




TERREMOTI ED EFFETTI SISMOINDOTTI:

dai miti, alla storia, alla scienza

a cura di Salvatore Martino



La percezione che l’Uomo ha dei terremoti è, da sempre, quella di eventi catastrofici, che destabilizzano le comunità e le costringono a rivedere il loro modo di convivere con l’ambiente. Un tempo mitizzati, poi demonizzati, oggi i terremoti sono visti come eventi naturali in un Pianeta geologicamente vivo. I danni da essi causati, nella più comune percezione, sono associati a perdite di vite e del costruito. Tuttavia, anche il paesaggio può subire profonde modifiche durante forti terremoti a causa di effetti noti come “sismoindotti”, che rendono severo il rischio sismico in un’ottica di *multihazard*. La Geologia studia da decenni tali effetti ed è, ad oggi, proiettata verso la ricostruzione di scenari quantitativi della loro distribuzione, che si avvalgono di dati storici, raccolti in cataloghi tematici, e che, grazie alle moderne tecniche di geolocalizzazione, ne vedono aumentato il livello di precisione ed affidabilità.



Keywords

Terremoti
Effetti sismoidotti
Cataloghi
Analisi di scenario



Fig. 1 - L'Angelo del "sesto sigillo" dell'Apocalisse di Giovanni (www.6aprile.it/media/immagini/2014/10/01/terremoti-la-memoria-nella-storia-dellarte.html).

Da sempre i terremoti sono considerati eventi catastrofici e devastanti che la tradizione popolare ha spesso associato a punizioni o ammonizioni superne, fino ad apocalittiche. Nell'Apocalisse di Giovanni (6,12), appunto, a proposito del "sesto sigillo" (Fig. 1) si recita "[...] Poi vidi l'Agnello aprire il sesto sigillo. Ci fu allora un forte terremoto. Il sole diventò scuro, come panno da lutto, e la luna diventò color sangue. Le stelle del cielo caddero sulla terra, come i fichi acerbi cadono dall'albero quando è colpito da vento impetuoso [...]". Nella tradizione classica l'atterrimento, ovvero la *καταστροφή*, corrisponde alla perdita di qualsiasi riferimento fisico, alla completa disaggregazione del tessuto sociale, allo smarrimento dei popoli, l'anticamera, insomma, della *τραγωδία των λαών* (tragedia dei popoli). La stessa distruzione della città di Troia, alla fine della epica guerra che si ritiene storicamente avvenuta intorno al 1250 a.C., è allegoricamente legata ad un terremoto, simboleggiato dal cavallo donato dagli Achei sotto la protezione di Poseidone, Dio del mare ma anche dei terremoti, che, per non svelare l'inganno nascosto nell'infido dono, fece divorare il veggente Laocoonte da un mostro marino. Persino la morte di Gesù di Nazareth sul Golgota nel 33 d.C., dopo la sua crocifissione è accompagnata, secondo i testi evangelici, dallo scuotimento sordo di un terremoto (Vangelo di Matteo, 27-45).

In epoca ben più recente, il devastante terremoto di Lisbona del 1755, con epicentro circa 200 km a largo della costa portoghese, causò un maremoto ed un incendio che rasero al suolo l'allora fiorente capitale del Portogallo. L'anatema che fu lanciato

dalla Santa Inquisizione, additando il diffondersi delle eresie e della lascivia in una società oramai proiettata verso un'era moderna e giustificando con questo l'accadimento del catastrofico evento, trovò, in risposta, l'eco di François-Marie Voltaire (Fig. 2), tra i primi teorici del razionalismo europeo ovvero della corrente di pensiero che da lì a vent'anni avrebbe portato alla Rivoluzione Francese e traghettato l'Europa verso l'era moderna (Martino & Varone, 2020). Nel suo Poème sur le désastre de Lisbonne, scritto in opposizione filosofica alla teodicea di Gottfried Wilhelm von Leibniz, Voltaire

declamò (traduzione italiana di Francesco Tanini) "[...] *Direte, vedendo questi mucchi di vittime: fu questo il prezzo che Dio fece pagar per i lor peccati? Quali peccati? Qual colpa han commesso questi infanti schiacciati e insanguinati sul materno seno? La Lisbona che fu conobbe maggior vizi di Parigi e di Londra, immerse nei piaceri? Lisbona è distrutta e a Parigi si balla. Tranquilli spettatori, spiriti intrepidi, dei fratelli morenti assistendo al naufragio voi cercate in pace le cause dei disastri; ma se avvertite i colpi avversi del destino, divenite più umani e come noi piangete. [...]*". Insomma, un terremoto avvenuto in Europa alla fine di un secolo già ricco di tensioni sociali sarebbe stato alla base di un grande rivolgimento socio-culturale, che avrebbe trasformato Lisbona, la città sede dell'oscurantismo medioevale di stampo ecclesiastico, nella culla del razionalismo moderno scuotendo, per così dire, dalle fondamenta il tessuto socio-culturale dell'epoca e contrapponendo ad una monolitica teologia che esaltava il divino e l'immortale la visione frammentaria e antropocentrica di una umanità forte nella sua limitata mortalità: "[...] *Una volta un Califfo, alla fin di sua vita, al Dio che adorava rivolse una preghiera: "Ti porto, unico Dio, che limiti non hai, quel che non hai nel tuo potere immenso: i difetti, i rimpianti, il male e l'ignoranza." Ma aggiungere poteva: la speranza. [...]*"

