

9.5 Rischio sismico

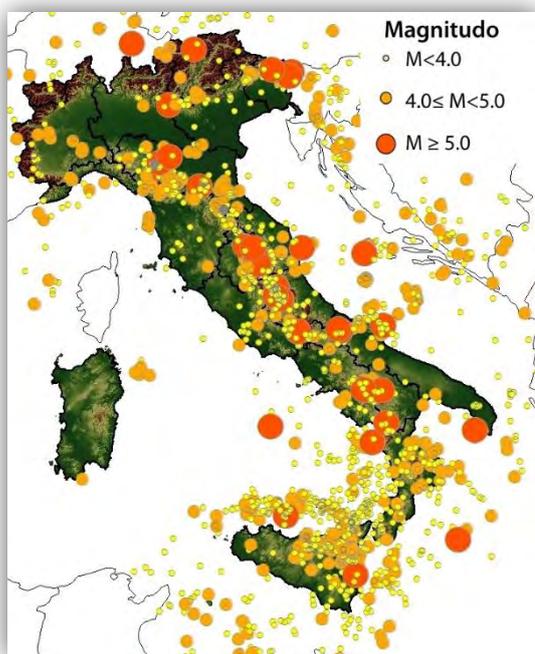


Figura 66. Rischio sismico. Sismicità in Italia dal 1981 al 2011 (fonte INGV)

L'Italia è situata al margine di convergenza tra due grandi placche, quella africana e quella euroasiatica. Il movimento relativo tra queste due placche causa l'accumulo di energia e deformazione che occasionalmente vengono rilasciati sotto forma di terremoti di varia entità. Secondo quanto pubblicato dall'Istituto Italiano di Geofisica e Vulcanologia (INGV), la Rete Sismica Nazionale ha registrato negli ultimi 31 anni più di 150.000 eventi sismici, la maggior parte dei quali non è stata avvertita dalla popolazione. Circa 50 terremoti hanno avuto una magnitudo Richter superiore a 5.0 e i più forti di questo periodo sono avvenuti il 6

aprile 2009 in Abruzzo (Mw 6,3) e il 20 maggio 2012 in Emilia-Romagna (Mw 5,9). La Figura 66 rappresenta la sismicità in Italia dal 1981 al 2011 (fonte INGV).

Nella Figura 67 e nella Figura 68 sono riportate rispettivamente la mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale e quella relativa alla Regione Puglia prodotte dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia che ci mostrano, in prima battuta, come la pericolosità sismica della Puglia aumenti man mano che ci si avvicina alla zona occidentale.

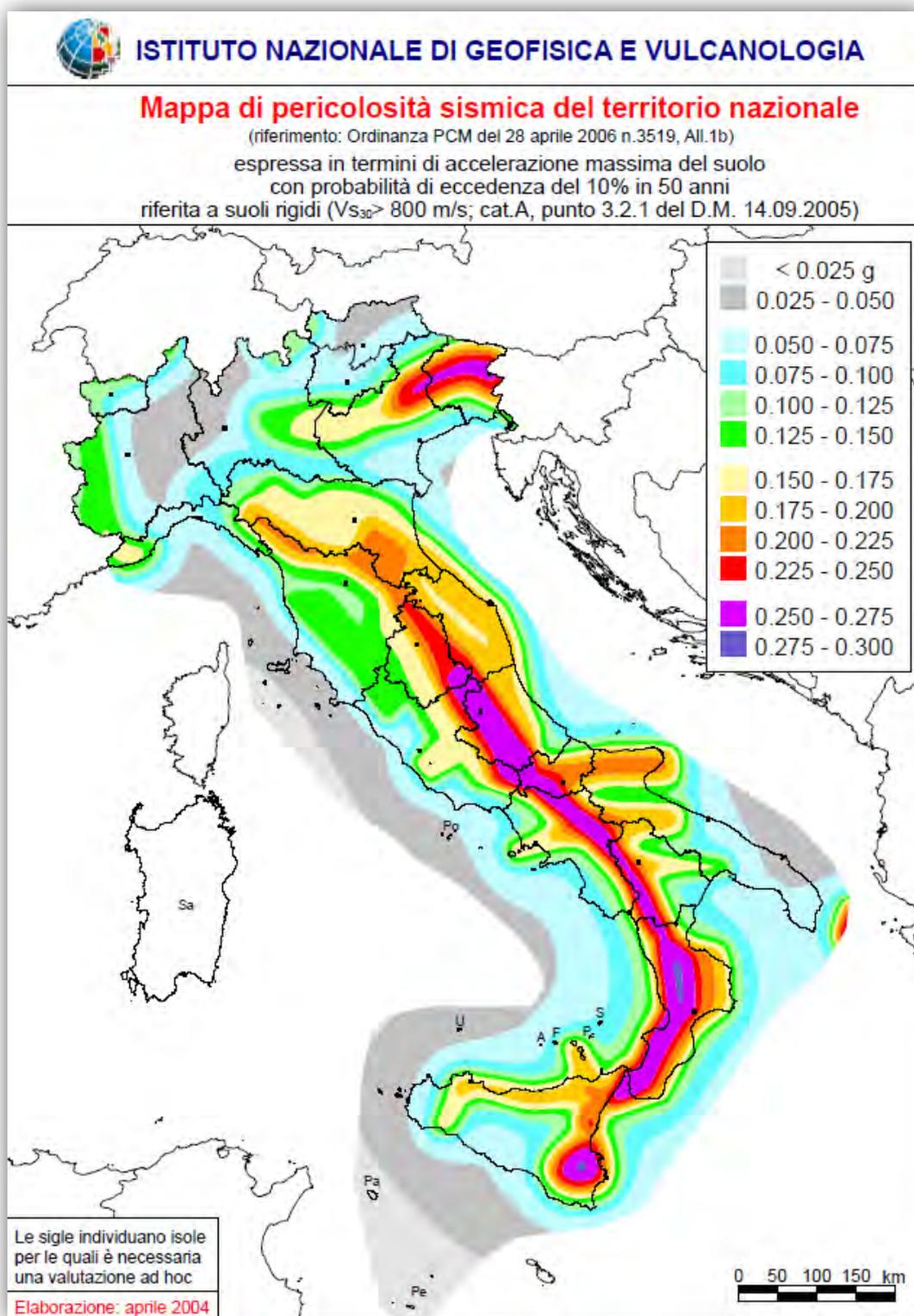


Figura 67. Rischio sismico. Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale. (fonte INGV).

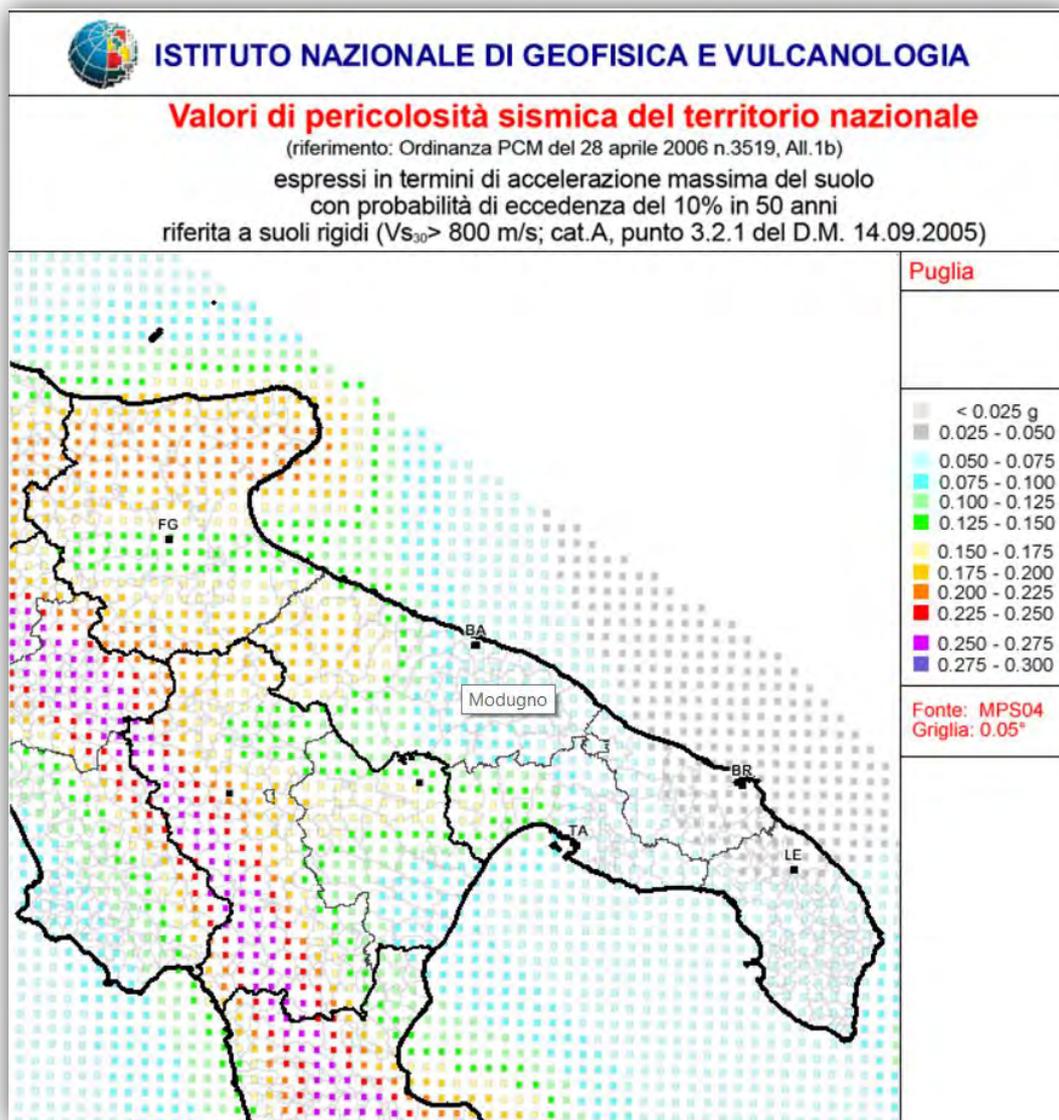


Figura 68. Rischio sismico. Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale. Dettaglio per la Regione Puglia (fonte INGV).

