

Regione Basilicata

## COMUNE DI MATERA

***AZIENDA SANITARIA LOCALE di MATERA***

*Ospedale Madonna delle Grazie di Matera*

**AMMODERNAMENTO DEL PARCO TECNOLOGICO DEL P.O. DI MATERA  
PER LA REALIZZAZIONE DELLA RETE REGIONALE DI RADIOTERAPIA  
ONCOLOGICA ED IL POTENZIAMENTO DEL POLO DI ECCELLENZA  
SPECIALISTICA – COMPLETO DI BUNKER ED ACCELERATORE LINEARE.**

## RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA

Committente: **ASM , AZIENDA SANITARIA LOCALE di MATERA**

Dr.Geol. Angelo VENEZIA  
Via Lanera 47 bis –MATERA  
Tel. 0835/334133-cell.328 - 7140958  
E mail anra.venezia@inwind.it  
**(PEC)**: angeloraffveneziam@epap.sicurezzapostale.it

Matera, giugno 2017

**Geol. Angelo R. VENEZIA**



Il presente documento è di proprietà dello Studio di Geologia del Dr. Angelo VENEZIA. A termine di Legge ogni diritto è riservato

---

# REGIONE BASILICATA

## *AZIENDA SANITARIA LOCALE di MATERA*

**Ammodernamento del parco tecnologico del P.O. di Matera per la realizzazione della rete regionale di radioterapia oncologica ed il potenziamento del polo di eccellenza specialistica – completo di bunker ed acceleratore lineare**

**Relazione unica integrata comprendente le relazioni specialistiche:**

- **Relazione e modellazione geologica del sito**
- **Relazione e modellazione geotecnica del volume di terreno significativo**
- **Relazione sulla pericolosità sismica di base del sito**
- **Copia della planimetria del piano stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico, “Carta del rischio” dell’AdB della Basilicata con indicazione dell’area di ubicazione dell’opera**

### **1. Premessa**

Lo scrivente è stato incaricato dall’Azienda Sanitaria Locale di Matera per il sito dove sorge l’Ospedale “Madonna delle Grazie” di Matera di sviluppare uno studio di inquadramento geologico generale e di procedere alla modellazione geologica e geotecnica del sito interessato dall’intervento in parola, nell’ambito degli spazi del Presidio Ospedaliero di Matera

Lo studio è stato svolto in conformità a quanto previsto dal D.M. 14/01/2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni” ed alla successiva Circolare Ministeriale.

Si è altresì verificato che l’opera non ricada all’interno di aree segnalate come pericolose o a rischio in base al “Piano stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico” a cura dell’Autorità di Bacino della Basilicata.

Per la redazione del presente studio si è potuto disporre delle indagini geognostiche e degli studi geologici, a suo tempo sviluppate per lo studio geologico eseguito per la realizzazione dell’intero complesso ospedaliero, oltre che di studi ed indagini sviluppate dallo scrivente negli anni scorsi nell’ambito dell’area del Presidio Ospedaliero di Matera. In particolare lo scrivente ha provveduto a far eseguire stendimenti tipo MASW ed indagini sismiche a rifrazione ed indagini geoelettriche per analisi di fenomeni di dissesto su opere di sostegno all’interno dell’area del Presidio Ospedaliero.

Stante l'urgenza manifestata dalla committenza e l'assenza di specifiche somme a disposizione per lo sviluppo di specifiche indagini, ma stante la disponibilità di indagini pregresse e la possibilità di disporre di tagli che consentono di verificare il materiale più superficiale in affioramento, in accordo con la committenza si è scelto di non sviluppare specifiche indagini, ma di fare riferimento alle informazioni disponibili.

Si è ritenuto pertanto, in accordo con la committenza che le conoscenze acquisite attraverso le indagini pregresse relative a questo specifico sito, nonché sulla base dei rilievi di campagna e delle conoscenze pregresse dello scrivente, sia stato possibile definire, con l'attendibilità necessaria ai fini della presente relazione, i caratteri geologici, geomorfologici e geotecnici del sito così come descritti nel seguito.

Le informazioni sotto descritte, andranno in ogni caso confermate in occasione dei successivi approfondimenti progettuali e/o all'atto della realizzazione degli scavi per l'esecuzione delle opere.

## **2. Caratteri geologici generali dell'area di Matera**

### **2.1 Assetto geologico strutturale**

La configurazione geologica odierna della Basilicata è il risultato di imponenti deformazioni tettoniche che hanno determinato accavallamenti e traslazioni di masse rocciose e terrigene, anche di notevolissime proporzioni, da Ovest verso Est, verso l'Avampaese Apulo, con complessiva contrazione spaziale.

A grande scala la regione può essere inquadrata, dal punto di vista geografico e soprattutto geologico-strutturale, nell'ambito del sistema orogenico appenninico, riconoscibile nel settore dell'Italia meridionale che si estende dal margine tirrenico a quello adriatico. I tre domini del sistema orogenico sono:

- la *Catena* rappresentata dall'Appennino Campano-Lucano
- l'*Avanfossa* rappresentata dall'Avanfossa Adriatica
- l'*Avampaese* rappresentata dalla regione Apulo-Garganica

Le caratteristiche geologiche, morfologiche e tettoniche attuali della regione, possono essere quindi interpretate come il risultato complessivo degli sconvolgimenti tettonici, che a più riprese, ma soprattutto nella fase miocenica-pleistocenica dell'orogenesi appenninica, hanno interessato le unità geologiche preesistenti, e della continua evoluzione paleogeografia che i tre domini del sistema orogenico appenninico, risultanti da tali sconvolgimenti, hanno subito nel tempo.

I modelli evolutivi proposti dai diversi autori, pur nella loro diversità, concordano nel definire che il sistema orogenico appenninico si sia formato a partire dall'Oligocene Superiore-Miocene inferiore, dal progressivo accavallamento da ovest verso est, dovuto a compressione, di unità stratigrafico-strutturali mesozoico-paleogeniche e di unità sinorogeniche di avanfossa.

Un ruolo fondamentale nella genesi appenninica viene riconosciuto alla placca Apula che durante l'orogenesi ha svolto il ruolo di avampaese. L'Unità stratigrafico-strutturale Apulo-Garganica di Avampaese, risulta ribassata a sud-ovest da sistemi di faglia dirette, e risulta deformata al di sotto della catena.



