

**IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE EOLICA
"Masseria Muro" DI POTENZA PARI A 90 MW**

**REGIONE PUGLIA
PROVINCIA di BRINDISI**

**PARCO EOLICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI:
Mesagne, Brindisi, San Donaci, San Pancrazio, Cellino San Marco**

**PROGETTO DEFINITIVO
Id AU ORE7Q71**

Tav.:

Titolo:

R21

Relazione Geologica

Scala:

Formato Stampa:

Codice Identificatore Elaborato:

n.a.

A4

ORE7Q71_RelazioneGeologica_21

Progettazione:

Committente:

STC S.r.l.

Via V. M. STAMPACCHIA, 48 - 73100 Lecce
Tel. +39 0832 1798355
fablo.calcarella@gmail.com - fablo.calcarella@lngpec.eu



Direttore Tecnico: Dott. Ing. Fabio CALCARELLA

wpd MURO s.r.l.



Viale Aventino, 102 - 00153 Roma
C.F. e P.I. 15443431000
tel. +39 06 960 353-00

Dott. Geol. Valter D'Autilia

Via Pollmeno, 53 - 73026 Melendugno (LE)
Tel. 328-2094706 - vdautilia@libero.it



Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Marzo 2020	Prima emissione	STC S.r.l.	FC	wpd MURO s.r.l.

INDICE

<u>1. PREMESSA</u>	2
<u>2. UBICAZIONE DEL SITO</u>	3
<u>3. MODELLO GEOLOGICO</u>	4
<u>3.1 LINEAMENTI GEOLOGICI E MORFOLOGICI GENERALI</u>	4
<u>3.2 DESCRIZIONE DELL'AREA D'INDAGINE</u>	7
<u>3.2.1 GEOMORFOLOGIA</u>	7
<u>3.2.2 GEOLOGIA</u>	8
<u>3.2.3 CARATTERI IDROGEOLOGICI</u>	12
<u>3.3 NOTE SULLA SISMICITÀ DELL'AREA</u>	17
<u>4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA</u>	18
<u>4.1 CATEGORIE SUOLO FONDAZIONE</u>	18
<u>4.2 DETERMINAZIONE PERICOLOSITÀ SISMICA</u>	20
<u>4.3 ANALISI SISMICA DEL SITO DI PROGETTO E DEL TERRENO DI FONDAZIONE</u>	23
<u>5. CARATTERI TECNICI DEI LITOTIPI AFFIORANTI</u>	24
<u>6. CONCLUSIONI</u>	26

1. PREMESSA

La presente relazione, ha lo scopo di ricostruire l'assetto morfologico e geologico del terreno sul quale è previsto un *“impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 90 Mw”*, da realizzarsi nei territori di Mesagne, San Pancrazio Salentino, San Donaci e Brindisi, - proponente WPD Muro S.r.l.

Il parco prevede la costruzione e la messa in esercizio, di n° 15 aerogeneratori della potenza unitaria di 6 MW ciascuno, per una potenza totale di 90 MW.

La connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale sarà realizzata in corrispondenza della Stazione Elettrica TERNA *“Brindisi Sud”* (in agro di Brindisi), con una Sottostazione Elettrica (SSE) di trasformazione e consegna.

In ottemperanza alla normativa vigente e al nuovo **D.M. 17.01.2018** aggiornamento delle *“Norme Tecniche per le costruzioni”*, al fine di poter acquisire le conoscenze necessarie per redigere la presente relazione con adeguati margini di attendibilità, la scrivente ha effettuato uno studio geologico-geomorfologico dell'area di progetto e di quelle contermini, ha effettuato ricerche di letteratura scientifica relative all'area in esame avvalendosi di esperienze pregresse sia personali che di colleghi riuscendo ad ottenere una buona ricostruzione di quelle che siano le caratteristiche stratigrafiche e sedimentarie del sito indagato, ai fini di valutare le caratteristiche di pericolosità dell'area progettuale e le relative considerazioni circa la fattibilità degli interventi programmati.

Con l'entrata in vigore dell'ultima normativa in materia di costruzioni (22 Marzo 2018), l'elaborazione dei progetti di opere e lavori, dovrà verificare l'azione sismica delle nuove opere e di quelle esistenti, valutata mediante un'analisi della risposta sismica locale. Inoltre secondo l' O.P.C.M. n° 3274 del 20.03.2003 *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”*, tutti i territori comunali interessati dalle opere di progetto sono stati classificati sismici e ricadono in **zona 4**, per cui particolare attenzione è stata posta a questo aspetto.

Le osservazioni compiute, hanno consentito di descrivere la situazione stratigrafica, geomorfologica ed idrogeologica dell'area investigata, riservando di effettuare in fase di progettazione esecutiva le indagini geognostiche necessarie ed indispensabili per

caratterizzare puntualmente le aree di sedime di ogni singola pala eolica e delle altre opere accessorie.

2. UBICAZIONE DEL SITO

L'area indagata occupa una vasta porzione dei territori comunali di Mesagne, San Pancrazio, San Donaci e Brindisi. (**Fig. 1**)

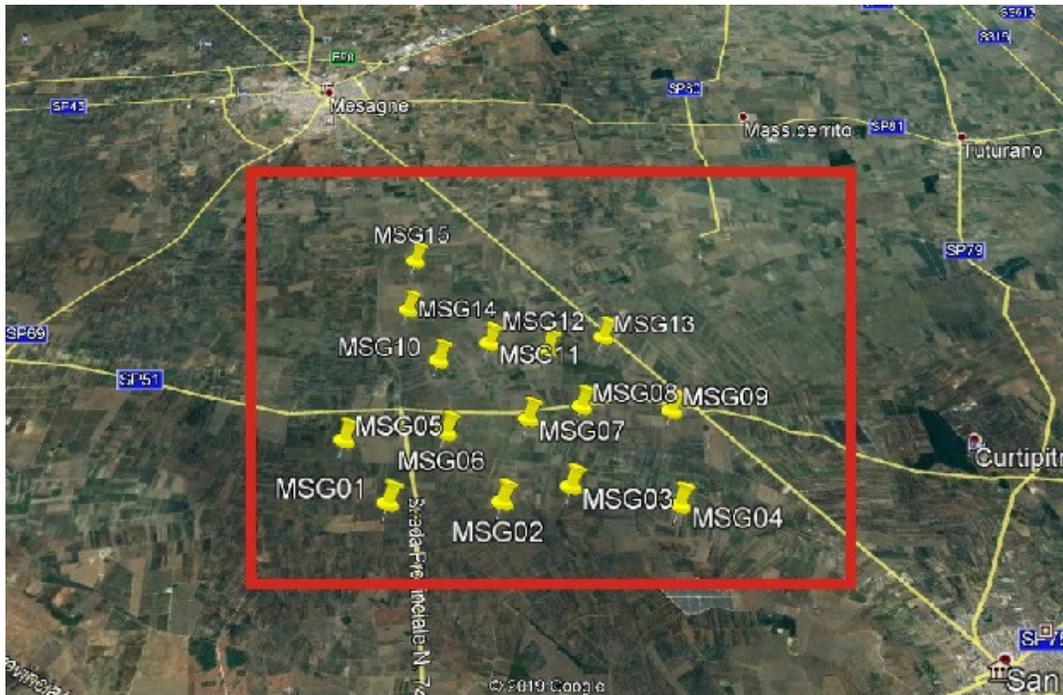


Fig. 1: Ubicazione area di progetto su ortofoto (fonte Google Earth)

Il territorio si presenta sub-pianeggiante con un'altezza variabile e compresa tra valori minimi di circa 50 metri s.l.m. fino ad un massimo di circa 80 metri s.l.m.. L'area oggetto dell'indagine è compresa nel F. 203 I.G.M. in scala 1:25.000 tavolette I SO "Mesagne" – I SE "Tutturano" II NO "Torre S. Susanna" e II NE "San Donaci" della Carta d'Italia.

Secondo il Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I), adottato in data 15.12.2004 e successivamente approvato dalla Regione Puglia, redatto e finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico ed alla riduzione degli attuali livelli di pericolosità, l'intera superficie territoriale interessata dall'intervento progettuale, **non**

ricade all'interno di zone a rischio idrogeologico e geomorfologico. (Vedere Tavola – Vincoli AdB)

Dall'analisi della Carta IGM in scala 1:25.000, che costituisce il riferimento cartografico ufficiale del PAI, si denota anche la presenza di reticoli idrografici minori che a volte rappresentano delle impercettibili incisioni morfologiche definite nella stessa Carta come “*corso d'acqua episodico*”. La loro presenza è segnalata anche nell'ambito della nuova Carta Idrogeomorfologica del territorio pugliese, redatta dall'AdB Puglia. (**Fig. 2**)

