



REGIONE PUGLIA AZIENDA SANITARIA LOCALE DELLA PROVINCIA DI BARI - "ASL BA"



PROGETTAZIONE PRELIMINARE E DEFINITIVA CLINICO GESTIONALE DELL'INTERVENTO DI REALIZZAZIONE DEL NUOVO OSPEDALE MONOPOLI - FASANO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE



**INTEGRAZIONE PRESTAZIONI
SPECIALISTICHE**

ARCHITETTURA
Co-progettazione

SICUREZZA

IMPATTO AMBIENTALE

IMPIANTI

STRUTTURE E GEOTECNICA

ARCHITETTURA

URBANISTICA E ARCHITETTURA
Co-progettazione

GEOLOGIA



**PINE
ARQ**

C/Mare de Déu de la Salut, 40. 08024 Barcelona
Te. (+34)932 106 819 - Tel. (+34) 932 106 825
Fax (+34) 932 100 214 - Web.www.pinearq.com

SAITO ARCHITETTO

Via Cardinale Marcello Mimmi, 32
70124 BARI
Tel. 0039.080.5093952
e-mail: saitoba@maurosaito.it

Dott. geol. Salvatore Valletta

Viale della Repubblica, 92
70125 BARI
Tel. 0039.080.5566989
e-mail: valletta@libero.it

COMMITTENTE

Azienda Sanitaria Locale Bari
Sede legale: Lungomare Starita 6
70123 Bari (BA)
C.F. e P.Iva: 06534340721
www.sanitaria.puglia.it

DIRETTORE GENERALE
Dott. Vito Montanaro
RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. Nicola Sansolini



Fase:

**PROGETTO PRELIMINARE
LAVORI DI REALIZZAZIONE DELLA
VIABILITÀ ESTERNA**

Descrizione elaborato:

**GEOLOGIA E GEOTECNICA
RELAZIONE GEOTECNICA**

Scala:

-

Data:

OTTOBRE 2015

Nome elaborato:

V-007

Nome file:

T340PRdV007-00_ge-rt

Aggiornamenti:

Rev.	Data	Note	Redatto	Controllato	Approvato
00	10/2015	Prima Emissione	STEAM	STEAM	STEAM

INDICE

1 GEOTECNICA	2
2 VIABILITÀ ESTERNA	2
2.1 INDAGINI ESPERITE IN SITO.....	3
2.2 CONCLUSIONI	4
3 INQUADRAMENTO SISMICO	6
3.1 MAGNITUDO MOMENTO	9

1 GEOTECNICA

Il D.M. 14.01.2008, attualmente in vigore, prescrive al capitolo 6 che le opere di fondazione vengano progettate a seguito di una caratterizzazione e modellazione geologica-sismica del sito. Il progetto delle opere e dei sistemi geotecnici sono pertanto così articolarsi:

1. Caratterizzazione e modellazione geologica del sito.
2. Scelta del tipo di opera o d'intervento e programmazione delle indagini geotecniche.
3. Caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo.
4. Descrizione delle fasi e delle modalità costruttive.
5. Verifica della sicurezza e delle prestazioni.
6. Definizione di eventuali piani di controllo e monitoraggio.

La modellazione geotecnica (punto 1) consiste nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, idrogeologici, geomorfologici e sismici del suolo. La caratterizzazione e la modellazione geologica devono interessare una zona "significativamente estesa" del terreno, in relazione al tipo di opera e al contesto geologico in cui questa si colloca. Le indagini geognostiche e sismiche devono consentire di definire la successione stratigrafica, il regime delle pressioni interstiziali, nonché tutti gli elementi significativi del suolo (conducibilità idraulica, caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni, parametri di deformabilità). Per il riconoscimento dei terreni, ovvero per definire la costituzione del sottosuolo e la natura degli strati in esso presenti, occorre generalmente eseguire scavi accessibili o perforazioni di sondaggio.

Per quanto riguarda la determinazione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni, sono possibili due vie:

- il prelievo di campioni con successiva sperimentazione in laboratorio, oppure
- l'esecuzione di prove in sito.

Il numero delle verticali di indagine e la loro profondità dipendono dalla tipologia dell'opera, dalla sua estensione e dalla stratigrafia del suolo che può essere uniforme o caotica.