La percezione dello scuotimento sismico che nasce all'interno del nostro Pianeta e ne colpisce la superficie ha, dunque, attraversato millenni di storia dell'intero bacino Mediterraneo, lasciando testimonianze di accadimenti e di eventi legati a terremoti antichi che, letti in chiave scientifica,

TERREMOTI ED EFFETTI SISMOINDOTTI

dai miti, alla storia, alla scienza

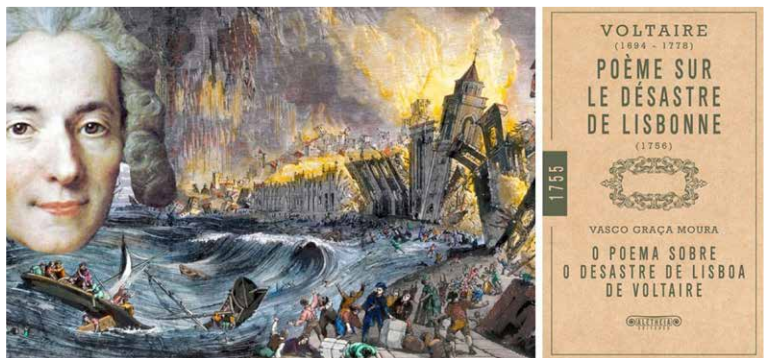


Fig. 2 - Il terremoto di Lisbona del 1755 e il “Poemetto su Lisbona” di François-Marie Voltaire (www.economiaefinanzaverde.it/2020/04/09/voltaire-e-il-disastro-di-lisbona/).

possono documentare effetti sismoindotti, che, a loro volta, divengono la traccia tangibile delle deformazioni della superficie terrestre in corrispondenza ed a seguito di un sisma.

Se nel più comune immaginario il terremoto è perlopiù causa di crolli e danni a strutture abitative o a monumenti, meno diffusa è la consapevolezza che effetti sismoindotti possano essere registrati anche dal territorio, con spesso evidenti modifiche del paesaggio. Nella cultura nazionale, tra le prime testimonianze documentali di un evento sismoindotto, ed in particolare di una frana, vi sono i versi di Dante che nel XII (1,9) canto dell’Inferno recitano “[...] *Qual è quella ruina che nel fianco, di qua da Trento l’Adice percosse, o per tremuoto o per sostegno manco, ché da cima del monte onde si mosse, al piano è sì la roccia discosciosa, ch’alcuna via darebbe a chi su fosse. [...]*”. Il Poeta fa riferimento ad una frana avvenuta con molta probabilità presso i Lavini di Marco (localizzata ai Varini) a seguito del terremoto che colpì la Val d’Adige nel 1117 e durante il quale si verificarono ben più cospicui distacchi nei versanti rocciosi tra Volano e Calliano, facendo da eco ad eventi storici altrettanto disastrosi che il Poeta cita nei versi subito a seguire, riferiti al perduto fasto di Creta ed al Minotauro nascosto nei labirinti del mitico Palazzo di Cnosso, a sua volta devastato da terremoti e maremoti “[...] *cotal di quel burrato era la scesa; e ‘n su la punta de la rotta lacca l’infamia di Creti era distesa [...]*”.

Tuttavia, per arrivare ad avere una più prosaica immagine di uno scenario di effetti sismoindotti nel nostro territorio si deve attendere il Terremoto delle Calabrie del 1783 e l’allora re di Napoli Ferdinando IV di Borbone che incaricò una Commissione Speciale, con a capo Francesco Pignatelli in qualità di Vicario Generale delle Calabrie, per i rilievi, i soccorsi e la ricostruzione (Fig. 3).