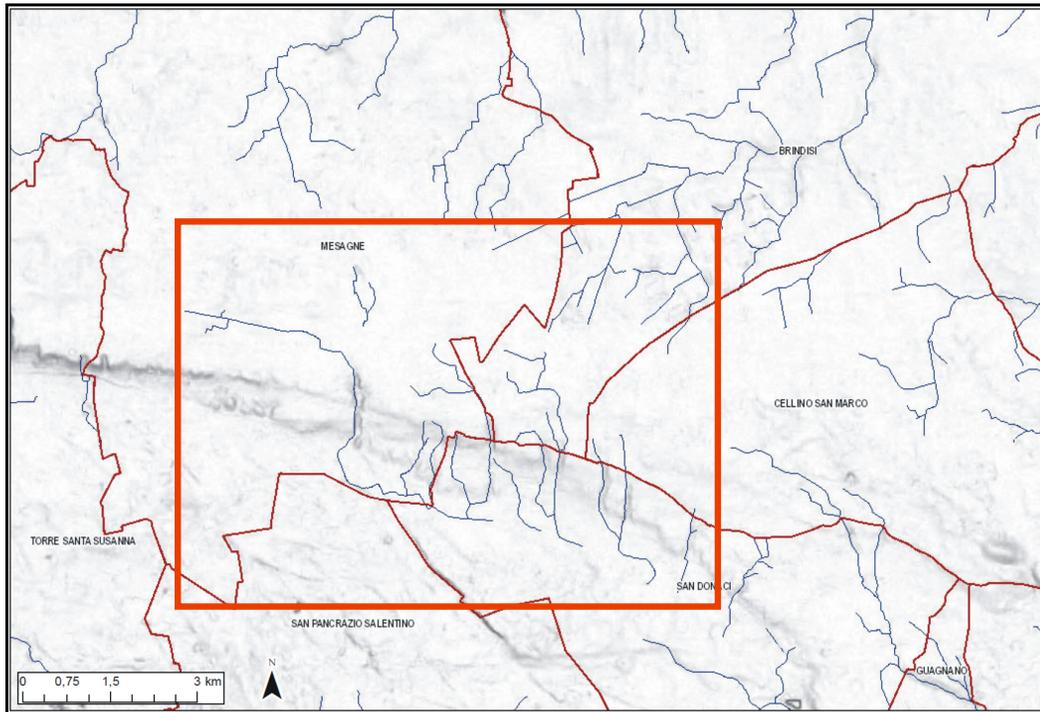


Fig. 2: Stralcio reticolo idrografico (Carta idrogeomorfologica Puglia)

3. MODELLO GEOLOGICO

3.1 LINEAMENTI GEOLOGICI E MORFOLOGICI GENERALI

Il profilo morfologico del Salento è caratterizzato principalmente da forme molto dolci, che solo in alcuni luoghi, in corrispondenza delle dorsali, può presentare un aspetto aspro ed accidentato.

Le dorsali localmente denominate Serre, sono costituite da alti strutturali (Horst) e risultano separate tra loro da aree pianeggianti (Graben) più o meno estese che, situate a quote leggermente inferiori, si allungano nella stessa direzione delle Serre.

La tettonica della Penisola salentina, sia di tipo plicativo che disgiuntivo, ha dato luogo a dolci pieghe con strette anticlinali ed ampie sinclinali orientate in direzione appenninica (NNO-SSE o NO-SE), caratterizzata da deboli pendenze degli strati che solo raramente superano i 15°. Le anticlinali presentano generalmente uno sviluppo asimmetrico, con fianchi sud occidentali più ampi e dolci di quelli opposti e spesso interrotti da faglie, la cui presenza è evidenziata da liscioni, brecce di frizione e contatti giaciture anomali.

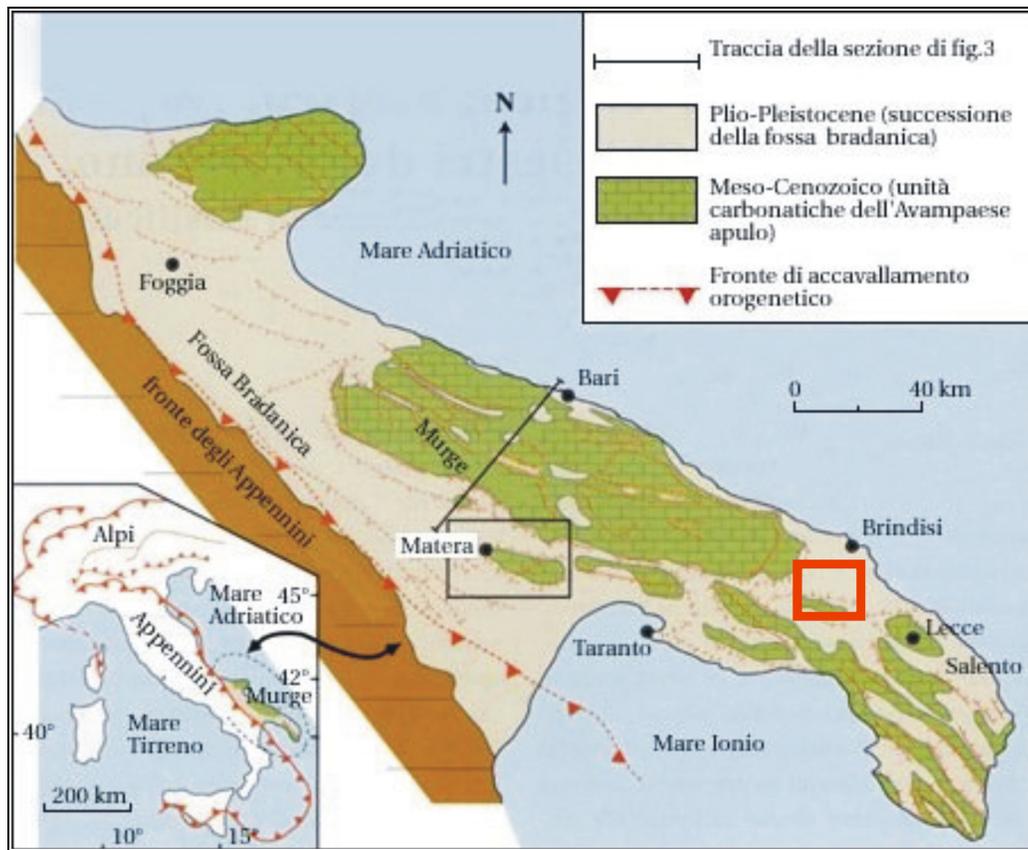


Fig. 3: Localizzazione dell'area in studio

L'origine delle faglie, talora nascoste dalla presenza di strati rocciosi calcarenitici, più o meno potenti, depositatisi successivamente alla sua formazione, durante una delle fasi di ingressione marina post-cretacea, è invece legata a quell'intensa attività tettonica che ebbe inizio verso la fine del periodo cretaceo e interessò la regione provocando la

deformazione della piattaforma calcareo-dolomitica con conseguenti dislocazioni di masse rocciose che portarono allo sprofondamento di alcune zone ed al sollevamento di altre. (*Fig. 3*)

Durante questa prima fase tettonica si realizzarono due principali sistemi di fratturazione, il primo con direzione NO – SE che diede origine, tra l’altro, alla fossa tettonica (Graben) che separò il Salento dalle Murge; l’altro, con andamento NNO – SSE, che fu precedente al successivo sollevamento delle Serre salentine.

Tra la fine del Miocene e l’inizio del Pliocene, una nuova fase tettonica, che riattivò le faglie tardo cretache, causò l’emersione di alcune dorsali asimmetriche.

In genere, le rocce che affiorano sulle dorsali sono le più antiche, facenti parte delle formazioni preneogeniche, e risultano costituite da sedimenti calcarei e calcareo-dolomitici. I terreni più recenti affiorano, invece, nelle zone pianeggianti. Quest’ultimi, per lo più costituiti da calcareniti marnose, da calcari grossolani organogeni e da sabbie calcaree a granulometria e compattezza variabile, sia in senso verticale che orizzontale, si sono depositati sul basamento calcareo durante i periodi di ingressione marina Plio-Pleistocenici.

E’ importante mettere in evidenza che gli elementi morfologici che maggiormente caratterizzano la Penisola Salentina (scarpate e ripiani, rilievi e depressioni), si sviluppano preferenzialmente con le stesse direttrici dei principali elementi tettonici.

All’interno di queste strutture, si crea una ricca ed articolata varietà di forme carsiche prevalentemente a sviluppo superficiale e verticale, costituite prevalentemente da allineamenti di doline lungo direttrici preferenziali, parallelamente a questa morfologia se ne sviluppa un’altra che pur ricalcando negli aspetti generali quella carsica, assume delle manifestazioni attenuate (e per questo detta paracarsica).

Pertanto, nell’ambito delle aree depresse ove affiorano le calcareniti mioceniche, plioceniche e quaternarie sono riscontrabili tanto gli allineamenti di doline (di sprofondamento e di dissoluzione), quanto gli allineamenti di zone a circolazione centripeta, particolarmente nella parte occidentale della Penisola salentina.

Il fenomeno carsico, caratterizza in gran parte l’idrogeologia sia superficiale che sotterranea. Infatti, la presenza di aree endoreiche e di assorbimento non consente lo sviluppo di qualsiasi idrogeologia di superficie, mentre la fratturazione ed il carsismo di profondità, permette al basamento carbonatico, di ospitare una cospicua falda profonda.

3.2 DESCRIZIONE DELL'AREA D'INDAGINE

Gli attenti e scrupolosi rilievi di campagna, unitamente alle esperienze pregresse dello scrivente e dei colleghi, nonché i dati desunti dalla bibliografia ufficiale, hanno permesso la caratterizzazione geomorfologica, geologico-tecnica e idrogeologica dell'area oggetto d'indagine.

3.2.1 Geomorfologia

L'entroterra brindisino è costituito da un'ampia area subpianeggiante ove affiorano prevalentemente depositi calcarenitici e sabbiosi di origine marina; questi depositi poggiano su un banco argilloso del Pleistocene inf., a sua volta sovrastante la piattaforma carbonatica costituita da calcari mesozoici e dai terreni relativi ai termini inferiori del ciclo sedimentario della Fossa Bradanica (Calcareniti di Gravina)

L'area interessata dal progetto è situata in un contesto territoriale caratterizzato da una morfologia pressoché tabulare, con quote topografiche comprese tra i 50 ed gli 80 metri s.l.m.

L'area studiata, è caratterizzata da una morfologia sub tavolare pianeggiante, interrotta da deboli ondulazioni del terreno e da aree strutturalmente rialzate sede di affioramenti carbonatici mesozoici. Solo in alcuni casi sono presenti delle scarpate più accentuate, incise da piccoli solchi erosivi provocati dal ruscellamento delle acque meteoriche e che costituiscono dei naturali impluvi dove gli episodi di ruscellamento si verificano solo nei periodi particolarmente piovosi.