2 VIABILITÀ ESTERNA

Contestualmente al progetto del Nuovo Complesso Ospedaliero, è stata eseguita una campagna d'indagini geognostiche mirata a determinare i caratteri geologici, geomorfologici ed idrogeologici dell'area interessata dall'intervento "Opere di viabilità - Progetto preliminare del Nuovo Ospedale di Monopoli-Fasano".

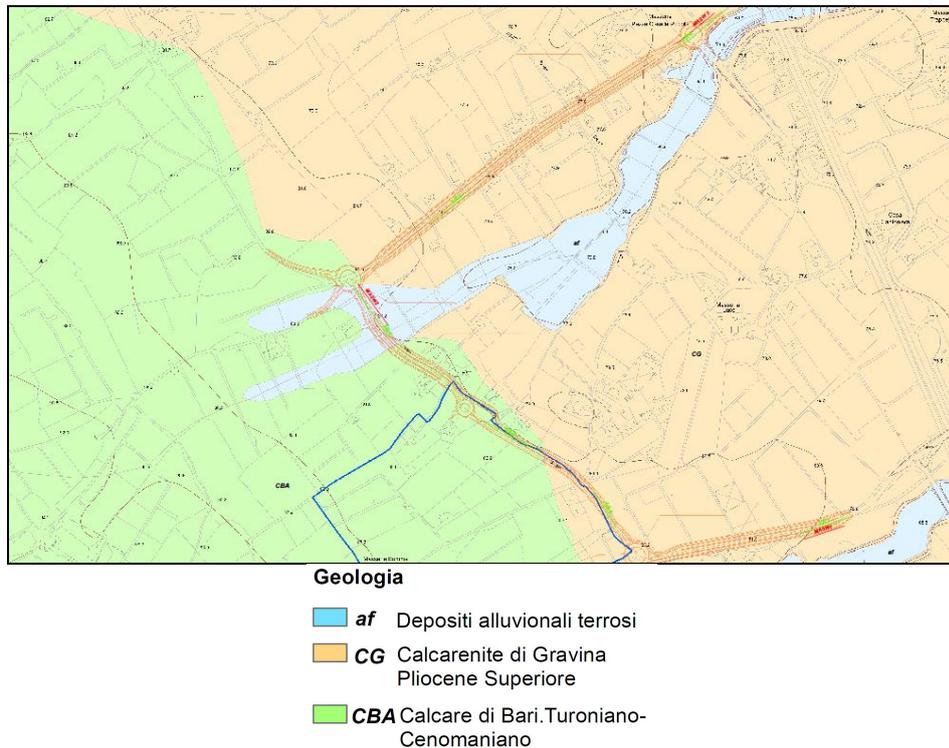


Figura 1 - Stralcio della carta geologica ricostruita per l'area di progetto.

2.1 INDAGINI ESPERITE IN SITO

La campagna geognostica, costituita da indagini indirette, la cui direzione è stata affidata al dott. Geologo Antonio Convertini, è stata così articolata:

- n°3 stendimenti sismici di tipo MASW con determinazione del parametro V_{s30} , effettuate dalla GIULOCO prospezioni s.a.s di Matera.
- n°6 profili elettrici con restituzione tomografica.

I valori di V_{s30} calcolati nei 3 profili MASW eseguiti risultano:

Indagine sismica	V_{s30} (m/sec)	Categoria di sottosuolo
MASW1	980	A
MASW2	930	A
MASW3	1160	A

L'indagine geoelettrica è consistita nell'esecuzione di 6 Profili Dipolari eseguiti con configurazione elettrodica Wenner-Schlumberger e Dipolo-Dipolo assiale. La profondità massima investigata, al centro di ogni profilo, si può stimare intorno a 16 m. La geometria adottata nelle Tomografie Elettriche T.E1÷TE6 è la seguente: una distanza interelettrodica pari a 2 m, una lunghezza del singolo profilo di 94 m, con l'utilizzo di 48 elettrodi (infissi contemporaneamente nel terreno) che fungono alternativamente da poli di lettura di differenza di potenziale ΔV (M-N) e di intensità di corrente I (A-B); tale configurazione ha fornito circa 600 punti di misura dei parametri elettrici distribuiti nel sottosuolo lungo ciascun Profilo e per ciascuna configurazione elettrodica utilizzata.

