

**Nuovo collegamento AT 150 kV misto aereo/cavo tra le Cabine Primarie di Martina Franca e di Noci nei Comuni di Martina Franca e Mottola in provincia di Taranto e Alberobello e Noci in provincia di Bari**

**RELAZIONE INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

**ALLEGATO AL PIANO TECNICO DELLE OPERE - Progettazione Definitiva**

**Storia delle revisioni**

Rev.00	del 20/12/2017	Prima emissione
--------	----------------	-----------------



Ten Project Srl Geol. N. Piacquadio	Geol. G. Abagnale			D. Sellitto / S. Savino DTCS-PRI		A. Limone DTCS-PRI
Elaborato	Collaborazione			Verificato		Approvato

<b>PREMESSA</b>	<b>pag. 3</b>
<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b>	<b>pag. 5</b>
<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO</b>	<b>pag. 9</b>
<b>INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO</b>	<b>pag. 20</b>
<b>GEOLOGIA DELL'AREA E COSTITUZIONE DEL SOTTOSUOLO</b>	<b>pag. 26</b>
<b>SISMICITA' DELL'AREA</b>	<b>pag. 33</b>
<b>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</b>	<b>pag. 41</b>

### Premessa

La presente **“Relazione”**, effettuata in ottemperanza ai **D.M. 11.03.1988 e D.M. 14.01.2008**, ha come obiettivo la **caratterizzazione geologica, geotecnica e geomorfologica** dell’area del futuro collegamento AT 150 kV Martina Franca – Noci, tra le Cabine Primarie di Martina Franca e di Noci, di lunghezza complessiva pari a 20,600 km di cui 13,5 km circa in aereo e 7,1 km circa in cavo.

L’area di intervento è compresa tra i comuni di Martina Franca (TA) e Noci (BA) (Vedi Figura 1).

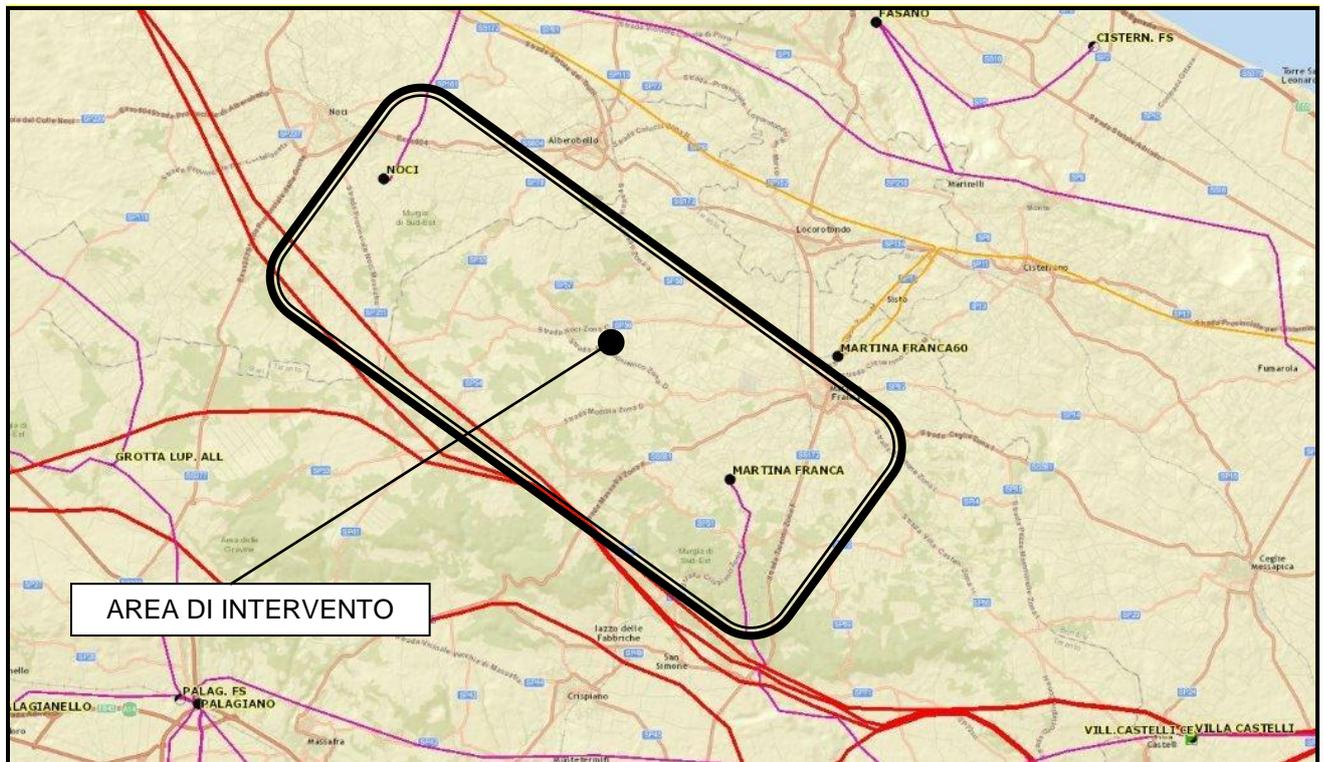


Fig. 1 - Inquadramento dell’area di intervento

Pertanto l’analisi deve comprendere ed illustrare la localizzazione dell’area interessata, descrive la litostratigrafia, l’idrologia superficiale, l’idrogeologia sotterranea, la natura e origine delle formazioni geologiche affioranti nell’area di interesse, la geomorfologia e l’andamento strutturale delle rocce in sito.

Lo studio per la redazione della presente relazione è stato effettuato mediante:

- acquisizione di informazioni di carattere generale circa le condizioni geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell’area attraverso la consultazione della cartografia ufficiale (Tavoletta 190 II-NO “Alberobello” (scala 1:25.000) (1948) e nei Fogli 474 “Noci” (scala 1:50.000), e 190 “Monopoli” (scala 1:100.000) della cartografia ufficiale dell’Istituto Geografico Militare Italiano);

- rilievi diretti in zona delle caratteristiche stratigrafiche e strutturali delle unità affioranti;
- rilievo delle caratteristiche morfologiche mediante l'esame di foto aeree, della cartografia di dettaglio a curve di livello, nonché mediante l'osservazione in sito;
- consultazione di indagini geognostiche eseguite in loco.

Per definire la successione litostratigrafica locale, la distribuzione e le geometrie dei litotipi e lo schema della circolazione idrica sotterranea, si è effettuato un programma preliminare articolato nelle seguenti fasi:

- ricerca bibliografica preliminare;
- rilevamento geolitologico e geomorfologico.

Le osservazioni compiute, hanno consentito di descrivere la situazione stratigrafica, ed idrogeologica dell'area investigata.

Al fine di ottenere il nulla osta ai fini del Vincolo Idrogeologico (R.D.L. 30 dicembre 1923, n. 3267 e R.D.L. 16 maggio 1926, n. 1126), la presente relazione tratterà anche gli aspetti contenuti nell'art. 5 e secondo l'allegato 2 punto 3 del Regolamento Regionale 11 marzo 2015, n. 9 e della sua Circolare esplicativa, prot. A00\_036/0009889 del 17 aprile 2015.

I Comuni interessati dall'elettrodotto in progetto (vedi fig. 2) sono elencati nella seguente tabella:

<b>REGIONE</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>COMUNI</b>
PUGLIA	TARANTO	MARTINA FRANCA
	TARANTO	MOTTOLA
	BARI	ALBEROBELLO
	BARI	NOCI

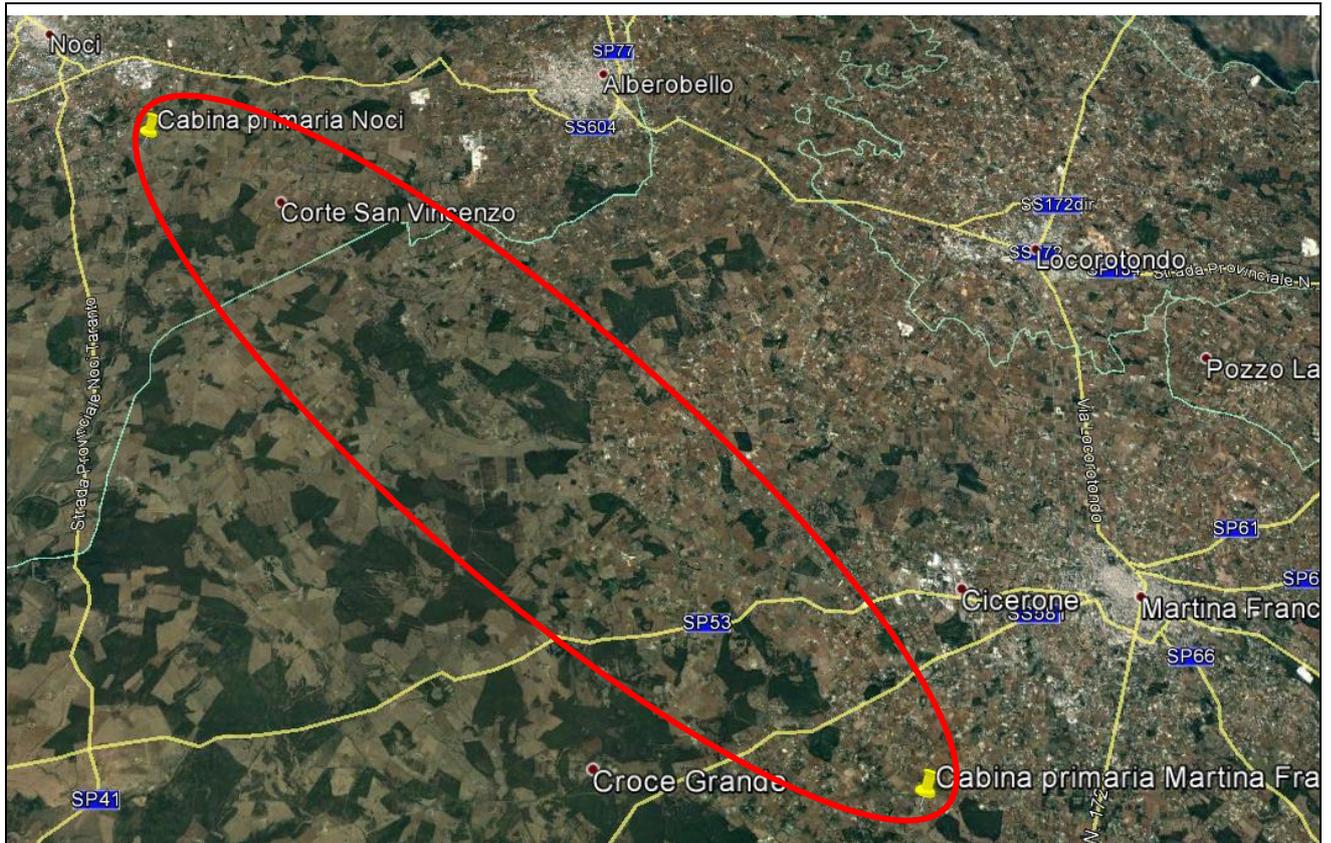


Fig. 2 - inquadramento da google

### **Inquadramento territoriale**

L'area dell'intervento ricade al confine tra il bordo sud-occidentale dell'Altopiano delle Murge e la fascia di passaggio alla piana costiera.

Le Murge rappresentano un altopiano calcareo allungato in direzione ONO-ESE che risulta essere delimitato sul versante bradanico da ripide scarpate, mentre sul versante adriatico degrada più dolcemente attraverso una serie di scarpate alte poche decine di metri ( Ricchetti, 1980; Ciaranfi et al., 1983). Questa struttura si era già realizzata in tempi supramiocenici, quale effetto delle fasi tettoniche cenozoiche. Successivamente durante il Miocene, gli sforzi tettonici di tipo compressivo, connessi alle fasi tettogenetiche appenniniche, avrebbero prodotto una ulteriore suddivisione in blocchi e la formazione della maggior parte delle strutture plicative.

La Fossa Bradanica costituisce invece una estesa e profonda depressione, compresa fra l'Appennino Meridionale e l' Avampaese Apulo. Un quadro generale sulla geologia dell'area oggetto di studio può trarsi dal Foglio 190 "Monopoli" della Carta Geologica d'Italia in scala 1: 100.000. Le unità affioranti nell'area di studio sono rappresentate dalle formazioni appartenenti al *Gruppo dei Calcari delle Murge* (Cretaceo) e alla successione del ciclo sedimentario della *Fossa bradanica* (Plio-

Pleistocene). I calcari di piattaforma ribassati da un sistema di faglie dirette, costituiscono il substrato dei depositi del ciclo bradanico.

La Fossa Bradanica (Migliorini, 1937) è un bacino di sedimentazione terrigena, compreso tra l'Avampaese Apulo e la Catena Subappenninica, risalente al Plio - Pleistocene. Si estende dal Fortore al Golfo di Taranto, in direzione NW - SE. Si tratta di depositi trasgressivi sulle formazioni più antiche, la cui unità di apertura è rappresentata dalla *Calcarenite di Gravina*. Tale unità affiora in aree più o meno estese o in lembi residui; è costituita, secondo Iannone & Pieri (1979), da biocalcareni e biocalciruditi in grossi banchi, con intercalazioni calcilutitiche, cui seguono in continuità di sedimentazione le Argille subappennine, costituite da argille e argille marnoso-siltose a luoghi molto stratificate. Sempre in continuità, si passa alle *Sabbie di Monte Marano*, eteropiche, verso la parte murgiana, con le *Calcareniti di Monte Castiglione*; seguono verso l'alto *Limi e Sabbie alluvionali attuali e recenti*. In trasgressione sui calcari cretacei di Altamura, poggiano i depositi riferibili al ciclo sedimentario plio-pleistocenico della Fossa Bradanica.

In figura 3 è rappresentata una carta geologica schematica della Fossa Bradanica.

Il primo termine trasgressivo è rappresentato dalla Calcarenite di Gravina. Tale formazione viene recentemente interpretata come unità cronotrasgressiva procedendo dalle Murge al Salento. Sulla Calcarenite di Gravina, in continuità di sedimentazione, poggiano le Argille Subappennine che rappresentano il termine batimetricamente più profondo del ciclo sedimentario.

Dal punto di vista strutturale, la successione carbonatica cretacea delle Murge forma un'estesa monoclinale, immergente a SSO, complicata da blande pieghe e da faglie dirette (Ricchetti, 1980; Ciaranfi et al., 1983).

Varie fasi tettoniche hanno interessato l'area: tra il Cretaceo superiore e l'inizio del Terziario si sono verificate due fasi tettoniche distensive; durante il Terziario alto, l'azione legata alla tettogenesi appenninica è stata essenzialmente di tipo compressivo. Mentre le fasi più antiche hanno determinato una suddivisione in grandi blocchi della Piattaforma Apula, le fasi successive hanno prodotto delle blande pieghe. A partire dall'Oligocene superiore – Miocene inferiore si instaura un regime compressivo che determina la formazione del sistema orogenetico appenninico (D'Argenio et al., 1973). Secondo Ciaranfi et al., (1983) gli eventi neotettonici sono riconducibili a due fasi:

- una prima fase, dal Pliocene al Pleistocene inf., durante la quale le Murge sono state interessate da sforzi compressivi attenuati, collegati alle fasi terminali della tettogenesi appenninica;
- una seconda fase, che comprende l'ultimo milione di anni, durante la quale le Murge sono state soggette ad un generale sollevamento, disuniforme, connesso con il riaggiustamento isostatico regionale.