L'azione di disfacimento, disgregazione e trasporto delle acque ruscellanti o di infiltrazione, ha influenzato e continua ad influenzare lo sviluppo del carsismo nelle rocce carbonati del basamento mesozoico e subordinatamente favorisce i fenomeni paracarsici riscontrabili nei terreni più recenti.

E' evidente che sia la distribuzione areale, sia la ricorrenza verticale delle forme carsiche dipendono ulteriormente dalla successione dei cicli carsici, la cui evoluzione è collegata ai movimenti relativi tra il mare e la terraferma.

La zona più depressa è occupata dai depositi più recenti, rappresentati da una successione di limi e sabbie con livelli calcarenitici basali. Lo spessore di questi sedimenti risulta variabile e strettamente dipendente dalla morfologia del substrato

calcareo mesozoico.

Dal punto di vista idrologico, l'intera area studiata, è caratterizzata dalla presenza discontinua di una rete idrografica superficiale (canali), che risultano molto spesso interrotti o privi della manutenzione necessaria a veicolare le acque di scorrimento superficiale in direzione dei recapiti finali.

3.2.2 Geologia

L'area di progetto si trova al confine tra l'altopiano delle Murge e la Penisola Salentina, ed è caratterizzata da una serie di "Horst" e "Graben", di varia estensione generalmente orientati NW e SE.

In particolare l'area corrisponde ad una vasta depressione tettonica delle rocce carbonatiche mesozoiche che, dall'entroterra si apre verso il mare Adriatico; questa depressione "a gradinata", è stata colmata dei depositi del "Ciclo della Fossa Bradanica" e dai "Depositi marini terrazzati" (Ciarandi et al., 1992) – Fig. 4

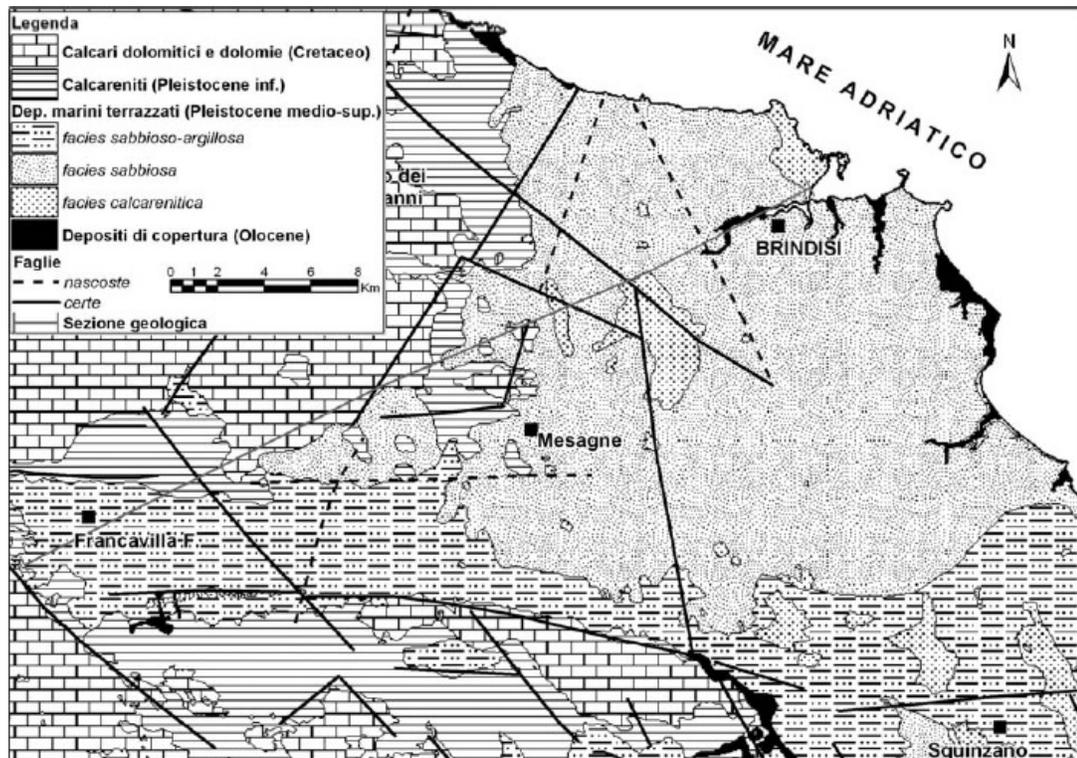


Fig. 4: Carta geologica della piana di Brindisi (Spizzico et alii – 2006 – Giornale di Geologia Applicata)

La Formazione più antica è rappresentata dai calcari dolomitici e dalle dolomie grigio-nocciola, noti come “*Calcari di Altamura*”, riferibili al Cretaceo sup.

In trasgressione sui Calcari mesozoici, si rinvengono i terreni relativi ai termini inferiori del ciclo sedimentario della “Fossa Bradanica”, costituiti dai depositi calcarenitico-sabbiosi (Pliocene-Pleistocene inf.), localmente riconosciuti come “*Calcareniti di Gravina*”.

In continuità di sedimentazione, in quasi tutta l’area indagata, sono presenti banchi di argille grigio-azzurre con intercalazioni di marne e/o sabbie calcaree. La formazione argillosa si rinviene al di sotto dei depositi di copertura medio-suprapleistocenici e solo a tratti affiora per porzioni limitate nella parte S-SW del territorio studiato. Il tetto delle Argille grigio-azzurre è sempre al di sopra del livello del mare, tranne che nella porzione costiera attorno alla città di Brindisi dove raggiunge profondità comprese tra i 10 – 20 m.s.l.m. Lo spessore tende ad aumentare spostandoci da Mesagne (pochi metri) verso Brindisi (circa 50 mt).

La formazione argillosa si ritrova anche al di sotto dei “*Depositi Marini terrazzati*”, quest’ultimi sono rappresentati da depositi sabbioso-calcarenitico-argillosi di spiaggia emersa e sommersa. I “*Depositi terrazzati*” sono caratterizzati da spessori limitati, comunque non superiori i 20-25 mt.

Nell’area si possono distinguere due facies principali: la prima, affiorante nell’entroterra ed a Sud di Brindisi, è costituita da sabbie calcaree, debolmente cementate, con intercalazioni di calcare tipo “*panchina*”, talora le sabbie sono argillose e verso il basso passano ad argille grigio-azzurrognolo. La seconda facies, affiorante diffusamente nella piana attorno alla Città di Brindisi, è costituita da sabbie argillose ed argille grigio-azzurre, con intercalazioni di banchi calcarenitici ed arenacei bioclastici.

La successione stratigrafica comprende, dal basso verso l’alto, le seguenti Formazione ed Unità (Tavola 1)

- Calcari mesozoici (“*Calcari di Altamura*”)
- Calcareniti pleistoceniche (“*Calcareniti di Gravina*”)
- Depositi marini terrazzati

Calcari mesozoici

Rappresenta il basamento carbonatico più antico su cui giacciono in trasgressione i depositi più recenti. Nell'area indagata questa formazione si trova a profondità variabili comunque non superiori a qualche decina di metri; risultano coperte in superficie dai depositi quaternari.

La Formazione è caratterizzata da una successione di strati calcarei e calcareo dolomitici, talvolta vacuolari, di colore variabile dal grigio al nocciola, alternati a strati di calcari micritici di colore biancastro.

Gli strati di spessore variabile da 10 cm. a 1,5 ÷ 2,0 mt., sono spesso intercalati da fratture variamente orientate ma prevalentemente subverticali, talora beanti e riempite da terra rossa residuale e/o caratterizzate da venature e incrostazioni di calcite subcristallina.

L'intensa e diffusa fratturazione presente all'interno della formazione determina una elevata permeabilità per fratturazione e carsismo, con una circolazione idrica diffusa che va a costituire una falda acquifera cosiddetta "profonda".

La successione è indicata nella C.G.I. (1968), con il nome formazionale di Dolomia di Galatina e viene attribuita al Cretaceo sup.; Ciaranfi et al (1988, 1993), hanno preferito adottare il termine *Calcarea di Altamura* in considerazione delle strette analogie stratigrafiche di facies e di età tra queste formazioni, codificate nell'area murgiana, e quelle salentine.

La Formazione affiora nella porzione meridionale dell'areale indagato, in corrispondenza degli aereogeneratori n. 01-02-03-05

Calcareniti pleistoceniche

Questa Formazione affiora solo per piccoli lembi. Altrove, quando presente, risulta coperto dai termini sabbiosi ed argillosi con i quali costituisce la tipica successione stratigrafica dei Depositi Marini Terrazzati.

Si tratta prevalentemente di biocalcareniti e biocalciruditi poco diagenizzate, di aspetto tufaceo a grana media o grossolana, di colore avana-giallastro e a luoghi biancastro, variabili sia in senso orizzontale che verticale. Si presentano massicce (tipo a panchina), e talora nettamente stratificate con strati debolmente piegati a costituire una sinclinale e intervallati da esigui livelletti di argilla. Sono presenti fratture subverticali beanti e

cavità carsiche di dimensioni notevoli riempite di terra rossa talora stratificate (dal basso verso l'alto, il colore varia dal rosso al giallastro e talora sono interposti livelletti non continui grigiastri).

Dal punto di vista fossilifero, i macrofossili sono frequenti e rappresentati da ricorrenti Alghe Corallinacee, Molluschi, Brachiopodi e Briozoi.

Le *Calcareniti di Gravina* affioranti in quell'area sono attribuibili al Pleistocene inf.

La Formazione affiora a ridosso dei Calcari mesozoici, in corrispondenza degli aereogeneratori n. 04-06.

Depositi marini terrazzati

Una buona porzione del **sito di intervento** (Tav. 1) ricade in una vasta area caratterizzata da una sostanziale uniformità del substrato geologico dove affiorano estesamente depositi carbonatico – terrigeni riferiti in letteratura al complesso dei *Depositi marini terrazzati*.

