17 maggio. Dalla mattina del 18 maggio, l'eruzione è stata accompagnata da emissione di cenere e da alcuni trabocchi lavici. Il pennacchio di cenere si è diretto verso S-SE e si è disperso

in atmosfera, senza ricadute significative sulle aree urbanizzate. Nei giorni seguenti, l'attività è stata caratterizzata da modesti episodi stromboliani con emissione di nubi cineritiche, che hanno prodotto ricadute di ceneri e lapilli lungo i fianchi del vulcano; in qualche caso ci sono stati trabocchi lavici.

La fase eruttiva si è progressivamente attenuata dal 22 maggio.

**Tabella 15.3: Principale attività vulcanica (2016)**

Apparato vulcanico	Localizzazione	Periodo attività	Manifestazioni	Tipo di attività	Effetti
Etna	Sicilia orientale	18-mag - 25-mag	Vivace attività stromboliana ed emissione di una colata nella porzione sommitale.	Esplosiva ed effusiva	Disposto passaggio ad allerta gialla

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati INGV e Protezione Civile

**Tabella 15.4: Principali reti di monitoraggio sui vulcani italiani**

Apparato vulcanico	Ente gestore	Regione	Nome rete	n. stazioni	Riferimento
Vesuvio	INGV - OV	Campania	Sistema per la sorveglianza sismica	10 a corto periodo; 2 a larga banda	<a href="http://www.ov.ingv.it">http://www.ov.ingv.it</a>
Vesuvio	INGV - OV	Campania	Sistema per la sorveglianza gravimetrica	30 punti di riferimento	<a href="http://www.ov.ingv.it">http://www.ov.ingv.it</a>
Vesuvio	INGV - OV	Campania	Sistema per la sorveglianza delle deformazioni del suolo	300 capisaldi (16 circuiti)	<a href="http://www.ov.ingv.it">http://www.ov.ingv.it</a>
Vesuvio	INGV - OV	Campania	Sistema per la sorveglianza geochimica	2	<a href="http://www.ov.ingv.it">http://www.ov.ingv.it</a>
Campi Flegrei	INGV - OV	Campania	Sistema per la sorveglianza sismica	8 a corto periodo; 1 a larga banda	<a href="http://www.ov.ingv.it">http://www.ov.ingv.it</a>
Campi Flegrei	INGV - OV	Campania	Sistema per la sorveglianza gravimetrica	19	<a href="http://www.ov.ingv.it">http://www.ov.ingv.it</a>
Campi Flegrei	INGV - OV	Campania	Sistema per la sorveglianza delle deformazioni del suolo	320 (11 circuiti)	<a href="http://www.ov.ingv.it">http://www.ov.ingv.it</a>
Campi Flegrei	INGV - OV	Campania	Sistema per la sorveglianza geochimica	32	<a href="http://www.ov.ingv.it">http://www.ov.ingv.it</a>
Campi Flegrei	INGV - OV	Campania (Golfo di Pozzuoli)	Sistema per il monitoraggio vulcanico marino (CUMAS)	1	<a href="http://www.ov.ingv.it/OV/en/monitoraggio-flegrei/220-l-sistema-per-il-monitoraggio-vulcanico-marino-cumas.html">http://www.ov.ingv.it/OV/en/monitoraggio-flegrei/220-l-sistema-per-il-monitoraggio-vulcanico-marino-cumas.html</a>

continua

Apparato vulcanico	Ente gestore	Regione	Nome rete	n. stazioni	Riferimento
Ischia	INGV - OV	Campania	Sistema per la sorveglianza sismica	3	<a href="http://www.ov.ingv.it">http://www.ov.ingv.it</a>
Ischia	INGV - OV	Campania	Sistema per la sorveglianza gravimetrica	19	<a href="http://www.ov.ingv.it">http://www.ov.ingv.it</a>
Ischia	INGV - OV	Campania	Sistema per la sorveglianza delle deformazioni del suolo	250 (7 circuiti)	<a href="http://www.ov.ingv.it">http://www.ov.ingv.it</a>
Area vulcanica napoletana	INGV - OV	Campania	Rete sismica regionale	7	<a href="http://www.ov.ingv.it">http://www.ov.ingv.it</a>
Etna	INGV - Sezione Catania	Sicilia	Rete altimetrica	150 (3 linee)	<a href="http://www.ct.ingv.it/">http://www.ct.ingv.it/</a>
Pantelleria	INGV - Sezione Catania	Sicilia	Rete altimetrica	3	<a href="http://www.ct.ingv.it/">http://www.ct.ingv.it/</a>
Pantelleria	INGV - Sezione Catania	Sicilia	Rete gravimetrica	-	<a href="http://www.ct.ingv.it/">http://www.ct.ingv.it/</a>
Vulcano	INGV - Sezione Palermo	Sicilia	Monitoraggio geochimico continuo	7 stazioni	<a href="http://www.pa.ingv.it">http://www.pa.ingv.it</a>
Vulcano	INGV - Sezione Palermo	Sicilia	Sorveglianza chimica dei gas fumarolici	-	<a href="http://www.pa.ingv.it">http://www.pa.ingv.it</a>
Vulcano	INGV - Sezione Catania	Sicilia	Rete clinometrica	6	<a href="http://www.ct.ingv.it/">http://www.ct.ingv.it/</a>
Vulcano	INGV Sezione Catania	Sicilia	Rete gravimetrica	-	<a href="http://www.ct.ingv.it/">http://www.ct.ingv.it/</a>
Vulcano	INGV - ezione Catania	Sicilia	Rete GPS	4 ricevitori	<a href="http://www.ct.ingv.it/">http://www.ct.ingv.it/</a>
Etna	INGV - ezione Catania	Sicilia	Rete Infrasonica	5 stazioni	<a href="http://www.ct.ingv.it/">http://www.ct.ingv.it/</a>
Etna	INGV - Sezione Catania	Sicilia	Rete sismica satellitare	13	<a href="http://www.ct.ingv.it/">http://www.ct.ingv.it/</a>
Etna	INGV - Sezione Catania	Sicilia	Rete GPS	-	<a href="http://www.ct.ingv.it/">http://www.ct.ingv.it/</a>
Etna	INGV - Sezione Catania	Sicilia	Rete gravimetrica	4 + 71 capisaldi	<a href="http://www.ct.ingv.it/">http://www.ct.ingv.it/</a>

segue

Apparato vulcanico	Ente gestore	Regione	Nome rete	n. stazioni	Riferimento
Etna	INGV - Sezione Catania	Sicilia	Rete magnetica	-	<a href="http://www.ct.ingv.it/">http://www.ct.ingv.it/</a>
Etna	INGV - Sezione Palermo	Sicilia	Sorveglianza geochemica (FLUSSI DI CO2 DAI SUOLI)	2 siti	<a href="http://www.pa.ingv.it">http://www.pa.ingv.it</a>
Etna	INGV - Sezione Palermo	Sicilia	Sorveglianza geochemica (EMISSIONI GASSOSE PERIFERICHE)	6 siti	<a href="http://www.pa.ingv.it">http://www.pa.ingv.it</a>
Etna	INGV - Sezione Palermo	Sicilia	Sorveglianza geochemica (FALDE ACQUIFERE)	16 siti	<a href="http://www.pa.ingv.it">http://www.pa.ingv.it</a>
Etna	INGV - Sezione Palermo	Sicilia	Sorveglianza geochemica (PLUME)	-	<a href="http://www.pa.ingv.it">http://www.pa.ingv.it</a>
Etna	INGV - Sezione Palermo	Sicilia	Sorveglianza geochemica (MONITORAGGIO CONTINUO FLUSSO DI CO2)	10 stazioni	<a href="http://www.pa.ingv.it">http://www.pa.ingv.it</a>
Etna	INGV - Sezione Palermo	Sicilia	Sorveglianza geochemica (MONITORAGGIO CONTINUO DELLA FALDA)	5 stazioni	<a href="http://www.pa.ingv.it">http://www.pa.ingv.it</a>
Etna	INGV - Sezione Palermo	Sicilia	Sorveglianza geochemica (MONITORAGGIO CONTINUO DEL PLUME)	1 stazione	<a href="http://www.pa.ingv.it">http://www.pa.ingv.it</a>
Sicilia Orientale	INGV - Sezione Catania	Sicilia	Rete Sismica Permanente della Sicilia Orientale	90	<a href="http://www.ct.ingv.it/">http://www.ct.ingv.it/</a>
Sicilia Orientale	INGV - Sezione Catania	Sicilia	Rete Sismica Mobile (emergenze)	10	<a href="http://www.ct.ingv.it/">http://www.ct.ingv.it/</a>
Stromboli	INGV - Sezione Catania	Sicilia	Rete di telecamere	5 telecamere	<a href="http://www.ct.ingv.it/">http://www.ct.ingv.it/</a>
Stromboli	INGV - Sezione Catania	Sicilia	Rete geodetica	9 riflettori totali	<a href="http://www.ct.ingv.it/">http://www.ct.ingv.it/</a>
Stromboli	INGV - Sezione Catania	Sicilia	Monitoraggio flusso SO2	4 stazioni	<a href="http://www.ct.ingv.it/">http://www.ct.ingv.it/</a>
Stromboli	INGV - Sezione Catania	Sicilia	Rete gravimetrica e magnetica	3 stazioni	<a href="http://www.ct.ingv.it/">http://www.ct.ingv.it/</a>
Stromboli	INGV - OV	Sicilia	Monitoraggio sismico Stromboli	13 stazioni	<a href="http://www.ov.ingv.it/stromboli/italian/">http://www.ov.ingv.it/stromboli/italian/</a>

continua

segue

Apparato vulcanico	Ente gestore	Regione	Nome rete	n. stazioni	Riferimento
Stromboli	INGV - Sezione Palermo	Sicilia	Rete pluviometrica	6 stazioni	<a href="http://www.pa.ingv.it">http://www.pa.ingv.it</a>
Stromboli	INGV - Sezione Palermo	Sicilia	Rete di monitoraggio CO2	2 stazioni	<a href="http://www.pa.ingv.it">http://www.pa.ingv.it</a>
Stromboli	INGV - Sezione Palermo	Sicilia	Rete di monitoraggio acque	6 stazioni	<a href="http://www.pa.ingv.it">http://www.pa.ingv.it</a>
Stromboli	INGV - Sezione Palermo	Sicilia	Monitoraggio continuo del plume	1 stazione	<a href="http://www.pa.ingv.it">http://www.pa.ingv.it</a>
Fonte: Elaborazione ISPRA su dati INGV					



Fonte: youreporter.it

**Figura 15.21: Nube di cenere durante l'eruzione del 18 maggio**



## BENI CULTURALI ESPOSTI A PERICOLOSITÀ VULCANICA

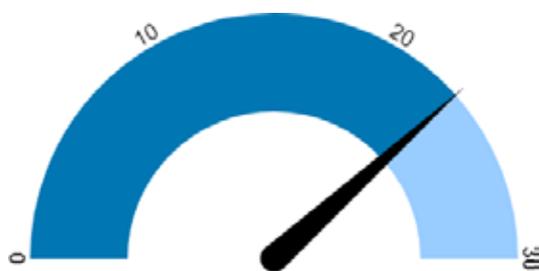
### DESCRIZIONE

L'indicatore fornisce informazioni sui beni culturali esposti a pericolosità vulcanica sul territorio nazionale. La stima è stata effettuata utilizzando come dati di *input*: i beni architettonici, monumentali e archeologici della banca dati VIR (Vincoli in Rete) curata dall'ISCR (Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro) e la mappa dei vulcani attivi e dei buffer di pericolosità (Figura 15.22) realizzata da ISPRA sulla base della cartografia disponibile. I due *buffer*, quello di pericolosità vulcanica elevata (colate, flussi piroclastici, *falls* e ceneri) e quello di pericolosità vulcanica moderata (*falls* e ceneri), sono stati realizzati per interpolazione cautelativa delle carte di pericolosità (ove disponibili) prodotte dalle relative autorità competenti (es. Osservatorio Vesuviano, INGV, Protezione Civile) o da Università e Istituti di ricerca.

### SCOPO

Fornire un quadro preliminare e a scala nazionale dei beni culturali esposti a pericolosità vulcanica.

### QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



I dati sono documentati e di qualità nota. L'indicatore semplice, facile da interpretare, risulta comparabile nel tempo e nello spazio. Le uniche limitazioni derivano dalla scelta delle dimensioni dell'intorno considerato (*buffer*) che non sono standardizzate.

### OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Non esiste una specifica normativa per il rischio vulcanico e i beni culturali.

### STATO E TREND

Allo stato attuale non è valutabile il *trend* dell'indicatore. Non sono state apportate variazioni sulla estensione del *buffer* relativi alla pericolosità vulcanica e, pertanto, non è possibile stimare una variazione dell'indicatore. Per quanto riguarda il numero di beni esposti il *trend* crescente deriva da un ampliamento della base dati che è aumentata del 14%.

### COMMENTI

Per quanto riguarda la pericolosità vulcanica, i beni culturali che ricadono nel *buffer* di pericolosità elevata sono 3.281, pari all'1,6% del totale dei beni culturali, mentre quelli ricadenti nel *buffer* a pericolosità moderata sono 7.374, pari al 3,1% del totale.

Tra i beni culturali esposti ad elevata pericolosità vulcanica possiamo ricordare in particolare nella regione Campania: il centro storico di Napoli e i siti archeologici di Pompei ed Ercolano. Sempre nella stessa regione, la Reggia di Caserta si trova nell'area a pericolosità moderata.

Per quanto riguarda la regione Sicilia, nell'area a pericolosità elevata ricadono il parco dell'Etna e le isole Eolie con i loro ecosistemi unici, e nell'area a pericolosità moderata i centri storici di Catania, Acireale e Taormina con l'area archeologica di Giardini-Naxos.

**Tabella 15.5: Numero dei beni culturali esposti a pericolosità vulcanica**

Pericolosità vulcanica	Beni culturali
	n.
Elevata	3.281
Moderata	7.374
Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA e ISCR	
<b>Legenda:</b>	
Elevata = colate, flussi piroclastici e prodotti di ricaduta prossimali	
Moderata = prodotti di ricaduta distali	

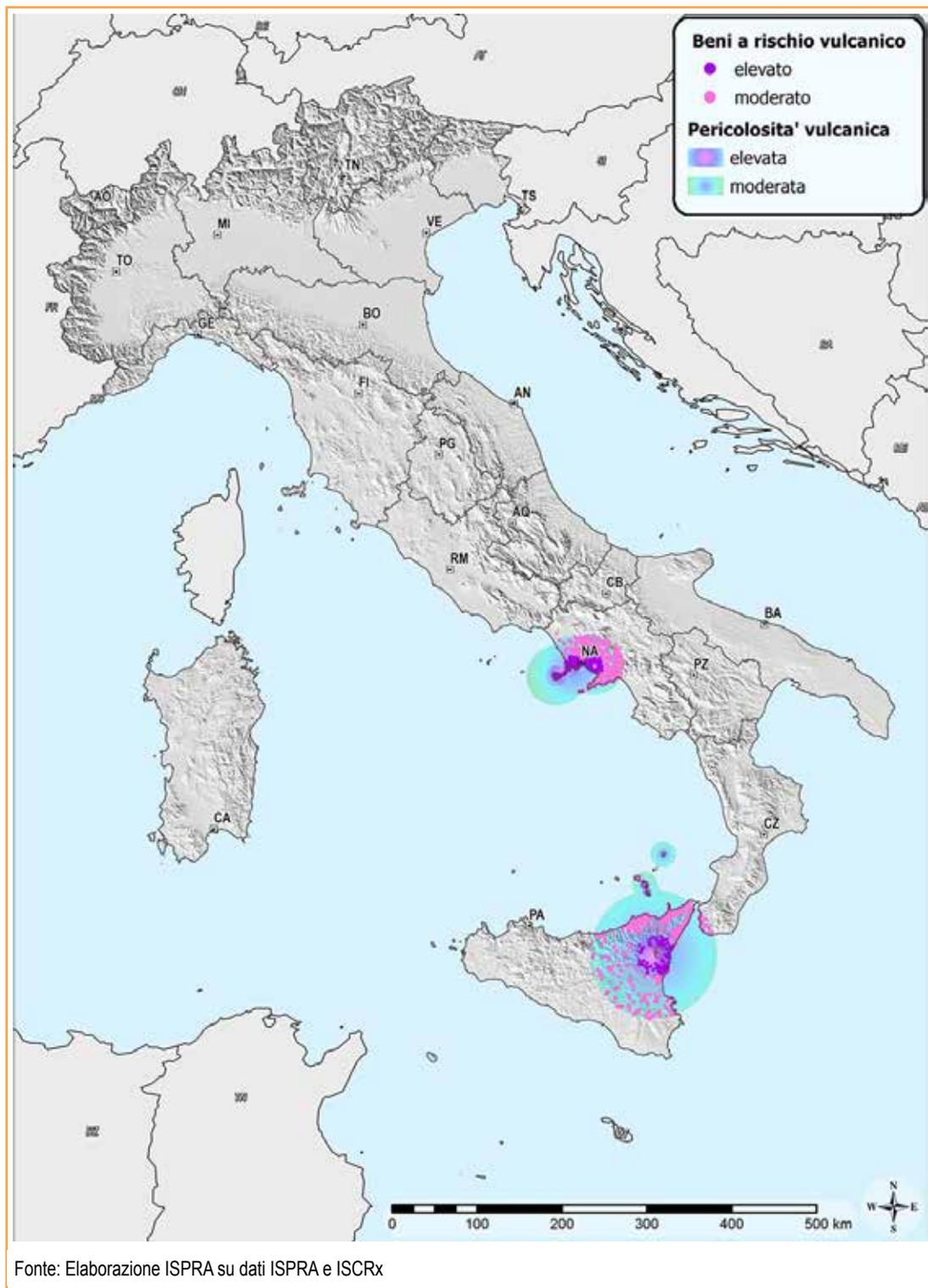


Figura 15.22: beni culturali e Rischio Vulcanico



Fonte: <https://plus.google.com/photos/photo/114911417029095391293/6254119089293786418?icm=false&sqid=100149814861889330733&ssid=5f71c6c9-7d83-4374-b8ed-6fa36b3af685>

**Figura 15.23: La Chiesa di S. Maria Assunta in cielo di Massa di Somma nel 1944**



## EVENTI ALLUVIONALI

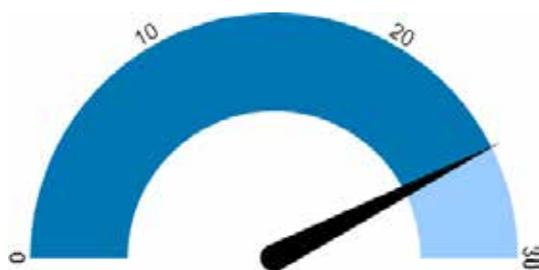
### DESCRIZIONE

L'indicatore fornisce informazioni sugli eventi alluvionali originati da fenomeni meteorici rilevanti occorsi sul territorio nazionale e ne definisce i più importanti effetti economici. I dati, tratti da rapporti tecnici ISPRA e/o report tecnici delle ARPA e dei Centri Funzionali di Protezione civile e da decreti e delibere in ambito sia nazionale che locale, nel dettaglio riguardano il numero di vittime e l'entità delle risorse necessarie al ripristino dei danni e/o alla mitigazione del rischio (anni 1951 - 2016); per il periodo che va dal 2002 ad oggi sono fornite informazioni anche sui caratteri pluviometrici degli eventi (durata delle precipitazioni, massima precipitazione nelle 24h, cumulata totale evento), sul tipo dei fenomeni di dissesto e sui principali effetti al suolo, e infine sui provvedimenti d'urgenza adottati per fronteggiare l'evento o per mitigarne i danni.

### SCOPO

Fornire, nell'ambito dei dissesti idrogeologici a scala nazionale, un archivio aggiornato degli eventi alluvionali, determinati da fenomeni meteorici intensi, evidenziando il loro impatto sul territorio in termini di danni economici e alle persone, anche al fine di una valutazione delle eventuali modificazioni climatiche in corso.

### QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



I dati utilizzati per la costruzione dell'indicatore sono documentati e di qualità nota. L'indicatore semplice e facile da interpretare, risulta comparabile nel tempo e nello spazio.

### OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

La normativa è finalizzata alla mitigazione dell'impatto delle alluvioni sul territorio. I principali riferimenti normativi nazionali in materia di "alluvioni" sono la L 183/89 e il DL 180/98 (convertito in L 267/98) e s.m.i., mentre a livello europeo, in tempi più recenti è stata approvata la Direttiva 2007/60/CE relativa alla "valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni", ancora in corso di recepimento nei vari Stati dell'UE.

Al verificarsi di un evento, inoltre, viene dichiarato lo stato d'emergenza con DPCM cui seguono eventuali ordinanze per lo stanziamento dei fondi, sia per la prima urgenza che per interventi di risanamento definitivo dei danni.

### STATO E TREND

Nonostante si noti una diminuzione dei danni e delle vittime prodotti dalle alluvioni nel tempo, se si esclude l'evento di Sarno del 1998 e l'evento di Messina del 2009, in cui i decessi sono stati peraltro dovuti all'evolversi di fenomeni gravitativi conseguenti all'intenso evento meteorico, una valutazione del trend complessivo risulta piuttosto difficoltosa. Nei 7 anni dal 2008 al 2015 sembra tuttavia individuarsi una certa tendenza all'aumento dei danni complessivi, che dovrà essere meglio definita al crescere della serie storica, nell'immediato futuro; il 2016 sembrerebbe, per ora, confermare quest'ultima tendenza.

### COMMENTI

In base ai dati reperiti, il 2016 è stato caratterizzato mediamente da una distribuzione non omogenea delle precipitazioni meteoriche tra le varie regioni; infatti, mentre su quelle settentrionali, su quelle centrali e sulle isole sono state nel complesso deficitarie, sulle regioni meridionali si sono rivelate abbondanti. I valori delle cumulate di pioggia hanno raggiunto quantitativi anomali (>300 mm) durante quattro eventi (tutti di durata pari o superiore a 48 ore), su un totale di una trentina di eventi alluvionali significativi.

Le precipitazioni invernali sono state inferiori alla media, mentre gli apporti primaverili sono stati complessivamente nella media, tuttavia, con una

prevalenza di eventi alluvionali che ha riguardato le regioni del Centro Italia. Per quanto riguarda l'estate, gli apporti sono stati complessivamente nella media, con quantitativi decisamente anomali sulla Puglia, colpita da due eventi atmosferici nel giro di due settimane. In autunno, le quantità di pioggia, seppur nella media e con significative differenze tra le varie regioni, hanno caratterizzato soprattutto l'ultima decade di novembre con un evento meteorico che ha interessato le regioni Nord-occidentali, con durate maggiori, e le regioni Sud-occidentali, con durate più brevi.

Un aspetto caratteristico dei fenomeni meteorici avvenuti nel 2016 è stato la distribuzione temporale delle precipitazioni, a scala nazionale, con quantitativi notevoli spesso concentrati in poche ore (bombe d'acqua), rispetto all'intera durata dell'evento, intervallati a lunghi periodi siccitosi e con scarsissime precipitazioni. Nel complesso, su trenta eventi catalogati, oltre la metà hanno avuto una durata di circa 24 ore, confermando il *trend* generale di una predominanza di piogge alluvionali concentrate in poche ore e alternate a periodi con meno episodi e/o con anomalia negativa. Tali calamità atmosferiche di breve durata, oltre la metà delle quali caratterizzate da almeno 130 mm di precipitazione, sono state causa di improvvise *flash flood* con conseguenze nefaste sia in termini di vite umane (3 persone decedute ovvero la metà del numero di vittime totali del 2016) sia di effetti al suolo e di danni materiali (con oltre il 25% dell'ammontare delle risorse stimate per il ripristino). È interessante notare che, nel corso del 2016, l'intensità dei fenomeni meteorici, l'areale delle aree interessate, la gravità dei danni e il numero delle vittime, permettono di identificare alcune distinte fasi meteorologiche.

La prima, tra gennaio e marzo, ha riguardato al Nord alcune tra le più estese regioni quali Piemonte, Emilia-Romagna, Veneto e, al Sud, la Puglia; tale fase, ha fatto registrare effetti al suolo significativi in Emilia-Romagna, soprattutto per quanto riguarda i fenomeni franosi e una vittima in Veneto per le inondazioni. La seconda fase, dalla terza decade di marzo alla fine del mese di giugno, ha interessato prevalentemente le regioni centrali: Marche, Toscana, Umbria e il Piemonte e la Lombardia. Con oltre 105 millimetri di pioggia in poco più di un'ora, Bergamo è risultata la città con il record orario per quanto riguarda questo periodo stagionale. La terza fase, dalla fine di giugno a metà settembre,

ha riguardato soprattutto regioni, o parti di esse, sul versante adriatico (Marche, Puglia, Molise ed Emilia-Romagna) e alcune regioni Nord-occidentali come la Lombardia, il Piemonte e la Liguria. Particolarmente colpita la Puglia, con ben tre eventi in circa due mesi, danni per oltre 100 milioni di euro e una vittima in provincia di Foggia. L'ultima fase, comprendente il periodo autunnale, ha visto una recrudescenza degli effetti al suolo a causa di piogge alluvionali che si sono concentrate per l'80% durante il mese di novembre. All'inizio dell'ultima decade di novembre la Sicilia è stata interessata da almeno tre eventi significativi che hanno provocato il decesso di una persona in provincia di Messina. Tuttavia, il maggior numero di vittime si è avuto nell'Italia Nord-occidentale (2 morti in Liguria e 1 morto in Piemonte) dove sono stati rilevati anche i maggiori quantitativi di precipitazioni meteoriche sia giornaliere sia cumulate. Nella stazione di Fiorino (GE) è stata registrata la precipitazione giornaliera più elevata, con 583 millimetri caduti in 24 ore, mentre nella stazione di Piaggia (CN) è stata rilevata una cumulata di pioggia, nell'arco di circa 3 giorni, pari a 663,2 millimetri.