In questo quadro neotettonico, i succitati autori inoltre riconoscono, quali elementi principali, gli effetti di una tettonica disgiuntiva, con faglie dirette preferenzialmente NNW-SSE, che ha determinato nei calcari cretacei uno stile ad ampio *horst*, nel quale s'individuano piccoli e stretti *graben* (fig. 4).

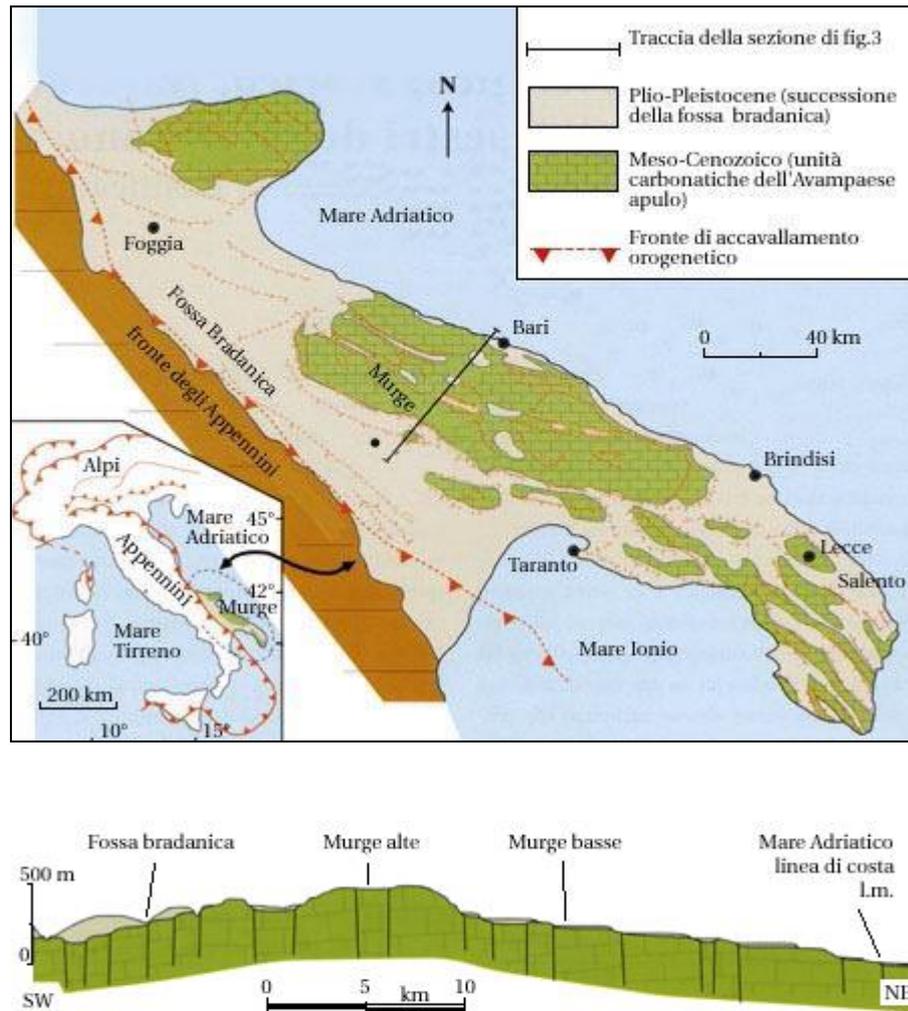


figura 3 - carta geologica schematica della Fossa Bradanica

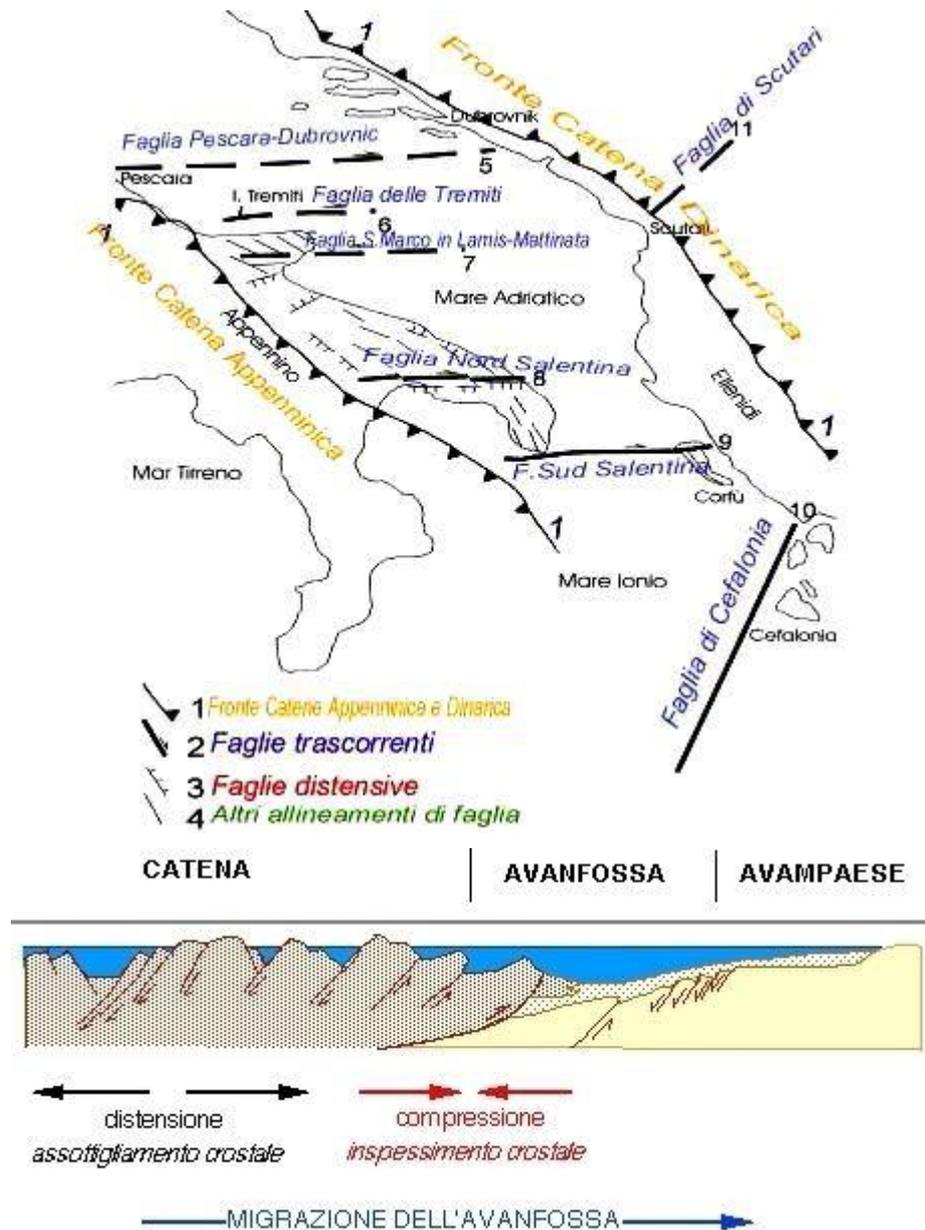


Fig. 4 - localizzazione dell'area di studio ed inquadramento geologico-strutturale

In questo territorio affiora estesamente una spessa successione di strati rocciosi, di natura carbonatica, di età cretacea, ricoperta localmente da depositi plio-pleistocenici, essenzialmente calcarenitico-sabbiosi ed argillosi, a struttura tabulare modellata a ripiani. L'intervento in parola ricade in un'area del territorio che è dominio di rocce calcaree mesozoiche, costituenti la piattaforma di base, note in letteratura geologica con il nome di Formazione del *Calcarea di Altamura*. Tale unità risulta formata da strati o banchi, con spessori variabili da 10 a 15 centimetri fino a 2 metri, di calcari biancastri finemente detritici, compatti, con frattura concoide, a luoghi mostrano irregolari e ripetute alternanze di calcari dolomitizzati e di dolomie grigio-nerastre. Il colore è variabile dal bianco al grigio, al grigio nocciola; sono rossastri in presenza di residui ferrosi

(“*terra rossa*”), derivanti dalla degradazione. Gli strati di questa formazione appaiono disarticolati, frantumati, alterati e in vario modo carsificati. Si rilevano estesamente nell’area in esame, inoltre affiorano lungo i versanti delle gravine e, da quanto rilevato durante i lavori di escavazione di pozzi, inferiormente ai sedimenti trasgressivi plio-pleistocenici, essenzialmente calcarenitico-sabbiosi ed argillosi.

### **Inquadramento geologico e geomorfologico**

Il contesto geologico e geomorfologico è quello tipico degli altopiani carsici delle Murge sudoccidentali con l’affioramento di calcari detritici a grana varia, stratificati e variamente fratturati con presenza di terra rossa, a luoghi con presenza di livelli marnosi e di calcari dolomitici, appartenenti alla formazione cretacea del “**Calcarea di Altamura**” come definita nella Carta geologica d’Italia in scala 1:100.000 (fig. 5).

Al di sotto è presente la formazione del “**Calcarea di Bari**” costituita da calcari compatti finemente detritici, bianchi o grigiastri, ben stratificati, con livelli anche di calcari dolomitici e brecce calcaree, con potenza complessiva accertata tramite perforazioni petrolifere superiore a 2000 m.

La suscettibilità all’azione del carsismo di detti litotipi fa in modo che l’area in oggetto assuma le tipiche caratteristiche degli altopiani carsici con il rinvenimento di forme carsiche superficiali (doline, conche endoreiche, *polye*, inghiottitoi, etc.) e forme carsiche profonde (grotte, voragini e pozzi verticali) come tra l’altro rappresentato nello stralcio della Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia (fig. 6).

Sull’altopiano carsico sono altresì visibili i segni del ruscellamento superficiale rappresentati da ampi solchi erosivi comunemente chiamati “lame”, generalmente impostatesi su lineamenti tettonici e strutturali. Tali solchi rappresentano i naturali impluvi delle acque meteoriche di ruscellamento in occasione di eventi particolarmente piovosi e spesso recapitano in zone interne in corrispondenza di forme carsiche epigee ed ipogee (fig. 7).

La costituzione geologica delle Murge Sud-Est e quindi anche dei terreni dell’areale interposto tra i comuni di Noci e Martina Franca, è identificabile come un altopiano blandamente ondulato costituito da calcari del Cretaceo e più precisamente dalla formazione indicata col nome di Calcarea di Altamura, su cui si adagiano lembi di formazioni plio-pleistoceniche rappresentate da depositi colluviali ed eluviali (terre rosse residuali). La formazione del Calcarea di Altamura, tipica litologia affiorante nel territorio murgiano (come testimoniato da Carta Geologica allegata) è costituita da calcari compatti, talora oroidi, biancastri e grigi con intercalazioni di livelli dolomitici e dolomie compatte, di colore nocciola o grigio scuri, con aspetto massiccio e stratificato, costituito da calcari detritici organogeni a grana variabile da fine a media. Il calcarea biancastro detritico-fossilifero in

questione si presenta con livelli, variabili in spessore ed ubicazione, breccioso a luogo ad aspetto cavernoso, a causa di fenomeni dissolutivi postdiagenetici e/o fenomeni concomitanti alla diagenesi. Localmente si presenta densamente fratturato, oppure privo di fatturazione, ma nel complesso con aspetto tenace e compatto. L'area rappresenta una propaggine del contesto carsico murgiano con valli carsiche alternate ad alti morfologici e strutture depresse.

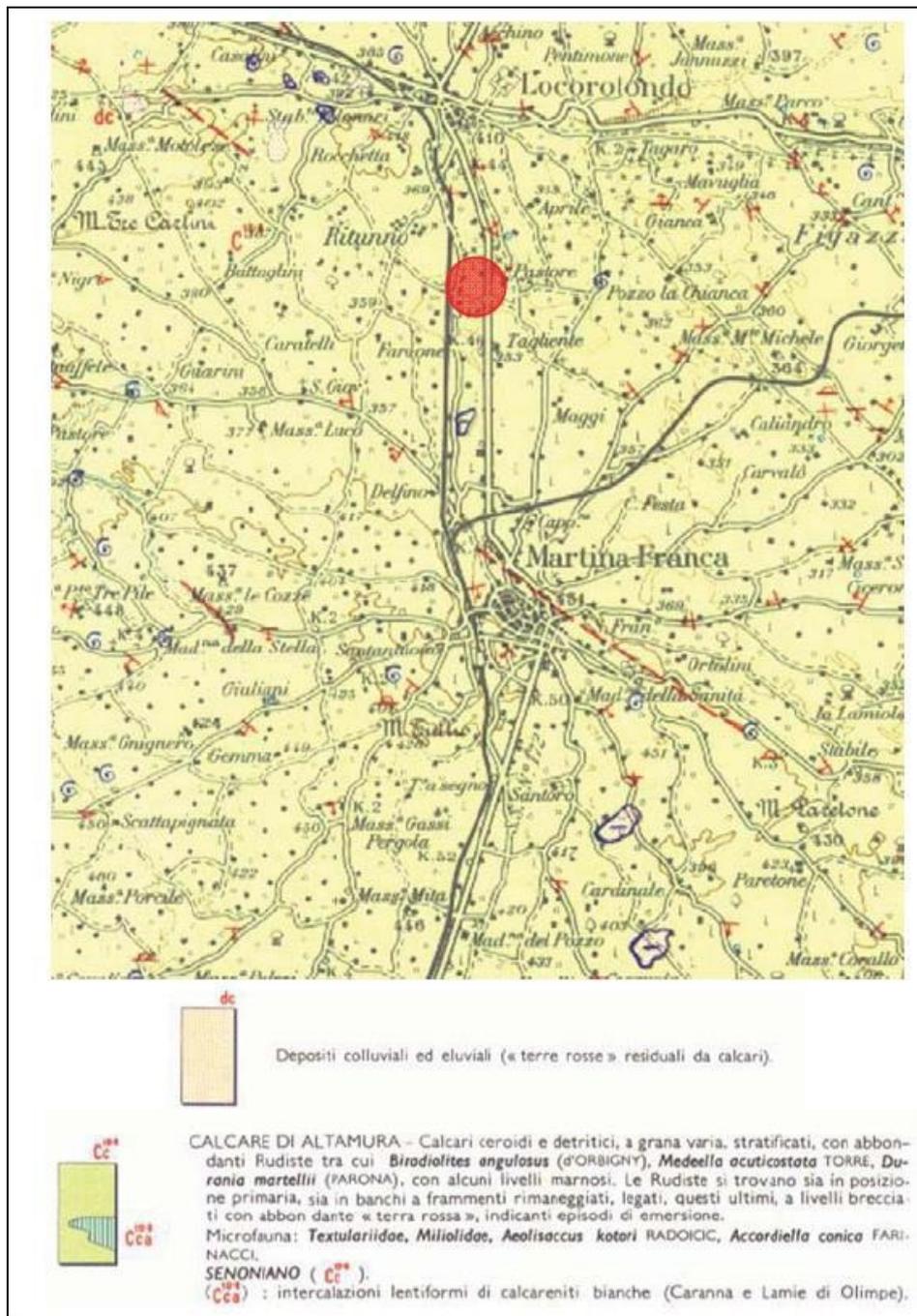


Fig. 5 – Stralcio dalla Carta Geologica d'Italia – F°190 “Monopoli” – Scala 1:100.000