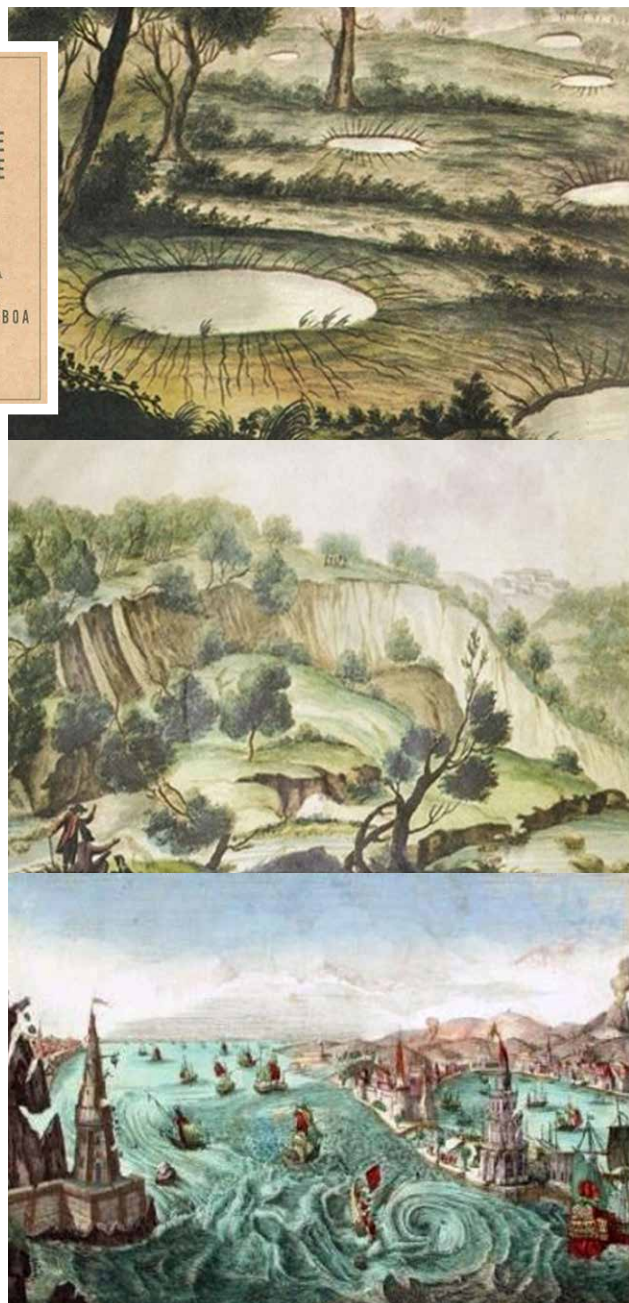


Fig. 3 - Effetti sismoindotti dal Terremoto delle Calabrie del 1783 (Immagini dell’Atlante iconografico allegato alla “Istoria” di M. Sarconi, 1784).



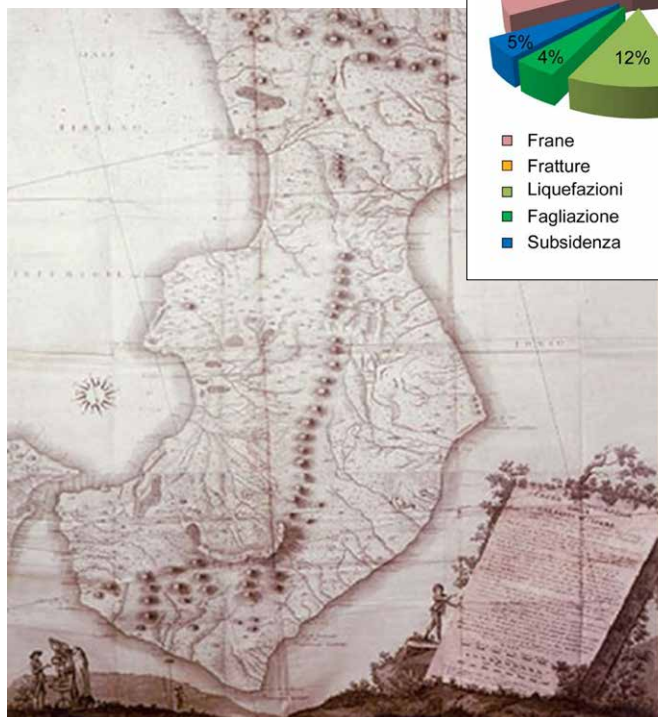


Fig. 4 - "Carta corografica della Calabria Ulteriore" realizzata da Padre Eliseo della Concezione, 1784 (da Fortunato et al., 2012).

Sulla base del sistematico lavoro di documentazione e censimento degli effetti di frana, liquefazione, deviazione di corsi d'acqua e formazione di nuovi laghi che furono generati da quella che, a tutt'oggi, rimane la più lunga e severa sequenza sismica documentata in Italia, grazie alla Commissione Speciale incaricata dal re di Napoli, il Sarconi nel 1974 redasse la sua "Istoria de' fenomeni del tremoto avvenuto nelle Calabrie, e nel Valdemone nell'anno 1783" e, a seguire, Padre Eliseo della Concezione disegnò la "Carta Corografica della Calabria Ulteriore" (Fig. 4) nella quale illustrò, con simboli specifici, gli effetti indotti al suolo da un terremoto. Tale carta rappresenta, a tutti gli effetti, il più antico e organico documento tecnico di censimento e geolocalizzazione di effetti sismoindotti in Italia nonché nell'intero bacino Mediterraneo.

Dobbiamo giungere allo scorso secolo per disporre di un prodotto ben più aggiornato e dettagliato, a scala nazionale, pubblicato nel 1987 da Rodolfo Zecchi ed aggiornato al 1986, che inventariava, tra gli altri, gli effetti sismoindotti dai terremoti della prima metà del '900 tra i quali Reggio e Messina del 1908, il Friuli del 1976 e l'Irpinia del 1980. Nella seconda metà degli anni '90 dello scorso secolo è nato un nuovo e più strutturato progetto di catalogazione di effetti sismoindotti in Italia causati da forti terremoti da un'idea di Roberto Romeo, che ha portato alla prima versione del catalogo CEDIT (Catalogo degli Effetti di Deformazione al Suolo indotti da Forti Terremoti) a cura di Delfino e Romeo nel 1997, senza ancora poter recepire gli effetti sismoindotti dal Terremoto dell'Umbria Marche, avvenuto giusto in quell'anno.

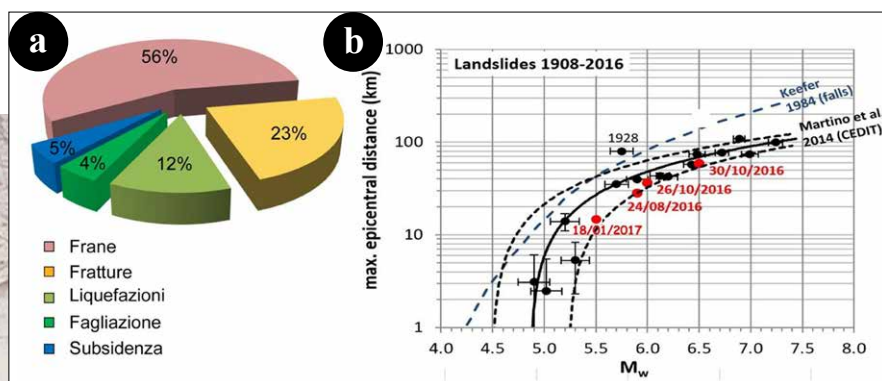


Fig. 5 - Curva magnitudo vs. distanza epicentrale ottenuta dal catalogo CEDIT per il territorio italiano (Martino et al., 2014) sulla quale sono stati proiettati i punti rappresentativi degli effetti indotti dalla sequenza sismica del 2016-2017 in Appennino Centrale (da Martino, 2017).