Tali terreni si sono depositi in discordanza sul substrato calcareo in occasione di eventi di ingressione marina avvenuti, per lo più in epoca quaternaria, in seguito alle notevoli oscillazioni subite in tale periodo dal livello marino per cause di natura prevalentemente glacio-eustatica.

In tali circostanze la zona in esame, strutturalmente e morfologicamente più depressa rispetto a quelle adiacenti, ha dunque acquisito le caratteristiche di un bacino di sedimentazione subsidente, nell'ambito del quale si sono deposte più unità stratigrafiche dalle diverse caratteristiche litologiche.

Questi terreni, sulla base al contesto geomorfologico e stratigrafico dell'area, sono databili al Pleistocene medio. Come evidenziato da alcuni sondaggi eseguiti nell'area per la realizzazione di pozzi emungenti, i *Depositi marini terrazzati* hanno una potenza variabile mediamente compresa tra 15 e 20 metri e sono rappresentati in affioramento da sabbie calcaree di colore giallastro, a granulometria medio-fine, di norma ricche in abbondante matrice limosa e argillosa, talora caratterizzate dalla presenza di noduli cementati di dimensioni centimetri che e/o di intercalazioni di orizzonti calcarenitici di spessore e geometria estremamente variabili. La parte bassa della successione è invece rappresentata esclusivamente dalle sabbie limose od anche ad argille limose di colore

giallognolo o grigiastro alla cui base si possono rinvenire lenti variamente potenti di calcareniti verdognole.

I *Depositi marini terrazzati* riposano su pochi metri di calcareniti biancastre grossolane, ascrivibili alla Formazione della Calcarenite di Gravina.

3.2.3 Caratteri idrogeologici

La distribuzione degli acquiferi e la circolazione idrica sotterranea sono chiaramente condizionati dal quadro litologico esistente, dalla disposizione spaziale dei litotipi presenti e dal modo in cui gli stessi vengono a contatto tra loro, nonché dalla loro permeabilità.

Per quanto concerne la formazione carbonatica mesozoica, essa ha un grado di permeabilità molto elevato ($K = 10^{-1} - 10^{-2}$ cm/s) a causa dell'intenso stato di fratturazione delle rocce che la costituiscono, conseguenza questa delle varie fasi tettoniche cui è stata sottoposta durante il succedersi delle ere geologiche.

Di grande rilevanza è inoltre il fenomeno carsico che si instaura in modo più o meno accentuato lungo delle direttrici preferenziali di sviluppo della canalizzazione carsica ipogea, ad andamento dia orizzontale che sub orizzontale.

La presenza invece di *pozzi carsici* e di *inghiottitoi* ad andamento sub verticale, è spesso individuata in superficie da doline più o meno grandi coperte da terra rossa che occlude i condotti stessi creando dei bacini di accumulo di acqua in concomitanza di particolari eventi meteorici.

Sia sulle litofacies cretacee, che in quelle eoceniche ed oligoceniche del territorio salentino, la direzione preferenziale di sviluppo della maggior parte delle cavità carsiche, corrisponde alla direttrice tettonica (N-NW); i giunti appartenenti a questa direttrice sono beanti e quindi rappresentano, assieme ai piani di stratificazione, le vie preferenziali seguite sia dalle acque di infiltrazione che dal drenaggio ipogeo.

Di fatto, lungo la verticale della serie mesozoica si rinviene una vascolarizzazione carsica a luoghi evoluta oppure appena abbozzata, spesso localizzata entro intervalli ad orizzonti rocciosi ben definiti.

Per quanto concerne le formazioni pleistoceniche, il comportamento idrogeologico risulta alquanto variabile. Il litotipo calcarenitico presenta un valore di permeabilità

compreso tra 8×10^{-3} e 7×10^{-4} cm/s. Pertanto le acque non scorrono in superficie, ma tendono ad infiltrarsi nel sottosuolo andando ad alimentare la falda idrica presente.

In riferimento al litotipo sabbioso argilloso, come quello che quasi totalmente affiora nel territorio considerato, esso per i bassi valori di permeabilità posseduti, non permette una facile infiltrazione delle acque nel sottosuolo, con conseguenti ristagni ed accumuli sia superficiali che sotterranei.

Idrografia

Dalla carta geomorfologica è possibile notare che nel territorio indagato non esiste un definito sistema di reticoli idrografici tributari di un bacino principale.

Infatti, sul territorio è possibile individuare numerosi piccoli impluvi molto spesso isolati, altre volte capaci di organizzarsi in brevi corsi d'acqua.

Questa particolarità dal punto di vista idrografico è indotta sia dalla geologia del territorio sia dalla geomorfologia.

Difatti si nota che gli impluvi principali si formano là dove sono presenti le sabbie argillose. In queste aree i corsi d'acqua acquistano una maggiore definizione, anche se poi tendono a perdersi non appena il corso d'acqua incontra formazioni geologiche permeabili oppure linee di scorrimento preferenziali.

Acque sotterranee

La circolazione idrica sotterranea dell'area indagata è caratterizzata dalla presenza di due distinti sistemi la cui interazione tende a variare da luogo a luogo.

Il primo, più profondo, è rappresentato dalla falda carsica circolante nel basamento carbonatico mesozoico, fortemente fratturato e carsificato; il secondo, è costituito da una serie di falde superficiali che si rinvengono a profondità ridotte dal piano campagna, ovunque la presenza di livelli impermeabili vada a costituire uno sbarramento a letto.

La falda profonda rappresenta tuttavia il fenomeno idrologico più importante della zona. Tale falda carsica tende a galleggiare sulle acque più dense d'intrusione marina, assumendo una tipica forma a lente biconvessa con spessori che vanno decrescendo dal centro verso i margini ionico e adriatico. I valori di salinità decrescono spostandosi dalla costa verso l'interno dove raggiunge valori prossimi a 1,0 g/ml. (Vedere Alleg. 1)

La superficie di separazione tra acque dolci ed acque salate, a differente densità, è data da una fascia di transizione il cui spessore, anch'esso variabile, cresce all'aumentare della distanza dalla costa ed è, inoltre, funzione dello spessore dell'acquifero di acque dolci. Lo spessore delle acque dolci, che risulta legato da un rapporto di proporzionalità diretta al carico idraulico, può essere stimato sulla base della legge di Ghyben-Herzberg esprimibile nella forma:

$$\mathbf{H} = [\rho_d / (\rho_m - \rho_d)] \cdot \mathbf{h} \rightarrow \mathbf{H} \approx 40\mathbf{h}$$

dove **H** è la profondità dell'interfaccia acqua dolce-acqua salata, ρ_d è la densità dell'acqua dolce ($\approx 1.0028 \text{ g/cm}^3$), ρ_m è la densità dell'acqua marina ($\approx 1.028 \text{ g/cm}^3$) ed **h** è la quota del livello statico.

Nella pratica, comunque si adoperano formule con coefficienti minori di 40, di solito compresi tra 30 e 35 (in genere $H \approx 33h$).

Notiamo, quindi, che i livelli piezometrici variano man mano che dalla costa, ci spostiamo verso l'interno, con valori che raggiungono circa 3,5 mt.s.l.m. (Vedere allegato 2)

La falda profonda trova direttamente recapito nel Mar Ionio e nel Mar Adriatico, verso cui defluisce con pendenze piezometriche piuttosto modeste (circa 0,15‰). A luoghi può risultare intercettata da livelli poco permeabili dello stesso Calcarea di Altamura, della Pietra Leccese, o da terra rossa ed argille che ne determinano il confinamento a tetto.

Da questo deriva che la falda può essere sia pelo libero che in pressione, inoltre trae alimentazione esclusivamente dalle precipitazioni meteoriche.

La circolazione idrica all'interno dei terreni che costituiscono il substrato dell'area presa in esame, è condizionata e determinata dalla litologia degli stessi. (Vedere allegato 3)

Nel sottosuolo sono presenti abbondanti acque sotterranee riferibili all'imponente "*falda profonda*" (contenuta nella successione calcarea-dolomitica del Cretaceo) ed una "*falda superficiale*" di limitata estensione e potenzialità contenuta nei terreni sabbiosi sostenuti dai sedimenti argillosi.

La ricostruzione delle isofreatiche della falda superficiale indica che la superficie della falda si mantiene pressoché parallela alla superficie del terreno.

La falda superficiale (falda superficiale della Piana brindisina) è contenuta nei Depositi marini terrazzati e come desumibile dalla recente cartografia allegata al PTA della Puglia di cui si riporta uno stralcio (Ved. Allegato 4), interessa tutta la Piana brindisina.

Le modalità di deflusso di questa falda dipendono esclusivamente dalla geometria del substrato impermeabile che la sostiene.

La falda superficiale viene alimentata direttamente dagli eventi pluviali, ha ciclo stagionale; in funzione della morfologia del terreno che la ospita e del tetto dello strato argilloso varia i suoi carichi idraulici pur mantenendo modeste le portate e ben definite le direttrici di flusso preferenziale.

In generale comunque la mobilità delle acque è bassa ed i tempi di rinnovamento delle stesse sono elevati. Le portate estraibili dai singoli pozzi sono generalmente modeste e comunque di norma inferiori a 0,5 l/s. I valori di salinità sono variabili ma comunque in generale bassi e dipendono esclusivamente dai tempi di contatto tra l'acqua ed il substrato argilloso.

Sulla base delle caratteristiche di permeabilità, i litotipi localmente affioranti si distinguono in:

- terreni permeabili per porosità interstiziale;
- rocce permeabili per porosità interstiziale e fessurazione;
- rocce permeabili per fessurazione e carsismo;

Terreni permeabili per porosità interstiziale

La permeabilità per porosità di interstizi, è propria di depositi granulari e si riscontra nei depositi di chiusura del ciclo bradanico (Sabbie e Depositi alluvionali). Tali formazioni presentano un grado di permeabilità medio, a luoghi basso per la presenza di una cospicua frazione limosa. Riguardo il ruolo idrostrutturale, queste unità sono al limite tra "acquifero e "acquitardo", in quanto poggiando sulle Argille, impermeabili sono sede di una falda idrica superficiale.

