

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO
NEL MARE ADRIATICO MERIDIONALE - BARIUM BAY
74 WTG – 1.110 MW

PROGETTO DEFINITIVO - SIA

Progettazione e SIA



Indagini ambientali e studi specialistici



Studio misure di mitigazione e compensazione



supervisione scientifica



1. ELABORATI GENERALI

R.1.3.1 Relazione geologica onshore

REV.	DATA	DESCRIZIONE
01	05/23	int volon



INDICE

1	PREMESSA.....	2
2	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	4
	2.1 L'AREA DI PROGETTO	5
3	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	7
4	ASSETTO GEOLOGICO DEL TERRITORIO	8
	4.1 STORIA GEOLOGICA DEL TERRITORIO	10
	4.2 ASPETTI LITOLOGICI E LITOSTRATIGRAFICI	13
	4.2.1 <i>Calccare di Bari</i>	16
	4.2.2 <i>Calcarenite di Gravina</i>	19
	4.2.3 <i>Argille subappennine</i>	21
	4.2.4 <i>Depositi marini terrazzati</i>	22
	4.2.5 <i>Depositi alluvionali recenti</i>	26
	4.2.6 <i>Depositi antropici</i>	26
	4.3 LINEAMENTI TETTONICI	28
	4.4 ASSETTO GEOMORFOLOGICO	29
	4.5 FORME ED ELEMENTI LEGATI ALL'ASSETTO GEOMORFOLOGICO	30
	4.5.1 <i>Orli di scarpata delimitanti forme semi-spianate</i>	30
	4.5.2 <i>Le ripe di erosione e i cigli di sponda</i>	30
	4.5.3 <i>Cave, miniere e discariche</i>	31
	4.5.4 <i>I bacini idrici</i>	32
	4.6 ASSETTO IDRAULICO	35
	4.6.1 <i>Forme ed elementi legati all'idrografia superficiale</i>	35
	4.6.2 <i>La lama del Canale Ciappetta-Camaggio (o Canale Camaggi)</i>	35
	4.7 ASSETTO IDROGEOLOGICO	38
	4.7.1 <i>Permeabilità dei litotipi affioranti nell'area di studio</i>	38
	4.7.2 <i>Acquifero carsico e fessurato della Murgia</i>	40
	4.7.3 <i>Acquifero superficiale dell'area di Barletta</i>	41
5	PERICOLOSITA' IDROGEOMORFOLOGICA	45
6	PERICOLOSITA' SISMICA.....	50
7	INDAGINI GEOGNOSTICHE EFFETTUATE.....	59
8	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	61
9	CONCLUSIONI.....	63
10	BIBLIOGRAFIA CONSULTATA.....	64

1 PREMESSA

La presente relazione geologica riguarda le opere a terra (on-shore) del **Parco eolico offshore nel mare Adriatico meridionale – Barium Bay**, e descrive le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dei terreni che saranno interessati, nello specifico, dai tracciati dei cavidotti e degli elettrodotti di trasporto dell'energia, del punto di approdo e della sottostazione elettrica di smistamento a terra.

Finalità della presente relazione è fornire gli elementi di fattibilità delle opere a terra riguardo al particolare contesto geologico territoriale, valutando nello specifico i rischi idro-geomorfologici, idraulici e sismici.

Nello specifico si rammenta, come meglio descritto in seguito, che le opere a terra previste interesseranno i territori comunali di **Barletta** e **Andria** che risultano classificati in **zone sismiche rispettivamente n.2 e n.3** ai sensi della D.G.R. n°153 del 02/03/2004, emanata in attuazione della OPCM 3274/2003.

Per fornire la fattibilità geologica, idro-geomorfologica e sismica delle opere in progetto si è fatto riferimento al complesso degli studi geologici, alle indagini e ai rilievi di dettaglio di tipo geotecnico, idrogeologico e sismico svolti per la redazione dei Piani Urbanistici Generali (PUG) delle città di Barletta e Andria, ovvero di tutti i Contenuti di conoscenza prodotti per la redazione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP9) della Provincia BAT, approvato con Deliberazione del Consiglio Provinciale n. 11 del 15 giugno 2015, pubblicata su BURP nr. 101 del 16 luglio 2015.

In particolare, la presente relazione fa riferimento ai seguenti **documenti e banche dati**:

- “Relazione Geologica” con cartografie tematiche redatta dal Dott. Geol. Alfredo De Giovanni a corredo del Documento Programmatico Preliminare del PUG di Barletta approvato con la delibera n. 71 del Consiglio comunale del 23 settembre 2019;
- “I. Caratteri del sistema ambientale del territorio provinciale – La Componente abiotica naturale” - Schema del PTCP redatta dal Dott. Geol. Alfredo De Giovanni;
- Banca Dati Geologica dell’Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale (ISPRA);
- Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo relative alla L.464/84 (ISPRA);
- Banca dati nazionale dei Sink-hole (ISPRA);
- Banca dati geofisica (ISPRA);
- Banca dati geositi (ISPRA);
- Desernet2 (ISPRA);
- CARG – Cartografia Geologica (ISPRA);
- Carta litologica (ISPRA);
- EEE Catalogue – Catalogo degli effetti geologici dei terremoti (ISPRA);
- IFFI - Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (ISPRA e Regioni e Province Autonome);
- ITHACA - ITaly HAZard from CApable faults – Strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali, con particolare riguardo alle faglie capaci (ISPRA);
- RENDIS (ISPRA);
- Sondaggi profondi (ISPRA);
- Carta idrogeomorfologica della Regione Puglia (AdB-Puglia);
- Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia;
- Piano Regionale delle Coste (Regione Puglia);

- Progetto “Tiziano” di monitoraggio della Regione Puglia;
- PAI – Autorità di Bacino della Puglia;
- PAI – Autorità di Bacino della Basilicata;
- Inventario dei fenomeni di instabilità della Puglia (AdB-Puglia);
- AVI - Progetto Censimento delle Aree Italiane storicamente Vulnerate da calamità geologiche ed idrauliche (Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del Consiglio Nazionale delle Ricerche - GNDCI-CNR);
- Banca dati cavità artificiali (AdB-Puglia e Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del Consiglio Nazionale delle Ricerche - GNDCI-CNR);
- Inventario grotte della Puglia (Catasto Regionale delle Grotte e delle Aree Carsiche della Regione Puglia a cura della Federazione Speleologica Pugliese e AdB-Puglia).

La presente relazione si è avvalsa, altresì, della consultazione della cartografia tematica del PTCP della BAT:

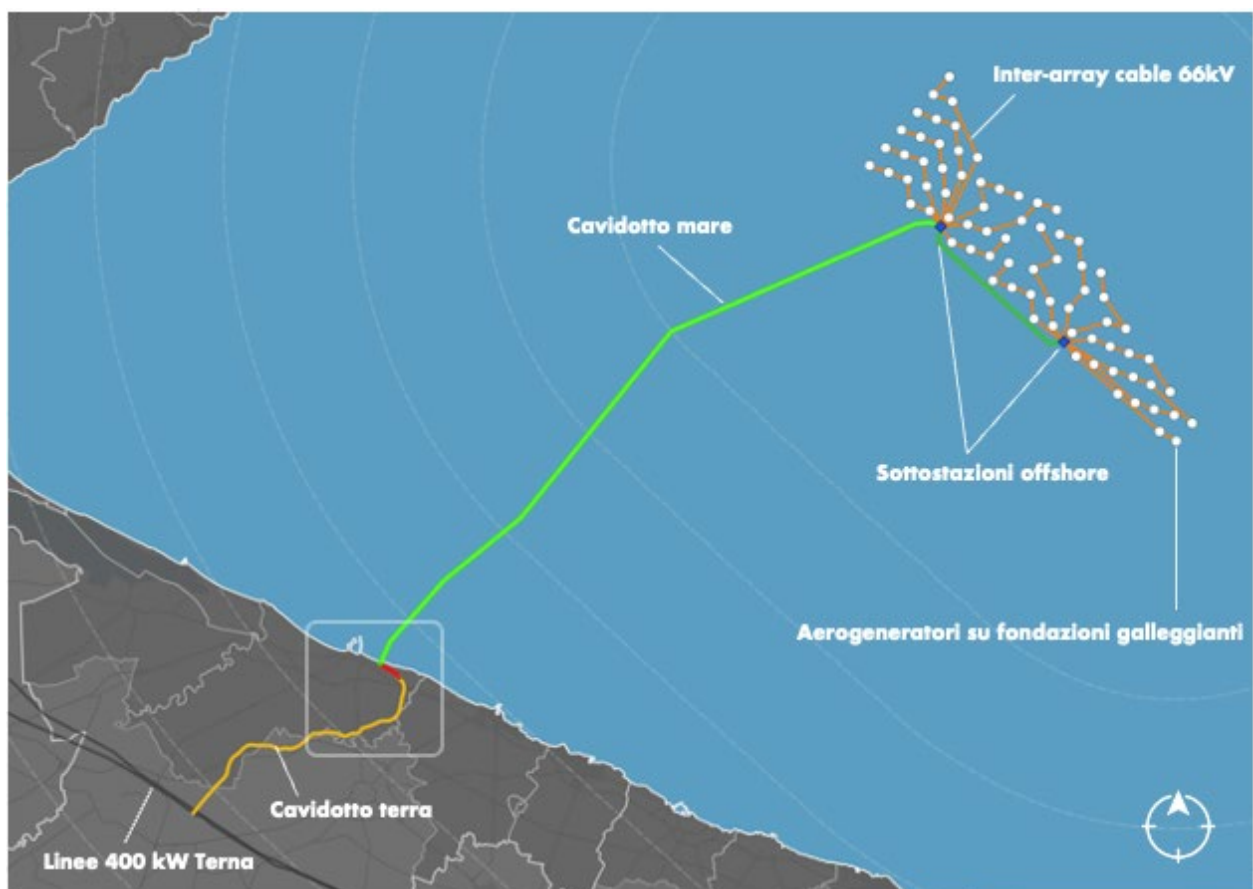
- TAV. I.1.1 - Carta geologica (n.7 fogli in scala 1:25.000);
- TAV. I.1.2 - Carta idrogeomorfologica (n.7 fogli in scala 1:25.000);
- TAV. I.1.3 - Carta idrogeologica (n.7 fogli in scala 1:25.000);
- TAV. I.4 - Carta del Rischio e della Pianificazione vigente (n.7 fogli in scala 1:25.000);
- TAV. I.5.1 - Carta della Pericolosità idrogeomorfologica (n.7 fogli in scala 1:25.000);

2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Scopo del progetto è la realizzazione di un “**Parco Eolico**” per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica e l’immissione dell’energia prodotta, attraverso un’opportuna la costruzione delle infrastrutture di rete, sulla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

I principali componenti dell’impianto sono:

- **74 generatori eolici** della potenza unitaria di 15.0 MW, per una **potenza complessiva di 1.110 MW**, installati su torri tubolari in acciaio e le relative fondazioni flottanti suddivisi in 8 sottocampi.
- **Linee elettriche in cavo sottomarino di collegamento tra gli aerogeneratori:** gli aerogeneratori, di potenza unitaria pari a 15 MW, saranno collegati in entra-esce e raccolti in 16 gruppi, dall’ultimo aerogeneratore di ogni gruppo partono le linee di raccolta a tensione di 66 kV che si atterranno sul quadro a 66 kV nella Stazione Elettrica (SE) Off-Shore più prossima.
- **2 Stazioni Elettriche Off-Shore (66/380 kV) (SE)**, ovvero tutte le apparecchiature elettriche (interruttori, sezionatori, TA, TV, ecc.) necessari a raccogliere l’energia prodotta nei sottocampi eoliche elevandone la tensione da 66 kV a 380 kV. Queste sono collegate mediante un elettrodotto marino costituito da un singolo cavo tripolare a 380 kV e lungo circa 14 km
- **Elettrodotto di connessione in HVAC**, formato da un primo tratto in cavi marini a 380 kV per una lunghezza di circa 57 km e da un secondo tratto di cavidotto interrato a 380 kV, per una lunghezza di circa 2 km, posato dopo la transizione da marino a terrestre nel punto d’approdo, ubicato a Sud di Barletta, in corrispondenza dell’area industriale.



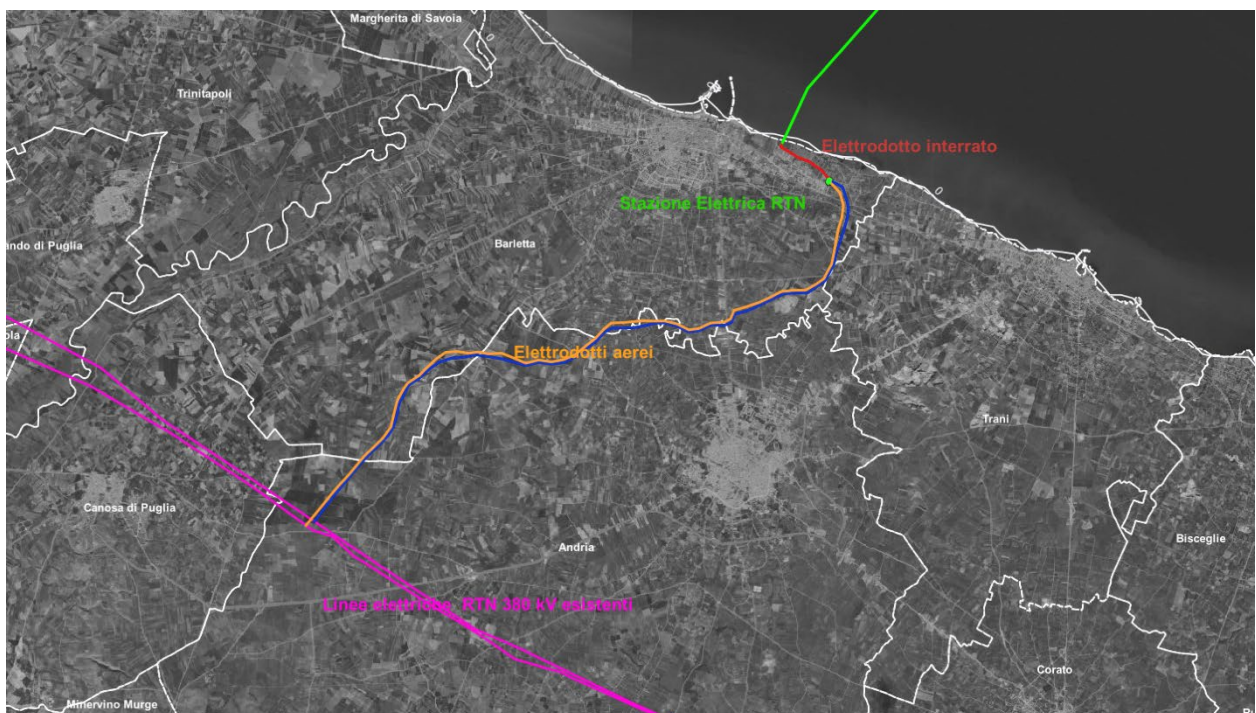
Inquadramento dell’area interessata dall’impianto eolico proposto

Per quanto riguarda la localizzazione delle opere a terra, queste sono strettamente connesse alla necessita di collegare l'impianto eolico offshore alla rete di trasmissione nazionale gestita da TERNA spa. La soluzione tecnica di connessione indicata da TERNA con preventivo di connessione Codice Pratica: 202102517 prevede che l'impianto venga collegato in doppia antenna a 380 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 380 kV "Andria – Brindisi Sud" previa realizzazione:

- dei raccordi a 380 kV della futura Stazione Elettrica all'elettrodotto RTN 380 kV "Foggia – Palo del Colle";
- dei seguenti interventi previsti dal Piano di Sviluppo Terna:
 - elettrodotto 380 kV Foggia – Larino – Gissi (cod. 402-P);
 - elettrodotto 380 kV Brindisi Sud – Andria (cod.512-S);
 - elettrodotto 380 kV Aliano – Montecorvino (cod. 546-P);
 - elettrodotto 380 kV Montecorvino – Benevento (cod. 506-P);
 - elettrodotto 380 kV area Nord Benevento (553-N).

In tali ipotesi le **opere a terra** constano di:

- **vasca giunti** prossima al punto di approdo per consentire il passaggio da cavo sottomarino a cavo per posa interrata.
- **elettrodotto a 380 kV interrato** su strada pubblica per una lunghezza di circa 2 km
- **stazione elettrica RTN di smistamento**, a servizio di altri impianti offshore, ubicata nell'area industriale di Barletta, realizzata mediante esecuzione in GIS.
- **2 elettrodotti aerei in doppia terna**, per una lunghezza di circa 23 km, da collegare in entra-esce alle due linee RTN a 380 kV sopra citate "Andria – Brindisi Sud" e Foggia – Palo del Colle".



Localizzazione opere a terra

2.1 L'AREA DI PROGETTO

Il progetto di Parco Eolico prevede la realizzazione di 74 aerogeneratori posizionati a mare al largo della costa compresa tra Barletta e Bari, ad una distanza minima dalla costa compresa pari a 40 km. Rispetto all'area di impianto gli abitati più vicini lungo la costa sono:

– Vieste (FG)	55 km;
– Mattinata (FG)	60 km;
– Monta Sant’Angelo (FG)	68 km;
– Manfredonia (FG)	71,5 km;
– Zaponeta (FG)	71,5 km;
– Margherita di Savoia (BAT)	60 km;
– Barletta (BAT)	55 km;
– Trani (BAT)	50 km;
– Bisceglie (BAT)	48 km;
– Molfetta (BA)	46,7 km;
– Giovinazzo (BA)	43,2 km;
– Bari S. Spirito	41 km;
– Bari	39 km;
– Mola di Bari	44 km;
– Polignano a mare	53 km;
– Monopoli	60 km



L'area d'intervento per le opere a mare è pertanto posta ad una distanza dalla costa minima di 39 km superiore ai 4 km indicati come soglia minima nelle Linee guida sulla progettazione e localizzazione di impianti di energia rinnovabile del PPTR della Regione Puglia.

Si è scelto di individuare un'area posta ben oltre il limite delle acque territoriali, dunque molto distante dalla costa in modo da ridurre gli impatti ambientali e paesaggistici e l'interferenza con le attività antropiche. Il trasporto degli aerogeneratori nell'area di installazione avverrà con l'ausilio di navi dedicate appositamente realizzate per l'installazione di aerogeneratori offshore, a tal proposito appare strategica la vicinanza con il porto di Bari che fungerà da porto base anche per gli interventi di manutenzione in fase di esercizio.

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il territorio interessato dalle opere a terra del Parco Eolico Barium Bay si situa per lo più nell'agro di Barletta e ai confini tra questo e l'agro di Andria. Il territorio di Barletta, in particolare si affaccia sul mare Adriatico a sud-est del golfo di Manfredonia, di fronte al promontorio del Gargano, nell'area costiera in cui il litorale roccioso della "Terra di Bari" muta le sue caratteristiche giungendo alle sabbie della foce del Fiume Ofanto. Quest'ultimo delimita a nord-ovest il territorio in esame che, dal punto di vista geografico, storico e paesaggistico, risulta a cavallo di due ben distinti domini territoriali: quello della Valle dell'Ofanto a nord-ovest e quello della Terra di Bari a sud-est (rispettivamente individuati dal PPTR negli Ambiti 4/Ofanto e 5/Puglia centrale).

Si tratta di una "terra di mezzo", se si considerano i domini paleo-geografici e strutturali entro cui Barletta si colloca con la presenza dei due corsi d'acqua che delimitano il territorio comunale: l'Ofanto a occidente e la "lama" del Canale Ciappetta-Camaggio a levante.

Tra i due corsi d'acqua, è sicuramente il Fiume Ofanto ad avere avuto l'influenza fondamentale sulla millenaria storia delle genti di questo territorio, segnando il passaggio dalla Murgia carsica, sulla riva destra, alla vasta e fertile piana del Tavoliere delle Puglie, su quella sinistra. In particolare, la città sorge sulla costa, a 5 km a sud-est dalla foce dell'Ofanto ed è ubicata sugli ultimi terrazzi o pianori morfologici posti ai piedi dei rilievi delle Murge occidentali, con quote che variano dai 10 ai 30 metri sul livello del mare, mentre l'intero territorio comunale risulta compreso tra 0 e 158 metri sul livello del mare.

Dal punto di vista morfologico, il territorio di progetto è caratterizzato da un'altimetria discendente dall'entroterra verso il mare e presenta un rilevante salto di quota giusto al confine tra l'agro di Barletta e quello di Andria a ridosso delle antiche mura cittadine di Barletta, dove l'ex area intra-moenia è posta a un livello superiore, che varia dai cinque ai sette metri, rispetto a quella sottostante, caratterizzata progressivamente verso il mare da arenili, litoranea e spiaggia.

Il sottosuolo dell'area di progetto è quello tipico della costa pugliese, caratterizzato geologicamente dalla presenza di calcari, calcareniti, sabbie, limi e argille.

Le trasformazioni antropiche del suolo avvenute nel corso dei secoli hanno visto il territorio modificare il suo paesaggio agricolo. Analizzandone, infatti, la storia della flora è possibile notare cambiamenti sostanziali dal XIX secolo al XXI secolo. L'area protesa verso Canosa, calcarenitica, precedentemente adibita a prato per il pascolo, a vigneti e ad alberi da frutta, oggi denota la totale scomparsa del verde a pascolo a vantaggio di vigneti e oliveti. Stessa sorte è toccata alla zona verso Canne che non mostra più cerealicoltura e vegetazione spontanea, tipica anche delle sponde dell'Ofanto, caratterizzate da un terreno argilloso, ma vigneti e oliveti, resi possibili nel caso delle rive fluviali con la costruzione di argini che hanno permesso di evitare i danni delle forti inondazioni avvenute fino al XIX secolo.

Il territorio verso Trani, in precedenza paludoso in località Belvedere-Ariscianne, è stato bonificato, ma quest'opera ha indotto allo stesso tempo una spontanea scomparsa delle specie fino ad allora presenti nei pressi delle acque stagnanti. La zona compresa tra Barletta ed Andria non mostra invece segni di sostanziali modifiche, mantenendo la sua tipica vegetazione ricca di oliveti.

4 ASSETTO GEOLOGICO DEL TERRITORIO

Negli ultimi vent'anni, l'area in esame è stata oggetto di diversi studi che hanno evidenziato la complessità e la variabilità delle caratteristiche geologiche della zona rispetto a quanto illustrato nel Foglio n°176 "BARLETTA" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 pubblicato nel 1971 (Caldara M. et al., 1996 e 2005; Lattanzio M. et al., 1992, Caldara M. & Pennetta L., 1993; Salvemini A., 1984),

L'area in oggetto, difatti, può considerarsi una zona di transizione fra due importanti domini paleogeografici e strutturali: quello dell'Avampaese Apulo (Piattaforma carbonatica Apula p.p.) a SE e quello dell'Avanfossa appenninica (Avanfossa Bradanica s.s.) a NO e SO. Per tali ragioni l'area in esame è stata interessata da sedimentazione sia terrigena che carbonatica con movimenti tettonici recenti (Olocene) fino a poco tempo fa del tutto sconosciuti (Caldara M. et al., 1996 e 2005).

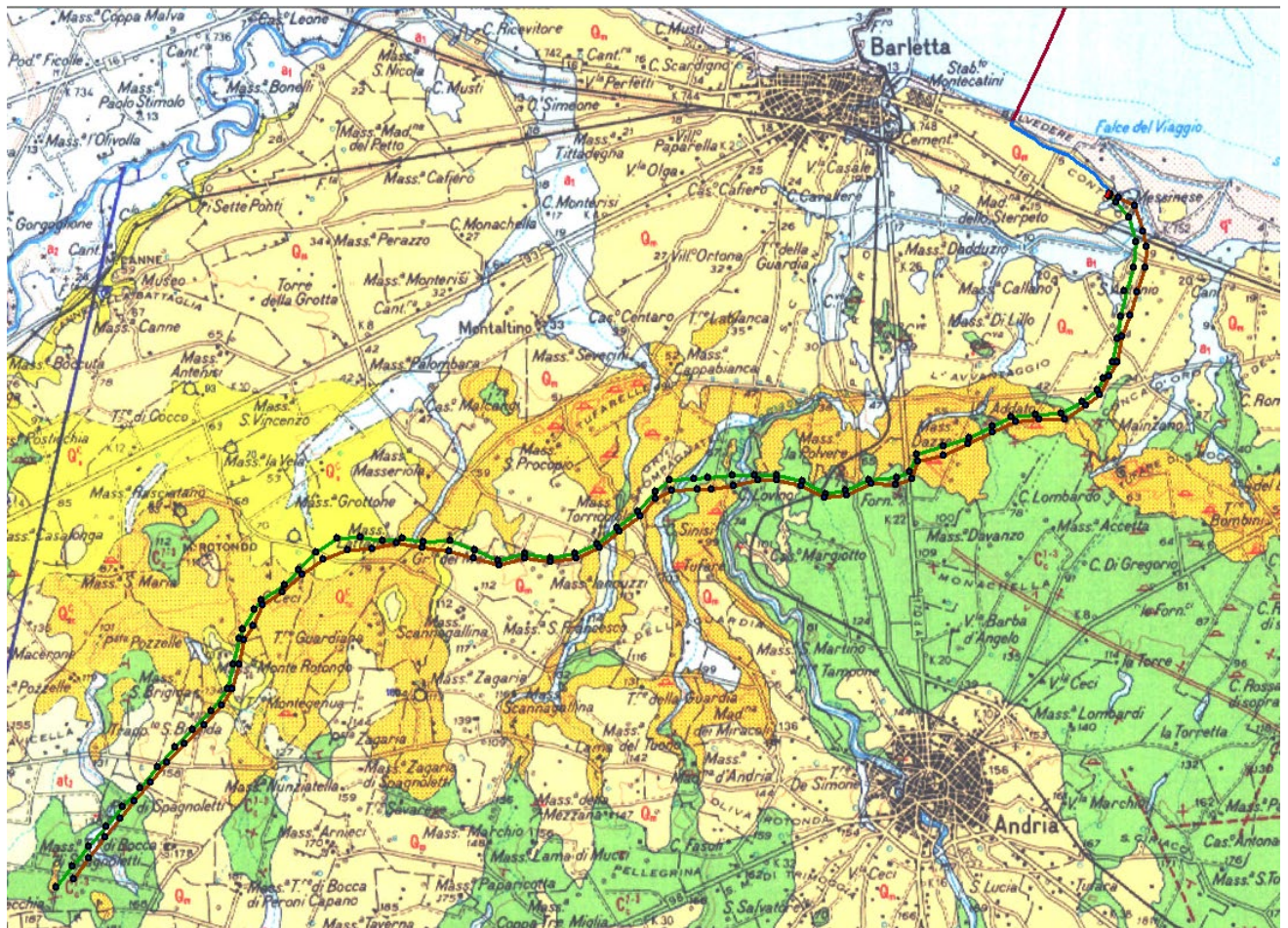


Fig.1 – Opere a terra di progetto riportate nello stralcio dalla Carta Geologica d'Italia – F°176 "Barletta"