Il progetto CEDIT è poi approdato presso il Centro di Ricerca per i Rischi Geologici CERi dell'Università di Roma "Sapienza" dove è stato portato avanti nei successivi vent'anni, con un dettagliato ed approfondito lavoro di aggiornamento delle fonti documentali ma anche con una codifica più sistematica e strutturata degli effetti censiti nel catalogo e della loro geolocalizzazione. Questo progetto ha portato, nel 2012, alla prima versione *on-line* del CEDIT, a cura di Fortunato et al. ospitata sul sito *web* del CERi e consultabile mediante piattaforma WEBGIS. Il *database* completo alla base di questa versione del CEDIT è stato oggetto di una pubblicazione a cura di Martino et al. (2014) alla quale ha fatto seguito l'aggiornamento del catalogo ai più recenti eventi sismici del 2016-2017 in Appennino Centrale (Caprari et al., 2018) nonché a quelli di Ischia e del Molise del 2018. Si è giunti, infine, all'attuale versione *on-line* consultabile in *open access* da circa sei mesi (<https://gdb.ceri.uniroma1.it/index.php/view/map/?repository=cedit&project=Cedit>), grazie ad una nuova piattaforma navigabile anche tramite *mobile* e *tablet* che consente visualizzazione, interrogazione ma anche scarico di dati su selezioni areali o mediante *query*.

Il CEDIT costituisce, ad oggi, il più aggiornato *database* nazionale degli effetti sismoindotti al suolo in Italia, catalogati per categoria di effetto e inventariati per qualità di geolocalizzazione. Il suo aggiornamento tiene conto, a sua volta, dei più recenti aggiornamenti degli altri cataloghi nazionali tematici (tra i quali il CFTI, il CPTI ed il DISS, gestiti dall'INGV). Il CEDIT censisce effetti documentati dal 1117 d.C. al 2018, per un totale di 3989 *record*, associati a 173 terremoti, la maggior parte dei quali (56%) rappresentati da frane (Martino et al., 2020) (Fig. 5a).

In base alle informazioni contenute nel CEDIT è stato possibile derivare una curva di valenza nazionale per l'aspettativa di effetti sismoindotti di frana in relazione alla magnitudo ed alla distanza dall'epicentro del terremoto che li ha generati (Martino et al., 2014). Tale curva si scosta in modo significativo da quella proposta a livello globale da Keefer nel 1984, poi aggiornata da Rodriguez et al. nel 1999. Grazie a questa curva, è possibile avanzare, su base semiempirica,

TERREMOTI ED EFFETTI SISMOINDOTTI dai miti, alla storia, alla scienza

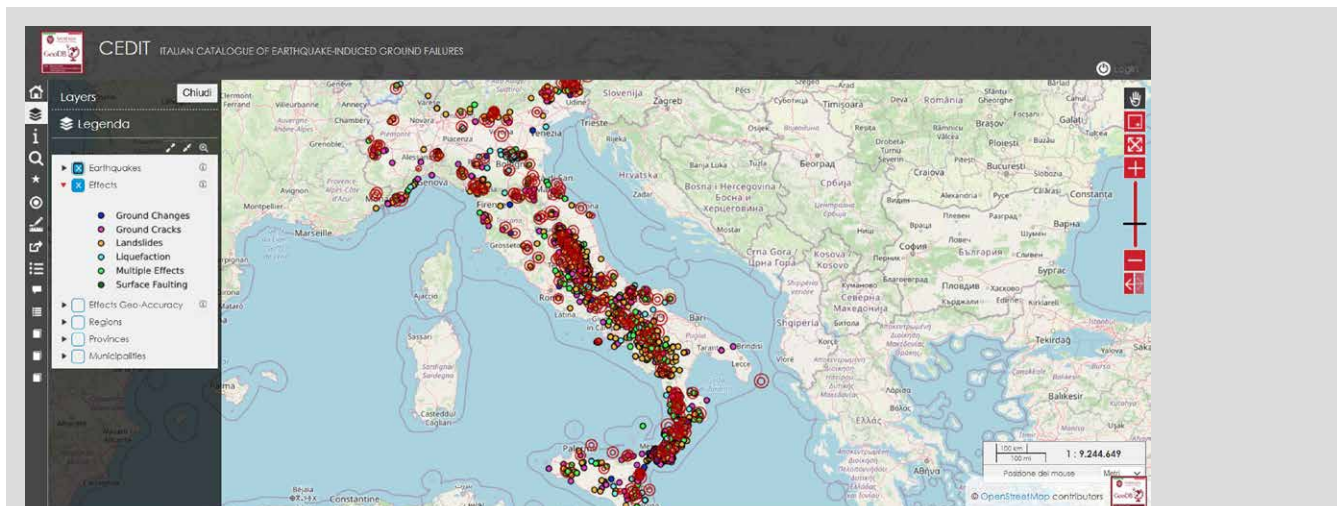


Fig. 6 - Screenshot della home page del CEDIT nell'attuale versione consultabile in open access sul sito del CERISapienza (<https://gdb.ceri.uniroma1.it/index.php/view/map/?repository=cedit&project=Cedit>).