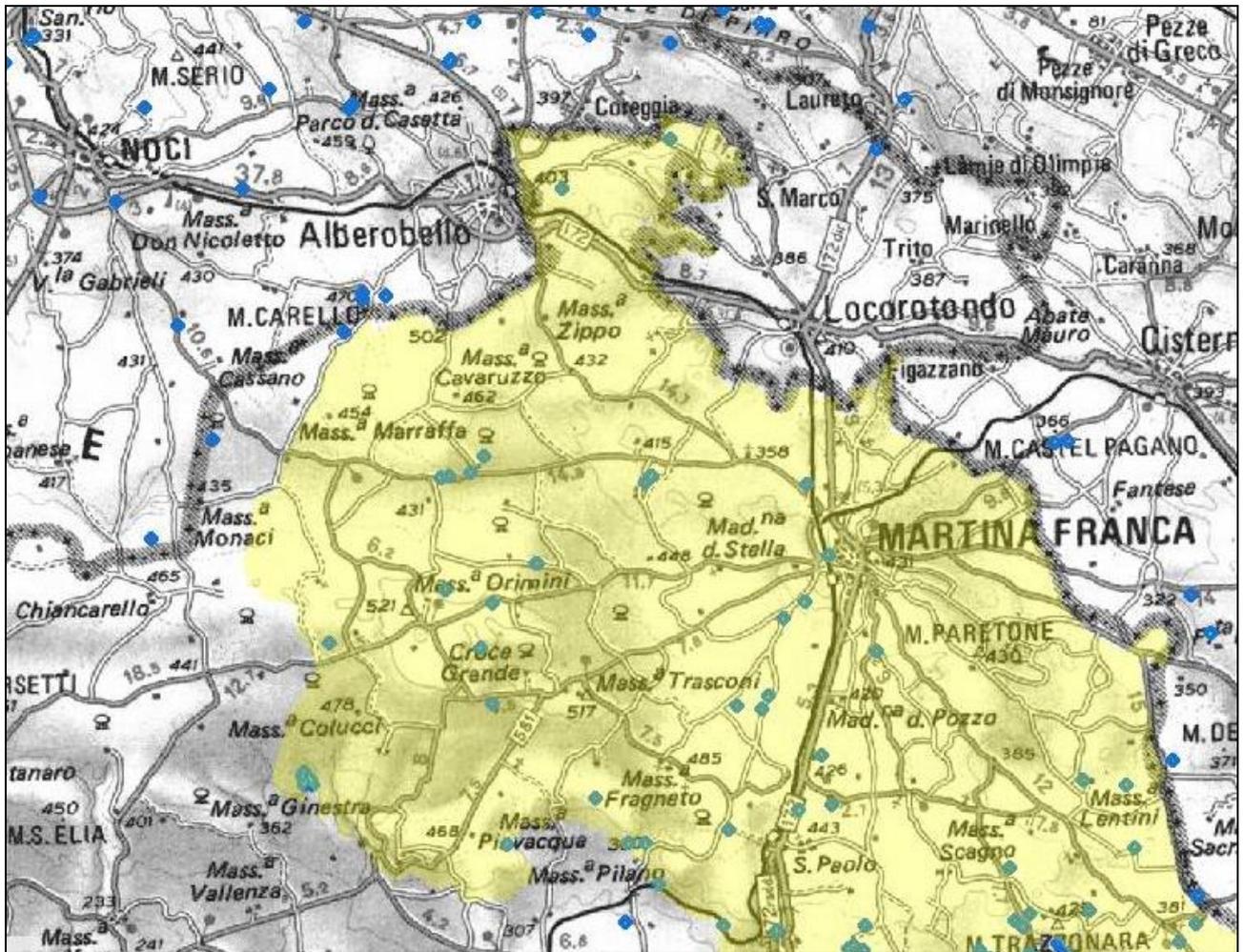


Fig. 6 – Stralcio dalla Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia

Col pallino blue sono indicate le cavità naturali

Dalla cartografia del P.A.I. si evince che il tracciato dell'elettrodotto non interessa zone perimetrale a rischio o pericolosità geomorfologia e idraulica del PAI.

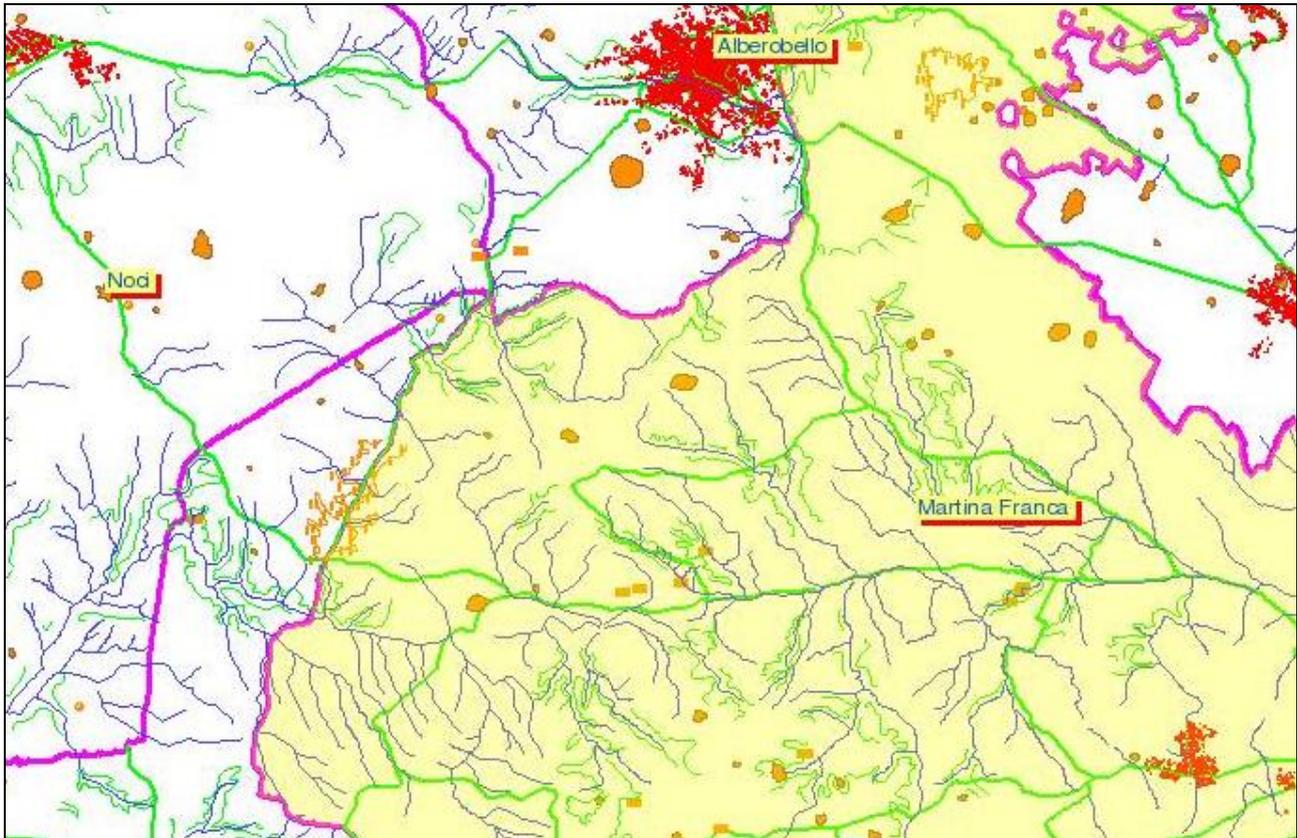


Fig. 7 - rinvenimento di forme carsiche superficiali

- Forme Carsiche**  
 Doline  
 Grotte naturali  
 Orlo di depressione carsica

Come riportato nelle Note Illustrative del Servizio Geologico d'Italia, l'area compresa nel foglio "Monopoli" è occupata prevalentemente da una serie calcarea mesozoica, nota in letteratura con il nome di "Gruppo dei Calcari delle Murge", da un complesso calcareo detritico trasgressivo e da terreni recenti di copertura.

Il Gruppo dei Calcari delle Murge è formato da un potente complesso sedimentario prevalentemente detritico, ben stratificato, le cui diverse caratteristiche ne hanno permesso la suddivisione in tre unità litostratigrafiche:

- Calcarea di Bari (Turoniano-Cenomaniano);
- Calcarea di Mola (Turoniano inf? -Cenomaniano sup.);
- Calcarea di Altamura (Senoniano).
- In particolare, in corrispondenza dell'area in studio affiorano:

- Calcare di Altamura;
- Depositi colluviali ed eluviali.

Il CALCARE DI ALTAMURA affiora in tutto il territorio comunale, si distingue dal sottostante Calcare di Bari per una leggera discordanza angolare che si può notare al di sopra della breccia calcarea (che in molti luoghi segna il contatto tra il Calcare di Bari ed il sovrastante Calcare di Altamura), per l'abbondanza di Ippuriti e Radioliti a tutti i livelli e per la presenza di calcari incrostanti rossastri e terrosi (fig. 8).

Si tratta di calcari ceroidi e detritici, a grana varia, stratificati, con abbondanti Rudiste e con alcuni livelli marnosi. Le Rudiste si trovano sia in posizione primaria, sia in banchi a frammenti rimaneggiati, legati, questi ultimi, a livelli brecciati con abbondante terra rossa, indicanti episodi di emersione.

La microfauna fossile è rappresentata anche da resti di alghe e rari ostracodi.

L'ambiente di sedimentazione di questa formazione è di mare sottile con episodici movimenti ascensionali caratterizzati da periodi lagunari o di erosione subaerea.

La potenza totale della formazione è mal determinabile per la blanda struttura a pieghe. L'età della formazione è Senoniano (Cretacico Superiore).



Fig. 8 - affioramenti dell'ammasso roccioso

Analizzando le proprietà intrinseche, i calcari si presentano molto compatti, a grana fine, di colore bianco o grigio-nocciola, estremamente tenaci e con ottime caratteristiche geotecniche.

I DEPOSITI COLLUVIALI ED ELUVIALI sono costituiti, in genere, da terre rosse residuali da calcari che si rinvencono distribuite un po' ovunque nel fondo delle doline e delle grosse depressioni carsiche.

Le aree più vaste vengono sfruttate per colture agricole (Olocene).

Nella zona dell'area del foglio, posta a SW della grande scarpata che corre parallela alla costa adriatica, la topografia si mostra più elevata con morfologia mossa e con quote fino a un massimo di 524 metri, poste secondo un allineamento appenninico.

Il grande ripiano murgiano denota una blanda pendenza a NO, infatti all'altezza di Conversano si trovano quote inferiori ai 200 metri.

Nello specifico, il territorio di studio, ricadente nella zona su descritta (altimetricamente compreso tra 273 e 502 metri sul livello del mare), si presenta leggermente ondulato e rappresentato da modesti rilievi e colline modellati dalla intensa degradazione meteorica che ha superficialmente modificato il primitivo assetto geologico.

In questa area si nota una morfologia prettamente carsica con numerose doline e polje, spesso riempite da depositi terrosi che presentano buone possibilità di coltivazione agraria.

Alla formazione di tale morfologia ha contribuito spesso la presenza di fratture che hanno agevolato la dissoluzione dei calcari.

L'idrologia superficiale è pressoché assente, limitata a solchi erosivi chiamati "lame" che in quest'area generalmente non hanno depositi alluvionali.

L'assetto strutturale del versante adriatico delle Murge riflette la collocazione in un'area tettonicamente stabile.

La giacitura delle rocce calcareo-dolomitiche è caratterizzata da strati debolmente inclinati (0-10°) derivati da blande ondulazioni ad ampio raggio. Le rocce calcaree sono altresì interessate dalla presenza di numerose faglie di tipo diretto a prevalente direzione NW-SE, che dislocano il substrato in blocchi ribassati procedendo dalle aree murgiane interne verso mare.

Pertanto, anche le formazioni presenti nel Foglio "Monopoli" mostrano uno stile tettonico tabulare, caratterizzato da pieghe blande e da faglie a debolissimo rigetto che possono essere assimilate a fratture.

Tutta quanta la superficie tabulare mostra una generale immersione a SWO che la può far ritenere una estesa monoclinale.

Dal punto di vista geomeccanico si tratta di litologia tenace, avente comportamento geomeccanico variabile solo in relazione alla presenza di eventuali fratture e/o cavità all'interno della successione

stratigrafica. Diffuse sono le incisioni vallive, che regimano le acque di deflusso superficiale, lungo i tratti incisi principali.

Il dilavamento superficiale viene favorito laddove vi sono aree prive di vegetazione mentre mitigata laddove presente una vegetazione con con apparato radicale sviluppato.

Dal punto di vista idrogeologico la litologia dei terreni affioranti, prevalentemente dotati di modesta permeabilità di tipo primario per porosità, ma soprattutto con significativa permeabilità di tipo secondario per fratturazione, non esclude la presenza di circolazione idrica sotterranea effimera, in modo particolare laddove sono presenti strati calcarei fratturati.

Immediatamente al di fuori dell'area affiorano litologie calcarenitiche fossilifere riferibili a Calcarenite di Gravina, costituite da sabbie di colore bianco-avano. Al luogo diffusi livelli costituiti da biocalcareni vacuolari compatte di colore variabile dal bianco al giallastro mentre in taluni altri casi affiora sabbia arenacea calcarea con livelli a grado di cementazione variabile, ad aspetto grossolano nel complesso con inclusioni di elementi conglomeratici anche decimetrici. La litologia calcarenitica si presenta a colorazione variabile dal bianco all'avano per i termini sabbiosi meno cementati, al giallastro per i livelli calcarenitici vacuolari compatti. Diffuse sono le incisioni vallive che regimano le acque di deflusso superficiale in cui sono presenti infrastrutture antropiche per la raccolta delle acque. Costituiscono la prima e ancora efficace, soluzione per garantire una regimazione controllata dei deflussi superficiali oltre a una riserva per le attività di allevamento e coltivazione che si svolgevano, e si svolgono, nelle aree adiacenti.

Dal punto di vista idrogeologico la litologia dei terreni affioranti, prevalentemente dotati di modesta permeabilità di tipo primario per porosità, ma soprattutto con significativa permeabilità di tipo secondario per fratturazione, non esclude la presenza di circolazione idrica sotterranea effimera, in modo particolare laddove sono presenti strati calcarei fratturati. In relazione all'assetto geomorfologico sono distinguibili aree in condizioni di alto morfologico costituite da pianori carsici distali dai quali si dipartiscono solchi di erosione passanti ad incisioni vallive con il progressivo aumento della pendenza. A luogo si apprezzano le microforme carsiche tipiche delle regioni temperato-calde, mentre in altre aree la determinante pressione antropica ha causato il rimaneggiamento superficiale con conseguente copertura delle forme carsiche superficiali, modificate e/o annullate. Apprezzabili unità tectocarsiche diffuse all'interno del perimetro dell'area di studio costituite da incisioni vallive contenute da versanti con strati disposti a reggipoggio, fronti semiripidi, dove una vegetazione più rada favorisce un ruscellamento diffuso e mediamente dilavante. Le incisioni vallive si impostano su faglie dislocative che hanno determinato allineamenti preferenziali dove si concentrano i processi erosivi epigei (dilavamento superficiale che determina a valle la deposizione di brecce e detriti in strutture morfologiche costituite da conoidi e terrazzi).