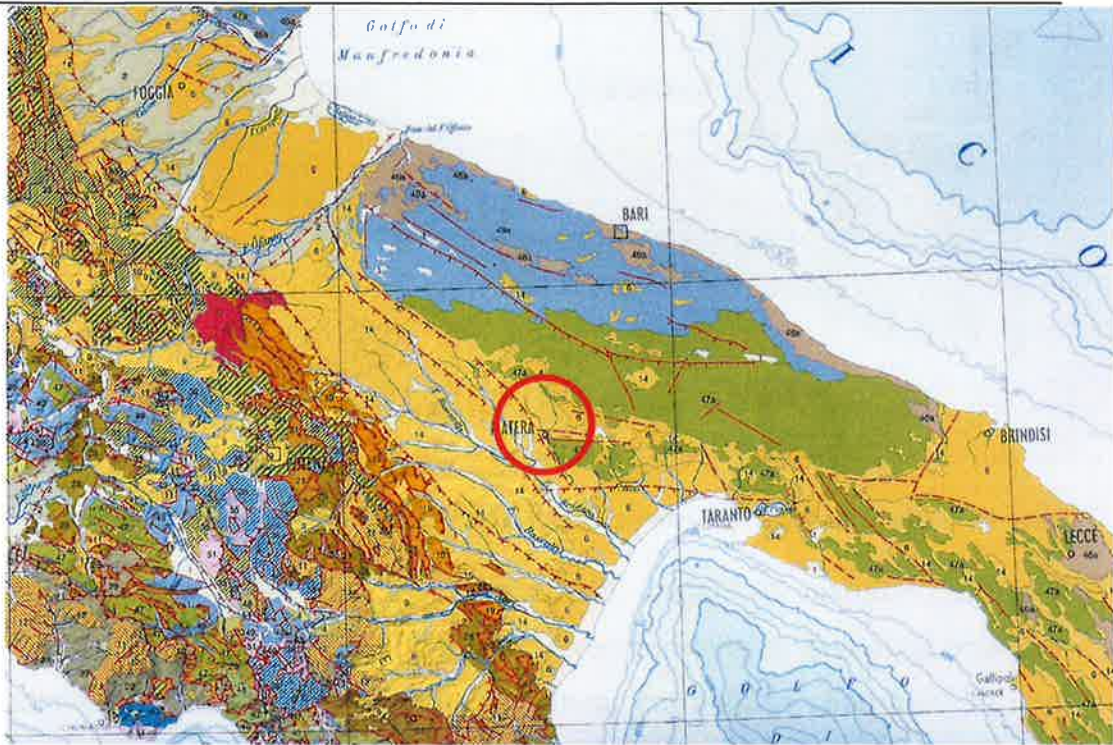


Fig. 2 – Schema geologico con ubicazione di Matera

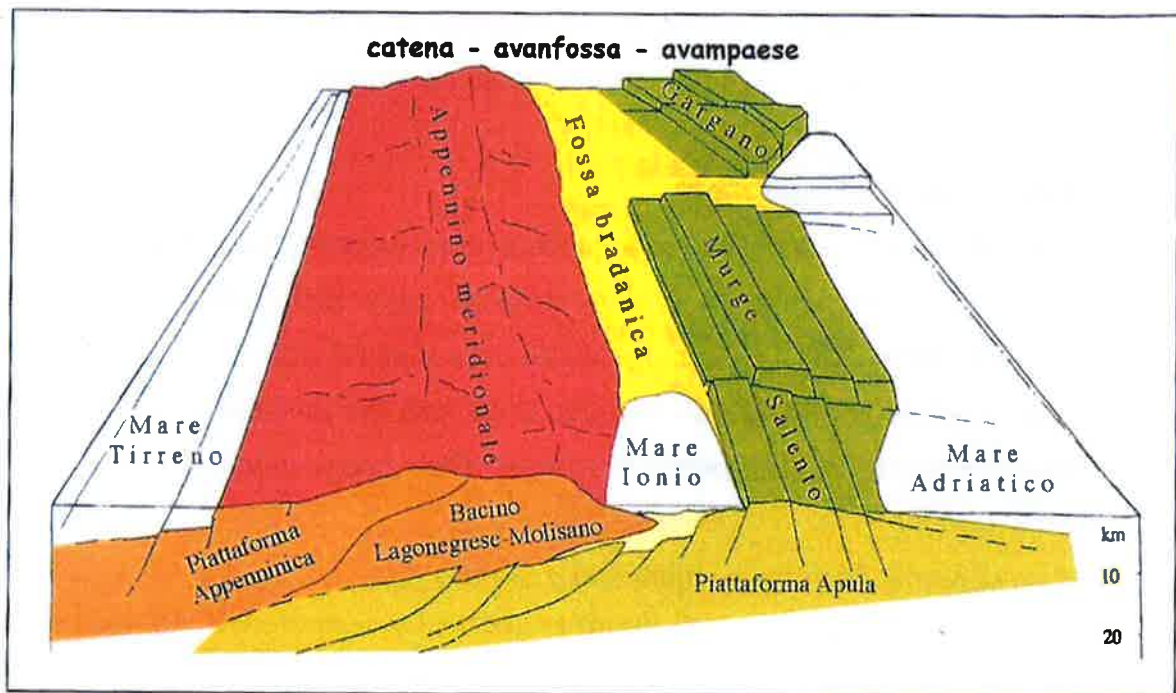


Fig. 1.5 - Schema geologico tridimensionale dell'Italia meridionale (da FUNICIELLO et al., 1991, mod.).

Fig. 3 – Schema del sistema catena Avanfossa Avampaese

Matera è posta nella zona più orientale dell'avanfossa e sorge su un piccolo brandello della piattaforma carbonatica (Horst) che si è distaccato dal margine occidentale della piattaforma apula, ma non è sprofondato. Separa l'avanfossa vera e propria posta ad ovest di Matera da una piccola depressione tettonica che separa Matera dal limite occidentale delle murge: il graben di Viglione.

