

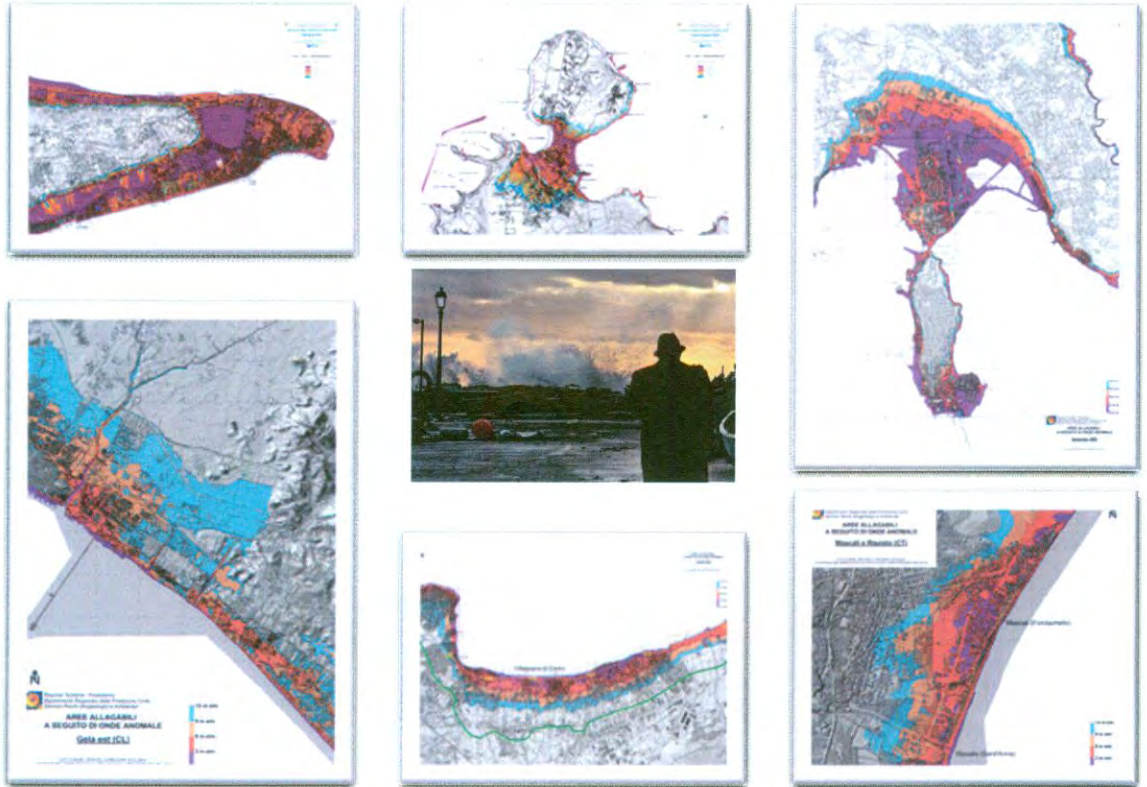
PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI

(Direttiva 2007/60/CE – D.Lvo n. 49/2010)

Mappe allagabili a seguito di onde anomale

(vers. 1/2015)

REGIONE SICILIANA – DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE
S.17 - CENTRO FUNZIONALE DECENTRATO MULTIRISCHIO INTEGRATO



CFD-REP_8_06/11/2015
Prot. n. 65552 del 06.11.2015

IL DIRIGENTE DEL CFDMI

(BASILE)

IL DIRIGENTE GENERALE
CAPO DEL DIPARTIMENTO

(FOTI)





Sommario

Presentazione	3
Cenni storici.....	4
Le sorgenti sismogenetiche e tsunamigeniche	9
I criteri di realizzazione delle mappe	10
Il progetto	11
Le mappe	12





Presentazione

La Sicilia, con i suoi 1625 km di coste (isole minori comprese), è indubbiamente una regione molto esposta al rischio di mareggiate causate da eventi meteorologici, tettonici o di altra natura. Nel presente rapporto tali improvvisi innalzamenti del livello del mare sono stati denominati “onde anomale”, intendendo con tale termine sia i fenomeni classicamente associati a eventi sismici, sia quelli che possono essere provocati, per quello che si sa, anche da frane sottomarine o da particolari condizioni atmosferiche (come, per esempio, il “*marrobbio*”).

A fini di protezione civile, ovviamente, si tende a ragionare in termini di previsione e prevenzione; pertanto, di un fenomeno occorre riconoscere i precursori di evento e ipotizzarne i possibili effetti al suolo. Con tali presupposti, bisognerebbe possedere gli strumenti di rilevazione per identificare l'occorrenza di un evento che possa causare le “onde anomale”.