La Tabella 15.8 mostra le principali alluvioni avvenute in Italia nel 2016, in relazione alle stime dei danni rapportate al PIL dello stesso anno, con una sintesi dei principali effetti al suolo (esondazioni, frane, rotture arginali, sormonti arginali, sifonamenti, erosioni spondali, ecc.). Per un completo confronto con i dati relativi agli anni prima del 2016, si rimanda a quanto riportato nelle precedenti edizioni dell'Annuario ma, per quanto riguarda le vittime causate dagli eventi e il danno rapportato al PIL, si può fare riferimento rispettivamente alle Figure 15.24 e 15.25. Come si evince dalla Figura 15.24 per il periodo 2008-2013 si rileva un aumento del numero totale delle vittime dovute agli eventi alluvionali, con l'interruzione del precedente *trend* in diminuzione (2001-2007). In aggiunta a ciò, sembra delinearsi una tendenza alla diminuzione almeno per quanto riguarda le vittime dal 2013 al 2016, con 6 vittime (più 2 dispersi, non conteggiati tra queste) nell'ultimo anno. Dalla Figura 15.25 si può notare, tranne alcune eccezioni, una generale diminuzione dei danni raffrontati al PIL sino al 2001. Tale *trend*, oltre che a un miglior sviluppo degli interventi di mitigazione del rischio, potrebbe essere attribuibile anche a una naturale variazione periodica dell'intensità e della durata dei fenomeni. Tale tendenza sembrerebbe, invece, non

avere una continuità all'interno del periodo 2008-2016, nel quale il valore medio relativo al rapporto danno/PIL mostra delle modeste oscillazioni positive in aumento, soprattutto per il 2014; da tali osservazioni si deduce che, pure se l'anno 2015 non si discosta dal 2014, il 2016 sembra mostrare un'anomalia negativa rispetto agli ultimi 5-6 anni. Questo dato dovrà essere confermato in seguito poichè necessita di un periodo di osservazione più lungo.

Infine, la Tabella 15.9 mostra una sintesi dei dati relativi ai bacini imbriferi interessati, in termini di fondi stanziati e provvedimenti legislativi adottati, in forma disaggregata per le regioni interessate da uno o più eventi, al fine di fornire un quadro riepilogativo a scala locale. In conclusione, si ritiene opportuno ricordare che, per ciò che concerne le tabelle e le figure mostrate nella presente edizione, l'emanazione di alcuni decreti nel corso del 2017 potrebbe modificare parzialmente il quadro attualmente definito. Eventuali aggiornamenti verranno presentati nella prossima edizione dell'Annuario o non appena si renderà necessario.

**Tabella 15.6: Caratteri generali degli eventi alluvionali avvenuti nel 2016**

Periodo evento	Regione	Province	Bacino idrografico	Durata complessiva precipitazioni h	Pluviometro Massima precipitazione giornaliera mm/24h	Pluviometro Precipitazioni totali (cumulata evento) mm
9-11/1/2016	Emilia Romagna	MO, PR, RE	Enza, T. Cedra, T. Lonza, T. Tassobbio	~72	Lago Scaffaiolo-Fanano (MO) 159,4 mm	Lago Ballano-Monchio d. Corti (PR) 336,8 mm
27-29/2/2016	Piemonte	BI, NO, VB, CN	Sesia, Ticino, T. Sessera, T. Cervo	~36	Pallanza (VB) 70,2 mm	/
27-29/2/2016	Veneto	VI, VR, VE	Tione, Brenta-Bacchiglione, Retrone	~36	Reccoaro (VI) >200 mm	Rif. La Guardia-Reccoaro (VI) 258 mm
27/2/2016- 27/3/2016	Emilia Romagna	PC, PR, RE, MO, BO, FE, RN, FC	Tidone, Panaro, Reno, Po, Chiavenna, Riglio, Strione, Rovacchia, Enza, Secchia, T. Tresinaro	n.d.	~ 300 mm**	/
11-18/3/2016	Puglia	FG	T. Vulgano, T. Celone, T. Candelaro, T. Cervaro, T. Carapelle	~100	Panni (FG) 66,4 mm	Panni (FG) 120,2 mm
23/3/16	Marche	MC, AP, FM, AN	Azzilla, Misa, Esino, Potenza, Aso, Esino, Musone, Chienti, Menocchia, Fiumicello, Aspio, Tenna, Tesino, Ete Vivo, Tronto	24	Fermo (FM) 105,2 mm	Fermo (FM) >130 mm
23-24/4/2016	Toscana	FI, PI	Elsa, Era, Roglio, Arbia, Arno	~36	Castelforentino (FI) 148 mm Montopoli in Val d'Arno (PI) 169,8 mm	/
11-12/5/2016	Piemonte	VB, TO, BI, NO, VC, CN, AL	Ticino, Agogna Terdoppio, Sesia, Orco, Stura di Lanzo, Po, Dora Baltea	~24	Colletterto Castelnuovo (TO) 139,8 mm	Colletterto Castelnuovo (TO) 139,8 mm
8-30/6/2016	Lombardia	BG, SO, BS, CO, LC, MB, MI, MN, PV, VA	Po, Seveso, Lambro, Adda, Mincio	n.d.	Bergamo 105 mm in 1 ora e mezza	/
9/6/16	Toscana	GR, LU, AR	Ombrone GR, Serchio	24	Grosseto 96 mm	Grosseto 96 mm

continua

segue

Periodo evento	Regione	Province	Bacino idrografico	Durata complessiva precipitazioni h	Pluviometro Massima precipitazione giornaliera mm/24h	Pluviometro Precipitazioni totali (cumulata evento) mm
12/6/16	Umbria	PG	Tevere, Chiascio, Topino, T. Caina., T. Miccone, T. Cerfone, T.Sovara	24	Perugia 120 mm in 3 ore	Perugia 120 mm
14-15/7/2016	Emilia Romagna	RN, FC	Conca, Savio	24	Cattolica (RN) 158 mm	/
15-16/7/2016	Marche	AN, MC, AP, FM, PU	Aso, Esino, Tronto	>24	Montelaparo (FM) 96 mm	Montelaparo (FM) 112 mm
15-16/7/2016	Puglia	FG, BT, BA	Lana Cupa, Lama Balice, Lama d'Ape, Lama Le Carne	24	Vico del Gargano (FG) 156,2 mm	Vico del Gargano (FG) ~160 mm
5-6/8/2016	Marche	MC, AN	Aspio, Misa, Musone, Esino, Potenza, Eite Morto, Nera, Tenna	~24	Serrapetrona (MC) 87 mm	/
29-30/8/2016	Piemonte	VB, TO, CN	Ticino, Dora Baltea, Tanaro, Po	~24	Someraro-Stresa (VB) 88 mm	Monchiero (CN) >100 mm
5-13/9/2016	Puglia	BA, BR, FG, LE, BAT	Fortore, T. Radicosa, T. Candelaro	>96	Bari - Idrografico 134,2 mm	San Pietro Vernotico (BR) 301,8 mm
7-9/9/2016	Molise	CB, IS	T. Saccione, T. Sapestra, T. Cigno, Bifemo, Trigno, Fortore	~36	Bocca della Selva-Cusano Mutri (BN)* >70 mm	/
14-15/9/2016	Liguria	GE, SP, IM	Roia, Argentina, Leira, Polcevera, Centa, Bormida di Spigno, Bisagno, Scrivia, Entella, Magra	~24	Chiavari (GE) 121,8 mm	Chiavari (GE) ~140 mm
19/9/16	Puglia	FG	T. Romandato, T. Macinino, T. Candelaro	~24	Vico del Gargano (FG) 128,2 mm	Vico del Gargano (FG) 128,2 mm
14-15/10/2016	Emilia Romagna	BO, MO, FE	Reno, Secchia, Conca, Panaro	<24	Lago Scaffaiolo-Fanano (MO) 119,4 mm	/
13-14/10/2016	Liguria	GE, SP	Roia, Argentina, Neva, Centa, Bormida di Spigno, Orba, Sturara, Bisagno, Vobbia, Lavagna, Sturlia, Vara, Aulella	~24	Cabanne (GE) 116 mm	/
5-7/11/2016	Toscana	AR, FI, PT, PO, SI, PI, GR	Arno, Ambra, Esse, Ciuffenna, Erna, Ombrone PT, Merse	~60	Melo-Cutigliano (PT) 263,4 mm	Boscolungo di Abetone (PT) >270 mm

continua

segue

Periodo evento	Regione	Province	Bacino idrografico	Durata complessiva precipitazioni h	Pluviometro Massima precipitazione giornaliera mm/24h	Pluviometro Precipitazioni totali (cumulata evento) mm
6/11/16	Lazio	RM	Tevere	24	Licenza (RM) 96,2 mm	Licenza (RM) 96,2 mm
19-20/11/2016	Friuli-Venezia Giulia	UD	Isonzo, Vipacco, Judrio, Torre, Natissone	48	San Pietro al Natissone (UD) 120,6 mm	Resia-Uccea (UD) 191 mm
19/11/16	Sicilia	AG	Imera Meridionale, Palma, Bacini minori fra Fiumedinisi e Capo Peloro, Saponara, Naro, Bacini minori fra Capo Peloro e Saponara	<24	Licata (AG) 175,6 mm	Licata (AG) 175,6 mm
20-25/11/2016	Liguria	GE, SV, IM, SP	Roia, Bevera, Nerva, Armea, Argentina, Impero, Arroscia, Neva, Bormida di Millesimo, Centa, Bormida di Spigno, Letimbro, Sansobbia, Teiro, Orba, Stura, Leira, Polcevera, Bisagno, Aveto, Lavagna, Entella, Sturla, Vara, Magra	~72	Fiorino (GE) 583 mm	Fiorino (GE) >600 mm
21-25/11/2016	Piemonte	BI, TO, VC, CN, AL, AT, VB	Tanaro, Po-Pellice, T. Chisola, Bormida di Spigno, Bormida di Millesimo, Ceronda, Corsaglia, Casotto, Alto Po	~72	Barge (CN) 375,6 mm	Piaggia (CN) 663,2 mm
22-24/11/2016	Calabria	KR, RC	Tacina, Allaro, Bonamico, Esaro	~48	S. Agata del Bianco (RC) 300 mm in 8 ore	S. Agata del Bianco (RC) 439,2 mm
24/11/2016	Sicilia	AG	Verdura	24	Giuliana (AG) 162,8 mm in 4 ore e 40 min	/
25/11/2016		ME	Bacini minori fra Capo Peloro e Saponara, T. Agrò, Bacini minori fra Agrò e Savoca		Francavilla (ME) 320 mm	

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati di: Dipartimento Nazionale della Protezione Civile; Centri Funzionali Regionali di: Toscana, Marche, Umbria, Calabria; ARPA Liguria; ARPA Piemonte; ARPA Emilia-Romagna; ARPA Calabria; Protezione Civile Regione Puglia; Regione Sicilia; Consorzio LAMMA; ASSAM; [www.igiornaledella protezione civile.it](http://www.igiornaledella protezione civile.it).

**Legenda:**

\*Per quanto riguarda l'evento che ha interessato la Regione Molise sono stati utilizzati i dati pluviometrici rilevati in una stazione meteorologica della Regione Campania in un'area limitrofa a quella analizzata.

\*\*Durante tale evento, in molti pluviometri sono stati superati 60 mm di precipitazione giornaliera cui si deve sommare, in proporzione, l'apporto derivante dallo scioglimento di circa 25 cm di neve a causa dell'innalzamento dello zero termico (1 cm neve = 10 mm pioggia)

**Tabella 15.7: Effetti degli eventi alluvionali avvenuti nel 2016**

Periodo evento	Regione	Tipo di dissesto	Perdita manufatti di sgombero abitazioni	Ordinanze di sgombero abitazioni	Vittime e dispersi	Risorse necessarie al ripristino		Provvedimenti legislativi	Fondi stanziati con Ordinanza	
						n.	Millioni €		Millioni €	Millioni €
9-11/1/2016	Emilia-Romagna	I	-	-	-	-	-	L.n. 232 dell'11 dicembre 2016 (Legge di Stabilità 2017)	3.698.275,28	(Fondi Regionali per la Difesa del Suolo)
27-29/2/2016	Piemonte	I	-	-	-	665.000.000,00 **	-	Del. Giunta Regionale n. 20-3139 dell'11 aprile 2016 D.D. 12 aprile 2016 n. 228	105.000.000,00(iii)	
28/2-1/3/2016	Veneto	I	-	-	1	200.000	-	OCDPC n.385 del 16 agosto 2016	31.000.000,00	(Fondo eventi meteorologici)
27/2/2016-27/3/2016	Emilia-Romagna	I, F	-	-	-	€ 66.396.264	-	Del. Cons. Ministri 10 maggio 2016 OCDPC n. 351 del 3 giugno 2016 Decreto Presidente Giunta Regionale n. 175 del 1 agosto 2016 (BUR n. 243 del 2 agosto 2016) Del. Cons. Ministri 24 novembre 2016 Decreto del Presidente della Giunta regionale n. 88 del 30 maggio 2017 (BUR n. 151 del 31 maggio 2017)	9.200.000,00	(evento febbraio-marzo 2016)
11-18/3/2016	Puglia	I, F	-	-	-	49.493.000	-	OCDPC n. 410 del 18 novembre 2016 Del. Cons. Ministri 28 luglio 2016 Del. Cons. Ministri 27 gennaio 2017	3.000.000	(Fondi Regionali per la Difesa del Suolo)
23/3/16	Marche	I, F, C	SI	SI	-	-	-	L.n. 232 dell'11 dicembre 2016 (Legge di Stabilità 2017)	4.500.000,00	(Regione Marche)*
23-24/4/2016	Toscana	I, F	-	-	-	-	-	OCDPC n. 383 del 16 agosto 2016 Decreto del Presidente n.98 del 21 giugno 2016 Delibera di Giunta Regionale n. 758 del 25 luglio 2016 Decreto del Presidente n. 116 del 20 luglio 2016 Decreto del Presidente n. 115 del 20 luglio 2016	€ 4.683.140,70	(Regione Toscana - Direzione Attività Produttive)*
11-12/5/2016	Piemonte	I	-	-	-	665.000.000,00 **	-	L.n. 232 dell'11 dicembre 2016 (Legge di Stabilità 2017)	105.000.000,00(iii)	
8-30/6/2016	Lombardia	I, F	-	-	-	37.000.000	-	DM Mipaaf n. 26981 del 17 novembre 2016 Del. Cons. Ministri 24 maggio 2017	-	

continua

segue

Periodo evento	Regione	Tipo di dissesto	Perdita manufatti di sgombero	Ordinanze di sgombero abitazioni	Vittime e dispersi	Risorse necessarie al ripristino		Provvedimenti legislativi	Fondi stanziati con Ordinanza
						n.	Milioni €		Milioni €
9/6/16	Toscana	I	-	-	-	-	-	OCDPC n. 383 del 16 agosto 2016 Decreto del Presidente n.98 del 21 giugno 2016 Delibera di Giunta Regionale n. 758 del 25 luglio 2016 Decreto del Presidente n.116 del 20 luglio 2016 Decreto del Presidente n.115 del 20 luglio 2016	€ 4.683.140,70 (Regione Toscana - Direzione Attività Produttive)*
12/6/16	Umbria	I	SI	SI	-	15.600.000,00	-	DM Mipaaf n. 28396 del 2 dicembre 2016	-
14-15/7/2016	Emilia-Romagna	I, C, F	SI	-	-	-	-	L.n. 232 dell'11 dicembre 2016 (Legge di Stabilità 2017)	3.698.275,28 (Fondi Regionali per la Difesa del Suolo)
15-16/7/2016	Marche	I	-	-	-	-	-	L.n. 232 dell'11 dicembre 2016 (Legge di Stabilità 2017)	4.500.000,00 (Regione Marche)*
15-16/7/2016	Puglia (i)	I, F	-	-	-	107.448.391	-	Del. Cons. Ministri 11 aprile 2017	6.100.000
5-6/8/2016	Marche	I, F, C	-	-	-	-	-	L.n. 232 dell'11 dicembre 2016 (Legge di Stabilità 2017) Com. Sindaco n.110537 del 10 agosto 2016 (Comune di Ancona)	4.500.000,00 (Regione Marche)*
29-30/8/2016	Piemonte	I	-	-	-	665.000.000,00 **	-	DM Mipaaf n. 28398 del 2 dicembre 2016	105.000.000,00(iii) 6.100.000
5-13/9/2016	Puglia (i)	I, F	-	-	1	107.448.391	-	Del. Cons. Ministri 11 aprile 2017 DM Mipaaf n. 28710 del 5 dicembre 2016 OCDPC n. 452 del 4 maggio 2017	-
7-9/9/2016	Molise	I, F	SI	-	-	500.000,00	-	DM Mipaaf n. 3277 del 16 febbraio 2016 D.M. n. 3277/2017 Determinaz. Dirigenziale n. 830 del 6 marzo 2017	-
14-15/9/2016	Liguria	I	-	-	-	350.000	-	L.n. 232 dell'11 dicembre 2016 (Legge di Stabilità 2017) Ord. Comunale (Chiavari) n. 74 del 29 settembre 2016 Ord. Comunale (Chiavari) n. 67 del 14 settembre 2016	-
19/9/16	Puglia(i)	I, F	-	-	-	107.448.391	-	Del. Cons. Ministri 11 aprile 2017 DM Mipaaf n. 28710 del 5 dicembre 2016 OCDPC n. 452 del 4 maggio 2017	6.100.000

continua

Periodo evento	Regione	Tipo di dissesto	Perdita manufatti di sgombero	Ordinanze di sgombero abitazioni	Vittime e dispersi	Risorse necessarie al ripristino		Provvedimenti legislativi	Fondi stanziati con Ordinanza	
						n.	Milioni €		Milioni €	Milioni €
14-15/10/2016	Emilia-Romagna	I, F, C	-	-	-	-	-	L.n. 232 dell'11 dicembre 2016 (Legge di Stabilità 2017)	3.698.275,28	(Fondi Regionali per la Difesa del Suolo)
13-14/10/2016	Liguria	I	-	-	-	5.000.000	-	L.n. 232 dell'11 dicembre 2016 (Legge di Stabilità 2017)	-	
5-7/11/2016	Toscana	I, F	SI	SI	-	-	-	Del. Cons. Ministri 29 dicembre 2016	€ 4.683.140,70	(Regione Toscana - Direzione Attività Produttive)*
6/11/16	Lazio	I	SI	-	-	2.514.781	-	Del. Cons. Ministri dell'11 aprile 2017 OCDPC n. 453 del 9 maggio 2017 DM Mipaaf n. 5517 del 23 febbraio 2017 DGR n. 33 del 31 gennaio 2017	1.200.000	
19-20/11/2016	Friuli-Venezia Giulia	I	-	-	1 <sup>^</sup>	25.000 (danni scuole)	-	L.n. 232 dell'11 dicembre 2016 (Legge di Stabilità 2017) LR 29 dicembre 2016, n. 25 (BUR n. 2 del 9 gennaio 2017)	5.000.000,00	(Fondi Regionali per la Difesa del Suolo)
19/11/16	Sicilia (ii)	I, F	SI	SI	-	18.642.637	-	Del. Cons. Ministri del 10 febbraio 2017	22.000.000	
20-25/11/2016	Liguria	I, F	-	SI	2	59.233.909	-	Del. Cons. Ministri del 16 dicembre 2016 OCDPC n. 434 dell'11 gennaio 2017	11.000.000	
21-25/11/2016	Piemonte	I, F	SI	SI	1	665.000.000,00 **	-	Delibera Giunta Regionale n. 25-43/16 del 5 dicembre 2016 Del. Cons. Ministri del 16 dicembre 2016 Del. Cons. Ministri del 20 gennaio 2017 Del. Cons. Ministri del 23 febbraio 2017 OCDPC n. 430 del 10 gennaio 2017 DM Mipaaf n°10784 del 30 marzo 2017 Ordinanza Commiss. n. 2/A18.000/430 del 22 marzo 2017 Ordinanza Commiss. n. 3/A18.000/430 del 22 marzo 2017 Ordinanza Commiss. n. 4/A18.000/430 del 6 aprile 2017	56.000.000	

segue

Periodo evento	Regione	Tipo di dissesto	Perdita manufatti di sgombero	Ordinanze di sgombero abitazioni	Vittime dispersi	Risorse necessarie al ripristino		Provvedimenti legislativi	Fondi stanziati con Ordinanza	
						n.	Milioni €		Milioni €	Milioni €
22-24/11/2016	Calabria	I, F	SI	SI	-		110.000.000	Del. Cons. Ministri del 24 maggio 2017	22.000.000	(incluso evento alluvionale gennaio 2017)
24/11/2016	Sicilia (ii)	I, F	SI	SI	2 <sup>A</sup>		18.642.637	Del. Cons. Ministri del 10 febbraio 2017 OCDPC n. 458 dell'1 giugno 2017 OCDPC n. 459 dell'1 giugno 2017	22.000.000	
25/11/2016										

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati di: Dipartimento Nazionale della Protezione Civile; Centri Funzionali Regionali di: Toscana, Marche, Umbria, Calabria; ARPA Liguria; ARPA Piemonte; ARPA Emilia-Romagna; ARPA Calabria; MiPAAF; Atti e Decreti del Governo della Repubblica (pubblicati su G.U.); Atti e Decreti delle Giunte Regionali; <http://www.protezionecivile.it>; <http://www.ilgiornale-della-protezionecivile.it>; <http://polaris.rpi.cnr.it/>.

**Nota:**

<sup>A</sup>In conseguenza dell'evento alluvionale occorso in Friuli una persona risulta dispersa, mentre in conseguenza di quello avvenuto in Sicilia una persona è morta nel Messinese ed un'altra risulta dispersa nell'Agrigentino. \*Fondi stanziati dalla Regione per dissesto idrogeologico e/o attività produttive colpite da calamità naturali. \*\* Stima danni comprendente gli eventi dei mesi di febbraio, maggio, agosto e novembre 2016. (i) Gli importi delle risorse richieste e dei fondi messi a disposizione risultano aggregati e sono riferiti agli eventi meteorologici avvenuti a luglio 2016 ed a settembre 2016. (ii) Gli importi delle risorse richieste e dei fondi messi a disposizione risultano aggregati e sono riferiti agli eventi meteorologici avvenuti il 19/11/2016 ed 24-25/11/2016. (iii) Importi proposti per investimenti nella riduzione del rischio idrogeologico (Patto tra Governo, Regione Piemonte e Città di Torino)

**Tabella 15.8: Elenco delle principali alluvioni avvenute in Italia nel 2016**

Periodo evento	Regione	Vittime e dispersi	Risorse necessarie al ripristino	Danno complessivo stimato/PIL
		n.	€ (milioni)	%
9-11/1/2016; 27/2/2016- 27/3/2016*; 14-15/7/2016; 14-15/10/2016	Emilia-Romagna	–	66.396.264	0,00397
27-29/2/2016; 11-12/5/2016; 29-30/8/2016; 21-25/11/2016	Piemonte	1	665.000.000	0,0397
28/2-1/3/2016	Veneto	1	200.000	0,0000119
11-18/3/2016; 15-16/7/2016; 5-13/9/2016; 19/9/2016	Puglia	1	156.941.391	0,00939
23/3/2016; 15-16/7/2016; 5-6/8/2016"	Marche	–	4500000,00**	0,000269
23-24/4/2016; 9/6/2016; 5-7/11/2016	Toscana	–	4683140,70**	0,00028
8-30/6/2016	Lombardia	–	37.000.000	0,00221
12/6/16	Umbria	–	15.600.000	0,000933
7-9/9/2016	Molise	–	500.000	0,0000299
14-15/9/2016; 13-14/10/2016; 20-25/11/2016	Liguria	2	64.583.909	0,00386
6/11/16	Lazio	–	2.154.781	0,000123
19-20/11/2016	Friuli-Venezia Giulia	–	25000 (danni scuole)	0,0000149
19/11/2016; 24/11/2016; 25/11/2016	Sicilia	1	18.642.637	0,00111
22-24/11/2016	Calabria	–	110.000.000	0,00657

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati e informazioni di: Dipartimento Nazionale della Protezione Civile; Centri Funzionali Regionali di: Toscana, Marche, Umbria, Calabria; ARPA Liguria; ARPA Piemonte; ARPA Emilia-Romagna; ARPA Calabria; Regione Sicilia; ASSAM; Consorzio LAMMA; Protezione Civile Regione Puglia; Testate giornalistiche: La Repubblica, Il Secolo XIX, La Stampa, Il Giornale di Sicilia

**Nota:**

\*Per maggiori dettagli concernenti il finanziamento e la programmazione degli interventi conseguenti agli eventi alluvionali si veda il documento "Piano dei primi interventi urgenti di protezione civile del territorio regionale" redatto dall'Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e la protezione civile della Regione Emilia-Romagna.