Rocce permeabili per porosità interstiziale e per fratturazione

Si tratta di rocce che oltre ad avere una porosità primaria di tipo interstiziale hanno una porosità secondaria dovuta a fratturazione. A seconda delle dimensioni dei granuli e del grado di cementazione, la Calcarenite di Gravina presenta un grado di permeabilità medio basso con valori della conducibilità idraulica compresi tra 10⁻³ e 10⁻⁵ cm/s; Poiché poggiano direttamente sui calcari mesozoici, costituiscono la zona di aerazione dell'acquifero carsico. Riguardo il ruolo idrostrutturale, queste unità sono definite "acquitardo". Lo sviluppo dell'opera progettuale non prevede il passaggio su affioramenti appartenenti alla seguente Formazione, ma la stessa si presenta nella

successione stratigrafica come termine di chiusura del ciclo trasgressivo dei depositi alluvionali superficiali.

Rocce permeabili per fessurazione e carsismo

La permeabilità per fessurazione e carsismo, o permeabilità in grande, è propria di rocce praticamente impermeabili alla scala del campione, data la loro elevata compattezza, ma nelle quali l'infiltrazione e il deflusso avviene attraverso i giunti di stratificazione e le fratture. Tali discontinuità possono allargarsi per fenomeni legati alla dissoluzione chimica (Carsismo). Questo tipo di permeabilità caratterizza i Calcari Dolomitici. Laddove il calcare è intensamente fratturato e carsificato, risulta molto permeabile ed è sede di una cospicua ed estesa falda idrica di base (o falda carsica). In tutta l'area di progetto è presente una falda freatica che scorre all'interno della Formazione mesozoica e si attesta a circa 2,5 – 3,0 m.s.l.m.

La falda idrica profonda, localizzata nei calcari cretacei, rappresenta la più cospicua risorsa idrica del territorio in esame, anche se il suo sfruttamento risulta molto limitato. La circolazione idrica nella unità calcarea si esplica attraverso le numerose discontinuità, fra loro comunicanti, quali i giunti di strato, le fratture e le cavità carsiche. La falda trae alimentazione dalle piogge che insistono sull'area di affioramento dell'unità calcarea mesozoica.

L'acquifero, condizionato dall'irregolare distribuzione del grado di fratturazione e carsismo delle rocce carbonatiche, presenta nell'insieme, caratteri di anisotropia che condizionano le quote di rinvenimento della falda profonda. È da precisare che, a causa delle variazioni litologiche e delle conseguenti variazioni di permeabilità, e data l'estensione degli affioramenti delle formazioni, la circolazione delle acque nel sottosuolo si distribuisce in più livelli in comunicazione idraulica più o meno lontana ed indiretta.

La falda in quasi tutta l'area interessata dagli interventi progettuali (nelle zone in cui affiorano i Depositi Marini Terrazzati), si rinviene a profondità modeste (3, 0 - 3,5 m dal p.c.), con direzione prevalente di deflusso verso NE.

Solo nelle aree meridionali in corrispondenza degli affioramenti mesozoici (Calcari di Altamura) e pliopleistocenici (Calcareniti di Gravina), si riscontra solo la presenza di una falda profonda che circola con carichi idraulici di circa 3-6 m.s.l.m.

3.3 NOTE SULLA SISMICITA' DELL'AREA

Il territorio pugliese, pur risultando un'area in cui il rischio sismico è relativamente basso, può risentire di effetti sismici tali da produrre dei danni. Questo è dovuto sia alla presenza di aree sismogenetiche poste ad una certa distanza dal territorio, capaci di generare terremoti di un certo livello; sia alla presenza di zone ad attività sismica potenzialmente pericolosa, poste all'interno del territorio pugliese.

La pericolosità sismica di un'area, è accertata dalla frequenza temporale con cui risente di eventi di un certo livello; questo ha evidenziato che le zone che risentono maggiormente degli effetti di un terremoto sono ubicate nella porzione settentrionale della Regione.

In particolare, sono da annoverarsi gli eventi che hanno colpito la provincia foggiana negli anni 1361, 1627, e 1731, in tutti i casi si sono avuti notevoli danni e numerose vittime, tali da attribuire a questi eventi un grado prossimo al X della scala M.C.S. (Mercalli – Cancani – Sielberg). L'evento più devastante è quello del 1627, che colpì il settore settentrionale della provincia foggiana, ci furono oltre 5000 vittime e notevoli ripercussioni sulla morfologia dell'area.

Un'analisi particolare merita la pericolosità sismica del Salento, è opinione comune che il Salento risenta degli effetti sismici prodotti dagli eventi generati in prossimità delle coste balcaniche o greche; questo è dovuto sia al fatto che la penisola salentina sia l'area più prossima al margine balcanico della placca adriatica (sede di numerosi terremoti), sia alla natura strutturale della placca adriatica che permette la trasmissione delle onde sismiche.

Tuttavia non si può escludere la presenza di altre sorgenti sismiche poste in posizione geografica diversa da quelle balcaniche.

L'evento che ha colpito il Salento in maniera più evidente è legato al 1743 dove si verificarono numerosi crolli soprattutto nella parte occidentale della penisola. I centri maggiormente colpiti risultarono Nardò, Francavilla F., Manduria e Brindisi; numerose furono anche le vittime.

Si ipotizza che l'evento si verificò nell'area greca, e precisamente a Sud del Canale d'Otranto, ma gli effetti del terremoto fanno invece pensare che l'evento sia avvenuto nell'area del Golfo di Taranto, ipotesi questa supportata da rilevazioni strumentali ormai

in atto da diversi anni nella zona, attività spesso rilevabile solo dagli strumenti ma che ha prodotto anche eventi di magnitudo prossima a 5.0.

Allo stato attuale delle conoscenze, la pericolosità sismica del Salento con tempi di ritorno non molto elevati sia da attribuire ai risentimenti degli eventi che colpiscono l'area greco-albanese.

Da quanto esposto precedentemente, si può affermare che l'area indagata risulta esente di aree epicentrali sedi di eventi sismici, e che può comunque risentire degli eventi sismici che si verificano in zone adiacenti alla nostra Regione.

Infatti in base alla "Mappa di pericolosità sismica del Territorio Nazionale", redatta dall'INGV e pubblicata insieme all'O.P.C.M. 3275/06 l'area indagata ricade in zona a bassa pericolosità sismica, espressa in termini di accelerazione massima del suolo (riferita a suoli rigidi di Cat. A così come definiti al p.to 3.2.1 del D.M. 14/09/2005) di $0,025 \div 0,050$ g, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. (Vedere Allegato 5).

4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

4.1 CATEGORIE SUOLO DI FONDAZIONE

Il nuovo NTC 2018 recita che ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. I, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio V_S . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità V_S per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo.

Categoria	Descrizione
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>Depositati 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>Depositati 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>

Tab. I: Categorie di sottosuolo

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con:

h_i spessore dell'i-esimo strato;

V_{s,i} velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro VS_{30} , ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti (Tab. I), è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

In tutta l'area interessata dagli interventi di progetto, sono presenti diverse successioni stratigrafiche (Vedere tav. 1), sulla base dei litotipi affioranti, possiamo affermare che solo le Torri distinte con la numerazione che va dal n. 1 al n. 5 saranno installate sul bedrock affiorante (roccia con $V_s > 800$ m/s), pertanto potranno rientrare nella Categoria A della classificazione del sottosuolo (Tab. I), per le altre Torri sarà necessario effettuare specifiche indagini in sito per la determinazione della V_{sequ} e della corrispondente Categoria di sottosuolo.

4.2 DETERMINAZIONE PERICOLOSITA' SISMICA

Di fatto con il nuovo NTC 2018, si confermano i criteri prestazionali di verifica dell'azione sismica nella progettazione di nuove opere ed in quelle esistenti, valutata mediante un'analisi della risposta sismica locale.

In assenza di queste analisi, la stima preliminare dell'azione sismica può essere effettuata sulla scorta delle categorie di sottosuolo e della definizione della pericolosità di base fondata su un reticolo di punti di riferimento costruito per l'intero territorio nazionale.

La vita nominale di un'opera strutturale V_N , è intesa come il numero di anni nel quale la struttura deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale delle diverse opere è quella riportata nella Tab. II e che deve essere nominata nei documenti di progetto.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali – Strutture in fase costruttiva	10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturale e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturale e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	100

Tabella II - Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

In presenza di Azioni Sismiche, le costruzioni sono suddivise in quattro classi d'uso, la cui definizione viene di seguito sinteticamente riportata:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, industrie con attività non pericolose per l'ambiente, ponti e reti viarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza, dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, ponti e reti viarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza, dighe il cui collasso provochi conseguenze rilevanti.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente, reti viarie di tipo A o B, importanti per il mantenimento delle vie di comunicazione, dighe annesse al funzionamento di acquedotti e ad impianti di produzione di energia elettrica.

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

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella Tab. III

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Tabella III – Valori del coefficiente d'uso C_U

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti:

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO);**
- **Stato Limite di Danno (SLD).**

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV);**
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC).**

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{Vr} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella Tab. IV:

Stati limite		P_{Vr} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Tabella IV – Probabilità di superamento P_{Vr} al variare dello stato limite considerato

Ai fini della definizione dell'Azione Sismica di progetto occorre valutare gli effetti che le condizioni stratigrafiche locali hanno sulla Risposta Sismica Locale.

Per la determinazione dell'azione sismica occorre considerare anche il contributo derivante dalla morfologia superficiale. Per condizioni topografiche complesse occorre predisporre specifiche analisi di Risposta Sismica Locale; nel caso in cui la topografia non presenti particolare complessità, è possibile adottare la seguente classificazione:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella V – Caratteristiche della superficie topografica

4.3 ANALISI SISMICA DEL SITO DI PROGETTO E DEL TERRENO DI FONDAZIONE

In riferimento al **sito di progetto**, la struttura da realizzare rientra in classe II – *Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, industrie con attività non pericolose per l'ambiente, ponti e reti viarie la cui interruzione non provochi conseguenze rilevanti.* con una vita nominale $V_N \geq 50$ anni.