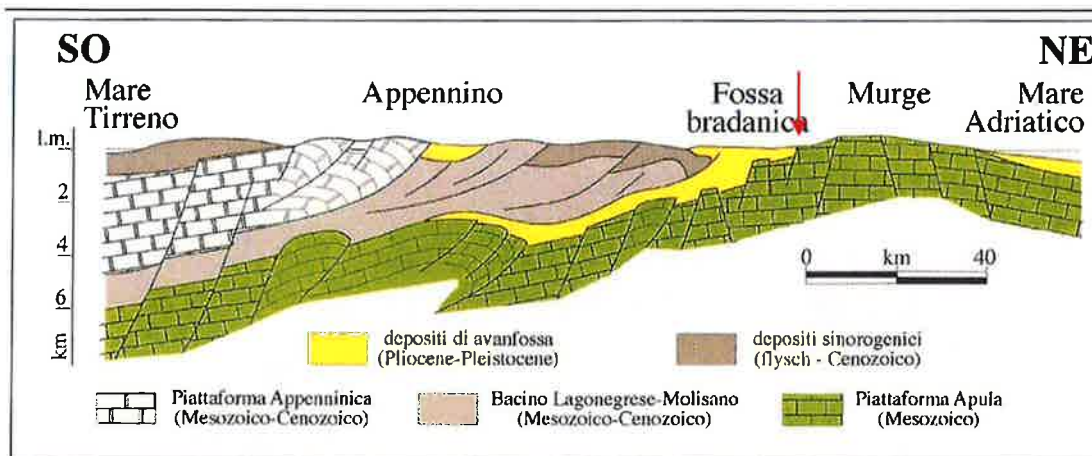


Figura 4 - Sezione verticale del sistema Catena-Avanfossa-Avampaese dell'Appennino Meridionale

In corrispondenza di Matera troviamo quindi una situazione geologica in cui riusciamo a vedere in affioramento sia i litotipi calcarei cretacici (circa 60 milioni di anni) fa tipici della piattaforma apula, sia i depositi della fossa Bradanica, che qui troviamo in successione completa.

Da questo punto di vista Matera rappresenta un punto di passaggio singolare fra il dominio di Avampaese e quello di Avanfossa, in quanto si tratta di un pezzo di piattaforma carbonatica (Avampaese) immerso nel dominio di Fossa.

## 2.2 Successione stratigrafica

Nell'area di Matera è possibile riconoscere una successione stratigrafica costituita dal substrato carbonatico di calcari cretacici della piattaforma Apula, cui sono sovrapposti i terreni del ciclo deposizionale della fossa Bradanica:

- *Calcari e calcari dolomitici del Cretaceo Superiore (Senoniano)*
- *Calcareniti quaternarie (Pliocene superiore - Pleistocene Inferiore)*
- *Argille subappennine. (Pleistocene Inferiore)*
- *Sabbie di Monte Marano e Sabbie dello Staturo*
- *Depositi eluvio-colluviali*

Il substrato dell'area di Matera è costituito dai Calcari cretacici murgiani (circa 60 milioni di anni fa) di origine marina (**Calcari di Altamura**). Sono calcari e calcari dolomitici fratturati avana o grigi, microgranulari, talora con intercalazioni di livelli di brecce intraformazionali, compatti e tenaci, in strati di potenza variabile da pochi centimetri fino a 2 metri. Affiorano nella parte più alta della murgia Materana e nella parte bassa della gravina di Matera.

Su questi poggiano dopo una lacuna stratigrafica di circa 60 milioni di anni i litotipi del ciclo sedimentario della fossa Bradanica. Il livello più basso è costituito da sabbie

calcaree cementate dette **Calcareniti di Gravina**, localmente chiamate "tufi". Le calcareniti hanno un colore che va dal giallastro al grigio-biancastro e di sovente si presentano riccamente macrofossilifere. Caratteristica petrografica fondamentale della roccia in parola è quella di avere un assortimento granulometrico ed un grado di diagenesi molto variabile da punto a punto, si passa infatti da una granulometria medio grossolana ad una medio-fine, da un materiale a consistenza lapidea ad una sorta di sabbione debolmente cementato, talora facilmente frantumabile con le sole dita della mano. Il tenore di carbonati in base ai più recenti riscontri di letteratura scientifica varia dall'80% al 99%. Lo spessore massimo della formazione calcarenitica è di circa 40 m. Si tratta di una roccia che consente facilità e precisione di scavo e grande lavorabilità. E' di norma autoportante allo scavo e poco permeabile e grazie a queste caratteristiche ha consentito lo sviluppo nell'ammasso calcarenitico degli insediamenti rupestri della Civita e dei Sassi di Matera. Sulla sponda destra della gravina, quella dove si è sviluppata la città presentano uno spessore maggiore e verso Ovest scompaiono al di sotto al di sotto dei litotipi argillosi delle colline che bordano ad occidente la città. Le calcareniti formano anche lo sperone roccioso della "Civita" su cui sorge il duomo e l'antica cittadella fortificata di Matera e lo sperone roccioso della "rupe dell'Idris". La calcarenite costituisce anche il materiale da costruzione con cui sono stati realizzati tutti i corpi di fabbrica in elevazione ivi compresi palazzi gentilizi, luoghi di culto ed il Castello.

Sulle calcareniti poggiano in continuità stratigrafica le **Argille Subappennine** che costituiscono la base delle colline che bordano l'insediamento storico. Si tratta di limi argillosi e argille marnose grigio azzurrognola con sottili intercalazioni siltose e sabbiose più frequenti al tetto al passaggio con la sovrastante successione sabbiosa della Formazione di Monte Marano. Nella zona di Matera assumono la denominazione di argille di Gravina (Radina 1973). presentano una colorazione azzurrognola grigiastra tipica delle argille sub-appennine ed un elevato tenore di carbonati (fino al 40% ed oltre) che le rendono abbastanza dure e compatte. Durante la fase di deposizione hanno, infatti, probabilmente risentito di forti apporti di carbonati che hanno creato legami di cementazione fra le particelle influenzando la compressibilità del terreno. A luoghi è presente una parte più superficiale caratterizzata da una colorazione ocraceo-avanzata dovuta a fenomeni di alterazione fisico-chimica o per la presenza di sabbia, la quale si trova in misura quasi sempre al passaggio con la sovrastante formazione sabbiosa. A causa della dinamica geomorfologica che interessa i versanti la fascia di alterazione può essere



assente o presentare uno spessore molto modesto. Lo spessore di dette argille è di circa 30-40 nell'ambito dell'abitato di Matera. Lungo i versanti delle colline argillose è spesso presente una coltre di alterazione, di spessore variabile fino a qualche metro, interessata da modeste circolazioni di acque di infiltrazione e soggetta a fenomeni di lenta deformazione.