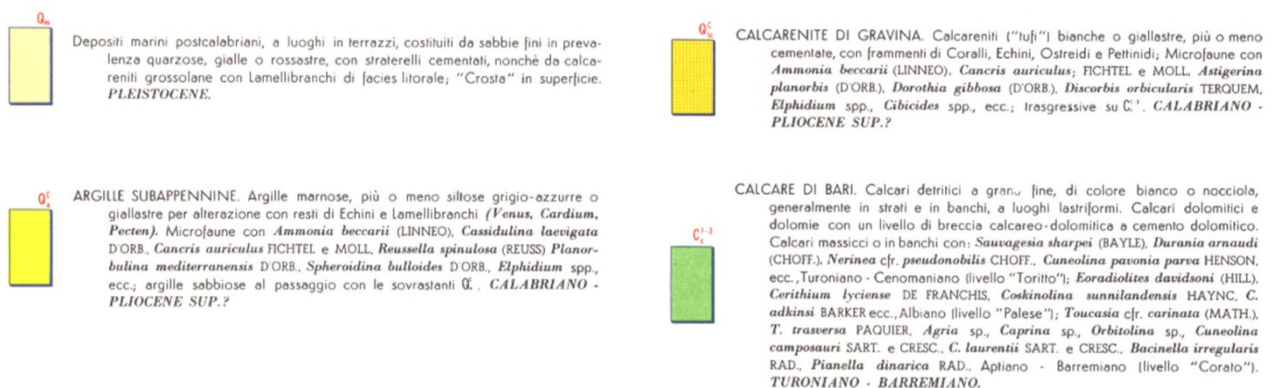
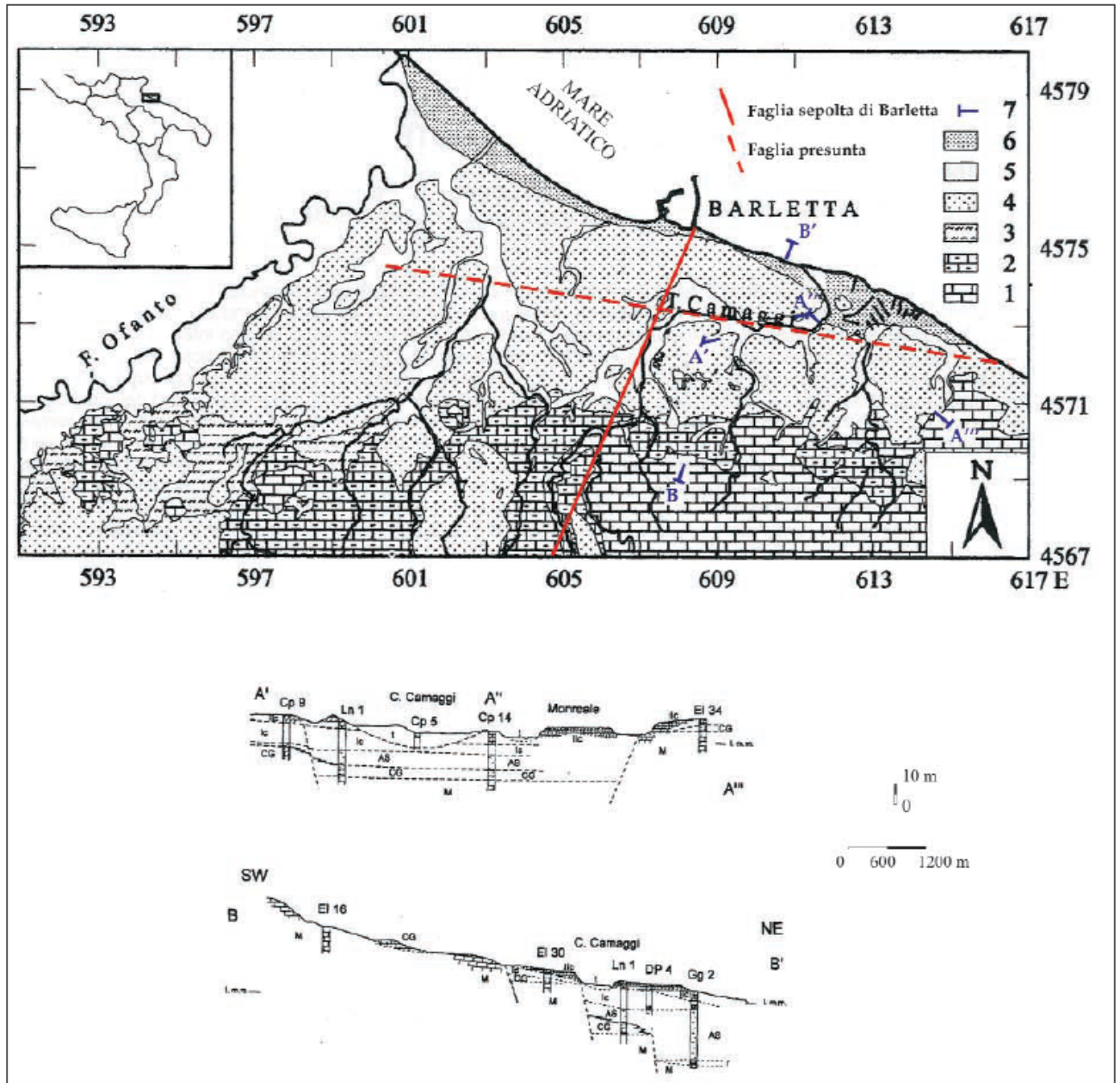


Fig.1A – Sezione geologica I della Carta Carta Geologica d'Italia – F°176 “Barletta”



A) Carta geologica schematica dell'entroterra di Barletta. Legenda: 1) Substrato mesozoico; 2) "Calcarenite di Gravina"; 3) "Argille subappennine"; 4) Depositi marini terrazzati; 5) Depositi alluvionali recenti; 6) Sabbie delle spiagge attuali; 7) tracce delle sezioni geologiche; 8) faglie principali. B) Sezioni geologiche A-A' parallela alla costa e B-B' ad essa perpendicolare. Legenda: M=substrato mesozoico; r=terre rosse residuali; CG = "Calcarenite di Gravina"; AS = "Argille subappennine"; Ic = I° ciclo postbradano; IIc = II° ciclo postbradano; t= depositi alluvionali (da Caldara M. *et al.*, 1996 – modificata)

Fig.1B – Carta geologica e sezioni del territorio di progetto tratta dalla pubblicazione: DE GIOVANNI A. (2007) – *Tra geologia e archeologia: Barletta, il "mistero" di Ariscianne* – Geologi e Territorio, Periodico di Scienze della Terra dell'Ordine dei Geologi della Puglia, n.2-2007, pp. 3-29 – Biblioteca comunale di Barletta "S. Loffredo".

4.1 STORIA GEOLOGICA DEL TERRITORIO

La storia geologica del territorio di progetto coincide con quella del segmento crostale pugliese che costituisce il più esteso tratto affiorante dell'avampaese appenninico-dinarico (Avampaese adriatico). Nel Paleozoico superiore (circa 260 Milioni di anni fa) questo territorio costituiva un tratto del margine settentrionale (Promontorio Africano, Placca Apula) del Paleocontinente africano, in lento sprofondamento (subsidenza passiva) per tutto il successivo Mesozoico. Le principali tappe evolutive, paleogeografiche e tettoniche, possono essere inquadrare nel contesto dei complessi e differenziati processi geologici che, secondo la “*Teoria della tettonica delle Placche*”, avrebbero contraddistinto l’evoluzione dell’area mediterranea, in particolare a riguardo della genesi della Penisola italiana. In tempi e in luoghi differenti, il settore crostale sul quale è stato edificato il territorio pugliese, oltre ad occupare posizioni geografiche diverse, fu interessato da differenti processi geodinamici, responsabili di ben distinti eventi paleogeografico-strutturali.

È possibile individuare nel Trias superiore (circa 230 Milioni di anni fa) il periodo in cui cominciò a impostarsi a margine del Promontorio africano e sul modello attuale delle *Isole Bahamas*, un’estesa piattaforma carbonatica (Piattaforma carbonatica apula), contornata da bacini pelagici e caratterizzata da un’attiva sedimentazione compensata dalla subsidenza che si protrasse sino al Cretaceo. In particolare, durante il Cretaceo superiore e il Paleogene (da 90 a 24 Milioni di anni fa), per effetto di movimenti rotazionali, il Promontorio africano, entrò in collisione con il margine meridionale della Placca eurasiatica. Questo evento segna l’inizio della nascita della catena alpina e il delinarsi del bacino del Mediterraneo e, in concomitanza, dell’ampio inarcamento della Piattaforma carbonatica apula, che cominciò a evolversi progressivamente in una vasta terra emersa corrispondente, in gran parte, all’attuale territorio pugliese.

Durante il Neogene (da 24 a 1,7 milioni di anni fa), il settore crostale pugliese subì gli effetti prodotti dai sistemi orogenici convergenti, rappresentato dalle catene montuose degli Appennini ad ovest e delle Dinaridi ad est, svolgendo il ruolo di avampaese (Avampaese Apulo o Adriatico). In particolare, il progressivo avanzamento dei fronti di questi edifici tettonici (appenninico e dinarico) determinò l’inflessione e il sottoscorrimento (subduzione) degli opposti margine dell’Avampaese Apulo e il conseguente rialzo periferico (peripheral bulge) di tale settore, documentato dall’assetto morfostrutturale di pilastro tettonico (horst) della parte centrale dei rilievi delle Murge. Per effetto della flessione crostale, tra gli opposti fronti delle catene montuose (in convergente avanzamento) e l’avampaese (in arretramento e concomitante sollevamento), si individuarono una serie di vaste depressioni (bacini di avanfossa), i cui prodotti sedimentari vennero progressivamente deformati e incorporati nelle stesse catene orogeniche. È verso la fine di questa fase che comincia a impostarsi la valle del fiume Ofanto, lungo una lineazione tettonica (faglia) ad andamento SO-NE, che rappresenta un ramo dell’Avanfossa Bradanica e che ha ribassato verso ovest, a gradinata, i rilievi murgiani.

La tappa finale dell’evoluzione geodinamica del territorio pugliese e di quello di progetto è tuttora in atto; cominciata nel Pleistocene medio (circa 0,78 milioni di anni fa), è stata contrassegnata da un discontinuo e disuniforme sollevamento dell’intero sistema catena-avanfossa-avampaese che ha portato alla dislocazione del basamento carbonatico secondo ampi ripiani digradanti verso l’Adriatico e l’area ofantina e, quindi, al progressivo ritiro del mare verso l’attuale linea di costa, documentato dal vistoso modellamento a terrazzi dei versanti costieri, legato anche alle oscillazioni glacio-eustatiche del livello marino.

In particolare, come si dettaglierà meglio nel paragrafo successivo dedicato alla litostratigrafia, la storia geologica recente di questo territorio (ultimi 2,58 milioni di anni) può essere schematizzata secondo le seguenti tappe:

- al di sopra del basamento carbonatico cretacico si depositano unicamente i termini trasgressivi del ciclo della Fossa Bradanica, rappresentati dalla “Calcarenite di Gravina” e dalle “Argille subappennine” (Pleistocene inferiore – da 2,58 a 1,8 milioni di anni fa);

- si verifica una fase tettonica sinsedimentaria alla deposizione delle “Argille subappennine”, che porta al sollevamento della parte più interna delle Murge e alla creazione della fossa (graben) dell’Ofanto, con formazione nel basamento carbonatico di una serie di ripiani degradanti verso l’area ofantina e verso la linea di costa adriatica (Pleistocene inferiore - da 1,8 a 0,78 milioni di anni fa);
- segue un’intensa fase di erosione e di stasi del livello del mare, documentata dalle superfici sub-pianeggianti visibili al tetto della “Calcarenite di Gravina” e delle “Argille subappennine”;
- al di sopra delle “Argille subappennine” si sedimenta il I ciclo postbradanico dei “Depositi marini terrazzati” individuato da livelli “panchina” o ghiaie basali, passanti verso l’alto ad argille infralitorali, sormontati da sabbie rossastre; nelle zone più esterne si sedimentano depositi di transizione tra ambiente marino e continentale, esclusivamente carbonatici, da lagunari a palustri (Pleistocene medio - da 780.000 a 126.000 anni fa circa);
- nello stesso periodo, oscillazioni negative del livello del mare vengono marcate da un’intensa attività erosiva ad opera di alcuni corsi d’acqua effimeri (lame), di provenienza murgiana, che intaccano i depositi del I ciclo postbradanico (Pleistocene medio - da 780.000 a 126.000 anni fa circa);
- al di sopra del I ciclo postbradanico si sedimenta il II ciclo dei “Depositi marini terrazzati” dominato da litotipi carbonatici, da lagunari a palustri (denominati localmente *taddone* e *carparo*), frammisti lateralmente (eteropici) ad argille organiche e sabbie limose sempre lagunari, passanti verso mare a depositi più schiettamente marini (Pleistocene superiore - da 126.000 a 100.000 anni fa circa);
- tra lievi oscillazioni positive e negative del livello del mare, al di sopra del II ciclo postbradanico si sedimenta il III ciclo dei “Depositi marini terrazzati”, visibile limitatamente all’area di Ponente di Barletta (falesia costiera del cimitero comunale e in località San Lazzaro), rappresentato da sabbie di ambiente marino (barre litorali) passanti gradualmente, verso l’alto, a sabbie rossastre limose continentali (Pleistocene superiore - da 100.000 a 80.000 anni fa circa).
- una nuova fase erosiva, collegata con un basso del livello del mare (forse l’acme della glaciazione wurmiana), porta a una nuova ripresa dell’erosione dei “Depositi marini terrazzati”; intorno a 18.000 anni fa il livello del mare raggiunge una quota prossima a -120 m circa rispetto al livello attuale e l’ambiente di Barletta diventa quello tipico di una vasta piana costiera, bordata da lagune, stagni e cordoni dunari verso mare (Pleistocene superiore - da 80.000 a 18.000 anni fa);
- dalla fine dell’ultima glaciazione (Wurm IV) il livello del mare comincia a risalire rapidamente (trasgressione Flandriana o Versiliana) sommergendo la piana costiera, le lagune e le barre litorali, per assestarsi, infine, al livello attuale; in questo periodo, fenomeni tettonici costringono il torrente Camaggio ad assumere, nel suo tratto terminale, un andamento parallelo alla costa e la foce dell’Ofanto a ruotare verso NO (Olocene – da 11.700 anni fa ad oggi).

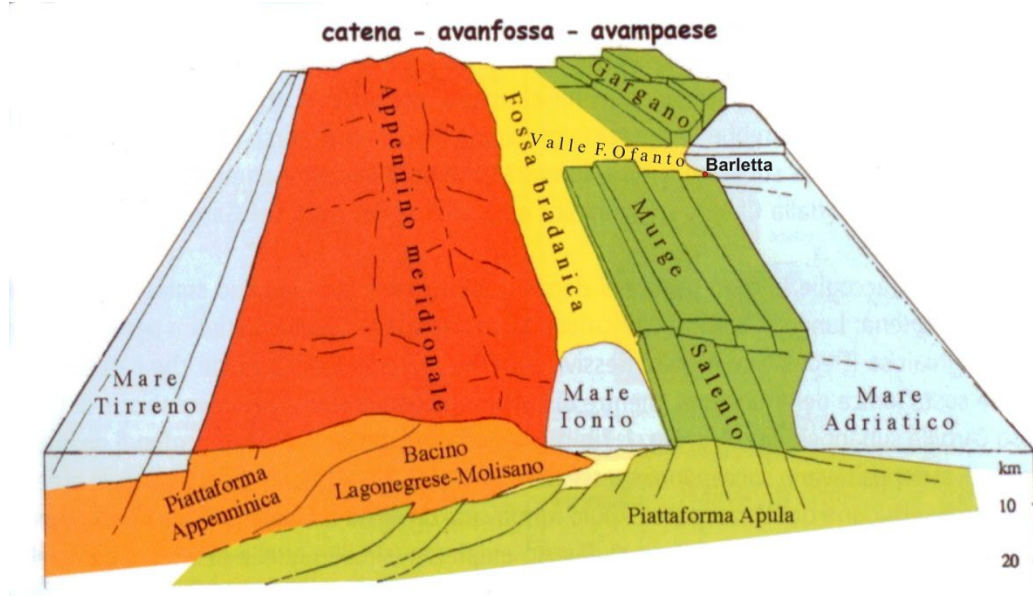


Fig. 2 – Schema geologico tridimensionale dell'Italia meridionale (da Funicello et al., 1991, modificato).

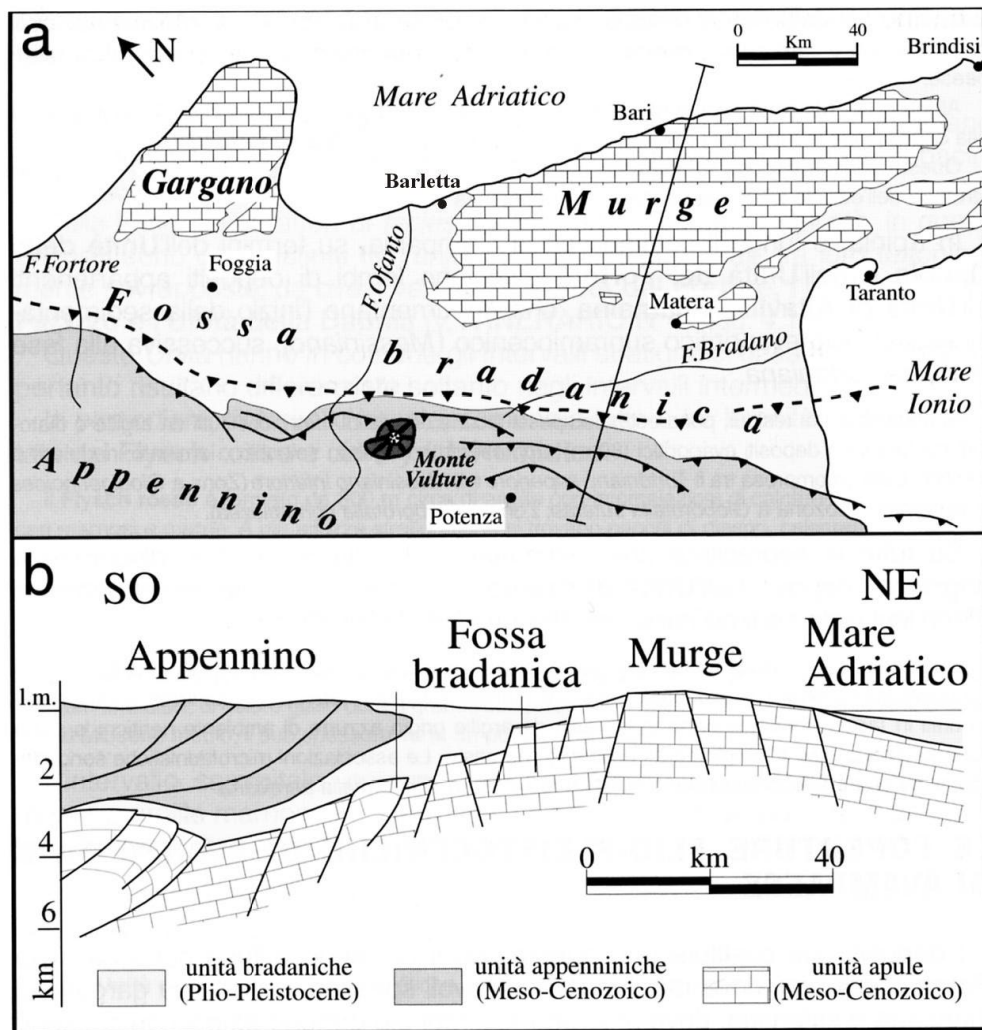


Fig. 3 – a) Carta geologica schematica della Fossa Bradanica e delle aree limitrofe; b) Sezione schematica orientata in senso trasversale allo sviluppo della Fossa Bradanica. (da Società Geologica Italiana - Guide Geologiche Regionali – Puglia e Monte Vulture, 1999 – modificata).

4.2 ASPETTI LITOLOGICI E LITOSTRATIGRAFICI

Sulla base della breve storia geologica appena descritta, nel sottosuolo dell'area in esame è possibile riconoscere dal punto di vista litostratigrafico, sia le unità più antiche della Piattaforma carbonatica apula ("Calcare di Bari" - Cretaceo), che i depositi del primo ciclo trasgressivo della Fossa Bradanica rappresentati dalle "Calcareniti di Gravina" e dalle "Argille Subappennine".

Al di sopra si rinvengono, sia in affioramento che in perforazioni profonde (pozzi idrologici dell'Acquedotto Pugliese, dell'Ente Irrigazione di Bari, del Consorzio di Bonifica Apulo-Lucano, della Cementeria di Barletta, ecc.) sedimenti appartenenti ad almeno 3 cicli sedimentari marini successivi a quello della Fossa Bradanica e individuati dall'unità dei "Depositi marini terrazzati" (Caldara M. et al. 1996); questi rappresentano il risultato combinato dei movimenti tettonici verticali, cominciati all'inizio del Pleistocene Medio e delle oscillazioni glacio-eustatiche del livello marino,

Al di sopra di questi ultimi, infine, si sono sedimentati i depositi recenti e attuali del reticolo idrografico territoriale, rappresentato dal Fiume Ofanto e dai suoi affluenti, ovvero dalle "lame" che dall'altopiano murgiano solcano i pianori epicostieri, come la valle del Canale Camaggio. I depositi più giovani sono costituiti dalle sabbie delle spiagge attuali, deposte dal Fiume Ofanto e dalle correnti marine lungo costa e infine, dai depositi di natura antropica urbani ed extra-urbani.

Per quanto riguarda i tematismi e le simbologie utilizzate nella Carta geologica di riferimento (TAV. I.1.1), gli stessi hanno avuto come sostanziale riferimento la "Carta idrogeomorfologica della Regione Puglia". Questa, redatta dall'Autorità di Bacino della Puglia quale parte integrante del quadro conoscitivo del nuovo Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR), ha ottenuto il parere favorevole in linea tecnica dal Comitato Tecnico dell'ex AdB della Puglia nella seduta del 10/11/2009, al quale ha fatto seguito la presa d'atto del Comitato Istituzionale della stessa AdB nella seduta del 30/11/2009, formalizzata con Delibera n. 48/2009.

In particolare, per quanto riguarda la litostratigrafia e le classi litologiche si è fatto riferimento, con piccole puntuali variazioni, allo studio della "Carta Geo-litologica della Puglia basata sulla elaborazione e sintesi della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000" e relative "Note illustrative", prodotta dal Dipartimento di Geologia e Geofisica dell'Università degli Studi di Bari a seguito di specifica convenzione con l'Autorità di Bacino della Puglia.

La Carta geologica di progetto identifica le seguenti 9 unità (formazioni) litologiche organizzate secondo un criterio litostratigrafico sufficientemente condiviso, dalla più antica alla più recente:

1. Unità del "Calcare di Bari" (Cretaceo – Valanginiano - Turoniano inferiore)
2. Unità della "Calcarenite di Gravina" (Pleistocene inferiore)
3. Unità delle "Argille subappennine" (Pleistocene inferiore)
4. Depositi marini terrazzati (Pleistocene medio-superiore)
5. Depositi alluvionali terrazzati (F. Ofanto – Pleistocene superiore-Olocene)
6. Depositi alluvionali recenti (F. Ofanto ed affluenti, alvei delle "lame" - Olocene)
7. Depositi alluvionali attuali (F. Ofanto - Olocene)
8. Depositi di spiaggia attuali (Olocene)
9. Depositi antropici (terreni di riporto urbani ed extraurbani – Epoca storica)

Nella Fig.4 è riportato lo schema dei rapporti stratigrafici delle varie unità/formazioni affioranti nel territorio di progetto, mentre nella Fig.5 è riportata la stratigrafia di un pozzo del Comune di Barletta realizzato nel 2004 e ubicato nel fossato del Castello a servizio dei giardini pubblici, che ben rappresenta la successione litostratigrafica tipo del territorio e del sottosuolo della città di Barletta.

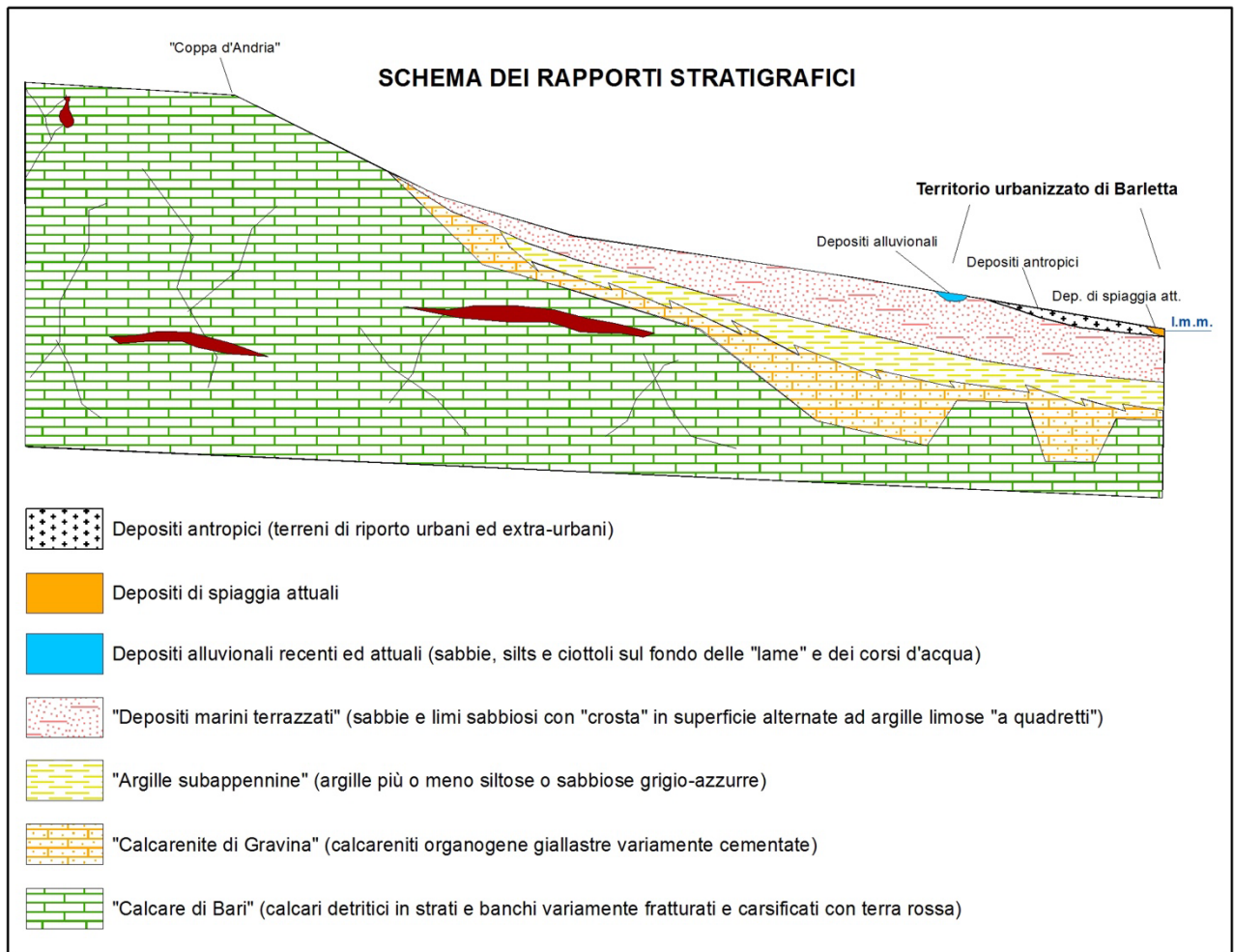
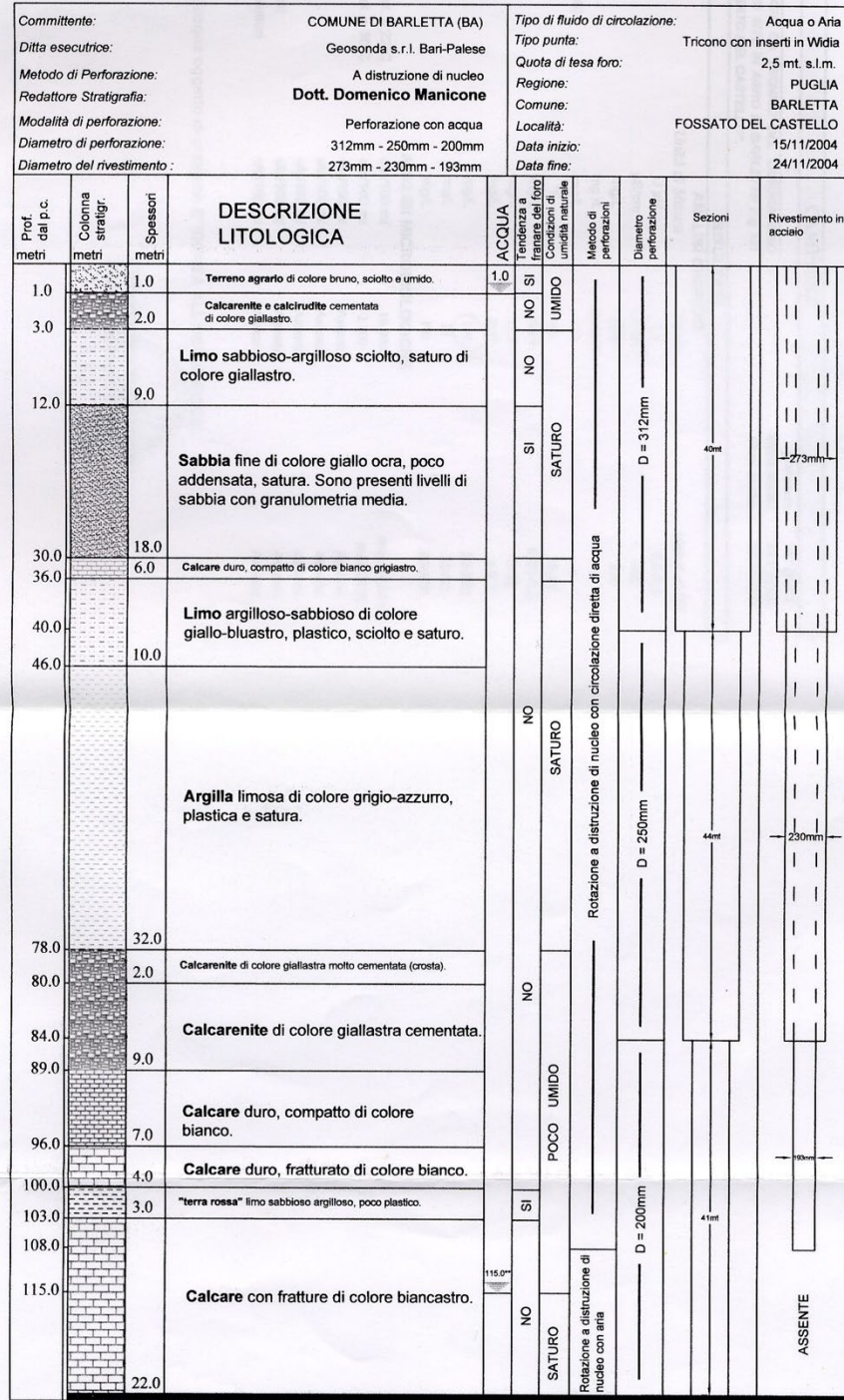


Fig. 4- Schema dei rapporti stratigrafici delle principali unità litologiche affioranti nei territori di Barletta e Andria

Stratigrafia del pozzo Barletta attiguo al castello*.