Nella Tabella sottostante, sono indicate le coordinate geografiche WGS 84 UTM 33N rilevate mediante rilievo GPS, riferite all'ubicazione delle singole pale eoliche secondo la numerazione riportata nelle tavole progettuali.

Progressivo	Longitudine	Latitudine
MSG 1	740196	4483484
MSG 2	741695	4483547
MSG 3	742591	4483840
MSG 4	744021	4483576
MSG 5	739462	4484560
MSG 6	740844	4484745
MSG 7	741973	4485035
MSG 8	742714	4485298
MSG 9	743982	4485257
MSG 10	740522	4486294
MSG 11	741327	4486541
MSG 12	742194	4486438
MSG 13	743023	4486724
MSG 14	740042	4487235
MSG 15	740028	4488390

Trattandosi di area pianeggiante, l'area in esame ricade in categoria T1, a cui non è attribuibile alcun fenomeno di amplificazione sismica legato alle condizioni topografiche.

Dal punto di vista progettuale, lo spettro di risposta elastico in accelerazione riveste particolare importanza nella definizione delle Azioni Sismiche da adottare. Esso viene riferito ad uno smorzamento η convenzionale pari al 5% e la sua forma spettrale dipende dai fattori quali (pericolosità di base ag, stratigrafia, topografia, probabilità di superamento nel periodo di riferimento riferiti agli stati limite di progetto).

Sulla base dell'**ubicazione dell'area** si determina l'azione sismica mediante gli spettri di risposta elastici per le componenti orizzontali e verticali:

Coefficiente di smorzamento viscoso ζ : 5%

Fattore che altera lo spettro elastico η : 1,000

In fase esecutiva, sarà condotta una campagna di indagini sismiche, volta alla definizione della categoria del suolo di fondazione, **inoltre saranno definiti i parametri sismici ai sensi delle Nuove NTC 2018 (DM Infrastrutture 17 Gennaio 2018) e della Circolare Ministeriale n. 7/C.S.LL.PP. del 21 Gennaio 2019.**

5. CARATTERI TECNICI DEI LITOTIPI AFFIORANTI

In assenza di dati provenienti da indagini geognostiche in situ o dall'analisi di campioni in laboratorio, i principali parametri geotecnici possono essere preliminarmente definiti sulla base della natura dei terreni affioranti e dei risultati di indagini condotte in contesti geologici similari.

Depositi marini terrazzati

Si tratta di una successione di sabbie calcaree di colore giallastro, a granulometria medio-fine, di norma ricche in abbondante matrice limosa e argillosa, talora caratterizzate dalla presenza di noduli cementati di dimensioni centimetri che e/o di intercalazioni di orizzonti calcarenitici di spessore e geometria estremamente variabili. La parte bassa della successione è invece rappresentata esclusivamente dalle sabbie limose od anche ad argille limose di colore giallognolo o grigiastro alla cui base si possono rinvenire lenti variamente potenti di calcareniti verdognole.

Le caratteristiche di tali depositi sono estremamente variabili e necessitano di opportune indagini in situ; i valori di seguito indicati sono indicativi e compresi entro ampi intervalli.

Il peso dell'unità di volume del terreno secco è compreso fra 12.9 e 1.4 KN/m³, il contenuto naturale di acqua fra il 15% e il 31%, la porosità fra il 34% e il 55%. Il limite liquido varia fra il 25% e il 56%, l'indice plastico fra il 6% e il 32%. Questi terreni risultano mediamente compressibili con valori di carico compresi fra 100 e 1000 KPa. (Tab VI)

Parametrici fisico-meccanici	Depositi marini terrazzati
Peso specifico reale	18,8 ÷ 21,3 kN/m ³
Peso di volume	12,9 ÷ 1,4 kN/m ³
Contenuto naturale d'acqua	15 – 31 %
Angolo di attrito interno	16° - 23°

Tab. VI – Parametri fisico-meccanici medi dei depositi terrazzati

Calcarenite di Gravina

Le calcareniti sono classificabili sotto il profilo geotecnico come rocce lapidee tenere. Il peso dell'unità di volume totale è pari a 13,1 ÷ 15,3 KN/m³, il peso specifico reale pari a 2.63 ÷ 2.77, la porosità varia dal 44% al 50%. Detti valori risultano leggermente inferiori ai valori che la stessa formazione assume nella zona di Gravina in Puglia, da cui essa prende il nome. Prove di compressione monoassiale forniscono valori di resistenza a rottura compresi fra 1.0 e 5.8 MPa (in condizioni anidre) e fra 0.7 e 3.4 MPa (in condizioni di saturazione). Tab VII

Parametrici fisico-meccanici	Calcareniti pleistoceniche
Peso specifico reale	26,8 kN/m ³
Peso di volume	13,1 ÷ 15,3 kN/m ³
Angolo di attrito interno	20° – 35°
Grado di compatezza	0.54
Coesione	0,13 kg/cm ²

Tab. VII – Parametri fisico-meccanici medi delle Calcareniti pleist.

Calcarea di Altamura

Sotto il profilo geomeccanico si tratta di calcari estremamente compatti e resistenti, caratterizzati da elevati valori del peso delle unità di volume totale, prossime al peso specifico reale ($\gamma = 26 \text{ kN/m}^3$, $G = 2,70$), bassissimi valori di porosità ($n = 3,7\%$) ed elevata resistenza alla compressione monoassiale. (Tab. VIII)

Parametrici fisico-meccanici	Calcari mesozoici
Peso specifico reale	26 kN/m ³
Peso di volume	22,5 kN/m ³
Angolo di attrito interno	40°
Compattezza	0.9675
Coesione	1 kg/cm ²
Porosità η %	3,7

Tab. VIII – Parametri fisico-meccanici medi dei Calcari.

I valori sopra descritti, sono utili a definire nel complesso le caratteristiche dei litotipi affioranti e/o presenti nel sottosuolo. Si rimanda alla fase esecutiva le indagini geognostiche necessarie ed indispensabili per caratterizzare puntualmente le aree di sedime di ogni singola pala eolica e delle altre opere accessorie.

6. CONCLUSIONI

L'area indagata occupa un'ampia porzione dei territori comunali di Mesagne, San Pancrazio sal., San Donaci e Brindisi.

Il territorio si presenta sub-pianeggiante con un'altezza variabile e compresa tra valori minimi di circa 50 metri s.l.m. fino ad un massimo di circa 80 metri s.l.m.. L'area oggetto dell'indagine è compresa nel F. 203 I.G.M. in scala 1:25.000 tavolette I SO "Mesagne" – I SE "Tuturano" II NO "Torre S. Susanna" e II NE "San Donaci" della Carta d'Italia.

Dal punto di vista litologico, sulla superficie interessata dall'intervento progettuale sono presenti in affioramento le seguenti successioni stratigrafiche:

- nell'area settentrionale e centrale, quella destinata ad ospitare gli aereogeneratori contraddistinti dalle sigle MSG 7-8-9-10-11-12-13-14-15, sono presenti sabbie calcaree di colore giallastro, a granulometria medio-fine, di norma ricche in abbondante matrice limosa e argillosa, talora caratterizzate dalla presenza di noduli cementati di dimensioni centimetriche e/o di intercalazioni di orizzonti calcarenitici di spessore e geometria estremamente

variabili. La parte bassa della successione è invece rappresentata esclusivamente dalle sabbie limose od anche ad argille limose di colore giallognolo o grigiastro alla cui base si possono rinvenire lenti variamente potenti di calcareniti verdognole;

- Gli aereogeneratori distinti dalle sigle MSG 4 e 6, sono ubicati in una zona interessata dall'affioramento di un sottile lembo di biocalcareni e biocalciruditi poco diagenizzate, di aspetto tufaceo a grana media o grossolana, di colore avana-giallastro a luoghi biancastro;
- Infine nella parte meridionale affiorano i sedimenti più antichi rappresentati da una successione di calcari micritici di colore biancastro alternati a dolomie calcaree di colore nocciola chiaro; in quest'area sono ubicati gli aereogeneratori contraddistinti dalle sigle MSG 1-2-3-5.

L'area in esame presenta un andamento morfologico sub pianeggiante non interessato da fronti di instabilità, forme carsiche e tettoniche di notevoli dimensioni, linee di ruscellamento meteorico o zone soggette a cedimento.

La falda, nelle zone in cui affiorano i Depositi Marini Terrazzati, si rinvia a profondità modeste (3, 0 -3,5 m dal p.c.), con direzione prevalente di deflusso verso NE. Solo nelle aree meridionali in corrispondenza degli affioramenti mesozoici (Calcari di Altamura) e pliopleistocenici (Calcareniti di Gravina), si riscontra solo la presenza di una falda profonda che circola con carichi idraulici di circa 3-6 m.s.l.m.

L'area è soggetta ad un'attività sismica bassa espressa in termini di accelerazione massima del suolo (riferita a suoli rigidi di Cat. A così come definiti al p.to 3.2.1 del D.M. 14/09/2005) di $0,050 \div 0,075$ g, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

La zona sismica di riferimento e la **Zona 4**.

In tutta l'area interessata dagli interventi di progetto, sono presenti diverse successioni stratigrafiche (Vedere Carta geologica), sulla base dei litotipi affioranti, possiamo affermare che solo le Torri distinte con la numerazione che va dal n. 1 al n. 5 saranno installate sul bedrock affiorante (roccia con $V_s > 800$ m/s), pertanto potranno rientrare nella Categoria A della classificazione del sottosuolo, per le altre Torri sarà necessario effettuare specifiche indagini in sito per la determinazione della $V_{s_{equ}}$ e della corrispondente Categoria di sottosuolo.