Sotto il profilo normativo, **il territorio di Modugno è stato classificato in ZONA SISMICA 3** a seguito dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Puglia n. 153 del 2 marzo 2004 (cfr. Figura 69).

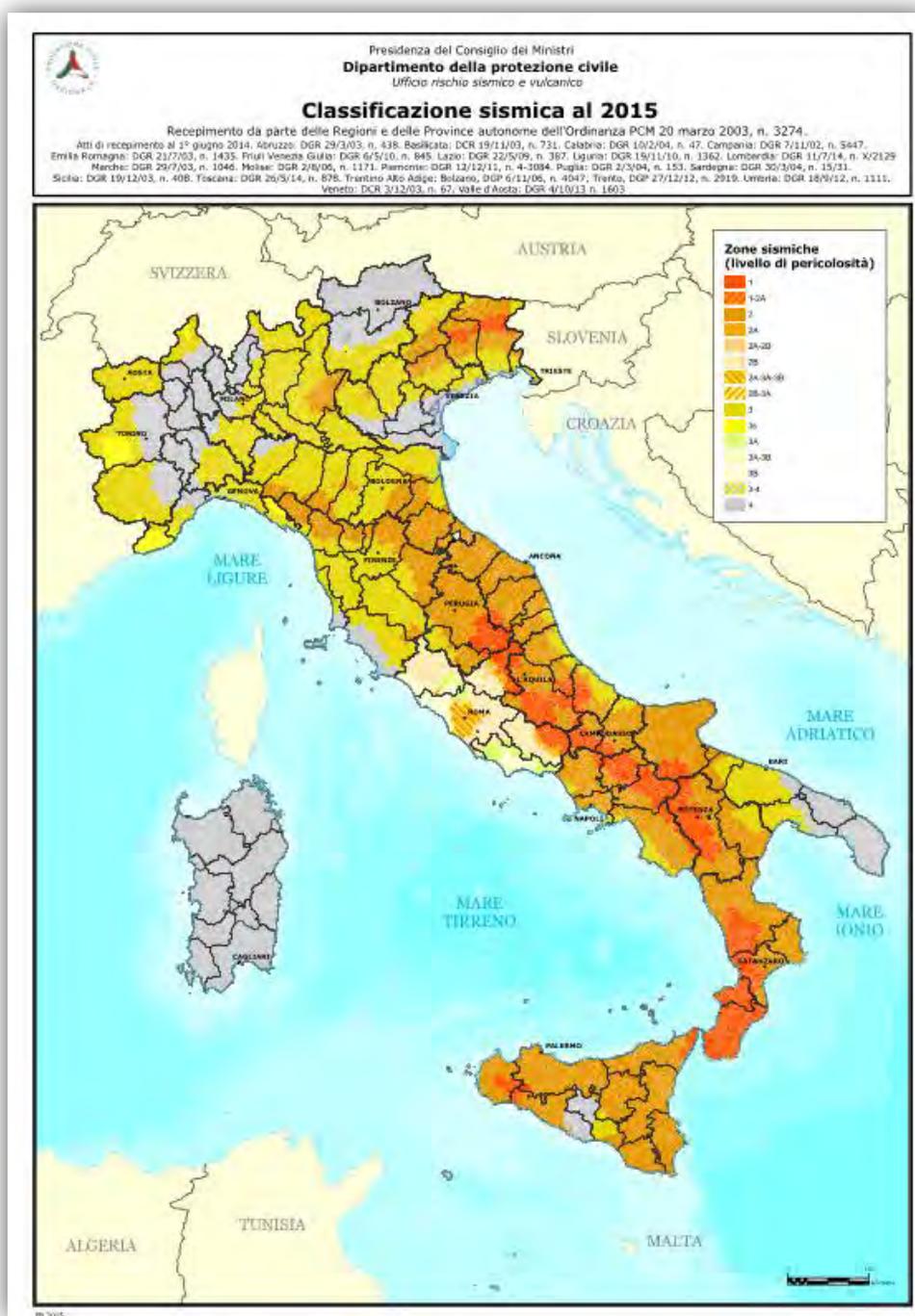


Figura 69. Rischio sismico. Mappa di pericolosità sismica aggiornata al 2015 (fonte INGV).

I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima su suolo rigido o pianeggiante a_g , che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni (cfr. Tabella 33).



DEFINIZIONE DELLE ZONE SISMICHE IN BASE ALL'OPCM N. 3519/2006		
ZONA SISMICA	FENOMENI RICONTRATI	ACCELERAZIONE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO DEL 10% IN 50 ANNI
1	Zona con pericolosità sismica alta. Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.	$a_g \geq 0,25g$
2	Zona con pericolosità sismica media. Indica una zona in cui possono verificarsi terremoti abbastanza forti.	$0,15g \leq a_g < 0,25g$
3	Zona con pericolosità sismica bassa. Indica una zona soggetta a scuotimenti modesti.	$0,05g \leq a_g < 0,15g$
4	Zona con pericolosità sismica molto bassa. Indica la zona meno pericolosa, dove le possibilità di danni sismici sono basse.	$a_g < 0,05g$

Tabella 33. Rischio sismico. Definizione delle zone sismiche in base all'OPCM n. 3519/2006.

Sulla base di tale classificazione la Delibera di Giunta Regionale n. 1626 del 15 settembre 2009, che recepisce il DM 14 gennaio 2008, recante "Norme Tecniche per le Costruzioni" ribadisce che nelle zone 3 e 4 continuano ad applicarsi le procedure previste dall'art. 93 del DPR N. 380/01.

Il basso livello di pericolosità sismica del territorio di Modugno è confermato anche dalla sua **storia sismica** ottenuta consultando il Database Macrosismico Italiano aggiornato a luglio 2016 (DBMI15) accessibile all'indirizzo <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/> e utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani versione 2011. Il DBMI15 contiene dati di terremoti con intensità massima ≥ 5 e d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014.

Per una corretta interpretazione dei dati si riporta di seguito la legenda:

- I [MCS]: Intensità del terremoto espressa in scala MCS, Mercalli-Cancani-Sieberg.
- Data: data del terremoto.



- Ax: Area epicentrale, area geografica in cui sono stati riscontrati gli effetti maggiori del terremoto.
- Np: Numero di punti, numero di osservazioni macrosismiche disponibili per il terremoto.
- Io: Intensità macrosismica epicentrale, da CPTI15, espressa in scala MCS.
- Mw: Magnitudo momento o Magnitudo del Momento Sismico.

Nel caso di effetti non esprimibili in termini di intensità macrosismica, occorre fare riferimento alle seguenti definizioni:

- D: Danno (Damage). Danno di entità non precisabile (indicativamente $Int \geq 6$).
- F: Avvertito (Felt). Si ritiene di escludere che si siano verificati danni ($3 \leq Int \leq 5$).
- NC: Non classificato (Not Classified). Indica una informazione non classificabile in termini di intensità ovvero con i codici utilizzati.
- EE: Effetti sull'ambiente (Environment Effects). Effetti sull'ambiente in prossimità della località cui vengono riferiti.
- SW: Effetti marini anomali (Sea Waves). Indica maremoto o comunque effetti anomali in mare, in prossimità della località cui vengono riferiti.
- NR: Non segnalato (Not Reported). Utilizzato a volte per segnalare che nelle fonti non vi è menzione di effetti per quella data località.
- NF: Non avvertito (Not Felt). In presenza di segnalazione esplicita è equiparabile a $Int = 1$.
- RS: Registrazione strumentale.

Nella tabella seguente è riportata la Scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS) e, come si può osservare, i gradi più bassi affrontano la maniera in cui il terremoto è avvertito dalla popolazione mentre i valori più alti della scala sono basati sui danni strutturali osservati.

SCALA MERCALLI-CANCANI-SIEBERG (MCS)		
GRADO	SCOSSA	DESCRIZIONE
1	IMPERCETTIBILE	Avvertita solo dagli strumenti sismici.
2	MOLTO LEGGERA	Avvertita solo da qualche persona in opportune condizioni.
3	LEGGERA	Avvertita da poche persone. Oscillano oggetti appesi con vibrazioni simili a quelle del passaggio di un'automobile.
4	MODERATA	Avvertita da molte persone; tremito di infissi e cristalli, e leggere oscillazioni di oggetti appesi.



