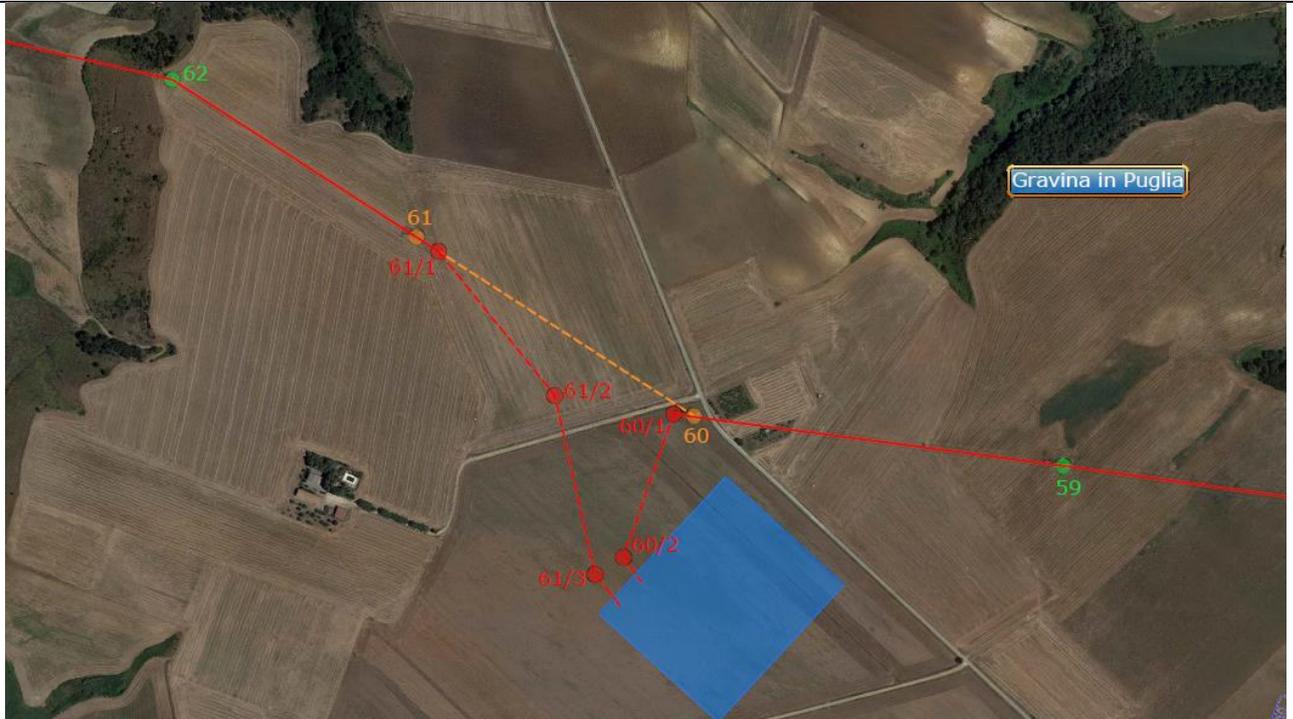


COMUNE DI GRAVINA IN PUGLIA

Provincia di BARI

NUOVA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA A 380/150 kV "GRAVINA 380" Stazione e Raccordi alla RTN



Oggetto:

RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA

Allegato

IL GEOLOGO

Dott. Luisiana SERRAVALLE
Via Puglie, 1
San Pietro Vernotico -BR-



COMMITTENTE



DATA

Settembre 2021

Normativa di riferimento

Decreto Ministeriale 17.01.2018

Aggiornamento delle - Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
Circolare 2 febbraio 2009.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali . - UNI

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI

Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito(2002). UNI

Leggi regionali in materia di pianificazione e di Vincolo Idrogeologico

INDICE

1.	PREMESSA	4
2.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA	5
3.	ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI IDROGEOLOGICI GENERALI	10
3.1	<i>Inquadramento geologico-strutturale</i>	10
3.2	<i>Inquadramento stratigrafico</i>	12
3.3	<i>Inquadramento geomorfologico e idrografico</i>	16
3.4	<i>Inquadramento idrogeologico</i>	20
3.5	<i>Sismicità del territorio</i>	21
4.1	<i>Geologia del sito d'interesse</i>	23
4.1	<i>Geomorfologia e Idrogeologia del sito d'interesse</i>	23
5.	PERICOLOSITA' GEOLOGICA DEL SITO	27
5.1	<i>Pericolosità idrogeologica e geomorfologica</i>	27
5.1	<i>Pericolosità sismica</i>	29
	Stima della Pericolosità sismica di base	30
6.	MODELLO GEOTECNICO PREVEDIBILE	32
6.1	<i>Indagini eseguite nell'area</i>	32
6.2	<i>Caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni</i>	33
7.	CONCLUSIONI	35

1. PREMESSA

La scrivente Dott. Geol. Luisiana Serravalle ha ricevuto l'incarico per la redazione della relazione geologica nell'ambito del progetto, proposto da Metka ENG Srl, di realizzazione di una nuova Stazione Elettrica RTN 380/150 kV denominata "GRAVINA 380" e di un nuovo raccordo in entra – esci a 380 kV all'attuale elettrodotto 380 kV della RTN denominato "Genzano 380 – Matera" nel comune di Gravina in Puglia.

Questa relazione, seguendo i dettami della norma vigente e dello stato dell'arte, è finalizzata alla costruzione del modello geologico, che è imprescindibile per la redazione del successivo modello geotecnico, facente parte della relazione d'opera geotecnica.

Il Testo unico "Norme Tecniche per le costruzioni" D.M. 14/01/2008, aggiornato dal D.M. 17.01.2018, definisce le procedure per eseguire una modellazione geologica del sito interessato da opere interagenti con i terreni e rocce.

Perciò in ottemperanza alle prescrizioni del suddetto decreto sono state svolte delle indagini per la caratterizzazione dell'area in oggetto, per la definizione del modello geologico del terreno e per la definizione delle caratteristiche geotecniche dello stesso.

Il modello geologico, orientato alla costruzione dei caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici è stato elaborato avvalendosi di indagini geognostiche e prove di laboratorio svolte nel territorio nello specifico sono stati consultati i dati stratigrafici di sei sondaggi a carotaggio continuo, le prove di laboratorio eseguite su campioni inidsturbati prelevati nel corso della perforazione dei suddetti sondaggi e i dati delle prove sismiche eseguite;

In particolare i dati acquisiti hanno permesso la definizione delle successioni stratigrafiche e dei rapporti intercorrenti tra i vari litotipi che direttamente o indirettamente condizionano l'opera in progetto in specie:

- la stratigrafia dell'area;
- categoria del suolo;
- presenza o meno di falda d'acqua superficiale;
- le caratteristiche meccaniche del deposito interagente con le strutture;

Si precisa che in fase di progettazione esecutiva saranno realizzate delle indagini puntuali in situ.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA

L'area di studio è posta a Sud-Ovest rispetto al centro abitato di Gravina in Puglia prossima al confine amministrativo con il comune di Irsina (Mt); essa è riportata dalla cartografia ufficiale nella TAVOLETTA IGM "Gravina in Puglia" Il NE foglio 188 della Carta d'Italia, in scala 1:25000. L'area in cui si vuole realizzare la sottostazione ricade in una zona blandamente collinare con quote topografiche comprese fra 450m e 457 m s.l.m.

Catastalmente l'intervento interesserà particelle catastali nn.25 e 183 del Foglio 111.

Il sito interessato dal progetto della nuova stazione elettrica ha un'estensione complessiva di circa circa 56.000 m2.

L'accesso alla S.E. avviene dalla S.P. 193, tramite una nuova strada di raccordo, lunga circa 40 m e larga circa 10 m, la quale prosegue in adiacenza alla SE su tutti i lati della stessa.