Infine sulla sommità delle colline le Argille Subappennine passano verso l'alto a le **Sabbie di Monte Marano e le Sabbie dello Staturo** che hanno uno spessore complessivo di circa 5-10 m. Si tratta di sabbie scarsamente cementate, con grana da media a fine di colore giallo ocraceo grigiastro. Hanno una composizione quarzoso-feldspatico-calcareo, una matrice siltosa ed uno scarso cemento calcareo. La stratificazione è evidenziata dalla presenza di livelli sabbiosi più cementati.

La successione stratigrafica si chiude con la presenza alla sommità dei rilievi di sedimenti prevalentemente conglomeratici, di colore rosso, e sabbiosi. Il loro spessore è molto modesto e possono essere correlati ai **Depositi Marini Terrazzati** ed al **Conglomerato di Irsina**.

Infine lungo i versanti interessati da affioramenti di litotipi ascrivibili alla formazione delle Argille sub-appennine è spesso presente una coltre di depositi di spessore variabile fino a qualche metro, provenienti dal disfacimento e dall'alterazione dei terreni sabbiosi argillosi delle colline circostanti e che possono essere interessati da modeste circolazioni di acque di infiltrazione e soggetti a fenomeni di creep e di deformazione gravitativa, che possono essere classificati come **Depositi eluvio-colluviali**. Qui di seguito si riporta la colonna stratigrafica completa dell'areale di Matera.

	<b>Spessore</b>	<b>Descrizione</b>
	2 – 3	Ciottoli poligenici (conglomerato di Irsina)
	5 – 10	Sabbie calcareo-quarzose da poco a mediamente addensate. A luoghi molto fini (sabbie di monte Marano, sabbie delle Staturo)
	20 – 40	Limi argilloso-sabbiosi ed argille limose di colore grigio azzurrognolo o ocraceo se alterate per fenomeni di wheatering (Argille subappennine)
	30 – 50	Calcarenite granulare a granulometria media ed a luoghi farinosa
		Calcari di Altamura



### **2.3 Morfologia**

L'elemento fondamentale che condiziona la morfologia dell'area di Matera è il torrente "Gravina" di Matera: una profonda e stretta forra, incisa nelle calcareniti del Pleistocene e nel substrato calcareo del Cretaceo Superiore. L'odierna configurazione della valle del torrente Gravina e dei compluvi che ivi affluiscono è la risultante della sovrapposizione di più fattori morfogenetici, fra i quali un posto di primo piano occupano: il sollevamento in blocco che nel Quaternario ha interessato l'intera regione e le numerose oscillazioni che il livello di base ha subito durante e dopo il ritiro del mare all'inizio del Quaternario. I fianchi della valle sono caratterizzati da pareti molto acclivi ed a luoghi subverticali interrotte, nella parte alta, occupata dagli insediamenti antropici, da piccoli terrazzi in parte naturali ed in parte condizionati dall'attività antropica. In tempi successivi alla loro formazione questi terrazzi sono stati ulteriormente ampliati e modificati ad opera dell'uomo. In particolare, sulle scarpate che li delimitano verso valle, sono state allargate o scavate ex novo numerose cavità che, spinte nell'interno del versante per diversi metri, sono state adibite ad abitazioni fino ad alcuni anni orsono.

In tutta l'area sono presenti numerose altre incisioni morfologiche simili, anche se nessuna presenta la profondità e la spettacolarità di quest'ultima. Sono infatti presenti numerose altre piccole incisioni morfologiche che presentano in piccolissimo caratteristiche morfologiche simili pur non essendo così profonde da raggiungere i calcari. In base a recenti studi di letteratura scientifica (Guerricchio e Simeone, 2001 e 2007) la loro presenza non è da ascrivere ad una attività erosiva, ma ad una fatturazione tettonica avvenuta in parte durante il sollevamento e/o ad attività tettonica successiva.

La gravina ha un andamento planimetrico alquanto irregolare e l'abitato di Matera si trova proprio in corrispondenza di un'ansa costituita dal prolungamento dello sperone roccioso della Civita sui cui lati si sviluppano gli anfiteatri sede dei due rioni Sassi. In corrispondenza di quest'ansa confluisce nella gravina un'altra profonda incisione morfologica che è il tratto terminale del torrente lesce affluente in sponda sinistra del torrente Gravina.

Nella parte più alta della città affiorano i terreni a granulometria fine del ciclo deposizionale della fossa Bradanica interessati da fenomeni di alterazioni e da dinamiche geomorfologiche superficiali e di media profondità. Si tratta di movimenti franosi del tipo scivolamento rotazionale e/o traslazionale e movimenti di creep superficiale. A seguito di questo tipo di fenomeni hanno avuto modo di svilupparsi

coltri di depositi eluvio-colluviali che interessano i versanti argillosi. I versanti caratterizzati da una maggiore acclività sono interessati da una dinamica geomorfologia attiva, che tuttavia si manifesta con lente deformazioni dei versanti stessi che si sviluppano attraverso fenomeni di creep e di deformazione gravitativa.

## **2.4 Tettonica**

Il corpo calcarenitico non appare interessato da dislocazioni tettoniche di grande rilievo, che, al contrario, si notano per il loro sensibile rigetto nel substrato calcareo. Matera sorge infatti su un horst carbonatico fortemente disarticolato, ma sostanzialmente stabile.

Appare abbastanza evidente che, prima della sedimentazione delle calcareniti, si sono registrate una o più fasi tettoniche che hanno dislocato in blocchi i calcari cretacici. Tuttavia anche la formazione calcarenitica, è stata interessata da fasi tettoniche successive alla sua deposizione. Questa formazione, infatti, a seguito del graduale sollevamento regionale e della tettonica quaternaria si è fratturata in vario modo secondo sistemi di litoclasti polidirezionali. Non mancano casi in cui, a causa della ripresa dei movimenti tettonici, fratture già saldate siano state nuovamente dislocate. E' opportuno osservare che molte discontinuità si sono prodotte o quanto meno allargate per " richiamo verso il vuoto " dovuto all'approfondimento della gravina.