Secondo il Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I), adottato in data 15.12.2004 e successivamente approvato dalla Regione Puglia, redatto e finalizzato al

miglioramento delle condizioni di regime idraulico ed alla riduzione degli attuali livelli di pericolosità, l'intera superficie territoriale interessata dall'intervento progettuale, **non ricade** all'interno di zone a rischio idrogeologico e geomorfologico.

Dall'analisi della Carta IGM in scala 1:25.000, che costituisce il riferimento cartografico ufficiale del PAI, si denota anche la presenza di reticoli idrografici minori che a volte rappresentano delle impercettibili incisioni morfologiche definite nella stessa Carta come "*corsi d'acqua episodici*". La loro presenza è segnalata anche nell'ambito della nuova Carta Idrogeomorfologica del territorio pugliese, redatta dall'AdB Puglia.

In conclusione, dai dati rilevati, le opere di progetto sono compatibili con le condizioni geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area.

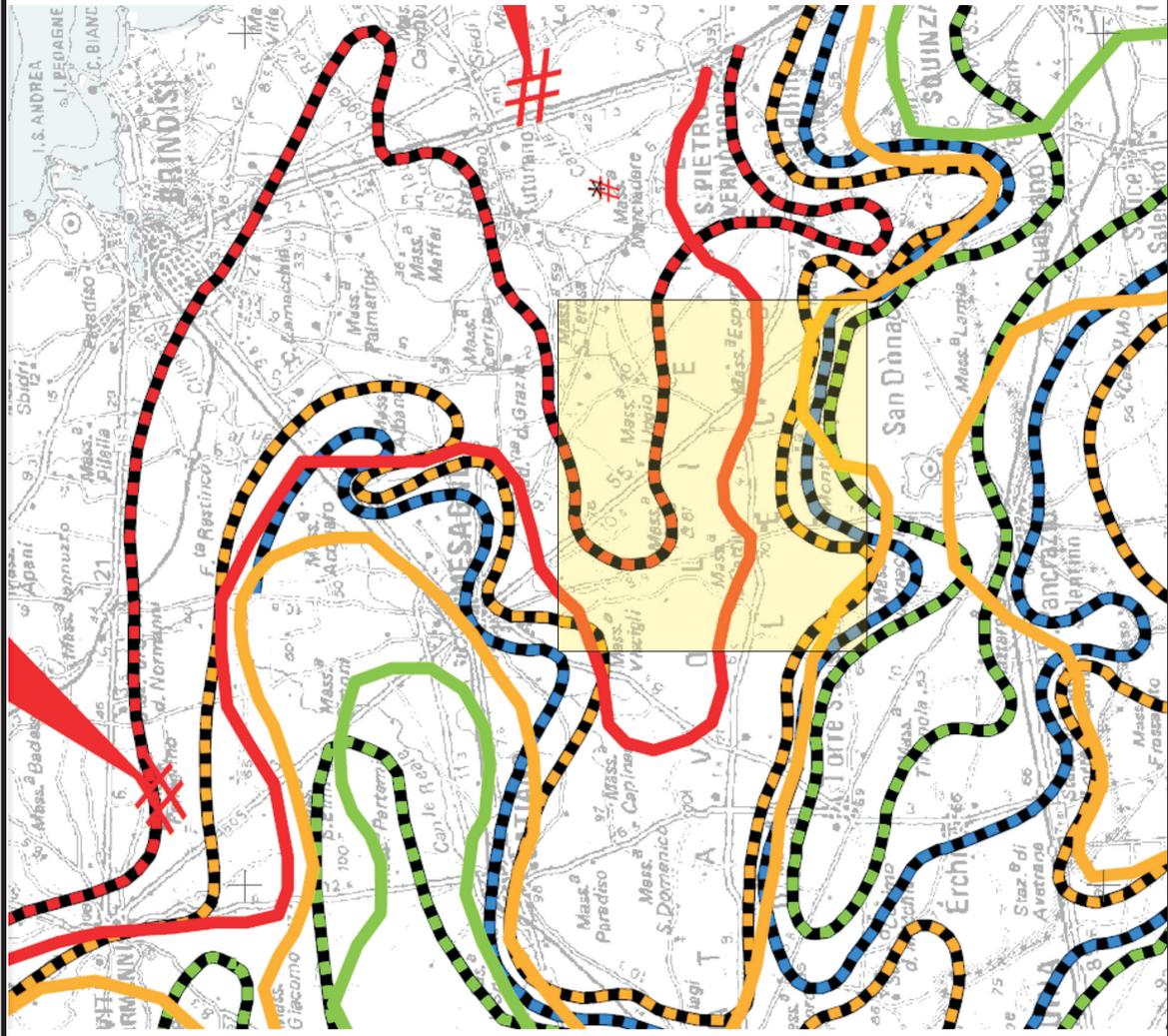
Il tecnico

dott. geol. Valter D'AUTILIA



The image shows a handwritten signature in black ink, which appears to be 'Valter D'Autilia'. To the right of the signature is a circular professional stamp. The stamp contains the following text: 'ORDINE DEI GEOLOGI' around the top edge, 'geologo VALTER D'AUTILIA' in the center, and 'N° 563' and 'PUGLIA' at the bottom.

ALLEGATI



Legenda

Principali direttrici di intrusione marina

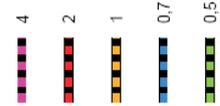
Distribuzione media del contenuto salino delle acque di falda (g/l)

Dati 1999-2002



Distribuzione media del contenuto salino delle acque di falda (g/l)

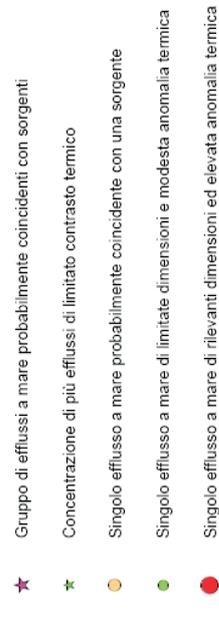
1989 Studi variante PRGA



EMERGENZE CENSITE DA S.I.M. DI BARI



EMERGENZE CENSITE DA INFRAROSSO TERMICO



Limiti amministrativi regionali



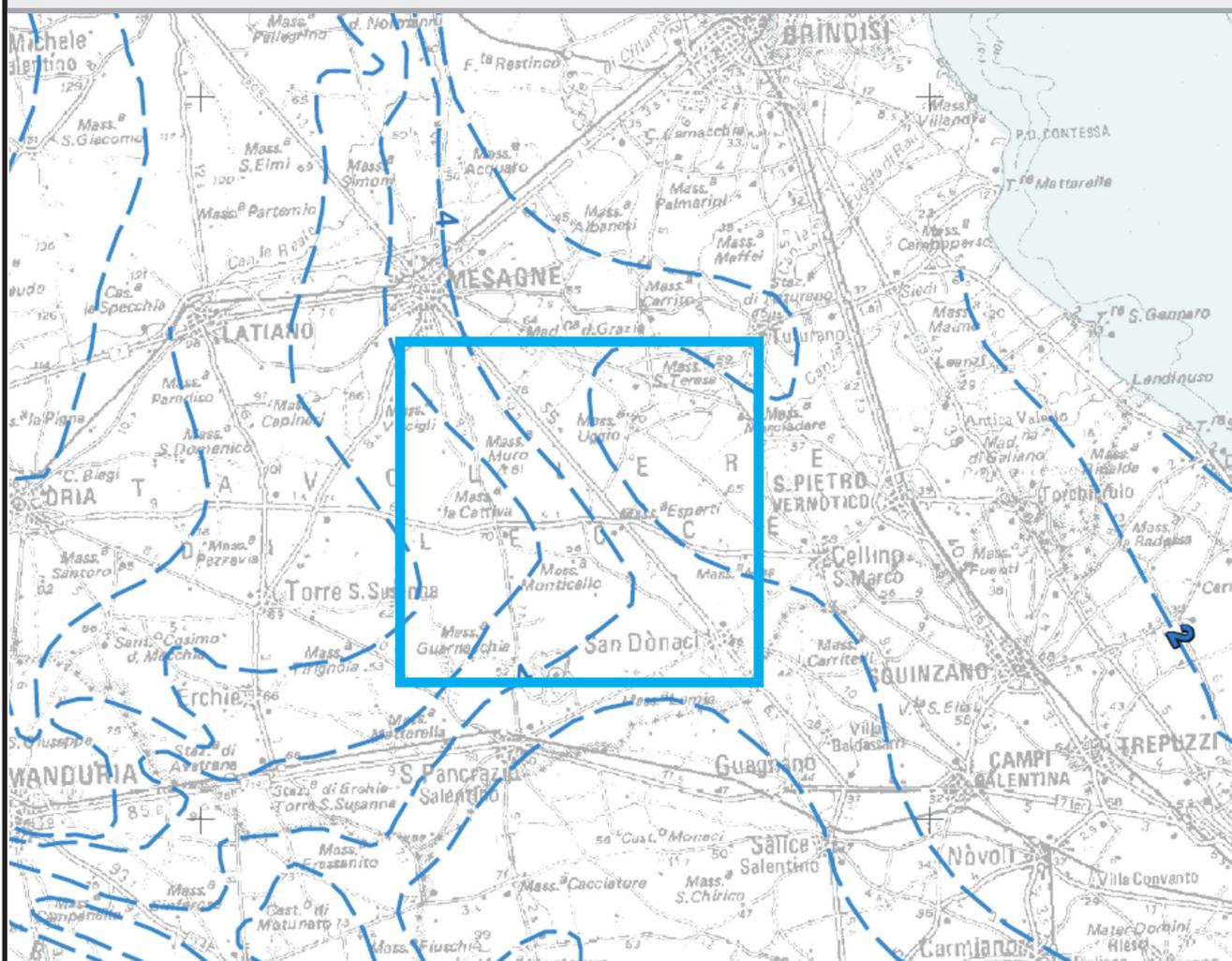
Stralcio Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia - Tav 9.1.1

Distribuzione del contenuto salino delle acque circolanti negli acquiferi carsici della Murgia e del Salento

Ubicazione dell'area di progetto



Stralcio Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia - Tav 6.2
 Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici delle Murge e del Salento



Legenda

— isopiezica (m s.l.m.)