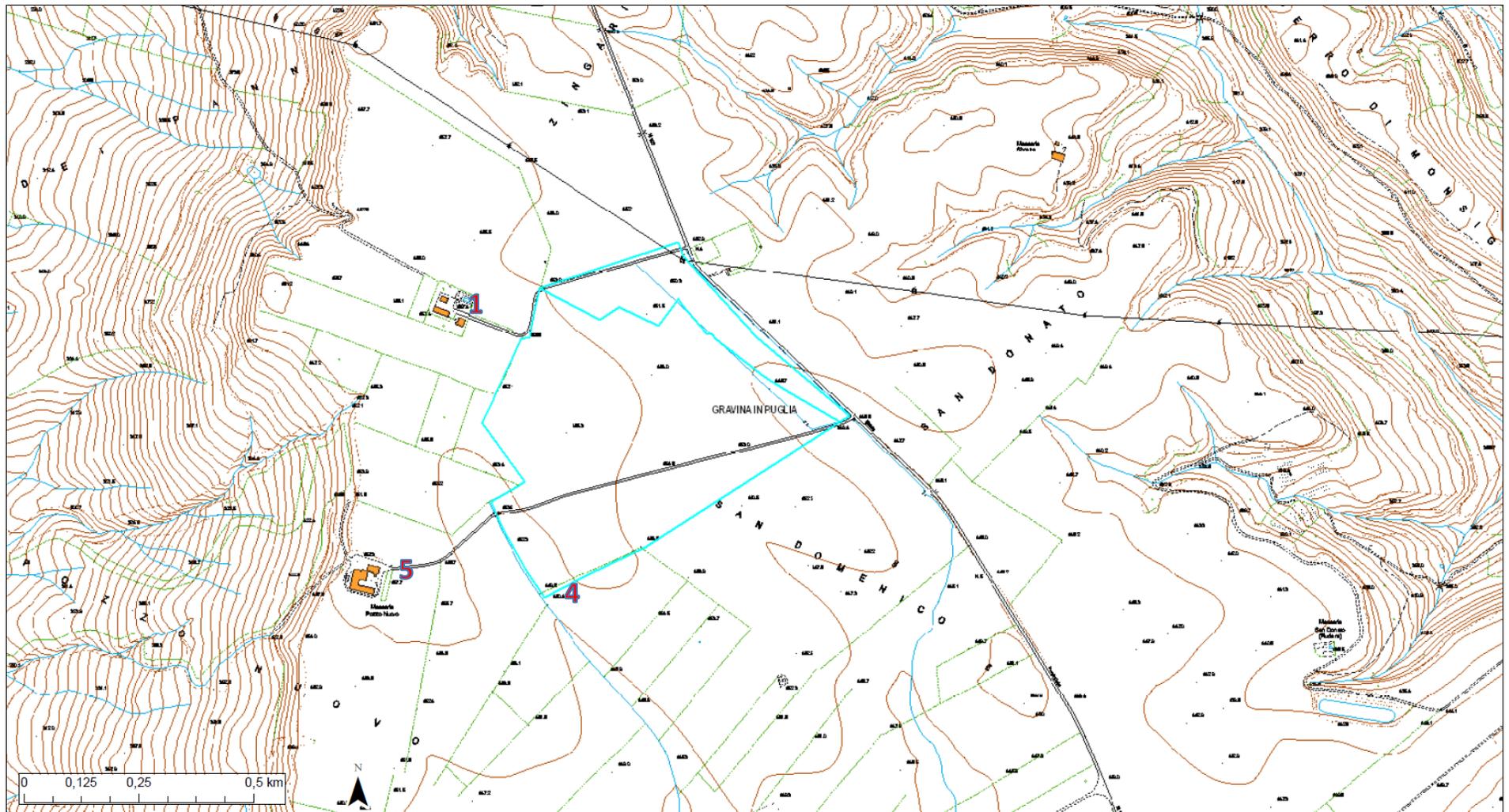


Figura 1: Individuazione delle particelle 25e 183 del foglio 111 su stralcio CTR

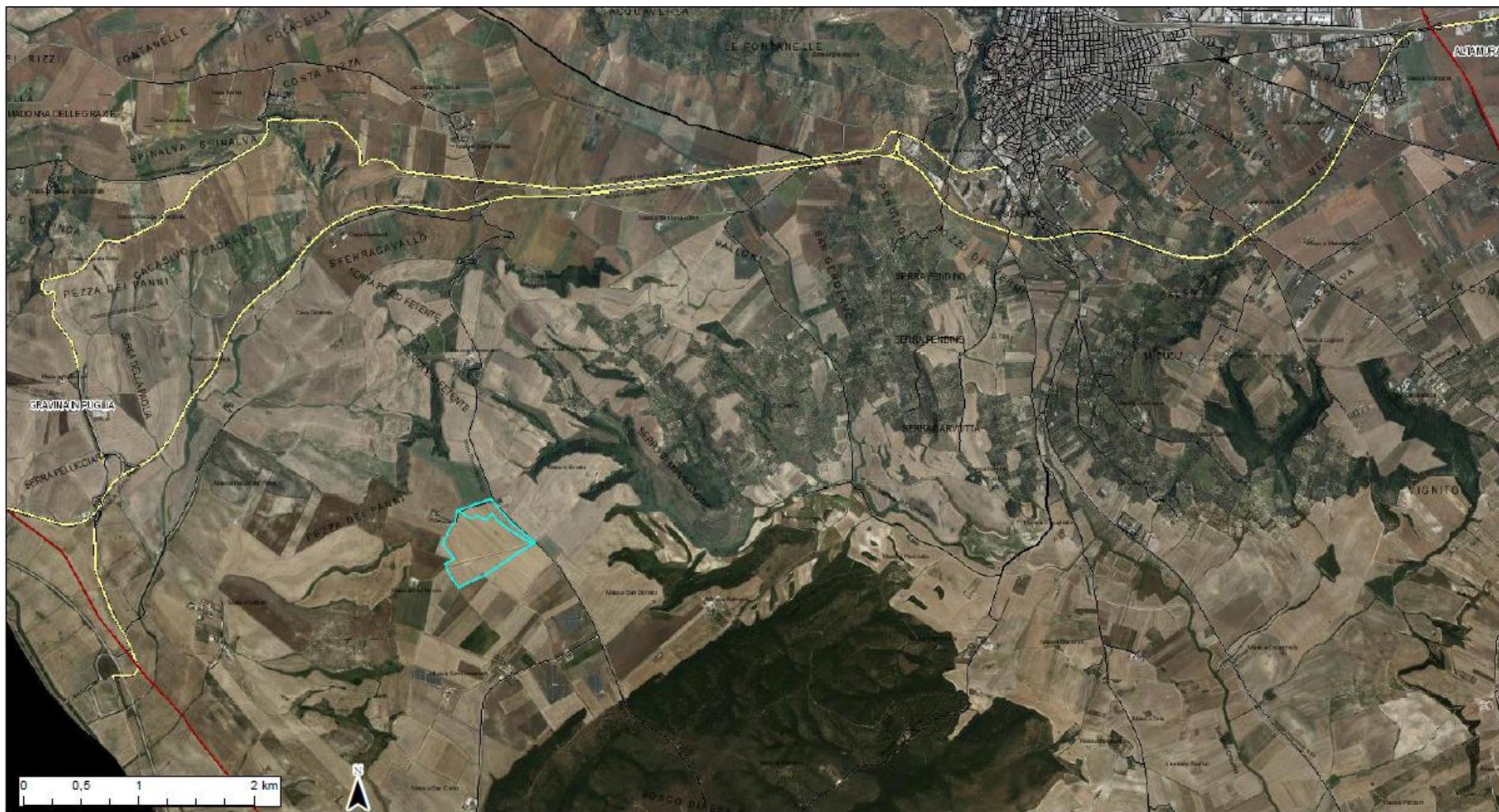


Figura 3: Individuazione delle particelle 25e 183 del foglio 111 su stralcio Ortofoto



Figura 4: Area della Sottostazione

3. ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI DROGEOLOGICI GENERALI

3.1 Inquadramento geologico-strutturale

Il territorio di Gravina in Puglia, prossimo al confine con la Basilicata si pone a cavallo dell'avanfossa Bradanica e dell'avampaese della Murgia.

La piattaforma carbonatica (caratterizzata da un iniziale bacino di deposizione mesozoico) nel corso del tempo ha subito inizialmente un'evoluzione tettonica di tipo compressivo, che ha portato al sollevamento della stessa piattaforma, alla quale è seguita una fase distensiva, che ha portato al suo smembramento e ribassamento in tre bacini; Tali tre bacini hanno subito un'evoluzione deposizionale differente, individuando le tre aree strutturali dell'Avampaese Garganico a nord, dell'Avampaese della Murgia a sud e dell'Avanfossa Bradanica nella parte centra tra le due precedenti.

L'evoluzione sedimentaria separata tra le tre aree ha infatti portato all'emersione delle due aree di avampaese (Gargano e Murgia) e contemporaneamente alla deposizione della serie plio-pleistocenica nel bacino centrale di avanfossa (attuale Pianura Foggiana).

L'evoluzione tettonica regionale si è manifestata con movimenti di tipo compressivo vergenti da Ovest verso Est che hanno portato la piattaforma appenninica a sovrascorrere sulle serie deposizionali di avanfossa, sollevando tali coltri e generando quello che attualmente rappresenta la fascia sub-appenninica ed appenninica del Foggiano.

Si è delineata, così, la situazione stratigrafico - strutturale attuale in cui si individuano le tre Unità Strutturali:

- Catena;
- Avanfossa;
- Avampaese Apulo-Garganico.



Figura 5: Unità strutturali

La parte centrale, l'Avanfossa Appenninica, è costituita da depositi plio-pleistocenici, poggianti in trasgressione sui calcari pre- pliocenici della Piattaforma Apula, ribassati a gradonata verso SW da un sistema di faglie dirette a direzione appenninica.

Alla fine del Pliocene medio fino a parte del Pleistocene, un'importante fase tettonica di abbassamento del substrato carbonatico provocò una estesa migrazione del bacino e della linea di costa verso NE. Nello stesso tempo, dal margine della catena appenninica, in via di sollevamento, scivolarono per gravità verso il bacino, cospicue masse "alloctone".

Alla fine del Pleistocene inferiore, invece, un generale sollevamento regionale, più pronunciato sul lato appenninico, determinò la migrazione del mare pleistocenico verso l'attuale linea di costa.