## **2.5 Acque sotterranee**

Sotto l'aspetto della permeabilità le formazioni presenti nell'area possono essere raggruppate come segue:

- *Formazioni impermeabili:* le Argille Subappennine
- *Formazioni da mediamente a scarsamente permeabili per porosità:* le Calcareniti di Gravina possono essere considerate come un mezzo molto poco permeabile, interessato da macro e micro-fratture attraverso cui possono muoversi le acque sotterranee. Le coltri eluvio-colluviali presentano generalmente una bassa permeabilità, anche se per effetto della presenza di componenti sabbiose e del rimaneggiamento possono essere interessate da modeste circolazioni di acque di infiltrazione.
- *Formazioni permeabili:* Le Sabbie di Monte Marano permeabili per porosità ed i Calcari cretacici permeabili per fatturazione e carsismo.

Nelle sabbie di Monte Marano è presente una discreta circolazione di acque sotterranee resa possibile dalla successione di terreni permeabili (sabbie) cui fanno seguito terreni impermeabili argille fa sì che possa originarsi una falda nelle sabbie. Si tratta di una falda che anche se non particolarmente potente non va considerata trascurabile atteso che in base a quanto riferito da diverse persone alimentava la fontana storicamente ubicata nella piazza di Matera. Nei calcari cretatici è ospitata la falda idrica profonda, la cui circolazione interessa i litotipi calcarei a grossa profondità, poco superiore a quella del livello medio marino e pertanto non significativa dal punto di vista delle implicazioni ingegneristiche.

### 3. Documentazione scientifica e tecnica pregressa consultata

L'area oggetto dell'Ospedale di Matera ricade in una zona al margine dell'area urbana di Matera per la quale sono disponibili numerosi conoscenze geologico applicative e geotecniche, sia di tipo scientifico, che di tipo professionale. Fra l'altro lo scrivente sta curando gli studi geologici per il redigendo Regolamento Urbanistico ed ha pertanto potuto approfondire le conoscenze geologiche e geotecniche relative all'intero territorio comunale.

Oltre che allo *Studio Geologico Tecnico per il Regolamento Urbanistico* – Comune di Matera - agg. 2014 (Lupo M. & Venezia A.R.) ed allo Studio geologico del progetto dell'Ospedale e stato possibile fare riferimento ad altri studi professionali geologici e geotecniche relativi all'area, sviluppati dallo scrivente per interventi di consolidamento dei puri perimetrali dell'ospedale e per i dissesti verificatisi sui muri di sostegno. Sono, inoltre stati presi in considerazione tutti gli studi scientifici che è stato possibile acquisire. In particolare i seguenti studi scientifici:

- Baldassarre G. (1990) *Zonazione geologico tecnica della città di Matera* Geol. Appl. ed Idrog., XXV, 181-194;
- Cherubini C., Di Cuia N., Pagliarulo R. & Ramunni F.P (1996) *Caratteri petrografici e meccanici delle calcareniti di Matera* Mem. Soc. Geol. It. 51 , 761-769;
- Cherubini C., Giasi C.I. & Guadagno F.M. (1989) *Caratteri geotecniche e coefficiente di spinta orizzontale a riposo di argille di Matera* Rivista Italiana di Geotecnica;
- Ciaranfi N., Pieri P. & Ricchetti G. (1988a). *Carta geologica delle Murge e del Salento (scala 1:250 000)*. Atti 74° Congr. Naz. S.G.I. Sorrento, vol. B.
- Ciaranfi N., Pieri P. & Ricchetti G. (1988b). *Note alla carta geologica delle Murge e del Salento (Puglia centromeridionale)*. Mem. Soc. Geol. It., 41, 449-460.
- Cotecchia V. & Grassi D. (1975) *Stato di conservazione dei "sassi" di Matera (Basilicata) in rapporto alle condizioni geomorfologiche e geomeccaniche del territorio e alle azioni antropiche* Geol. Appl. ed Idrog., vol. X, 55-105;
- Radina B. (1973) *Saggio e note illustrative di una carta geologico tecnica (tav. 189 III SE "Matera Nord")* Geol. Appl. ed Idrog., VIII.
- Società Geologica Italiana (1999) *Guide Geologiche Regionali: Puglia e Monte Vulture – prima parte* BE-MA editrice



#### **4. Caratteri geologici, geomorfologici, stratigrafici ed idrogeologici dell'area studiata**

La zona oggetto della presente relazione ricade nella parte meridionale dell'abitato di Matera, in una zona caratterizzata da affioramenti di litotipi appartenenti alla formazione delle Argille azzurre subappennine poggianti sui litotipi calcarenitici delle Calcareniti di Gravina. Lo spessore dei litotipi limoso argillosi è variabile in relazione alla posizione sul versante. Nella parte alta del versante lo spessore dei litotipi argilloso limosi può raggiungere i 15-20 m, più a valle raggiunge spessore davvero esigui, tanto che poco a valle dell'ospedale la calcarenite appare in affioramento.


La zona è stata oggetto di interventi antropici che hanno gradonato l'area per facilitare la sua utilizzazione ai fini edilizi. Per quanto attiene la circolazione delle acque sotterranee la presenza in superficie di litotipi argillosi fa sì che non vi sia presenza di falde acquifere. Una modesta circolazione di acqua può verificarsi negli strati di terreno più superficiali più allentati e/o decompressi. Si tratta in ogni caso solo di circolazione di acqua che interessa gli strati di terreno più superficiali e non di una vera e propria falda.

Nella specifica zona di interesse è presente una modesta copertura di limi argilloso limosi sovraconsolidati, che varia da un minimo di poche decine di centimetri fino ad un massimo di circa 2-2,5 m. Localmente le calcareniti sono presenti in affioramento. Dal piazzale del pronto soccorso è infatti visibile il corridoio scavato che dà accesso all'auditorium in cui sono visibili le calcareniti in affioramento. Non sono presenti falde acquifere, salvo eventuali acque di circolazione superficiale.