L'analisi delle Tomografie Elettriche T.E1÷6 eseguite con configurazione elettrodica "Dipolo-Dipolo Assiale", ha consentito un maggiore dettaglio nel riconoscimento delle variazioni laterali di resistività mettendo in evidenza "corpi" anche molto limitati geometricamente; su ogni sezione si possono fare alcune osservazioni di dettaglio:

- T.E.1: non si segnalano anomalie localizzate, conduttive o resistive, rispetto alla configurazione Wenner-Schlumberger; si evidenzia la maggiore eterogeneità sia della copertura che del substrato legata al differente grado di cementazione e/o fratturazione;
- T.E.2: si segnala solo la minore resistività delle anomalie conduttive alle progressive 18-20 e 62-70 m, rispetto all'altra configurazione; si evidenzia la maggiore eterogeneità sia della copertura che del substrato legata al differente grado di cementazione e/o fratturazione;
- T.E.3: si conferma l'anomalia conduttiva alla progressiva 80-94 m, rispetto all'altra configurazione; si evidenzia la maggiore eterogeneità del substrato legata al differente grado di fratturazione dei calcari;
- T.E.4: non si segnalano anomalie localizzate, conduttive o resistive, rispetto alla configurazione Wenner-Schlumberger; si evidenzia la maggiore eterogeneità del substrato legata al differente grado di fratturazione dei calcari;
- T.E.5: si segnala la maggiore ampiezza dell'anomalia conduttiva tra le progressive 68 e 80 m, rispetto alla configurazione Wenner-Schlumberger; si evidenzia la maggiore eterogeneità del substrato legata al differente grado di cementazione e/o fratturazione;
- T.E.6: non si segnalano anomalie localizzate, conduttive o resistive, rispetto alla configurazione Wenner-Schlumberger; si evidenzia la maggiore eterogeneità del substrato e, nella parte più profonda, valori più bassi di resistività correlabili al substrato calcareo. Non risultano nelle sezioni esplorate anomalie di resistività tali da suggerire la presenza di vuoti di dimensioni significative.

2.2 CONCLUSIONI

Per l'area su cui ricadrà la viabilità in progetto, le osservazioni e le indagini svolte hanno consentito di ricostruire la seguente successione stratigrafica dall'alto verso il basso:

- Coperture: caratterizzate da spessori esigui con punte di circa 4 m, in corrispondenza della tomografia elettrica T.E.4. Sono rappresentate in gran parte da terreno vegetale e depositi alluvionali costituiti da argille limose e limi argillosi rossastri con presenza di clasti calcarei.
- Calcarenite di Gravina: costituita da calcareniti dall'aspetto massivo con grado di cementazione variabile. Rappresenta il litotipo più frequente lungo l'asse stradale in progetto.
- Calcarea di Bari: costituito da una potente serie di strati o banchi calcarei con spessore variabile, la maggior parte di origine detritica, talora assai fine. I calcari sono spesso caratterizzati da un intenso stato di fratturazione, verticale, sub-verticale e a 45°, spesso accompagnato da fenomeni carsici, con presenza di livelli di terra rossa. Lungo l'asse stradale il calcarea è presente al di sotto di pochi cm di terreno vegetale.

Gli stendimenti sismici hanno denotato in profondità velocità di propagazione tipiche di materiali lapidei calcarei e calcarenitici. In relazione a quanto richiesto dalle Norme

Tecniche di cui al D.M.14/01/2008 e della normativa sismica OPCM 3274 del 20/03/2003, aggiornata in riferimento al D.M. 14/01/08 ed alla relativa circolare di attuazione del 05/08/2009 pubblicata su G.U. n. 187 del 13/08/2009, il sottosuolo dell'area di progetto, ricavata dal calcolo delle V_{s30} effettuato con i dati acquisiti attraverso le indagini sismiche di tipo MASW, è riferibile la categoria "A". La falda idrica, nell'area di studio, presenta un livello statico poco al di sopra del livello del mare e non interferisce con i terreni su cui insisterà la viabilità in progetto.