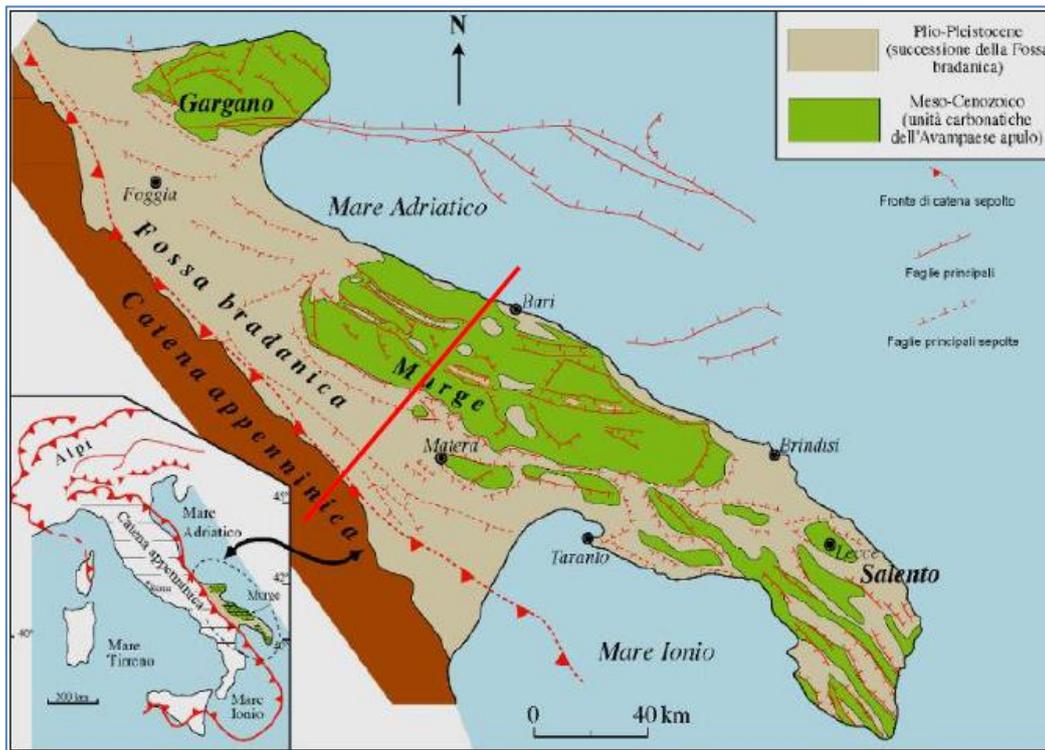


Figura 6: Fossa Bradanica nel contesto geologico regionale (da Pieri et al. 1997)

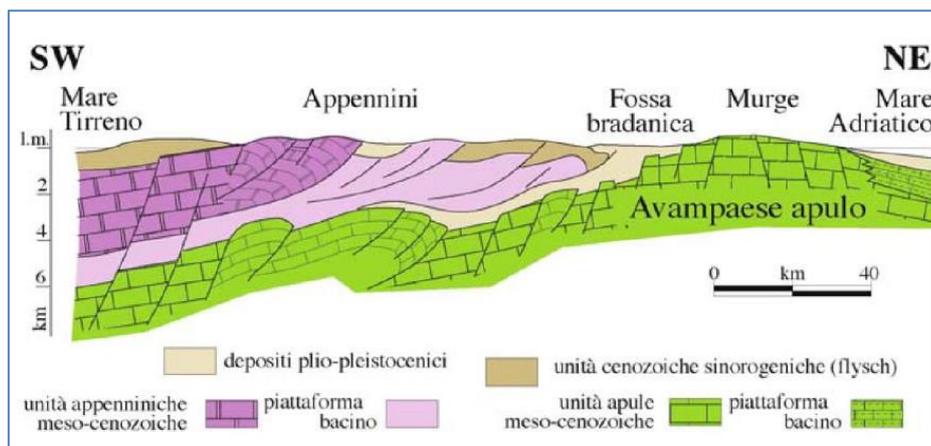


Figura 7: Assetto domini geostrutturali nel sistema orogenico appenninico (da Tropeano M. 2003)

L'area del Foglio 188 "Gravina di Puglia" comprende sia settori appartenenti al dominio geodinamico-strutturale delle Murge sia al dominio della Fossa bradanica. Il passaggio dalle Murge alte alla fossa bradanica è segnato da un ciglio della scarpata abbastanza netto e ripido intaccato trasversalmente da numerosi solchi d'incisione. Mentre l'altopiano delle Murge è costituito in prevalenza da rocce carbonatiche autoctone mesozoiche, interessate da strutture legate a deformazione di natura fragile prodottesi in prevalenza durante il Terziario, in seguito alle diverse fasi deformative che hanno determinato l'orogenesi appenninico-dinarica, la Fossa bradanica è caratterizzata da una colmata da depositi plio-pleistocenici silicoclastici marini e continentali.

In particolare l'area di avanfossa registra la tettonica attiva nel Plio-Pleistocene la quale è stata caratterizzata da due distinte fasi di evoluzione geodinamica: una marcata subsidenza (circa 1 mm/anno nel Pliocene - Pleistocene inferiore) connessa alla subduzione appenninica ed un sollevamento (circa 0,5 mm/anno nel Pleistocene medio-superiore) tuttora attivo.

- La fase di subsidenza è segnata a livello regionale dalla sedimentazione della Calcarenite di Gravina e delle Argille subappennine (Ciaranfi et al., 1979; 1983). Evidenze di tettonica sinsedimentaria durante questa fase sono riscontrabili lungo tagli ferroviari o stradali dove è possibile osservare alcune faglie dirette ad attività sinsedimentaria in relazione alla deposizione della Calcarenite di Gravina (Pliocene superiore).
- La fase di uplift regionale (Pleistocene medio-superiore) è testimoniata dai depositi regressivi della Fossa bradanica e dai depositi marini terrazzati che si rinvengono, dai più antichi ai più recenti, a quote decrescenti sul livello del mare (Tropeano *et al.*, 2002). Nell'area in esame tale fase di sollevamento è segnata chiaramente dalla presenza di depositi marini e continentali terrazzati che marcano la graduale riemersione di questo settore di transizione.

3.2 Inquadramento stratigrafico

La geologia dell'area in esame è stata ricavata sia dall'analisi della Carta Geologica d'Italia 1:100.000 Foglio n°188 Gravina di Puglia (1961) del Servizio Geologico d'Italia.

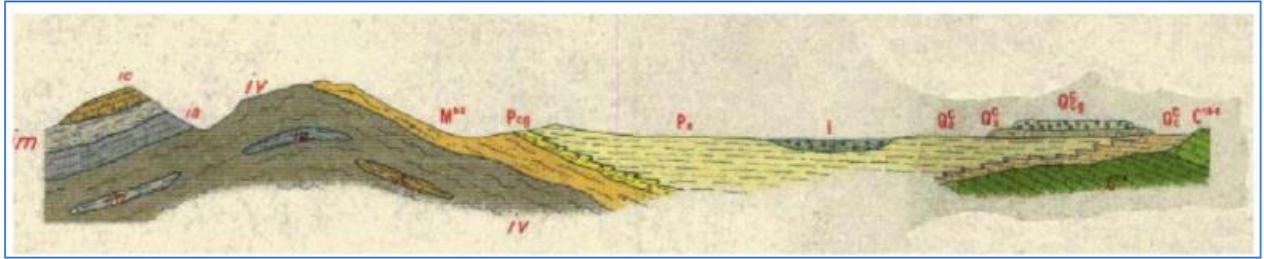


Figura 9: Rapporti stratigrafici

Per quanto attiene la stratigrafia, procedendo dal basso verso l'alto, sono state riconosciute le seguenti unità principali:

C^{7-6}	Calccare di Bari -Cretacico;
C^{10-4}	Calccare di Altamura - Cretacico;
PC^1-C^{11}	Calccare di Murgia della Crocetta – Paleocene - Oligocene;
O - PC	Calccare a Planorbis – Paleocene – Oligocene;
ic, im, ia, iv	Complesso indifferenziato costituito da argille e marne;
M^{5-3}	Formazione della Daunia - Miocene;
P^{CG}	Conglomerati e arenarie di Oppido Lucano – Pliocene;
$Pa - Q^C_a$	Argille di Gravina – Pliocene – Pleistocene;
Q^C_c	Tufo di Gravina – Pleistocene;
Q^C_s	Sabbie di Monte Marano – Pleistocene;
$q^1_a - q^1_s$	Argille calcigne e Sabbie dello Staturo – Pleistocene;
$q^1_{cg} - Q^C_{cg}$	Conglomerato di Irsina – Pleistocene;
I	Sedimenti lacustri e fluvio-lacustri – Pleistocene;
fl	Alluvioni terrazzate di ambiente fluvio – lacustre – Pleistocene;
f^1	Alluvioni terrazzate del Bradano (terrazzo medio) – Pleistocene;
f^2	Alluvioni terrazzate del Bradano (terrazzo inferiore) – Pleistocene;
$a^1 - a$	Alluvioni terrazzate recenti – Olocene;
a^2	Alluvioni attuali di golena – Olocene;
dt	Detrito e coni di deiezione – Olocene.