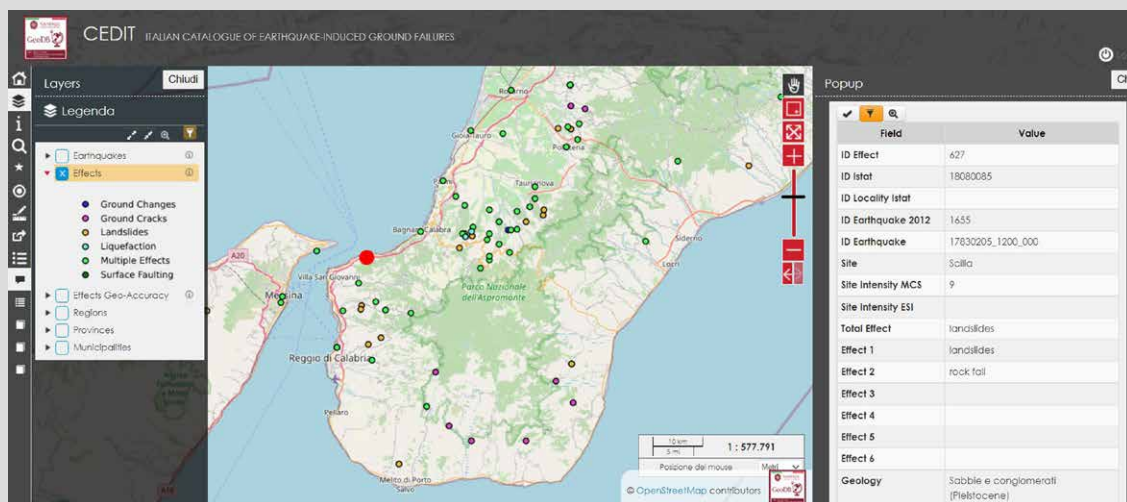


Fig. 7 - Screenshot della selezione ottenuta dalla consultazione on-line del CEDIT degli effetti sismoindotti riferibili al Terremoto delle Calabrie del 1783; il pop-up si riferisce alla frana di Scilla (Bozzano et al., 2011).

stime più che attendibili sull'estensione degli areali che possono essere interessati da scenari di sismoinduzione per frana, nota una certa sorgente sismogenica e la sua magnitudo e prestabilito un livello di pericolosità sismica. Ne è stata prova l'ottima coerenza con tale curva degli effetti indotti dalla sequenza sismica del 2016-2017 in Appennino Centrale (Fig. 5b), le cui massime distanze di accadimento, in relazione alla magnitudo degli eventi sismici, si sono rivelate del tutto prevedibili (Martino, 2017).

La nuova versione del catalogo (Fig. 6) riporta anche, ed in forma esplicita, l'incertezza sulla geolocalizzazione, servendosi di una circonferenza centrata sul punto indicativo dell'effetto sismoindotto e costruita mediante un raggio di dimensione inversamente proporzionale alla precisione della localizzazione, deducibile dalle fonti documentali consultate. Queste fonti sono identificabili attraverso le informazioni contenute nei pop-up che si aprono interrogando gli specifici effetti censiti. Questi ultimi, a loro volta, possono essere selezionati mediante filtri che agiscono sia a livello areale

(es. per municipalità o regione) che a livello temporale (es. per terremoto).

La consultazione del catalogo CEDIT consente dunque: **i)** la visualizzazione e la consultazione di scenari di effetti connessi a specifici terremoti (*back-analysis*), **ii)** l'analisi statistica in termini di probabilità di accadimento per tipologie di effetti ovvero l'utilizzo delle informazioni contenute nel *geodatabase* per analisi statistiche ponderali, quali il *Weight of Evidence* (WofE) o l'*Artificial Neural Network*, nell'ottica di restituire scenari futuri (*forward analysis*) anche in chiave di *multi-hazard* ove vengano considerate azioni preparatorie e innescanti tra loro indipendenti, **iii)** la costruzione di scenari di effetti sismoindotti in prospettiva sismica, ovvero a pericolosità sismica definita e limitati ad una specifica porzione territoriale.

Quale esempio del primo prodotto si può considerare la visualizzazione degli effetti indotti dal Terremoto delle Calabrie del 1783 (Fig. 7), tra i quali la ben documentata