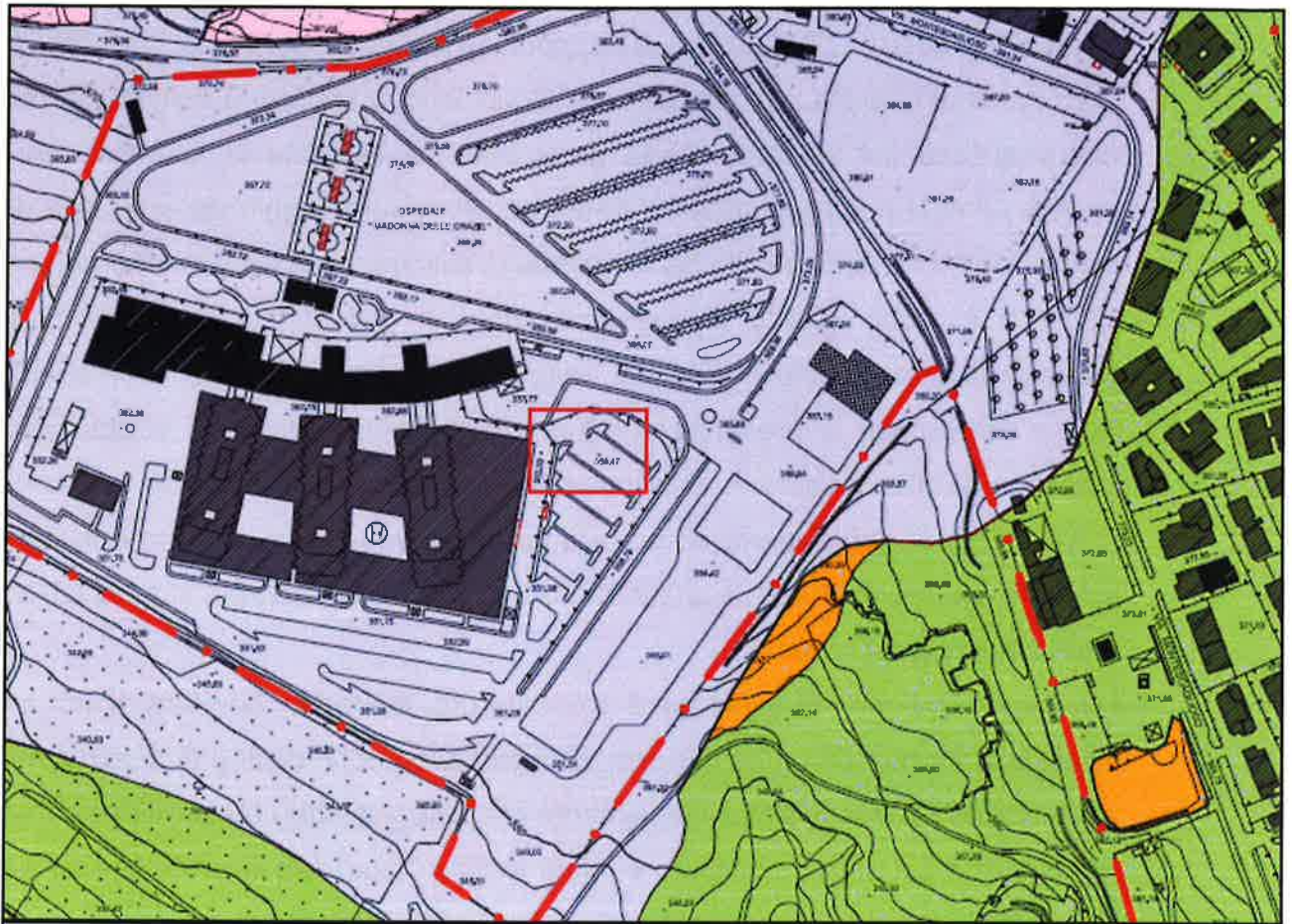
##### **4.1 Modello geologico del sottosuolo**

Lo studio sviluppato ha consentito di definire i caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici geomorfologici del sito e di costruire con il livello di approfondimento richiesto da questa fase progettuale il modello geologico di sottosuolo del sito ai sensi del D.M. 14.01. come segue.

##### **Stratigrafia di riferimento**

0.80-2.50		Limmi argillosi ed argille limoso marnose di colore avanastro-nocciola presentano una buona compattezza e consistenza (Argille sub-appennine – Pleistocene medio)
		Calcareniti bianco giallastre a grana media debolmente cementate ed a luoghi farinose. Nella parte alta al contatto con le argille danno luogo ad un livello di sabbie calcaree sciolte. Calcareniti di Gravina (Pleistocene Inf.)

**Stralcio Carta geologica dell'area (dallo *Studio Geologico Tecnico per il Regolamento Urbanistico* – Comune di Matera - agg. 2014 – Carta Geologica - Tav. GEO1b redatto dal Dott. M. Lupo e dallo scrivente) con indicazione dell'area di interesse**



Formazioni della Fossa Bradanica:



Argille subappennine: argille ed argille marnose piu' o meno siltose, grigio-azzurre o giallastre con, al tetto, fossili marini. Pleistocene Inf.



Calcarenti (Tufo) di Gravina: calcareniti a grana fine e calcareniti organogene di colore bianco-giallastre piu' o meno cementate. Pleistocene Inf.

## 5. Caratterizzazione geotecnica dei litotipi limoso argillosi

Sia pur in assenza di specifiche prove geotecniche in sito e/o di laboratorio in base alle conoscenze pregresse dello scrivente ed alle informazioni di letteratura scientifica, nonché utilizzando anche i valori di carattere speditivo ottenuti attraverso le prove con il penetrometro tascabile è stato possibile definire il modello geotecnico di riferimento. Sono pertanto stati assegnati ai, diversi litotipi individuati nell'ambito del modello geologico i valori numerici dei parametri geo-meccanici operativi, o caratteristici di riferimento da utilizzare ai fini dei calcoli di ingegneria, secondo quanto indicato dalla circolare ministeriale 2.02.2009. Gli stessi sono da ritenere sufficientemente affidabili e cautelativi.