Trattasi di apprezzabili aree di versante concavo in cui avviene l'accumulo dei materiali derivanti dalle azioni erosive epigee. Essi si raccordano ad un più ampio pianoro posto al di fuori della Riserva e sono per lo più regolarizzati, interrotti da sentieri ed accessi che comportano la denudazione della roccia affiorante e la riaccensione di fenomeni erosivi epigei localizzati. Sono anche rilevabili accumuli di breccie e detriti organizzati in terrazzamenti e paleoterazzamenti, non cartografabili singolarmente, ma che si concentrano laddove l'incisione si amplia, in corrispondenza di punti di convergenza di più impluvi, permettendo la deposizione e la successiva reincisione in relazione ad eventi piovosi importanti episodici. Processi disgregativi sono diffusi ed evidenti lungo le pareti e versanti dell'area con distacco e caduta di blocchi di roccia che avvengono laddove l'inclinazione è più accentuata. A valle si concentrano anche blocchi ciclopici derivanti da azioni erosive combinate ad azioni distruttive effettuate dagli apparati radicali impostatisi lungo fratture e superfici di debolezza diffuse sui versanti. L'accumulo di detriti al piede dei versanti è rilevante, evidenziando vari stadi di processi di regolarizzazione di versante. Si apprezzano distacchi di detrito, dilavamento basale, accumuli detritici, scalzamenti basali ricoperti da suolo e vegetazione. E' nelle zone di accumulo che il disfacimento chimico e fisico avviene a spese della roccia, dove una parte dei prodotti del disfacimento viene trattenuta e la porzione più fine viene trasportata più a valle e lo spessore del suolo acquisisce importanti manifestazioni. Con la vegetazione fitta presente è ridottissimo l'allontanamento e il movimento del suolo. E si rileva maggiore nei tratti meno inclinati e minore dove la pendenza dell'incisione è maggiore.

Per quanto riguarda la pedologia dei terreni, si può dire in linea generale, che si è in presenza della tipica terra rossa ad "A1 calcico". Si tratta di suoli poco evoluti con materiali litoidi (Calcari) ben drenati e ricchi di ferro e alcalini costituzionali. Solo perché le condizioni indicate si sono mantenute costanti nel tempo, la rubefazione (particolare evoluzione degli ossidi di ferro che conferisce la caratteristica colorazione rossa al terreno) congiunta alla fersializzazione (concentrazione ed accumulo di ossidi di ferro cristallizzati) si sono potute compiere. Questo terreno è stratigraficamente costituito da quattro orizzonti:

- A1: orizzonte organico minerale contenente humus, ferro ferrico disidratato;
- A2: orizzonte dilavato, eluviale, privo di sostanza organica con quantità maggiori rispetto all'A1 di ferro ferrico; sono anche maggiori la quantità e le dimensioni dello scheletro calcareo;
- B: orizzonte strutturale o di alterazione; è costituito da calcari in bancate (formazione dei calcarei di Altamura) di elevate dimensioni intercalati da sostanza minerale in via di alterazione di colore rosso mattone acceso; l'accumulo di ferro ferrico, maggiore rispetto agli orizzonti precedenti;
- R: roccia madre costituita da calcare duro e compatto (formazione dei calcari di Altamura).

La terra rossa si presenta fisicamente come un terreno sabbioso dotato di notevole grado di plasticità che con l'acqua acquisisce una certa plasticità. Asciutta, invece, tende ad assumere compattezza pur conservando una discreta capacità di ritenzione idrica, attribuibile alla variegata tessitura mineralogica.

In definitiva si può dire che questo terreno è classificabile come calcareo, dove però la presenza di calcio non deve essere considerata dannosa bensì utile. Infatti una minima parte di calcare (calcare attivo in soluzione) nel terreno è necessaria perché partecipa ad alcuni importanti fenomeni che avvengono nel terreno.

Il territorio di Martina Franca è composto da roccia calcarea che nel tempo è stata sottoposta all'azione del fenomeno carsico.

Tale fenomeno naturale, definito carsismo, è determinato dall'azione chimica dell'acqua su rocce calcaree a opera di precipitazioni rese leggermente acide dall'anidride carbonica presente nell'atmosfera.

L'azione dell'acqua meteorica, arricchita durante il suo percorso da elementi chimici e fisici, ha avuto nei millenni la possibilità di modellare, in concorso con la tettonica, il paesaggio murgeso con colline, valli, canali, doline, gravine e lame (fig. 9).



Fig. 9 - Esempio di “criptodolina” (U. Sauro, 2009) che ha imprigionato nella sua stratigrafia diversi paleosuoli sovrapposti

Sempre lo stesso fenomeno ha generato nel sottosuolo strutture carsiche complesse costituite da cavità, grotte, caverne, inghiottitoi e voragini che costituiscono morfologie ipogee.

Nel territorio di Martina Franca il fenomeno carsico è in uno stato di avanzata evoluzione con costante circolazione idrodinamica profonda in diffusi inghiottitoi. L'unica azione attiva ancora

visibile è lo stillicidio e la percolazione di modestissime quantità idriche, che, arricchite dal carbonato di calcio, hanno dato origine dopo millenni a concrezioni di carbonato di calcio all'interno delle cavità. Le stalattiti, le stalagmiti, le “cortine”, le “colate” e le tante altre forme di concrezioni, accresciute nel tempo unitamente alle frane di assetto statico, hanno, di fatto, interrotto quegli ipotetici percorsi sotterranei potenzialmente utilizzabili dall'uomo. Le grotte, svolgono in natura un'importante funzione di drenaggio delle acque meteoriche, convogliandole alquanto velocemente nella ricca falda sotterranea.

In tutto il territorio di Martina Franca si contano 112 cavità iscritte al Catasto Regionale Grotte Naturali della Federazione Speleologica Pugliese, cioè cavità di cui si ha conoscenza documentata. Nel corso degli anni alcune di queste grotte sono state distrutte e altre non sono state mai ritrovate oppure sono state iscritte più volte, quindi il numero reale è suscettibile di piccole variazioni. Bisogna anche tenere in conto che il nostro territorio, molto antropizzato e con vaste aree ricoperte da folta vegetazione, può celare altre cavità ad oggi sconosciute.

Il Catasto delle due tipologie di cavità, (naturale e artificiale), previsto dalla Legge Regionale n. 33 del 2009 (in sostituzione della L.r. 32/86 oramai abrogata), diviene così un fondamentale strumento innanzitutto per una corretto censimento delle cavità carsiche e poi per programmare azioni di tutela e conservazione di questo importante patrimonio idrogeologico, paesaggistico, storico, archeologico e culturale.

Il fenomeno carsico è ben visibile con forme epigee, principalmente gravine e doline e ipogee quali voragini, inghiottitoi, caverne e ripari. Le cavità carsiche, per la maggior parte, si trovano concentrate nella Gravina del Vuolo, altre sono localizzate nei pressi delle masserie Selvaggi e Piovacqua.

Oltre alle cavità note nel catasto ufficiale è utile menzionare, la presenza di altre cavità non iscritte o perché non aventi i requisiti necessari o perché ancora non completi di tutti i dati occorrenti per l'assunzione in archivio.

La Gravina del Vuolo è una frattura della “bancata” calcarea, generata dal movimento tettonico della faglia, corrispondente ora al “gradone” della scarpata che dalla Murgia degrada verso il Mar Ionio. Approfondita per oltre 100 metri e allargata dall'azione carsica, l'incisione oggi si presenta, immersa nel verde, tortuosa ed a tratti non accessibile sui lati, occupati da imponenti pareti verticali di roccia, nei quali, spesso, si aprono delle cavità carsiche.

Sul versante orografico destro, si concentra il maggior numero di grotte sin ora conosciute.

## Tettonica

La disarticolazione della piattaforma carbonatica pugliese, con un complesso sistema di faglie, originate da sforzi di compressione, ha dislocato in vario modo gli strati, permettendo la corrispondenza tra tettonica e morfologia. I rilievi calcarei coincidono con gli alti strutturali e le superfici pianeggianti con aree depresse, colmate dalla deposizione dei sedimenti calcarenitici ed argillosi. I calcari sono piegati in blande ondulazioni, con generale immersione degli strati verso nord-ovest, si mostrano interessati da un sistema di faglie dirette, di età pleistocenica, a prevalente andamento NW-SE. Le tracce di tali superfici di discontinuità sono in gran parte sepolte al di sotto dei sedimenti plio-pleistocenici.

In complesso il paesaggio mostra le tipiche forme delle coste di sollevamento, con ampie superfici pianeggianti situate a varie altezze sul livello del mare, separate da scarpate, subparallele all'attuale linea di riva. Alle quote altimetriche più elevate affiorano i calcari, con la caratteristica struttura a pilastro tettonico, di cui il sito in parola ne è un esempio. I depositi calcarenitici, sabbiosi ed argillosi, che si rinvergono alle quote più basse, risultano interessati da fenomeni di sollevamento in blocco; non si rilevano infatti pieghe e/o faglie. Quanto detto è il risultato delle forze orogenetiche che hanno permesso il sollevamento, a scatti, in epoche recenti dal punto di vista geologico, di questa parte della regione. Si è infatti in presenza di superfici di abrasione marina, terrazzate, digradanti ed interrotte da scarpate, che costituiscono le antiche linee di costa, pressoché parallele a quella attuale.

Nell'area in esame uno dei principali agenti morfogenetici sono le acque meteoriche che hanno inciso il territorio, sia il basamento calcareo che i sovrastanti sedimenti plio-pleistocenici, favorendo la formazione di profondi solchi erosivi, noti con il nome di *gravine*. Questi solchi, caratterizzati a luoghi da pareti subverticali, si sono impostati sui ripiani di abrasione, approfondendosi per sovraimposizione ed erosione rimontante, in corrispondenza delle scarpate, collegate ai sollevamenti regionali, in combinazione con le variazioni eustatiche del livello marino. La loro sezione trasversale presenta spesso una forma a V, leggermente svasata, con fondo generalmente piatto, occupato di terra rossa frammista a ciottoli, a tratti terrazzati. Le pareti di questi solchi erosivi sono in lenta, ma continua evoluzione, a causa di innumerevoli fattori che concorrono alle mutazioni morfogenetiche.

La morfologia dell'area in questione è condizionata da superfici di abrasione marina, digradanti verso meridione, ed interrotte da scarpate, che costituiscono le antiche linee di costa, pressoché parallele a quella attuale, che si rinviene ad oltre dieci di chilometri di distanza verso meridione. Il settore, interessato dall'intervento in progetto, si mostra con una superficie degradante verso

meridione, caratterizzato dall'affioramento del basamento calcareo, oggetto di fenomeni carsici, ricoperto da una coltre di depositi di materiali residuali (*terra rossa*) e/o di riporti, di spessore alquanto variabile, da alcuni centimetri ad oltre un metro. Per le buone caratteristiche fisico-meccaniche delle rocce lapidee affioranti nella zona, non si manifestano fenomeni di instabilità dei versanti, che si presentano generalmente scoscesi.

Se osserviamo lo stralcio aerofotogrammetrico (*vedi Carta Idrografia Superficiale area di studio - Scala 1:5.000 – e Foto Panoramiche, che seguono*) e le quote su di esso riportate, si nota come l'area oggetto di studio sia posta su un'area sub-pianeggiante con una leggera pendenza verso la linea di costa.

La formazione calcarea è rappresentata da una successione di strati suborizzontali che in media non superano i 10°. Gli spessori degli strati sono variabili tra i 10 e i 30 cm, con inclinazioni non superiori ai 10°. Il colore della roccia varia dal grigio chiaro al beige al rossastro per la presenza di particelle ferrose all'interno della formazione.

Su tale assetto morfologico si sono innescati fenomeni carsici ben evidenziati da depressioni scavate nella formazione calcarenitica, che hanno dato origine a delle “*Gravine*” rendendo il paesaggio accidentato. Esempi evidenti dell'azione erosiva delle acque sulla formazione della “*Calcarenite di Gravina*”, si osservano a Nord- Ovest dell'area di studio, dove si individuano delle “*Lame*” che costituiscono le linee di deflusso preferenziale per le acque meteoriche verso il mare.

L'intero territorio, infatti, presenta un paesaggio carsico caratterizzato da forme anomale rispetto ai paesaggi fluviali. Queste forme sono legate alla solubilità e degradabilità della calcarenite da parte delle acque naturali che tendono a penetrare all'interno delle masse rocciose allargando le linee di deflusso delle acque superficiali, con la formazione delle suddette “*Gravine*” e “*Lame*”.

I processi carsici individuabili maggiormente nei terreni pleistocenici hanno avuto inizio in seguito all'erosione delle coperture terrigene e si sono sviluppati sui terreni carbonatici denudati e per la concomitanza di alcuni fattori quali l'intensa fratturazione delle rocce e le condizioni orografiche dell'area. Attualmente, i processi carsici, sono ancora attivi.

### **Inquadramento idrogeologico**

Il “*Calcarea di Bari*” costituisce l'acquifero di base del territorio di Martina Franca; in queste rocce, infatti, si stabilisce un'imponente falda idrica (detta “*falda profonda*”) di tipo artesiano che raccoglie le acque meteoriche provenienti da un bacino idrogeologico molto vasto che comprende la parte più interna dei rilievi murgiani.

Tale acquifero è stato individuato come “*Falda carsica delle Murge (Alta Murgia)*” nel documento “*IDENTIFICAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI DELLA*

PUGLIA AI SENSI DEL D.L.gs. 30/2009” redatto nell’aprile 2013 da Regione Puglia, IRSACNR e Adb-Puglia (fig. 10).

In particolare, il corpo idrico dell’*Alta Murgia (Codice identificativo 2-1-2)* comprende la porzione più interna di acquifero compresa tra il limite interno del corpo idrico della Murgia Costiera e lo spartiacque idrogeologico, in prossimità della zona di prevalente ricarica, dove le acque sono dolci e non presentano alcuna evidenza di contaminazione salina.

Lo scarso e discontinuo stato di fessurazione e carsificazione, sia in senso orizzontale che in senso verticale, che caratterizza l’ammasso roccioso costringe la falda a circolare quasi sempre in pressione al di sotto del livello marino con una configurazione geometrica molto irregolare, condizionando i suoi parametri geometrici, idrogeologici, nonché le modalità di deflusso e di scarica a mare. In generale, il flusso idrico si esplica in direzione perpendicolare alla costa, concordemente con le principali direttrici del deflusso superficiale (fig. 11).

Il settore in esame ricade in una zona del territorio caratterizzato dall’affioramento di rocce calcaree, dotate di permeabilità soprattutto per fessurazione ed in subordine per carsismo. Le acque di precipitazione meteorica, che cadono nei brevi periodi di piovosità, tipici delle stagioni primaverile ed autunnale, quando non vengono assorbite, sono drenate dalle naturali linee di deflusso esistenti, costituite dalle opere di urbanizzazione e dalle piccole depressioni e incisioni che confluiscono nelle gravine, che permettono il rapido allontanamento delle stesse. Per la posizione altimetrica l’area in oggetto si rinviene a quote più elevate, rispetto alle direttrici di deflusso del corpo idrico e non risulta interessata da eventuali fenomeni di alluvionamento. Quanto detto è confermato dalla lettura delle tavole del P.A.I. (Piano dell’Assetto Idrogeologico), redatto dall’Autorità di Bacino di Puglia (AdB), che caratterizza la zona in esame come esente da rischio idraulico (vedasi la figura).

La circolazione idrica endogena risulta infatti piuttosto sviluppata, per la presenza di ampie superfici di accumulo e per le caratteristiche idrologiche del complesso calcareo, prima descritto, che è dotato di potere assorbente, soprattutto negli strati superficiali, dovuto alla permeabilità per fessurazione e carsismo e porosità, rispettivamente per le rocce calcaree e calcarenitiche. Il grado di permeabilità, per i termini lapidei che si rinvencono, è legato al numero ed alle dimensioni delle discontinuità, sia primarie che secondarie, esistenti nell’ammasso roccioso ed alla carsificazione che può essere spinta in vario modo.

Nell’area in esame esiste infatti un acquifero, con sede nelle rocce carbonatiche mesozoiche, con direzione del deflusso idrico sotterraneo verso la costa con una cadente piezometrica dell’ordine del 2 per mille. Essa si viene a trovare, secondo quanto riportato nel Piano di Tutela delle Acque, nella tavola 6.2 “*distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della Murgia e del*

*Salento*” relativa all’andamento della superficie piezometrica della falda, in un settore delle isofreatiche di 50 metri sul livello del mare (fig. 12). Secondo quanto ora riportato, poiché la quota topografica del settore in questione è compresa tra le isoipse di circa 340 e 300 metri sul livello del mare, la profondità di rinvenimento della falda si viene a trovare, rispetto al piano di campagna e considerando una quota di 300 m s.l.m. ed un valore dell’isopieza di 250 m.