5	PIUTTOSTO FORTE	Avvertita anche da persone addormentate; caduta di oggetti.
6	FORTE	Qualche leggera lesione negli edifici e finestre in frantumi.
7	MOLTO FORTE	Caduta di fumaioli, lesioni negli edifici.
8	ROVINOSA	Rovina parziale di qualche edificio; qualche vittima isolata.
9	DISTRUTTIVA	Rovina totale di alcuni edifici e gravi lesioni in molti altri; vittime umane sparse ma non numerose.
10	COMPLETAMENTE DISTRUTTIVA	Rovina di molti edifici; molte vittime umane; crepacci nel suolo.
11	CATASTROFICA	Distruzione di agglomerati urbani; moltissime vittime; crepacci e frane nel suolo; maremoto.
12	APOCALITTICA	Distruzione di ogni manufatto; pochi superstiti; sconvolgimento del suolo; maremoto distruttivo; fuoriuscita di lava dal terreno.

Tabella 34. Rischio sismico. Scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS).

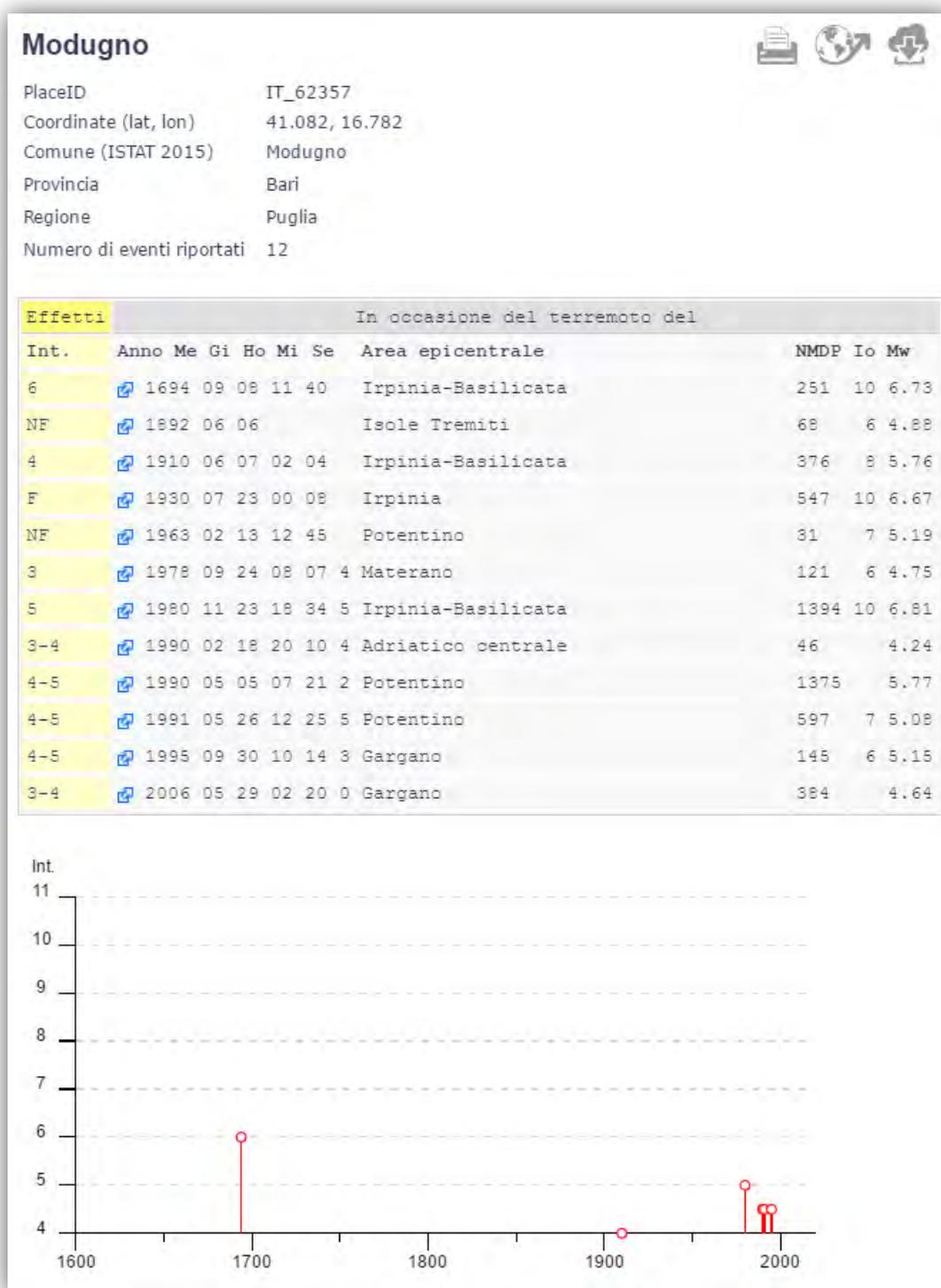


Figura 70. Rischio sismico. Storia sismica di Modugno (fonte DBMI15).

La Figura 70 riporta il risultato dell'interrogazione del DBMI15 sulla località di Modugno dalla quale risultano 12 eventi, dei quali solo uno, verificatosi nel 1694 con epicentro in Irpinia-Basilicata, ha raggiunto il livello di **intensità 6 (FORTE)**.



Da segnalare inoltre il terremoto verificatosi e rilevato con epicentro nella Zona Industriale di Modugno (41,112 LAT. N – 16,769 LONG. E) il 19/10/2018 alle ore 23:11 di magnitudo 1.5 ad una profondità di 23 km.

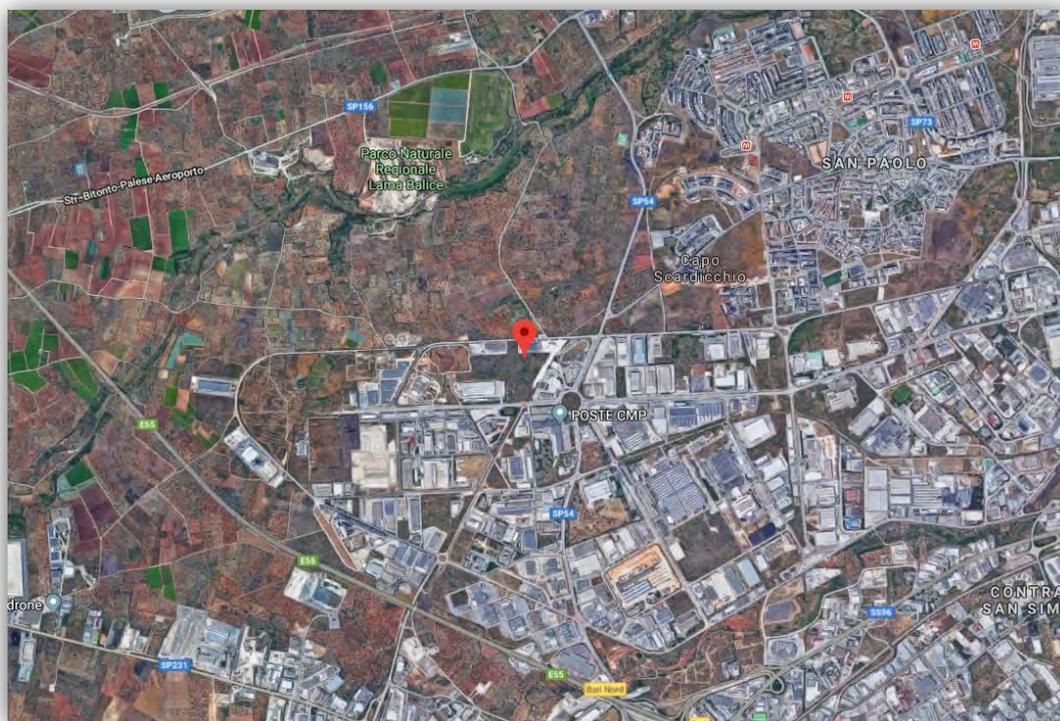


Figura 71. Geolocalizzazione dell'evento sismico verificatosi il 19/10/2018 alle ore 23:11 nella Zona Industriale di Modugno.

Si riportano di seguito, per completezza, le informazioni sulla storia sismica dei comuni confinanti (Bari, Bitetto, Bitritto e Bitonto).