### Limi argillosi ed argille limose delle argille grigio azzurre

- peso di volume	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3 (2,0 \text{ g/cm}^3)$
- resistenza non drenata	$c_u = 100 \text{ kPa} (10 \text{ t/m}^2)$
- coesione	$c' = 10 \text{ kPa} (1 \text{ t/m}^2)$
- angolo di resistenza al taglio	$\phi' = 22^\circ$
- Modulo di compressibilità	$E_d = 12 \text{ MPa} (120 \text{ kg/cm}^2)$

### Calcareniti di Gravina

- peso di volume	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3 (1,9 \text{ g/cm}^3)$
- resistenza a rottura	$\sigma_r = 0,8 \text{ MPa} (80 \text{ t/m}^2)$
- coesione	$c' = 40 \text{ kPa} (4 \text{ t/m}^2)$
- angolo di resistenza al taglio	$\phi' = 30^\circ$

$$K_{\text{winkler vert}} = 15 \text{ kg/cm}^3$$

$$K_{\text{winkler oriz}} = 8 \text{ kg/cm}^3$$

Per quanto attiene il materiale di riempimento retrostante il muro non vengono forniti valori in quanto gli stessi dipendono essenzialmente dal materiale che sarà utilizzato.

## 6. Categoria di sottosuolo e spettri di risposta

Sulla base delle conoscenze pregresse dello scrivente, basate su prove di tipo MASW eseguite su zone con presenza di calcarenite in affioramento o con una modesta (2-3 m) copertura di argille subappennine il valore della velocità equivalente delle onde di taglio nei primi 30 m di spessore risulta pari a 900 m/s. Considerato che le prime decine di centimetri di più scadenti caratteristiche meccaniche saranno in ogni caso rimossi la categoria di sottosuolo per il terreno in posto può pertanto essere assunta A.

Il D.M. 14.01.08 ha introdotto per la valutazione delle azioni sismiche da utilizzare in fase di progettazione una procedura basata sulla valutazione della *pericolosità sismica di base* del sito. Questa viene definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria A) nonché delle caratteristiche dello spettro di risposta elastica del sito, con riferimento a determinate probabilità di accadimento. In particolare la normativa ha definito 3 parametri di riferimento:

Simbolo	Parametro
$a_g$	Accelerazione orizzontale massima al sito
$F_0$	Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
$T_c^*$	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Fornendo per tutto il territorio nazionale i valori di detti parametri necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

La normativa ha poi definito gli stati limite in stati limite di esercizio e di danno fissando per ciascuno stato limite la probabilità di superamento durante la vita utile dell'opera.

Stati limite			Probabilità di superamento durante la vita utile (%)
di esercizio	Stato limite di operatività	SLO	81
	Stato limite di danno	SLD	63
Ultimi	Stato limite di salvaguardia della vita	SLV	10
	Stato limite ultimo	SLU	5

La norma introduce poi un coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_s$  da valutare sulla base degli effetti di amplificazione sismica locale. Questa può essere valutata o attraverso specifici studi degli effetti di amplificazione sismica locale o in funzione della categoria di sottosuolo definita al punto 3.2.2 delle NTC 2008 e dei parametri  $F_0$



ed  $a_g$ ; oltre che di un fattore topografico  $S_T$  che nel caso in esame essendo in un'area sub-pianeggiante può essere assunto pari ad 1. Il valore dell'accelerazione massima al sito è:

$$a_{gmax} = a_g \times S_S \times S_T$$

Per il sito oggetto di studio sono state determinate le coordinate geografiche:

$$N = 40,653309; \quad E = 16,613026$$

Ed attraverso il programma fornito dal Ministero delle infrastrutture sono stati valutati i 3 parametri di riferimento di base per diversi tempi di ritorno:

Tr (anni)	$a_g$ (g)	$F_0$	$T_c'$
30	0,038	2,468	0,284
50	0,051	2,520	0,298
72	0,061	2,547	0,318
101	0,074	2,465	0,325
140	0,087	2,466	0,329
201	0,102	2,484	0,331
475	0,146	2,491	0,338
975	0,187	2,519	0,340
2475	0,250	2,550	0,345

Sempre utilizzando il programma fornito dal Ministero delle infrastrutture si è assunta, coerentemente con il fatto che trattasi di opere di interesse strategico, una vita utile di 100 anni in classe IV e si è provveduto per ciascuno stato limite definito dalla norma a valutare i parametri di progetto ( $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c'$ ), i coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica e quindi il valore di  $a_{max}$ .

$$a_{max} = a_g \times S_S \times S_T$$

Stato limite	Tr (anni)	$a_g$ (g)	$F_0$	$T_c'$	$S_S$	$S_T$	$a_{max}$ (g)
SLO	120	0,081	2,466	0,327	1	1	0,081
SLD	201	0,102	2,484	0,331	1	1	0,102
SLV	1898	0,231	2,541	0,344	1	1	0,231
SLC	2475	0,250	2,550	0,345	1	1	0,250

## **7. Considerazioni conclusive**

Sulla base dello studio svolto si ritiene che le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geologico-tecniche dei terreni presenti nell'area studiata siano note con una approssimazione adeguata agli scopi della presente relazione. In ogni caso quanto descritto, andrà verificato durante i successivi approfondimenti progettuali ed eventualmente durante lo sviluppo del cantiere all'apertura degli scavi per la realizzazione delle fondazioni.

Per quanto attiene il piano di posa si ritiene opportuno poggiare le fondazioni sulla calcarenite, essendo la stessa presente in affioramento o a modestissima profondità dal piano di campagna. In ogni caso laddove le fondazioni debbano essere poste a livelli di profondità differente è opportuno siano giuntate in maniera da poter garantire deformazioni relative senza rottura, soprattutto in condizioni dinamiche.

In ogni caso si ritiene indispensabile una attenta regimazione generale delle acque di ruscellamento superficiale.