\*\*Non essendo disponibili le stime dei danni relativi agli eventi alluvionali occorsi in Toscana e nelle Marche, si utilizza il dato relativo ai fondi stanziati dalle rispettive Regioni per la difesa del suolo

continua

## Allegato Tabella 15.8

Periodo evento	Regione	Principali effetti al suolo
<p>9-11/1/2016; 27/2/2016- 27/3/2016*; 14- 15/7/2016; 14- 15/10/2016</p>	<p>Emilia-Romagna</p>	<p>Gennaio: in conseguenza delle forti piogge, tratti di strada allagati da acqua e fango si sono registrati in particolare sulla Sp 9, in comune di Villa Minozzo al confine con il Modenese, a causa dell'esondazione del Rio Riaccio e sulla Sp 15, a Maore e Andrel-la di Ramiseto. Ponte sull'Enza chiuso per il passaggio del colmo di piena (con livello dirometrico oltre i 9,5 metri) tra Sorbolo e Brescello. Febbraio-Marzo: le piene hanno messo in crisi il reticolo idrografico principale e minore del territorio montano e di pianura, danneggiando opere idrauliche, provocando erosioni spondali, esondazioni e tracimazioni di fossi e canali con conseguenti allagamenti e parziali interruzioni di strade (frane, cedimenti), accumuli di materiale detritico, danni alle strutture dei ponti con conseguente chiusura al transito, nonché cedimenti di parti delle reti fognarie. Nella fascia pedecollinare si sono verificati rigurgiti e/o occlusioni di manufatti con locali esondazioni su aree private coinvolgendo in alcuni casi fabbricati ed infrastrutture civili. Luglio: a Rimini case e garage allagati, così come si sono registrati allagamenti di strade e negozi nel centro storico, disagi alla viabilità ed in particolare alcuni sottopassi ferroviari sono rimasti completamente sommersi. Ulteriori allagamenti hanno interessato il centro storico di Rimini, soprattutto nella zona di via Castelfidardo e mercato coperto. A Cattolica via Romagna, e diverse strade limitrofe, sono state allagate. Forti allagamenti anche a Villa Verucchio e Ponte Verucchio. A Misano due sottopassaggi sono finiti sott'acqua, diversi scantinati e interrati si sono allagati e alcune strade sono state invase da acqua e fango. Allagata anche l'area davanti alla stazione dei carabinieri con il tombino ostruito e saltato in aria. Ottobre: a seguito di tale evento si è verificata una frana a Palagano (MO): sulla strada comunale che conduce a Boccassuolo, all'altezza del ponte di Ragiola, l'acqua ha innescato un grosso movimento di terra che ha scavato sotto la sede stradale provocando un cedimento dell'asfalto. Una mareggiata si è verificata sui Lidi Ferraresi nella giornata del 15 ottobre, con un innalzamento del livello del mare presso Porto Garibaldi (FE), pari a 0,8 m.</p>
<p>27- 29/2/2016; 11- 12/5/2016; 29- 30/8/2016; 21- 25/11/2016</p>	<p>Piemonte</p>	<p>Febbraio: a Mondovì il maltempo e le intense piogge della notte hanno causato diversi problemi alla viabilità in città. A causa dello straripamento del rio Bozzolo l'acqua ha invaso i prati, la strada ed ha allagato scantinati e seminterrati delle vicine abitazioni. Via Pascomonti è stata interessata da una modesta frana, e quindi chiusa al traffico. Nel Fossanese l'esondazione di un canale ha parzialmente allagato la frazione di San Lorenzo. In provincia di Biella, tra Cossato e Rovasenda, un treno regionale è deragliato a causa di un frana provocata dalle forti piogge, con conseguente interruzione della circolazione ferroviaria. Allagamenti nella notte nelle zone periferiche fra via Cuneo e la frazione S. Anna. Segnalazioni di allagamenti anche a Villanova Mondovì e nel trione Altipiano di Mondovì. Maggio: danneggiata la SP n. 419 Settimo Vittone a causa del cedimento di un muro di sostegno, in rifacimento, che non ha impedito alla collinetta retrostante di riversare acqua, fango e detriti sulla strada. Agosto: nel cuneese si sono registrati allagamenti di cantine, garage e sotterranei. Maggiormente colpite le zone di Marene, Bra, Plozzo e Dogliani. Torino e dintorni tra le zone più colpite: piogge torrenziali e grandine hanno repentinamente provocato un'alluvione lampo che ha sommerso le strade di Torino e dei paesi limitrofi, mentre la grandine, con chicchi grandi fino a 4-5 centimetri, ha anche danneggiato dei tetti. Novembre: tra gli effetti al suolo più significativi, per quanto riguarda i tratti vallivi medio-alti, si sono registrati notevoli fenomeni di trasporto solido che hanno alimentato e/o ostruito i torrenti minori ed il carico solido in generale dei fiumi più a valle. Numerose asportazioni di tratti spondali, scalzamenti di spalle di ponti ed innesco di fenomeni gravitativi nei tributari minori hanno oltretutto caratterizzato le valli montane.</p>

continua

Periodo evento	Regione	Principali effetti al suolo
28/2-1/3/2016	Veneto	<p>Colamenti rapidi hanno determinato la formazione di alcuni depositi di conoide allo sbocco di fondovalle, mentre colate di fango hanno provocato l'ostruzione di tratti di canali tombati con conseguente allagamento delle aree circostanti. Tra gli effetti al suolo più devastanti in aree di pianura, si sono rilevati sormonti di argini, rotture di argini, esondazioni in zone di confluenza, collassi di tombinate in sovrappressione, trascinamento in corrispondenza di ponti e ponticelli, marcate erosioni spondali, fenomeni di sifonamento, ostruzioni di alvei fluviali. Come dirette conseguenze si sono avuti danni per asportazioni di tratti stradali, danni alle linee elettriche, acquedottistiche e fognarie, danneggiamenti anche alle attività produttive, ad abitazioni private ed a manufatti in genere, cedimenti del manto stradale e/o di muri di sostegno. Altri fenomeni gravitativi rilevati comprendono diffusi soil slip, crolli di massi rocciosi, alcune frane rotazionali.</p> <p>Sul fiume Retrone, in corrispondenza di Ponte delle Barche le arcate del ponte sono state ostruite dalle numerose ramaglie e dalla presenza di un tronco di oltre 6 metri, trasportati dalla piena. Allagamenti in strada delle Caperse a Vicenza dovuti ad una condotta ostruita del fossato vicino. Allagamenti nelle campagne di Sarmazza e Santa Croce, coi fossi a piano campagna. Problemi in particolare nei canali Taglio in comune di Fossata di Portogruaro, Roggia del Molino e Vidimana in comune di San Michele al Tagliamento, Lugugnana in comune di Teglio Veneto, Verziola in comune di Guaro, Reghena e San Giacomo in comune di Portogruaro ed infine, in comune di Cinto Caomaggiore sul canale Lison. In via Bonato, si è riscontrato il cedimento di un ponte, mentre infiltrazioni hanno interessato un manufatto del salto di fondo sul canale La Vecchia in comune di Fossalta di Portogruaro. Nei comuni di Teglio Veneto, Pramaggiore e Portogruaro si sono registrati diffusi allagamenti di strade, locali seminterrati e parchi e giardini.</p>
11-18/3/2016; 15-16/7/2016; 5-13/9/2016; 19/9/2016	Puglia	<p>Marzo: la funzionalità idraulica dei torrenti, già compromessa per il notevole accumulo nel tempo di materiale solido negli alvei, è stata messa in crisi da tale evento alluvionale che ha contribuito a danneggiare anche le opere idrauliche stesse. Fenomeni di sovralluvionamento hanno interessato il Torrente Celone andando ad invadere la SP 125 nel tratto Troia-Faeto; il Torrente Fontanelle, in piena, ha tracinato e determinato l'erosione di parte della massicciata stradale, asportandola. In territorio comunale di Bovinno, il T. Cervaro ha provocato l'erosione della massicciata ferroviaria in riva sinistra. Lo stesso torrente, in loc. Mulino sul Ponte Romano ha provocato la caduta delle gabbionate con conseguente danneggiamento di un manufatto. Aggravamento del cedimento del ponte di collegamento, sul Torrente Carapelle, tra SP85 e SP105 in località Sedia D'Orlando (Ascoli Satriano). Numerosi dissesti gravitativi hanno interessato diverse strade, la rete acquedottistica ed un impianto di depurazione: nella maggior parte dei casi si è trattato di fenomeni di crollo.</p> <p>Luglio: notevoli disagi nelle aree dei campeggi Serenella e Stella del Sud, nel territorio del comune di Rodi Garganico. Allagati anche alcuni garage della zona. Interrotta la litoranea che collega Lido del Sole a Rodi Garganico, a causa dell'esondazione del Torrente Romandato nei pressi della foce. Completamente allagate le aziende della zona industriale del Comune di Molfetta.</p> <p>Settembre: l'esondazione del torrente Radicosa ha causato la perdita di una vita umana, oltre che danni alle infrastrutture; l'esondazione del torrente Candelaro ha provocato interruzioni della viabilità stradale e ferroviaria tra S. Marco in Lamis e S. Severo. Segnalati, inoltre, l'interruzione della linea ferroviaria tra Lecce e Brindisi, l'allagamento di abitazioni e scantinati nei comuni di Bari, Brindisi, Torchiarolo, Ostuni, Cellino S. Marco, S. Pietro Vernotico, Manduria, Taranto, Lecce, e danni alla linea ferroviaria Bari-Foggia. Le zone agricole tra Ostuni e Fasano sono state completamente allagate. Le precipitazioni del 19 settembre sul Gargano hanno generato ingenti disagi e danni, in particolare nei territori di Rodi Garganico e Vico del Gargano. L'esondazione del torrente Romandato ha causato allagamenti di abitazioni ed esercizi commerciali nella zona di Lido del Sole, oltre ad alcune interruzioni della viabilità comunale per la presenza di acqua e detriti sulla carreggiata. Danni alla linea ferroviaria tra Carpino ed Ischitella.</p>

segue

Periodo evento	Regione	Principali effetti al suolo
23/3/2016; 15- 16/7/2016; 5-6/8/2016	Marche	<p>Marzo: per le abbondanti ed incessanti piogge si sono avuti innalzamenti significativi dei livelli dei corsi d'acqua facenti parte del reticolo idrografico minore. Numerosi fossi, soprattutto nel maceratese e fermano sono esondati. In tutti i fiumi del reticolo maggiore si sono avute onde di piena importanti e, talvolta, anche esondazioni localizzate. La rete viaria è risultata spesso impraticabile a causa di allagamenti, o, come in alcuni casi, anche a causa di pericolose erosioni di sponda ad opera dei corsi d'acqua (valli del Menocchia e del Tesino). I terreni imbibiti d'acqua hanno perso consistenza determinando smottamenti e frane superficiali, particolarmente frequenti lungo le scarpate stradali; i fenomeni, seppur di dimensioni generalmente contenute, sono stati responsabili di interruzioni parziali o totali della viabilità comunale e provinciale. Numerose colate di fango si sono riversate sulle strade dai versanti circostanti. Nella parte interna della regione, oltre che fenomeni franosi (territori di Venarotta e Montefortino), oltre gli 800 metri di quota sono avvenute anche abbondanti precipitazioni nevose. Infine, le forti correnti di grecale in mare aperto e in prossimità della costa hanno determinato intense mareggiate, con danni lungo tutto il litorale. Luglio: alcuni sottopassi e seminterrati allagati fra Marina di Montemarcano e Gabella, in provincia di Ancona, e primi piani invasi dall'acqua nella provincia di Macerata e a Gabicce in provincia di Pesaro e Urbino. Forti mareggiate si sono registrate nei tratti di costa dei comuni di Numana e Porto Recanati. Agosto: allagata la SS16 tra Ancona e Falconara, ma si segnalano problemi di 'viabilità' anche nella zona di Jesi. Allagati anche negozi e scantinati. Al momento la 'maggiori difficoltà' si registrano nella zona di Ancona, Osimo, Jesi. Nel capoluogo marchigiano molte strade sono allagate: un violento acquazzone' stato preceduto da violente raffiche di vento che hanno sollevato onde nel porto di Ancona. Nel maceratese, alcune frazioni in collina sono state invase da fanghiglia proveniente da fossi gonfiatisi a causa delle abbondanti piogge.</p>
23- 24/4/2016; 9/6/2016; 5-7/11/2016	Toscana	<p>Aprile: il complesso del santuario di Santa Verdiana a Castelfiorentino è stato completamente sommerso, con un metro e mezzo di battente d'acqua. Un fiumiciattolo nella zona di Peccioli (Pisa) è trascinata. A Certaldo è stato temporaneamente chiuso un sottopasso. Due famiglie, composte da sette persone, hanno dovuto lasciare le loro abitazioni in seguito ad una frana avvenuta in località Balconevisi a San Miniato (Pisa). Le piogge incessanti hanno mandato in tilt il sistema fognario in vari Comuni, paralizzato la viabilità e allagato garage e scantinati, con alcuni rii che si sono riversati sulle carreggiate, invase in molti casi anche dal fango, complici anche dissesti gravitativi. A Castelfiorentino, la strada 429 è stata sommersa dall'acqua per lunghi tratti. Grosse difficoltà segnalate in tutto il territorio, da Dogana a Castelnuovo, da Cambiano a Pesciola fino al capoluogo, con allagamenti di molte vie. Giugno: a Grosseto il fortissimo temporale ha trasformato in fiumi le strade, causato allagamenti di negozi, abitazioni e scantinati e mandato in tilt la città dove è stata anche anticipata di un giorno la fine dell'anno scolastico. Il nubifragio ha provocato anche danni all'ospedale Misericordia di Grosseto. La pioggia ha pure provocato il cedimento di una porzione del muro costruito a tutela delle stesse Mura mediche, nel tratto compreso tra Porta Corsica e via Curtatone. In città si sono registrati allagamenti di alcune centraline di impianti elettrici, mentre situazioni problematiche per allagamenti sono state rilevate nei comuni di Civitella Paganico, Magliano in Toscana, Scansano, Capalbio e Arcidosso.</p> <p>Novembre: nell'Areino a Laterina è stato chiuso il ponte Catolfi e dieci famiglie sono state evacuate. Particolarmente critica la situazione in via Vitorio Veneto dove due metri di acqua hanno invaso il sottopasso ferroviario e paralizzato la circolazione. Allagati e chiusi anche i sottopassi della zona industriale. La pioggia incessante, caduta per alcune ore, ha provocato frane e allagamenti soprattutto nelle zone della Valteriberina e della Valdichiana. Nel comune di Civitella della Chiana situazione pesante con alcune frazioni difficilmente raggiungibili a causa di alcuni smottamenti. In provincia di Firenze, a Fucecchio, in località Massarella, un muro è crollato invadendo la sede stradale di via Ramoni, che risulta chiusa al traffico.</p>

continua

Periodo evento	Regione	Principali effetti al suolo
8-30/6/2016	Lombardia	Nella Lucchesia, difficile la situazione della circolazione stradale con alcune arterie cittadine interrotte per la difficoltà a far defluire le acque. Ad Altopascio, alcune abitazioni allagate ed a Porcaro molte zone residenziali risultano parzialmente allagate. Nel Carrarese nella zona di Aulla si sono verificate alcune piccole frane. Il fiume Arbia è esondato invadendo strade e campi ed allagando alcune cantine. Nel Senese allagamenti anche nel comune di Sovicille, a Brenna e nel Padule. Anche a Monteroni ha superato gli argini l'Arbia fermandosi però ai piloni della Tangenziale.
12/6/16	Umbria	I temporali e le piogge si sono abbattuti sull'intero territorio regionale con inaspettata intensità e violenza, dall'8 al 30 giugno, producendo danni considerevoli sia ai centri abitati, dove diffusi allagamenti hanno coinvolto e danneggiato edifici e strutture pubbliche, sia alle infrastrutture di collegamento e di servizio, sia alle proprietà private e alle attività produttive. Gravissimi i danni alle coltivazioni e produzioni agricole locali.
7-9/9/2016	Molise	Nel Ternano, diversi i casi segnalati di piccole frane/smottamenti che hanno interessato le vie di comunicazione locali attivate dalle forti precipitazioni. Nel comune di Citerna la SP100 in località campineti, si è allagata a causa del forte temporale che aveva interessato la zona. Nel territorio tra Perugia, Bastia Umbra e Pianello di Valfabbrica, sono stati rilevati danni per allagamenti a locali interrati, strade interrotte da frane, sottopassi chiusi, infiltrazioni di acqua in alcune scuole.
14-15/9/2016; 13-14/10/2016; 20-25/11/2016	Liguria	Un violento nubifragio si è abbattuto nella zona compresa tra Santa Croce di Magliano e Ururi. L'acqua ha invaso le strade e allagato numerosi garage e locali. Fango e detriti sulle strade che collegano i centri più interni fino alle piane di Larino. A Montorio nei Frentani, alcune strade interpoderali sono state asportate dalla furia delle acque ruscellanti. Fiumi di fango e detriti hanno invaso gli scantinati, i garage e le abitazioni al piano terra nei comuni di Santa Croce di Magliano, Ururi, Larino, Montorio nei Frentani. A Larino è crollato un muro in via dei Giardini, una frana ha bloccato la vecchia strada tra il Cigno e Montorio, la Sp 91 al bivio Ripa dei Muli. A Colletorto le strade in diversi tratti si sono rovinate per i cedimenti e gli avvallamenti.
		Settembre: si sono verificati alcuni allagamenti localizzati dovuti alla difficoltà di smaltimento delle acque piovane da parte delle reti fognarie, in particolare nella città di Genova (Albaro, Bolzaneto, Sturlia) e nella zona del Tigullio tra Chiavari e Lavagna. A Genova, in via Fereggiano sono saltati diversi tombini, mentre il sottopasso di Pegli si è allagato. Le precipitazioni talmente abbondanti hanno formato veri e propri torrenti nelle strade causando allagamenti di magazzini e scantinati. I danni più gravi, però, si sono registrati per il crollo di un muraglione di contenimento tra via D'Alber-tis e via Bozzano. L'acqua ha scavato la fondazione, riuscendo a far cedere il muro e riversandosi poi in un appartamento sottostante allagandolo. Ottobre: il fronte temporalesco ha investito il Centro-Levante nelle ore centrali della giornata, provocando danni diffusi ad edifici e ad infrastrutture (ferrovie e stradali) e servizi (linee di comunicazione ed elettriche). Infine, nelle aree interessate dai fenomeni temporaleschi più intensi, si sono registrate criticità localizzate quali allagamenti (sottopassi e zone depresse) e modeste frane. Novembre: le intense precipitazioni hanno provocato numerosi disegni e danni nei territori dell'imperiese, del savonese e della parte più occidentale del genovesato. In particolare è stata temporaneamente chiusa l'autostrada A6 in direzione Torino, e si sono verificati problemi alla rete ferroviaria. Sono state chiuse per allagamenti anche l'Aurelia ad Arenzano e la SS 28 del Colle di Nava nella tratta compresa fra Pornassio ed il confine con il Piemonte. Il Neva è esondato, il ponte delle Fucine sulla Bornida di Millesimo (Murialdo) ha subito danni. Cairo Montenotte è stata allagata dalla Bornida di Spigno con gravi danni alla rete idro-potabile con conseguenti difficoltà nella fornitura del servizio. Altri allagamenti sono avvenuti a Dego, Carcare, Calizzano, Cengio. Il torrente Maremola è esondato a Pietra Ligure invadendo un'ampia porzione del centro cittadino, il torrente Varatella a Borghetto S. Spirito. Locali allagamenti sono stati rilevati a Sanremo, Bordighera e Santuario di Savona. La strada tra Lenzari e Gazzo è stata chiusa per far defluire le acque, mentre il depuratore del Comune di Ranzo è stato danneggiato.

segue

Periodo evento	Regione	Principali effetti al suolo
6/11/16	Lazio	Fortemente danneggiati dal maltempo servizi pubblici e infrastrutture. A Ladispoli si è verificato il crollo di due degli otto piani di un palazzo in via Ancona. Anche nella città di Roma, dopo il violento nubifragio, sono caduti 70 alberi e si sono registrati diversi allagamenti. Allagate e chiuse al traffico Largo Argentina, Corso Vittorio e il tratto del Lungotevere Sangallo all'altezza di Ponte Mazzini. Danni e disagi sulla linea ferroviaria Roma Lido. Nel settore della provincia metropolitana che va dalla zona del litorale di Cerveteri (Ladispoli) fino alle zone interne di Montlupo e Sacrofano, si sono avuti danni alle strutture aziendali agricole.
19-20/11/2016	Friuli-Venezia Giulia	Le abbondanti precipitazioni hanno provocato l'esondazione di numerosi rii e corsi minori, nella pianura friulana, con il conseguente allagamento di strade e abitazioni. Diversi scantinati e cantine si sono allagati nella zona di Latisana, Cervignano del Friuli, Romans di Varmo e Faedis. Strade allagate nei comuni di Codroipo, di Campoformido, di San Giovanni al Natisone, di Valvasone-Arzene, di Remanzacco, di Povoletto e di Udine. Sottopassi ferroviari e stradali risultano allagati in tutta la provincia.
19/11/2016; 24/11/2016; 25/11/2016	Sicilia	Licatense - In particolare nel Riberese sono stati registrati allagamenti con abbondante presenza di fango e detriti su numerose strade tra cui la SP 61, la SP 30, la SS 115, la SPR 10 Sciacca-Salinella, la SPC 9 Pantalano-Scunchipiano, la SP 29 Cattolica Eraclea-Montallegro, la SP 87 Montallegro-Bovo Marina. Notevoli danni anche nel comparto orientale, con allagamenti e cadute di fango e detriti in tutto il Licatense, in particolare sulla SP 6 Licata-Ravanusa, già parzialmente chiusa al traffico da qualche tempo, sulla NC 10 Cianciaramoto, sulla SPC 53, nei tratti A, B e C della SP 63 in territorio di Campobello di Licata, e sulla SPR 60 Naro-Figotto. La cittadina di Licata è stata colpita duramente da tre ore di pioggia (160 mm). Nel quartiere Playa l'acqua ha raggiunto i due metri d'altezza, sommergendo ogni cosa. Davanti al porto turistico, lungo la carreggiata, si è formato un vero e proprio lago. Gravi i disagi sulle SS 115 e SS 123. Sulla prima, su un tratto lungo circa 5 chilometri, si sono riversate notevoli masse di detriti e fango. Chiusa a causa delle colate di fango, anche la SS 123 fra Campobello di Licata e Licata. La zona Mollarella (Licata), nella quale confluisce l'acqua di numerosi canali di scolo, a causa dell'eccezionalità della pioggia, è rimasta completamente allagata. Allagati i terreni ed anche la strada consortile che conduce alla spiaggia ed all'hotel. L'acqua ha invaso i negozi e le sedi delle attività produttive, rovinando merci e deteriorando impianti e attrezzature, oltre a danneggiare gli stessi ambienti di lavoro. Agrigentino e Messinese - La forte ondata di maltempo ha colpito in particolare l'agrigentino e la provincia di Messina, producendo danni alle strutture ed infrastrutture agricole. La viabilità locale ha subito notevoli danneggiamenti a causa di piccole frane, muretti di contenimento franati, allagamenti causando l'impraticabilità delle arterie che servono per raggiungere le aziende agricole. Allagati i campi con danni anche alle strutture nelle zone di Sciacca e Ribera. In quest'ultimo comune, lo straripamento del torrente Verdura ha causato ingenti danni e così come i fossi presenti in molti valloni che hanno allagato tutte le contrade del comprensorio, inondando la viabilità rurale. A Messina e provincia è stato sospeso il traffico ferroviario fra Taormina-Giardini e Fiumefreddo Sicilia per allagamenti dei binari. Frane hanno coinvolto anche un tratto di autostrada. I danni maggiori si sono verificati in provincia, sia nella zona tirrenica che ionica. A Giardini Naxos è esondato il torrente San Giovanni. Il torrente Antillo nel comune ionico è esondato nella zona del campo sportivo e la SP 19 che conduce a Savoca e Casalvecchio Siculo è stata interdetta al traffico a causa di una frana. La pioggia ha causato uno smottamento anche sulla SP 23 che collega S. Teresa di Riva con la frazione casalvetina di Rimiti.

continua

segue

Principali effetti al suolo		
Periodo evento	Regione	
22-24/11/2016	Calabria	<p>A Crotone segnalati numerosi allagamenti soprattutto nella zona sud con particolari disagi nei quartieri di Tufolo, Lampanaro, Trafinello. Un mare di fango ed acqua ha invaso le strade dalle colline sovrastanti: scantinati allagati e molte le autovetture rimaste sotto il fango. In via Saffo il cortile della scuola elementare e dell'infanzia Alcmeone e' stato allagato. Traffico bloccato su via Nazioni Unite a causa dei fiumi d'acqua che scendevano dalle colline. Allagamenti e danni alle attivita' commerciali si segnalano anche sul lungomare di Crotone. Allagamenti lungo la SS106 all'altezza di Strongoli, torrenti esondati a Pettilia Policastro. Lungo fascia ionica della provincia di Reggio Calabria, a causa dei fenomeni alluvionali, isi sono avuti disagi al traffico stradale e ferroviario. A seguito delle piogge intense si sono verificati fenomeni franosi ed alluvionali in diversi comuni della Locride. Nel comune di Careri, la strada provinciale di collegamento tra la SS106 ed il Centro Storico è stata interrotta per caduta massi. Sono state interessate da interruzioni, a causa di dissesti, anche la ferrovia e la SS 106 nel comune di Bovalino.</p> <p>Fonte: Elaborazione ISPRA su dati e informazioni di: Dipartimento Nazionale della Protezione Civile; Centri Funzionali Regionali di: Toscana, Marche, Umbria, Calabria; ARPA Liguria; ARPA Piemonte; ARPA Emilia-Romagna; ARPA Calabria; Regione Sicilia; ASSAM; Consorzio LAMMA; Protezione Civile Regione Puglia; Testate giornalistiche: La Repubblica, Il Secolo XIX, La Stampa, Il Giornale di Sicilia</p>

**Tabella 15.9: Riepilogo per regione degli eventi alluvionali significativi avvenuti nel 2016**

Regione	Periodo eventi	Bacini coinvolti	Danni stimati €	Fondi erogati €	Provvedimenti legislativi
Emilia-Romagna	gen, feb, lug, ott	Enza, T. Cedra, T. Lonza, T. Tassobio Tidone, Panaro, Reno, Po, Chiavenna, Riglio, Strone, Rovacchia, Secchia, T. Tresinaro, Conca, Savio	66.396.264	9.200.000	L.n. 232 dell'11 dicembre 2016 (Legge di Stabilità 2017) Del. Cons. Ministri 10 maggio 2016 OCDPC n. 351 del 3 giugno 2016 Decreto Presidente Giunta Regionale n. 175 del 1 agosto 2016 (BUR n. 243 del 2 agosto 2016) Del. Cons. Ministri 24 novembre 2016 Decreto del Presidente della Giunta regionale n. 88 del 30 maggio 2017 (BUR n. 151 del 31 maggio 2017)
Piemonte	feb, mag, ago, nov	Sesia, Ticino, T. Sessera, T. Cervo, Ticino, Agogna Terdoppio, Orco, Stura di Lanzo, Po, Dora Baltea, Tanaro, Po-Pellice, T. Chisola, Bormida, Ceronda, Corsaglia, Casotto, Alto Po	665.000.000	105.000.000	Del. Giunta Regionale n. 20-3139 dell'11 aprile 2016 D.D. 12 aprile 2016 n. 228 L.n. 232 dell'11 dicembre 2016 (Legge di Stabilità 2017) DM Mipaaf n. 28398 del 2 dicembre 2016 Delibera Giunta Regionale n. 25-4316 del 5 dicembre 2016 Del. Cons. Ministri del 16 dicembre 2016 Del. Cons. Ministri del 20 gennaio 2017 Del. Cons. Ministri del 23 febbraio 2017 OCDPC n. 430 del 10 gennaio 2017 DM Mipaaf n°10784 del 30 marzo 2017 Ordinanza Commiss. n. 2/A18.000/430 del 22 marzo 2017 Ordinanza Commiss. n. 3/A18.000/430 del 22 marzo 2017 Ordinanza Commiss. n. 4/A18.000/430 del 6 aprile 2017
Veneto	feb	Tione, Brenta-Bacchiglione	200.000	31.000.000	OCDPC n.385 del 16 agosto 2016
Puglia	mar, lug, set	T. Vulgano, T. Celone, T. Candelaro, T. Cervaro, T.Carapelle T. Radicosa, T. Ro-mandato, T. Macinino	156.941.391	9.100.000	OCDPC n. 410 del 18 novembre 2016 Del. Cons. Ministri 28 luglio 2016 Del. Cons. Ministri 27 gennaio 2017 Del. Cons. Ministri 11 aprile 2017 DM Mipaaf n. 28710 del 5 dicembre 2016 OCDPC n. 452 del 4 maggio 2017