Le litologie che si riscontrano nell'area oggetto di studio sono, procedendo dal basso verso l'alto e in ordine cronologico, le seguenti:

ARGILLE DI GRAVINA (Q^C)

Argille più o meno siltoso o sabbiose, colore grigio azzurro con gesso e frustoli carboniosi. Sono presenti associazioni fossilifere del Calabriano e Plioceniche.

SABBIE DI MONTE MARANO (Q^C)

Sabbie quarzose e calcaree più o meno cementate di colore prevalentemente giallastro con lenti conglomeratiche. Lo spessore è alquanto variabile e raggiunge al massimo i cento metri circa. Giacciono in concordanza con le “Argille di Gravina” e sul “Tufo di Gravina”. Questa formazione è estremamente ricca di fossili che però non sono distribuiti uniformemente, ma compaiono prevalentemente il nidi e/o lenti. Le sabbie contengono orizzonti arenacei più o meno potenti e più o meno coerenti. Frequenti sono gli straterelli di calcare polvirulento e le concrezioni calceree di forma nodulare e/o digitiforme. La formazione sabbiosa si estende su vaste superfici delle regioni nord-occidentali del foglio n. 188 specialmente nelle tavolette Genzano di Lucania (IV SO), Spinazzola (IV NE) e Palazzo San Gervasio (IV NO). L'età delle associazioni faunistiche ritrovate indica il periodo Calabriano.

CONGLOMERATO DI IRSINA (Q^C)

Questo conglomerato rappresenta la chiusura del ciclo sedimentario pliocenico-calabriano con il definitivo interrimento del mare. Termina con una superficie piano tutt'ora visibile dalla morfologia. E' costituito da ciottoli di medie dimensioni, arrotondati o poco appiattiti, con frequenti lenti sabbiose e più rare lenti argillose. La stratificazione è irregolare e fortemente inclinata e dominano le immersioni verso Se e SSE indicando la provenienza delle correnti dal quarto quadrante. Il colore è prevalentemente ocraceo; i ciottoli hanno composizione eterogenea (flyshoidi, selciferi, arenacei, nummuliti, diaspri, graniti e gneiss). La regressione marina probabilmente non fu uniforme sull'area. Nel conglomerato, infatti, si ritrovano rari fossili marini che potrebbero indicare temporanei ritorni del mare e/o probabili rimaneggiamenti. Lo spessore è variabile con punte massime di 25-30 metri vicino Irsina. Si ritrovano in continuità stratigrafica sulle sabbie marine descritte in precedenza, con cui si mescolano gradualmente. La successione argille-sabbie- conglomerato è tanto evidente che si può escludere, almeno nella parte occidentale del foglio, l'ipotesi che una parte delle sabbie sia di origine continentale. Non si rinviene, infatti, un limite che marchi il passaggio tra i due ambienti: marino e continentale. Sono presenti, inoltre, i tipici depositi di terrazzo marino che, ricoperti dal conglomerato, si rinvengono nelle tavolette di Genzano di Lucania (IV SO), Spinazzola (IV NE) e Palazzo San Gervasio (IV NO). Nel caso della tavoletta di Palazzo San Gervasio, questi depositi si riducono ad un semplice velo di copertura delle sabbie marine.

SEDIMENTI LACUSTRI E FLUVIOLACUSTRI (I)

Sedimenti lacustri e fluvio lacustri composti da conglomerati poligenici, frequentemente di origine vulcanica, sabbie, argille più o meno sabbiose, intercalazioni di calcare concrezionato e prodotti piroclastici e frequenti tracce carboniose.

3.3 Inquadramento geomorfologico e idrografico

Il paesaggio dell'area di nostro interesse corrisponde a un tratto della Fossa Bradanica: qui, il rilievo è condizionato dalla natura clastica delle rocce che la costituiscono. Infatti, la pendenza dei versanti è più accentuata nei punti in cui affiorano i Conglomerati, e ha delle pendenze più dolci nelle zone in cui affiorano Sabbie o Argille.

Considerato inoltre il fatto che questi materiali siano facilmente erodibili, risulta facile capire come la maggior parte delle forme del rilievo, della Fossa Bradanica, siano in continua evoluzione: infatti, sono numerosi le frane e i dissesti, dovuti anche ad un eccessivo sfruttamento agricolo dei terreni (spietramento, disboscamento).

Nell'area di studio le quote topografiche vanno da un massimo di 457 m da p.c. ad un minimo di 450 m da p.c. (foto).



Foto 1



Foto 2



Figura 10: Bacino del Bradano

L'area nel foglio "Gravina in Puglia" appartiene, quasi per intero, al medio bacino del fiume Bradano. Ne sono esclusi solo due lembi: uno a NO costituente una porzione del territorio del Comune di Spinazzola e l'altro a NE facente parte della Murgia di Gravina.

In tutta l'area, generalmente, l'acqua è scarsa non tanto per l'insufficienza di afflussi meteorici quanto per la scarsità e/o la mancanza di sorgenti e di un reticolo idrografico sempre attivo. Molto dipende dalle caratteristiche idrogeologiche delle rocce affioranti. Possono esser distinte in:

- ✓ Rocce permeabili per fessurazione e carsismo (Calcari murgiani);
- ✓ Rocce permeabili per porosità (Depositati terrazzati sabbiosi e ciottolosi sia antichi che recenti, conglomerati lacustri, conglomerato d'Irsina e di Oppido Lucano, sabbie dello Staturò, sabbie di Monte marano, Tufi di Gravina);
- ✓ Rocce a permeabilità variabile da strato a strato (Depositati terrazzati fluvio – lacustri, alluvioni del Bradano, formazione della Daunia);
- ✓ Rocce impermeabili (Argille di Gravina, argille calcigne e Flysh).

Per quanto attiene l'idrografia superficiale, si distinguono almeno tre zone principali: la zona di Gravina in cui vi è particolare prevalenza di "lame" ovvero corsi d'acqua del tutto temporanei su calcareo ostruito da terra rossa; il margine dell'altopiano lungo cui si sviluppano piccole valli entro cui sono confinate le acque che non vengono inghiottite dai calcari e, infine, le colline argillose o argilloso-marnose e i terrazzi alluvionali della Fossa Bradanica dove la circolazione idrica superficiale è influenzata dalle caratteristiche idrogeologiche dei terreni che le costituiscono. Il corso d'acqua principale è, tuttavia, il fiume Bradano con il suo carattere prevalentemente torrentizio. Uno dei suoi principali tributari è il Torrente Basentello che nasce in località Piano di Palazzo San Gervasio.

Il fiume Bradano è il primo dei fiumi jonici a partire da nord, sfocia nel Golfo di Taranto ed interessa tutto il settore centro-occidentale della Basilicata in provincia di Potenza e di Matera, confinando con i bacini

dei fiumi Ofanto a nord-ovest, Basento a sud e con le Murge a est. E' lungo 120 km ed il suo bacino copre una superficie di 2765 kmq, dei quali 2010 kmq appartengono alla Basilicata ed i rimanenti 755 alla Puglia. Secondo i dati riportati dall'Autorità di Bacino della Basilicata, nonostante l'ampiezza del bacino, che è il più esteso della Regione, questo fiume ha la più bassa portata media annua alla foce fra i suoi consimili (poco più di 7 mc/s); ciò a causa delle modeste precipitazioni che sono le più basse nella regione, della predominanza di terreni poco permeabili e della conseguente povertà di manifestazioni sorgentizie. La scarsità idrica è manifestata anche dal valore della portata unitaria, pari a 2.67 l/s kmq, che è fra le minori osservate nelle stazioni idrometriche della regione.

Uno degli affluenti del Fiume Bradano è il Torrente Basentello situato nella parte apicale del reticolo idrografico. Il Torrente Basentello, infatti, nasce a circa 397 m sul Piano di Palazzo San Gervasio per poi proseguire il suo corso all'interno della Piana di Banzi. La lunghezza dell'asta principale è di circa 120 km. E' da sottolineare che, per quanto attiene l'area oggetto di studio, questa è ubicata nella zona apicale del reticolo idrografico del Basentello, pertanto le portate attese alla sezione di chiusura in prossimità della Piana di Banzi risulteranno sicuramente inferiori rispetto all'area distante in quanto il reticolo idrografico è notevolmente ridotto.

Al Torrente Basentello affluisce, in destra idraulica, il Torrente Marascione. Questo torrente nasce a circa 387 m sulla Piana di Palazzo San Gervasio e ha un bacino idrografico di circa 12 km². Il suo corso è incassato dall'innesto con il fiume Basentello mentre, nella zona apicale e intermedia, presenta una linea spartiacque sulla sponda destra idraulica. Questo spartiacque naturale è dovuto alla presenza di naturali increspature intervallate da una serie di fossi e canali naturali e/o artificiali che confluiscono nel Basentello. Questi fossi e canali sono di origine antropica e sono stati creati negli anni '30-'40 al fine di bonificare l'area. Attualmente sono gestiti dal Consorzio del Vulture – Altobradano.