Dall’esame del Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia, si evince che nel territorio di studio l’isofreatica si attesta mediamente oltre i 50 metri s.l.m. (fig. 13).

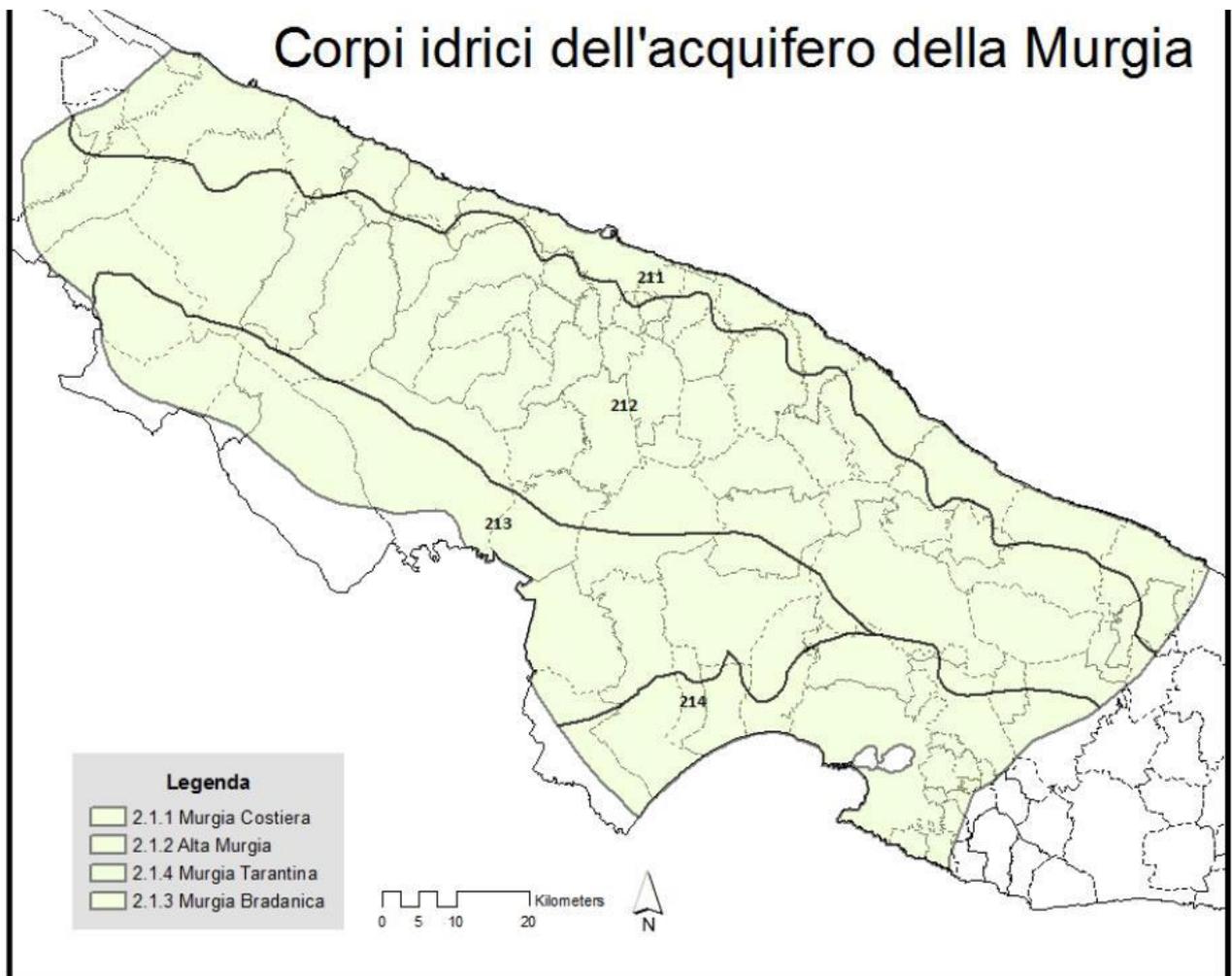


Fig. 10 - Corpi Idrici Sotterranei del Complesso Idrogeologico Calcereo di Murgia-Salento (Acquifero della Murgia).

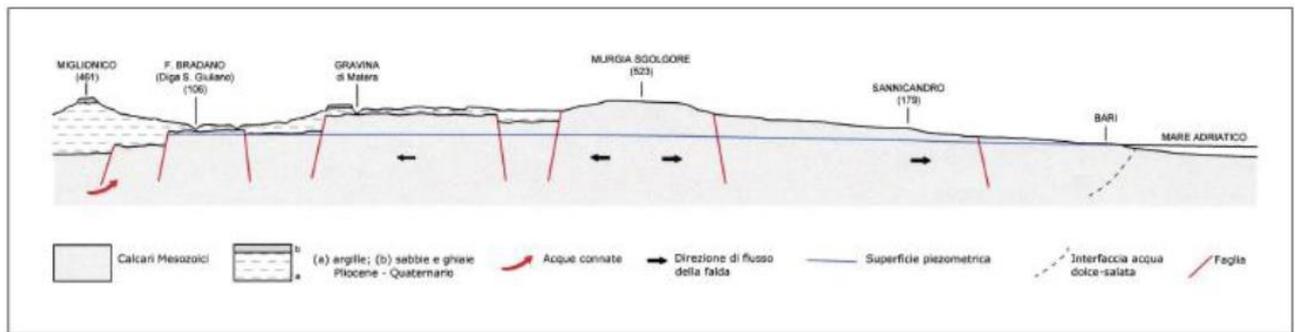


Fig. 11 - Sezione idrogeologica attraverso le Murge (in Maggiore e Pagliarulo, 2004).

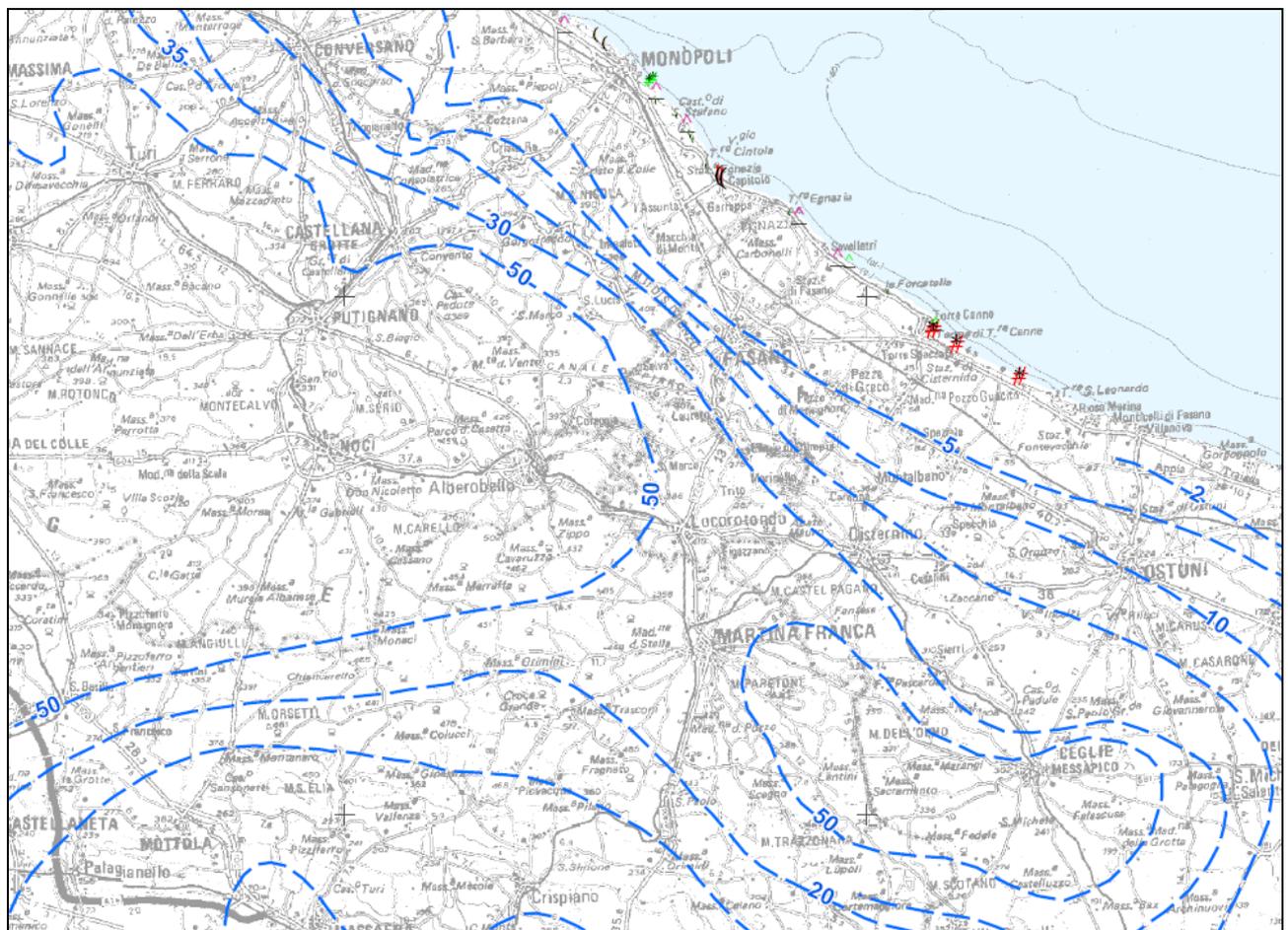


Fig. 12 - Stralcio dalla TAV.6.2 del P.T.A. - "Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della Murgia e del Salento"

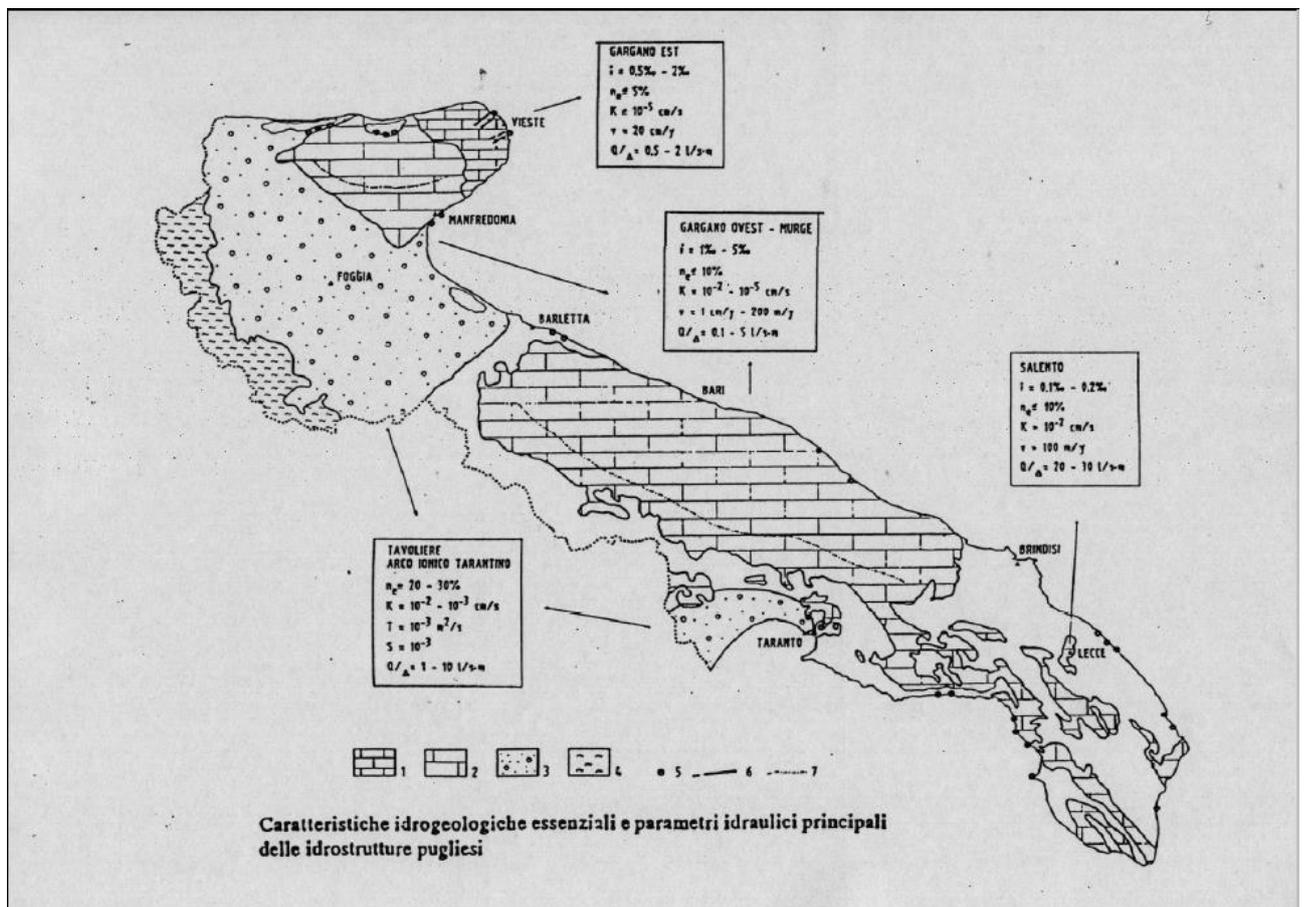


elevato (0,1%÷0,6%). La profondità della falda può essere attestata attorno ai 90÷110 m. L'acquiferocostiero è caratterizzato da una permeabilità d'insieme piuttosto alta. La conducibilità idraulica è molto variabile sia in senso verticale sia orizzontale; i valori più frequenti sono di  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$  cm/s denotando una permeabilità medio-alta; la portata specifica è pari a 1÷10 l/s m e la porosità efficace non supera il 30%.

Sui depositi carbonatici del Mesozoico poggiano le terre rosse alluvio-eluviali e le calcareniti depositatesi nel Pleistocene, che non sono sede di falde idriche e non rivestono alcun ruolo idrogeologico.

Osservando l'"idrografia superficiale" dell'area di studio individuata con i "reticoli fluviali" lungo cui si instaurano le "linee di deflusso preferenziali delle acque meteoriche", si nota come le acque tendano a convergere verso le aree poste a quota topografica inferiore individuate a Nord-Est.

L'area di studio non risulta essere attraversata da linee di deflusso delle acque meteoriche di particolare rilevanza data la presenza di rilevanti opere antropiche che ne hanno interrotto l'alimentazione dai bacini imbriferi posti a monte e quindi non è interessata da fenomeni di allagamento.



Idrostrutture principali: 1) Calcari e dolomie; 2) Calcari; 3) Depositi alluvionali; 4) Flysch; 5) Sorgenti costiere; 6) Limiti idrostrutture; 7) Linea spartiacque.

La Regione Puglia con Determina Dirigenziale del Servizio Tutela delle acque n.164 del 28/10/2009 ha approvato il Piano Tutela delle Acque. Le opere di progetto ricadono in zona A e zona B, in particolare il tratto di linea in cavo ricade completamente in zona A, mentre parte della linea aerea ricade in zona B.

L'intera area è caratterizzata da un reticolo idrografico discontinuo, tipico di ambienti carsici o retaggio di forme di paleocarsismo, spesso obliterato per effetto di interventi antropici.