NOTE* : - Stratigrafia non in scala.
 NOTE** : - Profondità di rinvenimento della falda in pressione 115.0 mt, con salienza artesianica fino a + 3.8 mt s.l.m..

Fig.5– Successione tipo del sottosuolo di Barletta (dalla stratigrafia del pozzo a servizio dei giardini pubblici del Castello di Barletta redatta a cura del geol. D.Manicone)

4.2.1 Calcare di Bari

La formazione del “Calcare di Bari” (Valanginiano – Turoniano inf. – Cretaceo), appartenente all’unità del “Gruppo dei calcari delle Murge e del Salento” costituisce il **substrato (bed-rock)** della zona ed è costituita prevalentemente da calcari micritici microfossiliferi, calcari dolomitici e calcareniti in sequenze irregolari o cicliche, ben stratificate. La sezione tipo, per quanto riguarda il “membro dei calcari e dolomie dell’Avvantaggio” avente uno spessore di 55 m, si trova in agro di Barletta in corrispondenza della Cava Petrarò, a margine della S.S.170 dir. per Andria. Detta sezione è caratterizzata da termini calcarei, biomicriti e laminiti criptoalgali, piane o ondulate, rare intercalazioni di calcari oolitici e termini dolomitici.

Questa formazione condiziona i tracciati delle due linee di elettrodo a terra per circa 5,75 km (pari a circa il 25% della lunghezza) e affiora nelle zone al confine tra i territori di Andria e Barletta.

La stratificazione originaria del “Calcare di Bari” è quasi sempre evidente, con banchi di spessore metrico che si alternano non ritmicamente, a straterelli sottili centimetrici denominati chiancarelle. Le direzioni prevalenti degli strati, in agro di Barletta, si raggruppano in due fasce rispettivamente comprese tra $120^{\circ}\div 135^{\circ}$ e $0^{\circ}\div 315^{\circ}$, con immersioni principali verso NE e verso OSO e inclinazione da sub-orizzontale a valori compresi fra $5^{\circ}\div 30^{\circ}$.

La formazione del Calcare di Bari è stata interessata a più riprese e in modo più o meno intenso, da fenomeni carsici che ne hanno a luoghi modificato l’originaria compattezza e omogeneità, a meno degli originari piani di stratificazione sinsedimentari. Difatti, in corrispondenza di fratture e diaclasi, nonché di faglie tettoniche e strutture regionali (anticlinali e sinclinali) l’azione delle acque meteoriche ha potuto espletare un carsismo intenso che ha prodotto forme epigee (vore, inghiottitoi, doline, campi carreggiati, etc.) ed ipogee (cavità, grotte), con trasporto e deposizione di terra rossa come residuo insolubile della dissoluzione carsica. Per tale ragione, gli ammassi rocciosi del “Calcare di Bari” appaiono spesso suddivisi in blocchi, secondo un fitto reticolo di fratture riempite di terra rossa e con presenza di cavità in senso orizzontale e verticale, che costituiscono, talvolta, un’insidia per le fondazioni delle opere di ingegneria civile e che consentono l’esistenza di una vasta falda idrica sotterranea, denominata “falda profonda”.

La formazione del “Calcare di Bari” rappresenta il basamento della Piattaforma carbonatica apula e nel territorio di Barletta affiora con buone esposizioni in corrispondenza delle anticlinali fagliate e carsificate delle località *Petrarò, Case Addato, Lovino, Montaltino e Monte Rasciatano*.

Non si rinvencono forme carsiche epigee importanti in corrispondenza delle opere di progetto, quali doline, grotte naturali, campi carreggiati, a meno di piccole cavità carsiche parzialmente riempite di terra rossa che statisticamente è sempre possibile rinvenire nelle rocce carbonatiche.

Il “Calcare di Bari”, per le sue caratteristiche e le sue varietà risulta ottimo come materiale da costruzione e come pietra ornamentale e, per tale ragione, è oggetto di coltivazione diretta attraverso cave a fossa attive in località *Muridano* (Case Addato) e *Ficaro* (nei pressi della *Masseria Casalunga*) come risulta anche dalla Carta Giacimentologica allegata al PRAE vigente (Piano Regionale Attività Estrattive).

Altre cave in calcare a fossa risultano abbandonate, dismesse o riqualificate all’agricoltura, all’industria o al terziario come quelle in località *Petrarò* (ex cave del Porto) a margine della S.S. 170 dir. A dove sorge, attualmente, il Polo Logistico dell’Autotrasporto.



Foto 1: Formazione del “Calcare di Bari” – Cava in località L'Avvantaggio in prossimità dei tracciati degli elettrodotti di progetto

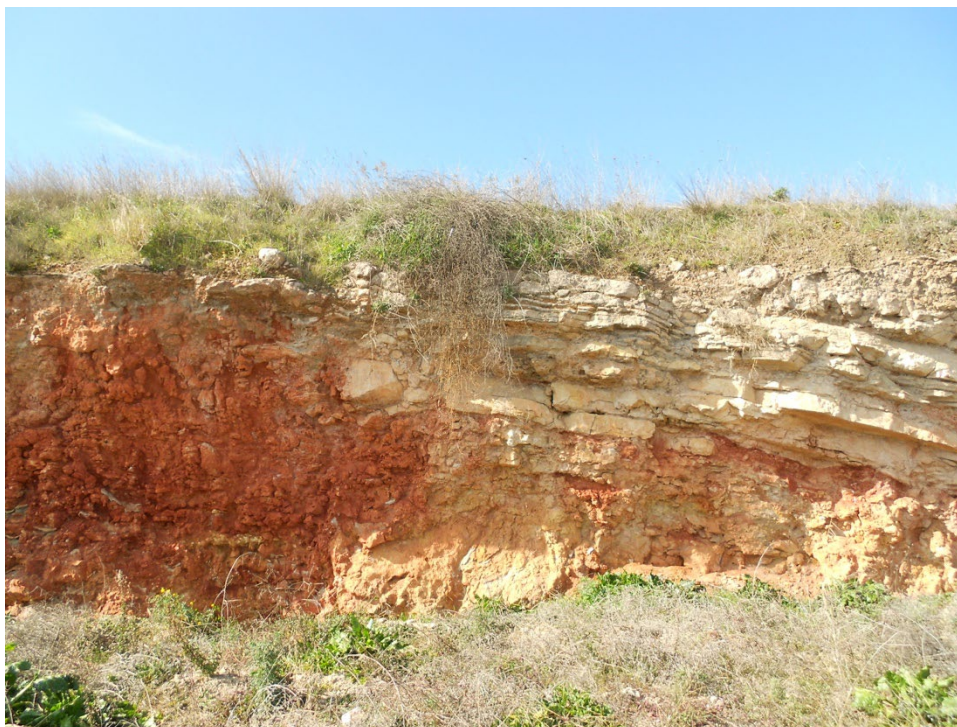


Foto 2: Formazione del “Calcere di Bari” in località Petrarò:
porzione intensamente carsificata con presenza di breccie e terre rosse.



Foto 3: Contatto trasgressivo tra il “Calcere di Bari” e i “Depositi marini terrazzati” in località Petrarò.

4.2.2 Calcarenite di Gravina

Questa unità geologica, assieme alle “Argille subappennine” individua l’inizio della sedimentazione marina nelle zone marginali dell’Avanfossa Bradanica, riferibile al Pliocene medio – Pleistocene Inferiore.

Si tratta essenzialmente di calcareniti (volgarmente detti “tufi calcarei”) poggianti direttamente sui calcari cretacei del “Calcarea di Bari” con un contatto trasgressivo, con spessori che raggiungono anche 50÷60 m. In genere, nell’ambito di tale formazione, dal basso verso l’alto si succedono calcareniti biolitoclastiche piuttosto fini, calcareniti a grana media e infine, calcareniti grossolane e calciruditi, queste ultime clinostatificate. La stratificazione, in genere poco distinta, è riconoscibile da rare superfici di erosione e più frequentemente da orizzonti costituiti da concentrazioni di macrofossili, più frequentemente lamellibranchi e/o alghe calcaree.

La varietà più grossolana, alla scala del campione, è di colore biancastro, a volte tendente al giallino, e mostra un aspetto laminare per effetto dell’azione di alghe incrostanti.

La varietà a grana media è di colore giallo e mostra un aspetto macroscopico omogeneo con piccole plaghe a maggiore cementazione (Andriani G.F et al., 2006). La varietà a grana fine è di colore bianco-giallino e mostra aspetto omogeneo; a luoghi, si rinvencono macrofossili isolati o in nidi (Ostreidi e Pectinidi) che ne interrompono l’omogeneità.

Questa formazione geologica occupa i settori meridionali del territorio di Barletta e nelle località San Procopio, Tufarelle, Grottone e Grotte Stompagnate, in corrispondenza delle cave a fossa ivi presenti dove si estrae la calcarenite come materiale da costruzione (ex bacino estrattivo di completamento denominato 104BC dal vecchio PRAE), si rinviene essenzialmente la varietà a grana media e grossolana, con evidenza di bioclasti (bivalvi, foraminiferi bentonici, etc.), piccole oncoliti e clasti calcarei a contorno irregolarmente arrotondato, a completare lo scheletro granulare della roccia.

Lo spessore delle calcareniti in quest’area non è mai inferiore a 30÷35 m, come si deduce dalle prospezioni sismiche e dai sondaggi geognostici effettuati per lo studio della voragine (sink-hole) apertasi in data 3 maggio 2010 in questa zona (cfr. De Giovanni A. et alii - *Operazioni di rilievo e analisi preliminare dello sprofondamento in località San Procopio* - Barletta, 2-3 maggio 2010), che ha rivelato la presenza di quasi 9.000 mq di cavità sotterranee artificiali adibite all’estrazione della calcarenite, in periodi storici che vanno dalla metà dell’ottocento (XIX sec.) a tutta la seconda metà del novecento (XX sec.).

Dal punto di vista strutturale, nelle porzioni superiori e mediane dell’affioramento calcarenitico di San Procopio è chiaramente visibile una laminazione incrociata, ovvero una clinostatificazione con direzione compresa fra 50°÷60°, immersione costante verso NNO ed inclinazione variabile fra 28°÷35°. Tale stratificazione, ancorché non sempre visibile, sembra testimoniare l’originaria posizione delle superfici di sedimentazione a margine della piattaforma carbonatica nel corso del Plio-Pleistocene.

Le fratture e le diaclasi rilevate in seno all’ammasso calcarenitico hanno quasi sempre la stessa giacitura, per cui le superfici di minore resistenza potrebbero essersi impostate lungo discontinuità originarie.

Questa formazione condiziona i tracciati delle due linee di elettrodo a terra per circa 7,5 km (pari a circa il 32,5% della lunghezza) e affiora nelle zone sud-occidentali del territorio di Barletta e al confine con il territorio di Andria.



Foto 4 – Evidente clinostratificazione (immersione NNO) con fratture nelle calcareniti affioranti in una cava dismessa in località San Procopio



Foto 5 - Cava in calcarenite in località Grotte Stompagnate a poca distanza dai tracciati degli elettrodotti di progetto

4.2.3 Argille subappennine

La formazione delle “Argille subappennine” indica una spessa successione prevalentemente argilloso-siltosa depostasi nell’Avanfossa bradanica tra il Pliocene medio e il Pleistocene inferiore, a luoghi in continuità di sedimentazione con la formazione della “Calcarenite di Gravina”, a luoghi in contatto eteropico, come nel territorio di Barletta.

La successione è caratterizzata da alternanze di sequenze argillose e argilloso-sabbiose che divengono via via meno frequenti e meno spesse verso E, dove sono di regola sostituite da argille di piattaforma. In generale, l’assetto delle “Argille subappennine” è del tipo a monoclinale con immersione degli strati verso E ed inclinazioni variabili fra 15°, nelle aree più prossime al margine appenninico e 5° nelle parti più orientali 1.

La sedimentazione è attribuibile ad ambienti di piattaforma continentale (offshore). Il contenuto macropaleontologico è rappresentato da numerosi resti di bivalvi, briozoi e serpulidi sia in frammenti che interi, mentre il contenuto micropaleontologico osservato nei residui dei lavati è rappresentato da un basso contenuto in foraminiferi, prevalentemente bentonici, e da rari foraminiferi planctonici, entrambi in buono stato di conservazione (Spalluto L. et al., 2011).

Nel territorio di Barletta, le “Argille subappennine” affiorano limitatamente alla base della collina di Canne della Battaglia per uno spessore di circa 15,0 m e nelle aree sud-occidentali, prossime al confine con il territorio di Canosa di Puglia, dove sfumano al tetto con le unità dei “Depositi marini terrazzati” secondo limiti basali inconformi. Proprio in agro di Canosa di Puglia, quasi al confine con l’agro di Barletta sono presenti alcune cave del tipo “ad anfiteatro”, in cui vengono estratte le “Argille subappennine” per l’industria laterizia, in cui è possibile notare il passaggio netto in continuità di sedimentazione sulla “Calcarenite di Gravina”. Un altro affioramento importante è presente in località Il Grottone dove si trova una cava attiva in argille subappennine di proprietà della Buzzi Unicem S.p.A. (cfr. Foto 8)

Gli affioramenti presenti nel territorio in esame mostrano le porzioni superiori caratterizzate da litotipi sabbioso-limosi ovvero argilloso-sabbiosi di colore avana-grigiastro. La presenza delle “Argille subappennine” è, infine, segnalata nella gran parte dei pozzi idrologici posti a nord della congiungente Madonna dello Sterpeto - Montaltino e in alcuni sondaggi profondi eseguiti nell’abitato per grandi opere ingegneristiche (Lattanzio M. et al., 1992).

Questa formazione condiziona i tracciati delle due linee di elettrodo a terra per circa 1,0 km (pari a circa il 4,3% della lunghezza) e affiora nelle zone sud-occidentali del territorio di Barletta in località il Grottone e Mass.a Lattanzio al confine con il territorio di Andria.

¹ Gli studi mineralogici di Dell’Anna (1969) hanno evidenziato che la porzione inferiore di questa formazione è prevalentemente argillosa ed è costituita da minerali argillosi quali illite e montmorillonite ed è molto ricca in carbonato di calcio; la porzione superiore invece è rappresentata da argille a composizione caolinittica e da sabbie fini costituite prevalentemente da quarzo con ortoclasio, muscovite ed ossidi di ferro.



Foto 6: affioramento in località Il Grottone a poca distanza dai tracciati degli elettrodotti di progetto

4.2.4 Depositi marini terrazzati

Tali sedimenti appartengono alle numerose unità litostratigrafiche riferibili ad almeno tre cicli sedimentari marini successivi a quello della Fossa Bradanica, accumulatisi in distinte fasi sedimentarie trasgressivo-regressive a partire dal Pleistocene medio (Salvemini, 1984; Ciaranfi et al., 1988; Caldara et al., 1996). Sono costituiti da **sabbie fini, calcareniti, silts e argille** in facies di spiaggia e di barra litorale, a luoghi in contatto eteropico con facies di transizione tipicamente lagunari e palustri e con facies continentali quali dune e depositi alluvionali.

Questa formazione condiziona i tracciati delle due linee di elettrodo a terra per circa 7,85 km (pari a circa il 34,6% della lunghezza) oltre a condizionare tutta l'area della stazione elettrica RTN nella zona industriale di Barletta, la vasca giunti prossima al punto di approdo e tutto il tracciato del cavidotto di collegamento dal punto di approdo alla stazione elettrica RTN. Affiora diffusamente in tutto il territorio di Barletta e meno in quello di Andria.

Più recentemente, nella revisione compiuta per la cartografia geologica del Foglio 438 "Bari" in scala 1:50.000 (CARG), i "Depositi marini terrazzati" sono stati inseriti nel *Supersintema delle Murge* (Spalluto L. et. al., 2011), vale a dire all'interno di una super sequenza deposizionale individuata, alla base e al tetto, da superfici di discordanza o limiti inconformi.² Il limite inferiore del *Supersintema delle Murge* è erosivo su tutte le unità più antiche e il limite superiore è anch'esso erosivo ed è localmente ricoperto da uno spessore esiguo di suolo con spessore, in genere, di pochi decimetri.

² Nell'ambito degli studi della "Stratigrafia sequenziale", secondo la definizione codificata dalla ISSC (*International Subcommission on Stratigraphic Classification*, 1987) e da Salvador (1994), le unità a limiti inconformi o UBSU (Unconformity Bounded Stratigraphic Units), sono corpi rocciosi delimitati alla base e alla sommità da discontinuità significative aventi preferibilmente estensione regionale o interregionale. La principale unità cartografabile su cui si basa la "Stratigrafia sequenziale" è il **sintema** (sequenza deposizionale), definibile come l'insieme dei depositi sedimentari compresi alla base e al tetto da superfici di discordanza che rappresentano un ciclo completo di variazione relativa del livello del mare. Un sintema può essere suddiviso in due o più subsintemi e due o più sintemi possono essere raggruppati in un supersintema.

In analogia a gran parte del territorio pugliese, anche la fascia costiera di Barletta testimonia la presenza di terrazzi marini, ovvero di ripiani morfologici disposti a varie altezze sul livello del mare, delimitati a monte e a valle da scarpate che conferiscono al paesaggio un tipico aspetto a “gradinata”. Molte di queste scarpate corrispondono a paleo-linee di riva mentre i ripiani coincidono con le paleo-superfici di abrasione (Ricchetti et al., 1988). Nell’area delle Murge occidentali sono state riconosciute ben sedici paleo-linee di costa, che si elevano da circa 340 m sino a circa 2+6 m sull’attuale livello del mare.

L’origine dei “Depositi marini terrazzati” e delle conseguenti paleo-linee di riva è da porre in relazione con il sollevamento regionale polifasato avvenuto a partire dall’inizio del Pleistocene Medio, ovvero circa 780.000 anni fa e tutt’ora in atto. Tale sollevamento sarebbe legato al rialzo periferico (peripheral bulge) dell’Avampaese Apulo per ritorno elastico e compensazione isostatica del sistema Catena-Avanfossa-Avampaese (Doglioni C. et al., 1996). Il tasso medio di sollevamento in un intervallo di 780.000 anni sarebbe compreso, per l’area di Barletta tra 0,1÷0,5 mm/anno (Ciaranfi et al., 1994; Doglioni C. et al., 1996; Mastronuzzi G. & Sansò P., 2002; Lambeck et al., 2004) e, quindi, inferiore alla velocità dei moti glacio-eustatici responsabili delle variazioni relative del livello del mare; in definitiva, questi ultimi, combinati alla tendenza generale al sollevamento, avrebbero permesso la formazione dei terrazzi marini.

Nell’entroterra di Barletta, Salvemini (1984), riconosce cinque ordini di terrazzi con i relativi depositi; il terrazzo più elevato (I ordine) viene collocato a 115÷110 m s.l.m., quello più basso (V ordine), a 15÷5 m di altitudine. Successivamente Ciaranfi et al. (1992) segnalano, nella stessa zona, una serie di sette linee di riva ubicate a differenti quote, mentre Caldara et al. (1996) ne riportano sei, di cui le ultime tre si attestano sui “Depositi marini terrazzati” con scarpate riferibili a ripe di abrasione marina.

I depositi del terrazzo più basso sono chiaramente osservabili, per uno spessore di almeno 10 m, in corrispondenza della falesia che borda l’area cimiteriale di Barletta verso nord. In tale zona, la sezione naturale, mostra la seguente successione tipo, dall’alto verso il basso:

1. calcareniti a stratificazione indistinta di colore biancastro, irregolarmente cementate a costituire una “crosta” superficiale di potenza pari a 0,6 m circa;
2. sabbie calcaree e limi-sabbiosi di colore avana con resti di fossili, con spessore pari a 1,4 m;
3. argille grigio-verdastre di origine lagunare e/o palustre (localmente dette “argille a quadretti”), di spessore pari a 7,0 m circa.

In località *San Lazzaro* tali sedimenti risultano sottoposti a depositi dunari e/o di barra sottomarina costituiti per lo più da sabbie a laminazione incrociata, con lenti sabbioso-limose avana e livelli di calcareniti biancastre (cfr. Salvemini, 1984).

In località *Petraro*, a margine della S.S.170 verso Andria, i “Depositi marini terrazzati” risultano direttamente trasgressivi sul “Calcere di Bari” con netta discordanza angolare, come osservabile sulle pareti occidentali delle ex cave del Porto e sono stati associati a barre sottomarine da Salvemini (1984).

Ad ogni modo, la litologia di tali depositi varia da zona a zona, verosimilmente in funzione dell’estensione areale del terrazzo. La successione stratigrafica è data da strati di sabbie limose e limi sabbiosi di colore variabile, per lo più avana e bianco-giallastro, intercalati a livelli di argille ossidate grigio-verdi, a volte tendenti al marrone e con presenza di noduli calcitici bianchi pulverulenti e livelli di calcarenite grossolana poco cementata. Lo spessore massimo affiorante è pari a circa 20 m (collina di Canne della Battaglia), mentre quello accertato attraverso sondaggi geognostici e pozzi non supera i 35÷40 m.

Il contenuto macropaleontologico è costituito da abbondanti frammenti di lamellibranchi, ostracodi, gasteropodi e brachiopodi (Salvemini A., 1984), mentre il contenuto micropaleontologico non è stato a tutt’oggi completamente rilevato.

Come avvenuto per la revisione stratigrafica delle unità quaternarie del Foglio n.438 “Bari” in scala 1:50.000 (progetto CARG), è plausibile estendere anche ai “Depositi marini terrazzati” del territorio di Barletta i criteri stratigrafici basati sulle unità a limiti inconformi (UBSU). Pertanto, a meno di successive e più approfondite analisi da svolgersi in ambito di rilevamento del Foglio n.423 “Barletta” (CARG), in questa sede è possibile attribuire il rango di sintema al minimo ai cinque ordini di terrazzi deposizionali riconosciuti da Salvemini A. (1984) 3 nella tavoletta 176 I NO “Barletta” e in particolare al:

- terrazzo di quota 100÷115 m in località *Masseria Iannuzzi*;
- terrazzo di quota 75÷90 m in località *Case Lovino, Mass. Torriciola*;
- terrazzo di quota 50÷65 m in località *Tufarelle*;
- terrazzo di quota 25÷45 m in località *Petraro e Case Addato*;
- terrazzo di quota 5÷15 m in località *Callano e San Lazzaro*.

I “Depositi marini terrazzati” costituiscono il terreno di fondazione dell’intero territorio costruito di Barletta e parte di quello di Andria e spesso presentano, al tetto, una “**crosta**” **calcarenitica** di colore giallastro alquanto discontinua e di spessore variabile compreso fra 20÷80 centimetri. La “crosta” è il prodotto della deposizione di sali da parte di acque di risalita capillare avvenuta in periodi climatici aridi o semi-aridi. La “crosta” di Barletta, per tali caratteristiche, può essere assimilata al *caliche* o al *calcrete* diffuso in varie parti del mondo (High Plains degli USA, zone semi aride dell’Australia centrale e occidentale, deserto del Kalahari, aree interne dello Yucatan, deserto di Atacama in Cile, etc.) e rappresenta, in sintesi, un deposito indurito, altrimenti denominato *duricrust*.



Foto 7: affioramento dei “Depositi marini terrazzati” in località San Lazzaro.

³ Già Salvemini A. (1984) aveva intravisto una possibile analogia litostratigrafica e paleontologica (basata su un livello con associazione a *Brachiopodi*) fra il terrazzo di quota 75÷90 m e quello di quota 40÷60 m rinvenuto nella zona di Bari da Pieri P. (1975) e attualmente identificabile nel *Sintema di Carbonara* del nuovo foglio geologico n.438 “Bari”; allo stesso modo, i terrazzi più bassi di quota 25÷45 m e di 5÷15 m dell’area di Barletta, potrebbero essere associati, rispettivamente, al *Sintema di San Pasquale* e al *Sintema di San Girolamo* del medesimo foglio “Bari”, a meno di successive e più approfondite indagini che possano testimoniare di un sollevamento differenziale fra la parte nord-occidentale dell’*Avampaese Apulo* e quella sud-orientale coincidente, in parte, con il territorio di Barletta.



Foto 8: contatto stratigrafico fra i "Depositi marini terrazzati" e le "Argille subappennine"
sul fianco occidentale della collina di *Canne della Battaglia*

4.2.5 Depositi alluvionali recenti

I depositi alluvionali recenti sono il prodotto dell'azione di trasporto e sedimentazione del Fiume Ofanto e dei suoi affluenti, nonché dei corsi d'acqua effimeri ("lame") che dalla Murgia convogliano materiale alluvionale verso costa, come il canale Camaggio (o Camaggi come denominato nella cartografia IGM del 1954) o il canale *Rasciatano*.

Litologicamente si tratta di limi, argille limose di colore bruno-rossastro, sabbie con ciottoli per lo più calcarei di varie dimensioni; la stratificazione è sub-orizzontale e lo spessore massimo si aggira su valori di 4÷5 m.

Tali depositi affiorano negli alvei del reticolo idrografico attuale e in talune aree di Barletta soggette in passato ad eventi alluvionali. Tra queste, ricordiamo le zone a margine del Canale Ciappetta-Camaggio, in particolare a ridosso di Via Andria e della parte orientale della Zona 167, nonché le aree a ridosso del Canale Tittadegna.