Quanto sopra per l'incarico ricevuto

Matera, giugno 2017

Dott. Geol. Angelo VENEZIA

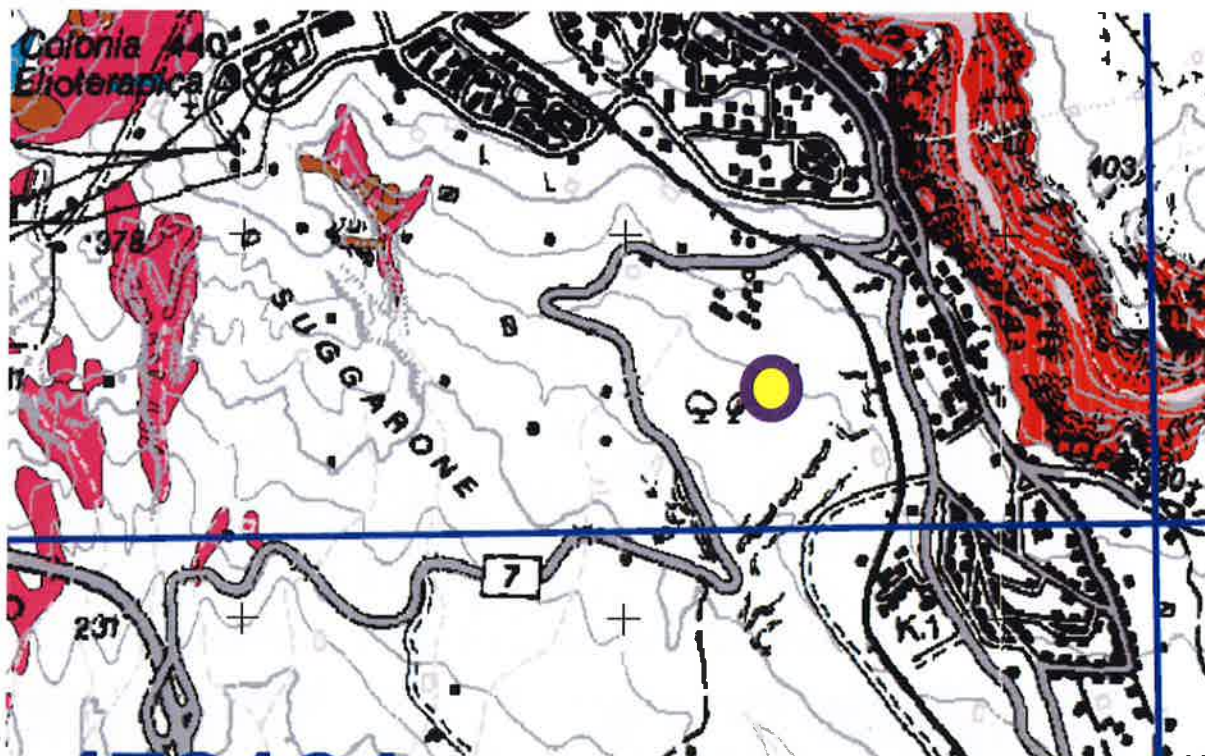
A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Angelo Venezia', is written over a circular blue stamp. The stamp contains the text 'ORDINE DEI GEOLOGI DELLA BASILICATA' around the perimeter and 'Basilicata' in the center.







## Ubicazione dell'area di Intervento da Google Earth





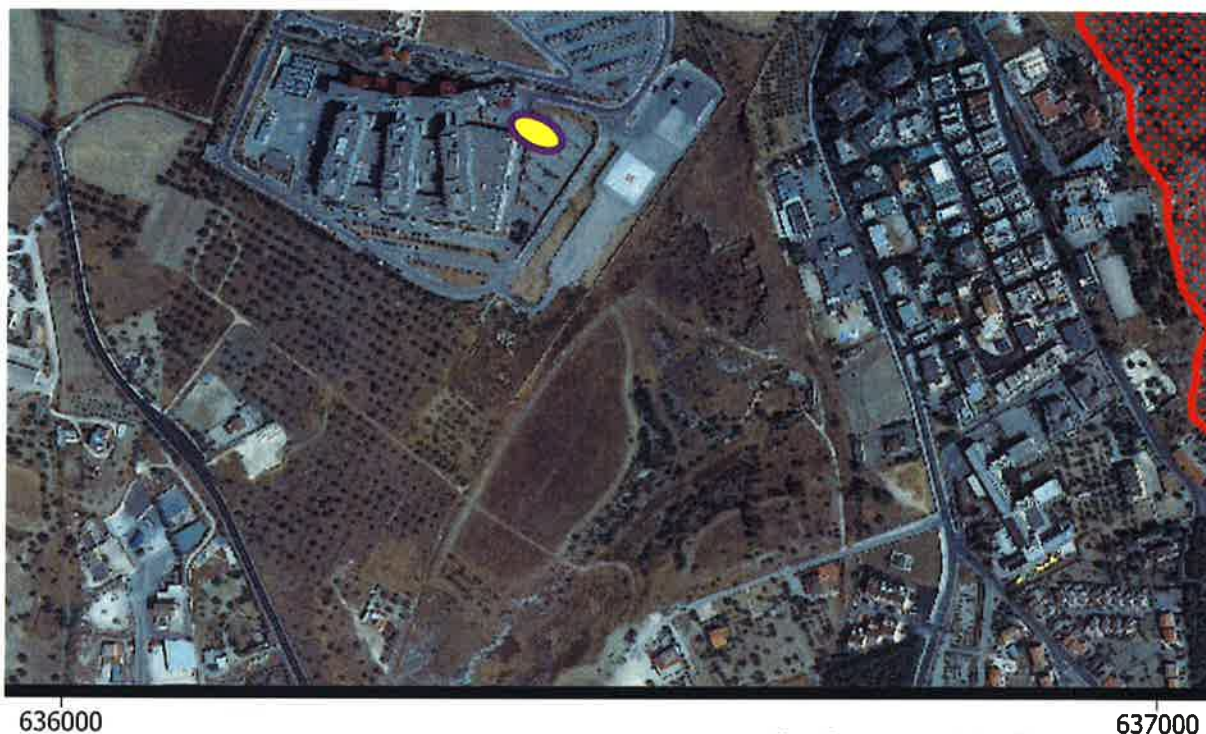
**Stralcio della planimetria del piano per la difesa dal rischio idrogeologico, "Carta del rischio" dell'AdB della Basilicata tav. B21 - 1:25.000 con indicazione dell'area interessata dall'opera**



-  R4 - Aree a rischio idrogeologico molto elevato
-  R3 - Aree a rischio idrogeologico elevato
-  R2 - Aree a rischio idrogeologico medio
-  R1 - Aree a rischio idrogeologico moderato
-  P - Aree pericolose
-  ASV - Aree assoggettate a verifica idrogeologica



**Stralcio Tav - 472123 - 1:10.000 del PAI AdB Basilicata  
con indicazione dell'area interessata dall'intervento**



*Tipologie di rischio:*

-  R4 - molto elevato
-  R3 - elevato
-  R2 - medio
-  R1 - moderato
-  ASV - aree assoggettate a verifica idrogeologica
-  P - aree pericolose