Per la parte di opera in progetto costituita da cavidotto interrato che interessa la zona A, si osserva che l'opera sarà interrata, superficiale (profondità max. 1.50-2.00 m) e realizzata interamente su strada esistente pertanto non interferirà in alcun modo con il deflusso superficiale o profondo delle acque.

Per la parte di opera in progetto costituita da linea aerea che interessa la zona B, si osserva che l'opera non interferirà con suolo a meno dei sostegni che saranno realizzati senza interferire in alcun modo con il deflusso superficiale o profondo delle acque.

L'opera è compatibile con gli indirizzi di tutela per le zone interessate del PTA interessate dal progetto.

Le indagini geofisiche effettuate sui terreni interessati hanno confermato la presenza di uno spessore di copertura (terre rosse) abbastanza variabile lungo la direzione N-S dell'intera area. In particolare, nella sola porzione meridionale dell'area è presente uno spessore medio di terra rossa di circa 3,5 m al disopra dell'ammasso roccioso calcareo, valore che tende a diminuire drasticamente sino a 0,5÷0,6 m massimo nella restante porzione.

Tale circostanza è probabilmente imputabile alla presenza di una zona geomorfologicamente più depressa del sub-strato calcareo, che rientra nel *sistema fluvio-carsico* comprendente la conca endoreica, già mappata nella Carta Idro-geomorfologica della Regione Puglia (AdB Puglia).

### **Geologia dell'area e costituzione del sottosuolo**

L'area indagata si mostra costituita da una superficie lievemente degradante verso nord est e la morfologia risulta regolare, senza indizi di movimenti di masse in atto o in preparazione. La situazione dei luoghi è in accordo con la struttura geologica, in precedenza descritta; le aree di affioramento dei litotipi appartenenti alla piattaforma carbonatica risultano ben salde e stabili e per nulla predisposte a fenomeni di dissesto.

Il settore indagato presenta caratteri strutturali corrispondenti a quelli prima citati. I tipi litologici affioranti appartengono alla Formazione del *Calccare di Altamura* e si mostrano costituiti da rocce lapidee, di natura carbonatica, calcari e calcari dolomitici, generalmente ben stratificate, a grana medio-fine, talora lastriiformi o in banchi. Da quanto osservato negli affioramenti della zona in

oggetto, la giacitura degli strati risulta pressoché orizzontale, con deboli ondulazioni e ristrette fasce più intensamente fratturate, in corrispondenza delle discontinuità più importanti che, mostrando modesti spostamenti tra i loro labbri, rappresentano delle piccole faglie.

Accanto a tali discontinuità ne esistono numerose altre che si presentano alquanto serrate. Talora esse sono “spalmate” o riempite da “*terra rossa*”, che tende a scomparire con la profondità. Localmente si hanno sviluppi molto irregolari di cavità carsiche di modeste dimensioni, generalmente intasate, verso la parte più elevata, da *terre rosse*. In sostanza, seppure il quadro fessurativo della formazione geologica sia alquanto evoluto e venga a combinarsi con le discontinuità di strato, il notevole “serraggio” delle fessure ed i riempimenti di materiali scarsamente permeabili, quali le *terre rosse*, rendono la permeabilità in grande di tali terreni sensibilmente più modesta di quella che in genere compete alle formazioni calcaree.

Nella zona in questione le osservazioni dirette consentono di valutare lo spessore della copertura, costituita da terreni residuali e/o riporti, variabile fra un minimo di 0,10 m ad oltre un metro.

I sondaggi consultati (fig. 14) hanno consentito di acquisire i parametri di dettaglio sulla ripartizione degli strati e sulla loro consistenza. Più precisamente i risultati delle perforazioni geognostiche sono di seguito così riassunte:

*0,00-0,50 metri terreno agrario;*

*0,50-7,00 m calcari e calcari dolomitici biancastri e grigiastri, stratificati e variamente carsificati, in strati decimetrici con livelli e piccole sacche di terra rossa.*

*Recupero in carotaggio:  $159/650 = 24,5\%$ ; R.Q.D.:  $110/650 = 16,9\%$ .*

A conferma dell'inesistenza di falde superficiali, nei sondaggi non veniva riscontrata la presenza di un corpo idrico significativo.

Dall'esame delle colonne stratigrafiche e dalla loro correlazione è possibile suddividere il sottosuolo in due strati, con difforme caratterizzazione geotecnica:

a) Uno strato superficiale di terreno agrario, dello spessore variabile da 50 centimetri ad 1 metro, dovuto all'alterazione, alla carsificazione ed alla pedogenizzazione delle rocce in posto ed all'accumulo dei materiali residuali nelle parti morfologicamente depresse. Ricopre quasi totalmente i termini appartenenti alla formazione che si andrà a descrivere di seguito;

b) Una sequenza di fondo rappresentata dai termini mesozoici costituenti il basamento calcareo pugliese. Si è in presenza di rocce calcaree e dolomitiche, con calcio e magnesio in differenti percentuali, di colore biancastro-grigiastro, variamente carsificate, in strati decimetrici con livelli o piccole sacche, dello spessore massimo intercettato nei sondaggi di circa 30 centimetri, costituite da *terra rossa* (si tratta di residui ferrosi rossastri, derivanti dalla degradazione delle rocce affioranti).

Le percentuali del recupero di carotaggio e dell'indice di R.Q.D., variabili rispettivamente da 24,5 a

42,3% e da 16,9 a 36,3%, sono medio basse, a significare che la roccia calcarea rinvenuta risulta stratificata ed alterata (fig. 15).

### **Caratteristiche geotecniche medie**

Sempre sulla base delle indagini consultate (fig. 16) in corrispondenza delle aree interessate, è possibile indicare i seguenti **parametri geotecnici medi** relativi al sottosuolo delle area di progetto:

#### **Terre rosse: limi sabbioso-argillosi**

$$V_p = 510 \text{ m/s}$$

$$V_s = 160 \text{ m/s}$$

$$\text{Peso di volume naturale} = 1,5 \div 1,7 \text{ t/mc}$$

$$\text{Coeff. di Poisson} = 0,44$$

$$\text{Angolo di attrito} = 26^\circ \div 27^\circ$$

$$\text{Coesione} = 0,00 \text{ daN/cm}^2$$

$$\text{Modulo di deformazione statico} = 60 \text{ daN/cm}^2$$

#### **Calcari stratificati, fratturati e carsificati con terra rossa**

$$V_p = 1930 \text{ m/s}$$

$$V_s = 1060 \text{ m/s}$$

$$\text{Peso di volume naturale} = 2,1 \div 2,2 \text{ t/mc}$$

$$\text{Coeff. di Poisson} = 0,28$$

$$\text{RQD} = 46\%$$

Classificazione ammasso roccioso (Bieniawski, 1989): “scadente”

$$\text{Angolo di attrito} = 15^\circ \div 25^\circ$$

$$\text{Coesione} = 1,00 \div 2,00 \text{ daN/cm}^2$$

$$\text{Modulo di deformazione statico} = 5000 \div 6000 \text{ daN/cm}^2$$

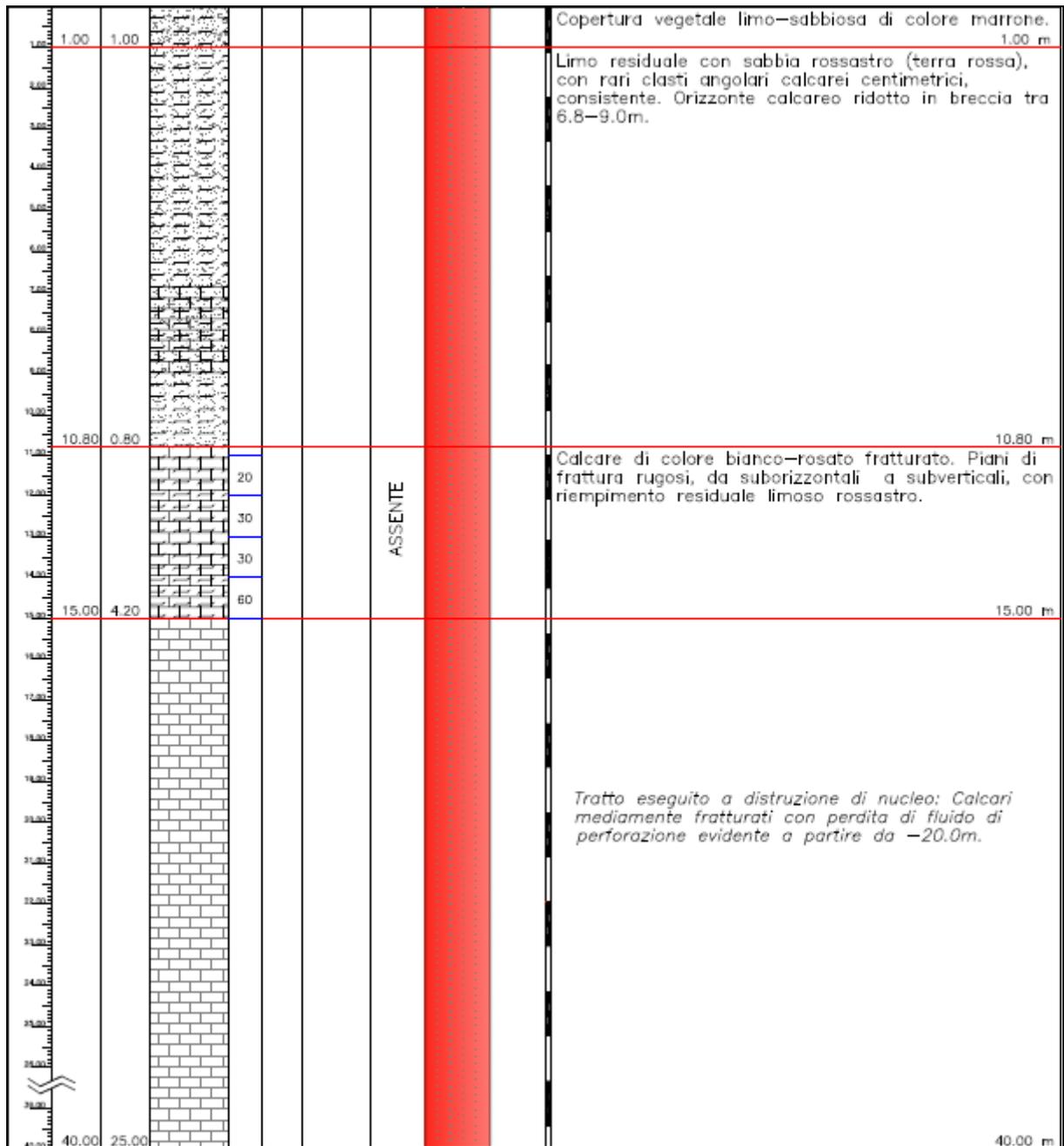


Fig. 14 – sondaggio consultato



Fig. 15 – cassette catalogatrici con carote estratte dal sondaggio

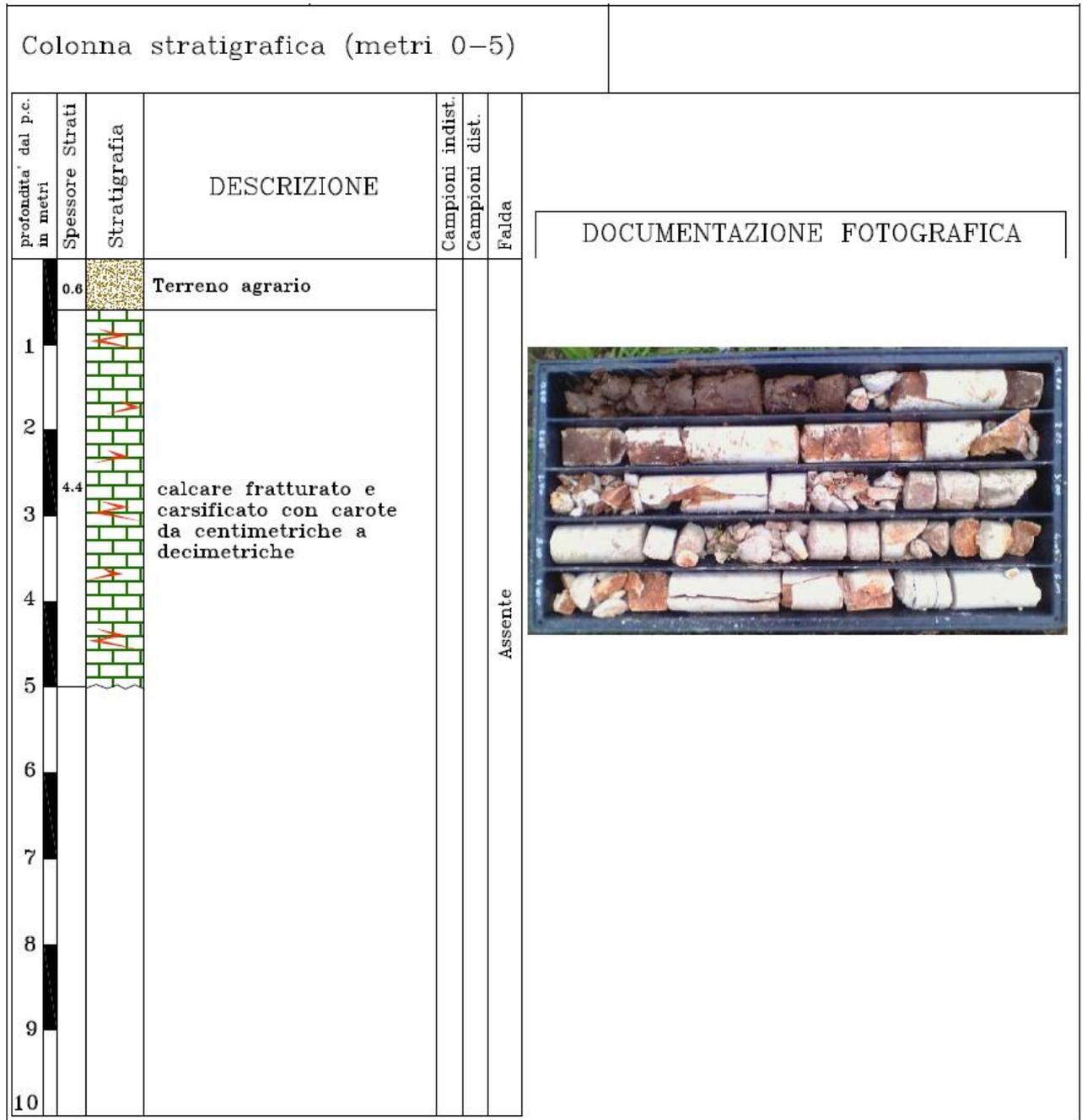


Fig. 16 – stratigrafia di sondaggio

Le formazioni calcaree affioranti nell'area interessata dalle opere in progetto sono interessate, oltre ai sistemi di discontinuità primario e/o secondario, da fenomeni carsici diffusi.

I fenomeni carsici, per quello che riguarda i problemi del loro rilevamento nel settore ingegneristici, presentano questi due aspetti principali:

- a) si sviluppano in maniera irregolare, per intensità e distribuzione entro le formazioni carbonatiche;
- b) l'intensità del carsismo non diminuisce necessariamente con la profondità, come avviene nei comuni processi di degradazione meteorica.

Per quanto riguarda le caratteristiche dell'ammasso roccioso i calcari, interessati dalle opere in progetto, sono in linea di massima dei buoni terreni di fondazione, in quanto si tratta di rocce litoidi dotate di più che accettabili valori di resistenza meccanica, tali da fornire a fondazioni superficiali una capacità portante largamente sufficiente; inoltre è accertata la buona continuità ed uniformità dell'ammasso roccioso.