Sedimenti limoso-argillosi di colore bruno rossastro sono emersi, localmente, anche nel corso di alcuni scavi per le fondazioni di edifici nella nuova Zona 167 a ridosso della S.S. 16 bis, a intersecare i Depositi marini terrazzati a testimonianza di episodi alluvionali provocati dal "torrente" Camaggio nel corso dell'Olocene e del Pleistocene.

Questa formazione condiziona i tracciati delle due linee di elettrodo a terra per circa 0,95 km (pari a circa il 4,2% della lunghezza) in corrispondenza dei tratti in cui vi è l'attraversamento del reticolo idrografici presente.



Foto 9: affioramento di "Depositi alluvionali recenti" sui fianchi del canale Rasciatano in località Santa Brigida.

4.2.6 Depositi antropici

I depositi antropici ricoprono tutti i depositi naturali precedentemente descritti e sono localizzati in diverse zone del territorio di Barletta; si tratta di materiali di varie epoche storiche che testimoniano il prodotto delle attività umane sul paesaggio geologico.

Tali depositi possono essere suddivisi in urbani ed extraurbani; i primi sono concentrati nei territori costruiti e sono costituiti da frammenti lapidei eterogenei ed eterometrici (per lo più calcarei e calcarenitici), cocci di ceramiche e materiale da costruzione immerso in una matrice caotica sabbioso-limoso-argillosa di colore marrone scuro o nerastro. I depositi extraurbani sono rappresentati per lo più da **discariche di cava**, ovvero da

prodotti di scarto dell'estrazione delle rocce lapidee o sciolte, ma anche da **materiali di risulta di scavi edili** o altre attività industriali, spesso abusivamente scaricati e accumulati nel tempo all'interno di *cave abbandonate* a cielo aperto o sotterranee, come in località *San Procopio* o lungo la litoranea di Levante in località *Belvedere*, in corrispondenza del punto di approdo del cavidotto marino.

Questi terreni dovranno essere opportunamente asportati, ove presenti, in fase esecutiva al fine di posare le fondazioni dei manufatti di progetto in corrispondenza dei litotipi naturali descritti nei paragrafi precedenti.



Foto 10 – Ripa di erosione costiera intagliata in depositi antropici (materiali di risulta)
località Belvedere - litoranea di Levante di Barletta

4.3 LINEAMENTI TETTONICI

A differenza di quanto si riteneva fino ad un ventennio fa, la tettonica quaternaria ha avuto un'influenza determinante sull'assetto geomorfologico ed idrogeologico attuale del territorio in esame. Come verificato da Lattanzio M. et al. (1992) e in seguito da Caldara M. et al. (1996), utilizzando i dati dei numerosi pozzi esistenti è possibile ricostruire l'andamento delle discontinuità tettoniche sepolte basandosi sulle quote di rinvenimento del tetto del "Calcare di Bari".

A parte le chiare anticlinali in località *Case Addato*, *Lovino* e *Petraro*, ciò che emerge è la presenza immediatamente a valle delle Murge Basse Andriesi, di una struttura tettonica composta ad horst e graben (rispettivamente pilastri e fosse) che degrada, a mo' di gradinata, verso il litorale adriatico e verso la bassa Valle dell'Ofanto. Questa tettonica disgiuntiva ha ribassato, per fagliamento diretto, il basamento mesozoico verso l'esterno ed ha probabilmente sbloccato, a differenti altezze, le potenti bancate dolomitiche (a bassa permeabilità) note in affioramento presso il *Canale Ciappetta-Camaggio*, contribuendo a determinare la circolazione in pressione della falda "profonda" nel "Calcare di Bari".

Propriola lama del *Canale Ciappetta-Camaggio* sarebbe la proiezione in superficie di due discontinuità delle Murge Basse Andriesi, normali tra loro, l'una ad andamento NNE-SSO, indicata come "faglia sepolta di Barletta" (sensu Martinis, 1961) e l'altra ONO-ESE, coincidente con il tratto finale del canale, immediatamente a monte dell'area di Ariscianne.

La struttura ad horst e graben sembra configurarsi anche in prossimità della costa, proprio nelle zone di *Ariscianne* e *Boccardo*, dove le rocce calcaree mesozoiche arrivano ad affiorare in superficie in taluni punti (ad esempio a margine della S.S. n.16 Barletta-Trani a circa 1,4 km dalla costa) per poi sprofondare sino a -30 m di profondità dal p.c. in corrispondenza della linea di riva in località Ariscianne.

La recente variazione del pattern del reticolo idrografico, con deviazioni verso est del *Torrente Camaggio* e verso nord-ovest della foce del Fiume Ofanto (Pennetta, 1988), dimostrerebbe l'esistenza di movimenti tettonici olocenici in corrispondenza di faglie ancora attive.

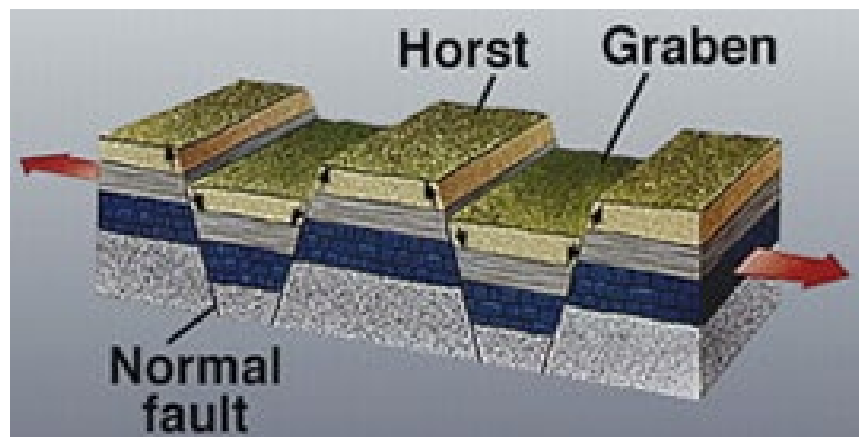


Fig.6 - Struttura tettonica a *horst* e *graben* riscontrabile in profondità a margine del *Canale Ciappetta-Camaggio* e in località *Ariscianne* – Barletta.

4.4 ASSETTO GEOMORFOLOGICO

Dal punto di vista geomorfologico, tutta l'area di progetto risulta compresa tra i pianori di Andria e la fascia costiera di Barletta con la presenza di **ripiani morfologici** disposti a varie altezze sul livello del mare, delimitati a monte e a valle da scarpate che conferiscono al paesaggio un tipico aspetto a "gradinata".

Come già rappresentato nel paragrafo sui "Depositi marini terrazzati", molte di queste scarpate corrispondono a paleo-linee di riva mentre i ripiani coincidono con le paleo-superfici di abrasione (Ricchetti et al., 1988).

A proposito dei processi fisici che hanno creato i paesaggi del territorio in oggetto è opportuno ricordare il ruolo fondamentale svolto dal sollevamento regionale polifasato avvenuto a partire da 780.000 anni fa (Pleistocene medio) e tutt'ora in atto. Il tasso medio di sollevamento in questo intervallo sarebbe compreso, per l'area in esame, tra $0,1 \div 0,5$ mm/anno e, quindi, inferiore alla velocità dei moti glacio-eustatici responsabili delle variazioni relative del livello del mare; in definitiva, questi ultimi, combinati alla tendenza generale al sollevamento, avrebbero permesso la formazione dei terrazzi marini.

Come abbiamo visto, nell'entroterra di Barletta Salvemini A. (1984), riconosce n.5 ordini di terrazzi con i relativi depositi; il terrazzo più elevato (I ordine) viene collocato a $115 \div 110$ m s.l.m., quello più basso (V ordine), a $15 \div 5$ m di altitudine; successivamente Ciaranfi et al. (1992) segnalano, nella stessa zona, una serie di n.7 linee di riva ubicate a differenti quote, mentre Caldara et al. (1996) ne riportano n.6 appartenenti a tre differenti cicli sedimentari postbradanici, con scarpate riferibili a ripe di abrasione marina.

Evidenze di più linee di riva, di età non precisata, vengono riconosciute anche sulla piattaforma continentale antistante il Golfo di Manfredonia (Van Straaten, 1965) in cui appare chiara la linea legata all'acme della glaciazione würmiana (circa 18.000 anni fa) quando il livello del mare si abbassò di circa -120 m rispetto all'attuale.

Oltre alla serie di cordoni litoranei sommersi riconosciuti da Segre (1990) fino a 10 km dalla costa, Caldara et al. (1990) nei profili tracciati presso la foce del Candelaro, mostrano quattro ripiani posti rispettivamente a -15m, -75m, -90m e -120 m rispetto all'attuale livello marino e infine, Fabbri et al. (1972) e D'Onofrio (1972) nelle perforazioni effettuate al largo di Manfredonia a -127 m di profondità, individuano faune a *Cerastoderma lamarcki* e *Bittium reticulatum* indicanti la presenza di ambienti lagunari di età würmiana.

4.5 FORME ED ELEMENTI LEGATI ALL'ASSETTO GEOMORFOLOGICO

4.5.1 Orli di scarpata delimitanti forme semi-spianate

Qui di seguito si descrivono, in dettaglio alcuni elementi fisici caratteristici del territorio in esame che sono stati rappresentati nella Carta Idrogeomorfologica di progetto.

Come definito nella "Relazione illustrativa della Carta idrogeomorfologica della Regione Puglia" redatta dall'Autorità di Bacino della Puglia, gli "orli di scarpata delimitanti superfici semispianate" rappresentano l'andamento planimetrico di orli geomorfologici presenti sui versanti, non direttamente originati dall'azione erosiva fluviale, bensì da processi di carattere diverso, come ad esempio quelli dovuti all'abrasione marina (terrazzi marini), ovvero a fenomeni tettonici, che hanno isolato con scarpate di linee di faglie estese superfici sub pianeggianti a modellamento prevalentemente carsico. Questo elemento è stato rappresentato nella Carta idrogeomorfologica del DPP (cfr. TAVV. 2A e 2B) con una linea orientata, tale da indicare con un simbolismo "a barbetta" la direzione in cui si rinviene la parte morfologicamente depressa del versante.

Gli elementi di questo tema, come quelli relativi alle "ripe di erosione" e ai "cigli di sponda" sono stati individuati attraverso un'accurata interpretazione di carattere morfologico dei dati territoriali disponibili, analizzando in simultanea anche elaborati tematici specifici quali il DTM con risoluzione al suolo di 8 metri, alcune carte derivate (carta delle pendenze, rappresentazione del tipo "hillshade", ecc), ortofoto con risoluzione al suolo di 50 cm, curve di livello con equidistanza 5 m, il tutto supportato dalle conoscenze dirette dei luoghi.

In particolare, gli orli di terrazzo rappresentati nella "Carta idrogeomorfologica della Regione Puglia" in corrispondenza della scarpata presente lungo Via Mura del Carmine e proseguendo verso la litoranea di levate a ridosso del muro esterno dell'Ipercoop, della Timac, sino alla scarpata "artificiale" in località "Belvedere", sono stati considerati cigli "antropici" per cui si è persa qualsiasi connotazioni di naturalità a causa della presenza di muri di contenimento in muratura e in cemento armato.

4.5.2 Le ripe di erosione e i cigli di sponda

Le "ripe di erosione" e i "cigli di sponda" appartengono a "forme di modellamento di corso d'acqua" come definite nella Carta idrogeomorfologica della Regione Puglia e comprendono discontinuità morfologiche di versante, di tipo esclusivamente lineare, prodotte dall'azione naturale (o antropicamente indotta) dei corsi d'acqua.

Le "ripe di erosione" rappresentano i dislivelli morfologici di una certa rappresentatività presenti su un versante, ubicati prevalentemente nelle porzioni altimetricamente medio-elevate degli stessi. A luoghi detti dislivelli sono caratterizzati da bruschi ed improvvisi aumenti di acclività, come ad esempio presso i bordi delle incisioni fluvio-carsiche che incidono superfici semispianate, e in questo caso l'elemento cartografico lineare è stato tracciato con un elevato livello di precisione geometrica; in altri casi gli stessi dislivelli si manifestano in maniera graduale, mediante deboli ma costanti aumenti dell'acclività, come ad esempio nel caso di alcune "lame" del territorio pre-murgiano a confine con l'agro di Andria e di Canosa di Puglia; in tal caso l'elemento lineare rappresentato individua in maniera più o meno approssimata il limite altimetricamente superiore dell'area che è stata interessata dall'approfondimento morfologico per erosione fluviale. In taluni altri casi, quando lungo uno stesso versante sono presenti più salti di acclività, per evitare appesantimenti grafici sono stati rappresentati in carta solamente quelli più caratterizzanti e continui tra gli esistenti.

I "cigli di sponda", invece, rappresentano il limite superiore delle sponde degli alvei attivi dei corsi d'acqua nonché quelle dei canali naturali ed artificiali esistenti, ove queste sono dotate di connotati che ne consentono una chiara riconoscibilità morfologica, entro la soglia di rappresentabilità degli stessi in rapporto alla Carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000.

Ai fini di porre una soglia al livello di significatività dell'elemento "ripa di erosione" in funzione della rappresentazione dello stesso nella carta, è stata definito il limite corrispondente al valore di acclività pari a 5

gradi, limite al di sotto del quale gli eventuali dislivelli di acclività presenti su un versante non sono stati rappresentati in carta.



Foto 11: ripa di erosione nei "Depositi alluvionali terrazzati" del Fiume Ofanto (località Madonna del Petto).

4.5.3 Cave, miniere e discariche

Gran parte del territorio di progetto è interessato da aree di cava rappresentate nella Carta Geologica di progetto. In particolare, esistono "aree di cava attiva" che nella cartografia allegata sono state perimetrare comprendendo nelle stesse, anche le aree di pertinenza, ove possono essere presenti impianti di lavorazione dei materiali estratti, aree di stoccaggio di materiale, aree di manovra dei mezzi e strutture di servizio annesse alle imprese estrattive.

Le aree di cava non in esercizio, a loro volta, sono state differenziate in rapporto alla destinazione rilevabile delle stesse, e possono essere:

- 1) "cave abbandonate" (quando non sono attivi i lavori di estrazione, ma lo stato dei luoghi è comparabile con quello di una cava attiva);
- 2) "cave riqualificate" (quando un'area in passato interessata da attività estrattiva attualmente ha una destinazione differente, ad esempio produttiva o di utilità sociale);
- 3) "cave rinaturalizzate" (quando nelle aree interessate in passato dalla coltivazione mineraria si è rigenerata una vegetazione spontanea comparabile con quella delle aree limitrofe).

Sono state individuate, inoltre, in rapporto all'elemento cave, anche le "discariche di residui di cava", aree di stoccaggio di materiali lapidei di risulta, ove le stesse non sono ricomprese nelle pertinenze delle cave attive, che spesso danno origine a vere e proprie colline artificiali alte diversi metri sul p.c. e visibili a notevole distanza. È stata cartografata anche la **discarica per rifiuti speciali non pericolosi** in costruzione in località San Procopio (autorizzata alla Ditta Daisy), nonché l'area della ex discarica comunale a margine della S.P. 12.

Tra le numerose aree di cava abbandonata presenti nel territorio di progetto, spesso trasformate in discariche irregolari con accumulo di rifiuti per lo più derivanti dal comparto edile, meritano di essere ricordate le cave (anche sotterranee) in località **San Procopio** (agro di Barletta), che si trovano a circa 1,8 km a nord dei tracciati degli elettrodotti di progetto.



Foto 12: cava per l'estrazione del "Calcare di Bari" in località l'Avvantaggio

4.5.4 I bacini idrici

In questo tema sono stati rappresentati, in forma areale, i corpi idrici superficiali presenti sul territorio caratterizzati da acque sostanzialmente ferme. Nello specifico, con i termini "*stagno, acquitrino, zona palustre*", sono state cartografate le aree umide di ristagno prevalentemente temporaneo di acque, dovute a motivi naturali, ovvero a causa di trasformazioni antropiche del territorio (bonifiche), ovvero che risentono periodicamente degli effetti dei frangenti marini.

La stazione elettrica RTN di smistamento prevista in progetto, la cui ubicazione è prevista nell'area industriale di Barletta, confina con l'importante area umida di **Ariscianne-Boccardo** (territori di Barletta e Trani).

L'area di Ariscianne-Boccardo dal punto di vista ambientale rappresenta un'estesa zona umida bonificata agli inizi del secolo scorso e caratterizzata dalla presenza di vaste superfici paludose documentate sin dal XVII secolo (Lopez R., 2004). La bonifica, iniziata nei primi anni del 1900, fu completata prima della seconda guerra mondiale con la costruzione del IV e V collettore Ariscianno. La presenza di tali ambienti palustri è connessa, sin dal Pleistocene superiore, alle risorgive dell'acquifero carsico "profondo" delle Murge Nord-Occidentali e dell'acquifero superficiale di Barletta, che nell'area compresa fra Ariscianne e Boccardo, costituiscono un imponente fronte sorgentizio con portate complessive di circa 1200 l/s.

L'esistenza di ambienti salmastri e dulcicoli riconducibili all'esistenza di lagune, paludi e stagni costieri esistenti almeno da 11.000 anni, è stata dimostrata da Caldara et alii (2004) grazie a precise analisi effettuate su campioni provenienti da 23 carotaggi realizzati in località Ariscianne e contenenti specifiche associazioni microfossilifere. Tra l'altro, come dimostrano i travertini affioranti nell'entroterra di Ariscianne in località *Sant'Antonio a Callano*, le manifestazioni sorgentizie in quest'area sono presenti almeno dal Pleistocene superiore (circa 125.000 anni fa). In ogni caso, la zona umida di Ariscianne per la sua importanza ambientale, storica e paesaggistica è stata riconosciuta anche attraverso la perimetrazione del Sito di Interesse Regionale "**Paludi di Ariscianne**" nel P.P.T.R. (Piano Paesaggistico Territoriale Regionale).



Foto 13 – Zona centrale dell'area umida di Ariscianne-Boccardo
(Foto tratta da <http://www.atanbo.it/ofantoweb1/index.htm#13> del PTA/NBO 2009).



Foto 14 – Resti dell'area umida in località Fiumara-Pantanella

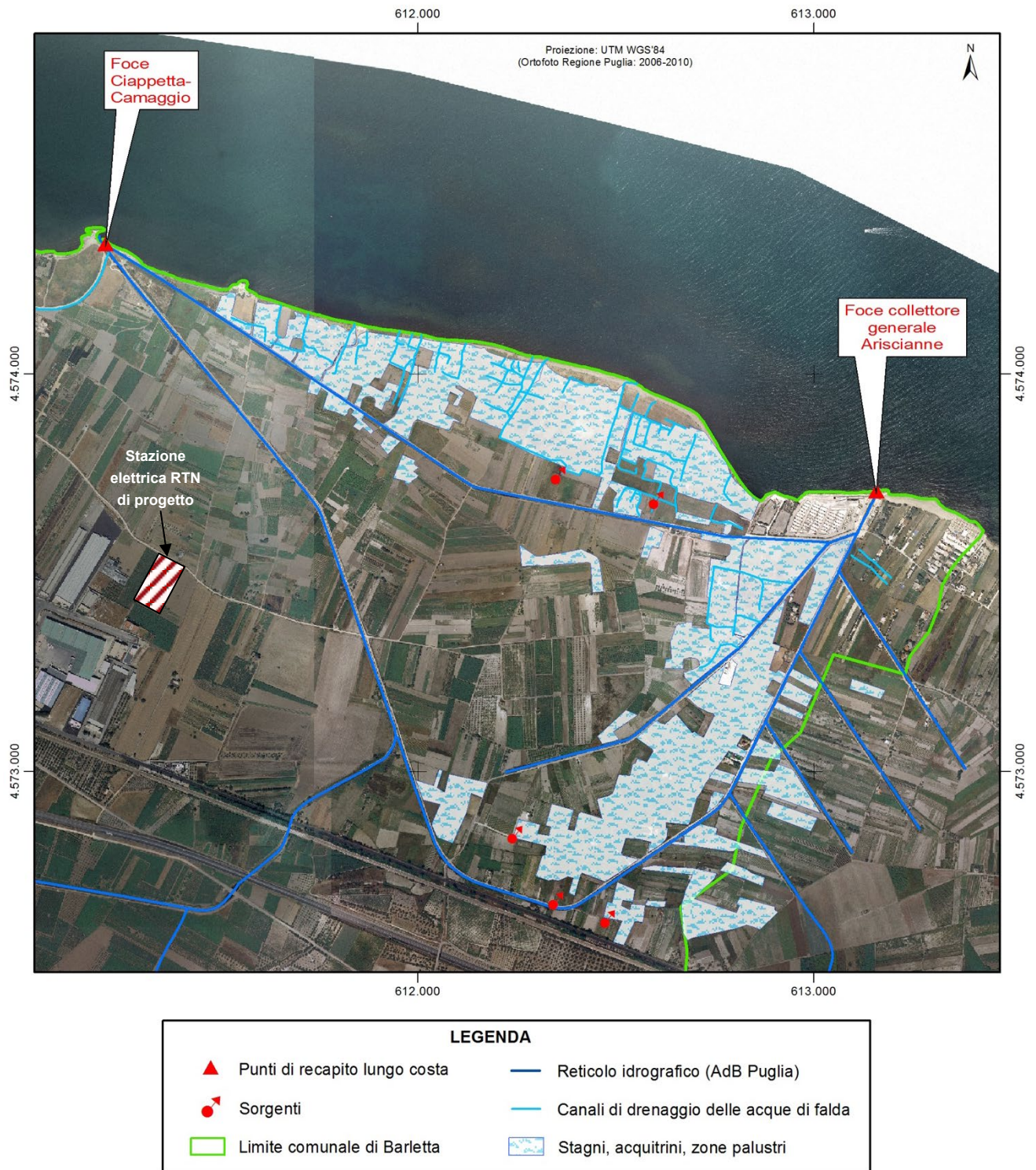


Fig. 15 - Ortofoto della zona umida in località Ariscianne, con principali elementi idrogeomorfologici – Scala 1:15.000

4.6 ASSETTO IDRAULICO

4.6.1 Forme ed elementi legati all'idrografia superficiale

In questo assetto sono compresi una serie di elementi fisici legati all'idrografia superficiale del territorio. L'elemento più rappresentato nella Carta Idrogeomorfologica di progetto è quello dei "corsi d'acqua", intendendo con tale terminologia l'insieme dei percorsi lineari dei deflussi concentrati delle acque, che costituiscono il reticolo idrografico di un territorio. In accordo con la Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia elaborata dall'ex Autorità di Bacino della Puglia, l'elemento corso d'acqua è stato a sua volta suddiviso in diverse tipologie, in accordo agli indirizzi previsti dal D.M. 131/2008 ("*Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici*"), che definisce le tipologie dei corsi d'acqua in relazione al regime idrologico caratteristico degli stessi. Nello specifico, in rapporto alle predette categorie definite dalla legge e sulla base dei dati idrologici ufficiali a disposizione, sono state individuate nel territorio provinciale due categorie tra quelle possibili, i "corsi d'acqua" e i "corsi d'acqua episodici", intendendo con questi ultimi tutti quelli temporanei, con acqua in alveo solo in seguito ad eventi di precipitazione particolarmente intensi, anche meno di una volta ogni 5 anni. I corsi d'acqua a carattere episodico (di cui le "lame" e le "gravine" possono considerarsi un classico esempio), sono da considerarsi ambienti al limite della naturalità, in cui i popolamenti acquatici sono assenti o scarsamente rappresentati, anche nei periodi di presenza d'acqua. Altre particolari tipologie di corsi d'acqua, previsti in carta, sono quelle dei "corsi d'acqua oblitterati", che rappresentano tratti di reticolo idrografico in cui localmente le evidenze morfologiche del thalweg sono state cancellate da attività antropiche, e quelle dei "corsi d'acqua tombati", ove lo stesso thalweg è stato interessato da opere di tombamento.

Il reticolo idrografico rappresentato nella Carta Idrogeologica di progetto risulta coincidente con quello elaborato dall'AdB-Puglia per la Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia, a meno degli aggiornamenti emersi nel corso del tavolo di co-pianificazione dei cari piani territoriali (PUE e PTCP)

4.6.2 La lama del Canale Ciappetta-Camaggio (o Canale Camaggi)

Nell'area di progetto, le spianate corrispondenti ai terrazzi marini, risultano variamente incise da piccoli solchi erosivi ("lame") che si sviluppano prevalentemente in direzione nord-sud con recapito nel fiume *Ofanto* o direttamente nel mare Adriatico. Tali solchi, impostatisi su porzioni di territorio strutturalmente più fragile, costituiscono valli fluvio-carsiche il cui andamento è stato tracciato dalle acque meteoriche di ruscellamento provenienti dall'altopiano murgiano. Il più importante di questi è la lama del *Canale Ciappetta-Camaggio*, che originandosi dalle propaggini delle Murge nord-occidentali immediatamente a sud di Castel del Monte, a quote di poco superiori a 500 m s.l.m., sfocia in località *Falce del Viaggio*, regimentato all'interno di un canale artificiale a sezione trapezia di larghezza media pari a 7 m e profondità pari a 2,5 m.

I tracciati degli elettrodotti aerei di progetto attraversano in Canale Ciappetta Camaggio in agro di Andria e, nello specifico, in località Polvetta e nei pressi della Mass.a S. Maria Maggiore.

Nell'antica cartografia ottocentesca (Carta del Corpo di Stato Maggiore – Sez. Napoli, 1806) detto impluvio viene denominato come Valle della *Lama Piscina*, a prolungamento della Valle della Lama di Castro visibile alle pendici di *Castel del Monte*. Successivamente, in seguito ai drammatici eventi alluvionali che interessarono ripetutamente la città di Andria (agosto del 1850 e del 1888, settembre del 1901), il corso d'acqua venne regimentato e rivestito con pareti in calcestruzzo per mezzo di importanti lavori di bonifica idraulica, progettati nel 1903 e protrattisi, in più fasi, sino alla prima metà del XX secolo, con i quali il Canale venne ribattezzato col nome di *Ciappetta-Camaggio*, dal nome delle due località attraversate in agro di Andria, rispettivamente a sud e a nord dell'abitato. Solo nella successiva cartografia dell'Istituto Cartografico Militare l'impluvio viene riportato con il nome di *Canale Camaggi* (TAV. 176 I N.O., ed. 1954). Il corso d'acqua, potrebbe coincidere, inoltre, con il cosiddetto *Flumen Avelidium*, riportato nelle *Tavole Peutigeriane*, carte geografiche redatte per uso militare in

età imperiale (II secolo d.C.) e in altri documenti storici con il nome di *flumarellam Arisanni* sfociante in località Ariscianne (Codice Diplomatico Barlettano, IV, n.166,p.109).