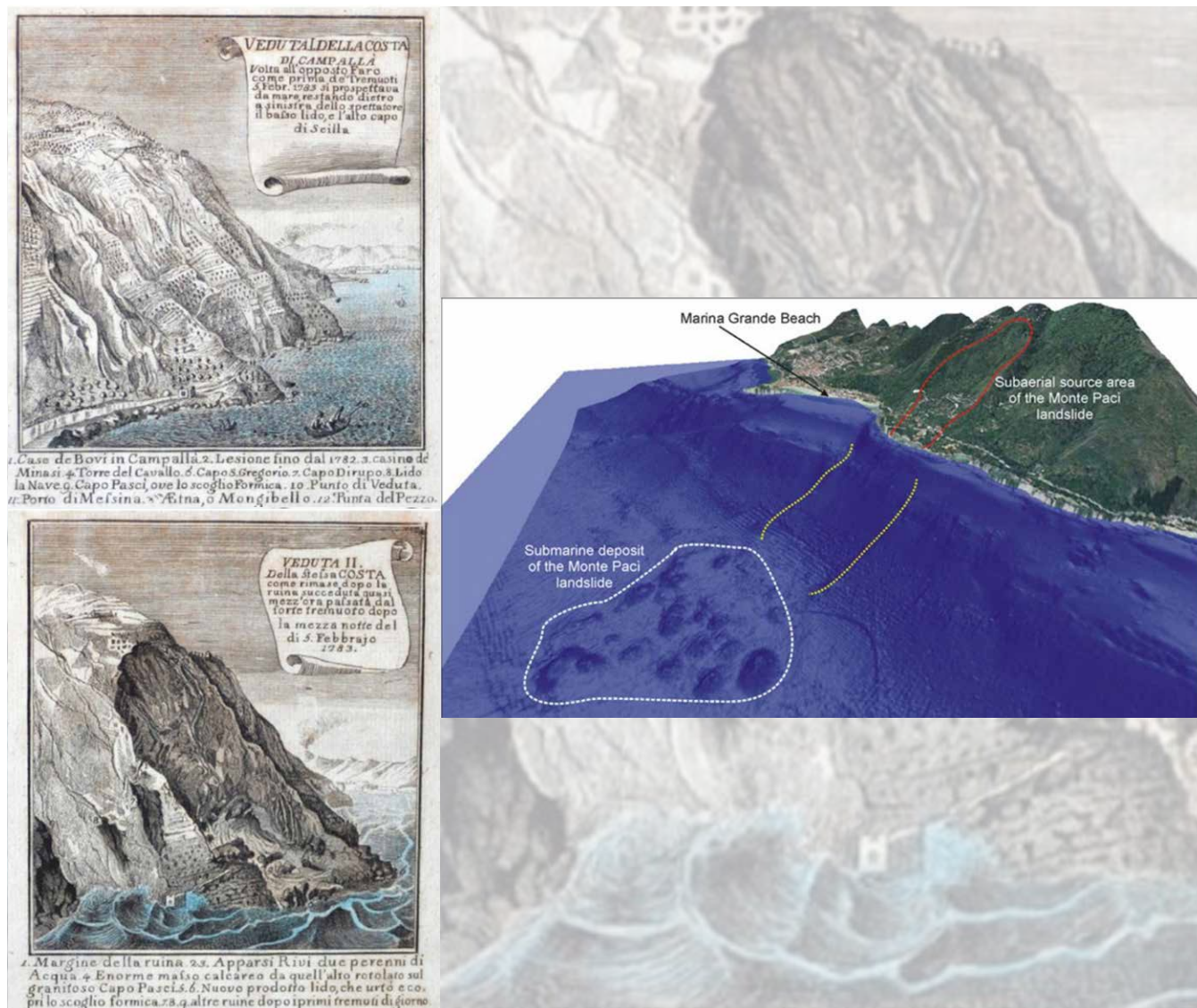


Fig. 8 - A sinistra, pitture di Antonio Minasi rappresentanti la frana di Scilla innescata il 6 Febbraio 1783 dal Terremoto delle Calabrie (Sarconi, 1784). A destra, delimitazione del volume della frana di Scilla a valle della campagna oceanografica condotta tra il 2006 ed il 2008 (da Mazzanti e Bozzano, 2011).

frana costiera di Scilla che, staccandosi dal Monte Paci dopo la seconda scossa della sequenza sismica (6 Febbraio 1783) causò un'onda di tsunami di 16 m che uccise oltre 1000 persone, rifugiatesi nell'adiacente spiaggia detta della Marina Grande dopo le scosse del giorno precedente. L'evento di frana, documentato dalle pitture di Antonio Minasi del 1784, realizzate con vista dalla terrazza della Rocca Ruffo di Calabria e custodite presso l'Archivio di Stato di Napoli, (**Fig. 8**), è stato di recente oggetto di specifici studi che, grazie ad un finanziamento del Ministero della Ricerca Scientifica e ad una campagna oceanografica dedicata, hanno portato al rinvenimento dell'accumulo di frana sul fondale marino frontistante l'attuale punta Paci, all'imbocco dello Stretto di Messina (Bozzano et al., 2011; Mazzanti e Bozzano, 2011).

Quale esempio del secondo prodotto, un recente studio di Martino et al. (2019) dimostra come il potenziale di informazioni contenute nel *geodatabase* del CEDIT possa portare ad un'analisi probabilistica sul peso di specifici fattori

ambientali e/o antropici, come nel caso della valutazione del ruolo svolto dai tagli stradali nella sismoinduzione di frane per crollo durante la sequenza sismica del 2016-2017 in Appennino Centrale. In questo caso, l'analisi WofE ha confermato l'incidenza del fattore antropico, quale fattore predisponente, sia nella distribuzione che nella numerosità dei crolli in roccia dai tagli a monte delle strade di viabilità secondaria che, da soli, hanno rappresentato oltre l'80% dei fenomeni di frana innescati dalle scosse principali dell'ultima sequenza sismica dell'Appennino Centrale. La geolocalizzazione di elevata precisione (mediante uso di GPS) ed il rilievo diretto sul terreno (imprescindibile stante la taglia spesso ridotta a pochi decimetri cubici dei blocchi crollati) hanno portato a rilevare ed inventariare oltre 800 effetti da Settembre 2016 a Gennaio 2017, consentendo, in questo caso, anche un'analisi ponderale del condizionamento da parte della topografia esistente sul fattore predisponente antropico. Ciò ha portato ad osservare che i settori morfologici più interessati dalle frane per crollo sismoindotte sono stati effettivamente quelli interessati da

TERREMOTI ED EFFETTI SISMOINDOTTI

dai miti, alla storia, alla scienza



Fig. 9 - Foto relative a crolli in roccia avvenuti durante la sequenza sismica del 2016-2017 in Appennino Centrale e censiti nel CEDIT.

tagli antropici, ma, preferenzialmente, quelli localizzati in corrispondenza dei settori di fondovalle più stretti, associati a morfologie vallive con configurazione “a V”, peraltro molto diffusi nel settore centro-appenninico.