Al momento, si attende che la comunità scientifica, insieme al Dipartimento della Protezione Civile, diano indicazioni al riguardo; tuttavia, considerato che la conoscenza della vulnerabilità potenziale al rischio di inondazione delle aree costiere costituisce un importante presupposto per avviare, da subito, le necessarie attività di prevenzione, il Dipartimento Regionale della Protezione Civile, ai sensi del Decreto Legislativo n. 112/98, ha inteso fornire un contributo affinché gli Enti Locali siano messi nella possibilità di predisporre o aggiornare le proprie pianificazioni di emergenza per questo tipo di rischio.

Sono state così predisposte, per alcune aree costiere, le “Mappe delle aree allagabili a seguito di onde anomale” che, pur non tenendo conto di una serie di parametri importanti per la simulazione (run-up, energia dell'onda, presenza di ostacoli, profondità dei fondali, ecc), permettono di definire i contorni delle zone che, potenzialmente, potrebbero essere soggette all'ingressione marina causata da un generico innalzamento improvviso e repentino del livello del mare.

In assenza di modelli di propagazione delle onde di marea, è stato scelto di adoperare un criterio statico (le quote sul livello del mare da 0 a 12 metri, in 4 classi) indipendentemente dalla causa scatenante. Pur nella semplificazione della metodologia, in tal modo si ha comunque la possibilità di individuare le infrastrutture che potrebbero essere coinvolte e di avviare una pianificazione di emergenza calibrata per il tipo di problematica in esame.



Cenni storici

Nella seguente tabella vengono riassunti gli eventi rintracciati in rete, con integrazioni tratte da pubblicazioni scientifiche, di fenomeni di onde anomale che hanno interessato le coste siciliane. I dati sono riassunti in forma geografica nell'immagine successiva.

DATA	LOCALITÀ	CAUSA	NOTIZIE	FONTE
365 d.C., 21 lug	Sicilia Orientale	Terremoto – Mw 8.0	Ricostruzione da modelli matematici	10
			Tracce di tsunamiti	11
1169, 4 feb	Stretto di Messina	Terremoto in mare – Mw 6.41	Evidenze geologiche	1
			Inondazione e distruzioni a Messina	2
1329, 29 giu	Mascalì (CT)	Eruzione dell'Etna e terremoto	Evidenze geologiche	1
1542, 12 dic	Augusta (SR)	Terremoto – Mw 6.77	Evidenze geologiche	1
1613, 25 ago	Sicilia Settentrionale	Terremoto – Mw 5.57	Il paese di Naso (Messina) [N.d.R. da intendersi l'odierna Capo d'Orlando] venne allagato da un'onda di maremoto.	3
1693, 11 gen	Sicilia Orientale	Terremoto in mare – Mw 7.41	Catania, Augusta e Messina furono colpite da uno tsunami che buttò sulla spiaggia numerose imbarcazioni.	2
			La linea costiera fu inondata per una lunghezza di circa 230 km. A Messina il mare si ritirò di circa 100 m e successivamente invase la costa inondando il bacino del porto. L'inondazione più grande fu descritta a Mascalì, dove il mare invase la costa per circa 1.5 km verso l'interno. La località più colpita fu la città di Augusta, dove il mare inizialmente si ritirò lasciando il porto completamente asciutto, per poi attaccare la costa inondandola per circa 165 m verso l'interno. La città fu allagata fino al Monastero di San Domenico: le onde raggiunsero un'altezza di 15 m (Gallazzi, 2009).	3
			Evidenze geologiche	1
1726, 1 set	Sicilia Settentrionale	Terremoto a terra – Mw 5.58	Ritiro del mare a Palermo	2
1783, 5-6 feb	Calabria Tirrenica	Terremoto a terra - Mw 7	Messina, Reggio Calabria, Roccella Ionica, Scilla e Catona ebbero le strade allagate e l'acqua del mare si addentrò nella terraferma per quasi due chilometri. Il giorno seguente si verificò una seconda scossa tellurica e il conseguente tsunami provocò un grandissimo numero di vittime, soprattutto nella Calabria meridionale (Scilla). Il massimo run-up (9 metri) venne registrato a Marina Grande (Scilla), ma in molte altre località (Peloro, Torre del Faro, Punta del Pezzo) il fronte d'acqua raggiunse la già notevole altezza di circa 6 metri.	2
			Il 5 febbraio, alle 8 del mattino, uno tsunami (di intensità 3), interessò la costa ionica della Calabria. Capo Rizzuto e Le Castella vennero allagate. In entrambe le località il mare dapprima si ritirò (onda negativa). Lo stesso giorno, quattro ore dopo, un altro tsunami (di intensità 11), colpì la parte sud della costa calabra, ma dall'altra parte, sul lato Tirrenico. (...) Fonti dell'epoca narrano che le onde in realtà furono tre e, tutte, provocarono allagamenti e devastazioni. Lo tsunami fu descritto anche dai pescatori di Bivona e Pizzo Calabro. Il giorno dopo, il 6 febbraio 1783 alle ore 00.20 un altro evento sismico interessò lo Stretto di Messina. Il sisma fece probabilmente crollare una parte del monte Campallà (monte Paci), a sud di Scilla. Il fronte franoso lungo oltre 450 metri penetrò per quasi 100 metri sotto il mare e	3