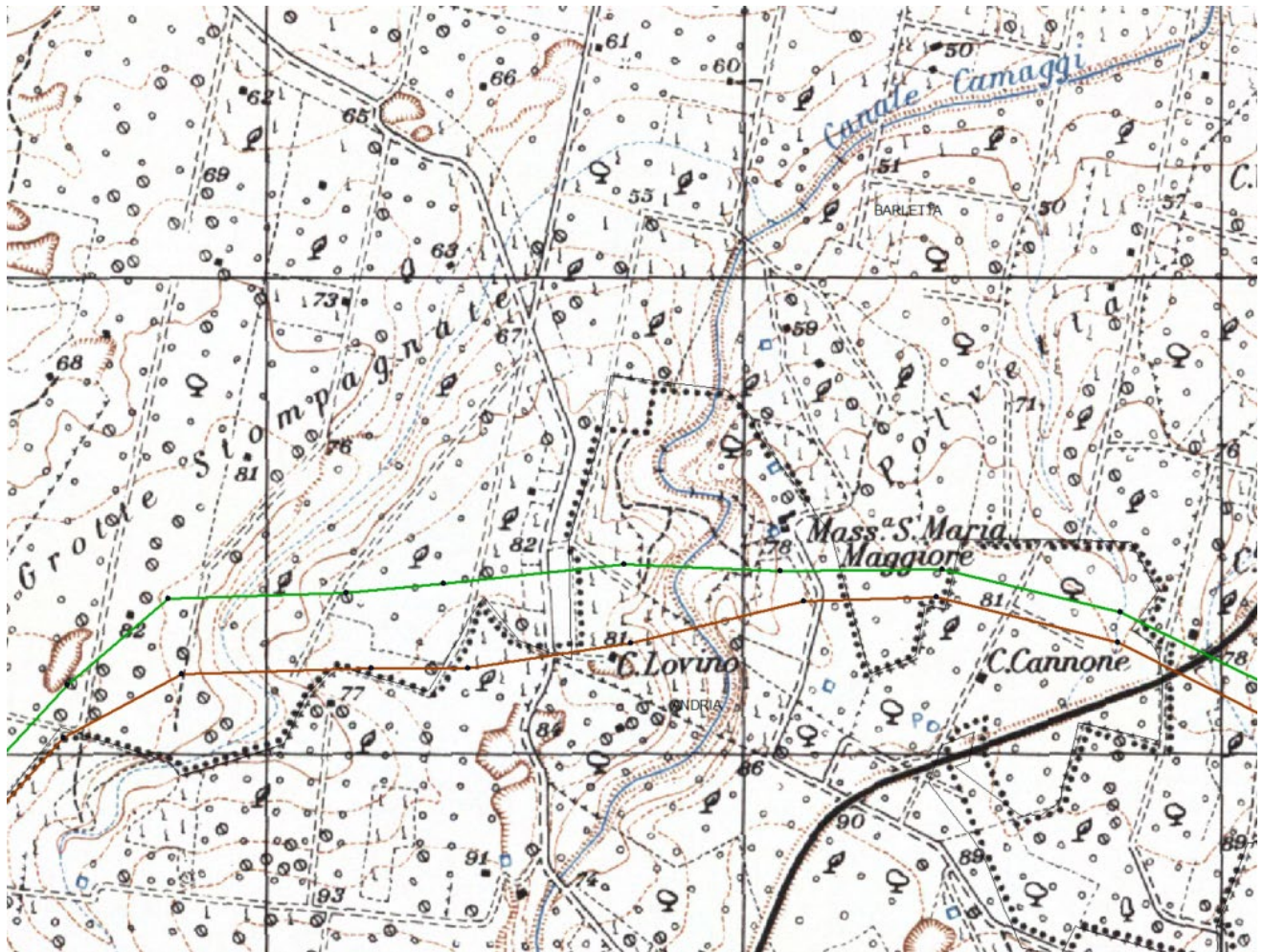


Fig.16 - Punto di attraversamento dei tracciati degli elettrodotti aerei di progetto sul C.le Ciappetta-Camaggio

L'origine geologica di tale lama, interessata da deflusso idrico solo in occasione di forti precipitazioni meteoriche, è da riconnettersi quasi sicuramente a motivi tettonici. Difatti, la lama del Canale Ciappetta-Camaggio sarebbe la proiezione in superficie di due discontinuità delle Murge Basse Andriesi, normali tra loro, l'una ad andamento NNE-SSO, indicata come "faglia sepolta di Barletta" e l'altra ONO-ESE, coincidente con il tratto finale del canale, immediatamente a monte dell'area di Ariscianne (Lattanzio M. et al., 1992). Proprio l'andamento del tratto terminale del Canale Camaggi, che devia bruscamente il suo corso verso est, a circa 2,5 km dalla costa, suggerirebbe l'evidenza di movimenti tettonici recenti nell'area di Barletta (Caldara M. et al., 1996).

Lo sviluppo morfologico di alcuni tratti della lama potrebbe, altresì, essere legato a fenomeni di "sapping processes", ovvero di escavazione ed erosione sotterranea determinata dall'intrusione dell'acqua marina nelle fratture dell'ammasso roccioso calcareo-dolomitico. Tale fenomeno, ipotizzato per lo sviluppo di alcune incisioni lungo la costa centrale della Puglia (Mastronuzzi G. et al., 2002), potrebbe essere intervenuto anche per il tratto intermedio del Canale Camaggi, laddove le variazioni del livello di base, connesse alle oscillazioni glacio-eustatiche del livello marino, avrebbero favorito la dissoluzione carsica proprio in corrispondenza delle discontinuità tettoniche e della zona di transizione tra acque dolci ed acque salate. Questa ipotesi troverebbe una conferma nell'andamento cuneiforme delle isoaline attorno all'asse della "faglia sepolta di Barletta" coincidente con il tratto mediano del solco torrentizio nonché nell'evidenza, da foto satellitari, di forme sommerse

al largo di Ariscianne riconducibili alle paleo-foci del torrente Camaggi (cfr. Googlemap, Europa Technologies - Image © 2010 DigitalGlobe).

Attualmente il *Canale Ciappetta-Camaggio* è interessato dalle portate continue delle acque di scarico dell'impianto depurativo di Andria trattate dall'Acquedotto Pugliese nei limiti imposti dalla Tab.4 – Allegato 5 del D.Lgs. 152/06, che si riversano a mare, sulla costa barlettana, in corrispondenza della località Falce del Viaggio. Il Canale convoglia, inoltre, le acque di precipitazione meteorica afferenti al bacino murgiano (superficie di 304 km² circa) che si origina dalle pendici di Castel del Monte, provocando, non di rado, fenomeni di alluvionamento in corrispondenza delle aree a ridosso della S.S.170 dir., ciò a causa della cattiva manutenzione dell'alveo, nonché per la presenza di strozzature all'altezza del sovrappasso della S.S.16 bis sulla via per Andria. Recenti lavori dell'ANAS hanno risolto questa problematica, con l'allargamento della sezione d'alveo del canale in questo punto, consentendo anche la mitigazione della pericolosità idraulica ivi presente.



Foto 15: il Canale Ciappetta-Camaggio in località Fondischiavi in agro di Barletta

4.7 ASSETTO IDROGEOLOGICO

Il territorio di progetto ricade, dal punto di vista geologico, in un'area di "transizione" compresa fra la piattaforma carbonatica murgiana (Avampaese Apulo) e i depositi di Avanfossa presenti sul suo bordo nord-orientale (Avanfossa Bradanica). Per tale motivo, l'area è stata interessata da sedimentazione sia terrigena che carbonatica con caratteristiche di permeabilità tali da consentire la formazione di diverse falde acquifere sotterranee.

Nel territorio è possibile distinguere almeno tre acquiferi, differenti per tipologia, ubicazione e geometria:

1. acquifero carsico e fessurato della Murgia;
2. acquifero superficiale dell'area di Barletta;
3. acquifero alluvionale della bassa valle dell'Ofanto.

Tali corpi idrici sotterranei si sono potuti formare grazie alle differenti caratteristiche di permeabilità dei litotipi affioranti: quelli calcareo-dolomitici della formazione del "Calcarea di Bari", quelli sabbioso-siltoso-argillosi dei "Depositi marini terrazzati" e quelli essenzialmente ghiaioso-sabbiosi appartenenti ai "Depositi alluvionali recenti e attuali" del Fiume Ofanto.

Il campo di esistenza e lo stato quantitativo di tali acquiferi è connesso essenzialmente alle variazioni del regime pluviometrico dei territori di Andria, Barletta e delle Murge Nord-Occidentali e risente, in modo sensibile, degli ingenti prelievi operati dai numerosi pozzi esistenti.

Altri fattori influenzano la natura, la geometria e la tipologia di deflusso sotterraneo di tali acquiferi: in primis, lo specifico assetto tettonico e strutturale dell'area e il grado di fessurazione e la distribuzione del fenomeno carsico in seno al "Calcarea di Bari", quindi, la presenza di lenti argillose all'interno dei "Depositi marini terrazzati" e la variabilità delle caratteristiche di permeabilità dei litotipi che condizionano il sottosuolo di Barletta.

4.7.1 Permeabilità dei litotipi affioranti nell'area di studio

I litotipi affioranti nel territorio di progetto sono stati classificati e rappresentati in funzione delle loro caratteristiche di permeabilità e, quindi, come di seguito riportato:

A) LITOTIPI PERMEABILI PER POROSITA' CONTINUA

P1 – Alta permeabilità

"Depositi alluvionali terrazzati"

"Depositi alluvionali attuali"

"Depositi delle spiagge attuali"

Si tratta per lo più di depositi sabbiosi e ghiaiosi a granulometria da media a grossolana, con percentuale di materiale fine molto scarsa, a cui è possibile attribuire un coefficiente di permeabilità compreso tra $K = 1 \times 10^{-1} \div 1 \times 10^{-4}$ m/s.

P2 – Media permeabilità

"Calcarenite di Gravina"

Questi litotipi posseggono normalmente un tipo di permeabilità per porosità primaria e secondaria e, localmente, anche per fessurazione. Ad ogni modo, si tratta di un grado di permeabilità media che nel caso della "Calcarenite di Gravina" nella sua varietà medio-grossolana assume valori attorno a 1×10^{-5} m/s (Andriani G.F. et al., 2006).

3 – Bassa permeabilità

"Depositi alluvionali recenti"

"Argille subappennine"

Si tratta dei litotipi argilloso-sabbiosi appartenenti alla parte superiore della formazione delle “Argille subappennine” e a quelli per lo più argilloso-limosi di colore bruno-rossastro, che si rinvengono sul fondo dei solchi erosivi extraurbani (“lame”), nonché in alcune porzioni del sottosuolo urbano. Il loro grado di permeabilità è in genere molto basso con valori del coefficiente K compresi fra 1×10^{-7} - 10^{-9} m/s.

PV – Permeabilità variabile

“Depositi marini terrazzati”

“Depositi antropici”

L'estrema variabilità laterale e verticale delle litologie presenti, con una chiara alternanza di sabbie e calcareniti e litotipi più schiettamente argillosi e limoso-argillosi, oltre a tutta la gamma di combinazioni possibili tra sabbie, terreni fini e trovanti lapidei relativamente ai “Depositi antropici”, rende alquanto difficoltosa la definizione del grado di permeabilità.

Numerose misure effettuate in sito, in occasione di operazioni di aggotamento di scavi di fondazione per la costruzione di piani interrati nel centro urbano di Barletta, hanno condotto a valori di coefficiente di permeabilità compresi fra 1×10^{-5} - 1×10^{-7} m/s.

Ad ogni modo, in corrispondenza degli strati o delle lenti di “argille a quadretti” (lenti argillose in facies lagunare o palustre) il grado di permeabilità diminuisce considerevolmente, a tal punto da dover considerare tali litotipi quasi impermeabili, ancorché interessati, in talune circostanze, da fessure di decompressione in grado di veicolare adunamenti idrici.

Allo stesso modo, la presenza di depositi antropici caratterizzati da terreni di riporto eterogenei, con presenza di elementi lapidei di varia dimensione, sabbie sciolte e materiali poco compattati, può far aumentare il grado di permeabilità.

B) LITOTIPI PERMEABILI PER FESSURAZIONE E CARSIAMO

FC1 – Alta permeabilità per fessurazione e carsismo

“Calcarea di Bari”

Si tratta dei litotipi calcarei e calcareao-dolomitici estremamente fratturati e carsificati affioranti nelle località *Avvantaggio, Barracchio e C. Addato* nelle estreme porzioni orientali del territorio di Barletta, ai confini con l'agro di Trani. I valori delle portate specifiche dei pozzi ad uso irriguo esistenti in queste località si attestano su 30-70 l/sxm (Cotecchia V. et al., 1997) a testimoniare un elevato valore di conducibilità idraulica che in quest'area può essere assunto pari a 1×10^{-3} - 1×10^{-4} m/s.

FC1 – Media permeabilità per fessurazione e carsismo

“Calcarea di Bari”

I litotipi calcarei e calcareao-dolomitici stratificati in banchi o in sottili livelli (“chiancarelle”) risultano variamente interessati da diaclasi e fratture più o meno aperte, oltre che da micro cavità carsiche a luoghi riempite di terra rossa. Tali ammassi rocciosi risultano mediamente permeabili per fessurazione e carsismo; nelle loro porzioni anidre, ovvero nella “zona vadosa” dove avviene il transito delle acque meteoriche verso l'acquifero più profondo, il grado di permeabilità può essere talvolta basso o medio-basso, anche a causa di potenti bancate dolomitiche molto compatte. In queste porzioni il coefficiente di permeabilità può attestarsi su valori compresi fra 1×10^{-5} - 1×10^{-7} m/s, se non addirittura inferiori. Viceversa, in corrispondenza delle porzioni sature, l'acquifero carsico sembra muoversi verso mare con una conducibilità idraulica che si attesta su valori minimi di 1×10^{-4} m/s.

4.7.2 Acquifero carsico e fessurato della Murgia

La Murgia rappresenta una grande unità idrogeologica contenente un bacino sotterraneo alimentato dalle precipitazioni delle aree interne. Il notevole tasso di infiltrazione efficace realizzato dallo stato di fratturazione e carsismo che caratterizza il “Gruppo dei Calcari delle Murge”, concorre al movimento delle stesse acque sotterranee verso i punti di emergenza lungo la costa del mare Adriatico.

La presenza nei calcari mesozoici di una cospicua falda carsica denominata "profonda", generalmente circolante in pressione al di sotto del livello del mare e caratterizzata da discreti carichi piezometrici anche a breve distanza dalla costa, è ormai definita e certificata. Nel Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione Puglia, approvato con DGR n.230 del 20.10.2009, l'Acquifero della Murgia è stato inserito fra i corpi idrici sotterranei significativi della Regione Puglia (Codice AC-0000+16-020).

Nel territorio in esame, le principali caratteristiche idrodinamiche di questo acquifero dipendono dal grado di fessurazione e carsismo delle rocce carbonatiche mesozoiche, nonché dalle strutture tettoniche (pieghe e faglie) di età pre-pliocenica e quaternaria affioranti o sepolte (Lattanzio M. et al., 1992).

Nelle Murge Nord-Occidentali, il cui estremo settentrionale coincide con il territorio in esame, la falda carsica circola ovunque in pressione, spesso a notevole profondità al di sotto del livello del mare (-200 ÷ -400 m circa) con carichi e gradienti idraulici (2÷8 per mille) più elevati di quelli che si registrano nel Salento e nel Gargano. I massimi carichi piezometrici si riscontrano nelle aree più interne dell'altopiano murgiano andriese, ove si raggiungono valori di circa 50 m s.l.m., mentre nel territorio di Barletta i carichi assumono valori compresi fra 3÷10 m s.l.m.

La superficie di fondo di questa falda, coincidente con l'interfaccia acqua dolce/acqua salata, è situata a profondità notevoli al di sotto del livello piezometrico; in particolare, in prossimità del litorale di *Ariscianne* detta interfaccia è situata a circa 200 m di profondità dal p.c.

Il deflusso si verifica in direzione del mare adriatico dove il recapito avviene in forma ora essenzialmente diffusa ora concentrata, come nel caso delle sorgenti costiere in località *Ariscianne* dove è possibile ipotizzare la presenza di sistemi carsici ipogei impostati su lineazioni tettoniche.

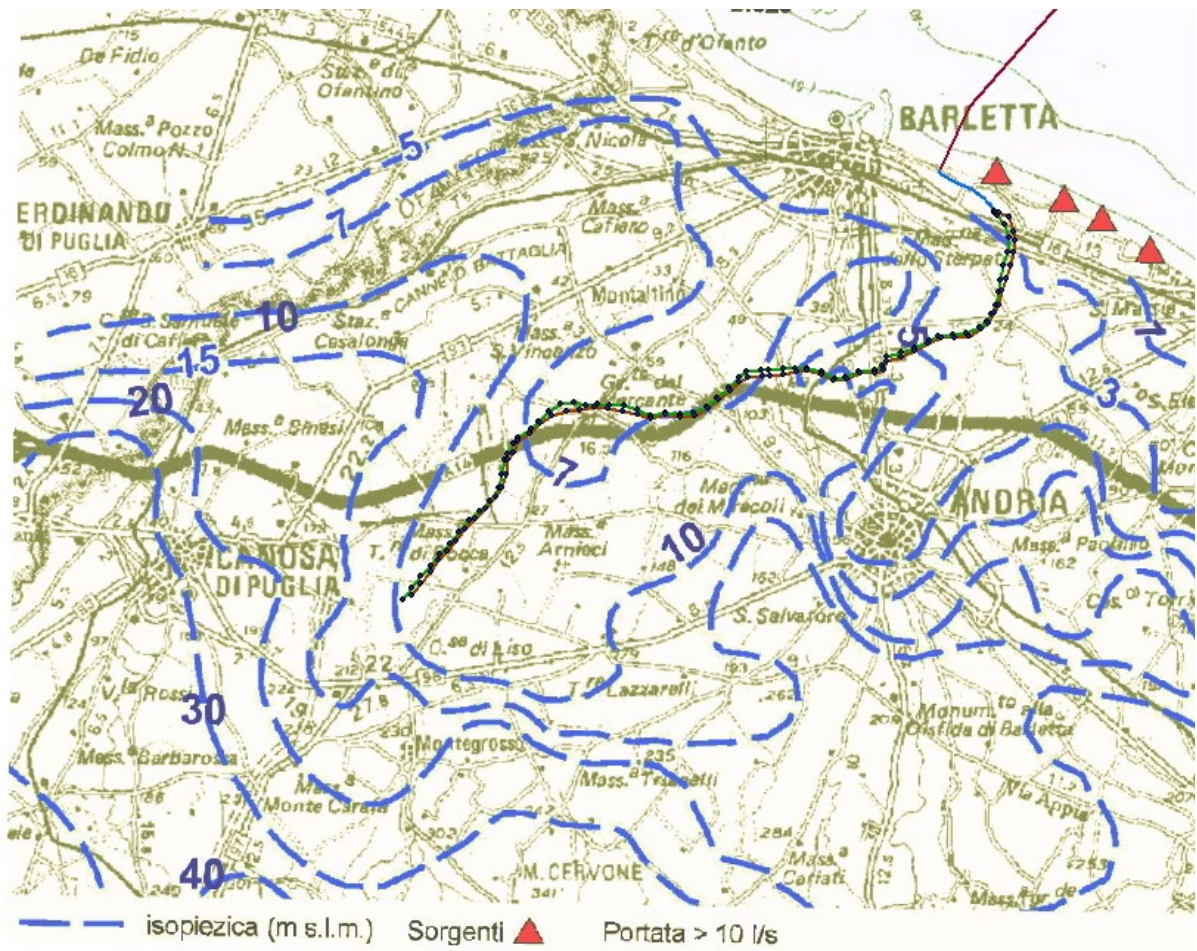


Fig.17 – Opere a terra previste in progetto riportate nello stralcio dea TAV.6.2 del PTA
“Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici di Murgia e Salento”.

Le caratteristiche idrogeologiche medie della falda carsica profonda nel territorio in studio sono le seguenti:

- Profondità media di rinvenimento: -84 m circa dal p.c.
- Carico piezometrico medio (livello statico): +7,6 m s.l.m.
- Risalita media in pressione sino al livello statico: 51 m
- Portata media emungibile: 27,6 l/s
- Depressione dinamica media: \approx 6,0 m
- Portata specifica media: 17 l/sxm
- Direzione prevalente di deflusso: Nord-Nord Est (verso la linea di costa del Mare Adriatico)

Per quanto sopra, le opere di progetto non potranno in alcun modo interferire con la falda carsica profonda.

4.7.3 Acquifero superficiale dell'area di Barletta

L'acquifero superficiale dell'area di Barletta si trova in posizione superiore all'acquifero carsico e fessurato delle Murgia ed è stato individuato tra i corpi idrici sotterranei significativi col nome di “Falda detritica di Barletta” – Cod. 4-2-1, attraverso la DGR n.1786 del 01/10/2013, redatta in ottemperanza al D.Lgs n.30/2009. Difatti, come si legge nella **Relazione sull'“Identificazione e caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei della Puglia ai sensi del D.Lgs. n.30/2009”** di cui alla DGR n.1786 summenzionata, “nel territorio di Barletta il locale approfondimento del substrato calcareo in prossimità delle aree costiere ha determinato un

ispessimento della copertura plio-pleistocenica e ha favorito l'esistenza di depositi marini terrazzati in una più ampia area e con spessori più importanti, localmente sotto i 30 m. Questa copertura è sede di una falda superficiale di non trascurabile estensione e che oltre ad essere sede di modesti approvvigionamenti idrici costituisce la causa di talune problematiche di stabilità del centro urbano. Questa falda, infatti, risente della stagionalità del regime pluviometrico che interagisce con un bacino idrogeologico per lo più coincidente con gli affioramenti delle rocce serbatoio. Le aree di alimentazione si ritrovano immediatamente a monte dell'abitato, ai margini degli affioramenti dei depositi marini terrazzati."

In particolare, detto acquifero circola quasi sempre in condizioni semi-confinato per la presenza di depositi palustri o lagunari, relativamente poco permeabili ("argille a quadretti"), intercalati alle unità sabbiose e calcarenitiche dei "Depositi marini terrazzati". Il tetto di tale falda, pertanto, può rinvenirsi leggermente in pressione o a pelo libero, come avviene per lo più in prossimità della costa. Il limite inferiore dell'acquifero è rappresentato dalle "Argille subappennine" e, quindi, il rinvenimento della falda può variare entro lo spessore massimo ricostruito dei "Depositi marini terrazzati", pari a circa 30 m.

In definitiva, **l'acquifero superficiale dell'area di Barletta può essere definito poroso, multi-falda e semi-confinato** per le seguenti peculiarità: 1) essere contenuto in rocce permeabili per porosità; 2) essere caratterizzato da più livelli acquiferi a differenti profondità; 3) essere tenuto localmente in pressione dalle unità pelitiche delle "argille a quadretti".

La potenzialità di tale acquifero diminuisce col procedere verso il margine degli affioramenti, dove lo spessore del "**Depositi marini terrazzati**" è minore e dove affiorano i termini argillosi sottostanti o finanche le formazioni carbonatiche.

Le aree di alimentazione della falda superficiale di Barletta si ritrovano immediatamente a monte dell'abitato, ai margini degli affioramenti dei "Depositi marini terrazzati", in particolare lungo l'allineamento ipotetico costituito dalle località *Case Addato-Tufarelle-Masseria Boccuta*.

Sulla base di quanto riportato nella figura sottostante, tratta dalla Relazione sull'"Identificazione e caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei della Puglia ai sensi del D.Lgs. n.30/2009" di cui alla DGR n.1786/13 e digitalizzata in ambiente GIS (cfr. Tav.1), la superficie totale del dominio idrogeologico della falda detritica di Barletta risulta pari a circa 58,35 kmq

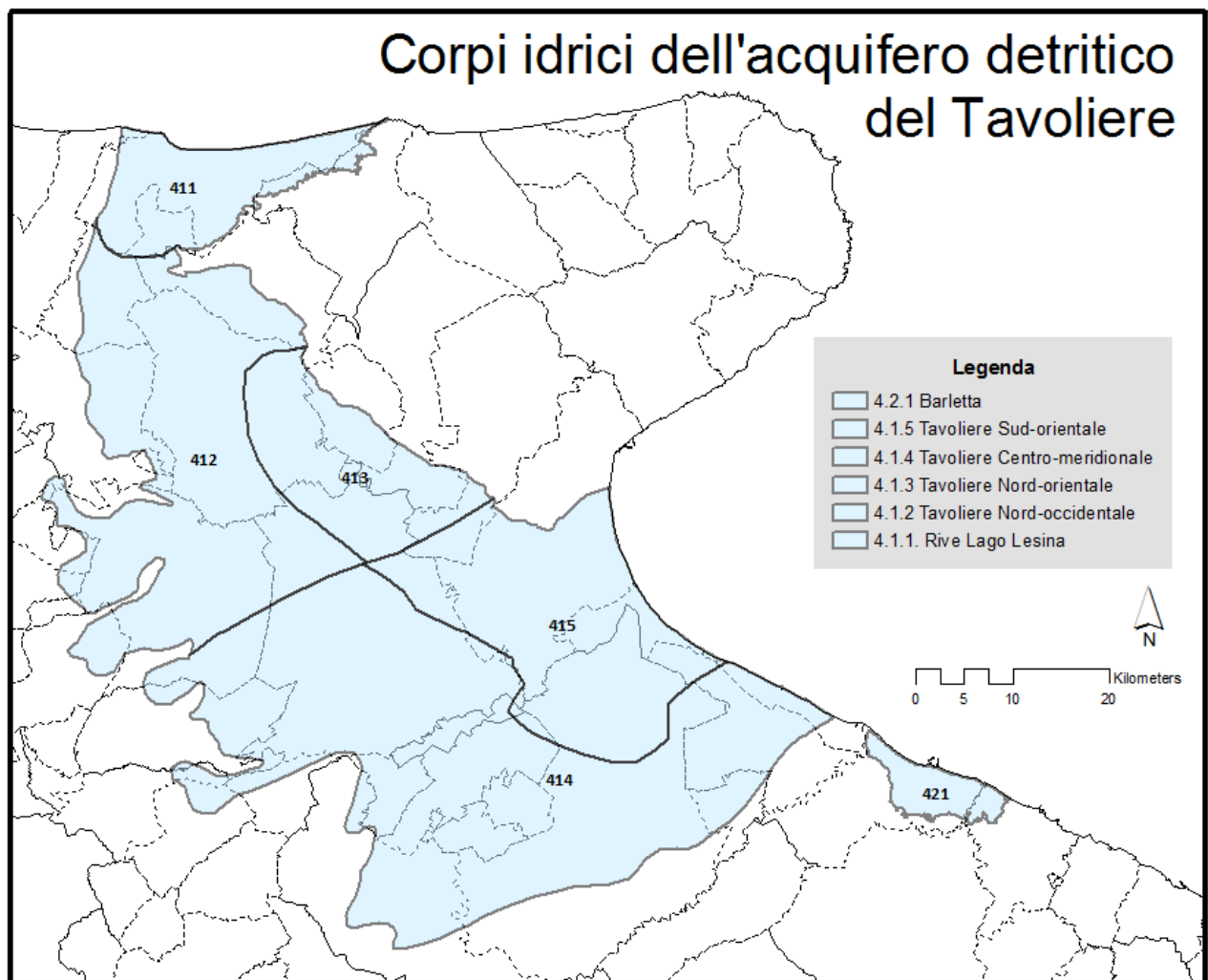


Fig.18 – Estensione della falda detritica di Barletta come rappresentata nella “Figura 3-19: Corpi Idrici Sotterranei del Complesso Idrogeologico detritico del Tavoliere delle Puglie” riportata nella Relazione sull’“Identificazione e caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei della Puglia ai sensi del D.Lgs. n.30/2009” di cui alla DGR n.1786/13

Preme evidenziare, in ogni caso, che i rilievi effettuati per la relazione del PUG di Barletta, in particolare la presenza della sorgente di *San Mercurio* in località *Canne della Battaglia* (al contatto tra i “Depositi marini terrazzati” e le sottostanti “Argille subappennine”) fanno ritenere che il dominio idrogeologico della falda detritica di Barletta possa essere più esteso rispetto a quanto mostrato nella Fig.18, ciò in quanto i “Depositi marini terrazzati” affiorano anche in direzione sud-ovest verso il confine tra i territori di Barletta e Canosa di Puglia.

Dall’esame della distribuzione dei carichi piezometrici medi nel tessuto urbano si evince che gli stessi risultano compresi nell’intervallo 1÷13 m s.l.m., con un’oscillazione media di $\pm 0,8$ m tra il semestre estivo e quello invernale, come risulta dalle misure dei livelli piezometrici effettuate nei pozzi idrologici di proprietà comunale. Proprio tali misurazioni hanno dimostrato come l’unico fattore naturale capace di indurre una variazione positiva della superficie piezometrica è il regime pluviometrico del centro abitato e delle aree immediatamente a monte. Come già verificato da Lattanzio et. al. (1994) , esiste una correlazione diretta tra le precipitazioni meteoriche e il regime idrometrico della falda superficiale; in particolare, si è misurato uno sfasamento variabile da pochi giorni a due settimane circa tra i massimi di pioggia e quelli della superficie piezometrica. La cadente piezometrica media risulta pari a circa l’1% con valori doppi in prossimità della costa.