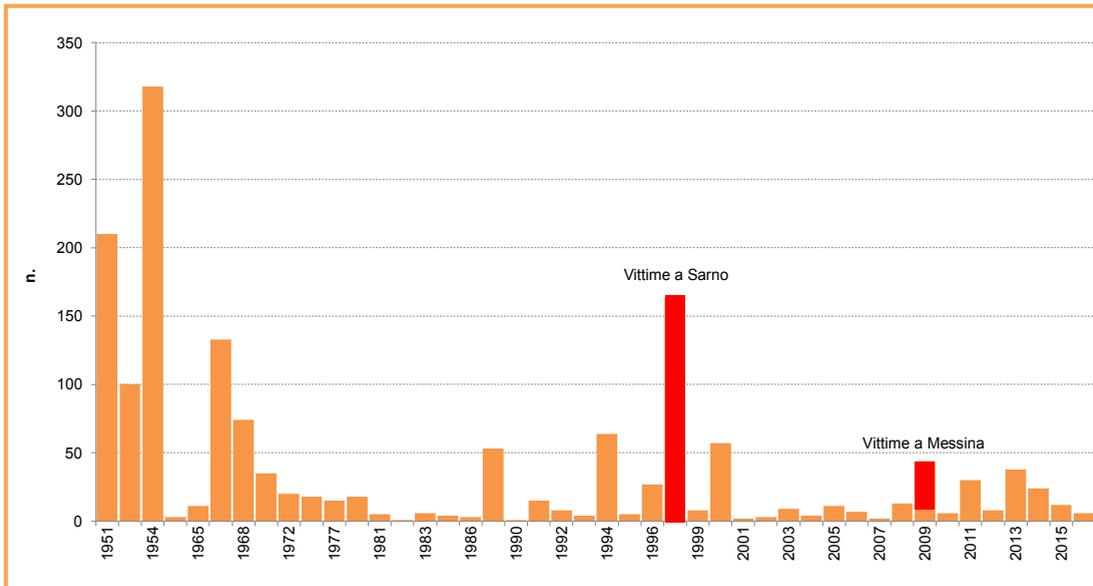
continua

Regione	Periodo eventi	Bacini coinvolti	Danni stimati €	Fondi erogati €	Provvedimenti legislativi
Marche	mar, lug, ago	Azililla, Misa, Esino, Potenza, Aso, Musone, Chienti, Menocchia, Fiumicello, Aspio, Tenna, Tesino, Ete Vivo, Tronto, Ete Morroto, Nera, Tenna	/	4.500.000	L.n. 232 dell'11 dicembre 2016 (Legge di Stabilità 2017) Com. Sindaco n.110537 del 10 agosto 2016 (Comune di Ancona)
Toscana	apr, giu, nov	Elsa, Era, Roglio, Arbia, Arno, Ombrone GR, Serchio, Ambra, Esse, Ciuffenna, Ema, Ombrone PT, Merse	/	4.683.140,7	OCDPC n. 383 del 16 agosto 2016 Decreto del Presidente n.98 del 21 giugno 2016 Delibera di Giunta Regionale n. 758 del 25 luglio 2016 Decreto del Presidente n.116 del 20 luglio 2016 Decreto del Presidente n.115 del 20 luglio 2016 Del. Cons. Ministri 29 dicembre 2016
Lombardia	giu	Po, Seveso, Lambro, Adda, Mincio	37.000.000	/	DM Mipaaf n. 26981 del 17 novembre 2016 Del. Cons. Ministri 24 maggio 2017
Umbria	giu	Tevere, Chiascio, Topino, T. Caina., T. Miccone, T. Cerfone, T.Sovara	15.600.000	/	DM Mipaaf n. 28396 del 2 dicembre 2016
Molise	set	T. Saccione, T. Sapestra, T. Cigno, Biferro, Trigno, Fortore	500.000	/	DM Mipaaf n. 3277 del 16 febbraio 2016 D.M. n. 3277/2017 Determinaz. Dirigenziale n. 830 del 6 marzo 2017
Liguria	set, ott, nov	Roia, Argentina, Leira, Polcevera, Centa, Bormida di Spigno, Bisagno, Scrivia, Entella, Magra, Neva, Orba, Stura, Bisagno, Vobbia, Lavagna, Sturia, Vara, Aulella, Bevera, Nervia, Armea, Argentina, Impero, Arroscia, Bormida di Millesimo, Letimbro, Sansobbia, Teiro, Aveto	64.583.909	11.000.000	L.n. 232 dell'11 dicembre 2016 (Legge di Stabilità 2017) Ord. Comunale (Chiavar) n. 74 del 29 settembre 2016 Ord. Comunale (Chiavar) n. 67 del 14 settembre 2016 Del. Cons. Ministri del 16 dicembre 2016 OCDPC n. 434 dell'11 gennaio 2017
Lazio	nov	Tevere	2.154.781	1.200.000	Del. Cons. Ministri dell'11 aprile 2017 OCDPC n. 453 del 9 maggio 2017 DM Mipaaf n. 5517 del 23 febbraio 2017 DGR n. 33 del 31 gennaio 2017

segue

Regione	Periodo eventi	Bacini coinvolti	Danni stimati €	Fondi erogati €	Provvedimenti legislativi
Friuli-Venezia Giulia	nov	Isonzo, Vipacco, Iudrio, Torre	25.000 (danni scuole)	5.000.000	L.n. 232 dell'11 dicembre 2016 (Legge di Stabilità 2017) LR 29 dicembre 2016, n. 25 (BUR n. 2 del 9 gennaio 2017)
Sicilia	nov	Imera Meridionale, Palma, Bacini minori fra Fiumedinisi e Capo Peloro, Saponara, Naro, Bacini minori fra Capo Peloro e Saponara, Verdura, T. Agrò, Bacini minori fra Agrò e Savoca	18.642.637	22.000.000	Del. Cons. Ministri del 10 febbraio 2017 OCDPC n. 458 dell'1° giugno 2017 OCDPC n. 459 dell'1° giugno 2017
Calabria	nov	Tacina, Allaro, Bonamico, Esaro	110.000.000	22.000.000	Del. Cons. Ministri del 24 maggio 2017

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati di: Dipartimento Nazionale della Protezione Civile; Centri Funzionali Regionali di: Toscana, Marche, Umbria, Calabria; ARPA Liguria; ARPA Piemonte; ARPA Emilia-Romagna; ARPA Calabria; Regione Sicilia; ASSAM; Consorzio LAMMA; Protezione Civile Regione Puglia; Atti e Decreti del Governo della Repubblica (pubblicati su G.U.); Atti e Decreti delle Giunte Regionali; <http://www.protezionecivile.it>; [www.igiornaledellaprotezionecivile.it](http://www.igiornaledellaprotezionecivile.it); <http://polaris.irpi.cnr.it/>

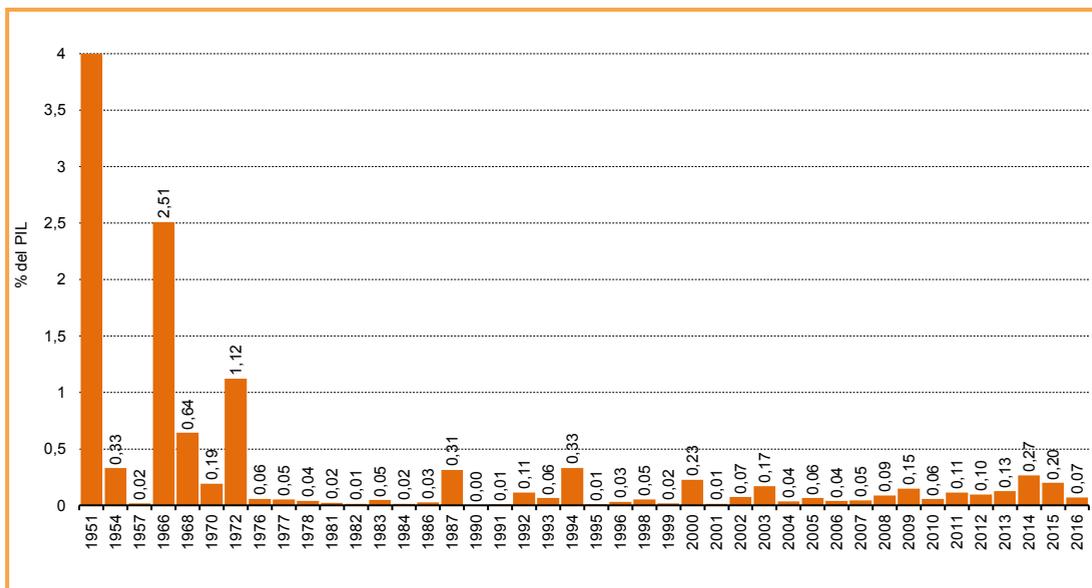


Fonte: Stime ISPRA su base dati ISTAT; CNR-GNDCI Progetto AVI; MiPAAF; Protezione Civile Nazionale; Agenzie di Stampa; [www.ilgiornaledellaprotezionecivile.it](http://www.ilgiornaledellaprotezionecivile.it); Atti e Decreti del Governo della Repubblica (pubblicati su G.U.); Atti e Decreti delle Giunte Regionali (pubblicati sui B.U.R.); Benedini & Gisotti (1990) "Il dissesto idrogeologico". a

**Nota:**

Nel 2016 non sono stati conteggiati i due dispersi rispettivamente dell'evento occorso in Friuli-Venezia Giulia e di quello avvenuto in Sicilia

**Figura 15.24: Vittime delle principali alluvioni avvenute in Italia**



Fonte: Stime ISPRA su base dati ISTAT; CNR-GNDCI Progetto AVI; MiPAAF; Protezione Civile Nazionale; Coldiretti; Agenzie di Stampa; [www.ilgiornaledellaprotezionecivile.it](http://www.ilgiornaledellaprotezionecivile.it); Atti e Decreti del Governo della Repubblica (pubblicati su G.U.); Atti e Decreti delle Giunte Regionali (pubblicati sui B.U.R.); Benedini & Gisotti (1990) "Il dissesto idrogeologico"

**Figura 15.25: Stima del danno complessivo rispetto al PIL delle principali alluvioni avvenute**



Fonte: ARPA Piemonte

**Figura 15.26: Piena del Fiume Tanaro, 25 novembre 2016**



## EVENTI FRANOSI

### DESCRIZIONE

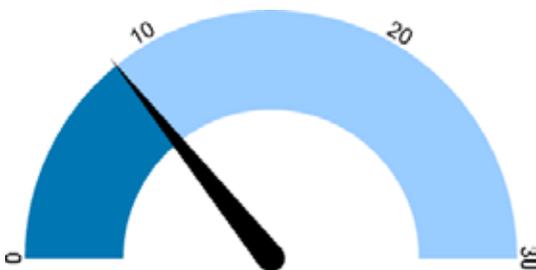
L'indicatore fornisce informazioni sui principali eventi franosi verificatisi sul territorio nazionale nell'ultimo anno. Sono definiti eventi franosi principali quelli che hanno causato vittime, feriti, evacuati e danni a edifici, beni culturali, infrastrutture lineari di comunicazione primarie e infrastrutture/reti di servizi. Un evento franoso principale può riferirsi anche a più frane innescatesi in una determinata area, in un determinato intervallo di tempo (generalmente nelle 24 ore) e causate dallo stesso fattore innescante (evento pluviometrico, terremoto).

I parametri raccolti sono: la data dell'evento, l'ubicazione della frana (località, comune, provincia, regione), la descrizione e i danni.

### SCOPO

Fornire un quadro dei principali eventi franosi verificatisi nell'ultimo anno sul territorio nazionale a seguito di eventi pluviometrici, terremoti o cause antropiche.

### QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



L'indicatore risponde alla domanda di informazione riguardante il numero di eventi di frana principali verificatisi nell'ultimo anno sul territorio nazionale e i danni da essi prodotti. La comparabilità nel tempo e nello spazio sono limitate dalla parziale disomogeneità dei dati e dei metodi di acquisizione.

### OGGETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Raccolta, elaborazione, archiviazione e diffusione dei dati in materia di difesa del suolo e di dissesto idrogeologico riferita all'intero territorio nazionale.

### STATO E TREND

Allo stato attuale non è valutabile un *trend* dell'indicatore per la limitatezza della serie storica disponibile e per una recente modifica nel metodo di acquisizione dei dati. Nel 2016 i principali eventi di frana sono stati 146 e hanno causato 1 vittima, 17 feriti e danni prevalentemente alla rete stradale.

### COMMENTI

L'indicatore, nella presente edizione dell'Annuario, è stato redatto dall'ISPRA con il contributo delle Regioni: Valle d'Aosta, Piemonte, Friuli-Venezia Giulia, Sardegna e della Provincia Autonoma di Bolzano. I dati sono tratti da rapporti tecnici redatti da ISPRA, Regioni e Province Autonome, ARPA, Protezione Civile, Centri Funzionali, CNR, Enti locali, da comunicati stampa Autostrade, ANAS e FS e da fonti di cronaca. I principali eventi di frana, verificatisi nel periodo gennaio - dicembre 2016, sono stati 146 ed hanno causato complessivamente 1 vittima, 17 feriti e danni prevalentemente alla rete stradale (Figura 15.27 e Tabella 15.10). Sono distribuiti su gran parte del territorio italiano ed in particolare in provincia di Bolzano e nelle regioni Lombardia, Piemonte, Liguria, Marche e Sicilia. Tra i principali fenomeni franosi verificatisi nel 2016, si segnalano le frane innescate dalla sequenza sismica che ha interessato l'Italia centrale a partire dal 24/08/2016, tra cui la frana di Pescara del Tronto a ridosso della SS 4 Salaria e la frana alle porte di Visso che ha sbarrato l'alveo del fiume Nera, e le frane innescate dalle intense precipitazioni che hanno interessato la regione Piemonte tra il 21 e il 25 novembre 2016, con particolare riferimento alle province di Torino e Cuneo.

Le province più colpite sono state Bolzano, Messina, Genova e Salerno con più di 35 eventi franosi principali (Figura 15.28).

Relativamente alla quantificazione economica dei danni causati da frane e alle risorse stanziare, sono disponibili generalmente soltanto i dati aggregati alluvioni + frane (vedi tabelle Indicatore ADA Eventi alluvionali) e non è possibile ricavare il dato per evento franoso o il totale annuale.

Tabella 15.10: Principali eventi di frana nel periodo gennaio – dicembre 2016

Data	Località	Comune	Provincia	Regione/ Provincia autonoma	Descrizione	Persone evacuate	Feriti	Vittime	Danni a edifici beni culturali e paesaggistici	Danni a infrastrutture di comunicazione primaria	Danni a infrastrutture/ reti di servizi	Ordinanze
06/01/2016	M.te Cocuzzo	Mendicino	CZ	Calabria	A causa delle forti piogge, una frana ha interrotto il traffico veicolare lungo la strada provinciale Cirisafra-Forze add.	-	-	-	-	SP 45	-	
06/01/2016	SS 163	Amalfi	SA	Campania	Un masso di grosse dimensioni è caduto su un costone roccioso a un'altura di circa 100 metri. Il costone è crollato provocando 163 che colgono Amalfi e Minori.	-	-	-	-	SP 163	-	
08/01/2016	Spignana	San Marcello Pistoiese	PT	Toscana	Alcuni massi staccatisi da un versante sono crollati colpendo due ragazzi.	-	1	-	-	-	-	

Fonte: ISPRA

**FAC-SIMILE**

**Dati disponibili sulla "Banca dati Indicatori annuario"  
http://annuario.isprambiente.it**

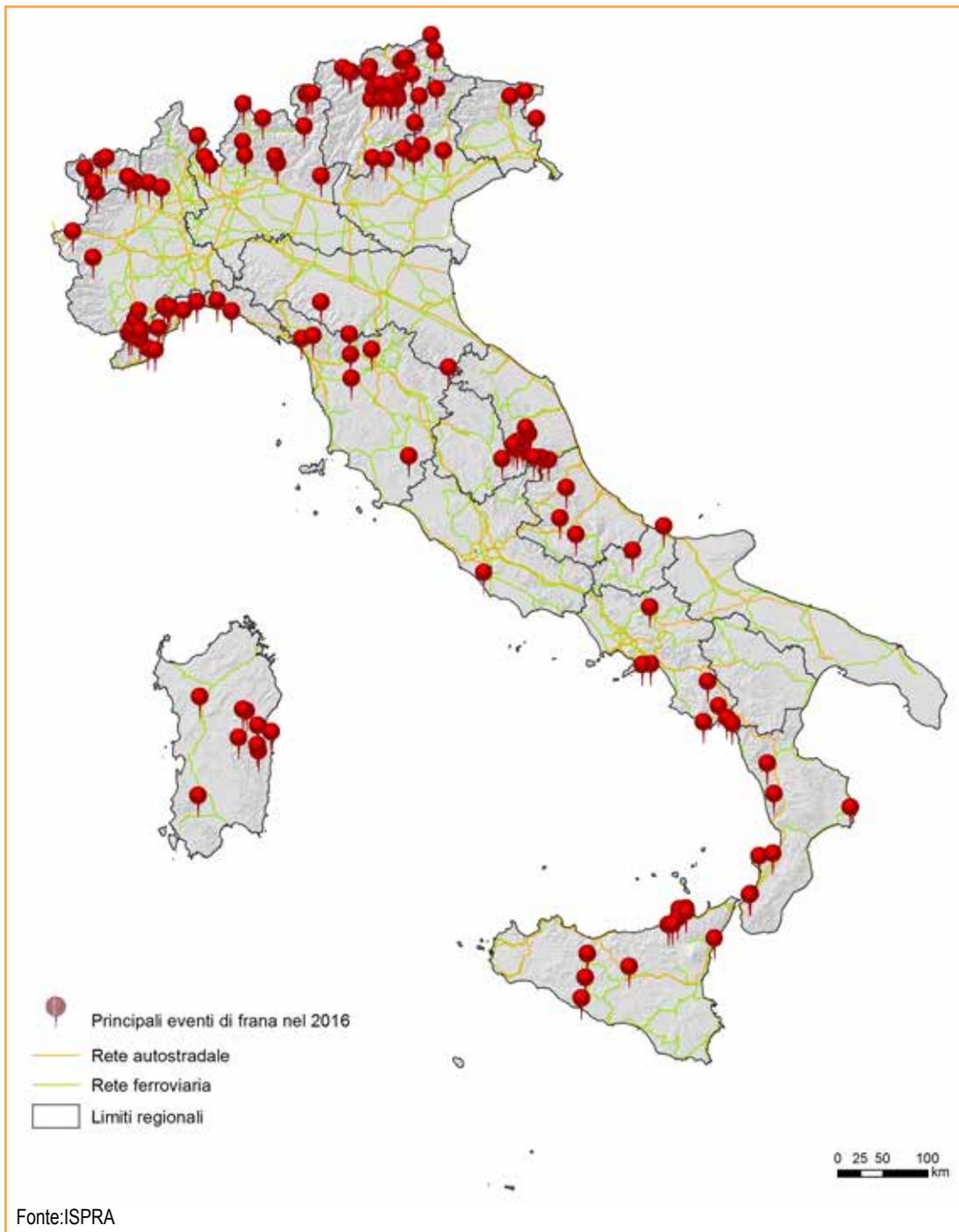


Figura 15.27: Principali eventi di frana nel periodo gennaio – dicembre 2016

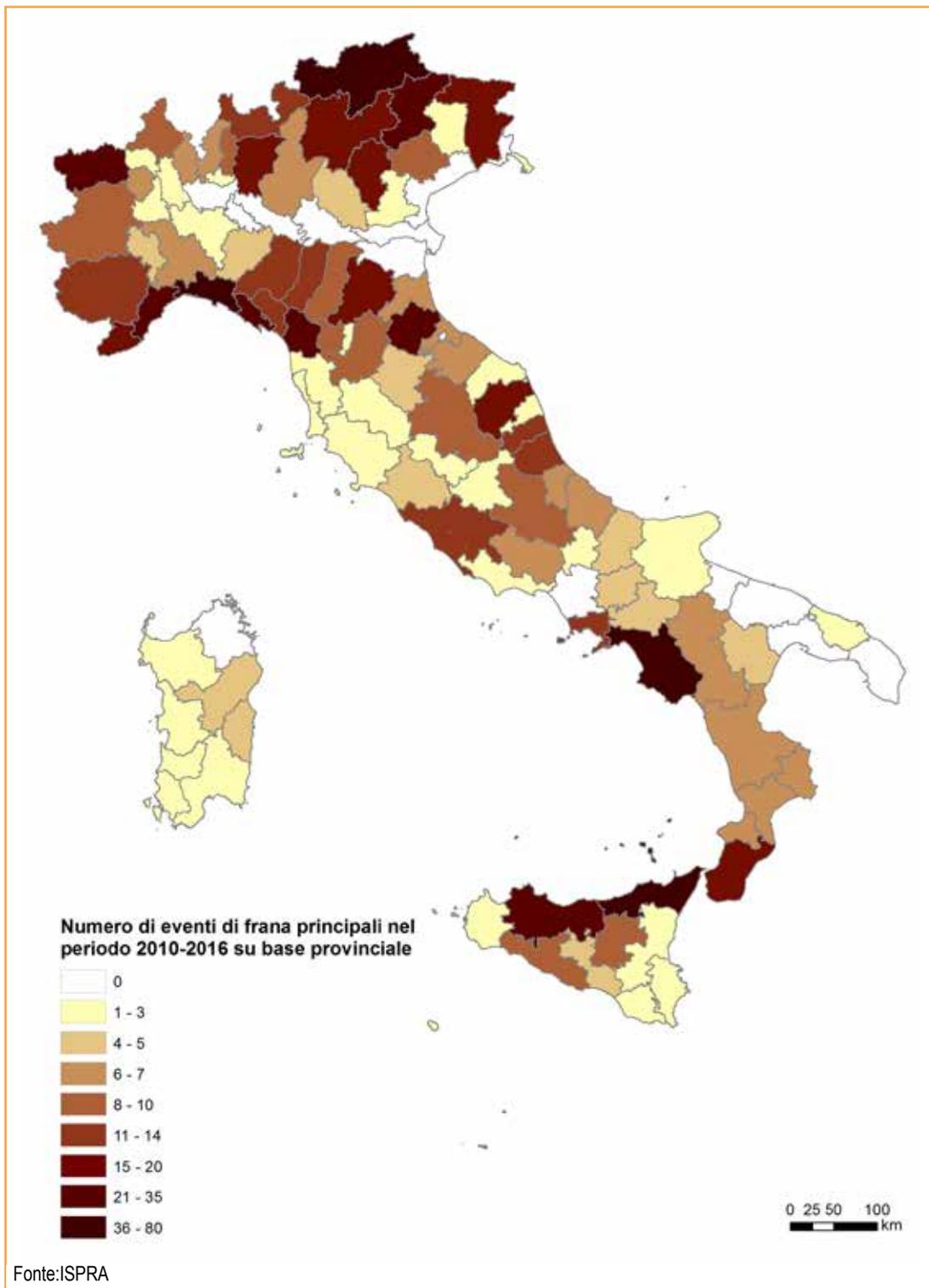


Figura 15.28: Numero di eventi di frana principali nel periodo 2010-2016 su base provinciale



# INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI D'ITALIA (IFFI)

## DESCRIZIONE

L'indicatore fornisce informazioni sul numero e sulla distribuzione delle frane in Italia sulla base dei dati contenuti nell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (Progetto IFFI), realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni e Province autonome.

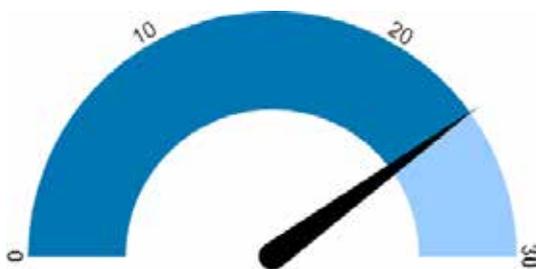
L'Italia è il paese europeo maggiormente interessato da fenomeni franosi con oltre 600.000 frane delle quasi 900.000 censite in Europa (Indagine EuroGeoSurveys). Le frane sono estremamente diffuse a causa delle caratteristiche geologiche e morfologiche del territorio italiano, che è per il 75% montano-collinare.

L'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia ha l'obiettivo di identificare e perimetrare le frane sul territorio italiano secondo modalità standardizzate e condivise. La banca dati è costituita da una cartografia informatizzata a scala 1:10.000 e da un database alfanumerico che si basa sulla "Scheda Frane IFFI", articolata su tre livelli di approfondimento progressivo. Ogni frana è univocamente identificata sull'intero territorio nazionale attraverso un codice identificativo (ID-Frana).

## SCOPO

Fornire un quadro completo e omogeneo della distribuzione dei fenomeni franosi sul territorio nazionale. L'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia rappresenta un utile strumento conoscitivo di base per la valutazione della pericolosità da frana, per la pianificazione territoriale e per la programmazione degli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



I dati sono raccolti, archiviati ed elaborati su tutto il territorio nazionale attraverso una metodologia standardizzata che si basa sull'utilizzo di più tecniche di acquisizione (aerofotointerpretazione, rilievi di campagna, monitoraggio strumentale) e di diverse fonti di informazione. I dati vengono, poi, sottoposti a più processi di validazione. L'indicatore risponde pienamente alla domanda di informazione riguardante il numero, la distribuzione dei fenomeni franosi e le principali tipologie di movimento. È semplice, facile da interpretare e risulta comparabile nel tempo e nello spazio. Inoltre, fornisce un importante supporto ai processi decisionali per definire le strategie di mitigazione del rischio da frana e le priorità di intervento.

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Realizzazione della Carta inventario dei fenomeni franosi in Italia (Delibera del Comitato dei Ministri per i servizi Tecnici e gli interventi nel settore della difesa del suolo - 17/01/1997).

Raccolta, elaborazione, archiviazione e diffusione dei dati in materia di difesa del suolo e di dissesto idrogeologico riferita all'intero territorio nazionale (art. 55 del D.Lgs. 152/2006 "Norme in materia ambientale").

Aggiornamento dell'Inventario dei fenomeni franosi in Italia (art. 6 comma 1 lettera g della L. 132/2016).

## STATO E TREND

Allo stato attuale delle conoscenze non è definibile un *trend* sull'indicatore in quanto non si dispone di una serie temporale significativa di parametri per un numero sufficiente di frane.

## COMMENTI

Le frane censite nell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia sono 620.796 e interessano un'area di circa 23.700 km<sup>2</sup>, pari al 7,9% del territorio nazionale. Un quadro sulla distribuzione delle frane in Italia può essere ricavato dall'indice di franosità, dato dal rapporto tra l'area in frana e l'area totale, calcolato su una maglia di lato 1 km (Figura 15.29). I dati sono aggiornati al 2016 per le regioni: Emilia-Romagna, Friuli-Venezia Giulia, Liguria, Piemonte, Sicilia, Umbria, Valle d'Aosta e per la Provincia autonoma di Bolzano; al 2015 per la Toscana; al 2014 per la Basilicata e la Lombardia. Per le restanti regioni i dati sono aggiornati al 2007.

L'indice di franosità montano-collinare (Tabella 15.11), che esprime l'incidenza della franosità sul territorio regionale potenzialmente interessato da fenomeni franosi, è stato calcolato utilizzando, oltre all'area in frana, il Modello orografico d'Italia semplificato (Rapporto sulle frane in Italia, Rapporti APAT 78/2007).

Le tipologie di movimento più frequenti, classificate in base al tipo di movimento prevalente, sono gli scivolamenti rotazionali/traslativi (31,91%), i colamenti rapidi (14,95%), i colamenti lenti (12,73%), i movimenti di tipo complesso (9,53%) e le aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi (8,94%) (Figura 15.30).