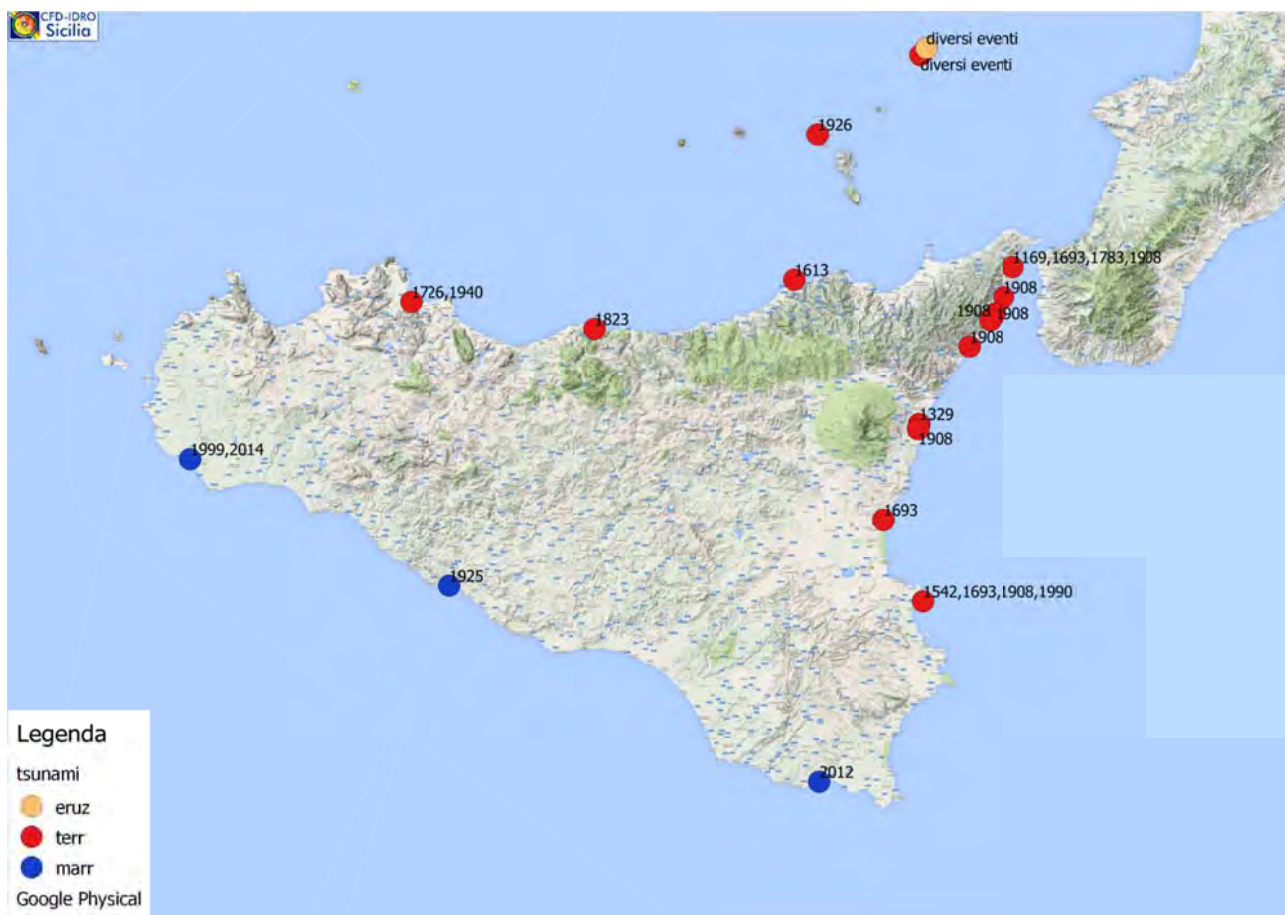
DATA	LOCALITÀ	CAUSA	NOTIZIE	FONTE
			generò un'onda di altezza compresa tra i 9 e i 10 metri, che si riversò poi sulle coste calabresi e siciliane. Furono completamente allagate Scilla, Messina e Reggio Calabria (...). A Messina il mare si sollevò di circa 2 metri e il piccolo stagno del Pantanello venne completamente chiuso dai detriti. L'acqua inondò il mercato del pesce causando la morte di 28 persone.	
			Evidenze geologiche	1
1818, 20 feb	Sicilia orientale	Terremoto a terra – Mw 6.23	Onde anomale a Catania	2
			Evidenze geologiche	1
1823, 5 mar	Sicilia Settentrionale	Terremoto in mare – Mw 6.47	Barche trascinate in mare e danneggiate a Cefalù	2
1908, 28 dic	Stretto di Messina	Terremoto in mare – Mw 7.10	Il più intenso dei terremoti in Italia, che provocò un violentissimo tsunami, in assoluto il più grande mai registrato nel nostro Paese, che ovunque si manifestò con un iniziale ritirarsi delle acque del mare seguito dopo pochi minuti da almeno tre grandi ondate che portarono ovunque distruzione e morte. I maggiori run-up furono registrati a S. Alessio (11.7 metri) e a Pellaro (13 metri), ma in molte altre località l'altezza dell'onda fu di 8-10 metri, e dovunque le case situate nelle vicinanze della spiaggia vennero spazzate via dall'impeto dell'onda.	2
			Di seguito il run-up dell'onda nelle diverse località: - Messina, 3 m. (centinaia di vittime); - Paradiso, (nord di Messina). 