Le linee di deflusso preferenziale di detta falda sembrano correlate all'andamento delle linee di drenaggio superficiale e alla morfologia locale, come avviene spesso negli acquiferi porosi superficiali; il livello base è rappresentato dal livello del mare e difatti in corrispondenza del litorale di Barletta si rinvergono numerosi canali di drenaggio perpendicolari alla costa, sia pure effimeri, che trasportano in ogni periodo dell'anno le acque della falda superficiale.

Nelle zone orientali e meridionali dell'abitato le linee di deflusso sembrano, invece, indirizzarsi in profondità verso il paleo-alveo del *Canale Ciappetta-Camaggio*, mentre nelle zone occidentali si nota una corrispondenza con il *Canale Tittadegna* e con un antico solco erosivo, in parte coincidente con l'attuale asse viario di Via Violante, sfociante sulle spiagge della litoranea di ponente in corrispondenza del più grande dei canali di drenaggio sopra ricordati.

L'acquifero superficiale dell'area di Barletta potrebbe interferire con le opere di progetto solo in corrispondenza del punto di approdo, della vasca giunti, del tracciato dell'elettrodotto interrato per una lunghezza di circa 2 km e dell'area della stazione elettrica RTN di smistamento. In tutte queste aree il livello della falda acquifera superficiale si colloca a profondità comprese tra 3÷6 m dal p.c., pertanto, per evitare qualsiasi interferenza sarà sufficiente poggiare le fondazioni delle opere a profondità inferiori di quelle suddette.

5 PERICOLOSITA' IDROGEOMORFOLOGICA

Il Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Puglia è stato adottato dal Consiglio Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Puglia il 15 dicembre 2004 e approvato dallo stesso C.I. con Delibera n.39 dal 30/11/2005; sono tuttora in fase di istruttoria le numerosissime proposte di modifica formulate da comuni, province e privati. In particolare, l'ultimo aggiornamento preso in considerazione per l'elaborazione delle tavole cartografiche di progetto fa riferimento alle ultime perimetrazioni del Giugno 2023 pubblicate sul sito web dell'Autorità di Distretto dell'Appennino Meridionale – ex Adb Puglia (<https://www.distrettoappenninomeridionale.it/index.php/elaborati-di-piano-menu/ex-adb-puglia-menu/piano-assetto-idrogeologico-pericolosita-geomorfologica-menu.>)

Il P.A.I. adottato dalla Regione Puglia ha le seguenti finalità:

- la sistemazione, la conservazione ed il recupero del suolo nei bacini imbriferi, con interventi idrogeologici, idraulici, idraulico – forestali, idraulico – agrari compatibili con i criteri di recupero naturalistico;
- la difesa ed il consolidamento dei versanti e delle aree instabili, nonché la difesa degli abitati e delle infrastrutture contro i movimenti franosi ed altri fenomeni di dissesto;
- il riordino del vincolo idrogeologico;
- la difesa, la sistemazione e la regolazione dei corsi d'acqua;
- lo svolgimento funzionale dei servizi di polizia idraulica, di piena, di pronto intervento idraulico, nonché di gestione degli impianti.

La determinazione più rilevante ai fini dell'uso del territorio è senza dubbio l'individuazione delle Aree a Pericolosità Idraulica ed a Rischio Idrogeologico.

In funzione del regime pluviometrico e delle caratteristiche morfologiche del territorio, il Piano individua differenti regimi di tutela per le seguenti aree:

- Aree a alta probabilità di inondazione (AP) ovvero porzioni di territorio soggette ad essere allagate con un tempo di ritorno (frequenza) inferiore a 30 anni;
- Aree a media probabilità di inondazione (MP) ovvero porzioni di territorio soggette ad essere allagate con un tempo di ritorno (frequenza) compresa fra 30 anni e 200 anni;
- Aree a bassa probabilità di inondazione (BP) ovvero porzioni di territorio soggette ad essere allagate con un tempo di ritorno (frequenza) compresa fra 200 anni e 500 anni.

In aggiunta alle aree summenzionate, ai fini della salvaguardia dei corsi d'acqua, della limitazione del rischio idraulico e per consentire il libero deflusso delle acque, il PAI individua il **reticolo idrografico** in tutto il territorio di competenza della ex Autorità di Bacino della Puglia, nonché l'insieme degli alvei fluviali in modellamento attivo e le aree golenali, ove vige il divieto assoluto di edificabilità; nell'art.6 comma 10 si precisa, inoltre, che laddove il reticolo idrografico e l'alveo in modellamento attivo e le aree golenali non siano arealmente individuate nella cartografia del PAI e le condizioni morfologiche non ne consentano la loro individuazione, le norme si applicano alla porzione di terreno a distanza planimetrica, sia in destra che in sinistra, dall'asse del corso d'acqua, non inferiore a 75 m.

Allo stesso tempo nell'art.10 comma 3, nel disciplinare le fasce di pertinenza fluviale, le NTA del PAI specificano che, qualora la fascia di pertinenza fluviale non sia arealmente individuata nelle cartografie, le

norme si applicano alla porzione di terreno, sia in destra che in sinistra, contermini all'area golenale, come individuata all'art. 6 comma 8, di ampiezza comunque non inferiore a 75 m.

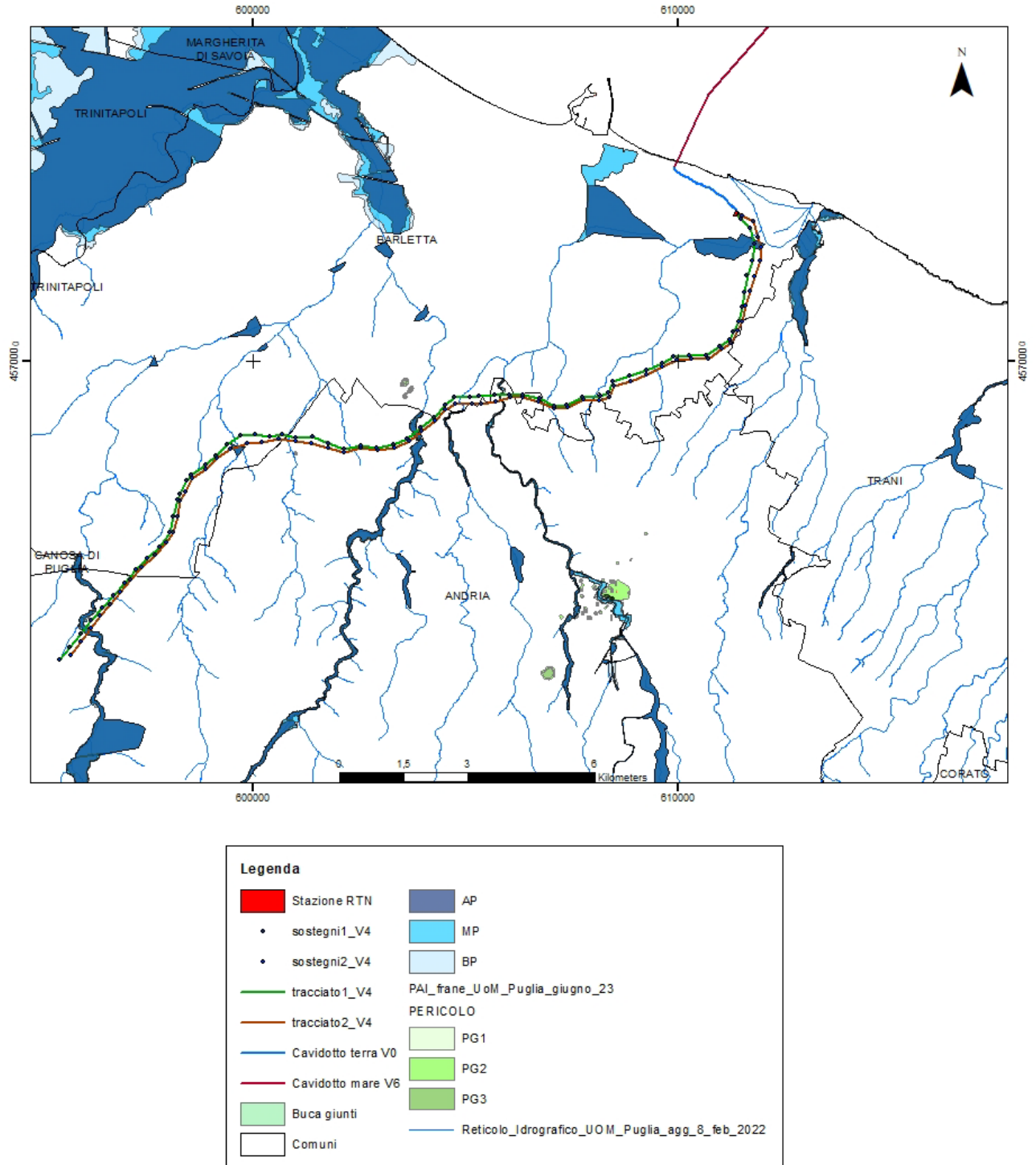


Fig.19 – Opere a terra di progetto riportate nello stralcio PAI aggiornato dell'ex AdB Puglia con evidenza del reticolo idrografico

Come riportato nelle Fig.19 le aree del territorio di progetto altamente suscettibili al pericolo di inondazione sono quelle contermini l'area di Ariscianne e le fasce contermini il Canale Tittadegna oltre all'intersezione dei tracciati degli elettrodotti aerei con il reticolo idrografico per cui si rimanda alla Relazione di compatibilità idrologica e idraulica.

Inoltre, il territorio è stato inoltre suddiviso in tre fasce a Pericolosità Geomorfologica crescente:

- PG1 aree a suscettibilità da frana bassa e media (pericolosità geomorfologia media e bassa);
- PG2 aree a suscettibilità da frana alta (pericolosità geomorfologia elevata);
- PG3 aree a suscettibilità da frana molto alta (pericolosità geomorfologia molto elevata)

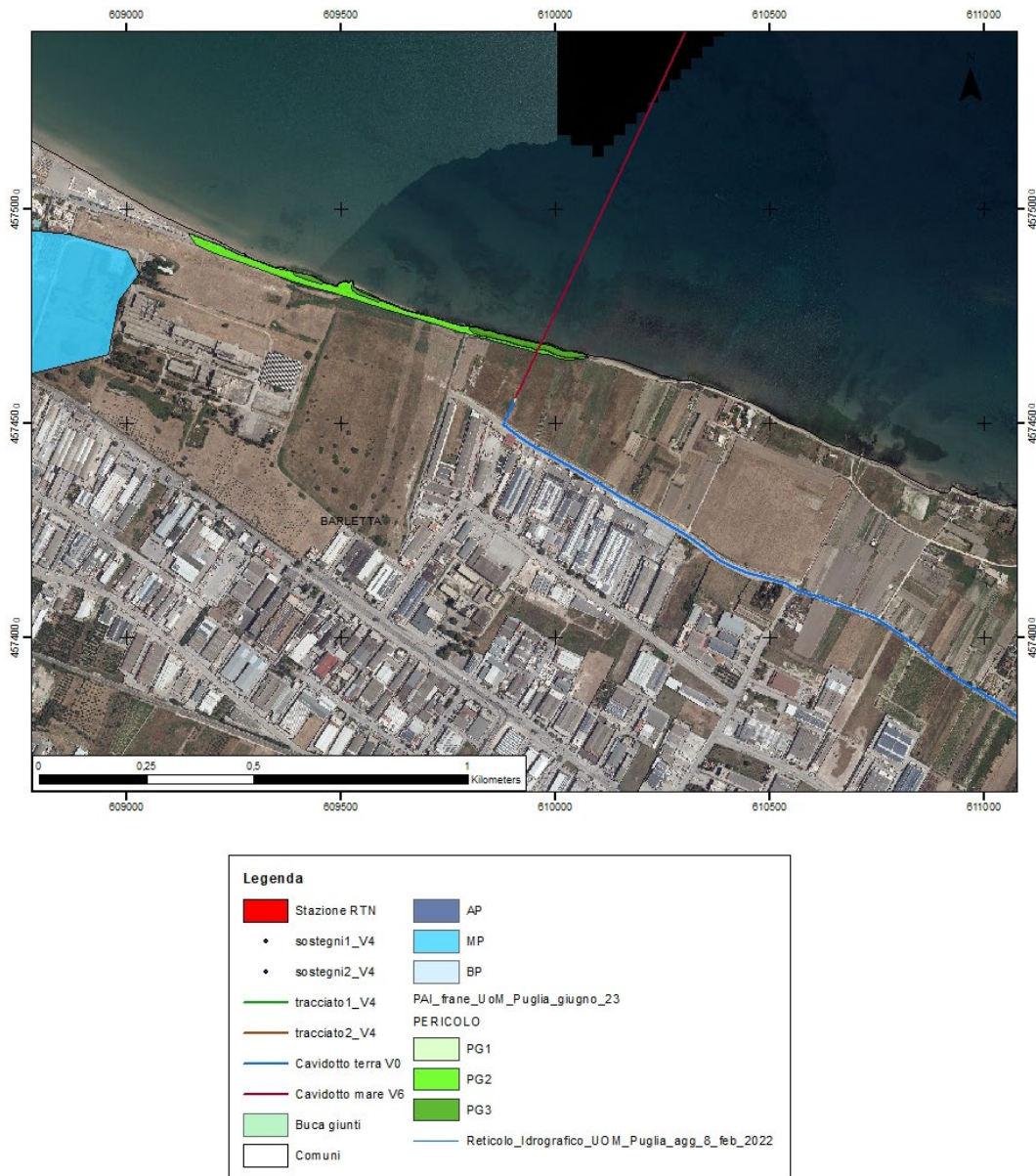


Fig.19 – Punto di approdo del cavidotto sottomarino - Pericolosità geomorfologiche in località Belvedere lungo la costa orientale di Barletta

Come visibile nella Fig. 20, il punto di approdo del cavidotto dell'intero parco eolico avverrà in località *Belvedere* lungo i litorali orientali di Barletta. Questi si estendono fra il molo meridionale del porto di Barletta e la località *Ariscianne* e risultano fortemente condizionati dalla redistribuzione dei sedimenti da parte delle correnti lungocosta verso NO. In questo tratto di costa si rinvencono materiali di risulta dalle più svariate provenienze, scaricati e accumulati in più di settant'anni.

La fascia costiera, in questa località appare interamente artificiale fino ad un'altezza di circa 7 m s.l.m., come pure il sottofondo della strada litoranea che prosegue verso Trani in località Belvedere, e soggetta a importanti fenomeni erosivi. In particolare, a est dello stabilimento balneare dell'A.N.M.I. (gruppo Andria) la costa è

caratterizzata da una falesia intagliata negli stessi detriti di riporto con una conseguente redistribuzione dei materiali di questa “discarica” lungo tutta la spiaggia.

Per tale ragione, l’Autorità del Distretto dell’Appennino Meridionale, con il Decreto del Segretario Generale n. 340 del 22 maggio 2023 ha modificato la perimetrazione e classificazione delle aree a pericolosità geomorfologica del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI) – Rischio da frana dell’ex Autorità di Bacino, relativamente a questo tratto di costa, inserendo aree PG2 e PG3, come visibile nella figura sottostante.

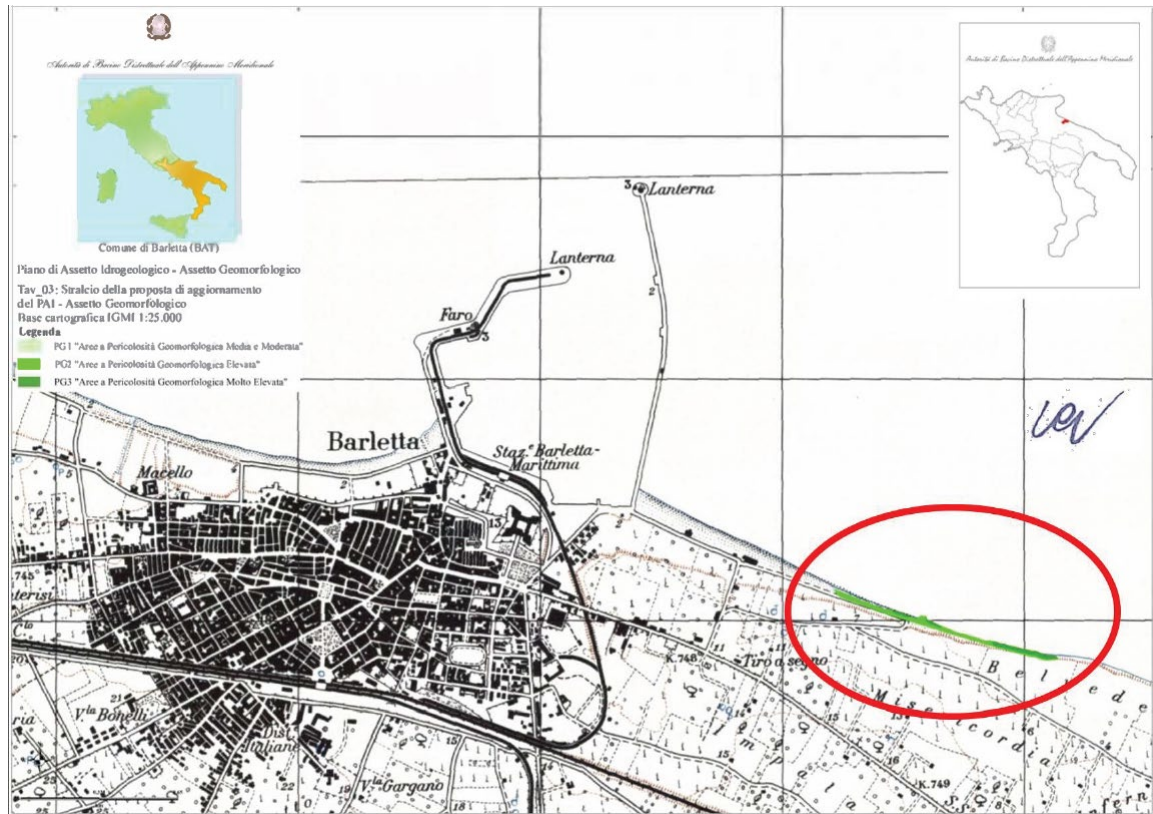


Fig. 20 - Stralcio della “Carta della pericolosità geomorfologica” del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI) – Rischio da frana dell’ex Autorità di Bacino Interregionale della Puglia contenente la modifica alla perimetrazione per il settore di territorio interessato.

In aggiunta a quanto sopra, dato che nel territorio pugliese sono noti diversi casi, più o meno gravi, di dissesto idrogeologico legato al possibile sprofondamento di cavità naturali ed antropiche presenti nel sottosuolo e dato che tale situazione può essere causa di pericolo per la popolazione, il Comitato Tecnico dell’AdB della Puglia nella seduta del 25 luglio 2006 ha approvato l’“Atto di indirizzo per la messa in sicurezza dei territori a rischio cavità sotterranee”. Tale atto definisce gli interventi per la disciplina, il controllo, la salvaguardia e la sistemazione delle aree instabili o potenzialmente instabili a protezione degli abitati e delle infrastrutture, con modalità che privilegino la valorizzazione ed il recupero delle caratteristiche naturali del territorio.

Nella Carta della Pericolosità idrogeomorfologica elaborata per il presente studio sono stati rappresentati i confini delle aree a diversa pericolosità relativi alle cavità sotterranee di San Procopio (già perimetrato nell’ambito dell’aggiornamento dei PAI) nonché le segnalazioni relative alle cavità antropiche esistenti nella località Tufare di San Rocco (tra i territori di Barletta e Trani), Regina Giovanna (territorio di Barletta al margine con quello di Canosa di Puglia) e Posta Pozzelle.

A seguito delle succitate criticità, in questo tratto di costa, in accordo con gli interventi consentiti dall'art. 13 delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI, è possibile prevedere, come intervento di **compensazione ambientale**, la realizzazione, previa caratterizzazione e bonifica ambientale del sito, di un sistema di consolidamento della linea di costa.

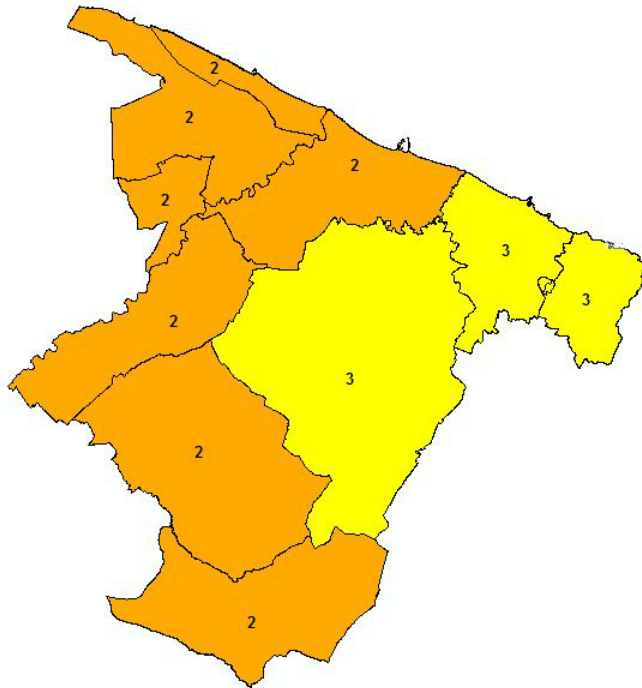
Il sistema di consolidamento proposto, come dettagliato nello Studio di compatibilità geologica e geotecnica (allegato R.1.4), consiste sostanzialmente nel configurare il fronte della scarpata, attualmente in assetto verticale, in modo da poter realizzare un sistema di protezione così costituito:

- Riconfigurazione della scarpata: trattandosi di materiale di riporto è opportuno limitarne al minimo la movimentazione, definendo un profilo di pendenza adeguata su cui impostare un sistema di protezione in massi ciclopici.
- Posa di uno strato impermeabilizzante costituito da un geocomposito bentonitico, la cui funzione è quella di evitare l'ingressione e il dilavamento del materiale di cui è costituito il riporto. Il geocomposito sarà impostato al piede e a monte del rilevato mediante apposite trincee di ancoraggio in pietrame cementato. Il geocomposito sarà protetto da un geocomposito tessuto non tessuto da 1.000 g/mq.
- Realizzazione di una scogliera basale in massi ciclopici a protezione del piede del rilevato.
- Realizzazione di uno strato di pietrame a protezione dello strato di geocompositi
- Completamento della scogliera in massi ciclopici fino alla parte sommitale del rilevato.

L'intervento in progetto sarà esteso su un tratto di costa lungo circa 250 metri, compreso tra la viabilità litoranea e il termine, verso est, della perimetrazione PAI.

6 PERICOLOSITA' SISMICA

I 10 comuni facenti parte del territorio della Provincia di Barletta-Andria-Trani risultano classificati sismici ai sensi della D.G.R. n°153 del 02/03/2004, emanata in attuazione della OPCM 3274/2003, come da Fig. 39 di seguito riportata:



Comune	Zona sismica
Andria	3
Barletta	2
Bisceglie	3
Canosa di Puglia	2
Margherita di Savoia	2
Minervino Murge	2
San Ferdinando di Puglia	2
Spinazzola	2
Trani	3
Trinitapoli	2

Fig. 21 – Classificazione sismica dei 10 comuni della Provincia BAT

Si riporta la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo valori di **accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g** , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ag/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [ag/g]
1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

Secondo la **zonazione sismica italiana** (ZS9, 2004), la Provincia di BAT è situata all'interno della zona denominata "925" (Fig.22), caratterizzata da eventi sismici storici aventi magnitudo tra 5,9÷6,6.

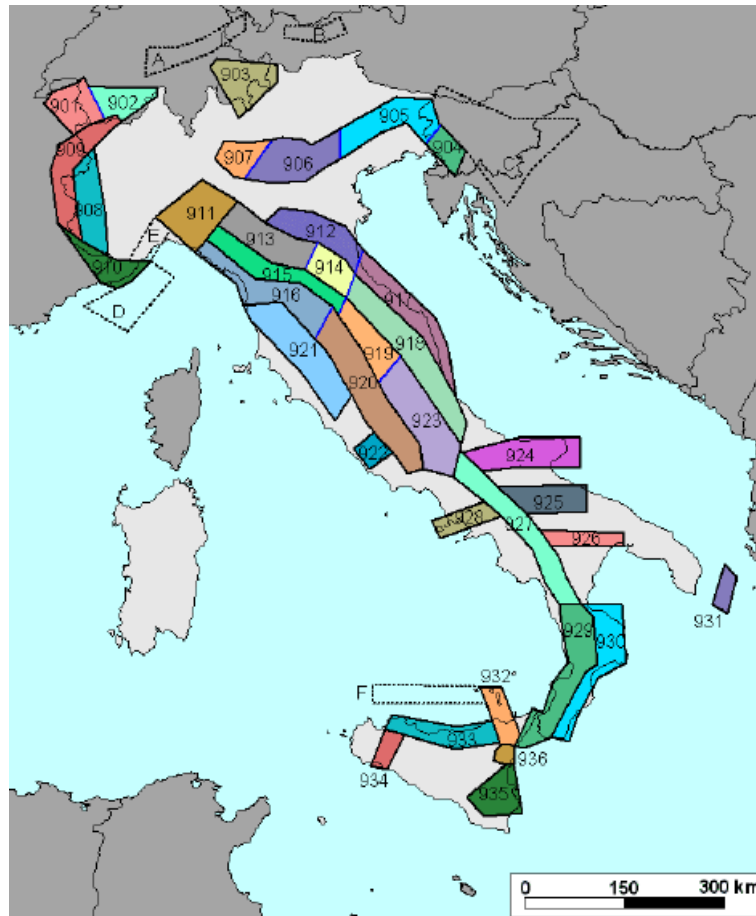


Fig. 22 – Zonazione sismica italiana (ZS9, 2004) – Fonte INGV

I meccanismi focali indicano movimenti prevalentemente strike-slip orientati circa E-W. La profondità degli ipocentri è compresa tra 12÷20 km con una profondità efficace di 13 km, secondo il catalogo INGV strumentale. Gli studi in letteratura specifica mostrano che nella Zona “925” il meccanismo focale medio è di tipo strike-slip e al suo interno, c'è un'area dove possono esserci terreni liquefacibili.

Il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani raccoglie le informazioni sulla sismicità storica, sulla base di osservazioni macrosismiche. L'analisi dei dati mostra che la parte centrale della regione Puglia, dove si trova il territorio provinciale, è interessata da un'attività sporadica, senza picchi di alta energia, come quelli che periodicamente interessano le due aree circostanti: l'Appennino meridionale e la Puglia settentrionale.

Il terremoto documentato più antico, localizzato nella parte centrale della regione Puglia, è riportato da Marco Tullio Cicerone nel “De Divinatione”, datato 117 a.C: forti terremoti si sono verificati in quel periodo nella regione Puglia, secondo le sue cronache.

Più tardi, anche nel Medioevo, un forte terremoto ha colpito l'intera regione nel 1087 (o 1088). Registreazioni affidabili e meno generiche dei terremoti che possono aver avuto la loro origine nella Puglia centrale si trovano a partire da cinque secoli più tardi.

La Tabella 1 fornisce una sintesi degli eventi di intensità locale maggiore del V grado della scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg) e una magnitudo maggiore di 5, sulla base di osservazioni macrosismiche di tipo storico e strumentale. Si è scelto di prendere come riferimento i Comuni di Barletta e Canosa di Puglia in cui esistono il maggior numero di osservazioni macrosismiche di tipo storico, tenendo presente che negli altri comuni della provincia si sono registrati effetti in conseguenza dei medesimi terremoti che hanno interessato Barletta e Canosa di Puglia.