Gran parte dei fenomeni franosi presentano delle riattivazioni nel tempo; spesso a periodi di quiescenza di durata pluriennale o plurisecolare si alternano, in occasione di eventi pluviometrici intensi, periodi di rimobilizzazione. I fenomeni di neoformazione sono più frequenti nelle tipologie di movimento a cinematismo rapido, quali crolli o colate di fango e detrito. Le precipitazioni brevi e intense e quelle persistenti sono i fattori più importanti per l'innescare dei fenomeni di instabilità. I fattori antropici assumono un ruolo sempre più determinante tra le cause predisponenti, con azioni sia dirette, quali tagli stradali, scavi, sovraccarichi dovuti a edifici o rilevati stradali o ferroviari, che indirette quali ad esempio la mancata manutenzione del territorio e delle opere di difesa del suolo.

L'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia è consultabile su Internet dal 2005, mediante un sistema WebGIS dedicato, che consente di visualizzare, oltre alla cartografia delle frane, anche documenti, foto e filmati. Dal 2006 è disponibile anche il Servizio WMS (*Web Map Service*) conforme

agli *standard* OGC e alla Direttiva INSPIRE sulla interoperabilità e condivisione dei dati.

La Figura 15.31 riporta l'incremento del numero di frane contenute nella banca dati dell'Inventario IFFI nel periodo gennaio 2001 – dicembre 2016. Tale incremento è legato principalmente all'attività di raccolta, archiviazione e integrazione delle informazioni sulle frane e solo in parte ai dati sui fenomeni franosi verificatisi nel corso di ciascun anno. Il Progetto IFFI è stato attuato mediante convenzioni tra il Servizio Geologico d'Italia e le Regioni/Province autonome nel periodo 2001-2005, tra APAT e Regioni/Province autonome nel periodo 2005-2008. Dal 2008 sono stati inseriti in banca dati, ove disponibili, gli aggiornamenti trasmessi dalle Regioni/Province autonome.

**Tabella 15.11: Parametri principali - Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (Progetto IFFI)**

Regione/Provincia autonoma <sup>a</sup>	Fenomeni franosi	Densità dei fenomeni franosi	Area interessata da fenomeni franosi	Indice di Franosità <sup>b</sup>	Indice di Franosità su territorio montano-collinare
	n.	n./100 km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	%	%
Piemonte	36.789	145	2.410	9,5	12,8
Valle d'Aosta	5.812	178	607	18,6	18,6
Lombardia	142.004	595	3.876	16,2	34,1
<i>Bolzano-Bozen<sup>c</sup></i>	<i>7.194</i>	<i>97</i>	<i>626</i>	<i>8,5</i>	<i>8,6</i>
<i>Trento</i>	<i>9.385</i>	<i>151</i>	<i>888</i>	<i>14,3</i>	<i>14,6</i>
Veneto	9.476	51	233	1,3	3,2
Friuli-Venezia Giulia	5.792	74	526	6,7	11,8
Liguria	13.475	249	536	9,9	10,1
Emilia-Romagna	79.893	356	2.738	12,2	24,4
Toscana	115.626	503	2.541	11,1	13,1
Umbria	34.565	408	653	7,7	8,7
Marche	39.833	424	1.723	18,3	19,9
Lazio	10.548	61	400	2,3	2,9
Abruzzo	8.493	78	1.242	11,5	11,9
Molise	23.940	537	624	14,0	14,8
Campania	23.430	171	977	7,1	8,8
Puglia	843	4	84	0,4	1,0
Basilicata	17.675	175	774	7,7	8,2
Calabria <sup>d</sup>	10.100	66	885	5,8	6,4
Sicilia	24.400	94	1.238	4,8	5,5
Sardegna	1.523	6	186	0,8	0,9
<b>ITALIA</b>	<b>620.796</b>	<b>206</b>	<b>23.767</b>	<b>7,9</b>	<b>10,6</b>

Fonte: ISPRA

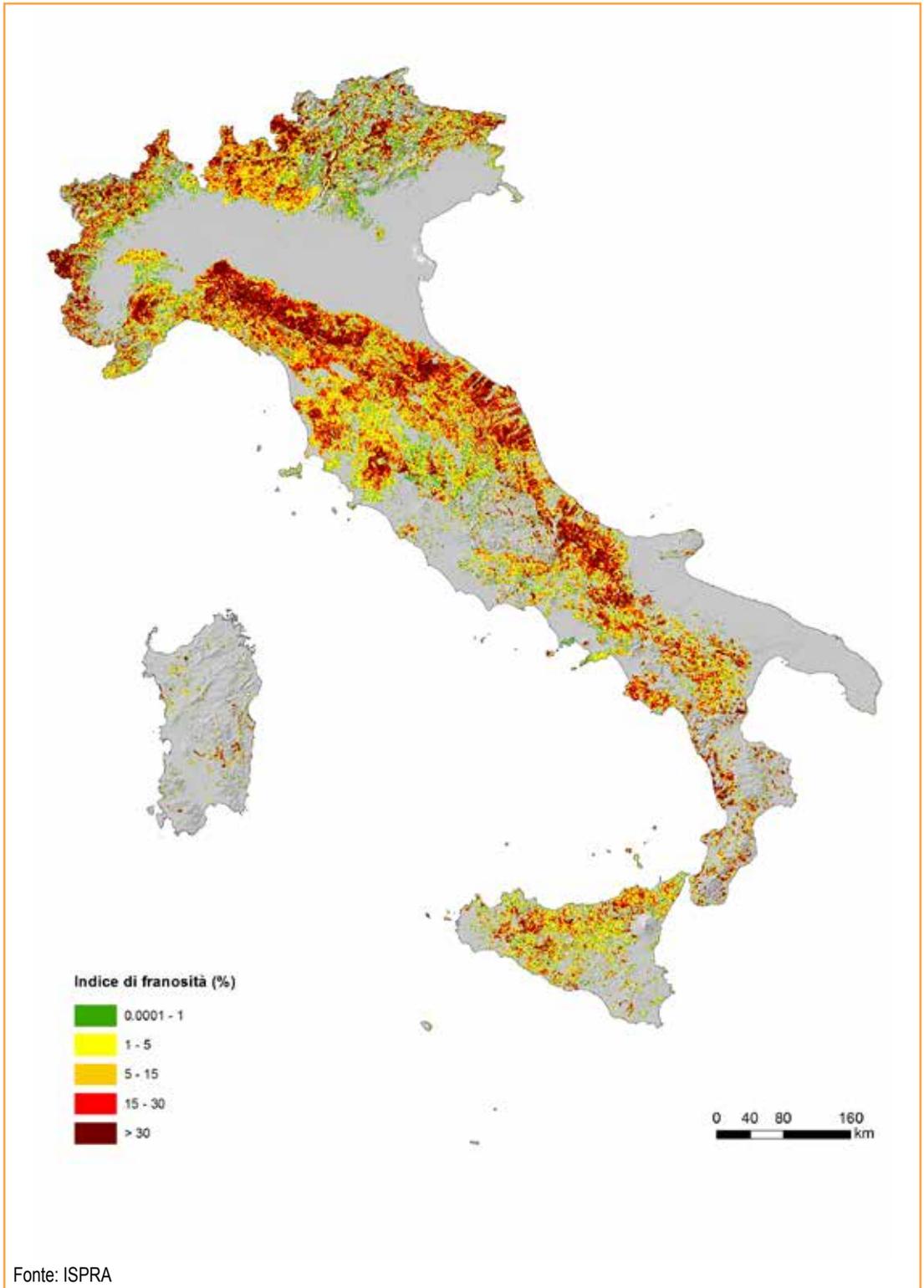
**Legenda:**

<sup>a</sup> I dati sono aggiornati al 2016 per le regioni Emilia-Romagna, Friuli-Venezia Giulia, Liguria, Piemonte, Sicilia, Umbria, Valle d'Aosta e per la Provincia autonoma di Bolzano; al 2015 per la regione Toscana; al 2014 per le regioni Basilicata e Lombardia. Per le restanti regioni i dati sono aggiornati al 2007;

<sup>b</sup> L'indice di franosità esprime il rapporto tra l'area in frana e l'area totale;

<sup>c</sup> La Provincia autonoma di Bolzano ha censito nell'inventario solo le aree soggette a crolli o a frane superficiali diffuse la cui area di influenza insiste su aree abitate o su infrastrutture di rilevanza comunale o attività turistiche strategiche;

<sup>d</sup> I dati relativi alla Calabria risultano sottostimati rispetto alla reale situazione di dissesto poiché, a oggi, la Regione Calabria - Autorità di Bacino Regionale ha effettuato l'attività di censimento dei fenomeni franosi prevalentemente nelle aree in cui sorgono centri abitati o interessate dalle principali infrastrutture lineari di comunicazione



**Figura 15.29: Indice di franosità sul territorio nazionale**

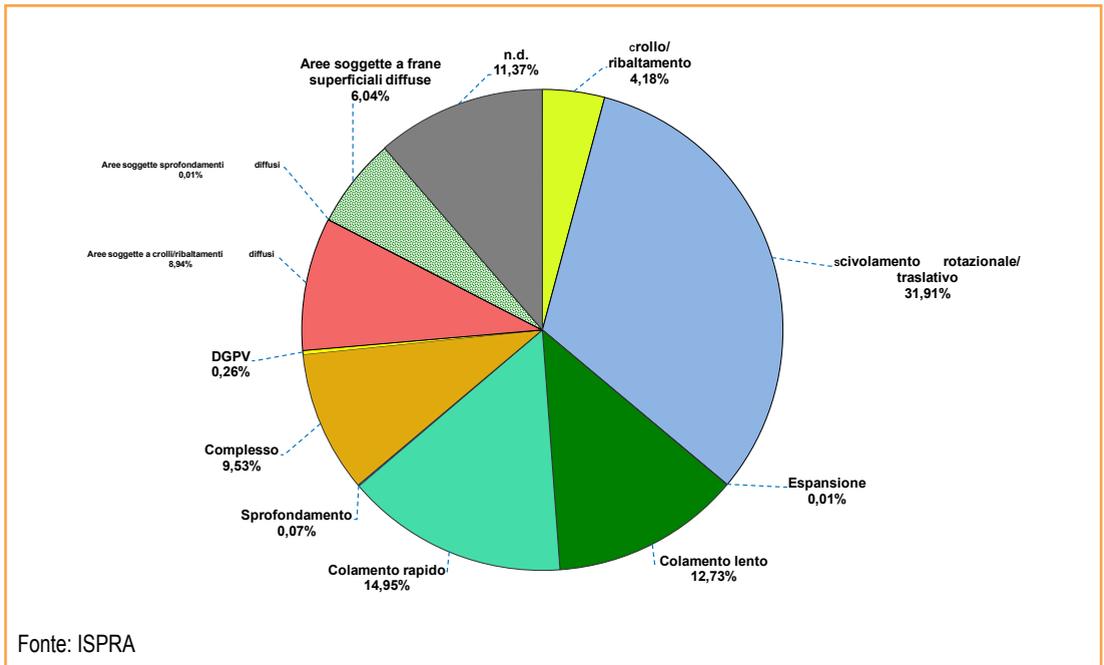


Figura 15.30: Distribuzione percentuale delle tipologie di movimento

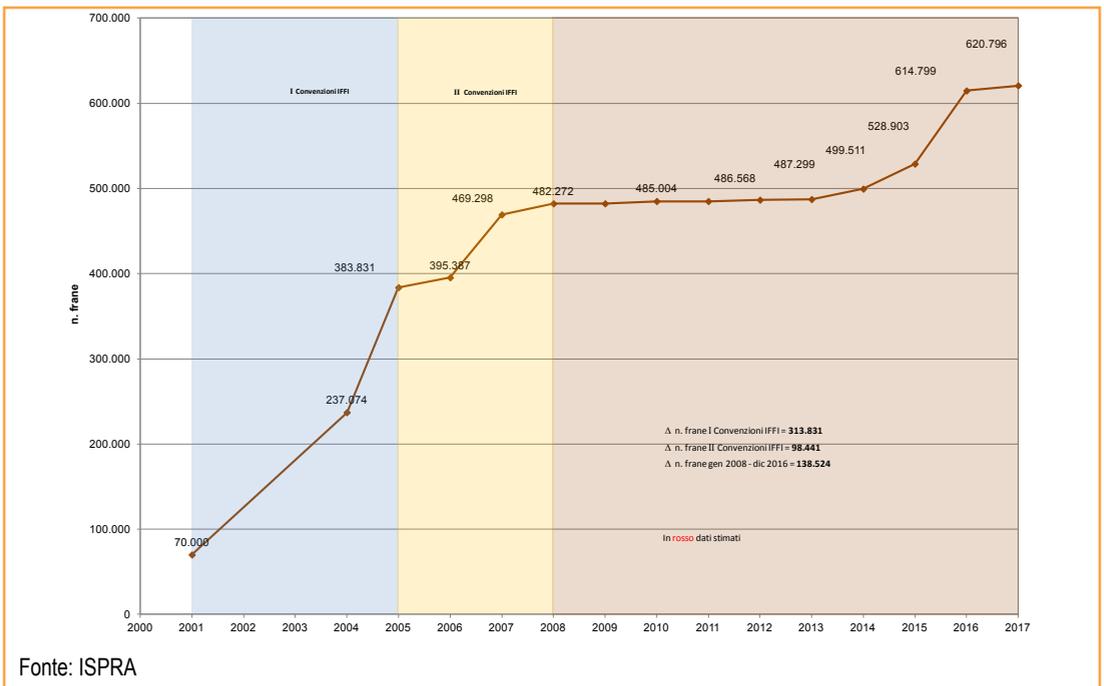


Figura 15.31: Numero di frane contenute nella banca dati dell'Inventario nel periodo gennaio 2001 – dicembre 2016



## DESCRIZIONE

L'indicatore fornisce informazioni sui beni culturali a rischio idrogeologico sul territorio nazionale. La stima è stata effettuata utilizzando come dati di *input*:

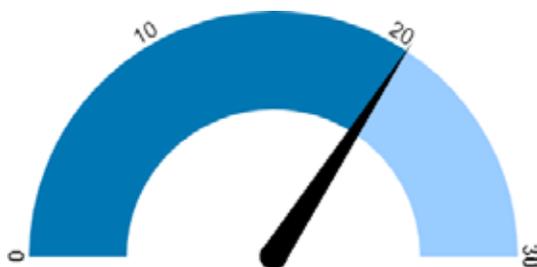
- I beni architettonici, monumentali e archeologici della banca dati VIR - Vincoli In Rete (versione banca dati del 21/06/2017) curata dall'ISCR (Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro);
- La mosaicatura ISPRA delle aree a pericolosità da frana (versione 2.0 del 12/07/2016) dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI) armonizzata in 5 classi (pericolosità molto elevata P4, elevata P3, media P2, moderata P1 e delle aree di attenzione AA);
- La mosaicatura ISPRA (versione 3.0 del 25/05/2015) delle aree a pericolosità idraulica elevata P3 con tempo di ritorno fra 20 e 50 anni (alluvioni frequenti), a pericolosità media P2 con tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (alluvioni poco frequenti) e a pericolosità bassa P1 (scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi) (D.Lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE), redatte dalle Autorità di Bacino, Regioni e Province autonome.

Le aree a pericolosità da frana dei PAI includono, oltre alle frane già verificatesi, anche le zone di possibile evoluzione dei fenomeni e le zone potenzialmente suscettibili a nuovi fenomeni franosi.

## SCOPO

Fornire un quadro sui beni culturali a rischio frane e alluvioni in Italia.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



L'indicatore, che fornisce una base per confronti a livello internazionale, risponde alla domanda di informazione riguardante i beni culturali esposti a frane e alluvioni in Italia. La comparabilità nello spazio è ottima in quanto la metodologia è standardizzata.

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Raccolta, elaborazione, archiviazione e diffusione dei dati in materia di difesa del suolo e di dissesto idrogeologico riferita all'intero territorio nazionale (art. 55 del D. Lgs. 152/2006 "Norme in materia ambientale").

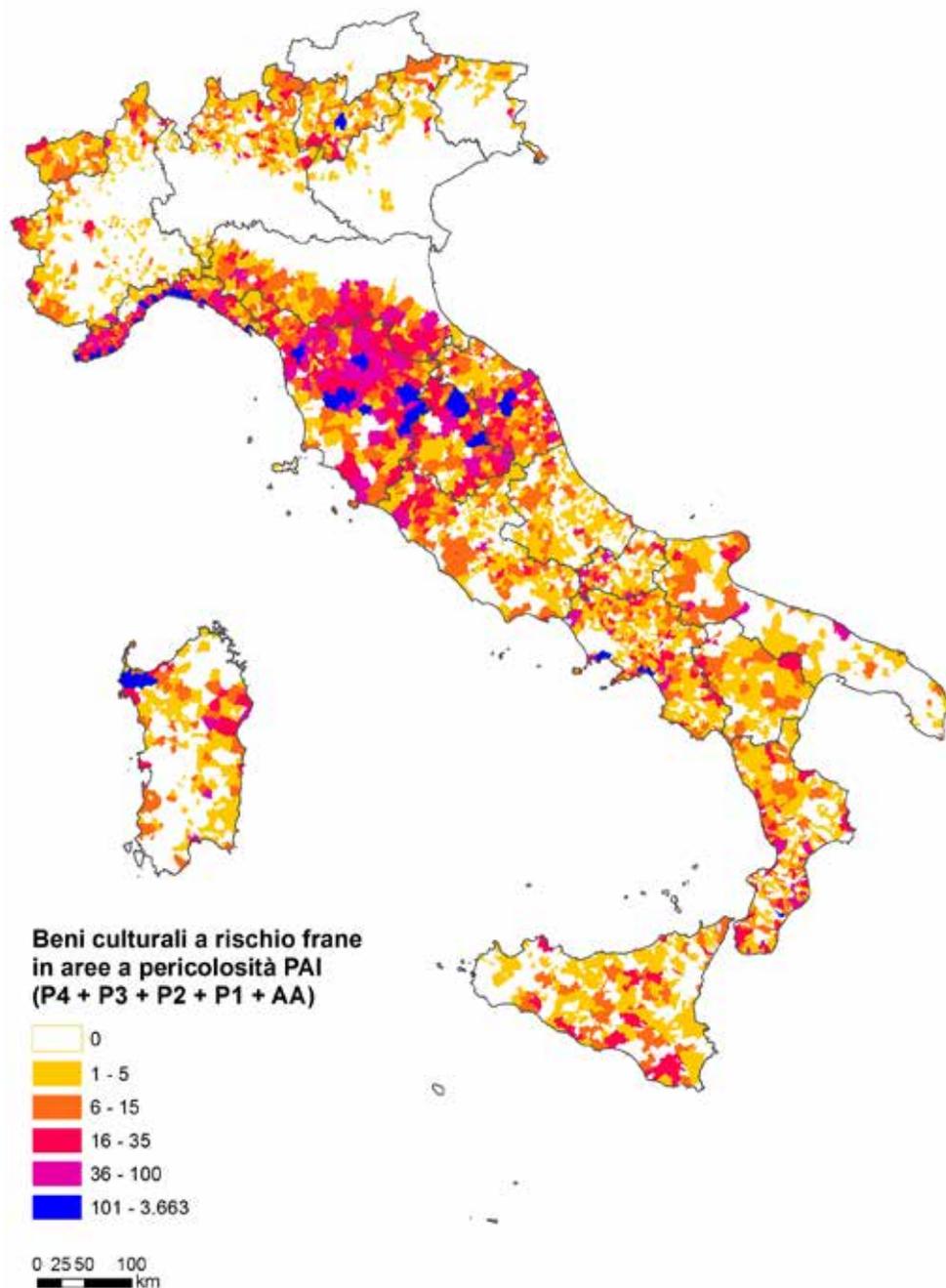
## STATO E TREND

Allo stato attuale non è valutabile un *trend* sull'indicatore.

## COMMENTI

I beni culturali a rischio frane in Italia sono 38.829 pari al 18,9% del totale. Se consideriamo le classi di pericolosità elevata P3 e molto elevata P4 i beni culturali esposti sono 10.909 pari al 5,3% del totale (Figura 15.32).

I beni culturali a rischio alluvioni in Italia sono 12.989 (6,3% del totale) nello scenario di pericolosità idraulica elevata P3, 30.424 (14,8%) nello scenario di pericolosità idraulica media P2 (Figura 15.33) e 40.393 (19,7%) nello scenario di pericolosità bassa P1, ovvero lo scenario con la più bassa probabilità di accadimento e la massima estensione delle aree inondate.



Fonte: ISPRA

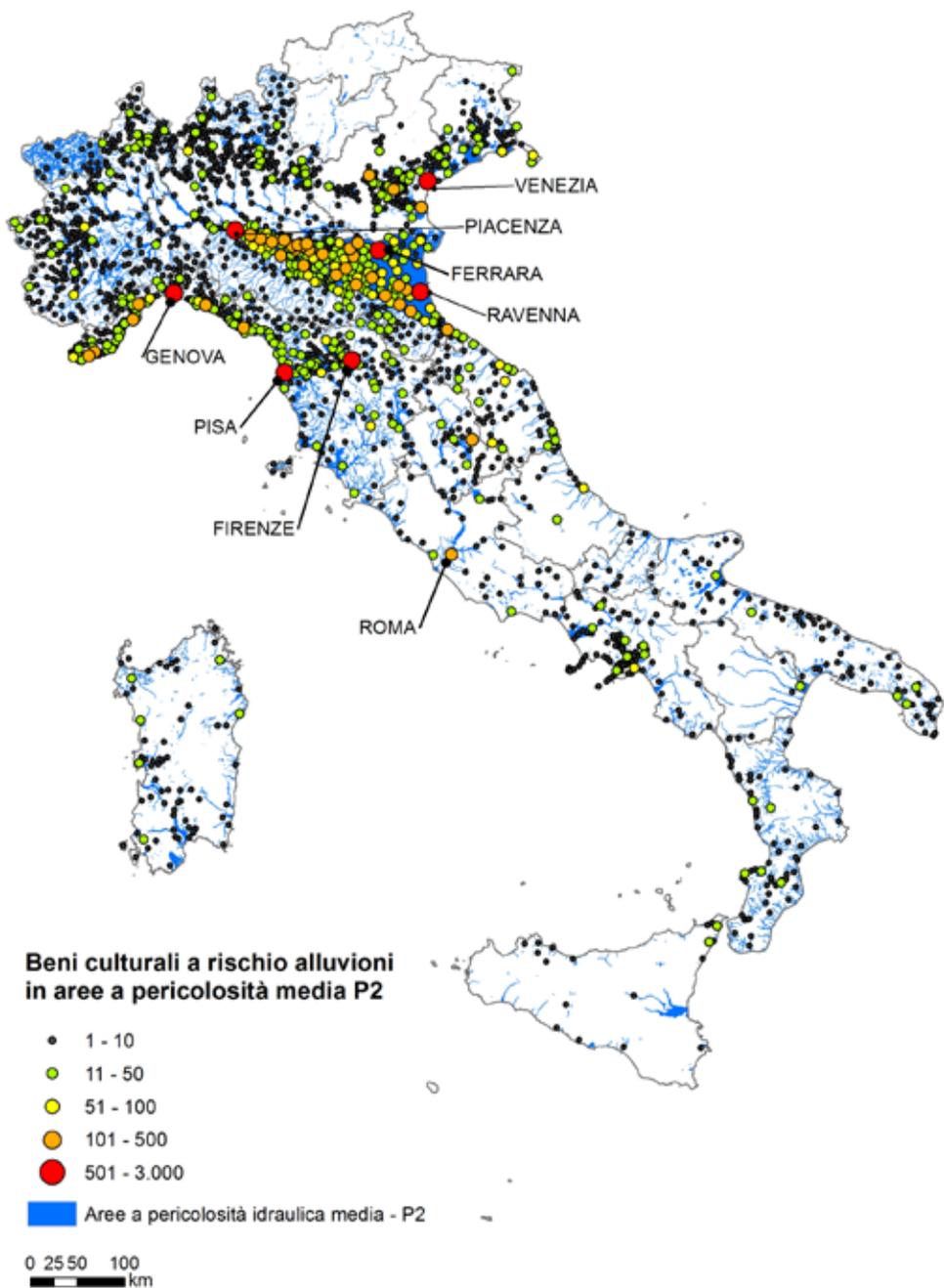
**Legenda:**

P4: pericolosità molto elevata; P3: pericolosità elevata; P2: pericolosità media; P1: pericolosità moderata;

AA: aree di attenzione

PAI: Piani di Assetto Idrogeologico

**Figura 15.32: Beni culturali a rischio in aree a pericolosità da frana PAI su base comunale**



Fonte: ISPRA

**Figura 15.33: Beni culturali a rischio alluvioni in aree pericolosità media P2 (tempo di ritorno tra 100 e 200 anni) su base comunale**



## AREE SOGGETTE AI SINKHOLES

### DESCRIZIONE

L'indicatore in oggetto consente di rappresentare le aree suscettibili a fenomeni di sprofondamento improvviso, noti in letteratura come *sinkholes*. I *sinkholes* sono voragini che si originano nei terreni repentinamente e in maniera catastrofica; essi sono suddivisi in due grandi tipologie: *sinkholes* di origine naturale e *sinkholes* di origine antropogenica.

I primi si originano per cause naturali dipendenti dal contesto geologico-idrogeologico dell'area; i *sinkholes* antropogenici sono, invece, causati direttamente dall'azione dell'uomo.

I *sinkholes* naturali sono connessi per lo più a processi carsici di dissoluzione delle rocce e in misura minore a processi di erosione - liquefazione (*piping sinkholes*). Quest'ultima tipologia risulta la più pericolosa e imprevedibile; essa interessa prevalentemente le aree di pianura. Si tratta, in ambo i casi, di voragini di forma sub-circolare, con diametro e profondità variabili da pochi metri a centinaia di metri, che si aprono nei terreni nell'arco di poche ore. I processi che originano questi fenomeni sono molto complessi e talvolta di difficile definizione, non riconducibili alla sola gravità, alla dissoluzione carsica, ma a una serie di cause predisponenti e innescanti: fenomeni di liquefazione, presenza di cavità nel sottosuolo anche a notevole profondità, copertura costituita di terreni facilmente asportabili, presenza di lineamenti tettonici, faglie o fratture, risalita di  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{S}$ , eventi sismici, eventi pluviometrici importanti, attività antropica emungimenti, estrazioni, scavi, ecc. In relazione ai suddetti fattori genetici e alle modalità di propagazione del fenomeno (dal basso verso l'alto all'interno dei terreni di copertura) i *sinkholes* vengono classificati in varie tipologie.

I *deep piping sinkholes*, sono i più peculiari, e si verificano nelle pianure alluvionali o costiere del territorio italiano, dando origine a voragini con diametri che possono superare i cento metri.

I *sinkholes* naturali possono essere colmati di acqua: accade spesso, infatti, che dopo la formazione di uno sprofondamento, l'acqua di falda o l'acqua di risalita dall'acquifero profondo si riversi nella cavità, dando a questa la fisionomia di un piccolo lago. Le acque presenti, spesso mineralizzate,

possono essere alimentate dalla falda superficiale e/o da sorgenti al fondo della cavità.