Il Comune di Bari registra complessivamente ben 55 eventi, dei quali 21 di intensità maggiore o uguale a 4 ed uno, verificatosi nel 1743 con epicentro nello Ionio settentrionale, con intensità pari a 7 (MOLTO FORTE) (cfr. Figura 72):

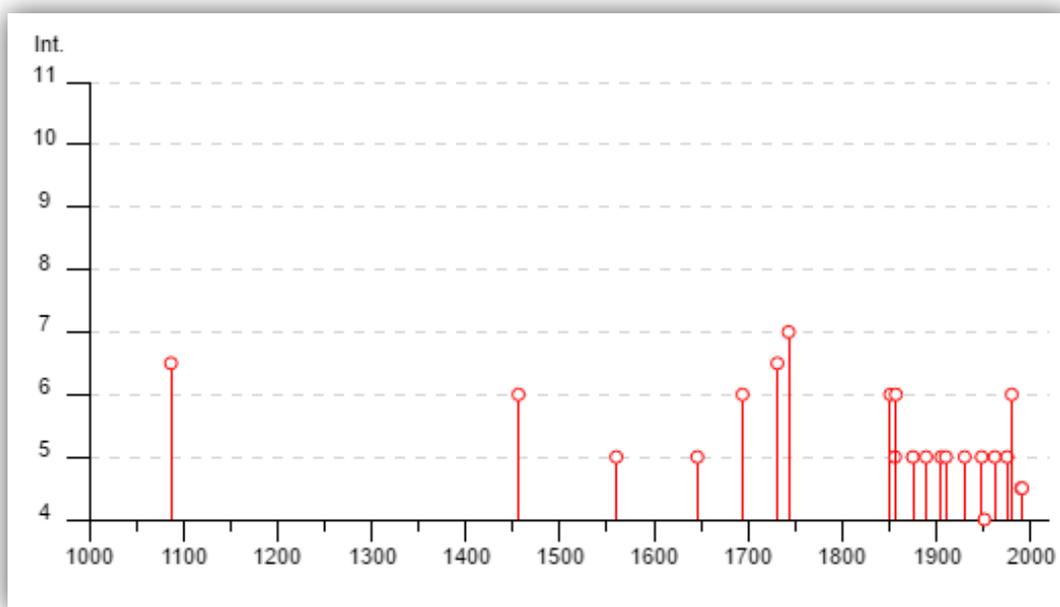


Figura 72. Rischio sismico. Storia sismica di Bari (fonte DBMI15).

Il Comune di Bitetto registra complessivamente solo 7 eventi, dei quali 4 di intensità maggiore o uguale a 4 ed uno, verificatosi nel 1731 con epicentro nel Tavoliere delle Puglie, con intensità pari a 7 (MOLTO FORTE) (cfr. Figura 73):

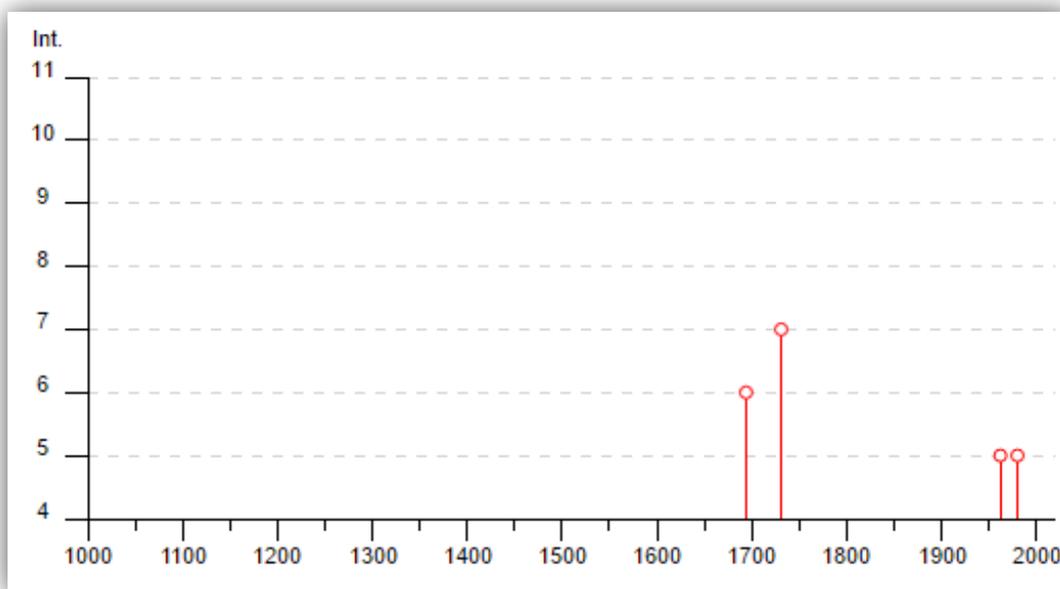


Figura 73. Rischio sismico. Storia sismica di Bitetto (fonte DBMI15).

Il Comune di Bitritto registra complessivamente solo 4 eventi, dei quali nessuno raggiunge una intensità pari a 5 (PIUTTOSTO FORTE) (cfr. Figura 74):

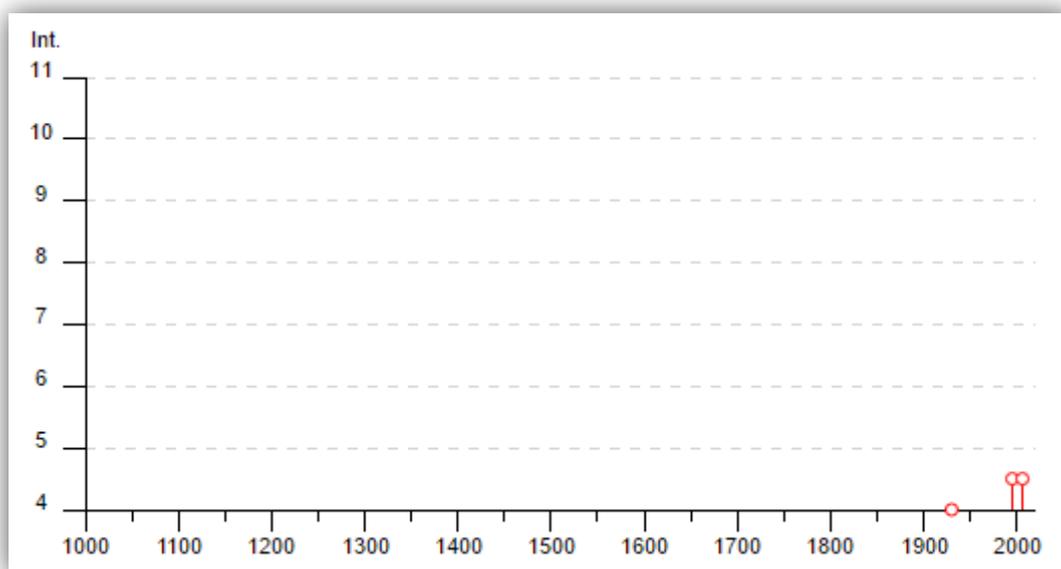


Figura 74. Rischio sismico. Storia sismica di Bitritto (fonte DBMI15).

Infine, il Comune di Bitonto registra complessivamente ben 24 eventi, dei quali 13 di intensità maggiore o uguale a 4 e 3 di intensità pari a 6 (FORTE), verificatisi nel 1456, nel 1851 e nel 1857 con epicentro, rispettivamente, nell'Appennino centro-meridionale, nel Vulture ed in Basilicata (cfr. Figura 75):

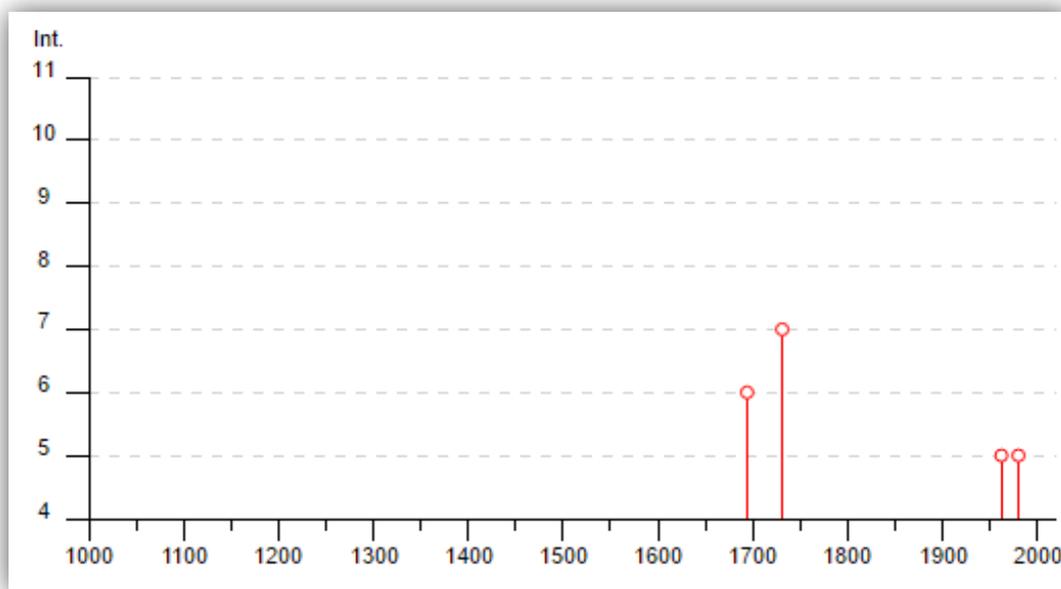


Figura 75. Rischio sismico. Storia sismica di Bitonto (fonte DBMI15).