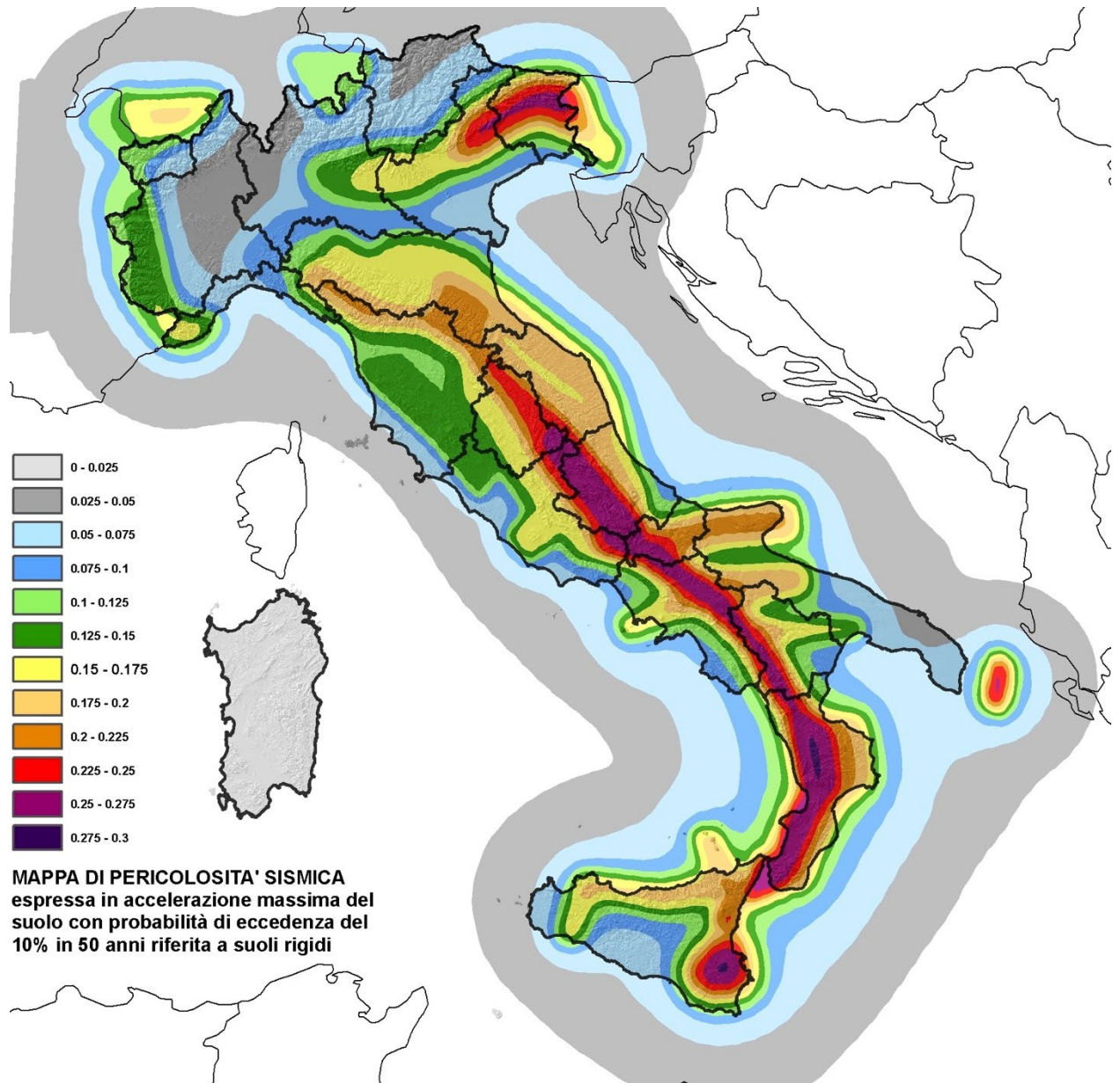


Fig. 23 – Mappa di pericolosità sismica dell'Italia – INGV - 2004.

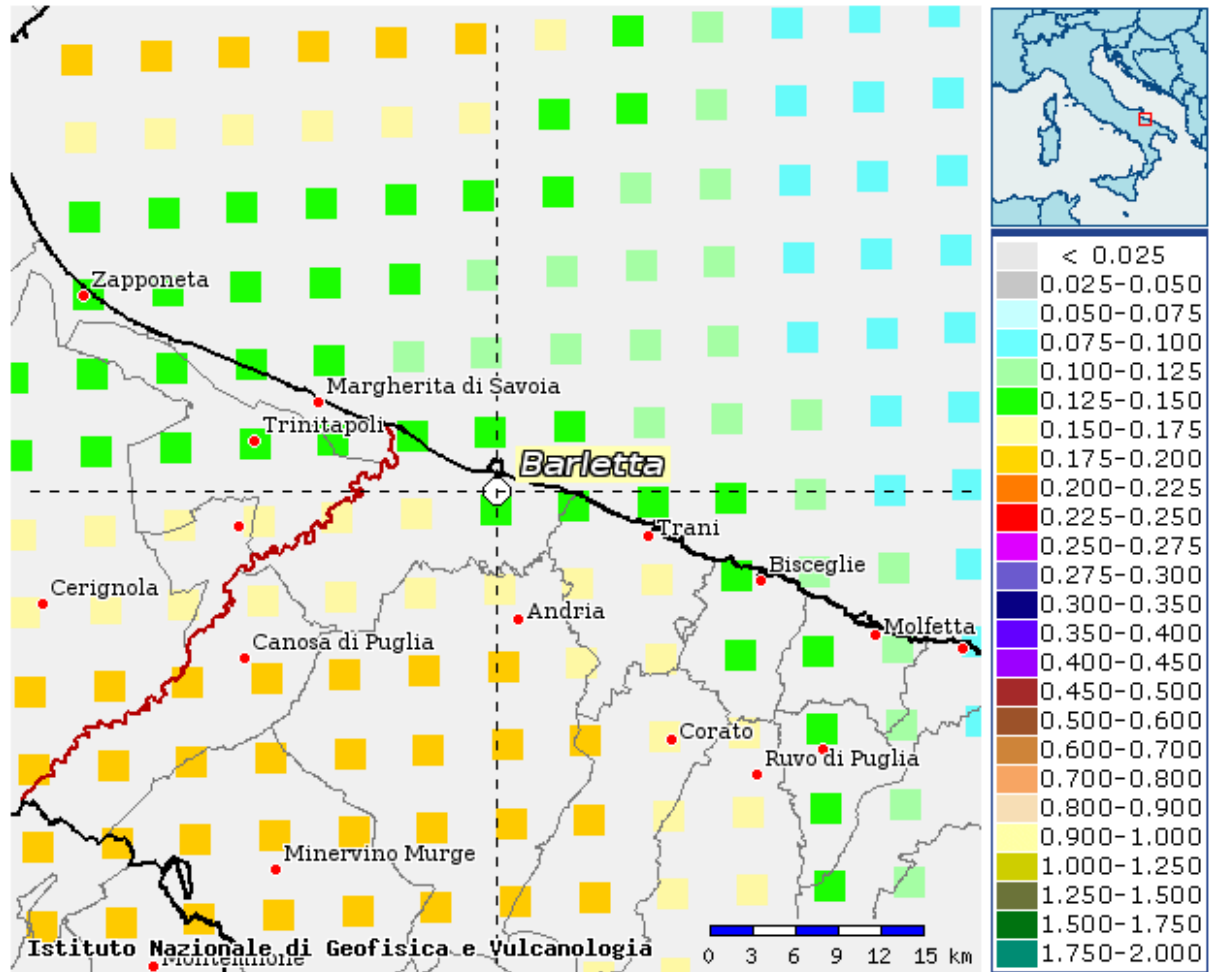


Fig. 24 – Stralcio dalla “Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale” espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi (Ordinanza 3519-06 - fonte INGV)

Da tale tabelle si evince che tre terremoti, secondo le testimonianze contemporanee, sono stati segnalati come distruttivi. Il primo si è verificato nel 1560, e la sua intensità sismica è stata stimata tra il 7°-8° e 9° MCS, causando il crollo degli edifici e numerose vittime a Barletta e Bisceglie anche se non ci sono riferimenti che hanno permesso di individuare fenomeni di liquefazione ⁴. Il secondo si è verificato il 3 maggio 1646 sul Gargano e ha interessato in modo importante Canosa di Puglia in cui sono stati stimati effetti pari al 9° o 10° della scala MCS; il terzo verificatosi in data 20 marzo 1731 fu un forte terremoto con un'intensità stimata del 9° o 10° MCS che colpì la provincia di Foggia e fu seguito da diverse forti scosse di assestamento. Una di queste, il 17 ottobre, ubicata più a sud, ebbe intensità notevole (tra il 6°-7° e 8° MCS) ed interessò fortemente Barletta e Canosa (6°-8° MCS), come riporta il Baratta.

Considerando che, il fenomeno della liquefazione può essere indotto da eventi di magnitudo $M > 5$, e che l'intensità del 6° grado sulla MCS rappresenta il limite inferiore per il verificarsi del danno strutturale, si evince come almeno quindici eventi documentati nella Tab.1 possono essere considerati significativi per i loro possibili danni alle strutture. Dall'esame del Database Macrosismico Italiano (DBMI11) elaborato dall'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) aggiornato al 2011 è possibile ricavare la storia sismica del territorio di progetto.

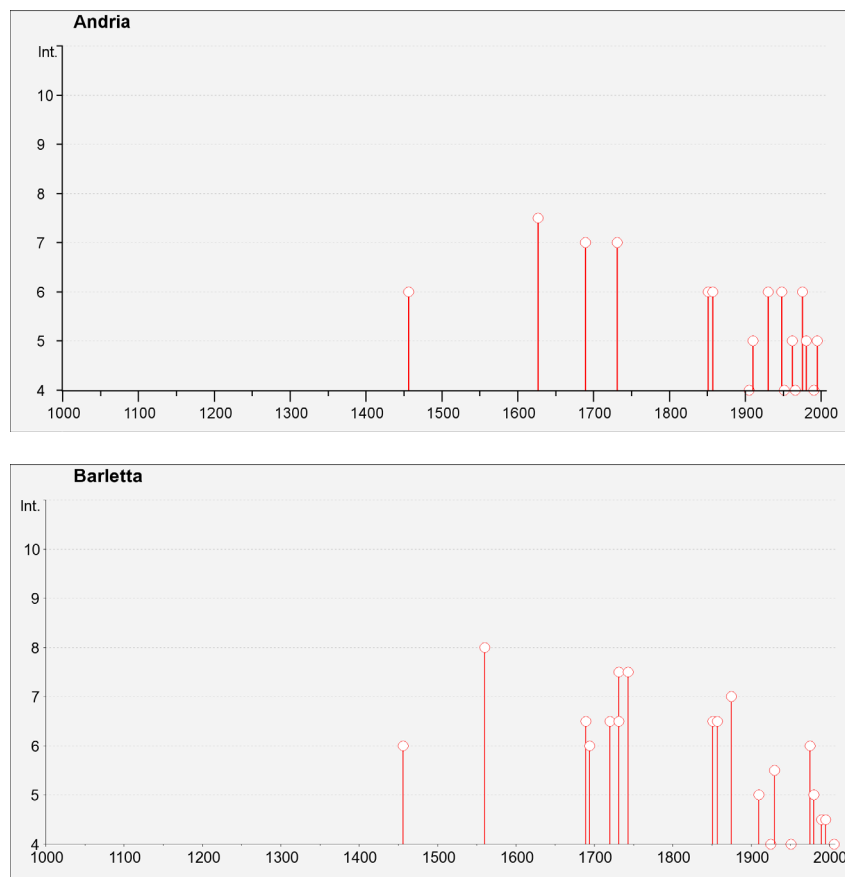


Fig. 25 - Storia sismica di Andria e Barletta– Istogramma dei principali terremoti avvertiti dall'anno 1000 (intensità espressa in gradi della scala MCS) – Fonte DBMI11 – INGV - <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/>

⁴ Nel campo dell'ingegneria sismica e della geotecnica, col termine **liquefazione** si intende una diminuzione di resistenza a taglio e/o rigidezza causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, tale da generale deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci del terreno (cfr. punto 7.11.3.4.1 Norme Tecniche sulle Costruzioni - D.M. 14 gennaio 2008).

Is (MCS)	Anno M G Ora	Area epicentrale	nMdP	Io	Mw
6	1456 12 05	MOLISE	199	11	7.22 ±0.13
8	1560 05 11 04:40	Barletta-Bisceglie	7	8	5.56 ±0.57
6-7	1689 09 21	BARLETTA	3	6-7	4.93 ±0.34
6	1694 09 08 11:40	Irpinia-Basilicata	251	10	6.79 ±0.10
6-7	1720 06 07	PUGLIA SETTENTRIONALE	7	6-7	5.32 ±0.61
7-8	1731 03 20 03:00	Foggiano	50	9	6.53 ±0.25
6-7	1731 10 17	FOGGIA	4	6-7	4.93 ±0.34
7-8	1743 02 20 16:30	Basso Ionio	77	9	7.13 ±0.19
6-7	1851 08 14 13:20	Basilicata	103	10	6.38 ±0.17
F	1851 08 14 14:40	Melfi	10		
6-7	1857 12 16 21:15	Basilicata	340	11	7.03 ±0.08
7	1875 12 06	S.MARCO IN LAMIS	97	8	5.98 ±0.16
NF	1905 11 26 06:48:44	Irpinia	136	7-8	5.21 ±0.13
5	1910 06 07 02:04	Irpinia-Basilicata	376	8	5.73 ±0.09
3	1913 10 04 18:26	Matese	205	7-8	5.37 ±0.11
NF	1915 01 13 06:52	Avezzano	1041	11	7.00 ±0.09
3	1919 10 21 00:24:50	Gargano	28	5-6	5.09 ±0.26
4	1925 08 25 05:10:48	Gargano	14	5	4.92 ±0.26
5-6	1930 07 23 00:08:43	Irpinia	547	10	6.62 ±0.09
3	1931 12 03 09:32	CERIGNOLA	12	6	4.62 ±0.30
4	1951 01 16 01:11:48	Gargano	73	7	5.35 ±0.20
NF	1963 02 13 12:45:27	TITO	31	7	5.20 ±0.26
3	1967 12 09 03:09	Adriatico Meridionale	22		
6	1975 06 19 10:11:14	MATTINATELLA	15	6	5.18 ±0.28
5	1980 11 23 18:34:52	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.89 ±0.09
NF	1984 04 29 05:02:60	GUBBIO/VALFABBRICA	709	7	5.65 ±0.09
3-4	1988 04 26 00:53:44	Adriatico centrale	78		5.39 ±0.09
4-5	1990 05 05 07:21:22	Potentino	1374		5.80 ±0.09
3-4	1991 05 26 12:26:01	Potentino	597	7	5.11 ±0.09
4-5	1995 09 30 10:14:34	Gargano	145	6	5.18 ±0.09
NF	1996 04 03 13:04:36	Irpinia	557	6	4.93 ±0.09
4	2006 05 29 02:20:06	Promontorio del Gargano	384	5-6	4.63 ±0.09

Tab. 1 – Dettagli sui terremoti storici di Barletta

Is = intensità al sito (scala MCS); nMdP = numero di osservazioni macrosismiche del terremoto;
Io = intensità all'epicentro (scala MCS); Mw = Magnitudine momento

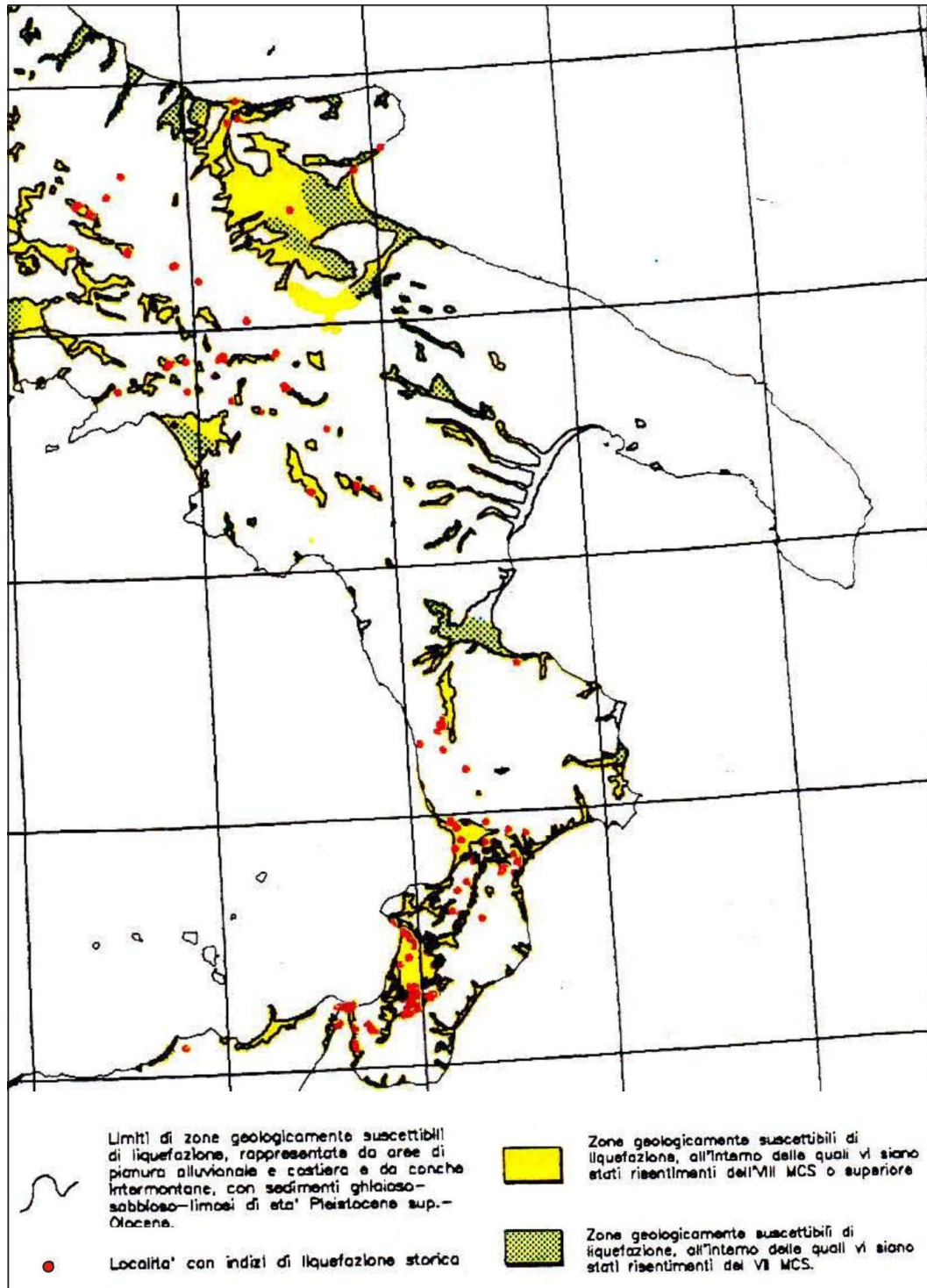


Fig. 26 – Rappresentazione delle aree suscettibili di liquefazione (in Galli P. & Meloni F., 1993 da ISMES, 1991)

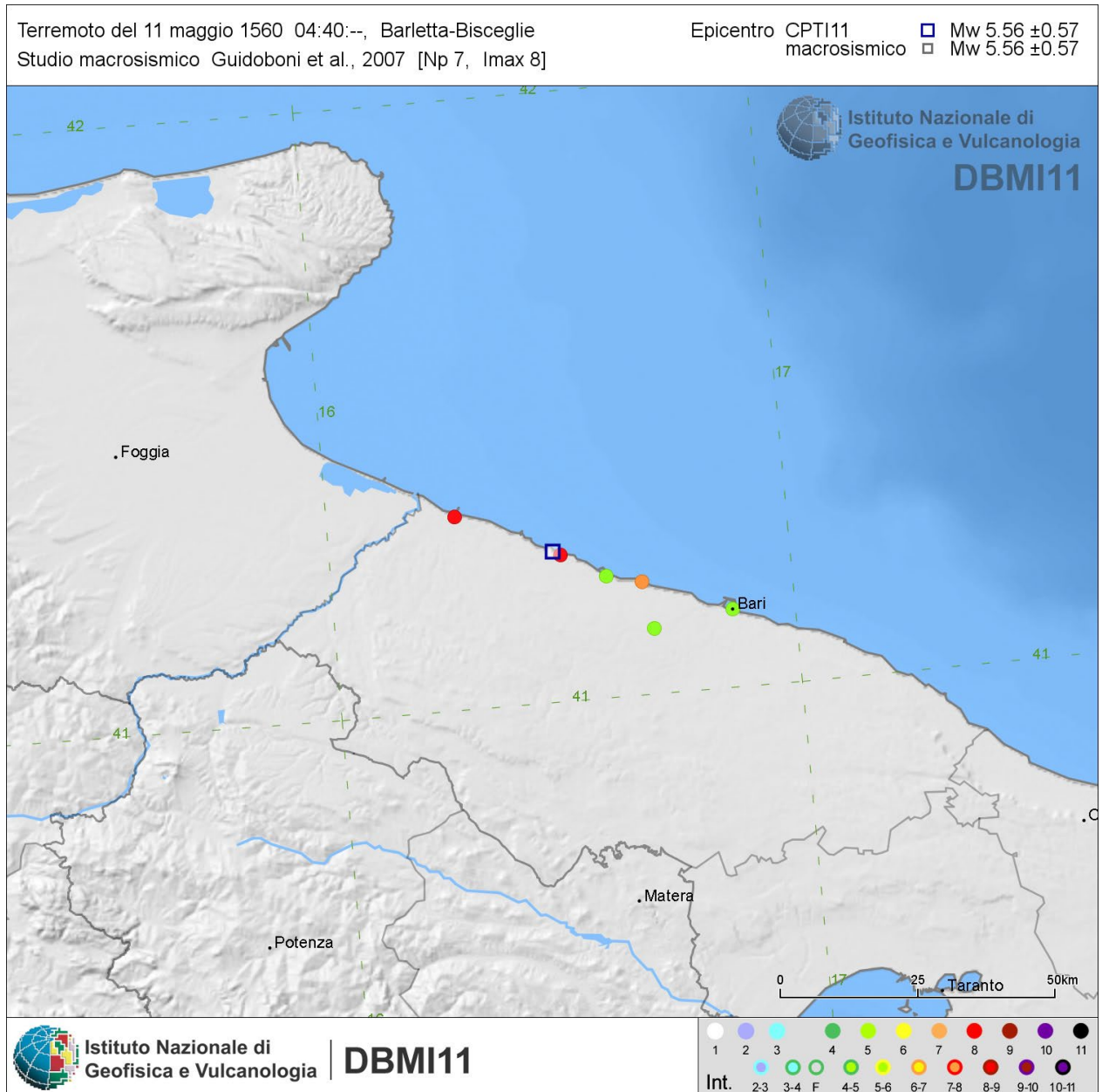


Fig. 27 – Mappa macrosismica del terremoto di Barletta-Bisceglie in data 11 Maggio 1560.



Fig. 28 – Mappa macrosismica del terremoto del Gargano del 31 Maggio 1646 che ha interessato Canosa di Puglia.

7 INDAGINI GEOGNOSTICHE EFFETTUATE

Ai fini della caratterizzazione sismica e geotecnica del territorio di progetto è stata effettuata una raccolta di tutti i dati e delle indagini geognostiche in sito e in laboratorio svolte negli ultimi 30 anni nei territori di **Barletta** e di **Andria** sia per lavori pubblici che per opere private. Inoltre, tra il Settembre 2010 e l'Ottobre 2012 fu svolta una campagna geognostica in sito, consistita nell'effettuazione di n.53 profili sismici tipo M.A.S.W. , in tutto il territorio di Barletta per la **microzonazione sismica preliminare** a corredo della redazione del **PUG**.

La normativa antisismica in vigore, in particolare l'O.P.C.M. n.3274 del 20 marzo 2003 e il D.M. 17 gennaio 2018 (NTC 2018), introducono una classificazione dei suoli di fondazione utilizzando, come criterio discriminante, le modalità con cui la componente trasversale delle onde sismiche (V_s) si propaga nel sottosuolo e basandosi sulla velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, V_{Seq} (in m/s).

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Sulla base di tutte le indagini svolte il sottosuolo delle opere di progetto a terra è classificabile, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, nelle:

Categorie “C” e “B”

Solo in corrispondenza delle fondazioni di alcuni sostegni degli elettrodotti aerei in cui affiorano le rocce calcareo-dolomitiche del **“Calcere di Bari”** - il **“bed-rock” locale** -, è possibile ipotizzare, verosimilmente una categoria di suolo di fondazione pari ad **“A”**.

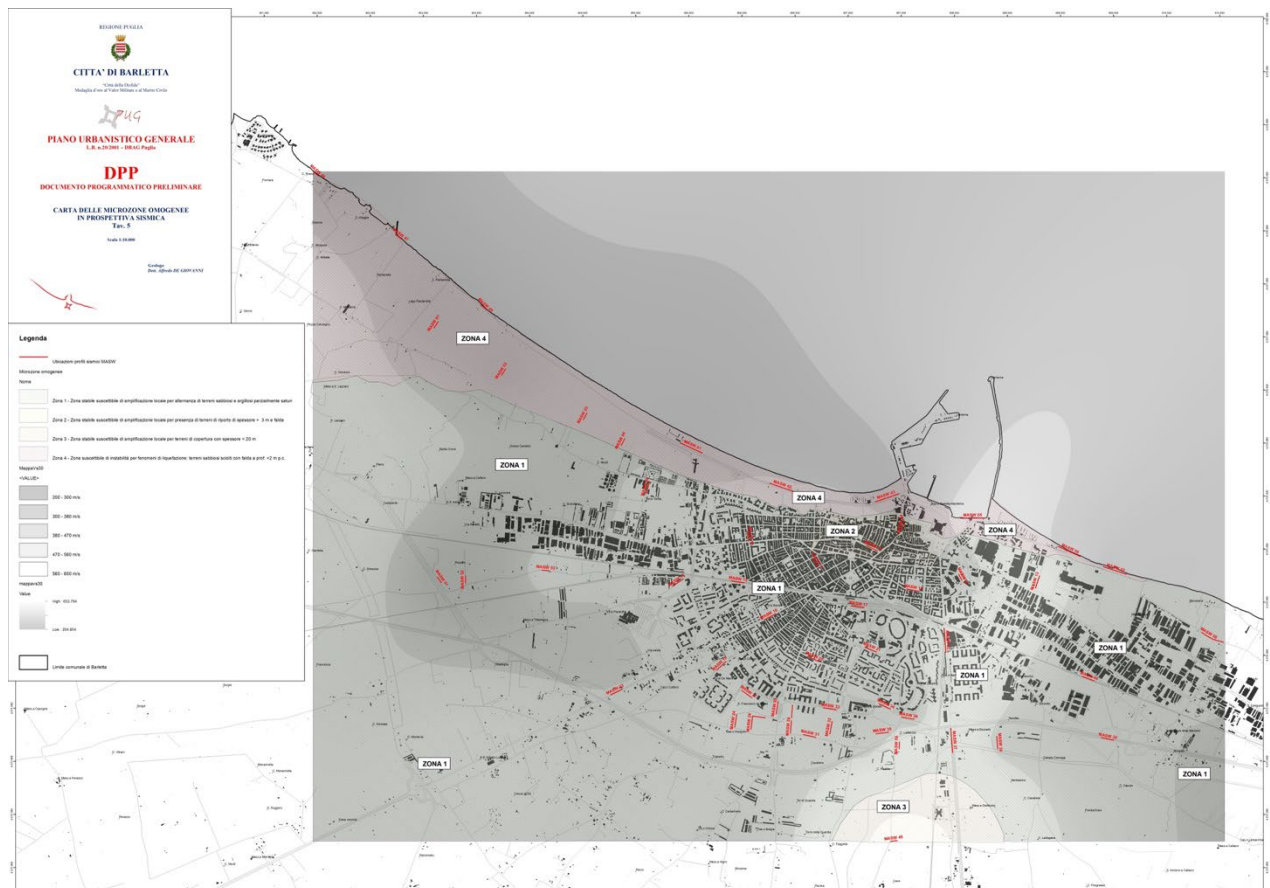


Fig. 29 – Carta della microzonazione sismica del territorio di Barletta – DPP PUG

8 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Sulla base dei rilievi e delle indagini effettuate per il PUG di Barletta e il PTCP della Provincia BAT è possibile indicare alcuni parametri geotecnici relativi alle varie formazioni geologiche che condizioneranno il tracciato dell'elettrodotto e le opere di progetto e, quindi, esprimere un giudizio sulla fattibilità dell'opera dal punto di vista geologico e geotecnico.