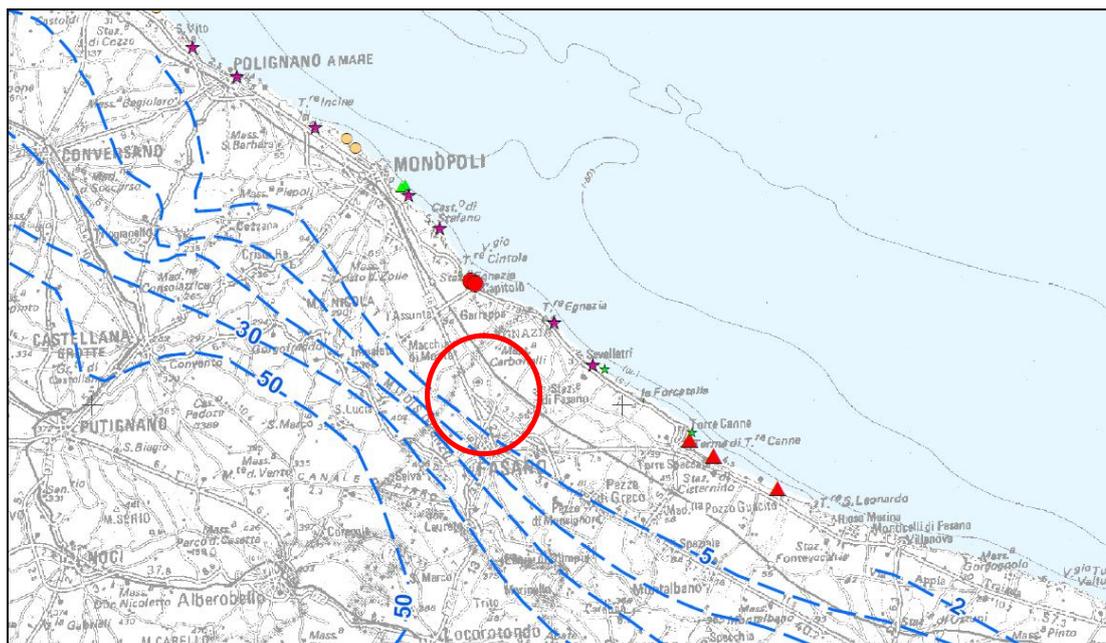


Figura 2 - Stralcio della Tavola della "Distribuzione media dei carichi medi piezometrici degli acquiferi della Murgia e del Salento" (PTA Puglia), con ubicazione dell'are di studio.

Dall'analisi della cartografia ufficiale esistente e dal rilievo geomorfologico effettuato risulta che la viabilità esistente interseca il reticolo idrografico; in tale tratto non è presente nessuna opera idraulica. Lo studio idraulico effettuato ha evidenziato la presenza di aree a media pericolosità idraulica che interessano la viabilità stradale esistente.

Dal punto di vista geotecnico, in questa fase preliminare, sono stati forniti i parametri geotecnici medi dei litotipi afferenti alle formazioni delle Calcareniti di Gravina e del Calcarea di Bari; per una puntuale definizione degli spessori delle coperture e la loro caratterizzazione geotecnica, assieme a quella dei litotipi lapidei, bisognerà effettuare in fase definitiva, una campagna geognostica costituita da indagini dirette.

In relazione a tutto quanto esposto, allo stato attuale non si riscontrano particolari criticità per la realizzazione delle opere in oggetto.

3 INQUADRAMENTO SISMICO

In base all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone", tenuto conto della normativa sismica OPCM 3274 del 20/03/2003, vista la normativa regionale D.G.R. 2 marzo 2004, n. 153, il Comune di Monopoli è classificato in zona 4, contrassegnato da un parametro di accelerazione massima orizzontale a_g compreso nell'intervallo 0,050-0,075-g m/s^2 (valore riferito ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni) come segnalato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>).