I *sinkholes* antropogenici sono causati dalle attività umane (*anthropogenic sinkholes*), sono dovuti cioè al collasso di cavità artificiali presenti nel sottosuolo o da disfunzioni nella rete di sottoservizi. Questi si concentrano nelle aree dove l'urbanizzazione è stata più massiccia e dove si sono sviluppate nei secoli pratiche di escavazione del sottosuolo per diversi scopi.

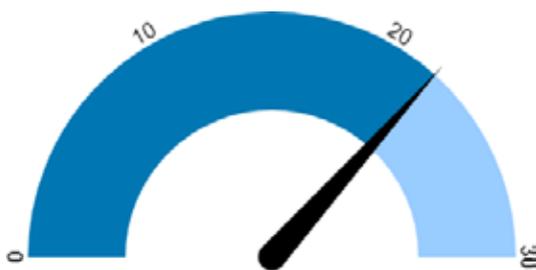
È stato compiuto dall'ISPRA un censimento dei *sinkholes* naturali nelle aree di pianura del territorio italiano; il censimento oggi è a buon livello di aggiornamento.

Inoltre, da alcuni anni è in corso un censimento degli sprofondamenti antropogenici nei centri urbani. Quest'ultimo database è in corso di lavorazione.

### SCOPO

Censire tutti gli episodi di sprofondamento naturale e antropogenico e definire le aree a rischio sprofondamento sul territorio nazionale. Queste ultime sono porzioni di territorio che sono individuate in base alla concentrazione di eventi di sprofondamento e in base alla presenza di fattori predisponenti e innescanti (sorgenti sulfuree, faglie, carsismo, cavità sotterranee, terreni particolarmente erodibili, epicentri di terremoti ecc.)

### QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



L'indicatore è rilevante dal punto di vista ambientale e mostra una buona accuratezza della qualità dell'informazione. Si dispone infatti di serie temporali lunghe alcuni secoli. Le serie storiche sono poi ancora più accurate per i *sinkholes* antropogenici. Per alcune città si dispone di serie storiche a partire

dalla fine del 1800. Per quanto riguarda la comparabilità nel tempo e nello spazio solo dal 2000 si dispone di database e metodologie condivise, prima si doveva ricorrere alla letteratura esistente in materia.

## **OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA**

Non applicabile.

## **STATO E TREND**

I *sinkholes* naturali e antropogenici, censiti e studiati dall'ISPRA, sono stati classificati utilizzando i criteri in uso in Italia. I risultati ottenuti negli ultimi anni di ricerche permettono di affermare che le aree suscettibili, individuate sulla base della presenza di episodi di sprofondamento e di contesti geologici-idrogeologici predisponenti, sono concentrate sul medio versante tirrenico e in particolare nel Lazio, in Abruzzo, in Campania e in Toscana. Il versante adriatico, a esclusione del Friuli-Venezia Giulia, a causa del proprio assetto geologico-strutturale, non è interessato da questo tipo di *sinkholes*, così come l'arco Alpino e le Dolomiti. In Italia settentrionale (territorio ancora non interessato dai sopralluoghi e dove è in corso il censimento) le condizioni sono differenti. Nelle pianure del Veneto e in Emilia-Romagna, soprattutto in Pianura Padana alla confluenza del Po con l'Adige, sono presenti numerosi piccoli laghi di forma sub-circolare la cui formazione è imputabile a processi di evorsione (fenomeni erosivi legati a turbolenze ad asse verticale) a carico di corpi sedimentari caratterizzati da discreti spessori di materiali sabbiosi e/o a processi di liquefazione e suffosione. In Pianura Padana sono, inoltre, diffuse voragini di piccolo diametro e modesta profondità i cui meccanismi genetici di innesco sono ancora in fase di studio. Nelle pianure e conche interne del Veneto, del Friuli-Venezia Giulia, della Provincia autonoma di Bolzano i fenomeni di sprofondamento sono strettamente controllati dalla dissoluzione di litotipi evaporitici e carbonatici che si rinvergono al di sotto di una copertura generalmente di modesto spessore, riconducibili pertanto a tipologie di *cover-collapse sinkhole*. I fenomeni in Calabria, invece, sono riconducibili a piccole cavità, oggi ricolmate, di difficile ubicazione, originatesi nella totalità dei casi durante eventi sismici e connesse a fenomeni di liquefazione dei terreni. Il contesto geologico appare sostanzial-

mente differente in Sicilia e in Puglia, in cui i casi di sprofondamento sono condizionati dalla presenza di terreni evaporitici (gesso e sale) o calcarei e da coperture argillose o sabbiose di spessore più modesto. I *sinkholes* naturali, cioè connessi al carsismo e alla circolazione idrogeologica del territorio, sinora censiti nelle aree di pianura sono più di 1.500 e sono state individuate circa 200 aree a rischio sprofondamento naturale. Per quanto riguarda le voragini che si formano nei centri urbani per cause antropiche è stato svolto un primo censimento degli eventi registrati nei piccoli e medi centri urbani italiani negli ultimi quattro anni (Tabella 15.13), a cui è stato affiancato un primo censimento degli sprofondamenti nelle grandi aree metropolitane e in alcuni capoluoghi di provincia (Figura 15.35). I numeri riguardanti i *sinkholes* antropogenici sono molto più elevati: oltre 3.500 nei capoluoghi di provincia e circa 1.000 nei piccoli e medi centri urbani. Tra le aree metropolitane più interessate dal fenomeno risultano: Roma, Napoli e Cagliari. Circa 3.000 fenomeni di sprofondamento sono stati registrati a Roma, alcune centinaia a Napoli e 66 a Cagliari. In queste città è stato compiuto uno studio di dettaglio, ricostruendo le serie storiche (Figura 15.36) per individuare i quartieri e le aree più vulnerabili del territorio urbano. A Roma le aree più sensibili sono ubicate nella porzione orientale della città, in particolare i Municipi V (Casilino-Quadraro), VII (Tuscolano - Appio - Latino), IV (Tiburtino) e VIII (Grotta Perfetta), nonché il centro storico, Municipio I (Aventino Esquilino). A Napoli i *sinkholes* si concentrano nelle aree del centro storico e sono strettamente connessi al prelievo dei materiali dal sottosuolo a scopo edilizio (tufo giallo). Per le grandi città i dati registrati, sino ad ora, costituiscono buone serie storiche che mostrano una maggiore frequenza di eventi registrati durante gli anni del boom economico. Negli ultimi dieci anni è aumentata la frequenza del fenomeno in molte città, negli ultimi quattro anni il fenomeno si è stabilizzato. Nel 2016 la frequenza degli eventi antropogenici nelle grandi città è rimasta pressoché costante rispetto all'anno precedente.

## **COMMENTI**

Sul territorio italiano si verificano episodi di sprofondamento che danno luogo a voragini, di diametro e profondità variabile. Tali fenomeni, si verificano da tempi storici, quando le cause e

i meccanismi genetici di innesco erano ancora sconosciuti. Le fonti storiche ci confermano, infatti, che gli sprofondamenti catastrofici erano già noti in epoca romana, e con frequenza centennale hanno interessato le medesime aree, laddove i primi fenomeni erano stati obliterati artificialmente o naturalmente.

Nelle pianure italiane sono frequenti i fenomeni di sprofondamento naturale, qualche volta strettamente connessi ai processi carsici (quando lo spessore della copertura terrigena è contenuto in pochi metri) altre volte correlati ad altre, più complesse, cause. In quest'ultimo caso è presente una potente copertura di terreni sedimentari semi-permeabili al tetto del *bedrock*. A livello nazionale, nell'ambito del progetto *Sinkhole*, sinora ne sono stati censiti più di 1.500 diversamente distribuiti.

I *sinkholes* censiti si concentrano in aree di pianura, in conche intramontane, in valli alluvionali e in pianure costiere; subordinatamente alcuni fenomeni sono stati rinvenuti su fasce pedemontane di raccordo con aree di pianura e in piccole depressioni intracollinari.

I *sinkholes* naturali sono stati raggruppati in alcune aree a rischio per le varie regioni italiane (Figura 15.34). È stata ipotizzata la connessione di molti dei fenomeni censiti con meccanismi di risalita di fluidi ( $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{S}$ ) e con falde acquifere in pressione nel sottosuolo. La distribuzione dei fenomeni più peculiari su aree vaste ha permesso, poi, di riconoscere allineamenti di *sinkholes* e di aree suscettibili lungo segmenti di faglie e lungo lineamenti tettonici di importanza regionale (la linea Ortona-Roccamonfina, la faglia dell'Aterno, la faglia bordiera dei Lepini, la linea Fiamignano-Micciani e il suo prolungamento fino alla piana del Fucino, la linea Ancona-Anzio). Per quanto riguarda, invece, le cause innescanti, per una buona percentuale di casi è stata riscontrata una stretta correlazione tra eventi sismici e innesco del fenomeno, la risposta del terreno alle sollecitazioni è avvenuta nell'arco delle 24 ore, ma alcuni casi studiati mostrano che lo sprofondamento può avvenire anche una decina di giorni dopo l'evento sismico. In misura minore è stata riscontrata una correlazione con l'infiltrazione d'acqua nel sottosuolo e, dunque, con l'oscillazione della falda (alternanze di periodi secchi e piovosi).

In ciascuna area sono presenti forme attive (con diametri e profondità molto variabili) e/o ricolmate.

Nei centri urbani sono frequenti gli sprofondamenti di tipo antropogenico, connessi, per lo più alla

presenza di cavità sotterranee o a disfunzioni della rete idraulica di sottoservizi (*anthropogenic sinkholes*).

Molte città italiane presentano una rete di cavità, gallerie e cunicoli sotterranei molto sviluppata. Tali cavità furono realizzate, nelle epoche passate, per lo sfruttamento dei materiali da costruzione. Ne sono esempi alcune grandi città, quali Roma, in cui venivano coltivati i terreni piroclastici (pozzolane e tufi) e Napoli, in cui lo sfruttamento del Tufo giallo campano è continuato per secoli.

**Tabella 15.12: Distribuzione regionale dei *sinkholes* naturali nelle aree di pianura (2016)**

Regione	Sinkholes naturali
	n.
Piemonte	5
Valle d'Aosta	2
Liguria	11
Lombardia	48
Trentino-Alto Adige	3
Veneto	49
Friuli-Venezia Giulia	302
Emilia-Romagna	94
Toscana	70
Umbria	59
Marche	3
Lazio	399
Abruzzo	85
Molise	28
Campania	99
Puglia	111
Basilicata	7
Calabria	70
Sicilia	21
Sardegna	52
Fonte: ISPRA	

**Tabella 15.13: Sinkholes antropogenici nei piccoli e medi centri urbani, per regione**

Regione/Provincia autonoma	Sinkholes antropogenici
	n.
Piemonte	47
Valle d'Aosta	3
Liguria	4
Lombardia	37
Trentino-Alto Adige	18
<i>    Bolzano-Bozen</i>	1
<i>    Trento</i>	17
Veneto	59
Friuli-Venezia Giulia	47
Emilia-Romagna	10
Toscana	17
Umbria	27
Marche	2
Lazio	369
Abruzzo	27
Molise	50
Campania	115
Puglia	143
Basilicata	17
Calabria	8
Sicilia	24
Sardegna	69
Fonte: ISPRA	

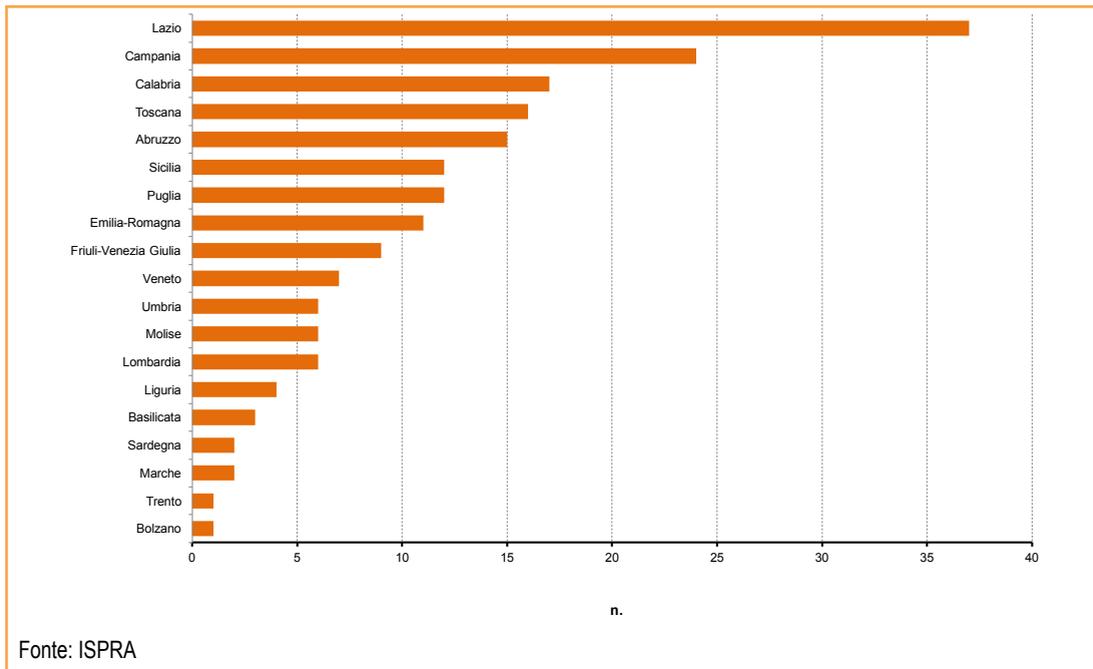


Figura 15.34: Aree di pianura suscettibili ai *sinkholes* naturali, per regione

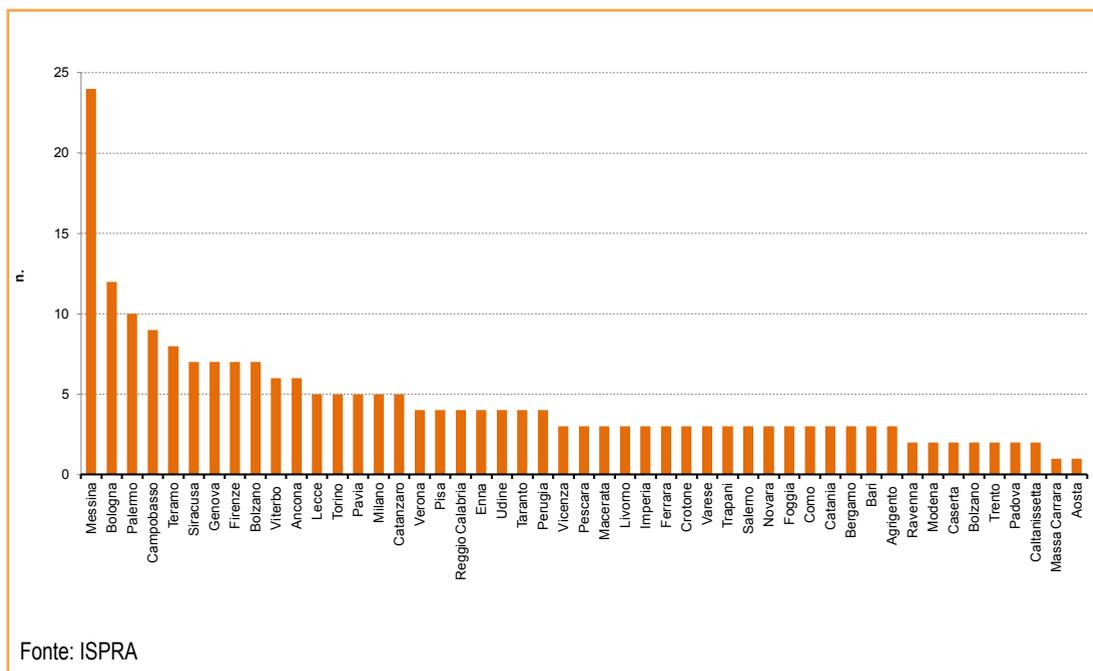
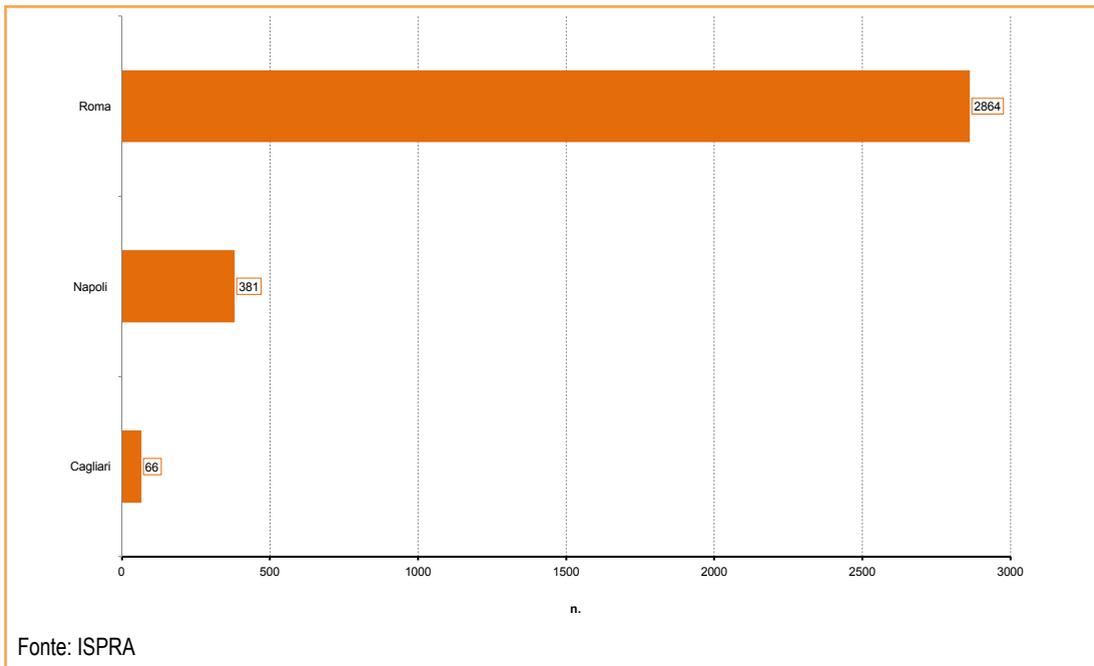


Figura 15.35: *Sinkholes* antropogenici nei capoluoghi di provincia



**Figura 15.36: Sinkholes antropogenici a Roma, Napoli, Cagliari**



## DESCRIZIONE

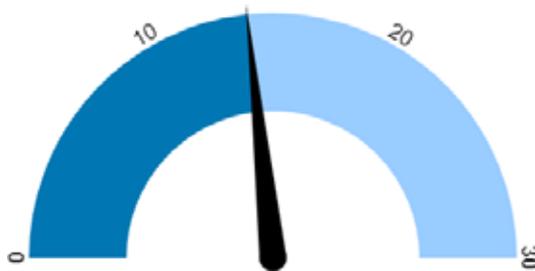
L'indicatore riporta i comuni interessati da subsidenza. Tale fenomeno consiste in un lento processo di abbassamento del suolo che interessa prevalentemente aree costiere e di pianura e che coinvolge anche importanti città d'arte, come ad esempio Venezia e Ravenna. È generalmente causata da fattori geologici (compattazione dei sedimenti, tettonica, isostasia), ma negli ultimi decenni è stata localmente aggravata dall'azione dell'uomo e ha raggiunto dimensioni superiori a quelle di origine naturale. La subsidenza naturale è stimata dell'ordine di grandezza di qualche millimetro l'anno e quindi le sue conseguenze sono relativamente ridotte, manifestandosi perlopiù in tempi molto lunghi. Diverso è il caso della subsidenza indotta e/o accelerata da cause antropiche (estrazione di fluidi dal sottosuolo o bonifiche) che raggiunge valori da dieci a oltre cento volte maggiori, i suoi effetti si manifestano in tempi brevi determinando, in alcuni casi, la compromissione delle opere e delle attività umane interessate. L'indicatore ha come unità di rappresentazione l'entità amministrativa comunale e fornisce, ad oggi, indicazione sulla presenza del fenomeno. Sono esclusi i comuni nei quali sono presenti quasi esclusivamente manifestazioni riconducibili a fenomeni di *sinkhole*, analizzati in un altro indicatore.

## SCOPO

Fornire un quadro a scala nazionale del fenomeno subsidenza e del suo impatto sul territorio, le cui cause possono essere sia naturali sia di natura antropica. Si tratta di un importante fattore di rischio ambientale specialmente nelle aree intensamente urbanizzate o di recente urbanizzazione e nelle aree costiere, in particolare se queste si trovano sotto il livello del mare. L'interazione di processi naturali e antropici rende complesso il suo studio e pertanto anche la sua mitigazione. È determinante la quantificazione e l'analisi temporale del fenomeno attraverso indagini specifiche di monitoraggio, che possono essere effettuate tramite differenti metodologie (livellazioni geometriche di alta precisione, reti GPS, tecniche interferometriche differenziali, ecc.), predisposte già da diversi anni da

numerose Province, Regioni, Comuni, Enti di ricerca, ISPRA, ARPA/APPA.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



La qualità dell'informazione fornita dall'indicatore è media, in quanto i dati oggi disponibili non permettono di descrivere il fenomeno in modo omogeneo sul territorio nazionale. L'informazione è certamente rilevante mentre l'accuratezza è media poiché il fenomeno spesso non viene rilevato con regolarità. Nei soli casi in cui si dispone di serie storiche acquisite con metodologie classiche (rilievi topografici tradizionali) o moderne (GPS, SAR, ecc.), il dato risulta comparabile nel tempo e nello spazio.

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

La normativa è diretta alla mitigazione e prevenzione degli impatti della subsidenza sul territorio.

## STATO E TREND

Sebbene siano presenti reti di monitoraggio strumentali in alcune aree del territorio nazionale, ad esempio nella Pianura Padana, la disponibilità dei dati è ancora parziale e disomogenea. In alcune zone, come ad esempio in Emilia-Romagna o nella Laguna di Venezia, dove l'estrazione di fluidi dal sottosuolo è rilevante, gli interventi legislativi adottati a tutela del territorio hanno rallentato o addirittura arrestato la subsidenza. Tali provvedimenti non sono stati adottati in tutte le aree interessate dal fenomeno. Pertanto non è possibile definire un *trend* per tutto il territorio nazionale.

## COMMENTI

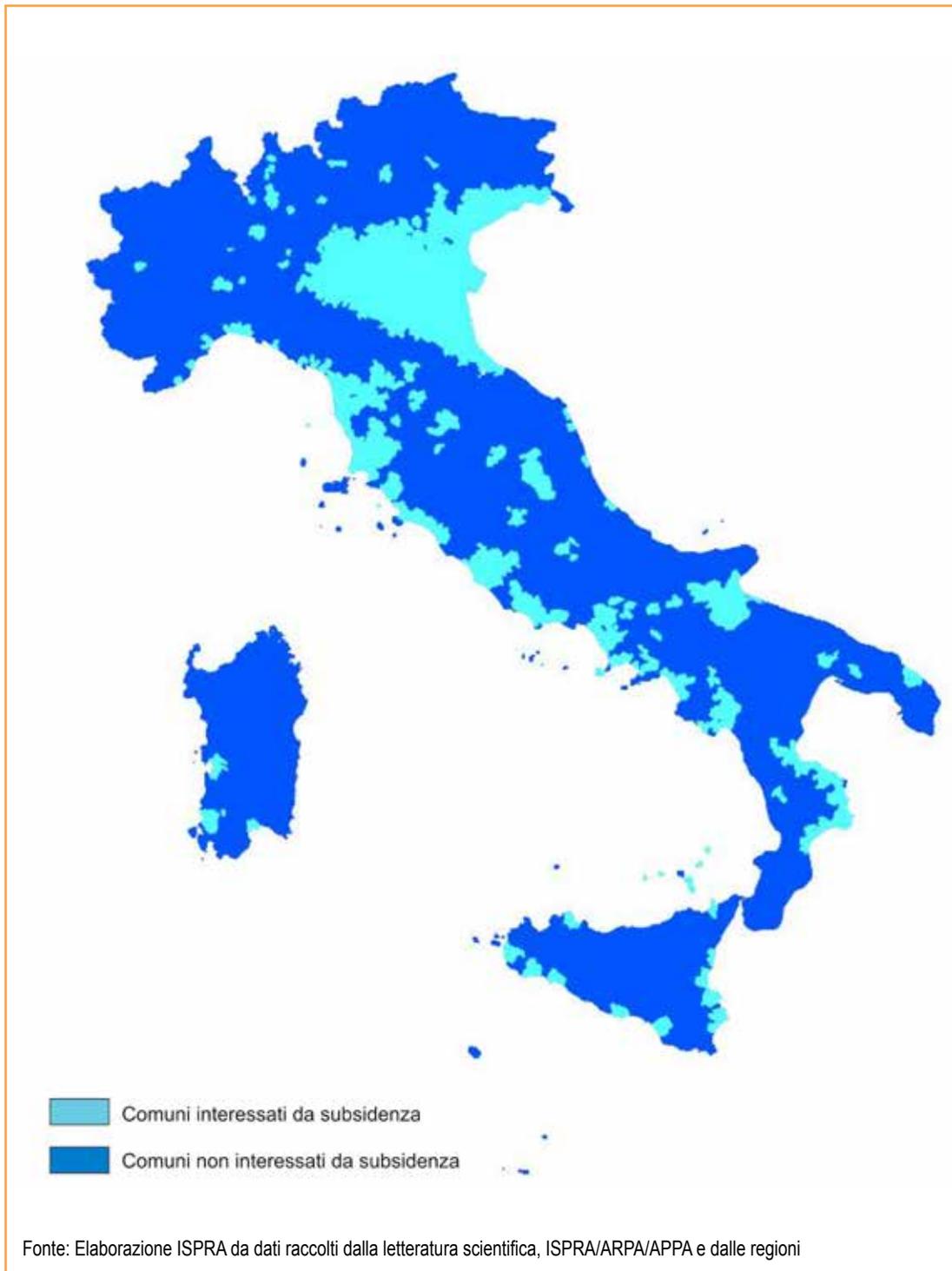
Il Database (ISPRA), realizzato sulla base di ricerche bibliografiche e con i dati forniti da alcune

regioni, si riferisce all'intero territorio nazionale (Figura 15.37). Il fenomeno della subsidenza, dai dati fino ad ora raccolti, coinvolge circa il 12% dei comuni italiani (991 Comuni) (Tabella 15.14). Si tratta prevalentemente di comuni situati nelle regioni del Nord, in particolare nell'area della Pianura Padana. Nell'Italia centrale e meridionale il fenomeno interessa prevalentemente le pianure costiere. Le regioni più esposte sono il Veneto e l'Emilia-Romagna, con circa il 50% dei comuni interessati, seguite dalla Toscana, Campania, Friuli-Venezia-Giulia e Lombardia (rispettivamente con il 27%, 19%, 11% e 10%, Figura 15.38). Solo in alcuni casi esiste un sistema di monitoraggio attraverso il quale è possibile ottenere informazioni sull'andamento nel tempo del fenomeno, come accade per l'Emilia-Romagna. In questa regione, infatti, da alcuni decenni viene controllato periodicamente, grazie alla disponibilità di una gran mole di misure di livellazione e GPS, alle quali si sono aggiunte recentemente le informazioni desumibili dall'interferometria radar da satellite. Anche altre regioni hanno utilizzato l'interferometria radar da satellite per individuare e monitorare questo fenomeno, come la Campania, il Veneto, la Toscana e la Lombardia, tuttavia il monitoraggio non avviene con regolarità in tutto il territorio regionale. Attualmente l'unica regione che periodicamente produce carte di isosubsidenza e di isovariazione è l'Emilia-Romagna. Per le regioni in cui non sono segnalati comuni interessati da subsidenza non significa che non sia presente, probabilmente se esiste è limitata arealmente o nella sua intensità. Sono stati inseriti nell'elenco dei comuni interessati da subsidenza anche quelli che, a seguito dello sciame sismico che ha colpito nel 2016 l'Italia Centrale, hanno subito un abbassamento in conseguenza della deformazione prodotta dagli eventi sismici. Infatti, in base ai dati acquisiti dalle Reti di stazioni GPS e dai sensori radar satellitari (SAR) è stato possibile determinare l'entità dell'abbassamento prodotto dai terremoti del 24 agosto e del 30 ottobre (Figura 15.39).