Il Torrente Marascione ha un regime prevalentemente torrentizio con portate minime durante il periodo estivo (quasi nulle) e portate notevolmente maggiori durante il periodo delle piogge. Questo fa sì che anche la sua capacità erosiva vari sostanzialmente. A parità di pendenza e caratteristiche geomorfologiche, è possibile asserire che durante il periodo estivo la capacità di erosione, trasporto e sedimentazione del Torrente Marascione sia limitata a sedimenti con granulometria variabile dalle sabbie grossolane alle argille. Nel periodo invernale, invece, a causa dell'incremento della capacità erosiva e di trasporto del torrente, incrementata dai volumi d'acqua delle piogge stagionali, pertanto le granulometrie erose, trasportate e sedimentate lungo il suo corso aumenterebbero in granulometria fino alle dimensioni centimetriche.

E' da rilevare, inoltre, che successivamente alle operazioni di bonifica a cui si è accennato in precedenza, è stato realizzato un canale artificiale in c.a., con relative briglie accessorie, al fine di convogliare direttamente le acque all'interno del Fiume Basentello e permettere il prosciugamento dell'area paludosa. Si può, pertanto, affermare che la confluenza con il fiume Basentello è di origine antropica. Quello che solitamente è definito, pertanto, come "Torrente Marascione" non sarebbe altro che un canale di bonifica di chiara origine antropica.

3.4 Inquadramento idrogeologico

Per quanto attiene l'idrografia sotterranea, sono presenti prevalentemente due acquiferi: il primo libero costituito da sedimenti quali sabbie e limi sabbiosi poggiati su un substrato meno permeabile costituito da argille; il secondo, confinato entro i depositi calcari discendenti a gradinata al di sotto della zona di avanfossa. La falda acquifera che alimenta i pozzi della zona oggetto di studio è, pertanto, attestata all'interno dei depositi clastici più superficiali (all'incirca un centinaio di metri). Dalla correlazione dei dati stratigrafici reperibili in bibliografia e da quelli rilevati *in situ* a seguito delle indagini geognostiche, si osserva che i livelli acquiferi assumono disposizione lenticolare tra orizzonti a differente permeabilità. Questa circostanza sembra giustificare le notevoli variazioni di portata che si osservano anche tra pozzi vicini. Si distinguono, infatti, aree idraulicamente produttive contigue ad aree con acquiferi notevolmente ridotti in produttività.

La falda profonda, invece, è confinata a profondità notevolmente maggiori. Secondo quanto riportato nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia, nella zona di Gravina in Puglia tale falda si attesta a profondità non inferiori a 450 m dal piano campagna.

Per quanto riguarda la vulnerabilità, oltre 100 m di argilla e la lenta circuitazione proteggono l'acquifero nelle lenti sabbiose da ogni contatto con agenti inquinanti esterni.

L'acquifero superficiale si rinviene nei depositi quaternari che ricoprono con notevole continuità la sottostante formazione delle Argille subappennine.

In generale nell'area di studio si evidenzia l'esistenza di una successione di terreni sabbioso-ghiaioso-ciottolosi permeabili, ed acquiferi intercalati da livelli limo-argillosi, a luoghi sabbiosi, a minore permeabilità comunque idraulicamente interconnessi.

3.5 Sismicità del territorio

Dal punto di vista sismico, Gravina in Puglia, ricade in un'area interessata dalla presenza di un regime di stress distensivo, con asse T orientato in direzione antiappenninica, coerentemente con lo stress regionale associato all'evoluzione geodinamica della placca Adriatica e della catena Appenninica. Il rilascio energetico sembra essere maggiore nell'area bordiera tra Murge ed avanfossa Bradanica e nella parte NW dell'area, per quanto le differenze appaiono trascurabili se confrontate con le differenze di comportamento tra questa area e quelle circostanti. La massima magnitudo osservata negli ultimi 20 anni non eccede 3.5, però storicamente l'area è stata interessata da terremoti di magnitudo fino a 5.0-

L' Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 riclassifica l'intero territorio nazionale e in tale quadro il Comune di Gravina in Puglia ricade in zona sismica 3: caratterizzata da valore dell'accelerazione orizzontale massima al suolo a_g (per terreni rigidi di tipo A) risulta pari a $0,05 \leq a_g < 0,15g$, espresso come frazione dell'accelerazione di gravità g , con probabilità di superamento pari al 10% in 50anni.

L'O.P.C.M. 3519 del 28 Aprile 2006 ha definito i "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone (G.U. n.108 del 11/05/2006)"

La mappa riportata di seguito individua la pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione del suolo (a_g), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s (ovvero categoria A).

Nella seguente tabella è individuata ciascuna zona 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 [a_g/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a_g/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

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, ora aggiornato dal D.M. 17.01.2018, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressi in termini di accelerazione massima del suolo

con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ($V_{S30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)

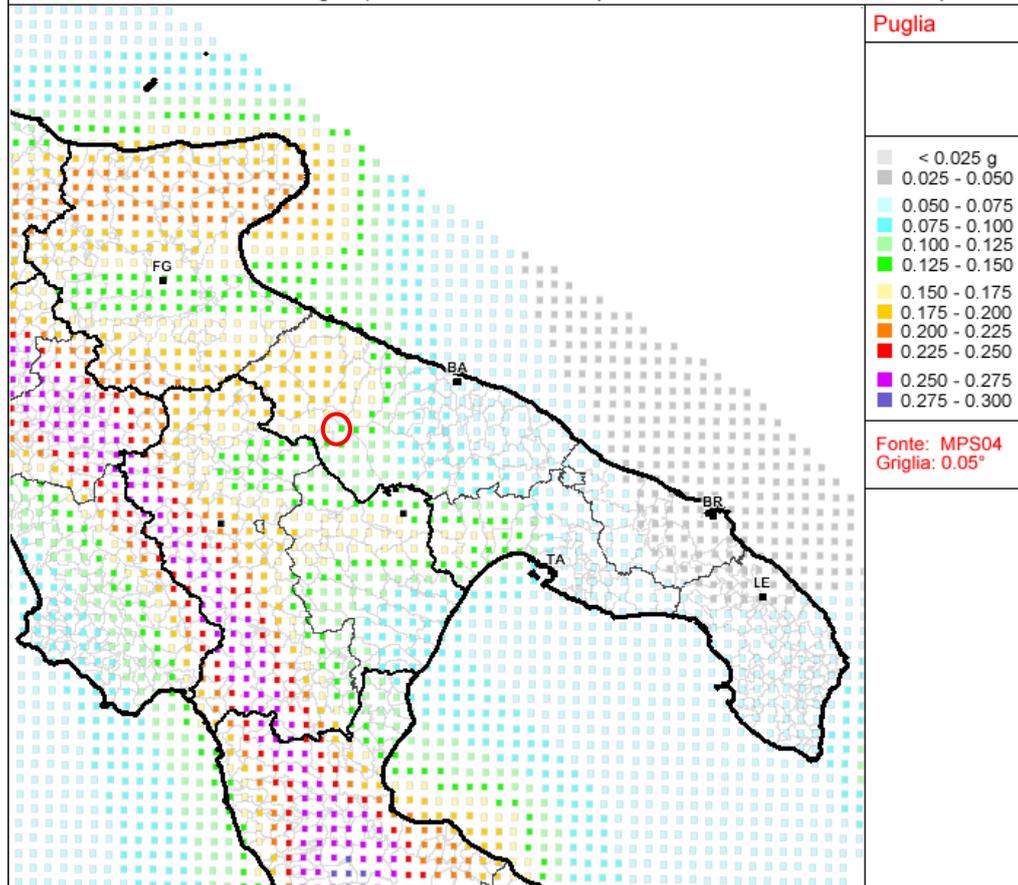


Figura 11: Valori di pericolosità sismica

4. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA DI DETTAGLIO

4.1 *Geologia del sito d'interesse*

Come già detto l'area oggetto d'intervento ricade nel Foglio n. 188 "Gravina di Puglia". Per le finalità del presente lavoro ovvero per la ricostruzione stratigrafica del sito e caratterizzazione geotecnica dei sedimenti che condiziona le strutture, si fa riferimento a dati di letteratura e da indagini geognostiche e prove di laboratorio svolte nel territorio nello specifico sono stati consultati i dati stratigrafici di due sondaggi a carotaggio continuo, le prove di laboratorio eseguite su campioni inidsturbati prelevati nel corso della perforazione dei suddetti sondaggi e i dati delle prove sismiche eseguite.

Dall'analisi dei suddetti carotaggi è stato possibile ricostruire la stratigrafia caratteristica del sito di stretto interesse, la quale, in linea di massima, è rappresentata dalle seguenti formazioni:

- Sedimenti lacustri e fluvio lacustri composti da conglomerati poligenici, frequentemente di origine vulcanica, sabbie, argille più o meno sabbiose, intercalazioni di calcare concrezionato e prodotti piroclastici e frequenti tracce carboniose.
- Sabbie di Monteparano: sabbie calcareo-quarzose di colore di colore giallastro con livelli arenacei che si alternano a livelli fossiliferi.
- Argille di Gravina più o meno sabbiose o siltose, grigio azzurre, talora con gesso e frustoli carboniosi.