3.7 m; - Pace, 4.7 m. (3 vittime); - Galati Marina, run-up non disponibile (14 vittime); - Briga Marina, run-up non disponibile (46 vittime); - Giampilieri Marina, 7.2 m; - S. Tecla, Torre Archirafi e Nizza di Sicilia, 5.7 m; - Scaletta, Roccalumera, 8 m; - Giardini, 9.5 m. (2 vittime); - S. Alessio, 11.7 m. (il valore più alto lungo le coste siciliane); - Riposto, run-up non disponibile; il mare si spinse per 150 metri oltre la linea di costa (13 vittime); - Catania, run-up non disponibile; il mare si spinse per 100 metri oltre la linea di costa (3 vittime); - Augusta, run-up non disponibile; il mare si spinse per 700 metri oltre la linea di costa. Studi successivi hanno individuato come struttura responsabile del terremoto una faglia normale ad andamento NNE-SSW localizzata all'interno dello stretto di Messina, ma l'esatta geometria e cinematica di tale struttura è ancora oggetto di discussione (Pino et al. 2000; Valensise e Pantosti 2001; Billi et al. 2008). La lunghezza dell'onda provocata dal terremoto di Messina, registrata dalla nave Isis a 165 km a nord di Alessandria, è stata calcolata in 1.3 km, il suo periodo si aggirò sui 29 secondi e la sua velocità sui 161 km/ora (Caputo e Fatta, 1987).	3, 12
			Evidenze geologiche	1
			Recenti studi hanno ipotizzato una frana sottomarina presso Giardini-Naxos quale causa principale del maremoto.	4
1916, 3 lug	Isole Eolie (Stromboli)	Terremoto a terra – Mw 4.93	Aumento del livello del mare a Stromboli.	2
			In seguito ad una eruzione, avvenuta attorno alle ore 23.00 ed associata ad una scossa di terremoto, si verifica uno tsunami che colpisce alle ore 23.21 la parte nord delle isole	3