In questi ultimi anni sono stati avvertiti sul territorio di Modugno due eventi sismici:

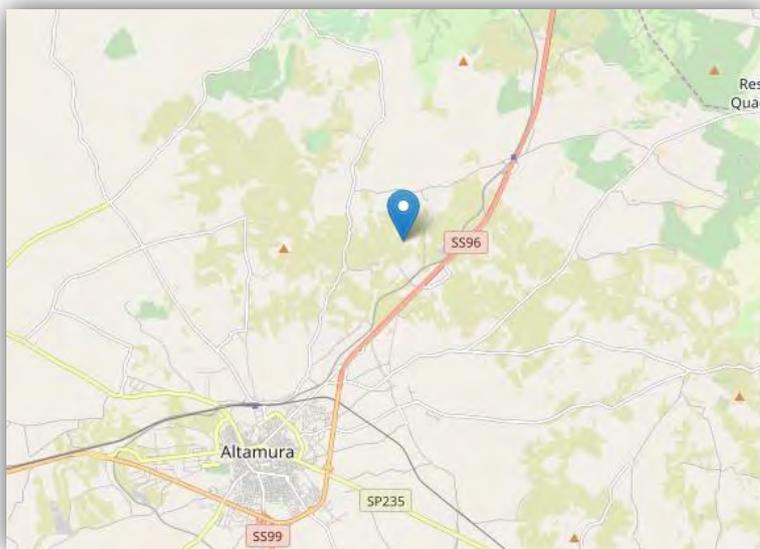


Figura 76. Epicentro evento sismico del 09/11/2018 alle ore 13:45.

Il 09/11/2018 alle ore 13:45, di magnitudo MI 3.5 con epicentro nel comune di Altamura e ad una distanza in linea d'aria da Modugno di circa 29 km, con ipocentro ad una profondità di 38 km.

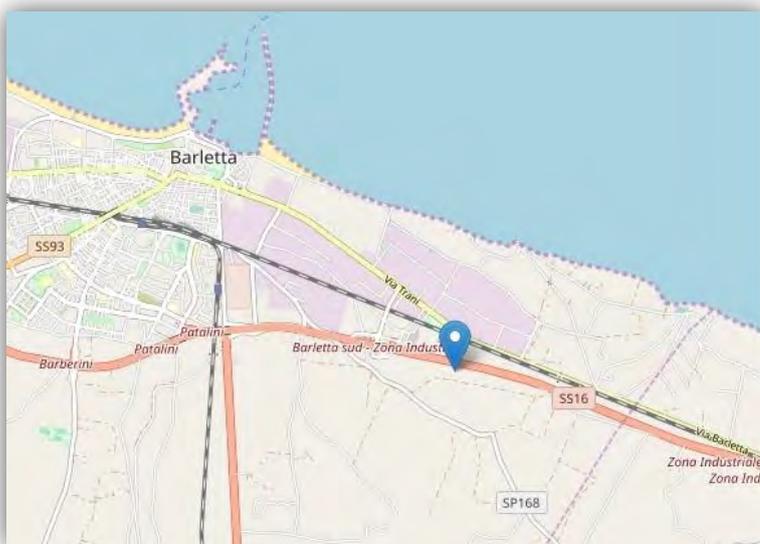


Figura 77. Epicentro evento sismico del 21/05/2019 alle ore 10:13.

Il 21/05/2019 alle ore 10:13, di magnitudo MI 3.9 con epicentro nel comune di Barletta (BAT) ad una distanza in linea d'aria da Modugno di circa 45 km, con ipocentro ad una profondità di 34,2 km.

L'Ordinanza P.C.M. n. 3274/2003 prevede che le opere strategiche per finalità di protezione civile e quelle suscettibili di conseguenze rilevanti in caso di collasso siano sottoposte a verifica a cura dei rispettivi proprietari. Tra esse sono da ricomprendersi tutti gli uffici e le strutture aperte al pubblico e le strutture a destinazione ad uso pubblico.

La DGR n. 1214 del 31/05/2011 fornisce un elenco di dettaglio degli edifici e delle opere infrastrutturali strategici ai fini della protezione civile e rilevanti ai fini dell'eventuale



collasso degli stessi. Più in particolare, la citata DGR classifica gli edifici e le opere infrastrutturali secondo le macrocategorie riportate di seguito, e suddividendo ciascuna di esse in diverse sottocategorie:

A) EDIFICI DI INTERESSE STRATEGICO E OPERE INFRASTRUTTURALI LA CUI FUNZIONALITÀ DURANTE GLI EVENTI SISMICI ASSUME RILIEVO FONDAMENTALE PER LE FINALITÀ DI PROTEZIONE CIVILE

A1A. OSPEDALI, CASE DI CURA E STRUTTURE FUNZIONALI PRIMARIE ANNESSE

A1B. AZIENDE SANITARIE, PRESIDIO MEDICI, POLIAMBULATORI ED ALTRE STRUTTURE SANITARIE, DOTATE DI PRONTO SOCCORSO O DIPARTIMENTI DI EMERGENZA, URGENZA E ACCETTAZIONE

A1C. CENTRALI OPERATIVE 118

A2A. EDIFICI DESTINATI A CENTRI FUNZIONALI DI SUPPORTO ALLE ATTIVITÀ DI PROTEZIONE CIVILE E STRUTTURE SPECIFICATE NEI PIANI DI PROTEZIONE CIVILE

A2B. EDIFICI ED OPERE INDIVIDUATE NEI PIANI D'EMERGENZA O IN ALTRE DISPOSIZIONI PER LA GESTIONE DELL'EMERGENZA

A2C. EDIFICI DESTINATI A SEDI DI SALE OPERATIVE PER LA GESTIONE DELLE EMERGENZE (COM, COC, CROCE ROSSA ITALIANA)

A2D. EDIFICI DESTINATI A SEDI ISTITUZIONALI DEI COMUNI, DELLE PROVINCE, DELLA REGIONE E DELLE PREFETTURE

A2E. EDIFICI DESTINATI A SEDI DI SALE OPERATIVE DELL'ARPA PUGLIA, DEL CNR, DELL'ANAS E SOCIETÀ DI GESTIONE AUTOSTRADALE

A2F. GESTORE DELLA RETE DI TRASMISSIONE NAZIONALE, PROPRIETARI DELLA RETE DI TRASMISSIONE NAZIONALE, DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE E DI IMPIANTI RILEVANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

A3A. CASERME DELLE FORZE ARMATE, DEI CARABINIERI, DELLE FORZE DI POLIZIA, DEI VIGILI DEL FUOCO, DELLA GUARDIA DI FINANZA

A4A. CENTRALI ELETTRICHE DI PRIMARIA IMPORTANZA

A4B. STRUTTURE PRIMARIE PER LE TELECOMUNICAZIONI (RADIO, TELEVISIONI, TELEFONIA FISSA E PORTATILE, PONTI RADIO DELLA RETE NAZIONALE)



A4C. VIE DI COMUNICAZIONE (STRADE, FERROVIE, ECC.) ED OPERE D'ARTE ANNESSE, LIMITATAMENTE A QUELLE STRATEGICHE INDIVIDUATE NEI PIANI DI EMERGENZA O IN ALTRE DISPOSIZIONI PER LA GESTIONE DELL'EMERGENZA

A4D. PORTI, AEROPORTI, ELIPORTI E STAZIONI FERROVIARIE INDIVIDUATI NEI PIANI DI EMERGENZA O IN ALTRE DISPOSIZIONI PER LA GESTIONE DELL'EMERGENZA

A4E. STRUTTURE PRIMARIE CONNESSE CON LA PRODUZIONE, TRASPORTO E DISTRIBUZIONE DI MATERIALI COMBUSTIBILI (OLEODOTTI, GASDOTTI, ECC.)

A4F. STRUTTURE PRIMARIE CONNESSE CON IL FUNZIONAMENTO DI ACQUEDOTTI

B) EDIFICI E OPERE INFRASTRUTTURALI CHE POSSONO ASSUMERE RILEVANZA IN RELAZIONE ALLE CONSEGUENZE DI UN EVENTUALE COLLASSO

B1A. ASILI NIDO, SCUOLE DI OGNI ORDINE E GRADO, CENTRI DI FORMAZIONE PROFESSIONALE COMPRESE LE STRUTTURE FUNZIONALI PRIMARIE ANNESSE

B1B. PALESTRE ANNESSE AGLI EDIFICI SCOLASTICI

B1C. SEDI UNIVERSITARIE, ACCADEMIE, CONSERVATORI E RELATIVE STRUTTURE GESTIONALI E DI COORDINAMENTO

B2A. EDIFICI DESTINATI A UFFICI AMMINISTRATIVI DEI COMUNI, DELLE PROVINCE, DELLA REGIONE E DELLE PREFETTURE

B2B. EDIFICI DESTINATI A UFFICI AMMINISTRATIVI DELL'ARPA PUGLIA, DEL CNR, DELL'ANAS E SOCIETÀ DI GESTIONE AUTOSTRADALE

B2C. UFFICI CON NOTEVOLE ACCESSO AL PUBBLICO (UFFICI POSTALI E BANCARI PRINCIPALI, CENTRI CIVICI, CENTRI PER CONVEGNI, MENSE E CENTRI DI AGGREGAZIONE GIOVANILI, ECC.)