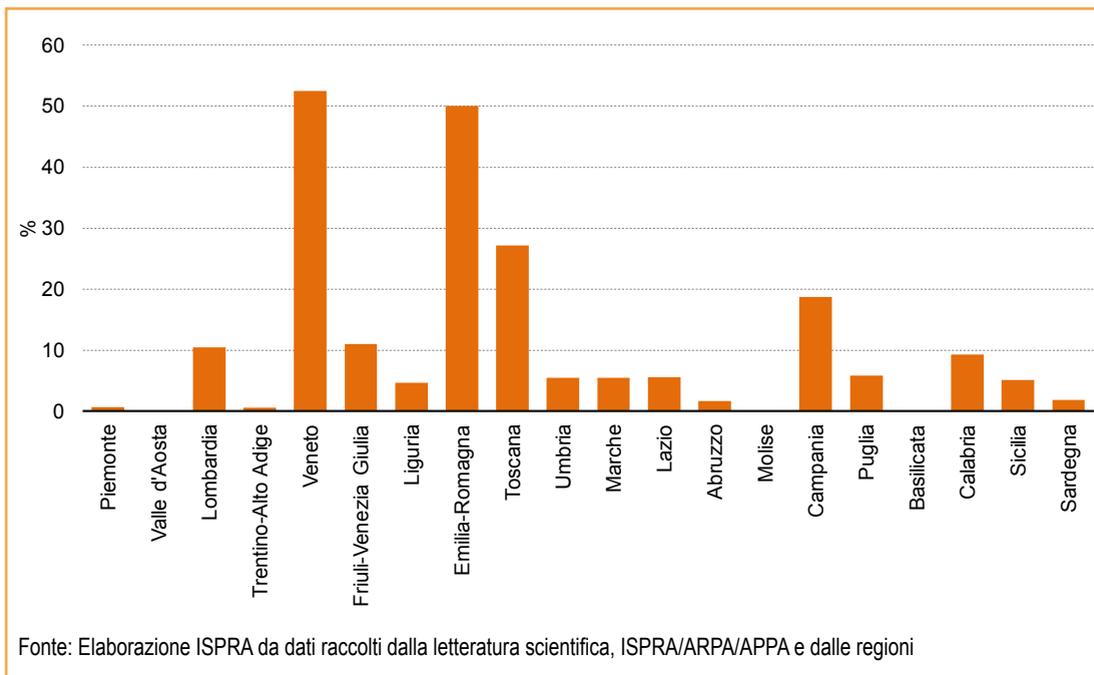
**Tabella 15.14: Comuni interessati da subsidenza**

Regione	Comuni interessati da subsidenza
	n.
Piemonte	8
Valle d'Aosta	0
Lombardia	162
Trentino-Alto Adige	2
Veneto	305
Friuli-Venezia Giulia	24
Liguria	11
Emilia-Romagna	174
Toscana	78
Umbria	5
Marche	13
Lazio	21
Abruzzo	5
Molise	0
Campania	103
Puglia	15
Basilicata	0
Calabria	38
Sicilia	20
Sardegna	7
<b>ITALIA</b>	<b>991</b>

Fonte: Elaborazione ISPRA da dati raccolti dalla letteratura scientifica, ISPRA-ARPA/APPA, regioni



**Figura 15.37: Comuni interessati da subsidenza**



**Figura 15.38: Comuni interessati da subsidenza (% sul totale regionale)**

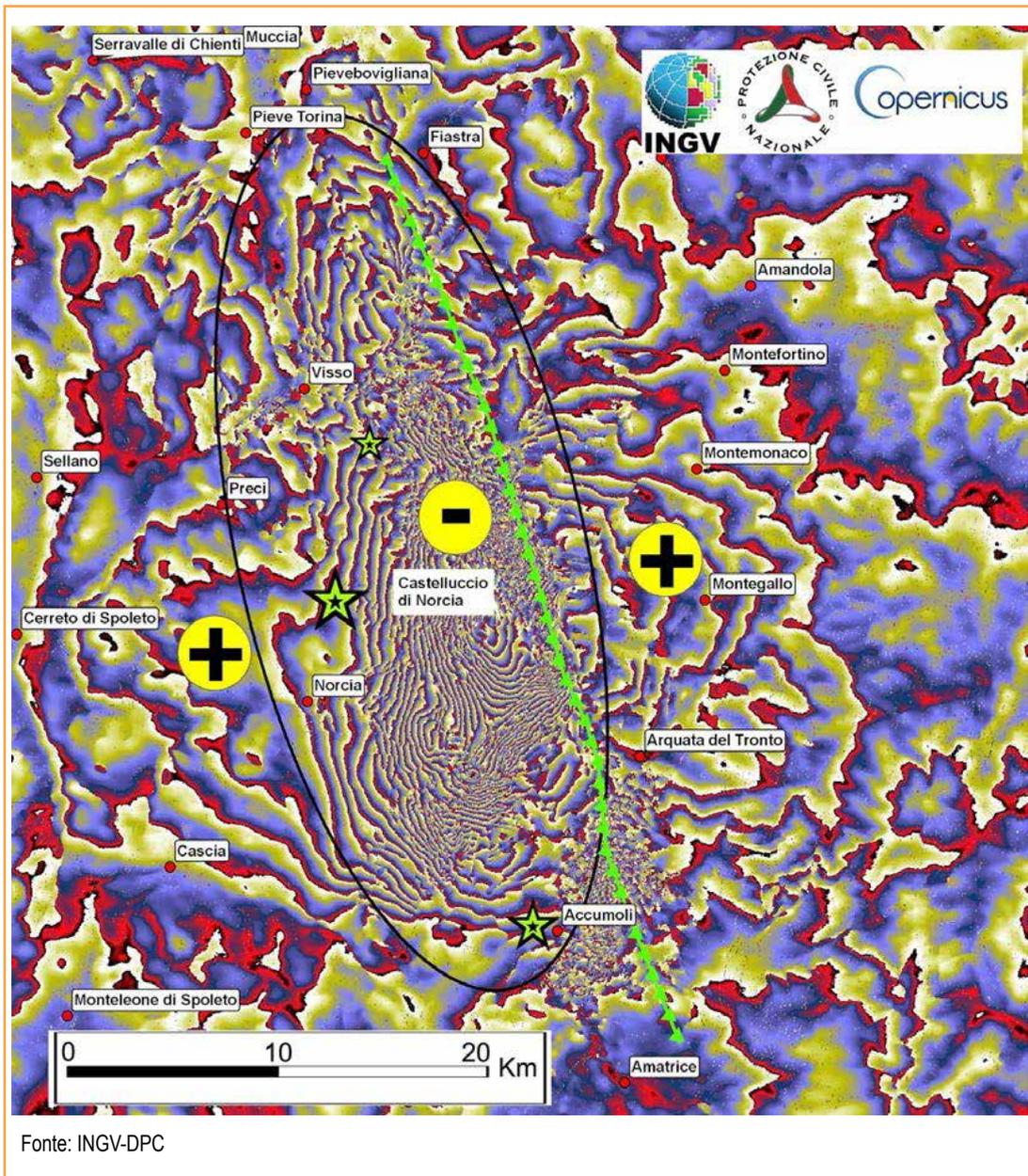


Figura 15.39: Interferogramma discendente S1 che mostra la deformazione del suolo legata agli eventi sismici del 26 e 30 ottobre 2016 (le stelle mostrano l'ubicazione degli epicentri delle scosse più forti)



## DESCRIZIONE

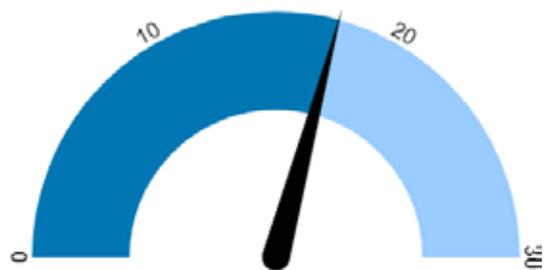
L'indicatore fornisce le informazioni riguardanti il numero, la localizzazione geografica, le dimensioni e lo stato di esercizio delle Grandi Dighe, ovverosia sbarramenti di dimensioni superiori a 15 m di altezza o che presentano un volume superiore a 1.000.000 di metri cubi (m<sup>3</sup>) (Legge 21 ottobre 1994 n. 584 e successiva Circ. Ministero LL.PP. 482/1995). L'indicatore comprende anche le informazioni riguardanti i Piccoli Invasi: si tratta di sbarramenti con dimensioni inferiori o uguali a 15 m e volume dell'invaso inferiore o uguale a 1 milione di metri cubi. Per le Grandi Dighe, il fornitore del dato è la Direzione Generale per le Dighe e le Infrastrutture idriche ed elettriche del Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti, mentre per i Piccoli Invasi la competenza generalmente è attribuita alle singole regioni, a eccezione delle Province autonome di Trento e Bolzano. In alcuni casi le regioni hanno delegato parte della materia alle provincie e ai comuni. Ulteriori modifiche delle competenze sono oggi diretta conseguenza dell'abolizione delle Province a seguito dell'applicazione della Legge 7 aprile 2014 n.56 (disposizioni sulle Città metropolitane, sulle Province, sulle unioni e fusioni dei Comuni). In alcune regioni, i database dei Piccoli Invasi contengono anche le informazioni riguardanti il livello di rischio. La Nota del Dipartimento della Protezione Civile del 31/07/1991 definisce il fattore globale di rischio di una diga come il prodotto di tre fattori: il "fattore di rischio ambientale", il "fattore di valutazione di rischio strutturale" e il "fattore potenziale di rischio umano ed economico". Il "fattore di rischio ambientale" è funzione delle condizioni di rischio sismico, di rischio da frana, di rischio da tracimazione e, in ultimo, delle condizioni di rischio legato alle modalità di esercizio; il "fattore di valutazione di rischio strutturale" è valutabile attraverso lo stato di conservazione e di sicurezza della struttura, la funzionalità della tenuta, la qualità della fondazione, la funzionalità degli organi di scarico e l'affidabilità della conduzione; il "fattore potenziale di rischio umano ed economico" viene valutato in funzione della densità di edificazione e della presenza di insediamenti significativi per finalità di protezione civile, per quantità di popolazione e per

valore. Le regioni stanno procedendo, con tempi e modalità differenti, all'emanazione di leggi e norme per la classificazione degli invasi in categorie (es I, II o A, B ecc.) e per la definizione del rischio globale connesso ai Piccoli Invasi. Per le Grandi Dighe, al fine di contenere le condizioni di rischio ambientale, per ogni evento sismico di  $M \geq 4$  il Concessionario e la Direzione Generale per le Dighe e le Infrastrutture idriche ed elettriche del (MIT) attivano la procedura per la verifica delle condizioni sicurezza delle dighe che ricadono in zona epicentrale o per le quali vengono segnalati danni.

## SCOPO

Lo scopo è l'individuazione degli invasi artificiali in stato di esercizio e della loro distribuzione sul territorio nazionale in relazione alla classificazione sismica vigente (DPCM 20 marzo 2003, n. 3274), all'indice di franosità tratto dai prodotti del Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), e agli eventi d'esondazioni di rilievo nazionale. Per quanto riguarda le Grandi Dighe e le opere complementari, attualmente la Direzione Generale per le Dighe e le Infrastrutture idriche ed elettriche tra i diversi compiti provvede all'archiviazione informatica dei dati tecnico amministrativi nel registro italiano delle dighe. Diversamente, nel caso dei Piccoli Invasi non sempre le Regioni hanno provveduto alla realizzazione delle banche dati anche per il mancato adeguamento delle normative con opportuni strumenti legislativi.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



La qualità dell'informazione è riferita a tutti gli invasi. Per le Grandi Dighe l'informazione, fornita dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti,

risulta completa alla scala nazionale e comparabile nello spazio e nel tempo. Per i Piccoli Invasi la qualità dell'informazione dipende dallo stato di aggiornamento dei database che ciascuna regione è tenuta a realizzare e dalla sua accessibilità. A oggi per diverse regioni è stato possibile reperire le informazioni dai siti *web* regionali/provinciali o forniti dagli Enti di Ricerca che hanno effettuato gli studi per conto delle regioni (Friuli-Venezia Giulia, Lazio, Umbria, Campania, Sardegna, Calabria, province di Livorno e Pistoia), in archivi informatizzati tramite opportuna identificazione (Abruzzo, Piemonte) o forniti direttamente dai tecnici regionali (Valle d'Aosta, Veneto, Lombardia, Emilia-Romagna) o provinciali (province di Bolzano, Arezzo, Lucca, Pisa, Firenze, Terni, Macerata). Ulteriori dati derivano da materiale bibliografico. La copertura regionale disponibile sebbene non sempre completa e aggiornata per i Piccoli Invasi, è pari al 100%. Diversamente, l'informazione riguardante la georeferenziazione risulta completa per le Grandi Dighe mentre per i Piccoli Invasi solo il 50% delle regioni ha reso disponibile le coordinate geografiche. L'informazione, riguardante i Piccoli Invasi, non è completa per tutte le regioni non sempre contiene le coordinate geografiche: comunque le metodologie di censimento e di classificazione appaiono ormai consolidate. Si ritiene non vi sia alcun problema in merito alla comparabilità della metodologia nel tempo.

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Non compilato.

## STATO E TREND

Non è possibile assegnare l'icona di Chernoff in quanto, trattandosi di un indicatore legato alla pericolosità di tipo naturale, il *trend* migliorativo o peggiorativo è attribuibile solo alle modificazioni delle condizioni di sicurezza degli invasi artificiali a fronte del verificarsi delle variazioni dei fattori di rischio ambientale.

## COMMENTI

Il numero di Grandi Dighe di competenza statale (per quanto attiene alla vigilanza e al controllo della sicurezza ai fini della tutela della pubblica incolumità) è pari a 534. Non ci sono variazioni di rilievo rispetto allo scorso anno in termini di volume

invasabile e volume di invaso autorizzato (Tabella 15.15). Infatti, il volume invasabile si è ridotto dello 0,34%, mentre il volume d'invaso autorizzato è diminuito di circa lo 0,5%. La distribuzione delle Grandi Dighe rispetto alle zone sismiche definite dall'OPCM 3274/03 e OPCM 3519/06, aggiornata a giugno 2017, è visibile in Figura 15.40 in cui risulta che il 5,7% di esse ricade nella zona sismica 1.

Nel caso dei Piccoli Invasi, la stima interessa, nel 2017, 15 regioni. Rispetto alla precedente stima si sono aggiunte le informazioni riguardanti due aree della Regione Calabria: il Parco Nazionale della Sila e la provincia di Crotone (Tabella 15.17). Anche per le altre regioni il numero di invasi riportato nella Tabella 15.17 (colonna Stime e censimenti 2017) è basato su dati forniti dalle singole Amministrazioni ad ISPRA o direttamente estratti dai database regionali accessibili in rete. Le altre due colonne della Tabella 15.17 riguardano: la prima il numero di Piccoli Invasi, pubblicati dall'ITCOD *Working Group* (2010) (estratti da un censimento basato su rilievi satellitari, commissionati nel 1985 dal Ministro per il Coordinamento della Protezione Civile - *Satellite Survey*), la seconda riporta i dati che 9 regioni resero disponibili quando l'ITCOD *Working Group* propose di creare un inventario regionale delle piccole dighe (*Regional Inventory* 2009). Nel 2017, il totale degli invasi per i quali è stato possibile avere indicazioni è pari a 10.640, ovvero circa il 28% in più di quelli censiti attraverso il rilievo satellitare del 1998.

Tuttavia, le informazioni geografiche dei Piccoli Invasi permangono le medesime dello scorso anno ovvero si riferiscono a 10 regioni, per un totale di 2.971 (Figura 15.41): la distribuzione di tali invasi rispetto alle zone sismiche (OPCM 3274/03) ha evidenziato che il 2,9% ricade nella zona sismica 1 ad alto livello di pericolosità (Tabella 15.18).

Le informazioni in merito alla classe di rischio globale dei Piccoli Invasi (circolare di Luglio 1991 della Protezione Civile "Metodo per la determinazione del rischio potenziale dei Piccoli Invasi esistenti") permangono invariate rispetto allo scorso anno e riguardano le regioni Abruzzo, Valle d'Aosta, Piemonte e Toscana (Province di Arezzo e Livorno) evidenziando, per le prime tre, una più alta percentuale per le classi di rischio medio-basso. Inoltre sempre per le medesime dalla Tabella 15.18 si evince che anche per il rischio sismico, sebbene esso sia solo un'aliquota del rischio potenziale, la maggiore distribuzione di invasi si riscontra nelle

classi 3 e 4. Per le 10 regioni per le quali si dispone della georeferenziazione dei Piccoli Invasi, inoltre, è stato effettuato l'incrocio con l'Indice di franosità (Figura 15.42) calcolato su una maglia di lato 1 km e pari al rapporto percentuale dell'area in frana sulla superficie della cella (Progetto IFFI- Inventario dei fenomeni franosi). Le regioni Sardegna e Piemonte presentano la più alta percentuale di Piccoli Invasi ricadenti in aree con indice di franosità nullo (rispettivamente 94% e 71%). Al contrario, le più alte percentuali di Piccoli Invasi ricadenti in aree con alto indice di franosità si osservano per la regione Valle d'Aosta e per la provincia di Macerata. A seguito delle forti e numerose scosse sismiche che hanno coinvolto il Centro Italia a partire dal 24 agosto 2016 (terremoto di Amatrice) le Grandi Dighe, sono state sottoposte a procedure straordinarie di controllo al fine di individuare eventuali danni e di procedere, quindi, alla loro messa in sicurezza (dighe del Fiastrone, Scandarello, Poggio Cancelli, Rio Fucino, Sella Pedicate e Provvidenza). Come stabilito dalla Circolare PCM del 1 luglio 2002 n. 3536 il Concessionario della diga deve procedere, in caso di alti valori di magnitudo ( $\geq 4$ ) alla verifica degli effetti del sisma sul corpo diga, sulle opere accessorie e sulle sponde del lago e comunicare con urgenza all'Ufficio periferico della Direzione Generale per le Dighe e le Infrastrutture idriche ed elettriche l'esito del sopralluogo e, se necessario, attuare provvedimenti per la tutela della pubblica incolumità secondo le procedure indicate nella Figura 15.43.

**Tabella 15.15: Distribuzione delle Grandi Dighe di competenza statale (giugno 2017)**

Regione	Dighe	Volume invasabile	Volume invaso autorizzato
	n.	Milioni di m <sup>3</sup>	
Piemonte	59	374,46	368,11
Valle D'Aosta	8	142,48	130
Lombardia	77	3876,17	3838,04
Trentino-Alto Adige	37	647,68	630,68
Veneto	18	237,97	234,97
Friuli-Venezia Giulia	12	190,86	181,55
Liguria	13	60,69	59,4
Emilia-Romagna	24	158,91	153,42
Toscana	51	321,11	312,18
Umbria	10	430,4	236,61
Marche	16	119,07	114,07
Lazio	21	519,06	518,15
Abruzzo	14	370,38	370,38
Molise	7	202,91	170,66
Campania	17	293,1	249,78
Puglia	9	541,42	464,03
Basilicata	14	910,41	786,24
Calabria	22	586,44	422,04
Sicilia	46	1104,98	850,93
Sardegna	59	2505,49	2012,72
<b>ITALIA<sup>1</sup></b>	<b>534</b>	<b>13.593,99</b>	<b>12.103,96</b>

Fonte: MIT-DG per le Dighe e le Infrastrutture idriche ed elettriche (ex RID)

**Nota:**

Compresi 3 miliardi metri cubi determinati da sbarramenti regolatori dei grandi laghi naturali prealpini (Garda, Maggiore, Iseo, Orta, Varese)

**Tabella 15.16: Sintesi nazionale dello stato di esercizio delle Grandi Dighe (giugno 2017)**

Condizione	Dighe	Volume invasabile	Volume invaso autorizzato
	n.	Mln. m <sup>3</sup>	
Costruzione	11	218,24	0
In collaudo	82	5371,72	4352,44
Esercizio normale	383	7115,86	7115,86
Invaso limitato	30	840,78	635,66
Fuori esercizio temporaneo	28	47,39	0
<b>Totale Grandi Dighe<sup>1</sup></b>	<b>534</b>	<b>13.593,99</b>	<b>12.103,96</b>

Fonte: MIT-DG per le Dighe e le Infrastrutture idriche ed elettriche (ex RID)

**Legenda:**

<sup>1</sup> Compresi circa 3.000,00 Mm<sup>3</sup> determinati da manufatti regolatori dei grandi laghi naturali prealpini (Garda, Maggiore, Como, Iseo, Orta, Varese)

**Tabella 15.17: Piccoli Invasi per regione**

Fonte	Satellite Survey 1998 <sup>a</sup>	Regional Inventory 2009 <sup>b</sup>	Stime e censimenti 2017
	n.		
Piemonte	548	710	777 <sup>1</sup>
Valle d'Aosta	12	120	75 <sup>2</sup>
Lombardia	47	400	ca. 600 <sup>3</sup>
Provincia autonoma Trento	13	66	-
Provincia autonoma Bolzano		81	87 <sup>4</sup>
Veneto	42	30	458 <sup>5</sup>
Friuli-Venezia Giulia	15	87	88 <sup>6</sup>
Liguria	12	-	-
Emilia Romagna	1.032	-	Cesena-Forlì 226 <sup>7</sup>
			Ravenna 38 <sup>7</sup>
			Rimini 65 <sup>7</sup>
Toscana	1.683	2.400	Arezzo 427 <sup>8</sup>
			Firenze 271 <sup>9</sup>
			Livorno 49 <sup>10</sup>
			Lucca 26 <sup>11</sup>
			Pisa 127 <sup>12</sup>
			Pistoia ca. 90 <sup>13</sup>
Umbria	830	-	Terni 36 <sup>14</sup>
			Perugia 145 <sup>15</sup>
Marche	737	-	Macerata 342 <sup>16</sup>
			Pesaro e Urbino ca. 1.008 <sup>17</sup>
Lazio	245	-	224 <sup>18</sup>
Abruzzo	616	-	201 <sup>19</sup>
Molise	106	-	-
Campania	134	-	ca. 490 <sup>20</sup>
Puglia	52	-	-
Basilicata	130	-	-
Calabria	85	-	Crotone 3.473 <sup>21</sup>
Sicilia	1.613	-	Parco Regionale della Sila 852 <sup>21</sup>
Sardegna	336	491	465 <sup>20</sup>
<b>TOTALE</b>	<b>8.288</b>	<b>4.385</b>	<b>10.640</b>

Fonte: <sup>a</sup> *Catalogue and classification of Italian dams by satellite survey*, E. Calizza & R. Menga, Dam Safety, Berga 1998; <sup>b</sup> *Small Dams in Italy*, S. Castelli et al., 8th ICOLD European Club Symposium, Innsbruck 2010; <sup>1</sup> Giornata di studio del ITCOLD, Roma 28 marzo 2017, Ing. R. Del Vesco; <sup>2</sup> Regione Valle d'Aosta (comunicazione personale Ing. P. Ropele); <sup>3</sup> Regione Lombardia (comunicazione personale Ing. Silvia Castelli); <sup>4</sup> Provincia di Bolzano (comunicazione personale Ing. A. Magno); <sup>5</sup> Regione Veneto (comunicazione personale Ing. Barbara De Fanti); <sup>6</sup> <http://irdat.regione.fvg.it/WebGIS/>; <sup>7</sup> Regione Emilia-Romagna; REGIONE TOSCANA; <sup>8</sup> Provincia di Arezzo (comunicazione personale dott. Pini); <sup>9</sup> Città Metropolitana di Firenze (comunicazione personale Dott. P. Prunecchi); <sup>10</sup> <http://incastro.provincia.livorno.it/incasgis/>; <sup>11</sup> Provincia di Lucca (comunicazione personale Dott. Ing. G. Costabile); <sup>12</sup> Provincia di Pisa (comunicazione personale Dott. P. Gattai); <sup>13</sup> <http://greenreport.it/web/archivio/show/id/18194>;

continua

segue

Fonte	Satellite Survey 1998 <sup>a</sup>	Regional Inventory 2009 <sup>b</sup>	Stime e censimenti 2017
	n.		
Regione Umbria: <sup>14</sup> Provincia di Terni (comunicazione personale Ing. M. Monachini), <sup>15</sup> <a href="http://sia.umbriaterritorio.it">http://sia.umbriaterritorio.it</a> ; <sup>16</sup> Provincia di Macerata (Genio Civile, Dott. G. Trapè); <sup>17</sup> Regione Marche; <sup>18</sup> Regione Lazio-Direzione Risorse Idriche e Difesa del Suolo; (19)S.I.T. Regione Abruzzo; <sup>20</sup> <a href="http://www.difesa.suolo.regione.campania.it">www.difesa.suolo.regione.campania.it</a> ; <sup>21</sup> Giornata di studio sui temi: I comportamenti delle dighe italiane in occasione di terremoti storici. La situazione delle piccole dighe in Calabria (Prof. G. Principato). Roma 28 marzo 2017; <sup>22</sup> <a href="http://www.regione.sardegna.it/">http://www.regione.sardegna.it/</a>			