DATA	LOCALITÀ	CAUSA	NOTIZIE	FONTE
			vulcaniche. Presso Piscità alcuni testimoni confermano un ritiro dell'acqua seguito, subito dopo, da una ingressione marina di una decina di metri	
1919, 22 mag	Isole Eolie	Eruzione vulcanica	Alle ore 17.45 si verifica una forte esplosione sulla sommità dell' <i>Iddu</i> , ovvero lo Stromboli nel dialetto locale. Il mare, nella zona di Punta Labronzo, dapprima arretra e poi allaga la spiaggia sino a 300 metri nell'entroterra. Altre anomalie minori sono segnalate in Sicilia (Palermo, Catania, Messina), in Calabria, a Napoli e a Cagliari.	3
1925, 11 mag	Sicilia Meridionale	Meteo-tsunami	Porto Empedocle (AG). Alle 22.50 dell'11 maggio 1925 si registra un anomalo innalzamento del mare, che terminerà solamente alle 14.00 del 12 maggio. Si trattò probabilmente di un'anomalia meteorologica.	3
1926, 17 ago	Isole Eolie (Salina)	Evento sismico – Mw 5.41	Evento sismico che si ricorda per un'anomala regressione marina presso Salina, che coinvolse con eventi franosi le zone di Pollara e Malfa. Danni minori furono segnalati a Lipari e Filicudi.	3
1930, 11 set	Isole Eolie	Eruzione vulcanica	Ritiro-inondazione (Stromboli).	2
			Evento associato a una esplosione dello Stromboli che provocò allagamenti diffusi e due vittime. Il mare si alzò di circa 2.5 metri, allagando l'entroterra per almeno 250 metri, dopo un repentino ritiro di almeno 300 metri, nei pressi di Sopra Lena.	3
1940, 15 gen	Sicilia Settentrionale	Evento sismico – Mw 5.28	Una scossa sismica colpisce Palermo e dintorni, con danni anche a Misilmeri e Ficarazzi. Segue un lieve tsunami (intensità 2) con le spiagge leggermente inondate ma senza danni.	7
1944, 20 ago	Isole Eolie (Stromboli)	Eruzione vulcanica	Violenta eruzione dello Stromboli, con lava sulla Sciarra del Fuoco che termina la sua veloce corsa in mare, provocando un'onda di tsunami tutt'altro che trascurabile e classificata di intensità 4. A Punta Lena si verifica infatti un'ingressione marina di circa trecento metri, molti i pesci spiaggiati ma rari danni alle costruzioni e fortunatamente nessuna vittima umana.	7
1954, 1-13 feb	Isole Eolie (Stromboli)	Eruzione vulcanica sottomarina	Debole tsunami a Stromboli.	2
			Lo Stromboli è ancora protagonista, con una eruzione effusiva che si protrae dal 1 al 13 febbraio 1954. Una testimonianza dell'epoca narra, nella zona tra Forgia Vecchia e Punta dell'Omo, di un'onda di maremoto successiva ad una violenta esplosione del vulcano. A Scari, due onde anomale, la seconda più grande della prima, danneggiano alcune abitazioni.	3
1988, 20 apr	Isole Eolie	Frana	Presso l'isola di Vulcano (La Fossa), una frana di 200.000 metri cubi di materiale, la cui origine è ancora discussa (forse mossa da fluidi idrotermali), precipita a mare generando uno tsunami poi osservato a Porto di Levante, da numerosi pescatori e marinai, alle 5.30 del mattino.	3
			Tra Punta Nere e Punta Luccia, si stacca un cospicuo ammasso franoso (circa duecentomila metri cubi di volume) che scende velocemente in mare e genera uno tsunami. Fortunatamente l'evento è di dimensioni limitate (intensità 2) e l'isola non è ancora affollata di turisti. Ma le onde sono chiaramente avvertite al Porto di Levante (proprio laddove attraccano gli aliscafi) anche se il loro run-up si mantiene intorno al metro ed i danni sono praticamente nulli. Oscillazioni limitate vengono segnalate anche a Lipari.	7
1990, 13 dic	Sicilia Orientale	Terremoto in mare – Mw 5.64	Onde anomale ad Augusta.	2
			Ad Augusta, in Contrada Granatello, il mare allagò la costa, forse a causa di un movimento sottomarino franoso	3