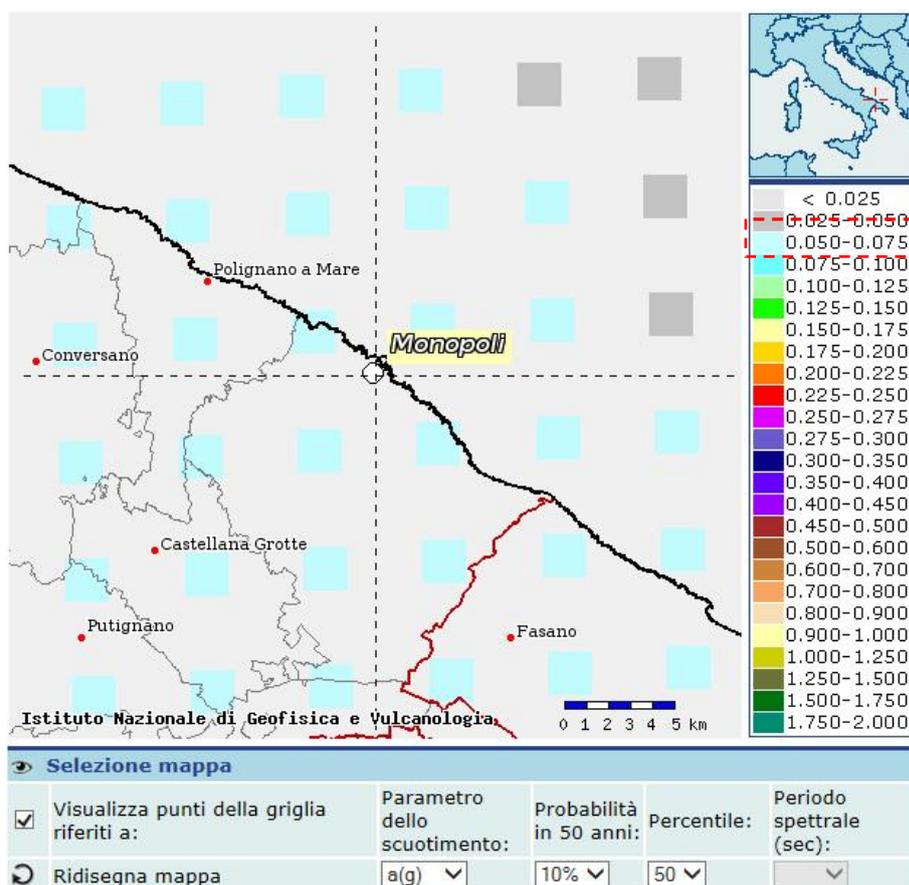


Figura 3 – Classificazione sismica del territorio pugliese (OPCM 3519/06).

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (§3.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008), si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante l'utilizzo di un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. In particolare viene classificato il terreno presente al di sotto del piano di posa delle fondazioni dell'opera di progetto, attraverso i risultati delle prove penetrometriche eseguite durante la campagna di indagini geognostiche. Si

definiscono le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni):

- A. Formazioni litoidi o terreni omogenei caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
- B. Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $N_{SPT} > 50$, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa).
- C. Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media rigidezza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < N_{SPT} < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa).
- D. Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ($N_{SPT} < 15$, $c_u < 70$ kPa).
- E. Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s.

In aggiunta a queste categorie, se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

1. Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s ($10 < c_u < 20$ kPa);
2. Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

La classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio (definita successivamente) entro i primi 30 m di profondità. La misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio è fortemente raccomandata. La velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,30}$ è definita dall'espressione:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,n} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \text{ (m/s)}$$

Nei casi in cui tale determinazione non sia disponibile, la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica (*Standard Penetration Test*) $N_{SPT,30}$ nei terreni prevalentemente a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente $C_{u,30}$ nei terreni prevalentemente a grana fina.

La resistenza penetrometrica dinamica equivalente $N_{SPT,30}$ è definita dall'espressione:

$$N_{SPT,30} = \frac{\sum_{i=1,m} h_i}{\sum_{i=1,m} \frac{h_i}{N_{SPT,i}}}$$

La resistenza non drenata equivalente $C_{u,30}$ è definita dall'espressione:

$$C_{U,30} = \frac{\sum_{i=1,k} h_i}{\sum_{i=1,k} \frac{h_i}{C_{U,i}}}$$

Nelle precedenti espressioni si indica con:

- H_i è lo spessore (in metri) dell' i -esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;
- $V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;
- $N_{SPT,i}$ numero di colpi NSPT nell' i -esimo strato;
- $C_{u,i}$ resistenza non drenata nell' i -esimo strato;
- n numero di strati compresi nei primi 30 m di profondità;
- m numero di strati di terreni a grana grossa compresi nei primi 30 m di profondità;
- k numero di strati di terreni a grana fina compresi nei primi 30 m di profondità.