B2D. UFFICI GIUDIZIARI E PENITENZIARI

B2E. EDIFICI CON ELEVATO CONTENUTO ARTISTICO E/O STORICO E/O PATRIMONIALE QUALI MUSEI E BIBLIOTECHE

B2F. EDIFICI PER IL CULTO CON SUPERFICIE UTILE > 200 MQ

B2G. STRUTTURE FIERISTICHE, RICREATIVE, CULTURALI, SALE PER LO SPETTACOLO, TEATRI, CINEMA, SALE DA BALLO, CON CAPIENZA UTILE > 100 PERSONE



B2H. EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ SPORTIVE O AD ESSE FUNZIONALI E DESTINATI AL PUBBLICO, CON CAPIENZA UTILE MAGGIORE DI 100 PERSONE (STADI, TRIBUNE, PALAZZETTI DELLO SPORT)

B2I. GRANDI MAGAZZINI DI VENDITA, MERCATI COPERTI, CENTRI COMMERCIALI E SIMILARI CON SUPERFICIE DI VENDITA > 1.500 MQ

B2J. EDIFICI CON DESTINAZIONE ALBERGHIERA CON CAPACITÀ RICETTIVA > 50 PERSONE

B2K. STRUTTURE SANITARIE E/O SOCIOASSISTENZIALI CON OSPITI NON AUTOSUFFICIENTI (ORFANOTROFI, CASE DI RIPOSO, ORATORI, ECC.)

B3A. EDIFICI INDUSTRIALI OVE SIA PREVISTA UNA PRESENZA CONTEMPORANEA MEDIA > 200 ADDETTI

B3B. EDIFICI INDUSTRIALI NEI QUALI AVVENGONO LAVORAZIONI DI MATERIE INSALUBRI O PERICOLOSE DI CUI ALL'ALLEGATO A DEL D.LGS. 105/2015 E SS.MM.II.

B4A. VIE DI COMUNICAZIONE (STRADE, FERROVIE, BANCHINE PORTUALI, PISTE AEROPORTUALI, FUNIVIE, ECC.) ED OPERE D'ARTE ANNESSE, IL COLLASSO DELLE QUALI PUÒ DETERMINARE GRAVI CONSEGUENZE IN TERMINI DI PERDITE DI VITE UMANE, OVVERO INTERRUZIONI PROLUNGATE DEL TRAFFICO

B4B. OPERE DI RITENUTA (DIGHE) CON VOLUME DI ACQUA INVASATO > 50.000 M3 O ALTEZZA DEL RELATIVO SBARRAMENTO > 5 M

B4C. DISCARICHE E IMPIANTI PRIMARI DI DEPURAZIONE CHE, IN CASO DI COLLASSO, POSSONO DETERMINARE GRAVI CONSEGUENZE IN TERMINI DI DANNI AMBIENTALI

Nell'Allegato A. Banca dati sono censiti gli edifici e le opere infrastrutturali strategici ubicati sul territorio comunale, con l'indicazione del livello di verifica sismica e/o di adeguamento sismico laddove effettuato dall'Ente.



9.6 Rischio vulcanico

9.6.1 Premessa



Figura 78. Eruzione del Vesuvio – 1817.
Autore: Joseph Mallord William Turner.
Acquerello

Con il termine di **Rischio Vulcanico**, si indica un rischio ambientale connesso alla pericolosità di un vulcano (attivo o in stato di quiescenza) ed agli effetti, diretti ed indiretti, della sua attività con particolare riferimento a quella eruttiva. Il Rischio Vulcanico è, al pari delle altre tipologie di rischio di Protezione Civile, il prodotto tra la probabilità di occorrenza di un evento vulcanico significativo (eruzione) ed i danni potenziali che tale evento comporterebbe sull'ambiente,

inteso primariamente come popolazione umana e in secondo luogo relativamente ai beni materiali (manufatti ed infrastrutture), comprese le possibili ripercussioni -anche a grande distanza e di lunga durata rispetto all'evento in sé- sull'ambiente e sul clima.

Il Rischio Vulcanico dipende primariamente dal **tipo di eruzione** che generalmente caratterizza la storia eruttiva del vulcano interessato. Fra questi, alcuni appaiono caratterizzati da un'attività prevalentemente effusiva mentre altri -anche in quiescenza da tempo- presentano improvvisi e violenti fenomeni esplosivi, e per altri ancora la tipologia eruttiva può essere di tipo misto.

In Italia il fenomeno vulcanico (*vulcanismo*) deve la sua origine ad un ampio processo geologico che ha interessato tutta l'area mediterranea, legato alla convergenza tra la placca tettonica eurasiatica e quella africana. Il processo, iniziato 10 milioni di anni fa, contemporaneamente alla costruzione dei rilievi montuosi della catena appenninica, è dovuto allo scorrimento della placca africana sotto quella euroasiatica e alla conseguente formazione di aree caratterizzate da vulcanismo. È infatti in queste aree che, all'interno della terra, si realizzano le condizioni per la formazione dei magmi e per il loro trasporto verso la superficie. Sebbene meno frequenti e devastanti dei terremoti, le eruzioni vulcaniche rappresentano un forte rischio per le zone densamente popolate del territorio italiano.

L'Italia, insieme all'Islanda, presenta la maggiore concentrazione (numero per superficie) di *vulcani attivi* (ovvero che hanno dato manifestazioni negli ultimi 10.000 anni) in



Europa ed è uno dei primi paesi al mondo per numero di abitanti esposti a rischio vulcanico. Fra i vulcani italiani attivi, sono da annoverare: *Stromboli, Vulcano, Etna, Vesuvio, Campi Flegrei, Ischia, Pantelleria, Lipari, Colli Albani, Panarea* ed alcuni *Vulcani sottomarini*. Questi sistemi vulcanici sono costantemente monitorati dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Struttura Operativa Nazionale del Servizio Nazionale della Protezione Civile) tramite sistemi multi-parametrici integrati. Inoltre, la raccolta di informazioni circa lo stato di attività dei vulcani è affiancata dallo studio dei dati raccolti nel corso degli eventi eruttivi importanti.



9.6.2 Descrizione del rischio

Sebbene meno frequenti e devastanti dei terremoti, le eruzioni vulcaniche rappresentano un forte rischio per le zone densamente popolate del territorio italiano. Il **Rischio Vulcanico** si può definire come il prodotto della probabilità di occorrenza di un evento eruttivo per il danno che ne potrebbe conseguire ed è traducibile nell'equazione $R = P \times V \times E$, dove:

- **P = Pericolosità (Hazard)**: è la probabilità che un fenomeno di determinata intensità si verifichi in un certo intervallo di tempo e in una data area;
- **V = Vulnerabilità**: la vulnerabilità di un elemento -persone, edifici, infrastrutture, attività economiche- è la propensione a subire danneggiamenti in conseguenza delle sollecitazioni indotte da un evento di una certa intensità;
- **E = Esposizione o Valore esposto**: è il numero di unità, o "valore", di ognuno degli elementi a rischio, come vite umane o case, presenti in una data area.

In generale la vulnerabilità delle persone e degli edifici risulta sempre elevata quando si tratta di fenomenologie vulcaniche. Il rischio è minimo solo quando lo sono anche la Pericolosità o il Valore esposto. È il caso di vulcani "estinti", ossia quei vulcani che presentano fenomenologie a pericolosità limitata, oppure di vulcani che si trovano in zone non abitate.

Quanto maggiore è la probabilità di eruzione, tanto maggiore è il rischio. A parità di Pericolosità invece, il rischio aumenta con l'aumentare dell'urbanizzazione dell'area circostante il vulcano (per fare un esempio, il rischio è più elevato per il Vesuvio, nei cui dintorni vivono circa 600 mila persone, piuttosto che per i vulcani dell'Alaska, che si trovano in zone a bassa densità di popolazione).



9.6.2.1 Eruzioni vulcaniche

Le eruzioni vulcaniche si verificano quando il magma, proveniente dall'interno della Terra, fuoriesce in superficie. Possono avvenire dalla bocca del vulcano (è il caso del Vesuvio) o da bocche che si aprono in punti diversi, come nel caso dei Campi Flegrei o dell'Etna. In genere, la presenza (o la risalita) del magma all'interno dell'edificio vulcanico è accompagnata da fenomeni denominati "precursori", anche se sarebbe più appropriato considerarli come indicatori di un processo in atto, tra cui:

- l'innesco di fratture (terremoti) causato dall'induzione di tensioni meccaniche nelle rocce;
- il rigonfiamento o cambiamento di forma dell'edificio vulcanico provocato dall'intrusione del magma;
- le variazioni del campo gravimetrico e magnetico nell'intorno dell'edificio vulcanico;
- l'incremento e il cambiamento di composizione delle emanazioni gassose dai crateri e dal suolo;
- le variazioni delle caratteristiche fisico-chimiche delle acque di falda.

Questi fenomeni, che accompagnano la risalita del magma, possono essere rilevati da opportune reti strumentali fisse, in acquisizione 24 ore al giorno, oppure attraverso la reiterazione periodica di campagne di misura.

Bisogna tener presente che, anche se i fenomeni vengono puntualmente studiati e monitorati, come nel caso dei vulcani italiani, in ogni caso permane sempre un elevato livello di incertezza, spesso legato alle specifiche caratteristiche del vulcano, che rende sostanzialmente impossibile stabilire con evidenza assoluta quando e come potrà avvenire un'eruzione vulcanica: non è ipotizzabile allo stato attuale delle conoscenze, quindi, alcuna forma di previsione deterministica.

Classificazione. Per i vulcani non esiste una scala di magnitudo come quella usata per i terremoti ma vi sono diverse misure e informazioni che possono aiutare nella classificazione delle eruzioni.

Una prima classificazione distingue le eruzioni vulcaniche in **effusive** o **esplosive**. Le prime sono caratterizzate da una bassa esplosività e da emissioni di magma fluido che scorre lungo i fianchi del vulcano. Nelle seconde, il magma si frammenta in brandelli di varie dimensioni, chiamati *piroclasti*, che vengono espulsi dal vulcano con violenza.