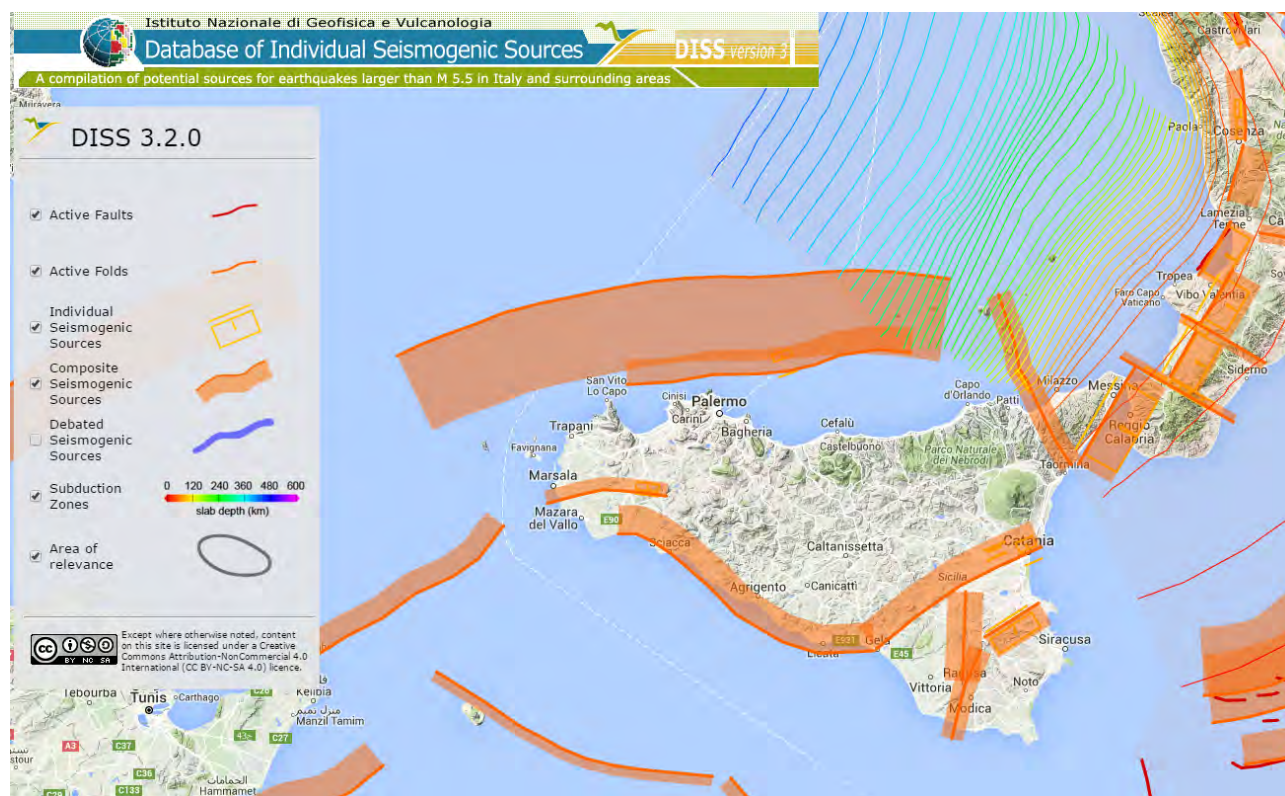


DATA	LOCALITÀ	CAUSA	NOTIZIE	FONTE
			a 50 metri di profondità. Alla scossa segue uno tsunami che ha una direzione all'incirca SudEst-NordOvest, con circa due metri di run-up. Nel porto di Augusta risultano rotti diversi ormeggi ed alcune barche subiscono danni lievi. I molti pescatori che in quel momento si trovano in mare avvertono chiaramente il fenomeno che fa oscillare improvvisamente le loro imbarcazioni. Il lungomare di Granatello viene invaso dalle acque, con un'ingressione di qualche decina di metri.	7
			Evidenze geologiche	1
1999, 16 apr	Sicilia Meridionale	Meteo-tsunami	Mazara del Vallo (TP), 16 aprile. Un'onda di marea (<i>marrobbio</i>) provocò ingenti danni ai natanti lungo il porto-canale.	5
2002, 30 dic	Isole Eolie	Eruzione vulcanica	Inondazione a Stromboli per una frana provocata dall'eruzione.	2
			Effetti risentiti anche a Panarea e Ginostra.	8
2012, 14 set	Sicilia Meridionale	Meteo-tsunami	Pozzallo (RG), 14 settembre. Un pontile devastato, 4 barche da portare al macero, costi di manutenzione elevatissimi. Il « <i>marrobbio</i> » che, ieri notte, ha portato distruzione al porto ha fatto nuovamente la sua comparsa, dopo le « <i>incursioni</i> » dello scorso anno.	6
2014, 25 giu	Sicilia Meridionale	Meteo-tsunami	Mazara del Vallo (TP), 25 giugno. Fenomeno di « <i>marrobbio</i> » ben documentato. Danni alle imbarcazioni.	9
<p>FONTI</p> <p>1: De Martini et alii: Geological evidence for paleotsunamis along eastern Sicily (Italy): on overview. Nat. Hazards and Earth Syst. Sci. 12, 2012</p> <p>2: http://www.markrage.it/maremoti_in_italia.htm</p> <p>3: http://www.biologiamarina.eu/Tsunami%20italiani.html</p> <p>4: Billi A. et alii: On the cause of the 1908 Messina tsunami, southern Italy. Geophysical Research Letters, Vol. 35, 2008</p> <p>5: Comunicazione personale dell'ing. Mariano Foraci (con video)</p> <p>6: http://www.corrierediragusa.it/articoli/cronache/pozzallo/19272-marrobbio-devasta-pontile-e-distrugge-4-barche-a-pozzallo.html</p> <p>7: http://www.meteoweb.eu/2011/12/gli-tsunami-italiani-del-900-eventi-in-tutti-i-mari-e-il-mistero-di-vela-luka/</p> <p>8: Tinti S. et alii: The 30 December 2002 landslide-induced tsunamis in Stromboli. Natural Hazard and Earth System Sciences, 5, 2005</p> <p>9: http://www.centrometeoitaliano.it/marrobbio-mazara-del-vallo-video-onda-anomala-fiume-mazara-27-06-2014-16347/</p> <p>10: Tinti S. et alii: Scenarios of giant tsunamis of tectonic origin in the Mediterranean. ISET Journal of Earthquake Technology, Paper No. 464, Vol. 42, No. 4, December 2005, pp. 171-188</p> <p>11: http://www.meteoweb.eu/2012/09/terremoti-e-tsunami-creta-minaccia-lintero-mediterraneo-21-luglio-365-il-giorno-dellorrore/152466/</p> <p>12: Piatanesi A. et alii: Il grande maremoto del 1908: analisi e simulazione. In: Il terremoto e il maremoto del 28 dicembre 1908: analisi sismologica, impatto, prospettive, a cura di G.Bertolaso, E.Boschi, E.Guidoboni e G.Valensise, DPC-INGV, Roma-Bologna 2008</p>				