In particolare per ogni formazione geologica si hanno i seguenti parametri geotecnici medi:

Depositi alluvionali terrazzati e recenti (sabbie e ghiaie argilloso-limose con ciottoli)

Spessore medio:	7,0 m
Peso di volume naturale:	1,55-1,60 t/m ³
Angolo di attrito:	28°÷33°
Coesione:	0.00 kg/cm ²
Modulo di deformazione:	80÷230 kg/cm ²
Coefficiente di Poisson:	0,40÷0,47
N _{SPT} :	7÷20
Giudizio come terreno di fondazione:	da scarso a sufficiente

Depositi marini terrazzati (sabbie fini e limi con "crosta" in superficie)

Spessore medio:	12,0 m
Peso di volume naturale:	1,55÷1,70 t/m ³
Angolo di attrito:	30°÷35°
Coesione:	0,02÷0,07 daN /cm ²
Modulo di deformazione:	150÷300 daN /cm ²
Coefficiente di Poisson:	0,38÷0,40
NSPT:	18÷35
Giudizio come terreno di fondazione:	abbastanza buono

Argille subappennine (argille marnose più o meno siltose)

Spessore medio:	25,0 m
Peso di volume naturale:	1,95-2,05 t/m ³
Angolo di attrito:	25°÷ 27°
Coesione:	0,2-0,5 daN /cm ²
Modulo di deformazione:	180÷300 daN /cm ²
Coefficiente di Poisson:	0,44÷0,49
NSPT:	20÷35
Giudizio come terreno di fondazione:	abbastanza buono

Calcareniti di Gravina (calcareniti grossolane più o meno cementate)

Spessore medio:	20,0 m
Peso di volume naturale:	1,75÷1,85 t/m ³
Angolo di attrito:	37°÷40°
Coesione:	0.00 daN/cm ²
Modulo di deformazione:	500÷1000 kg/cm ²
Coefficiente di Poisson:	0,35÷0,38

NSPT: > 50
Giudizio come terreno di fondazione: buono

Calccare di Bari (calcari e calcari dolomitici più o meno fratturati e carsificati)

Spessore medio: >2000 m
Peso di volume naturale: 2,00-2,30 t/m³
Angolo di attrito: 35°÷ 45°
Coesione: 0,5-1,5 daN/cm²
Modulo di deformazione: 700÷8000 daN/cm²
Coefficiente di Poisson: 0,25-0,35
RQD (Rock Quality Designation): 25%-57%
Giudizio come terreno di fondazione: buono

9 CONCLUSIONI

Come si evince dalla descrizione delle caratteristiche geologiche, idro-geomorfologiche, sismiche e geotecniche e dall'esame delle indagini geognostiche svolte nel territorio di progetto, i litotipi che condizionano le opere a terra di progetto hanno differenti comportamenti geotecnici sia ai fini della posa in opera delle condotte sia, soprattutto, ai fini della stabilità degli scavi.

In particolare, i **“Depositi marini terrazzati”**, in quanto costituiti da sabbie fini e limo con “crosta in superficie” risultano mediamente addensati e, localmente, – in prossimità della costa del Mar Adriatico - sature d’acqua. Qui l’acquifero superficiale di Barletta è presente a profondità di 3÷6 m dal p.c. e non può interessare opere di fondazione poste a quote inferiori a quelle suddette. Ad ogni modo, **i “Depositi marini terrazzati”, costituiranno i terreni di fondazione di gran parte delle opere a terra di progetto (approdo, buca giunti, cavidotto a terra, stazione elettrica RTN di Barletta, diversi sostegni degli elettrodotti aerei) e possiedono parametri geotecnici da buoni a discreti che consentono di prevedere una tipologia di fondazione superficiale (plinti, travi o platee).** Gli scavi, in questi terreni, possono conservare la verticalità delle pareti per diverso tempo in assenza di precipitazioni meteoriche, anche se –come previsto dalla normativa sulla sicurezza - è necessario prevedere sbadacchiature per profondità superiori a 1,5 m.

Le **“Argille Subappennine”**, le **“Calcareni di Gravina”** ed il **“Calcere di Bari”** sono dotati, nel complesso, di buone caratteristiche geomeccaniche e pertanto consentono sino a profondità di 6,0÷7,0 m dal p.c., uno scavo con pareti verticali; particolare attenzione andrà posta solo in corrispondenza di rinvenimento di terreni di ripoto, sacche di terra rossa o cavità carsiche che, in ogni caso, andranno bonificate prima della posa in opera.

Gli scavi potranno essere affrontati, in generale, per mezzo di escavatori di adeguata potenza ed ingombro e di martelloni oleodinamici solo in corrispondenza delle Calcareni di Gravina e dei Calcere di Bari.

Sulla base delle indagini svolte le percentuali di scavo possono essere poste, in questa fase preliminare, pari a:

- Terra (sabbie, ghiaie, argille e limi):	70%
- Roccia da piccone (conglomerati e calcareniti):	20%
- Roccia con strati di spessore > 20 cm:	10%

Si sottolinea il fatto che in fase definitiva ed esecutiva bisognerà effettuare una serie di indagini geognostiche in sito ed in laboratorio, specialmente in corrispondenza delle opere in c.a. più importanti (stazione elettrica RTN, sostegni degli elettrodotti) e sui terreni che possono presentare le maggiori insidie dal punto di vista geotecnico.

10 BIBLIOGRAFIA CONSULTATA

AGENDA 21 DI AREA VASTA (2004) - *RAPPORTO SULLO STATO DELL'AMBIENTE*.

AGENDA 21 DI AREA VASTA (2004) - *PIANO DI AZIONE AMBIENTALE DEL TERRITORIO NORD BARESE OFANTINO*.

AA.VV. (2004) – *Ofanto – Progetto integrato per la salvaguardia e la valorizzazione ambientale della foce del fiume Ofanto* – BIC Puglia Sprind S.r.l. – Comune di Barletta – pp. 528 - Grafiche Sibilla - Bari

AGENZIA TERRITORIALE PER L'AMBIENTE DEL PTO/NBO (2008) – *Atlante Cartografico Ambientale Parco Regionale Fiume Ofanto* - PIC Interreg IIIA Grecia – Italia 2000-2006 – Misura 3.1 – Codice Progetto I3101025 – pp.147 – Litografica '92 – San Ferdinando di Puglia.

ANGELINI G. (1983) – *Barletta tra il grano e la sabbia*. Archivio di Stato, Sezione Archivio di Barletta, Bari.

ANDRIANI G.F., BALDASSARRE G., WALSH N. (2006) - *Porosità e permeabilità delle calcareniti di Pietra Caduta*. Atti del Convegno "Le risorse lapidee dall'antichità ad oggi in area mediterranea" - Canosa di Puglia (Bari), 25-27 Settembre 2006, V. Badino & G. Baldassarre Eds. GEAM, pp. 113-116.

ANTONIOLI F. (2001) – *Le fluttuazioni del clima nel corso dell'Olocene: stato dell'arte. La risalita del livello del mare nel corso dell'Olocene*. "Italian Journal of Quaternary Sciences" 13, 1, 2000-2001, pp. 95-100.

ANTONIOLI F. & SILENZI S. (2007) - *Variazioni relative del livello del mare e vulnerabilità delle pianure costiere italiane*. – Quaderni della Soc. Geol. It. n.2/2007 - www.socgeol.it/files/download/Quaderni/quaderno2.pdf

ANTONIOLI F. & LEONI G. (2007) - *Mappa Nazionale delle aree a rischio di allagamento da parte del mare*. Dossier ENEA per lo studio dei cambiamenti climatici e loro effetti. RT ENEA, 83pp.

ARCHIVIO MACROSIMICO GNDT, (1995) - *Studi preliminari di terremoti attraverso i repertori sismologici*. Archivio macrosismico del Gruppo Nazionale Difesa dei Terremoti, Milano.

ASTM (2006) - *Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System) - D 2487-06*. ASTM International (United States), pp 1-11.

BARATTA MI (1901) - *Terremoti d'Italia. Saggio di Storia, Geografia e Bibliografia Sismica Italiana*. Bocca, Torino; 1901 (anastatic reprint: Arnaldo Forni Editore, Sala Bolognese, 1979).

BARTUCCI F. & MILANO D. (1993) – *Proposta per la rivalutazione ambientale e la creazione di un parco nella fascia costiera tra le città di Trani e Barletta*. Legambiente-Circolo di Trani, pp 23.

BIRD C.F. (1993) – *Submerging Coast. The effects of a rising Sea Level on Coastal Enviroments*. Series: Coastal Morphology and Research, 185 pp., John Wiley & Sons, Chichester, UK.

BOENZI F., PALMENTOLA G., PIERI P. & VALDUGA A. (1971) – *Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia: Foglio 165 "Trinitapoli" e Foglio 176 "Barletta"*. Serv. Geol. d'It., pp.33, Roma.

BORGIA C.E. (1993) – *Le gallerie sotterranee ed i sepolcri ipogei ritrovati nel tempo nel sottosuolo della Città di Barletta*. Quaderni di Storia Patria 9° - Biblioteca Comunale "Sabino Loffredo", Barletta.

BOSCHI E., GUIDOBONI E., FERRARI G., VALENSISE G. e GASPERINI P. (eds.), (1997) - *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1980*, vol. 2. ING-SGA, Bologna, 644 pp.

BOSI C., CAROBENE L. & SPOSATO A. (1996) – *Il ruolo dell'eustatismo nella evoluzione geologica dell'area mediterranea*. Memorie della Società Geologica Italiana, 51(1), 363-382, 15 ff., 2 tabb., Roma.

- CALDARA M. & PENNETTA L. (1990) – *Evoluzione dell'ambiente olocenico nel basso Tavoliere di Puglia*. "Bonifica" 6,(4),47-66, Foggia.
- CALDARA M. & PENNETTA L. (1992) – *Nuovi dati per la conoscenza geologica e morfologica del Tavoliere di Puglia* – "Bonifica" 8,3,1993, pp.25-42.
- CALDARA M. (1995) – *Aspetti di geologia ambientale e di morfologia costiera in alcuni tratti del litorale Nord-Barese*. Suppl. al n.2/96 di "Geologi" – Periodico Trimestrale dell'Ordine dei Geologi di Puglia, pp. 39-61.
- CALDARA M. & PENNETTA L. (1996) – *Il litorale tra Manfredonia e Barletta dal 1834 al 1981*. Geologia Applicata e Idrogeologia, Bari.
- CALDARA M., LOPEZ R. & PENNETTA L. (1996) – *L'entroterra di Barletta (Bari): considerazioni sui rapporti fra stratigrafia e morfologia*. Il Quaternario, 9 (1), 337-344.
- CALDARA M. & PENNETTA L. (2002) – *Il paesaggio delle Murge durante il Neolitico*. In: "Paesaggi, Uomini e tradizioni di 8.000 anni fa". A cura di RADINA F., Adda Ed., Bari, pp.238.
- CALDARA M. & PENNETTA L. (2003) – *L'ambiente fisico delle Murge durante il Neolitico*. In: "La preistoria della Puglia. Paesaggi, Uomini e tradizioni di 8.000 anni fa". A cura di RADINA F., 21-26, Adda Ed., Bari.
- CALDARA M., CAROLI I., LOPEZ R., MUNTONI I., RADINA F., SICOLO M., SIMONE O. (2005) – *I primi risultati sulle ricerche nel sito di Belvedere – Ariscianne (Barletta)* – Atti del 25° Convegno sulla Preistoria – Protostoria e Storia della Daunia, San Severo, 2004, pp. 99-138.
- CALDARA M. & SIMONE O. (2005) – *Coastal changes in the eastern Tavoliere Plain (Apulia, Italy) during the Late Holocene: Natural or anthropic?* "Quaternary Science Reviews" 24 (2005) 2137-2145.
- CARPAGNANO F. (2007) – *I misteriosi camminamenti sotterranei ed altre semplici storie di Barletta*. Manoscritto inedito, Barletta.
- CAPUTO R. (2007) – *Sea-level curves: perplexities of an end-user in morphotectonic applications*. Global and Planetary Change, 57, 417-423.
- CATTANEO A., CORREGGIARI A., LANGONE L. & TRINCARDI F. (2003) – *The late-Holocene Gargano subaqueous delta, Adriatic shelf: Sediment pathways and supply fluctuations*. "Marine Geology" 193 (2003) 61-91
- CIARANFI N., PIERI P. & RICCHETTI G. (1992) – *Note alla carta geologica delle Murge e del Salento (Puglia Centro Meridionale)*. Memorie della Società Geologica Italiana, 41(1988):449-460, 1 carta geol. Roma.
- CIARANFI N., PIERI P. & RICCHETTI G. (1994) – *Linee di costa e terrazzi marini pleistocenici nelle Murge e nel Salento: implicazioni neotettoniche*. Riassunti 77° Congr. Soc. Geol. It., 41, 449-460.
- CIARANFI N., LOIACONO F. & MORETTI M. (2011) – *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 – Foglio 408 - Foggia*. ISPRA – Servizio Geologico d'Italia – Litografia Artistica Cartografica s.r.l., pp. 73.
- COTECCHIA V., TROISI S. (1997) – *Progetto esecutivo dell'impianto di ricarica della falda acquifera in agro di Andria con acque reflue trattate*. Consorzio di Bonifica Terre d'Apulia.
- CUSTODIO E., (2005) - *Teoria elementare di fluodinamica in mezzi porosi*. In: Idrologia sotterranea, a cura di: Custodio E., Llamas M.R. - Dario Flaccovio Editore (Palermo), pp. 429-586.

- DE GIOVANNI A. (2007) – *Tra geologia e archeologia: Barletta, il “mistero” di Ariscianne* – Geologi e Territorio, Periodico di Scienze della Terra dell’Ordine dei Geologi della Puglia, n.2-2007, pp. 3-29 – Biblioteca comunale di Barletta “S. Loffredo”.
- DE GIOVANNI A., MARTIMUCCI V., MARZULLI M., PARISE M., PENTIMONE N. & SPORTELLI D. (2010) – *Operazioni di rilievo e analisi preliminare dello sprofondamento in località San Procopio (Barletta, 2-3 maggio 2010)* - VII Convegno Nazionale di Speleologia in Cavità Artificiali, Urbino, 4-8 dicembre 2010, vol. Abstracts, p. 38-39.
- DE GIOVANNI A. (2013) – *Relazione geologica* – Documento Programmatico Preliminare (DPP) al PUG di Barletta
- DALL’ANNA (1969) – Indagini mineralogiche e chimiche sulle “Argille di Rutigliano”. Period. Miner., 38, 515-577.
- DELLISANTI R.M. (2000) – *Ofanto “carpe diem”* – pp. 112, Centro Studi Meridionali, Giovinazzo (Ba).
- D’ERCOLE M.C. (1990) – *Barletta in età preromana* – pp.163, Congedo Editore, Galatina.
- D.M. 14 GENNAIO 2008 (2008) - *Norme Tecniche per le Costruzioni*. G.U. n. 29 del 4 febbraio; 2008.
- DOGLIONI C., TROPEANO M., MONGELLI F. & PIERI P. (1996) – *Middle-Late Pleistocene uplift of Puglia: an “anomaly” in the appenninic foreland*. Memorie della Società Geologica Italiana, 51(1), 101-117, 13 ff., Roma.
- DIVICCARO A. (2005) – *Le paludi di Barletta nel Medioevo: una risorsa economica ed alimentare* – Baruli Res Anno III/2005 – pagg. 11-23 – Società di Storia Patria per la Puglia – Sezione di Barletta.
- FABBRI A., ARGNANI A., BORTOLUZZI G., CORREGGIARI A., GAMBERI F., LIGI M., MARANI M., PENITENTI D., ROVERI M. & TRINCARDI F. (1998) – *Carta geologica dei mari italiani alla scala 1:250.000. Guida al rilevamento* – Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento per i servizi tecnici nazionali – Servizio Geologico – Quaderni serie III, vol. 8
- FABBRI A. & GALLIGNANI P. (1972) – *Ricerche geomorfologiche e sedimentologiche nell’Adriatico Meridionale*. Giornale di Geologia, 38(2), 453-498, Bologna.
- FUNICIELLO R., MONTONE P., PAROTTO M., SALVINI F., TOZZI M. (1991) – *Geodynamical evolution o fan intra-orogenic foreland: the Apulia case history (Italy)*. Boll. Soc. Geol. It., 1001, 419-425.
- FIDELIBUS M.D. (2002) – *Effetti dei processi di interazione acqua-roccia in zona di transizione sull’evoluzione del carsismo in acquiferi carbonatici costieri*. – Atti del III Convegno di Speleologia Pugliese – pp.271-286 – Grotte e dintorni; anno 2 – n.4 – Dicembre 2002.
- GALLI P., MELONI F. (1993) – *Nuovo catalogo nazionale dei processi di liquefazione avvenuti in occasione dei terremoti storici in Italia* – Il Quaternario 6(2), 1993, 271-292.
- GRASSI D. & TADOLINI T. (1974) – *L’acquifero della Murgia nord-occidentale (Puglia)*. Geologia Applicata e Idrogeologia, 9, 39-57, Bari.
- GRISOTTI M. (1995) – *Barletta, Il Castello. La storia, il restauro* – pp.331, Mario Adda Editore, Bari.
- GRUPPO NAZIONALE PER LA RICERCA SULL’ABIENTE COSTIERO (2006) – *Dinamica e difesa dei litorali – Gestione integrata della fascia costiera – Lo stato dei litorali italiani* – “Studi costieri n.10” (2006) – Volume stampato per il Progetto BEACHMED-e – Collana diretta da Enzo Pranzini – Dip.Scienze della Terra – Firenze.

- IANNONE A. & PIERI P. (1980) – *Caratteri neotettonici dei fogli 176 “Barletta” e 177 “Bari”*. C.N.R., Prog. Finaliz. Geodinam., Pubbl. n.356, 85-110, Napoli.
- IPCC (2007) - *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment.
- LABEYRIE et al. (2003)– *Sea Level Change Over Four Glacial Cycles* – Alverson, Bradley and Peterson, 2003: Paleoclimate, Global Change and the Future, Springer Verlag – Contributi di: Berger(1977), Shackleton et al. (1983), Bard et al. (1990), Shackleton et al. (1990), Stein et al. (1993), Zhu et al. (1993), Gallup et al.(1994), Stirling et al. (1995), Bard et al. (1996), Chappel et al. (1996), Rohling et al. (1998), Stirling et al.(1998), McManus et al. (1999), Hanebuth et al. (2000), Yokohama et al. (2001), Walbroeck et al (2001) – PAGES IPO, 2003 (www.pages.unibe.ch)
- LATTANZIO M., SALVEMINI A. & VENTRELLA N.A. (1992) – *Le falde idriche sotterranee nel territorio comunale di Barletta (Bari-Puglia): tipizzazione e connessioni con talune problematiche idrogeologiche ed ingegneristiche*. 2° Convegno Nazionale dei Giovani Ricercatori di Geologia Applicata 30 pp., Viterbo 28-31 ottobre 1992.
- LATTANZIO M., ROMANAZZI L., SALVEMINI A. & VENTRELLA N.A. (1992) – *Segnalazione di un sistema carsico ipogeo nella cintura di nuova espansione edilizia di Andria (Bari – Puglia): individuazione e problematiche di rischio*. Geologia Applicata e Idrogeologia, Bari.
- LAMBECK K., ANTONIOLI F., PURCELL A. & SILENZI S. (2004) – *Sea-level change along the Italian coast for the past 10.000 yr*. “Quaternary Science Reviews” 23 (2004) 1567-1598.
- LOFFREDO S. (1893) - *Storia della città di Barletta* – Trani, 2 voll. (ristampa Bologna 1978).
- LOPEZ R. (2004) – *Geologia ed evoluzione del paesaggio dell’area di Ariscianne*. In “Rapporto sulle attività afferenti il progetto in rete ‘Nelle tue mani...l’ambiente, ‘Vivi mare’, ‘Dall’Ofanto...ad Ariscianne”- 3° Circolo Didattico, via Vitrani – Barletta, pp. 41-52. Editrice Rotas, Barletta.
- MAGLIO D. (2010) – *Sviluppo di una città – Barletta dalle Crociate alla via ferrata, al futuro* - pp. 232, Ed. Rotas, Barletta
- MARTINELLI M.C., PALMA DI CESNOLA A. (1987) –*Ritrovamenti paleo-neolitici presso Barletta*. Atti della XXV Riunione Scientifica dell’I.I.P.P., Monopoli, 143-154.
- MARTINIS B. (1961) – *Sulla tettonica delle Murge nord-occidentali* – Acc. Naz. dei Lincei Rend. Cl. Sc. Fis. Mat. e Nat.31
- MASTRONUZZI G., PALMENTOLA G. & RICCHETTI G. (1989) – *Aspetti della evoluzione olocenica della costa pugliese*. Memorie della Società Geologica Italiana, 42, 287-300, 11 ff.
- MASTRONUZZI G., PALMENTOLA G. & SANSO’ P. (1994) – *Le tracce di alcune variazioni del livello del mare olocenico tra Torre dell’Orso ed Otranto (Lecce)*. Geogr. Fis. Din. Quat., 17, 55-60, Pisa.
- MASTRONUZZI G. & SANSO’ P. (1994) – *Some Holocenic shore platforms of the Apulian region*. Littoral 94, 1033-1034, Lisbona.
- MASTRONUZZI G. & SANSO’ P. (2002) – *Pleistocene sea-level changes, sapping processes and development of valley networks in the Apulia region (southern Italy)*. “Geomorphology” 46 (2002) 19-34.

- MORETTI M., PIERI P., TROPEANO M., WALSH N. (1995) - *Tyrrhenian seismites in Bari area (Murge – Apulian Foreland)*. Atti del Convegno “Terremoti in Italia – Previsione e Prevenzione dei Danni,” Accademia Nazionale dei Lincei (Roma, 1–2 December 1994); P. 211–6.
- PALMA DI CESNOLA A. (1987) – *Il Paleolitico della Puglia centrale* – Atti XXV Riun. Scient. Ist. It. Preist. Protost., Cala Corvino, Monopoli 1984, 35-53, figg.6, Fasano.
- PASTORE GABRIELE (1793) – *Prima pianta dimostrativa della fedelissima Città di Barletta* - Biblioteca Comunale di Barletta “S.Loffredo”.
- PENNETTA L. (1988) – *Ricerche sull’evoluzione recente del delta dell’Ofanto*. Boll. Mus. Lunigiana, 6-7, (1986-1987) 8 pp., 7 ff., Aulla.
- PENNETTA L. (2007) – *Caratteri ed evoluzione del litorali pugliesi in relazione al clima del passato*. Geologi e Territorio, Periodico di Scienze della Terra dell’Ordine dei Geologi della Puglia, n.3/4-2007, pp. 131-144.
- PETRILLO A.F. (2007) – *Aree costiere: attuali e future criticità*. Geologi e Territorio, Periodico di Scienze della Terra dell’Ordine dei Geologi della Puglia, n.3/4-2007, pp. 117-130.
- PIERI P. (1975) – *Geologia della città di Bari*. Mem. Soc. Geol. It., 14,379-407.
- PIERI P., SABATO L., RICCHETTI G., TROPEANO M. (2009) – *Carta geologica dell’area urbana di Bari in scala 1:25.000*. Edizioni LAC, Firenze.
- PIANTA OSTENSIVA DELLA CITTA’ DI BARLETTA IN PROVINCIA DI BARI (1828-1832) - Biblioteca Comunale di Barletta “S.Loffredo”.
- RADINA F. (2002) – *La preistoria della Puglia – Paesaggi, uomini e tradizioni di 8.000 anni fa*. Mario Adda Editore, Bari.
- RICCHETTI G., CIARANFI N., LUPERTO SINNI E., MONGELLI F. & PIERI P. (1988) – *Geodinamica ed evoluzione sedimentaria e tettonica dell’Avampese Apulo*. Memorie della Società Geologica Italiana, 41, 57-82, 15 ff., Roma.
- RICCI LUCCHI F. (1980) - *Sedimentologia – Ambienti sedimentari e facies – Parte III*. 545 pp – CLUEB, Bologna.
- ROSALBA CAMILLO (1869) – *Pianta della Città di Barletta* – Biblioteca Comunale di Barletta “S.Loffredo”.
- RUSSO R. (2004) – *Barletta, la Storia* - pp. 326, Ed. Rotas, Barletta
- SALVEMINI A. (1984) – *Osservazioni preliminari sui depositi quaternari affioranti nella tavoletta 176 I NO “Barletta”*. Geologia Applicata e Idrogeologia., 19 pp. 17-41. Bari.
- SAVASTA G. (1990) – *Archeologia con la lente* – 263 pp., Litostampasud, Barletta.
- SAVASTA G. (2011) – *Ariscianne – La spiaggia dei misteri* – pp. 326, Ed. Rotas, Barletta
- SOCIETA’ GEOLOGICA ITALIANA (1999) – *Guide Geologiche Regionali – Puglia e Monte Vulture – Prima parte*. BE-MA editrice.
- SOGESID S.p.A. (2005) – *Piano di Tutela delle acque della Regione Puglia*. Boll. Uff. Reg. Puglia n.102 del 18 luglio 2007.

SOGESID S.p.A. (2009) – *Ofanto Monografia - Attività di supporto alla Regione Puglia per le procedure di approvazione del Piano di Tutela delle acque*. DGR n.1441/2009 Boll. Uff. Reg. Puglia n.130 suppl. del 24/08/2009.

SPALLUTO L., PIERI P., SABATO L., TROPEANO M. (2011) - *Revisione stratigrafica delle unità quaternarie del Foglio 438 "Bari" (Scala 1:50.000)*. Geologi e Territorio, Periodico di Scienze della Terra dell'Ordine dei Geologi della Puglia, n.2-2011, pp. 9-20

TULIPANO L. (2002) – *Modalità di deflusso a mare delle acque sotterranee degli acquiferi carbonatici costieri della Puglia* – Atti del III Convegno di Speleologia Pugliese – pp.261-270 – Grotte e dintorni; anno 2 – n.4 – Dicembre 2002.

VAN STRAATEN L.M.J.U. (1965) – *Sedimentation in the north-estern part of the Adriatic Sea*. – Colston Pap. 17th Simp. Colston Res. Soc., 17, 143-162.

VISTA F.S. (1902) – *Note storiche sulla città di Barletta* – Papeo-Barletta 1902.

VOLPE G. (1985) – *Rinvenimenti subacquei a Barletta* – Taras V, 2, 1985, pp. 283-306.

VOLPE G. (1995) – *Barletta romana. Il porto, le merci, gli scambi*. Studi Bitontini, 59-60, 8-24.

VOLPE G. (2000) - *Nuove acquisizioni dagli scavi archeologici nella Cattedrale di Barletta* - Atti della giornata di studio (15.3.1997), Barletta 2000, 105-112.

VESSIA G., VENISTI N. (2011) – *Liquefaction damage potential for seismic hazard evaluation in hurbanized areas*. Soil Dynamics and Earthquake Engineering.