Il calcare di solito, quando è integro, ha delle buone proprietà meccaniche con resistenza alla compressione che varia da 300 a 1000 kg/cm<sup>2</sup>. Questa grandezza però non sempre si correla alla reale situazione in situ, in quanto i valori di capacità portante e resistenza, dipendono anche da:

- Indice RQD (Rock Quality Designation);
- Spaziatura dei giunti;
- Peculiarità delle superfici di fratturazione.

Gli ammassi rocciosi sono schematizzabili come volumi percorsi da discontinuità di diversa origine, le quali possono costituire più famiglie aventi ciascuna diverse caratteristiche meccaniche e geometriche. Atteso che le pareti ed il fondo degli scavi hanno consistenza litoide, in quanto costituite da rocce di natura calcarea, vediamo ora le condizioni di giacitura e struttura così come risultano ben evidenziate sui fronti di scavi o dalle stratigrafie dei sondaggi geognostici. La stratificazione non è ben evidente, ne tanto meno si evincono segni di soluzioni di continuità quali fratture o diaclasi. Gli effetti della alterazione superficiale, risentiti sino a modesta profondità dal piano di campagna, sono limitati alla presenza di spalmature e venature rosso ruggine lungo le pareti dei giunti, con localizzati fenomeni di intasamento dei medesimi ad opera di depositi sciolti (terra rossa).

Come riportato nel par. 7.11.3.4.2 del D.M. 14/01/2008 la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti che la profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal piano di campagna, per piano di campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali.

Nel caso specifico è possibile affermare che la situazione oggetto di studio rientra in questa circostanza per la quale la verifica a liquefazione può essere omessa.

### Sismicità dell'area

Per valutare la sismicità storica del territorio in esame sono stati estratti dal catalogo parametrico prodotto dall' Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia i terremoti che hanno interessato l'area Comunale dal 1975 al 1998 che presentano una magnitudo  $M_g \geq 3,2$  (fig. 17).

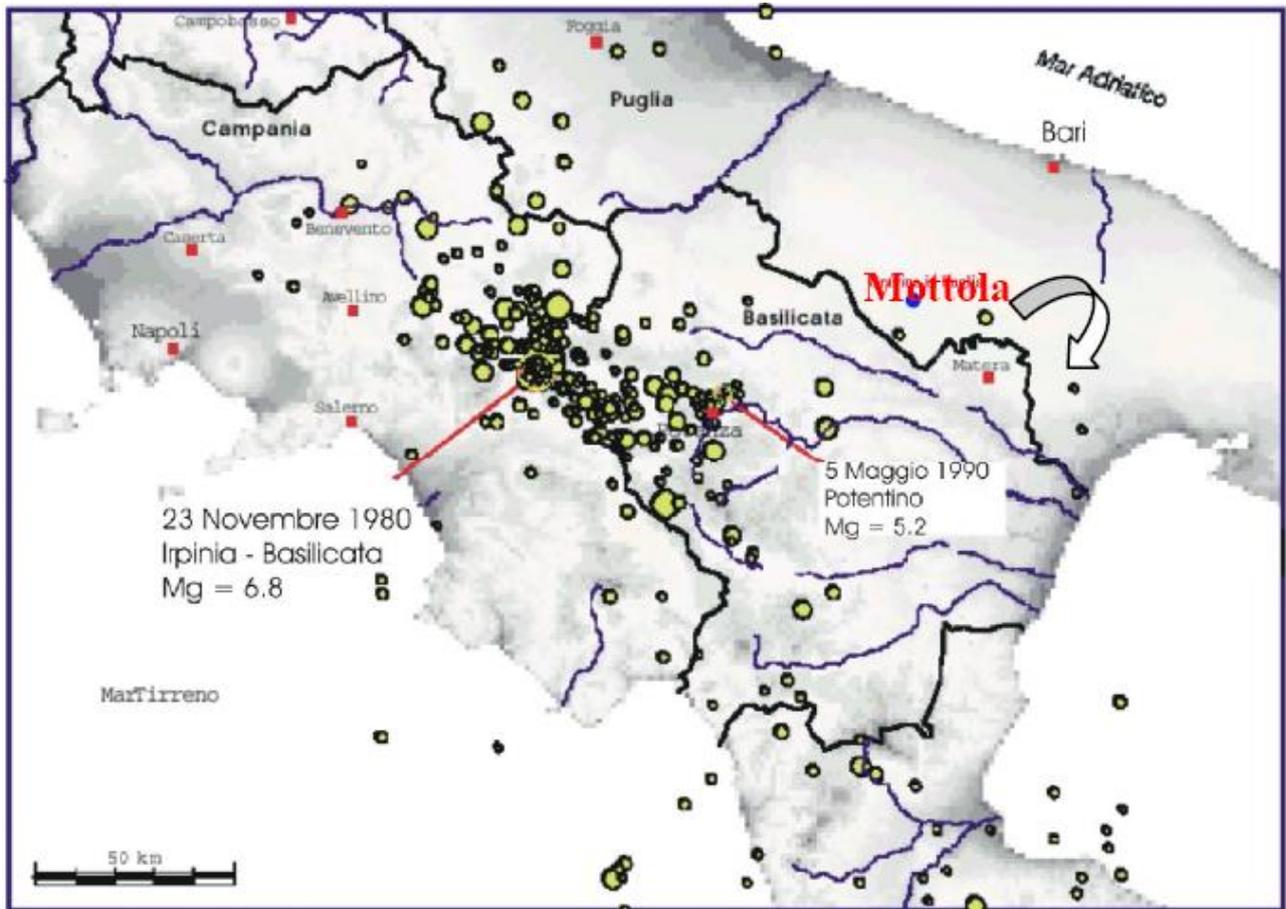


Fig. 17 - Epicentri dei maggiori terremoti pervenuti dal 1975 al 1998 (  $M_g > 3.2$  )

Come è ben visibile nella figura gli epicentri dei terremoti sono concentrati quasi esclusivamente nella zona Appenninica, la quale risulta essere un'area altamente sismica. Di questi solo alcuni, che hanno presentato magnitudo elevate, sono stati avvertiti nel territorio Comunale: il terremoto dell'Irpinia del 23 novembre 1980, e quello del Potentino del 5 Maggio del 1990, rispettivamente con magnitudo di 6.8 e 5.2 che corrispondono all'incirca al X-XI e VII grado della scala MCS (Mercalli, Cancani, Sieberg). Il sisma dell'Irpinia interessò un'area di circa 3.500 Km<sup>2</sup>.

In riferimento all' OPCM n° 3274 del 20/03/2003 e successive modifiche che hanno definito i "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (GU n. 105 del 8-5-2003- Suppl. Ordinario n.72) , il territorio nazionale è stato suddiviso in 4 zone sismiche omogenee.

Per quanto riguarda l'area la situazione è la seguente:

Codice Istat	Denominazione	Categoria secondo la classificazione precedente (Decreti fino al 1984)	Categoria secondo la proposta del GdL del 1998	Zona ai sensi del presente documento (2003)
16073001	Avetrana	4	4	4
16073002	Carosino	4	4	4
16073003	Castellaneta	4	3	3
16073004	Crispiano	4	3	3
16073005	Faggiano	4	4	4
16073006	Fragagnano	4	4	4
16073007	Ginosa	4	3	3
16073008	Grottaglie	4	4	4
16073009	Laterza	4	3	3
16073010	Leporano	4	4	4
16073011	Lizzano	4	4	4
16073012	Manduria	4	4	4
16073013	Martina Franca	4	4	4
16073014	Maruggio	4	4	4
16073015	Massafra	4	3	3
16073016	Monteiasi	4	4	4
16073017	Montemesola	4	4	4
16073018	Monteparano	4	4	4
<b>16073019</b>	<b>Mottola</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

Ad ognuna di queste zone corrisponde un' accelerazione (ag) di riferimento variabile da 0.35 g nella prima zona, fino a 0.05 g nella quarta zona (fig. 18). In figura sono riportate le accelerazioni per ogni zona omogenea di riferimento.

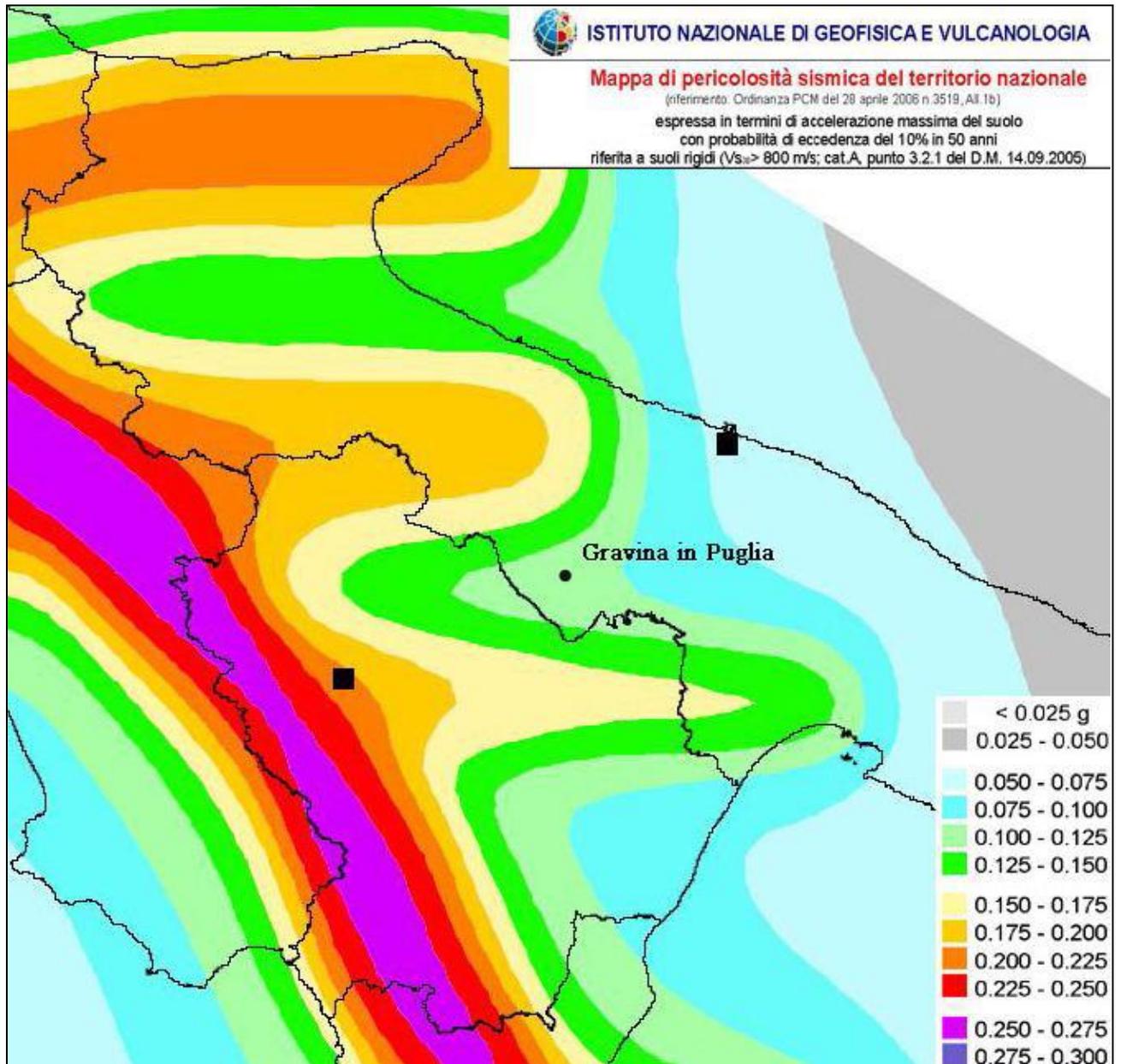


Fig. 18 - Distribuzione delle accelerazioni  $a_g$  per ogni zona omogenea di riferimento (OPCM n°3519 /06).

I valori in essa riportati sono tutti riferiti alle accelerazioni che sono attese a seguito di un evento sismico laddove il sottosuolo interessato è costituito da formazioni litoidi o rigide, definite quali suoli di Categoria A ( $V_{S30} \geq 800$  m/s). Nelle figure 19 e 20 è riportato il valore di picco orizzontale del suolo ( $a_g/g$ ) espresso in percentuale di “g” (accelerazione di gravità), mentre nella seconda colonna sono riportati i valori dell’accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico nelle norme tecniche sulle costruzioni.