Le sorgenti sismogenetiche e tsunamigeniche

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia¹ ha redatto il catalogo delle sorgenti sismogenetiche del quale si mostra un estratto nella figura che segue.



Secondo Tinti et alii (Tinti.S., Armigliato A., Tonini R.: *Studio delle possibili sorgenti del maremoto dell'11 gennaio 1693 in Sicilia orientale mediante modellazione numerica*. Convegno GNDT, 2004), le simulazioni numeriche per il terremoto del 1693 indicano che solo le sorgenti Ibleo-Maltesi hanno un potenziale adeguato a produrre terremoti capaci di generare tsunami come quelli osservati in occasione di quell'evento sismico, sebbene non possano esser escluse a priori altre cause concomitanti (frane sottomarine, faglie in terraferma).

Tuttavia, la mappa delle sorgenti sismogenetiche suggerisce che, potenzialmente, tutte le coste siciliane potrebbero essere interessate da fenomeni tsunamigenici; e poiché lungo le coste è concentrata la maggior parte degli insediamenti abitativi e industriali, ne consegue che il rischio associato è rilevante.

¹ Basili R., G. Valensise, P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, S. Mariano, M.M. Tiberti, E. Boschi (2008), The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), version 3: summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology, *Tectonophysics*, [doi:10.1016/j.tecto.2007.04.014](https://doi.org/10.1016/j.tecto.2007.04.014)

DISS Working Group (2015). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.2.0: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, © INGV 2015 - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - All rights reserved; DOI:10.6092/INGV.IT-DISS3.2.0

I criteri di realizzazione delle mappe

Per realizzare le mappe è stato utilizzato il MDS (Modello Digitale di Superficie) della Regione Siciliana derivato da dati LIDAR, volo ATA 2007-2008 (passo 2 x 2 metri).

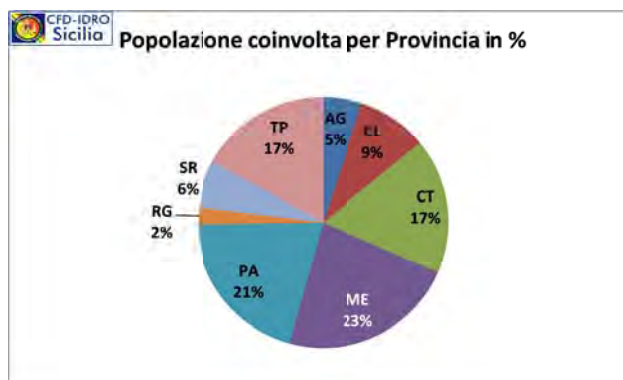
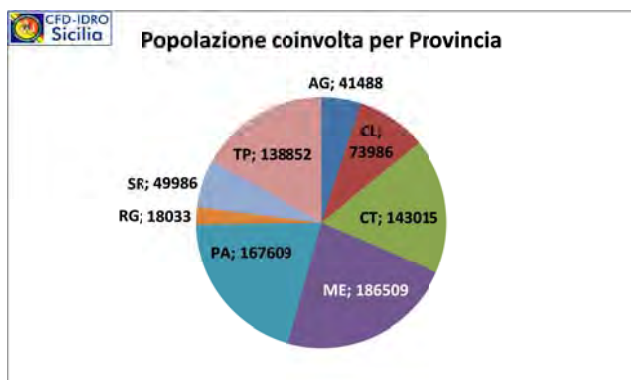
La spazializzazione delle quote è stata generata con il software Surfer (Golden Software).

La base della rappresentazione è la CTR (Carta Tecnica Regionale) in scala 1:10.000.

Laddove si verifica, la non perfetta corrispondenza della linea di costa tra il DSM e la CTR è dovuta, in alcuni casi, ai diversi anni di realizzazione dei voli, in altri può essere attribuita a processi evolutivi di erosione e trasporto o, ancora, a errori del DSM.