Infine, quale esempio del terzo prodotto, l’analisi di franosità sismoindotta, attesa con una prospettiva di eventi sismici a 475 anni di tempo di ritorno, è stata svolta (Martino et al., 2020) nell’ambito degli studi di Microzonazione Sismica di livello 3 richiesti da OPCM 64/2017 per la municipalità di Accumoli (Rieti) ai fini della ricostruzione post-sisma del 2016, ed è stata funzionale alla definizione di “zone di attenzione per frana” (ZA_{FR}) e successivamente per la loro ulteriore classificazione in “zone di suscettibilità per frana” (ZS_{FR}), secondo quanto previsto dalle Linee Guida allegate ad Indirizzi e Criteri per la Microzonazione sismica (ICMS, 2008). In questo caso, lo scenario di franosità sismoindotta durante la sequenza sismica del 2016-2017 è stato utilizzato (Martino et al., 2019) quale *database* di validazione delle analisi di suscettibilità e

di stabilità sviluppate con approccio probabilistico attraverso il metodo PARSIFAL (*Probabilistic Approach to provide Scenarios of earthquake-Induced slope Failures*). Le aree risultate propense a dissesto gravitativo, o già effettivamente in frana, sono state analizzate mediante un approccio pseudostatico per derivare la probabilità di eccedenza al superamento di una soglia di innesco, espressa in termini di spostamento. Sulla base della numerosità di condizioni al contorno (nello specifico la saturazione delle coltri o dei giunti di ammasso) in grado di giustificare una riattivazione ovvero una prima attivazione delle frane sono state selezionate le ZS_{FR} , quale sottoinsieme delle ZA_{FR} , ponendole alla base della definizione di “zone di rispetto per frana” (ZR_{FR}) che, a valle di più specifici studi, saranno considerate per la progettazione di interventi di consolidamento e di ricostruzione post-sisma, tutt’ora gestiti dalla Struttura Commissariale operativa nei territori terremotati dall’ultima sequenza sismica dell’Appennino Centrale.

La possibilità di aver rappresentati sul territorio scenari di distribuzione di effetti sismoindotti consente anche analisi più avanzate per cogliere interazioni tra fattori preparatori al dissesto che, rispetto alla predisposizione geomorfologica e geostrutturale insita nell’assetto locale, possono giustificare l’intensificazione di processi non altrimenti attendibili (Martino et al., 2022a). È questo il caso dello scenario manifestatosi a seguito della recente sequenza sismica di Montecilfone, in Molise, nell’Agosto 2018 seguita ad un *mainshock* di magnitudo 5.1 che ha dato luogo, in un areale di non oltre 1000 km², ad un inatteso scenario di franosità (più di 80 effetti censiti) la cui interpretazione è insita nella contemporanea presenza di un intenso evento pluviometrico che, con circa 140 mm di pioggia cumulati 3 giorni, ha preparato il territorio alla sismoinduzione, anche a seguito di un sisma di relativamente bassa magnitudo (Martino et al., 2022b).

La prospettiva di ricostruire scenari, atti a valutare l’impatto sul territorio e sul tessuto sociale che su di esso si stratifica, rappresenta, ad oggi, una missione della comunità scientifica che va nella direzione della resilienza socio-economica e, dunque, punta all’ambizioso obiettivo di tracciare un percorso di migliore convivenza tra processi naturali ed Uomo in una più sostenibile interazione con l’ambiente e con le dinamiche del nostro Pianeta. La storia e i suoi fatti, come le tradizioni e le culture antiche, che ne sono state vettore fino ai nostri giorni, possono costituire, in tal senso, un fondamentale

bacino per l'apprendimento affinché, per restare in un'allegoria classica, l'"oltre dei venti" una volta aperta da un improvvido Ulisse non riservi sorprese, tali da far perdere alle comunità antropiche la giusta rotta verso una società più inclusiva nei confronti dei processi naturali e, dunque, più consapevole e resiliente. In tal senso, il monito ad evitare una drammatica risposta a "resilienza zero" delle comunità locali si ritrova, ancora una volta, nelle pieghe della storia recente, in riferimento alle scelte di abbandono dei territori fatti da numerose comunità del Belice a seguito del sisma del 1968: una "tragedia dei popoli" immortalata nella pregevole opera d'arte del "Cretto" di Alberto Burri a Gibellina che scolpisce nel cemento l'aterrimento di un'intera comunità locale e ne evoca l'inaridimento con l'allegoria resa architettonicamente delle crepe che compaiono in un'argilla secca (Fig. 10). Per quanto possa essere difficile individuare un nuovo paradigma per comunità più resilienti nei confronti dei rischi naturali, è certo che questo passi attraverso il "trinomio" storia-cultura-scienza in base al quale l'insegnamento del passato non può essere messo a frutto dalle generazioni a venire, per il loro futuro, se non attraverso la cultura e la scienza.



Fig. 10 - In alto, il "Cretto" di Alberto Burri a Gibellina da una vista aerea (<https://fondoambiente.it/luoghi/il-cretto-di-burri?ldc>) e, a destra, la sua ispirazione allegorica alle crepe che compaiono in un'argilla secca.