4.1 *Geomorfologia e Idrogeologia del sito d'interesse*

Dall'esame della cartografia risulta che l'area oggetto di interesse ricade morfologicamente nel settore centrale della Fossa Bradanica, ed è caratterizzata dalla presenza di depositi Quaternari. Questi rappresentano la parte affiorante del ciclo di riempimento del bacino di avanfossa subappenninico. Tali depositi sono rappresentati nella cartografia geologica ufficiale da tre formazioni a geometria tabulare che dal basso verso l'alto sono: Argille subappennine, Sabbie di Monte Marano e Conglomerato di Irsina. Il sito interessato dal progetto della sottostazione elettrica ricade in una zona pianeggiante posta a monte del Torrente Basentello (affluente del fiume Bradano), nel quale confluiscono diversi reticoli idrografici, che attraversano la zona di interesse, così come rappresentato nella Carta Idrogeomorfologica della Puglia.

Per quanto riguarda le "acque superficiali" nelle Murge di Gravina i piccoli e rari corsi d'acqua, detti localmente "lame" sono del tutto temporanei, condizionata com'è la circolazione idrica nelle formazioni calcaree dall'intenso sviluppo del carsismo. La costituzione di questi brevi e rapidi deflussi è dovuta principalmente all'intasamento ed ostruzione, da parte della terra rossa, delle numerose fessurazioni che interessano il calcare e che sono naturalmente facili vie di accesso dell'acqua in profondità. Al margine

dell'altopiano sono invece presenti piccoli valloncelli entro cui si convogliano le acque che non hanno fatto in tempo ad essere inghiottite dalle fessure dei calcari.

Anche nella parte delle colline argillose o argillo-marnose e delle terrazze alluvionali della Fossa Bradanica, nella quale ricade l'area di interesse del progetto, la circolazione idrica superficiale è influenzata dalle caratteristiche idrogeologiche dei terreni che la costituiscono. Questi sono per la maggior estensione impermeabili o poco permeabili su piccole estensioni o per spessori limitati.

La rete idrografica comunque è abbastanza sviluppata e ramificata, anche se povera di deflussi perenni. Il corso d'acqua principale è il tronco medio del Fiume Bradano. Il suo regime è spiccatamente torrentizio, a causa della quasi totale mancanza di sorgenti e di contributi estivi, il corso d'acqua si sviluppa a tratti abbastanza regolarmente, a tratti in meandri ampi e ricorrenti, ora con alveo ben inciso nelle sue alluvioni, ora con alveo ampio ed aperto sugli opposti versanti a dolce declivio.

Nel F. Bradano confluiscono numerosi fossi, valloni e torrenti, in sinistra idrografica i tributari maggiori sono il T. Basentello ed il T. Gravina che raccolgono nel suo bacino il contributo del T. Pentecchia e del Canale di S. Farancesco. Meno numerosi sono i tributari di destra.

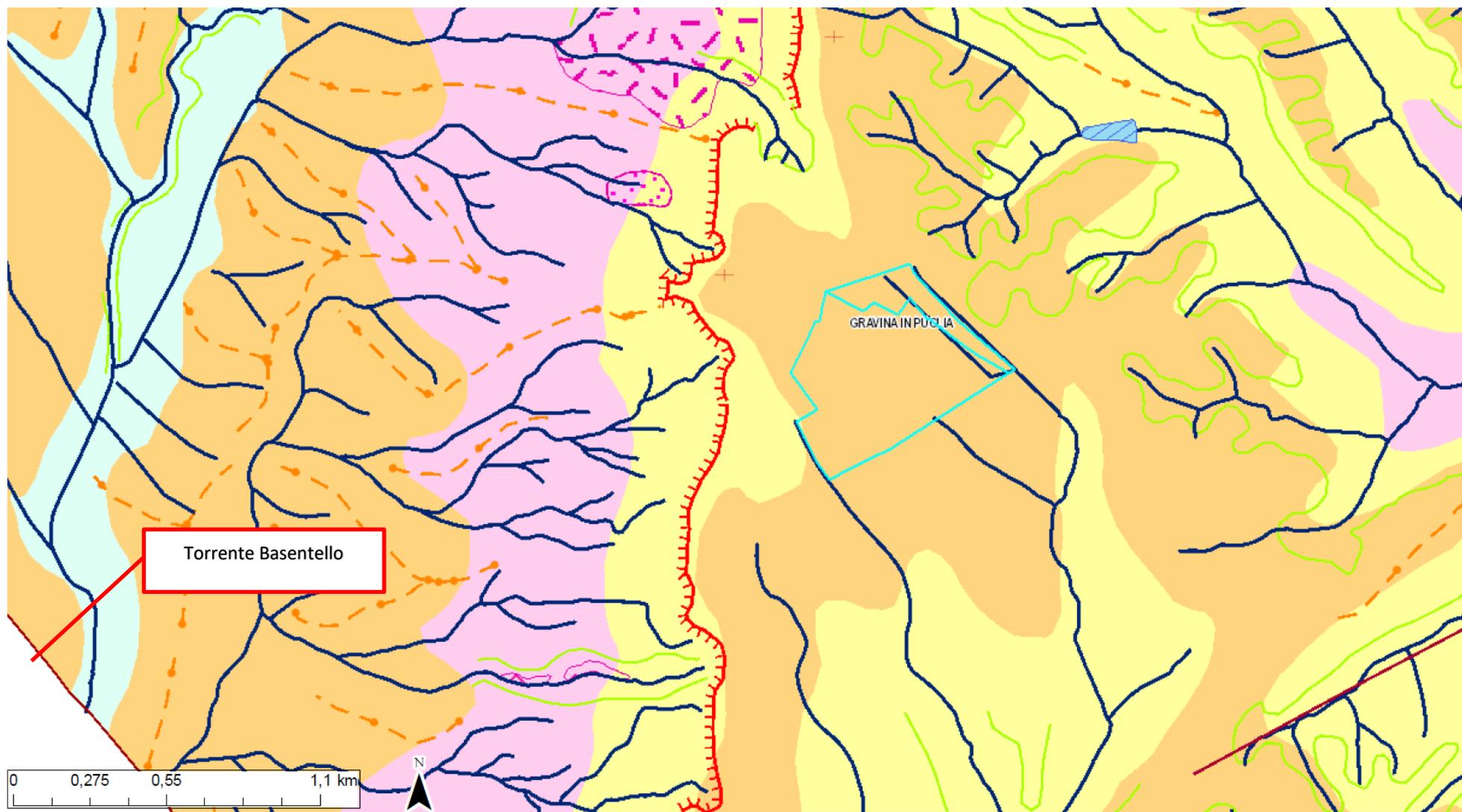


Figura 12: Stralcio della carta idrogeomorfologica

Dal punto di vista idrogeologico si può asserire che, in base ai dati bibliografici e dalle misurazioni del livello freatico effettuate in loco la presenza di 2 acquiferi principali:

all'interno dei depositi sciolti (sabbie, limo) vi siano modeste falde sospese poggianti

La falda profonda, invece,

- ✓ l'acquifero poroso superficiale, circolante nei depositi sciolti (sabbie e limo) poggianti sui depositi sottostanti a minore permeabilità e trasmissività idraulica (argille limose e/o argille).
- ✓ l'acquifero profondo, circolante in profondità nei calcari mesozoici nel basamento carbonatico, permeabile per fessurazione e carsismo con circolazione idrica che si esplica in pressione al di sotto dell'intera coltre di ricoprimento costituita dalle argille, sabbie e conglomerati a profondità comprese tra 580 e 620 m dal piano campagna;

Acquifero poroso superficiale

I terreni in cui ha sede la falda freatica superficiale sono prevalentemente di natura sabbioso-limosa e presentano:

- Coefficiente di permeabilità $K 5,32 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
- Trasmissività $T 2,7132 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$

Acquifero profondo

Per l'acquifero profondo, dati di bibliografia indicano valori medi di trasmissività pari a $1,38 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ e valori medi di permeabilità pari a $3,9 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$.

Il livello freatico dell'acquifero superficiale, nel sito interessato dal progetto oscilla fra 6 m e 10 m da p.c.

5. PERICOLOSITA' GEOLOGICA DEL SITO

5.1 *Pericolosità idrogeologica e geomorfologica*

I lotti su quali si vuole realizzare la Stazione Elettrica "Gravina 380" insistono su una porzione di territorio situata a monte della Strada Statale 655 una zona posta a nord del Torrente Basentello nel quale confluiscono diversi reticoli idrografici che attraversano la zona di interesse, così come riportato sulla Cartografia IGM in scala 1:25.000, e sulla Carta Idrogeomorfologica redatta dall'Autorità di Bacino della Puglia. Da notare che anche se amministrativamente l'area d'intervento ricade in Puglia, l'Autorità di Bacino competente territorialmente è quella della Basilicata in quanto l'area ricade nel bacino del Fiume Basento, con l'attuale assetto normativo l'area ricade nella competenza del Distretto dell'Appennino Meridionale che ha ricompreso entrambe le Autorità di Bacino sopra menzionate. Per quanto riguarda le aree a diversa pericolosità idraulica, dal Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, la zona oggetto l'intervento non risulta classificata come area a pericolosità idraulica.