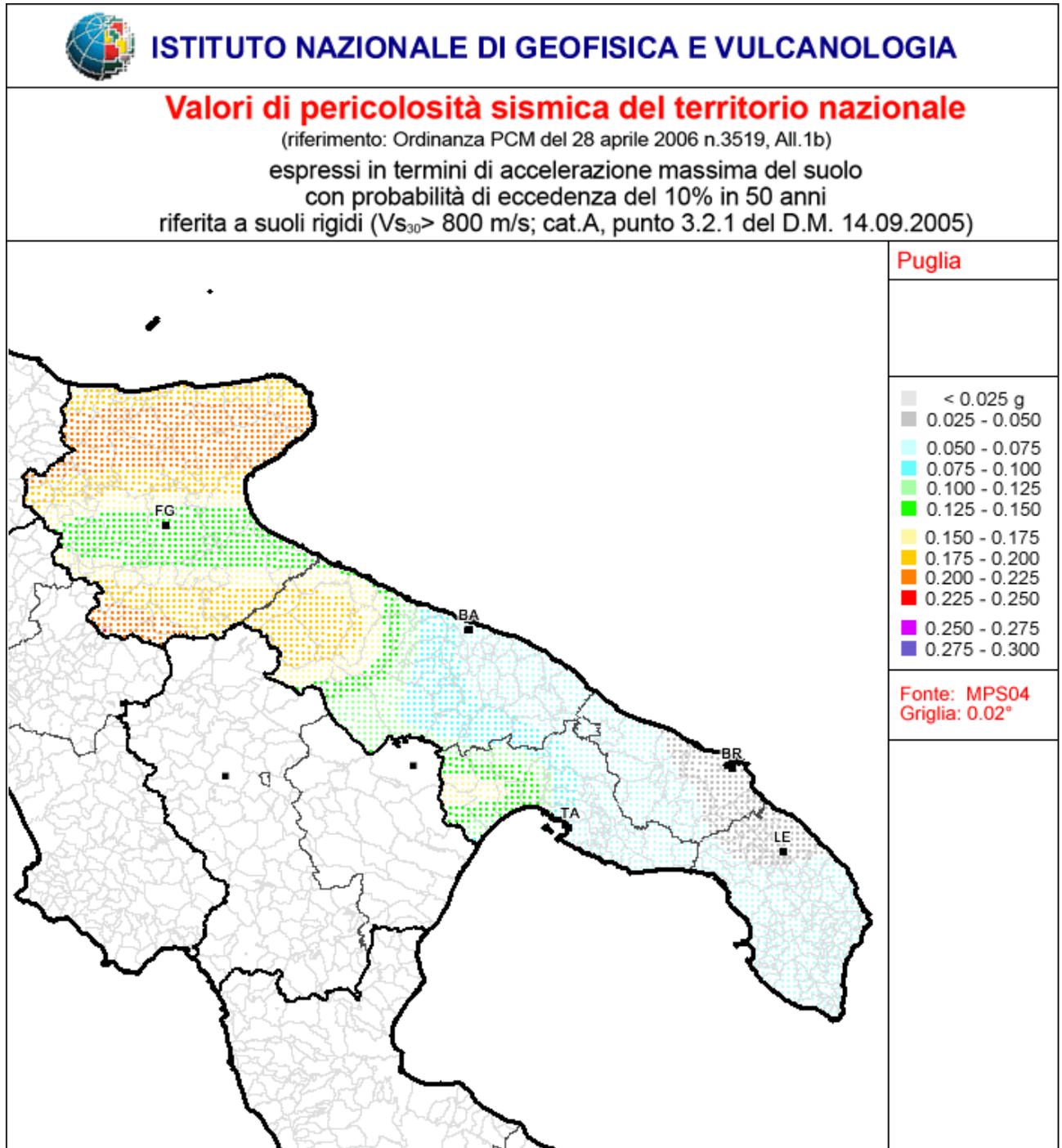


Fig. 19 - Valori di pericolosità sismica territorio pugliese

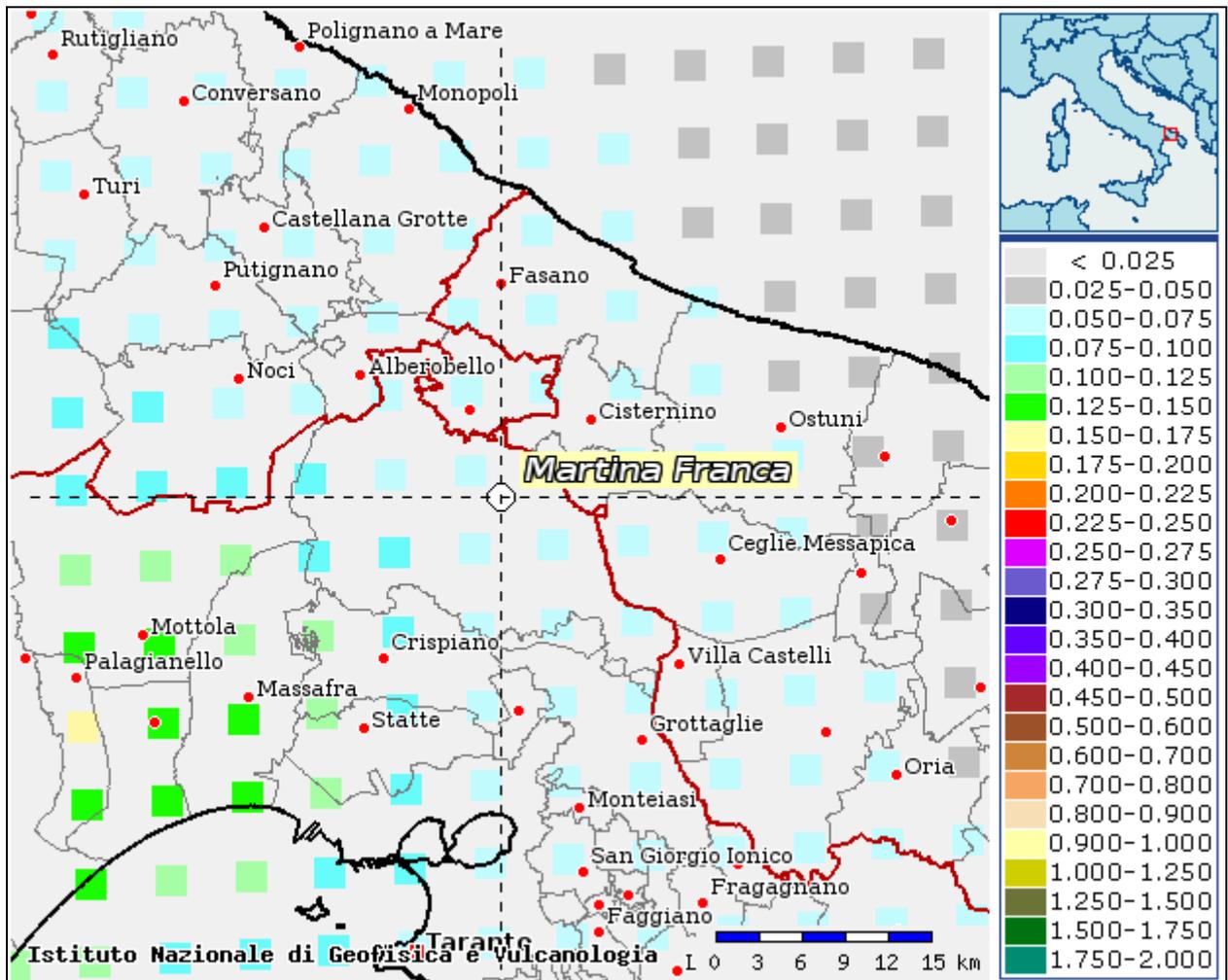


Fig. 20 - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo

Secondo le NTC l'area in questione è caratterizzata da un'accelerazione compresa tra 0.050 - 0.075 g, come evidenziato nella *figura precedente*, in cui è riportata la mappa di pericolosità sismica per il sito in questione, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi (categoria A,  $V_{s30} > 800 \text{m/sec}$ ).

Ai sensi dell'O.P.C.M. n. 3274 del 23 marzo 2003, il comune di Noci (BA) ricade in Zona 3 con pericolosità sismica bassa, e i comuni di Martina Franca (TA) e Alberobello (BA) ricadono in zona 4, con pericolosità sismica molto bassa (fig. 21).

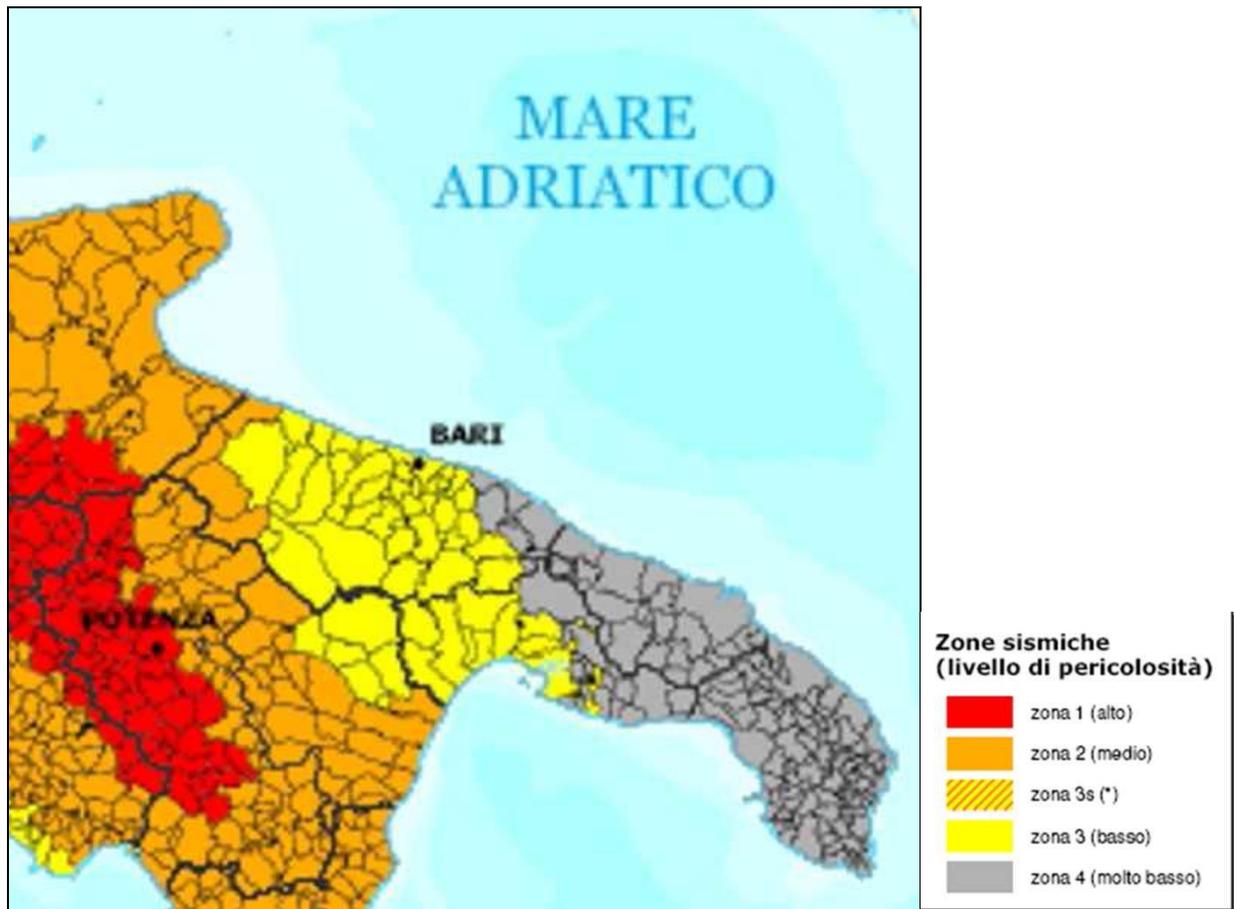


Fig. 21 – classificazione sismica dell'area ai sensi dell'O.P.C.M. n. 3274 del 23 marzo 2003

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si definiscono le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni):

Categoria	Descrizione
<b>A</b>	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
<b>B</b>	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>C</b>	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>D</b>	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina). Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>E</b>	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

### Categorie di sottosuolo

In aggiunta a queste categorie se ne definiscono altre 2, per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs,30 inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < cu,30 < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Categorie aggiuntive di sottosuolo.

*In fase esecutiva, ai fini della determinazione della azione sismica di progetto, saranno condotte specifiche indagini atte a caratterizzare i terreni di fondazione sulla base del parametro sperimentale Vs30 (velocità media delle onde sismiche di taglio entro i 30 m di profondità).*

Ai fini dell'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche, oltre ad adottare il parametro "ag" (accelerazione orizzontale massima) si dovrà tener conto di un fattore S che scaturisce dal profilo stratigrafico del suolo di fondazione.

#### **Spostamento e velocità orizzontale del terreno**

I valori dello spostamento (m) e della velocità (m/s) orizzontali massimi del suolo (dg) e (vg) previsti dall'ordinanza sismica, sono dati dalle seguenti espressioni:

$$d_g = 0,025 \cdot S \cdot T_C \cdot T_D \cdot a_g \quad v_g = 0.16 \cdot S \cdot T_C \cdot a_g$$

dove i valori di S, TC, TD per le categorie di suolo di fondazione sono rappresentati nella Tabella, di seguito riportata:

Categoria di suolo	S	T <sub>C</sub>	T <sub>D</sub>
A	1,00	0,40	2,00
B, C, D	1,25	0,50	2,00
E	1,35	0,80	2,00

Parametri

### **Considerazioni conclusive**

La presente relazione geologica è di supporto al progetto del futuro collegamento AT 150 kV Martina Franca – Noci, tra le Cabine Primarie di Martina Franca e di Noci, di lunghezza complessiva pari a 20,600 km di cui 13,5 km circa in aereo e 7,1 km circa in cavo.

Le indagini condotte permettono di pervenire ad una serie di considerazioni di carattere geologico e tecnico, circa il più idoneo uso del suolo:

- l'area in oggetto è interessata dall'affioramento di litotipi appartenenti alla Formazione del *Calcarea di Altamura*, con spessore di circa 1.000 metri (oltre 3.000 m per il basamento calcareo), costituiti principalmente da calcari biancastri e grigiastri stratificati e variamente carsificati, ricoperti da riporti;
- l'area interessata dall'intervento in progetto si mostra degradante principalmente verso nord est;
- l'intervento in oggetto sarà eseguito in un'area priva di significative circolazioni idriche superficiali.

Con riferimento alle opere da realizzare in progetto non si evidenziano particolari problemi, atteso che:

- le proprietà tecniche delle rocce calcaree, a meno della presenza di sacche di “terra rossa” e/o di “riporti”, si possono considerare sicuramente buone, se non ottime, e costanti nell'ambito dell'affioramento e caratterizzati da ridotta o nulla deformabilità sotto i carichi attesi;
- gli scavi in progetto saranno realizzati seguendo tutte le prescrizioni previste nella normativa relativa alla sicurezza dei cantieri, impiegando normalmente usuali attrezzature.

Da tutte le indagini consultate per l'area di studio si ritiene che non sussistono impedimenti di natura geologica, geomorfologica ed idrogeologica per l'esecuzione delle opere in progetto.

Per quanto detto nei capitoli precedenti è possibile concludere che:

- poiché i terreni sono rappresentati da un ammasso roccioso rigido il valore Vs30 risultata superiore a 800 m/s, imponendo l'attribuzione del suolo di fondazione, alla **CATEGORIA “A”**: *Ammassi rocciosi o materiali molto rigidi*;
- le opere in progetto in base alla nuova classificazione sismica ricadono parte in zona 3 e parte in zona 4 (da sismicità bassa a molto bassa);
- la morfologia della zona è sub-pianeggiante con lieve pendenza in direzione nord-est, non presenta problematiche legate alla presenza di dissesti gravitativi ed emergenze di natura carsica;

- come riportato nel par. 7.11.3.4.2 del D.M. 14/01/2008 la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti che la profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal piano di campagna, per piano di campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali; nel caso specifico è possibile affermare che la situazione oggetto di studio rientra in questa circostanza per la quale la verifica a liquefazione può essere omessa.
- la distanza rilevante tra il livello della falda idrica e il piano campagna, garantisce la mancanza di interferenza con le fondazioni delle eventuali opere;
- dalle tavole del PAI l'area di intervento è situata al di fuori da zone perimetrale dall'Autorità di Bacino della Puglia quali zone a rischio, zone a pericolosità idrogeologica e zone a pericolosità geomorfologica.

Dal punto di vista morfologico l'area è inserita in un contesto geomorfologico costituito da un paesaggio ad assetto pressoché tabulare, modellato da una serie di solchi erosivi, caratterizzati da un regime idraulico di tipo torrentizio, con prolungati periodi di magra o di secca, interrotti da improvvisi ed a volte violenti eventi di piena corrispondenti o immediatamente successivi agli eventi meteorici più intensi.

Si fa osservare che, data la presenza in superficie di rocce calcaree stratificate e variamente carsificate e la conformazione morfologica del sito, l'area in esame è priva di corpi idrici superficiali e che le acque di precipitazione meteorica sono assorbite dai terreni presenti nella zona, e si può ritenere che l'intervento in oggetto non recherà alcun pregiudizio di tipo idrogeologico né tanto meno turberà il normale deflusso delle acque sotterranee.

Da quanto sopra lo scrivente ritiene che le opere di fondazione eventualmente previste, preferibilmente del tipo superficiale, interesseranno rocce calcaree, dotate di buone caratteristiche geotecniche e di permeabilità.

La scelta ed il dimensionamento delle opere di fondazione da adottare per la realizzazione delle opere in progetto, dovranno essere effettuate in sede di progettazione esecutiva, solo dopo aver effettuato una campagna di indagini geognostiche (dirette e/o indirette) in situ per ogni singola opera.

In fase di progettazione esecutiva si rende necessario approfondire il presente studio geologico con un adeguato piano d'investigazione costituito da:

1. Sondaggi meccanici a carotaggio continuo da cui si evidenzierà la successione litologica; durante i sondaggi sarà opportuno prelevare dei campioni significativi dei terreni incontrati da analizzare tramite prove geotecniche di laboratorio; nel caso durante le perforazioni si individuasse presenza di acqua si dovranno posizionare dei piezometri ed eseguire

accertamenti idraulici in foro; in ogni sondaggio poi verranno effettuate delle prove sismiche in foro (down hole) per determinare le Vs30.

2. Analisi e prove geotecniche di laboratorio sui campioni prelevati.

Formano parte integrante della presente relazione le seguenti cartografie tematiche:

1. carta geologica;
2. carta della pericolosità frana e idraulica.

Del che è relazione.

San Giorgio del Sannio, dicembre 2017

Geologo Nicola Piacquadio

Geologo Giuseppe Abagnale