Una seconda classificazione delle eruzioni vulcaniche si ottiene dalla combinazione di dati quantitativi (come volume dei prodotti emessi, frammentazione del magma ed



altezza della colonna eruttiva) e da osservazioni qualitative. Si esprime attraverso l'*Indice di Esplosività Vulcanica*, (VEI) -*Volcanic Explosivity Index*- un indice empirico che classifica l'energia delle eruzioni esplosive con valori che vanno da 0 a 8. In base a questa classificazione, le eruzioni si distinguono in: *Hawaiana, Stromboliana, Vulcaniana, Subpliniana, Pliniana, Ultra-pliniana*.

Prodotti. Da eruzioni *effusive* si generano prevalentemente colate di lava. Esse scorrono sulla superficie terrestre con una temperatura che va dai 700°C ai 1200°C e con una velocità che dipende dalla viscosità del magma. Da eruzioni *esplosive* si origina invece la ricaduta di materiali grossolani (bombe e blocchi) e di materiali fini (cenere e lapilli). Le bombe vulcaniche sono frammenti di lava che, espulsi dal vulcano, si raffreddano fino a solidificarsi prima di raggiungere il suolo, acquisendo forme aerodinamiche durante il loro volo. I blocchi, invece, sono frammenti di roccia di dimensioni variabili, strappati dalle pareti del condotto vulcanico durante l'esplosione. Anche lapilli e ceneri sono frammenti di magma espulsi durante un'eruzione esplosiva ma si tratta di materiali molto più fini. Le ceneri, in particolare, sono minuscole e possono essere trasportate dal vento anche per centinaia o migliaia di chilometri. Durante le eruzioni esplosive, si possono generare colonne eruttive sostenute, composte da gas e frammenti di roccia. Dal collasso di tali colonne, possono originarsi le colate piroclastiche, ovvero nubi più dense dell'aria, costituite da frammenti di rocce e gas, e caratterizzate da elevata temperatura e velocità, che scorrono lungo i fianchi del vulcano. Il materiale piroclastico derivante da eruzioni esplosive, se mescolato ad acqua, può portare alla formazione di colate di fango -o *lahars*- che scorrono, con elevata energia e velocità, lungo le pendici del vulcano, incanalandosi preferibilmente lungo le valli fluviali. Vicino ai crateri o ai fianchi di vulcani attivi e in aree idrotermali in cui i centri vulcanici non sono più attivi spesso si verificano anche emanazioni di vapore e di altri gas vulcanici. Fuoriescono da piccole ma profonde fessure nel suolo nelle quali si raggiungono temperature che vanno da circa 100°C fino a 900°C. A contatto con l'aria, a causa della sensibile diminuzione di temperatura, i gas condensano formando i caratteristici "*fumi*" e concrezioni.

Effetti sul territorio. L'attività di un vulcano può essere caratterizzata dall'emissione di modeste quantità di lava, con limitati effetti sull'ambiente, o al contrario da eventi eruttivi catastrofici capaci di modificare profondamente l'ambiente circostante il vulcano e perturbare il clima anche a livello globale. Vi sono inoltre altri fenomeni che, anche se non direttamente connessi all'attività vulcanica e poco frequenti, risultano pericolosi e possono determinare significative variazioni sul territorio. Il movimento o la caduta di materiale roccioso o sciolto, a causa dell'effetto della forza di gravità, può generare alcune frane. Questi fenomeni di instabilità possono interessare tutti gli edifici vulcanici i cui fianchi acclivi sono spesso costituiti da materiale incoerente, e quindi facilmente



mobilizzabile. Possono dare luogo a profonde trasformazioni e innescarsi in seguito a intensa fratturazione, attività sismica o eruzioni. In caso di attività vulcanica sottomarina, terremoti sottomarini e frane che si riversano in mare possono dare origine a *maremoti*. Per la ricaduta di materiale incandescente sul suolo vegetato o durante l'avanzamento di una colata lavica possono infine generarsi anche incendi.



9.6.2.2 Effetti a distanza

I Vulcani sono in grado di determinare al suolo **effetti dannosi anche a grande distanza dalla loro ubicazione**, in caso di evento eruttivo. Tali effetti sono conseguenti all'emissione delle **ceneri vulcaniche** che possono essere trasportate nell'atmosfera a grandissima distanza ed interessare territori anche molto lontani dal vulcano, inducendo forti criticità ed effetti di lunga durata.

Le **ceneri vulcaniche** sono piccole particelle di magma, di dimensioni inferiori ai 2mm di diametro, che vengono immesse in atmosfera, raffreddate e consolidate, nel corso di un'eruzione. Sono composte prevalentemente da silicati e, pertanto, sono estremamente abrasive. Le ceneri vulcaniche disperse nell'atmosfera sono particolarmente insidiose per la difficoltà ad essere immediatamente individuate. Infatti, in caso di copertura nuvolosa, di oscurità notturna o semplicemente quando sono molto diluite (come avviene ad una certa distanza dal punto di emissione), risultano difficilmente distinguibili dalle normali nubi atmosferiche. Inoltre, i normali *radar* usati per la navigazione aerea non sono in grado di individuarle a causa delle loro piccole dimensioni e sono pertanto in grado di indurre gravi danni ai velivoli in volo -anche in quantità molto ridotte- determinando abrasioni delle superfici di particolare gravità, come ai vetri della cabina di pilotaggio (opacizzazione ed azzeramento della visibilità). Inoltre, le ceneri vulcaniche a contatto con le turbine, possono fondersi e saldarsi sulle loro superfici, causando l'occlusione dei fori di aereazione e ostacolando il regolare funzionamento dei motori, fino a determinarne -nei casi più gravi- l'arresto e la caduta del velivolo. Le ceneri e i gas vulcanici possono inoltre interferire con l'elettronica di bordo causando malfunzionamento degli strumenti di navigazione e producendo forte odore di zolfo all'interno del velivolo.

Un'altra criticità indotta dalla ricaduta delle *ceneri vulcaniche* è l'**accumulo al suolo**, che può verificarsi anche a grande distanza dal punto di eruzione, interessando territori normalmente non abituati a considerare il Rischio Vulcanico fra gli scenari di rischio che interessano le proprie zone. Anche la sola presenza in atmosfera di ceneri vulcaniche può indurre, oltre che i prevedibili disagi come quelli determinati dall'accumulo al suolo, anche danni per la salute. L'entità del rischio correlato dipende comunque da diversi fattori:

- la granulometria e la concentrazione delle particelle nell'aria;
- la frequenza degli eventi;
- la durata dell'esposizione;
- la presenza di silicone cristallino, gas, aerosol vulcanici mescolati con la cenere;



Le circostanze meteorologiche.

L'esposizione alle ceneri vulcaniche fini, che vanno a costituire una componente importante dell'aerosol che, assunto poi con la respirazione, è in grado di indurre particolari problemi all'apparato respiratorio.



9.6.2.3 Il rischio per il territorio comunale

Per il territorio di Modugno, **il Rischio Vulcanico rappresenta un rischio di tipo secondario**, ossia costituito dalle conseguenze indotte al suolo (effetti secondari) determinati da una eventuale eruzione del **Vesuvio**, il vulcano italiano attivo più vicino, caratterizzato da eruzioni di tipo “*esplosivo*” e del quale, l’ultima eruzione nel tempo, è rappresentata da quella avvenuta nel corso dell’ultimo conflitto mondiale (1944).

Il Vesuvio è situato a meno di 12 km a sud-est della città di Napoli e a circa 10 km da Pompei, in un’area popolata sin dall’antichità. Questo ha permesso di raccogliere numerose testimonianze sulla sua attività, rendendolo uno dei vulcani più conosciuti al mondo. L’eruzione di gran lunga più famosa è quella del 79 d.C. che distrusse Pompei, Ercolano e Stabia.



Figura 79. Eruzione del Vesuvio del 1944.

Dal 1944, anno della sua ultima eruzione, il vulcano si trova in stato di quiescenza caratterizzato solo da attività fumarolica e bassa sismicità, non registrandosi -allo stato- fenomeni precursori indicativi di una possibile ripresa a breve termine dell’attività eruttiva. Il Vesuvio è stato caratterizzato dall’alternanza di periodi di attività eruttiva, a condotto aperto, e periodi di riposo, a condotto ostruito,

caratterizzati da assenza di attività eruttiva e da accumulo di magma in una camera magmatica posta in profondità.

Tali periodi sono interrotti da eruzioni molto energetiche, alle quali fanno poi seguito periodi di attività a condotto aperto con frequenti eruzioni effusive o esplosive di bassa energia.



Figura 80. Eruzione del Vesuvio – 1631.
Autore Domenico Gargiulo (1609-1675) detto
Micco Spataro.

L'eruzione del 1631 ha interrotto un periodo di riposo che durava da quasi cinque secoli. Dal 1631 al 1944 le eruzioni vulcaniche sono state costanti e intervallate da periodi di riposo di pochi anni. Secondo gli studi più recenti, l'evento vulcanico che con maggiore probabilità si potrebbe verificare al Vesuvio è un'eruzione stromboliana violenta (VEI=3), con ricaduta di materiali piroclastici e formazione di colate di fango o *lahars*. Di recente,

l'aggiornamento del Piano di emergenza del Vesuvio, ipotizza quale scenario di riferimento, un evento di tipo sub-Pliniano, simile a quello del 1631.