Considerata la vicinanza delle aree di intervento ai corsi d'acqua riportati nell'IGM e nella Carta Idrogeomorfologica si fa riferimento a quanto prescritto dall' *art. 6 "Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali"* delle NTA del PAI. In particolare, il *comma 1* dell'Art. 6, definisce che: *"Al fine 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 dell'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."*, al *comma 7* definisce che *" Per tutti gli interventi nelle aree di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata."*

L'assenza di segnali o forme del rilievo correlate a dissesti portano a supporre che il rischio di frane, voragini o instabilità dei versanti è assente o estremamente basso.

In condizioni idrologiche di piena, non si può escludere l'esistenza di falde freatiche, stagionali o temporanee, a bassa profondità.

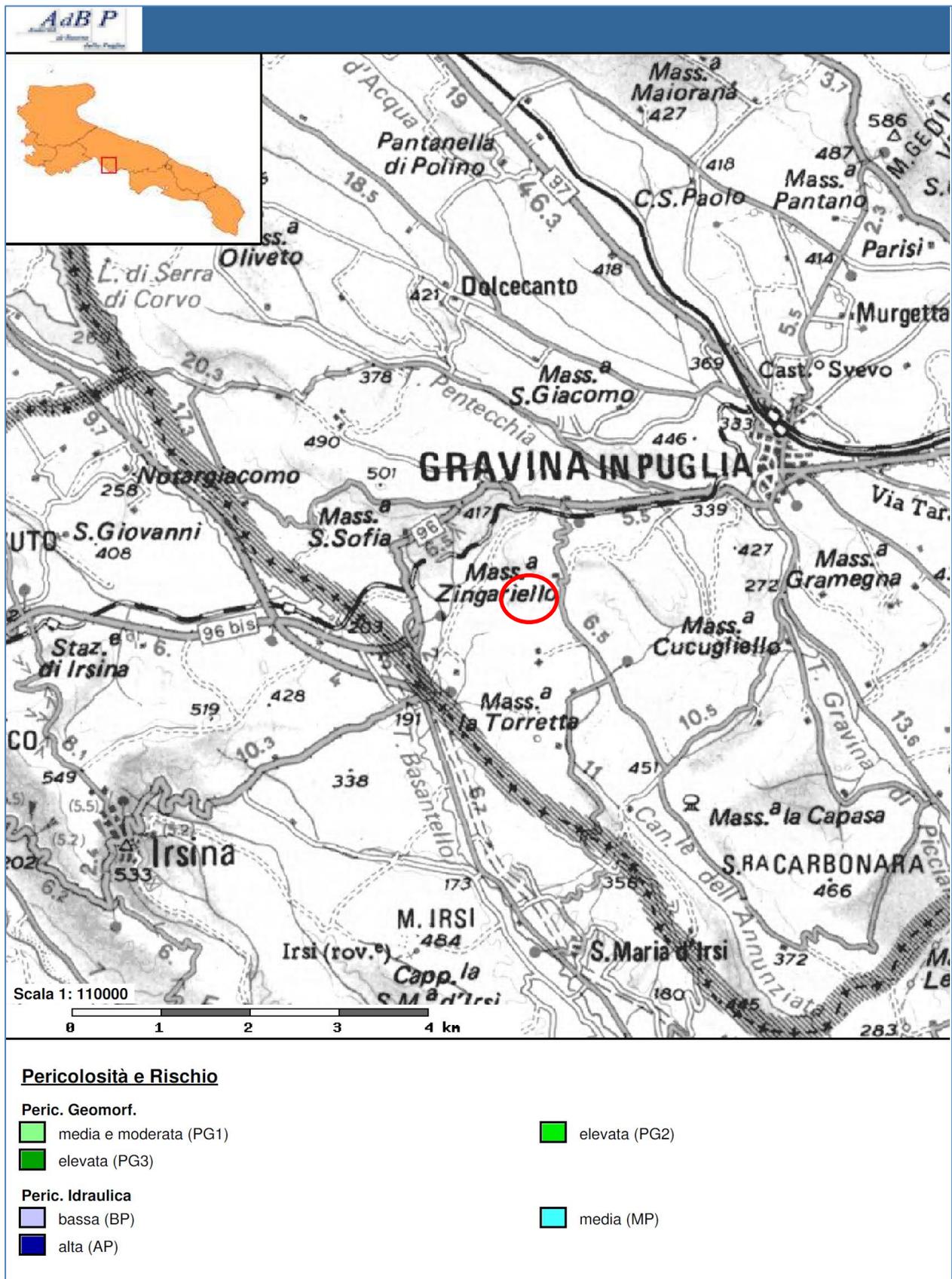


Figura 13: Inquadramento area oggetto di studio con aree perimetrata PAI

5.1 Pericolosità sismica

Il comune di Gravina in Puglia e pertanto il sito interessato dal progetto, dal punto di vista sismico, è classificato dall'OPCM3274 del 23.03.2003 come zona "3".

In zona 3, il valore dell'accelerazione orizzontale massima al suolo a_g (per terreni rigidi di tipo A) risulta pari a $0,05 \leq a_g < 0,15g$, espresso come frazione dell'accelerazione di gravità g , con probabilità di superamento pari al 10% in 50anni.

Con l'entrata in vigore delle N.T.C. 2008 aggiornate dal D.M. 17/01/2018, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

A tal fine si rende necessario la caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno.

Per ogni categoria del suolo (A-B-C-D-E) è fissata una descrizione litostratigrafica, con ad essa associati i parametri di riferimento geotecnici e sismici. Grazie all'esecuzione di profili sismici con tecnica MASW è stato possibile giungere all'individuazione della categoria del suolo per l'area indagata.

La V_{seq} è stata calcolata con la seguente espressione:

$$V_{seq} = \frac{H}{\sum_i \frac{h_i}{n \sqrt{S_i}}}$$

I valori restituiti dalle prove hanno permesso di verificare che il sito in esame ricade, quindi, nella categoria di sottosuolo "C" secondo la tab. 3.2.II delle NTC 2018.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Annessi 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>

Figura 14: Tab. 3.2 II NTC 2018

Stima della Pericolosità sismica di base

Le **azioni sismiche di progetto** si definiscono a partire dalla “**pericolosità sismica di base**” del sito di costruzione, che è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo (“periodo di riferimento” VR espresso in anni), in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato; la **probabilità** è denominata “Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento” PVR. La stima della pericolosità sismica è basata su una griglia di 10751 punti ove viene fornita la terna di valori ag , F_0 e T^*C per nove distinti periodi, dove:

- **ag** accelerazione orizzontale massima al sito;
- **F₀** valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione Orizzontale;
- **T*C** periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione Orizzontale.
-

E' stata determinata, quindi, la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero e, sulla base della maglia interessata, si sono determinati i valori di riferimento del punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto.

Posizione del sito		Nodi intorno al sito			
Comune:	Gravina in Puglia - (BA)	ID	Longitudine	Latitudine	Dist. sito (Km)
Longitudine	16.4190	33011	16.3980	40.8480	3.4868
Latitudine	40.8210	33233	16.3960	40.7980	3.2105
Cerca con Google Map		33234	16.4620	40.7960	4.5677
Isola:	Sardegna	33012	16.4640	40.8460	4.7013

Figura 15: nodi del reticolo di riferimento

Le azioni sismiche su ciascuna opera vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di opera, moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U .

Nel nostro caso il progetto è finalizzato alla realizzazione di un impianto fotovoltaico (tipo di costruzione 2), pertanto supponendo :

- Tipo di costruzione (art. 2.4.1) **IV**
- V_N -Vita nominale dell'opera **>50 anni**
- C_U -Coefficiente d'uso della costruzione(art. 2.4.2) **2,0**

Risulta un valore della V_R pari a **100 anni**

Per determinare la terna di valori ag , F_0 e T^*C relativa al progetto sono stati calcolati i periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica T_r (in anni) riportati in .

Successivamente sono stati determinati i valori ag , F_0 e T^*C per i periodi di ritorno associati a ciascuno Stato limite.