Sulla base delle risultanze delle prove geofisiche eseguite nel corso della campagna d'indagine del settembre 2015, si rileva che i valori della velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,30}$ rientra nell'intervallo 1190-1270 m/s da cui si evince l'appartenenza del terreno di fondazione alla categoria A ($V_s > 800$ m/s). In tale classe ricadono i terreno così definiti:

- *Formazioni litoidi o terreni omogenei caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.*

MASW.1	Vs (m/sec)	z (m)	h (m)
strato 1	200	0.5	0.5
strato 2	1800	10.5	10.0
strato 3	900	20.5	10.0
strato 4	1860	25.8	5.3
strato 5	2030	-	-

MASW.2	Vs (m/sec)	z (m)	h (m)
strato 1	200	0.5	0.5
strato 2	1800	10.7	10.2
strato 3	1000	24.6	13.9
strato 4	1630	29.7	5.1
strato 5	2020	-	-

MASW.3	Vs (m/sec)	z (m)	h (m)	MASW.4	Vs (m/sec)	z (m)	h (m)
strato 1	230	0.5	0.5	strato 1	180	0.5	0.5
strato 2	1790	10.7	10.2	strato 2	2050	10.8	10.3
strato 3	1110	24.7	14.0	strato 3	1200	31.1	20.3
strato 4	1830	30.8	6.1	strato 4	2090	36.9	5.8
strato 5	2000	-	-	strato 5	2060	-	-

Figura 4 – Log della velocità delle onde di taglio.

3.1 MAGNITUDO MOMENTO

Come si evince dalla Mappa di Pericolosità sismica del territorio Nazionale, il Comune di Monopoli si colloca a livello di grado VI della scala Mercalli, a cui corrisponde un indice 5.4 di Magnitudo della scala Richter.

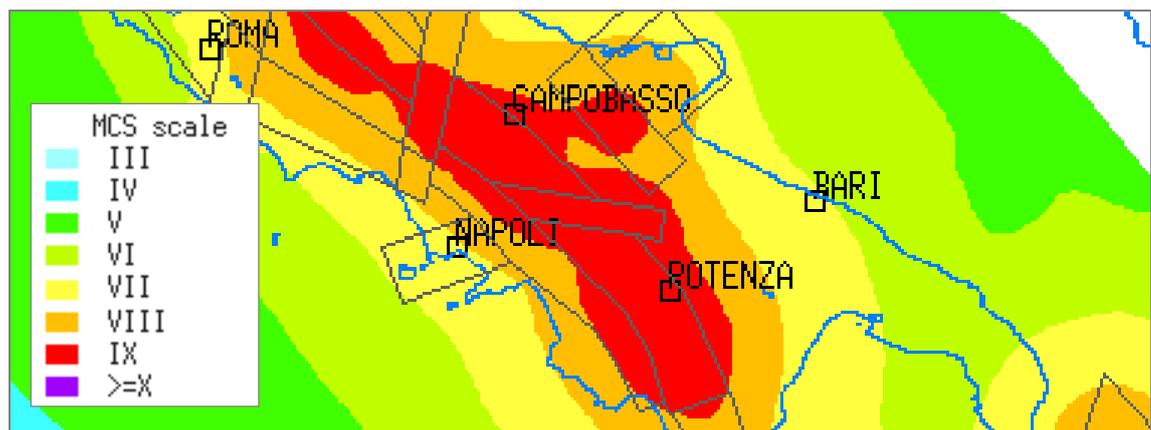


Figura 5 – Carta della sismicità in Italia.

magnitudo Richter	energia joule	grado Mercalli
< 3.5	< 1.6 E+7	I
3.5	1.6 E+7	II
4.2	7.5 E+8	III
4.5	4 E+9	IV
4.8	2.1 E+10	V
5.4	5.7 E+11	VI
6.1	2.8 E+13	VII
6.5	2.5 E+14	VIII
6.9	2.3 E+15	IX
7.3	2.1 E+16	X
8.1	> 1.7 E+18	XI
> 8.1	.	XII

Figura 6 - Scala Richter e scala Mercalli.