Tale scenario ipotizza la formazione di una colonna eruttiva alta diversi chilometri, la caduta di bombe vulcaniche e blocchi nell'immediato intorno del cratere e di particelle di dimensioni minori -ceneri e lapilli- **anche a diversi chilometri di distanza**, nonché la formazione di flussi piroclastici lungo le pendici del vulcano.

Proprio gli eventi eruttivi del 1631 e del 1944 (ma anche quelli del 1779) hanno avuto effetti documentati, dovuti alla ricaduta di ceneri, su territori anche molto lontani rispetto al punto di eruzione ed hanno interessato anche i territori della Puglia (fra cui anche Modugno), spingendosi fino all'Albania (1944).

A tal proposito va ricordato un brano tratto da una cronaca del 1631 che rievoca gli effetti al suolo sull'abitato di Modugno, causati dall'eruzione del Vesuvio del dicembre di quell'anno: ***Modugno, 16 dicembre 1631. Il periodo prenatalizio e natalizio del 1631 fu funestato da un terribile evento, che si protrasse per 17 giorni. Il 16 dicembre 1631, in seguito ad una tremenda eruzione ed esplosione del Vesuvio, una "grande quantità di cenere infuocata cade anche su Modugno, provocando terrore in ogni casa"***. In quell'occasione, la colonna eruttiva sembra abbia raggiunto 15 Km di altezza (cfr. INGV).



Figura 81. Eruzione del Vesuvio – 1779.
Autore: William Douglas Hamilton.
Incisione.

Vi è inoltre testimonianza che le ceneri formatesi in occasione dell'eruzione del Vesuvio del **3-15 Agosto 1779**, vennero sospinte verso est dai venti in quota giungendo anche ad **Avellino, Benevento ed in Puglia**.

Testimonianze più recenti riguardanti la caduta di ceneri a grande distanza, a seguito dell'eruzione del Vesuvio, riguardano anche l'ultima eruzione avvenuta nel marzo del 1944. In tale occasione, la colonna eruttiva formatasi nel corso dell'eruzione del **22 Marzo 1944** raggiunse circa i 10 Km di altezza, e **le ceneri proiettate nell'atmosfera raggiunsero la città di Bari e l'Albania**.



Figura 82. Eruzione del Vesuvio del 1944: B-25 del 447 Squadrone del 321 gruppo bombardieri molto vicini al vulcano in eruzione (fonte www.nogeingegneria.com/effetti/politicaeconomia/1944-i-bombardamenti-sul-vesuvio).



Figura 83. Eruzione del Vesuvio, 24 marzo 1944. Primo stadio della nube ardente. Dalla base della nube vulcanica "masse cineree" (flussi piroclastici) si riversano lungo le pendici occidentali del Gran Cono.



Figura 84. Eruzione del Vesuvio, 24 marzo 1944. Secondo stadio della nube ardente. "Masse cineree" (flussi piroclastici) si sviluppano e si ramificano alla base del Gran Cono, mentre la nube vulcanica raggiunge quote più elevate.

Tali effetti al suolo, storicamente documentati, inducono la necessità che, pur non avendo il territorio di Modugno natura vulcanica o presenza di fenomeni vulcanici, debba essere considerato -quale scenario di rischio secondario in caso di eruzione del

Vesuvio- quello della **ricaduta delle ceneri** nell'immediato dei fenomeni eruttivi eventualmente verificatisi.

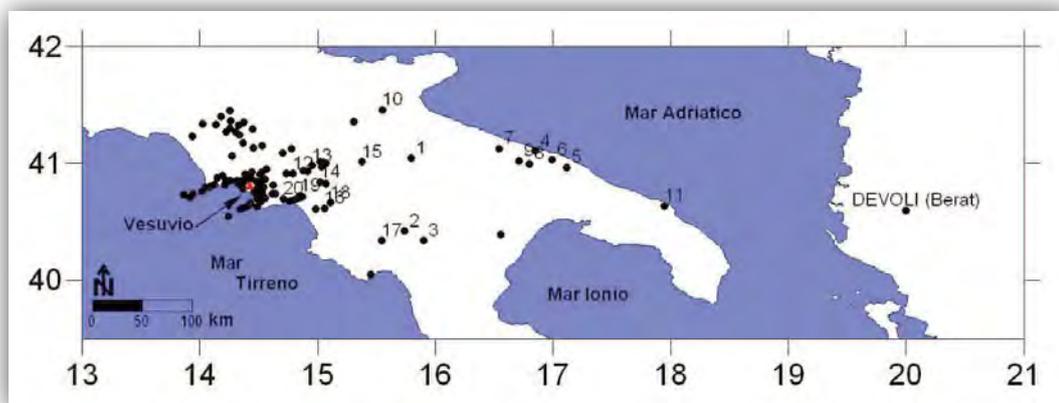


Figura 85. Grafico: Luoghi di osservazione della cenere segnalati dalle testimonianze dirette⁵.

Sia la conoscenza dell'avvenuto fenomeno (eruzione eventualmente verificatasi) che il ritardo con il quale il fenomeno della caduta delle ceneri a grande distanza possa verificarsi (a causa dei tempi necessari di trasporto nell'atmosfera), consentono alle autorità ed alla popolazione di prepararsi in maniera idonea a fronteggiare in maniera adeguata la situazione.

A tal proposito si richiamano le indicazioni del Dipartimento della Protezione Civile in caso di caduta al suolo, o presenza in atmosfera, di ceneri vulcaniche.

Oltre al fenomeno prettamente fisico della possibile ricaduta delle ceneri su territori anche molto distanti dal punto di eruzione, in conseguenza di una possibile eruzione del Vesuvio andrebbero considerate ulteriori criticità che potrebbero essere indotte sul territorio comunale.

Tali criticità potrebbero essere legate all'eventuale **afflusso sul territorio di competenza comunale, di parte della popolazione evacuata dalle zone limitrofe al Vesuvio** in concomitanza del fenomeno eruttivo o in previsione di esso, secondo la vigente pianificazione prevista dal *Piano nazionale di emergenza per il Vesuvio*.

In particolare la pianificazione -per questo specifico aspetto- prevede l'allontanamento ed il trasferimento della popolazione da evacuare anche verso la Regione Puglia, con indicazione di provenienza dei Comuni di *Torre Annunziata* e *San Sebastiano al Vesuvio*, entrambi situati in Zona ROSSA del Piano di emergenza per il Vesuvio di cui alla *Direttiva*

⁵

del 14 febbraio 2014: disposizioni per l'aggiornamento della pianificazione di emergenza per il rischio vulcanico del Vesuvio (Pubblicata sulla G.U. nr. 108 del 12/05/2014) Allegati 1-2. In tale evenienza, l'Autorità Comunale di Protezione Civile, in raccordo con le istituzioni sovraordinate (Prefettura-UTG, Regione, Dipartimento), dovrà gestire -oltre la criticità eventualmente indotta dalla ricaduta di ceneri sul territorio comunale- anche la criticità rappresentata dalla gestione dell'accoglienza di quota di popolazione evacuata.



Figura 86. Rappresentazione in mappa delle Regioni di destinazione per l'accoglienza Comuni evacuati della Zona Rossa (Allegato 2 - Disposizioni per l'aggiornamento della pianificazione di emergenza per il rischio vulcanico del Vesuvio)

Allegato 2

Regione/PA	Comune
Piemonte	Portici
Valle d'Aosta	Nola
Liguria	Cercola
Lombardia	Torre del Greco, Somma Vesuviana
Trentino-Alto Adige	Pollena Trocchia
Veneto	San Giuseppe Vesuviano, Sant'Anastasia, enclave di Pomigliano d'Arco
Friuli Venezia Giulia	Palma Campania
Emilia Romagna	Ercolano
Toscana	San Giorgio a Cremano
Umbria	San Gennaro Vesuviano
Marche	Poggio Marino
Lazio	Ottaviano, Napoli
Abruzzo	Terzigno
Molise	Massa di Somma
Puglia	Torre Annunziata, San Sebastiano al Vesuvio
Basilicata	Boscotrecase
Calabria	Boscoreale
Sicilia	Scafati, Trecase
Sardegna	Pompei

Figura 87. Elenco delle Regioni di destinazione per l'accoglienza dei Comuni evacuati della Zona Rossa (Allegato 2 - Disposizioni per l'aggiornamento della pianificazione di emergenza per il rischio vulcanico del Vesuvio)

Con una recente D.G.R. nr. 1096 della Regione Puglia del 24 Giugno 2019 sono stati approvati i modelli di Protocollo d'Intesa tra la Regione Campania, la Regione Puglia ed i Comuni campani di Torre Annunziata e San Sebastiano al Vesuvio per rendere operativi i gemellaggi di cui alla Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 24 giugno 2016 "Disposizioni per l'aggiornamento della pianificazione di emergenza per il rischio vulcanico del Vesuvio" del 14 febbraio 2014. A tali comuni si è aggiunta anche la 9° Municipalità di Pianura del Comune di Napoli la cui popolazione, in caso di evacuazione a seguito di allarme, sarà parimenti accolta ed ospitata nella Regione Puglia.