Sulla base delle informazioni disponibili di quanto accaduto nel passato, si è scelto di rappresentare l'intervallo tra 0 e 12 metri sul livello del mare, distribuito in 4 classi di ampiezza pari a 3 metri.

La popolazione residente potenzialmente coinvolta nella fascia fino a 12 metri di quota è pari a circa 820.000 unità, distribuita per Provincia come rappresentato nei grafici seguenti.



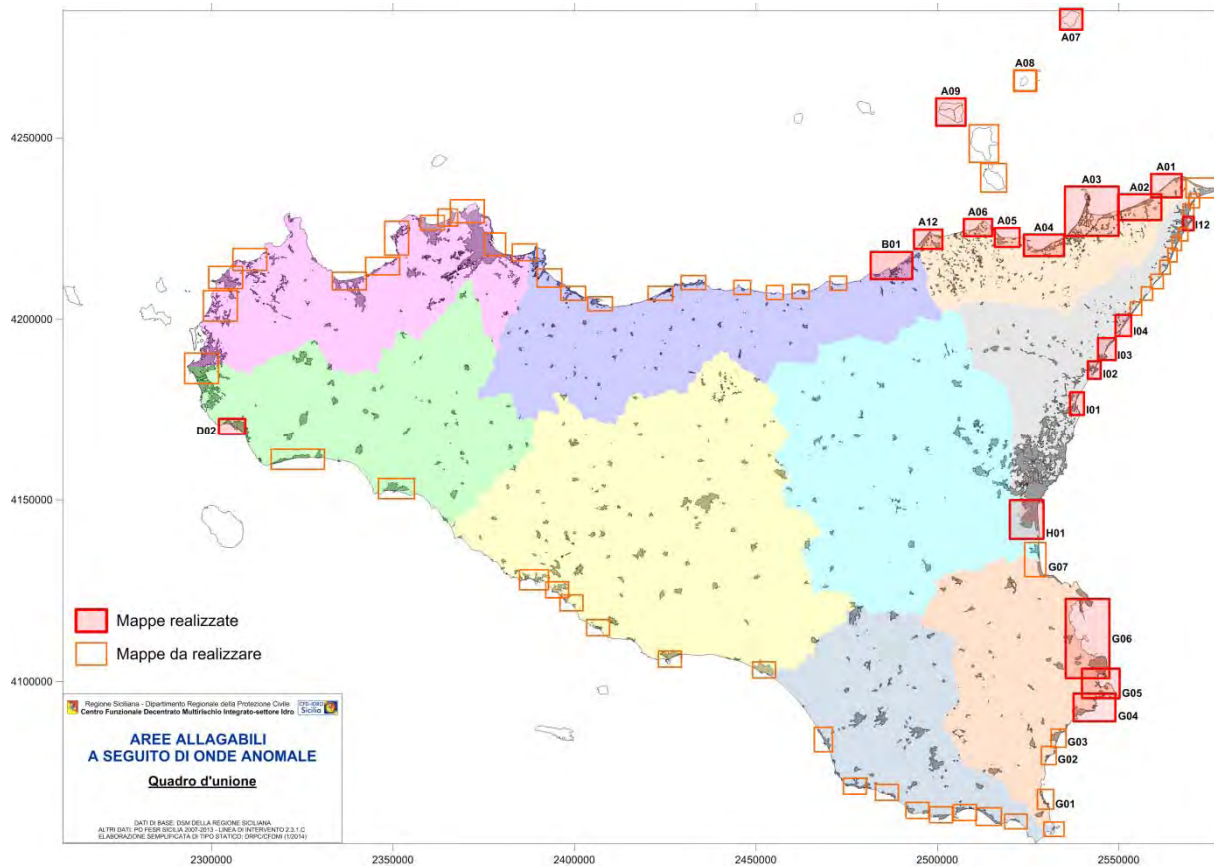
Le mappe mostrano soltanto le aree alle diverse quote e quindi non tengono conto della fisica dei fenomeni relativi alle onde anomale, qualunque sia la loro genesi.

A fini di protezione civile, sarà compito degli Enti Locali stabilire, sulla scorta delle conoscenze di dettaglio sulla situazione urbanistica dei comprensori di appartenenza, le azioni di prevenzione più opportune in caso si verificassero le circostanze favorevoli alla inondazione delle aree costiere.



Il progetto

Nella figura seguente vengono rappresentate le aree per le quali, alla data del presente rapporto, le mappe sono state già realizzate (in rosso) e quelle da realizzare (in arancio).





Le mappe

AREE ALLAGABILI A SEGUITO DI ONDE ANOMALE

(MESH DEL DTM: 50 x 50 MT)