Stati Limite	Probabilità di superamento	Tr (anni)
SLO -Operativita'-	81%	30
SLD – Danno-	63%	50
SLV –Salvaguardia della vita	10%	475
SLC – Prevenzione del collasso	5%	975

Tabella 1

Stati Limite	Tr (anni)	ag (g/10)	Fo (-)	T*c (s)
SLO -Operativita'-	30	0.36453071	2.51278467	0.26793471
SLD – Danno-	50	0.45570781	2.50000000	0.31302435
SLV – Salvaguardia della vita	475	1.09160743	2.61610910	0.43484996
SLC – Prevenzione del collasso	975	1.37287691	2.68023968	0.45000000

Tabella 2: Parametri di pericolosità sismica

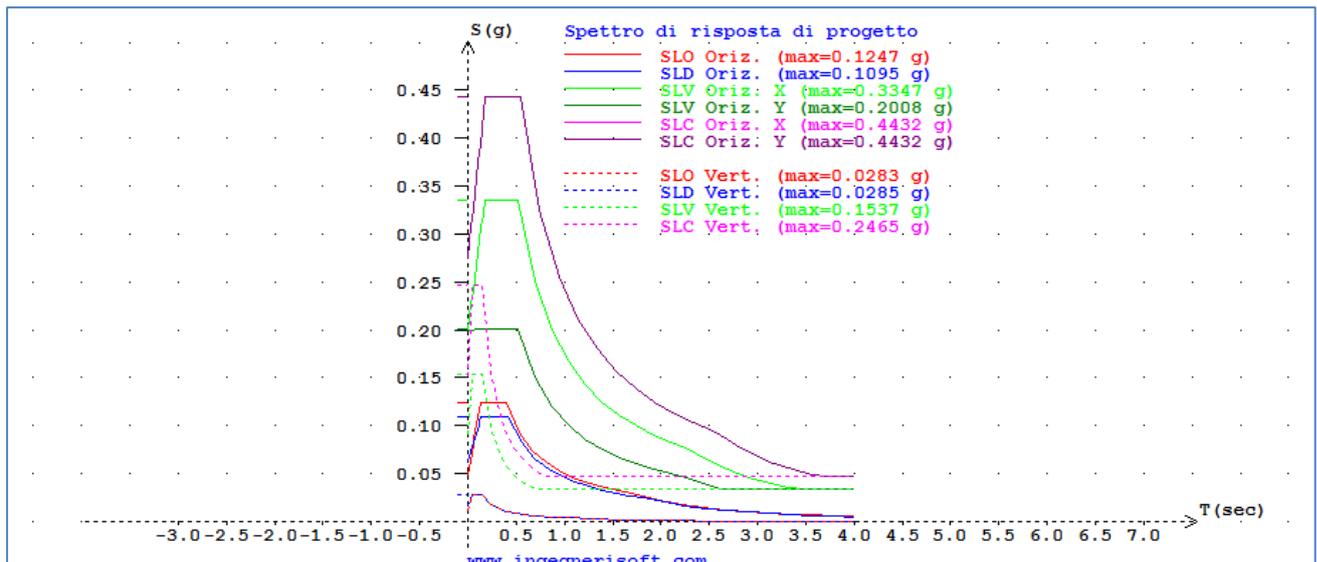


Figura 16: Spettri di risposta elastica ai diversi stati limite

6. MODELLO GEOTECNICO PREVEDIBILE

6.1 Indagini eseguite nell'area

Al fine di procedere ad una caratterizzazione geologica e geotecnica, del sito interessato dall'intervento di cui all'oggetto, ci si è avvalsi di indagini e prove di laboratorio eseguite in sito limitrofo.

In fase di progettazione esecutiva si procederà ad eseguire una campagna geognostica sul sito d'intervento.

In particolare, per la definizione delle successioni stratigrafiche e dei rapporti intercorrenti tra i vari litotipi che direttamente o indirettamente condizionano l'intervento oggetto della presente relazione, sono stati consultati i report delle seguenti indagini:

- *Log stratigrafico di n. 1 sondaggio geognostico;*
- *Prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati in fase di perforazione dei suddetti sondaggi;*
- *Indagine sismica MASW per la determinazione delle Vs3;*

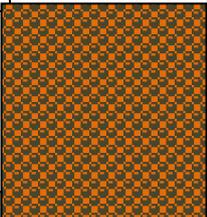
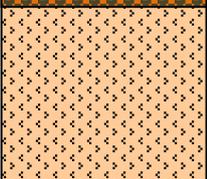
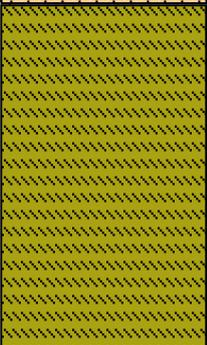
Inoltre è stata eseguita la verifica della profondità della falda idrica superficiale nei pozzi esistenti nell'area che ha permesso di individuare il livello a circa 6 m di profondità dal p.c.

Perforazione a carotaggio continuo

La sottoscritta ha acquisito le risultanze di 1 perforazione a carotaggio continuo spinta fino alla profondità di 10 m da p.c..

Nel corso della perforazione sono stati prelevati 2 campioni indisturbati successivamente sottoposti a prove di laboratorio.

Di seguito si riporta la sequenza stratigrafica tipica.

<u>Spessore strati (m)</u>		<u>Litologia</u>
00.00 a 3.00		<i>Conglomerato marino moderatamente litificato con ciottoli eterogenici, di medie dimensioni da appiattiti a sub-arrotondati immersi in matrice sabbioso-limosa di colore giallo marroncino. (conglomerato di Irsina)</i>
3.00-8.00		<i>Sabbie calcareo-quarzose da poco a mediamente addensate. A luoghi molto fini (sabbie di monte Marano, sabbie delle Staturò)</i>
8,00 a 10,00		<i>Limo-argilloso con sabbia di colore nocciola;</i>

Prove di laboratorio

Nel corso della perforazione dei sondaggi sono stati prelevati dei campioni indisturbati in corrispondenza delle varie litologie e successivamente oggetto di specifiche analisi di laboratorio ossia:

- *Determinazione del peso specifico dei granuli*
- *Determinazioni Delle Caratteristiche Fisiche Generali;*
- *Analisi Granulometriche e Densimetrie;*
- *Prove Di Taglio Diretto C.D.;*
- *Prove di compressione ad espansione laterale libera ELL.*

Prospezione sismica con metodologia Masw

Le prove MASW sono molto utili per ricavare il parametro V_{seq} , richiesto dalla nuova normativa sismica, in maniera semplice ed economica ma decisamente affidabile.

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo.

6.2 Caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni

La tabella riportata qui di seguito riassume le caratteristiche fisiche generali e i principali parametri geotecnici relativi ai materiali, appena descritti e appartenenti al “Conglomerato d’Irsina” oltre a quelli delle sabbie (Sabbie di Montemarano) che affiorano nei lotti a ubicati a monte nei pressi della S.S. n.168.

Litotipi	Sabbie quarzosa (Sabbie di Montemarano -Q ^C _S)	Conglomerato (Conglomerato d’Irsina)
CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI		
Contenuto in acqua W % in peso	28	24
Peso di volume naturale γ_n KN/mc	19,50	22
Peso di volume specifico γ KN/mc	20,90	
ANALISI GRANULOMETRICA		
Ghiaia %	3,09	
Sabbia %	40,13	
Limo%	24,02	
Argilla e colloidali %	32,69	
PROVA DI TAGLIO DIRETTO		
Angolo di attrito interno ϕ'	25-27	33-35
Coesione C KN/mq	6	-
PROVA DI PERMEABILITA'		
Coefficiente di Permeabilità (k) m/sec	8,4*E-3	

Tabella 3: Valori dei parametri geomeccanici e fisici

7. CONCLUSIONI

Il presente studio geologico è finalizzato alla caratterizzazione del deposito che sarà interessato dal progetto di realizzazione di una nuova Stazione Elettrica RTN 380/150 kV denominata "GRAVINA 380" e di un nuovo raccordo in entra – esci a 380 kV all'attuale elettrodotto 380 kV della RTN denominato "Genzano 380 – Matera" nel comune di Gravina in Puglia.

Questa relazione, seguendo i dettami della norma vigente e dello stato dell'arte, è finalizzata alla costruzione del modello geologico, che è imprescindibile per la redazione del successivo modello geotecnico, facente parte della relazione d'opera geotecnica. Il Testo unico "Norme Tecniche per le costruzioni" D.M. 14/01/2008, aggiornato dal D.M. 17.01.2018, definisce le procedure per eseguire una modellazione geologica del sito interessato da opere interagenti con i terreni e rocce.

La Stazione elettrica è considerata "costruzione di tipo 2 e di classe d'uso IV" e sarà realizzato in un sito ricadente in zona sismica 3.

Le indagini geognostiche eseguite nei pressi del sito interessato lasciano ipotizzare la presenza di un deposito di conglomerato moderatamente litificato con ciottoli eterogenici, di medie dimensioni da appiattiti a sub-arrotondati immersi in matrice sabbioso-limoso di colore giallo marroncino appartenente alla formazione del "Conglomerato di Irsina".

Non si esclude che le strutture fondali possano essere condizionate da un deposito di sabbie calcareo-quarzose mediamente addensate appartenenti alle "Sabbie di Monte Marano".

E' stata rilevata la presenza di acqua, sicuramente dovuta alla falda acquifera superficiale.

Nella tabella seguente si riassumono i valori dei parametri geotecnici caratteristici dei due diversi depositi:

Litologia	γ (t/mc)	ϕ' (°)	C (KN/mq)
Conglomerati moderatamente litificato	2,2	33	-
Sabbie quarzose	1,95	25	6

Al fine del dimensionamento strutturale si consiglia l'utilizzo dei seguenti valori più cautelativi relativi al deposito delle sabbie:

- Peso di volume **1,95 t/mc**
- Angolo d'attrito interno **25°**
- Coesione **6 KN/mq**

Infine,

Il valore delle V_{seq} emerso dai tre profili sismici MASW eseguiti è tale da far ricadere, le aree interessate dall'impianto e dalla sottostazione nella categoria di sottosuolo "C" così definita secondo la tab. 3.2. II delle NTC 2018: **"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."

San Pietro Vernotico settembre 2021

Il geologo

Dott. Luisiana SERRAVALLE