BIBLIOGRAFIA

Bozzano F., Martino S., Montagna A. & Prestininzi A. (2012). *Back analysis of a rock landslide to infer rheological parameters.* Engineering Geology, 131-132, 45-56, [doi:10.1016/j.enggeo.2012.02.003](https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2012.02.003)

Caprari P., Della Seta M., Martino S., Fantini A., Fiorucci M. & Priore T. (2018). *Upgrade of the CEDIT database of earthquake-induced ground effects in Italy.* Italian Journal Of Engineering Geology And Environment, 18, 23-39, [doi:10.4408/IJEGE.2018-02.0-02](https://doi.org/10.4408/IJEGE.2018-02.0-02)

Delfino L. & Romeo R.W. (1997). *C.E.D.I.T., Catalogo nazionale degli Effetti Deformativi del suolo Indotti da forti Terremoti.* RAPPORTO TECNICO SSN/RT/97/04.

Fortunato C., Martino S., Prestininzi A. & Romeo R.W. (2012). *New release of the Italian catalogue of earthquake-induced ground failures (CEDIT).* Italian Journal Of Engineering Geology And Environment, 63-74, [doi:10.4408/IJEGE.2012-02.0-05](https://doi.org/10.4408/IJEGE.2012-02.0-05)

Keefer D.K. (1984). *Landslides caused by earthquakes.* Geol. Soc. Am. Bull., 95, 406-421.

Martino S. (2017). *Earthquake-induced landslides in Italy. From the distribution of effects to the hazard mapping.* Italian Journal Of Engineering Geology And Environment, 1, 53-67, [doi:10.4408/IJEGE.2017-01.S-04](https://doi.org/10.4408/IJEGE.2017-01.S-04)

Martino S., Antonielli B., Bozzano F., Caprari P., Discenza M. E., Esposito C., Fiorucci M., Iannucci R., Marmoni G.M. & Schilirò L. (2020). *Landslides triggered after the 16 August 2018 Mw 5.1 Molise earthquake (Italy) by a combination of intense rainfalls and seismic shaking.* Landslides, 17, 1177-1190, [doi:10.1007/s10346-020-01359-w](https://doi.org/10.1007/s10346-020-01359-w)

Martino S., Battaglia S., D'Alessandro F., Della Seta M., Esposito C., Martini G., Pallone F. & Troiani F. (2020). *Earthquake-induced landslide scenarios for seismic microzonation. Application to the Accumoli area (Rieti, Italy).* Bulletin Of Earthquake Engineering, 18, 5655-5673, [doi:10.1007/s10518-019-00589-1](https://doi.org/10.1007/s10518-019-00589-1)

Martino S., Bozzano F., Caporossi P., D'Angiò D., Della Seta M., Esposito C., Fantini A., Fiorucci M., Giannini L. M., Iannucci R., Marmoni G.M., Mazzanti P., Missori C., Moretto S., Piacentini D., Rivellino S., Romeo R.W., Sarandrea P., Schilirò L., Troiani F. & Varone C. (2019). *Impact of landslides on transportation routes during the 2016-2017 Central Italy seismic sequence.* Landslides, 16, 1221-1241, [doi:10.1007/s10346-019-01162-2](https://doi.org/10.1007/s10346-019-01162-2)

Martino S., Fiorucci M., Marmoni G. M., Casaburi L., Antonielli B. & Mazzanti P. (2022a). *Increase in landslide activity after a low-magnitude earthquake as inferred from DInSAR interferometry.* Scientific Reports, 12, 1-19, [doi:10.1038/s41598-022-06508-w](https://doi.org/10.1038/s41598-022-06508-w)

Martino S., Marmoni G.M., Fiorucci M., Ceci A.F., Discenza M.E., Rouhi J. & Tedoradze D. (2022b). *Role of antecedent rainfall in the earthquake-triggered shallow landslides involving unsaturated slope covers.* Applied Sciences, 12, [doi:10.3390/app12062917](https://doi.org/10.3390/app12062917)

Martino S., Prestininzi A. & Romeo R. W. (2014). *Earthquake-induced ground failures in Italy from a reviewed database.* Natural Hazards And Earth System Sciences, 14, 799-814, [doi:10.5194/nhess-14-799-2014](https://doi.org/10.5194/nhess-14-799-2014)

Martino S. & Varone C. (2020). *From seismic hazards to resilient cities. The contribution of engineering geology.* Italian Journal Of Engineering Geology And Environment, 2, 31-42, [doi:10.4408/IJEGE.2020-02.0-03](https://doi.org/10.4408/IJEGE.2020-02.0-03)

Mazzanti P. & Bozzano F. (2011). *Revisiting the February 6th 1783 Scilla (Calabria, Italy) landslide and tsunamis by numerical simulation.* Mar Geophys Res., [doi:10.1007/s11001-011-9117-1](https://doi.org/10.1007/s11001-011-9117-1)

Rodriguez C.E., Bommer J.J. & Chandler R.J. (1999). *Earthquake induced landslides: 1980-1997.* Soil Dynam. Earthq. Eng., 18, 325-346.

Sarconi M. (1784). *Istoria de' fenomeni del terremoto avvenuto nelle Calabrie, e nel Valdemone nell'anno 1783.* Reale Accademia delle Scienze, e delle Belle Lettere di Napoli, Napoli.

Zecchi R. (1987). *Carta della distribuzione degli effetti geomorfologici indotti dai terremoti che hanno interessato l'Italia dall'anno 0 al 1986.* Mem. Soc. Geol. It., 37, 823-826.