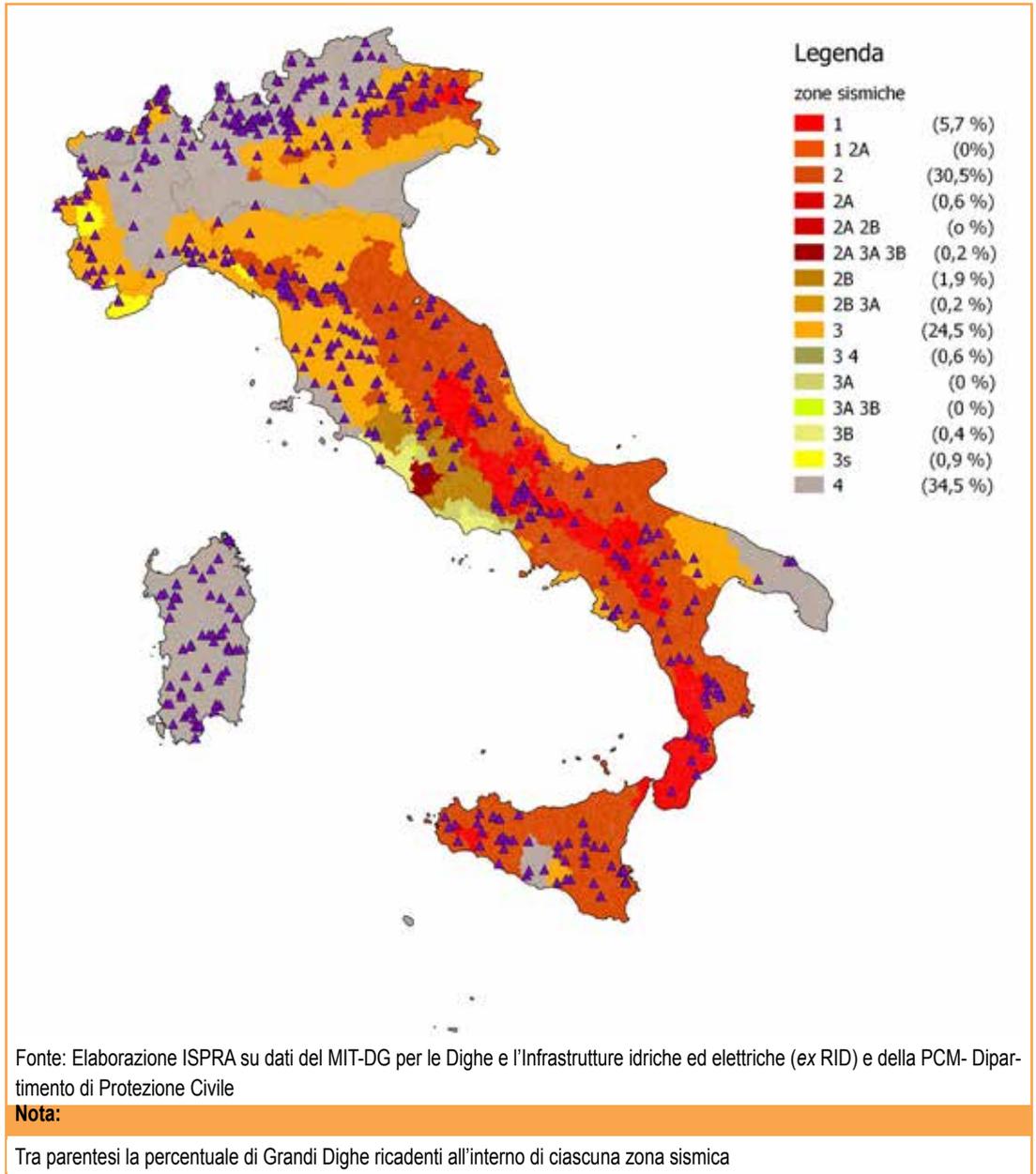
**Tabella 15.18: Distribuzione percentuale dei Piccoli Invasi rispetto alle zone sismiche ai sensi OPCM 3274/03 e successivo OPCM 3519/06 (2017)**

Regione/Provincia autonoma	Classe sismica											
	1	2	2A	2B	2A2B	3	3A	3B	2A3A3B	3A3B	3S	4
	%											
Piemonte	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	2	58
Valle d'Aosta	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	91
Provincia autonoma di Bolzano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Friuli-Venezia Giulia	19	67	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0
Toscana	0	28	0	0	0	69	0	0	0	0	0	3
Umbria	0	96	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
Marche	1	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lazio	10	0	4	57	2	0	9	10	7	1	0	0
Abruzzo	24	38	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0
Sardegna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100

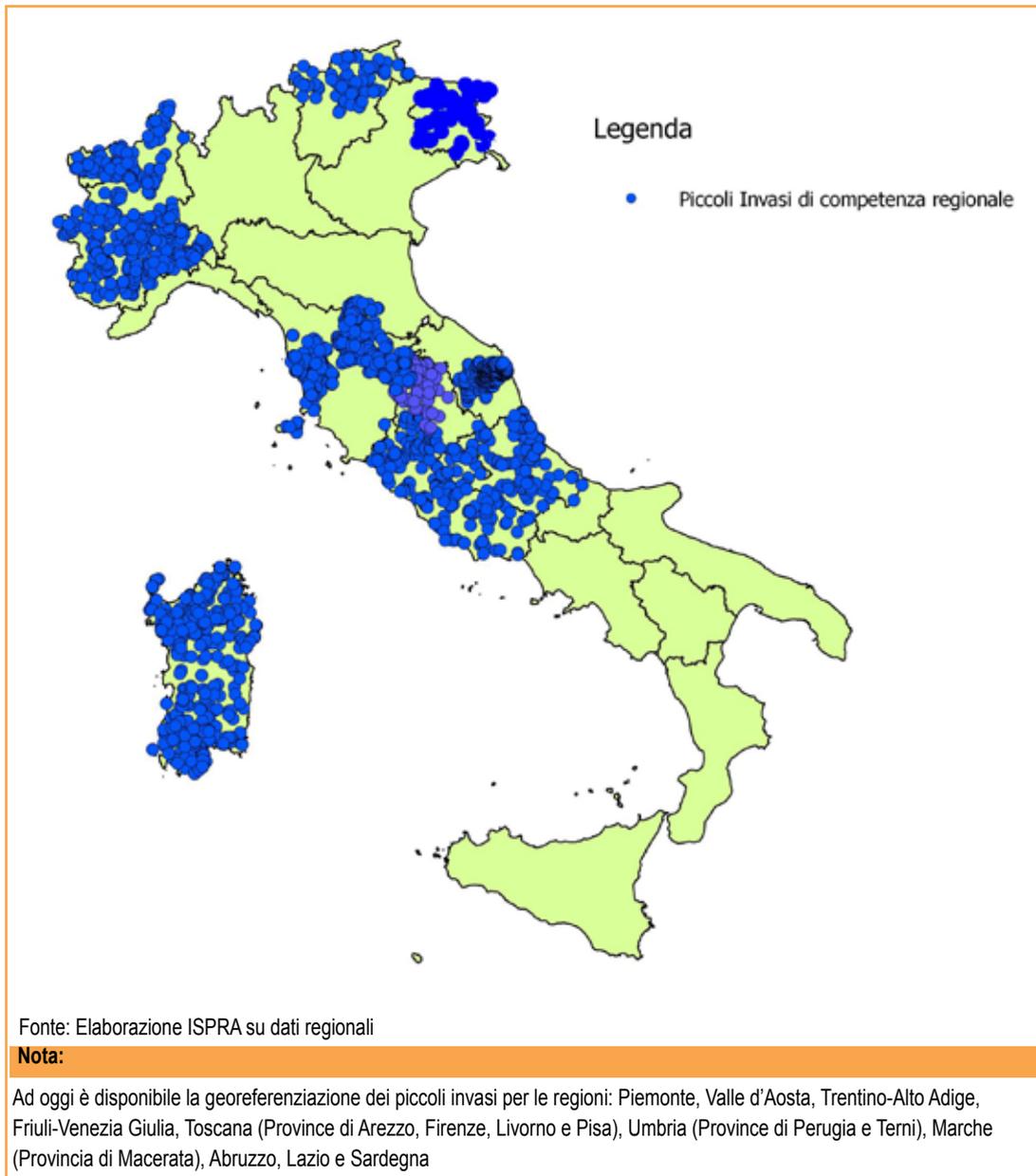
Fonte: Elaborazione ISPRA su dati PCM-Dipartimento della Protezione Civile, regioni

**Nota:**

Nel rispetto degli indirizzi e criteri stabiliti a livello nazionale, alcune regioni hanno classificato il territorio nelle quattro zone proposte (Zona 1 - È la zona più pericolosa-Possono verificarsi fortissimi terremoti; Zona 2 -In questa zona possono verificarsi forti terremoti; Zona 3 - In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari; Zona 4 - È la zona meno pericolosa. I terremoti sono rari). Altre regioni hanno classificato diversamente il proprio territorio, ad esempio adottando solo tre zone (zona 1, 2 e 3) e introducendo, in alcuni casi, delle sottozone per meglio adattare le norme alle caratteristiche di sismicità. Per il dettaglio e significato delle zonazioni di ciascuna regione si rimanda alle seguenti disposizioni normative regionali: Atti di recepimento al 1° giugno 2014. Abruzzo: DGR 29/3/03, n. 438. Basilicata: DCR 19/11/03, n. 731. Calabria: DGR 10/2/04, n. 47. Campania: DGR 7/11/02, n. 5447. Emilia-Romagna: DGR 21/7/03, n. 1435. Friuli-Venezia Giulia: DGR 6/5/10, n. 845. Lazio: DGR 22/5/09, n. 387. Liguria: DGR 19/11/10, n. 1362. Lombardia: DGR 11/7/14, n. X/2129 Marche: DGR 29/7/03, n. 1046. Molise: DGR 2/8/06, n. 1171. Piemonte: DGR 12/12/11, n. 4-3084. Puglia: DGR 2/3/04, n. 153. Sardegna: DGR 30/3/04, n. 15/31. Sicilia: DGR 19/12/03, n. 408. Toscana: DGR 26/5/14, n. 878. Trentino-Alto Adige: Bolzano, DGP 6/11/06, n. 4047; Trento, DGP 27/12/12, n. 2919. Umbria: DGR 18/9/12, n. 1111. Veneto: DCR 3/12/03, n. 67. Valle d'Aosta: DGR 4/10/13 n. 1603

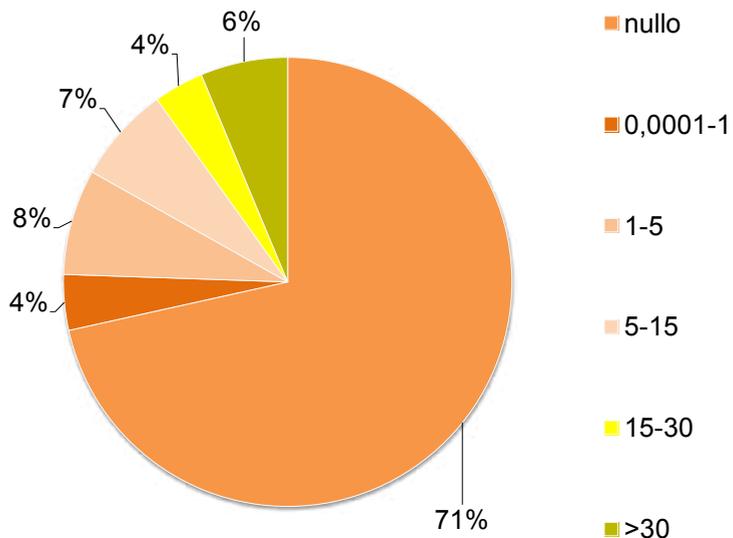


**Figura 15.40: Distribuzione delle Grandi Dighe di competenza statale rispetto alle zone sismiche ai sensi dell'OPCM 3274/03 e successivo Opcm n. 3519 del 28 aprile 2006 (aggiornamento giugno 2017)**

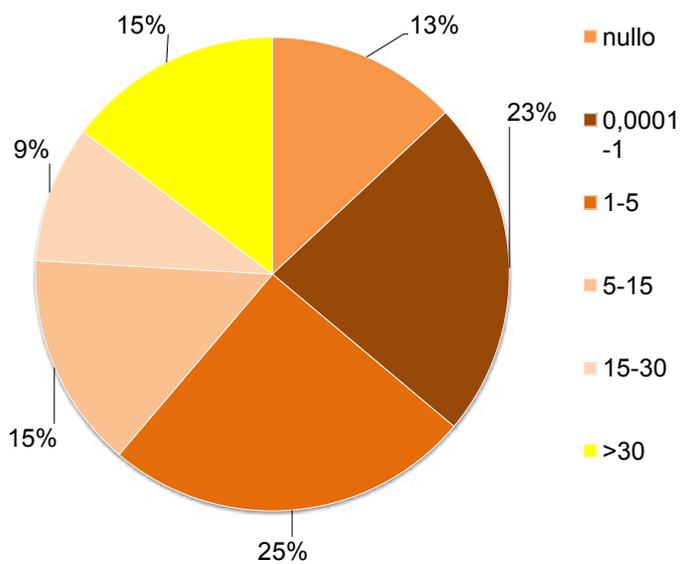


**Figura 15.41: Distribuzione dei Piccoli Invasi di competenza regionale (2017)**

## Piemonte



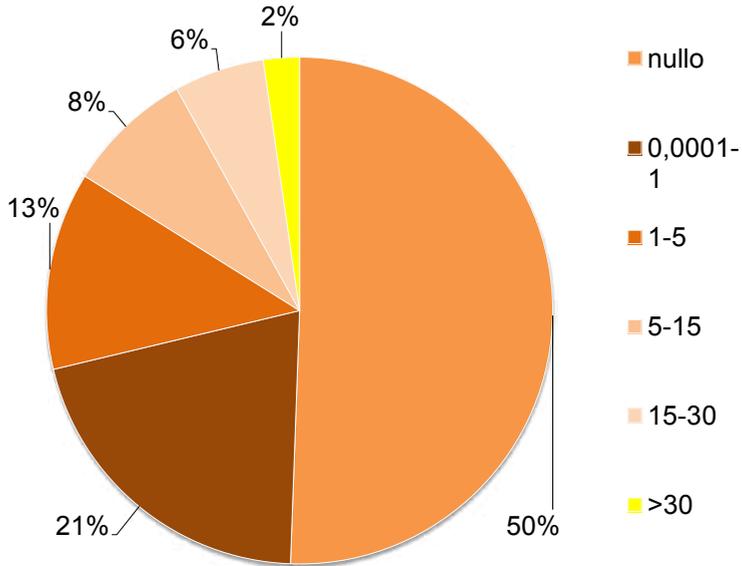
## Valle d'Aosta



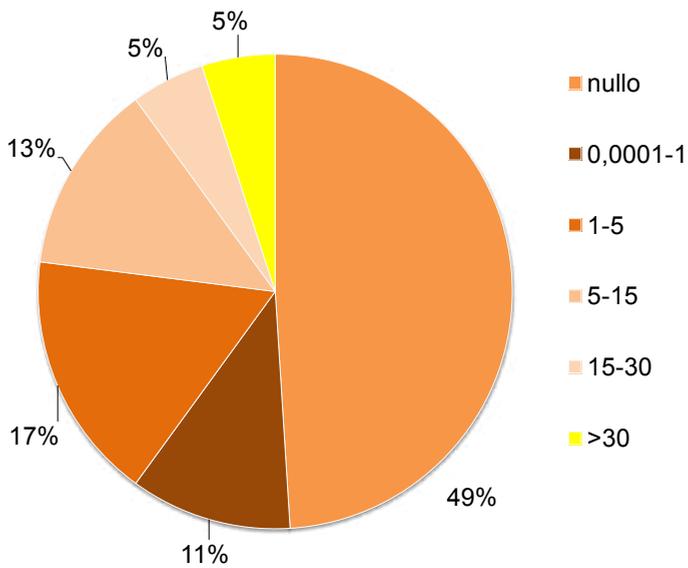
continua

segue

### Trentino Alto Adige



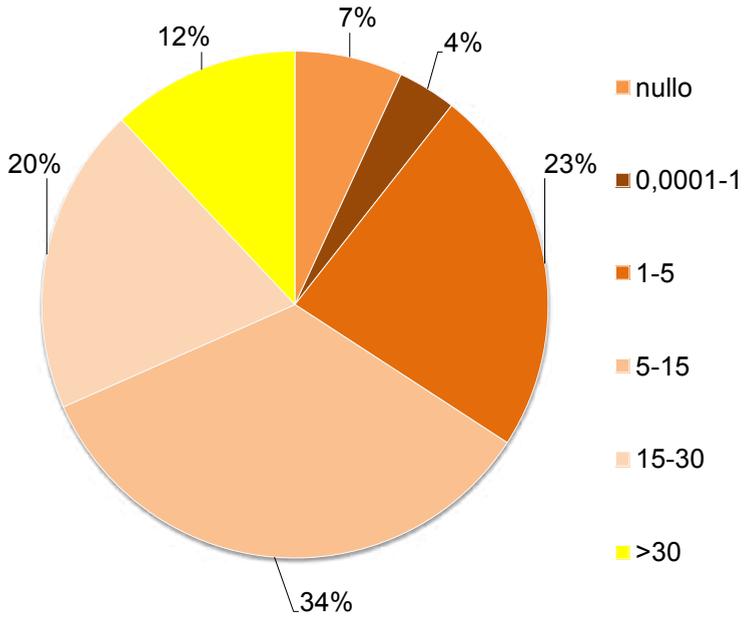
### Friuli-Venezia Giulia



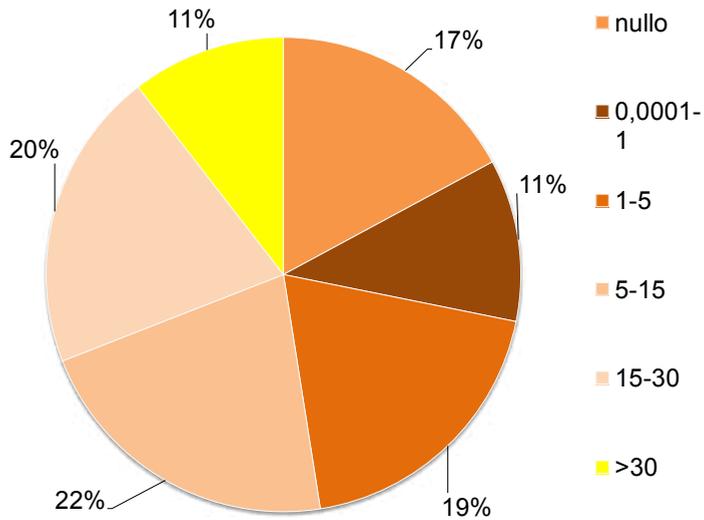
continua

segue

### Toscana



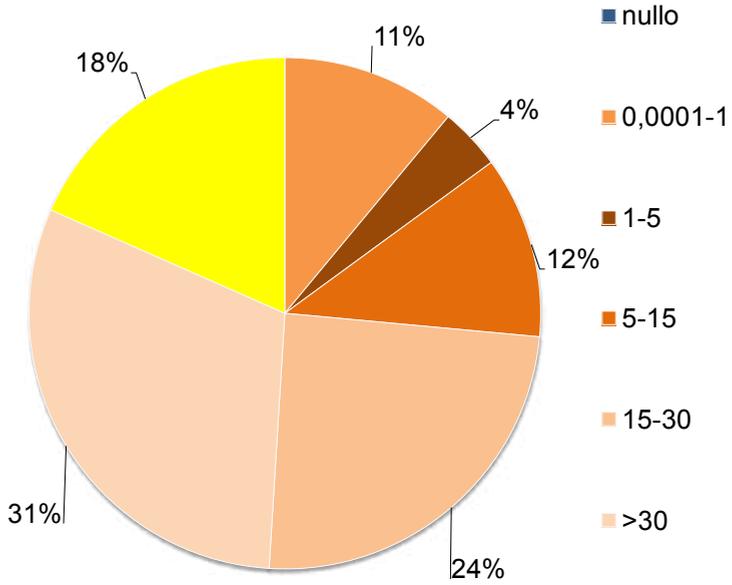
### Umbria



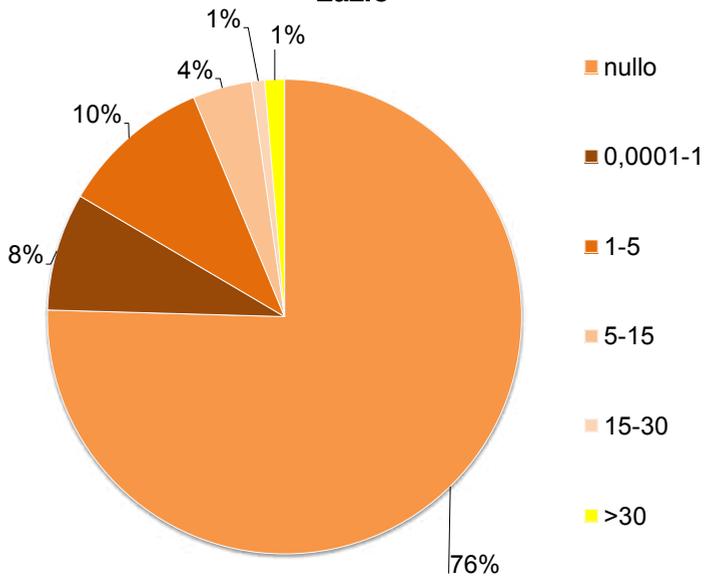
continua

segue

### Macerata

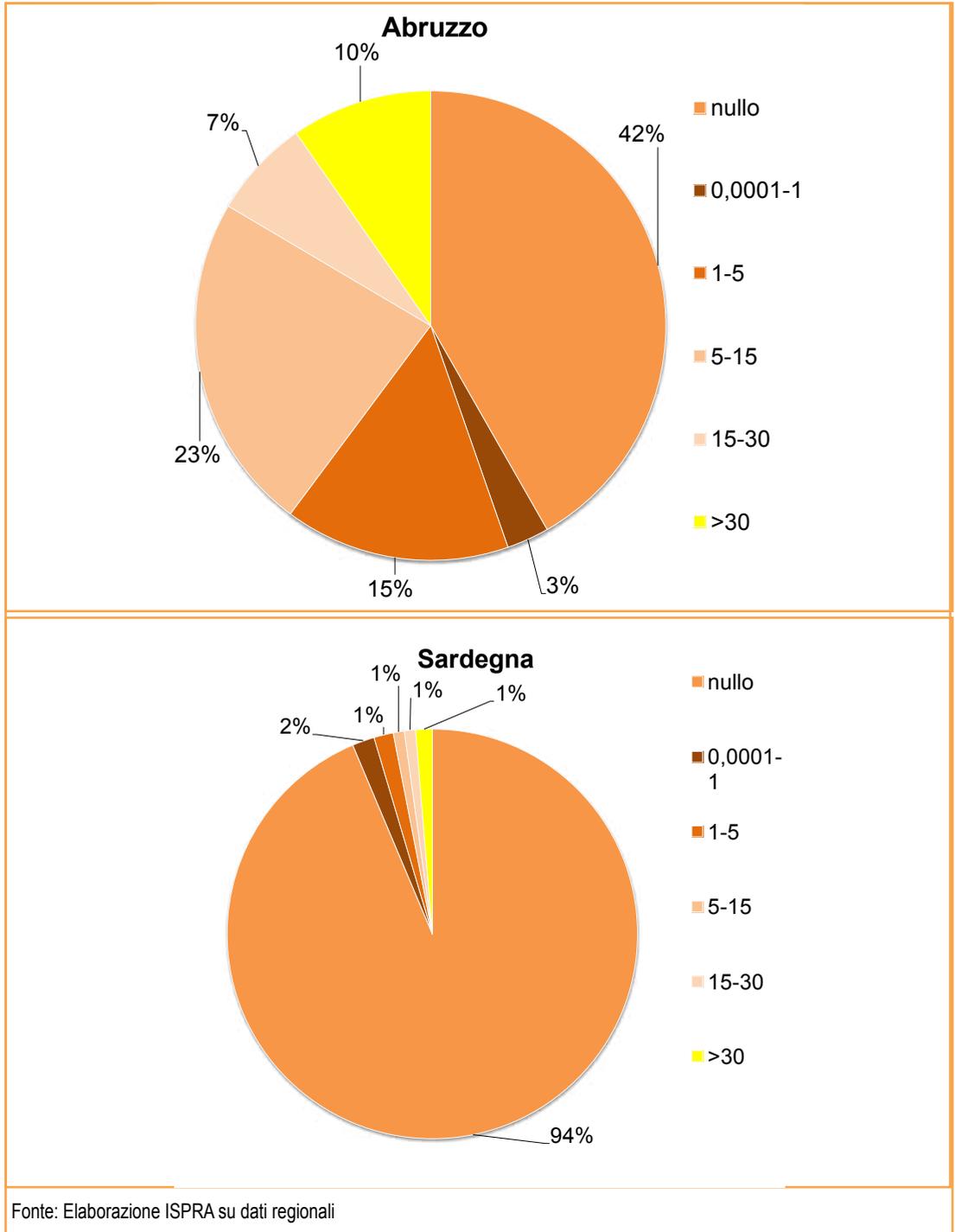


### Lazio



continua

segue



**Figura 15.42:** Distribuzione dei piccoli invasi georeferiti (10 regioni) rispetto all'indice di franosità calcolato per maglie di 1kmq (Progetto IFFI - Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia)

**In caso di evento Sismico il Concessionario deve:**  
stabilire la Magnitudo e la posizione epicentrale consultando diverse fonti di informazione



**Procedere ai controlli differenziali**  
in funzione del campo di accelerazione al quale ogni diga è stata presumibilmente assoggettata secondo i valori di Magnitudo-Distanza



**nessun controllo:**  
bassi valori di Magnitudo e distanze relativamente elevate non è necessario effettuare i controlli specifici, a meno che, per effetti locali, il sisma sia stato avvertito nel sito.

**controllo tipo 1:** alti valori di magnitudo ( $\geq 4$ ) e distanze relativamente basse.  
Il Concessionario è tenuto ad effettuare con immediatezza un sopralluogo a tutte le opere e alle sponde dell'invaso.



**Il Concessionario dovrà:**

- comunicare con urgenza all'Uff. Periferico l'esito del sopralluogo;
- evidenziare i provvedimenti resisi necessari a tutela della pubblica incolumità;
- effettuare tutte le misure essenziali per la sicurezza;
- redarre l'Asservazione Straordinaria da inviare all'Uff. Periferico

Fonte: Elaborazione ISPRA sulla base delle informazioni fornite nel corso della "Giornata di studio sui temi: I comportamenti delle dighe italiane in occasione di terremoti storici - ITCOLD", Roma 28 marzo 2017

**Figura 15.43: Procedure da seguire, da parte del Concessionario, in caso di evento sismico, come indicato nella Circolare PCM del 1 luglio 2002 n. 3536**