EMERGENZE CENSITE DA S.I.M. DI BARI

▲ Portata < 10 l/s

▲ Portata > 10 l/s

EMERGENZE CENSITE DA INFRAROSSO TERMICO

★ Gruppo di efflussi a mare probabilmente coincidenti con sorgenti

★ Concentrazione di più efflussi di limitato contrasto termico

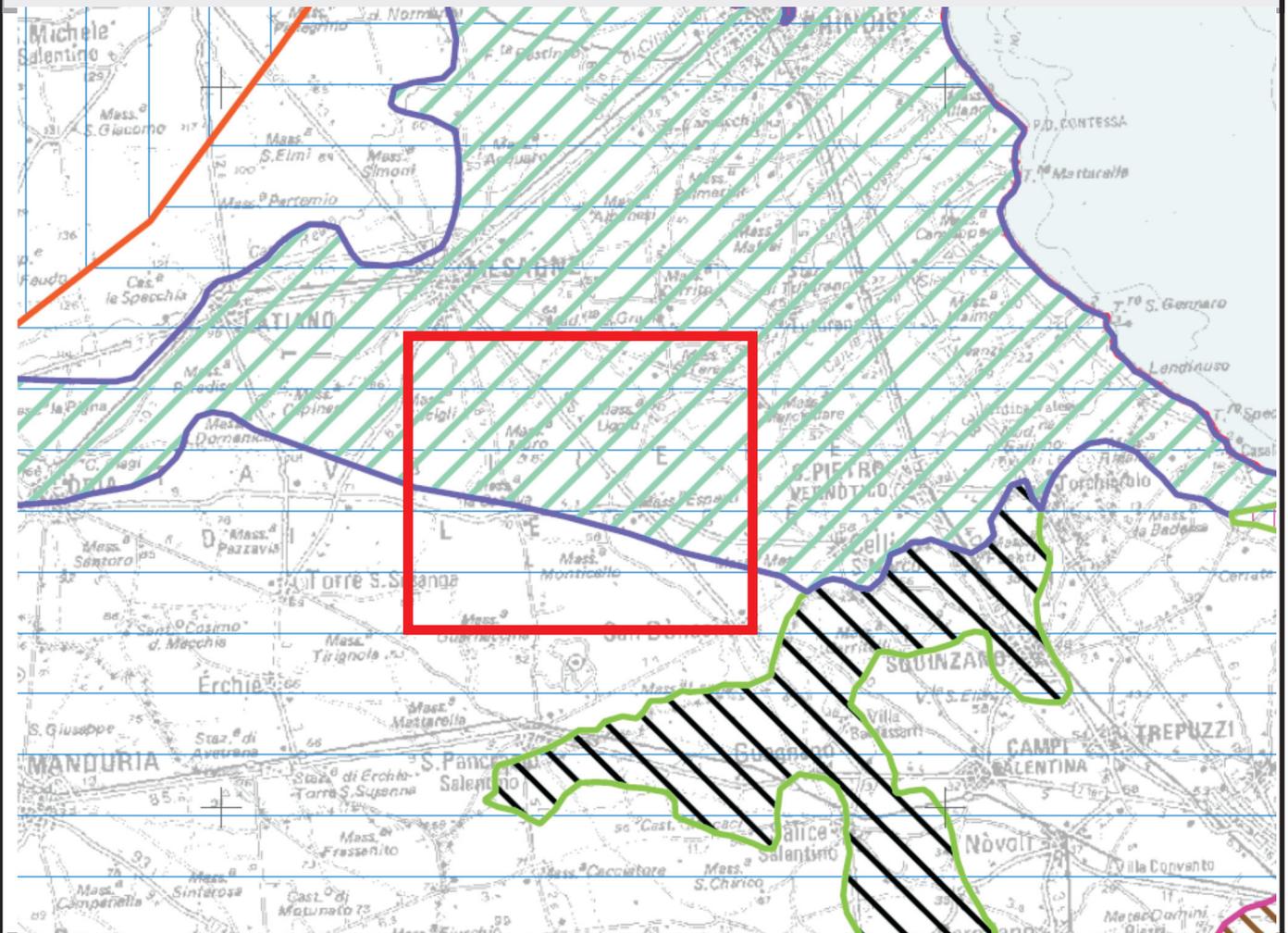
● Singolo efflusso a mare probabilmente coincidente con una sorgente

● Singolo efflusso a mare di limitate dimensioni e modesta anomalia termica

● Singolo efflusso a mare di rilevanti dimensioni ed elevata anomalia termica

▭ Limiti amministrativi regionali

Stralcio Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia - Tav 6.1.A
Campi di esistenza dei corpi idrici sotterranei



Legenda

Acquifero Poroso



Acquifero dell'area leccese centro adriatica.



Acquifero dell'area brindisina



Acquifero dell'area leccese settentrionale.

Acquifero Carsico



Acquifero sup. miocenico del Salento centro-orient.

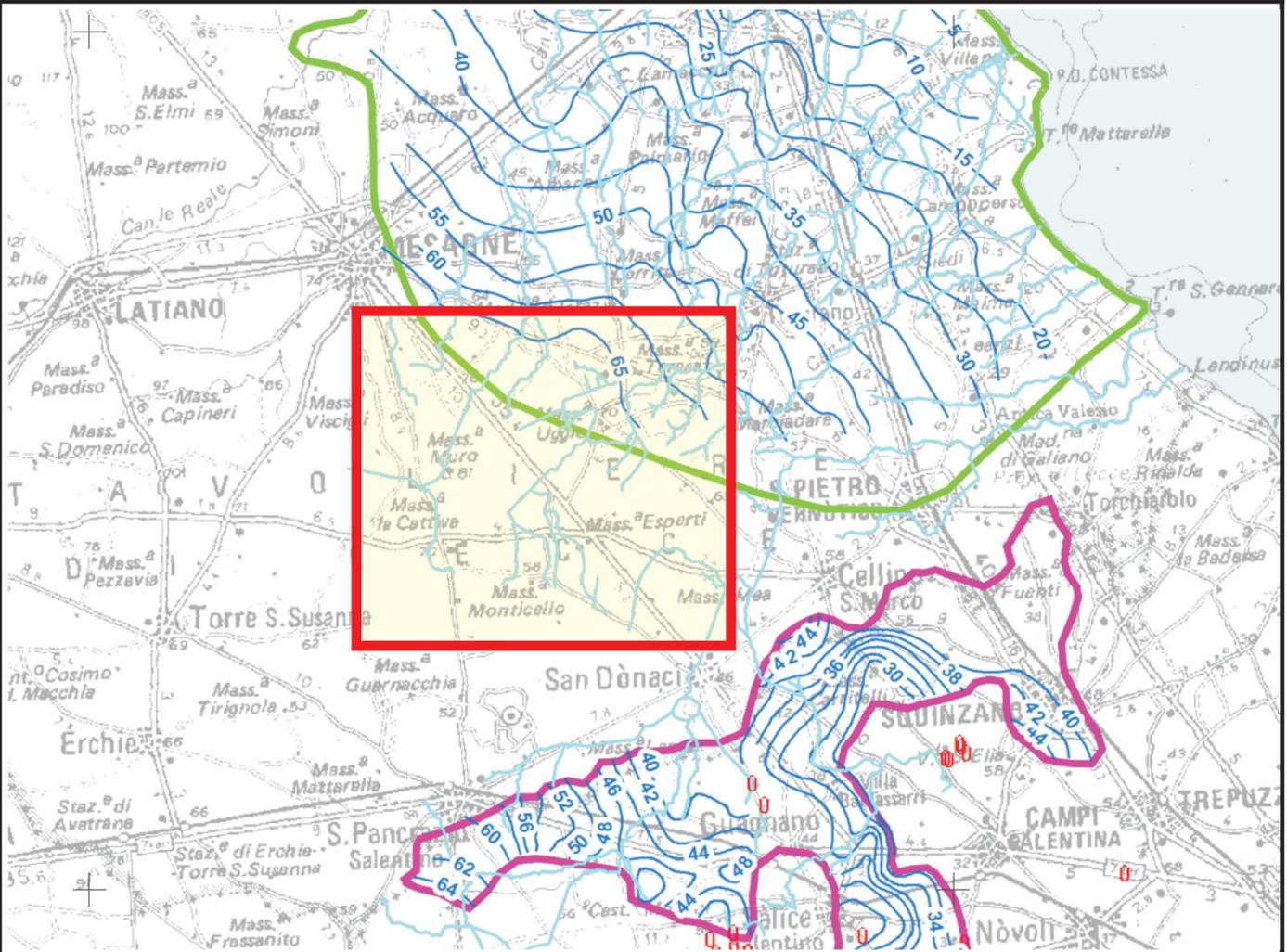


Acquifero sup. miocenico del Salento centro-orient.



Acquifero del Salento.

Stralcio Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia - Tav 6.3.2
 Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi porosi del brindisino, tarantino e salento-



Legenda

-  Distribuzione media dei carichi piezometrici (m s.l.m.)
-  ACQUIFERO SUPERFICIALE DELL'ARCO JONICO TARANTINO ORIENTALE
-  ACQUIFERO DELL'AREA BRINDISINA
-  ACQUIFERO DELL' AREA LECCESE SETTENTRIONALE
-  ACQUIFERO DELL'AREA LECCESE COSTIERA ADRIATICA
-  ACQUIFERO DELL'AREA LECCESE CENTRO SALENTO
-  ACQUIFERO DELL'AREA LECCESE SUD-OCCIDENTALE
-  Vore, inghiottitoi e cavità verticali
-  Elementi idrografici



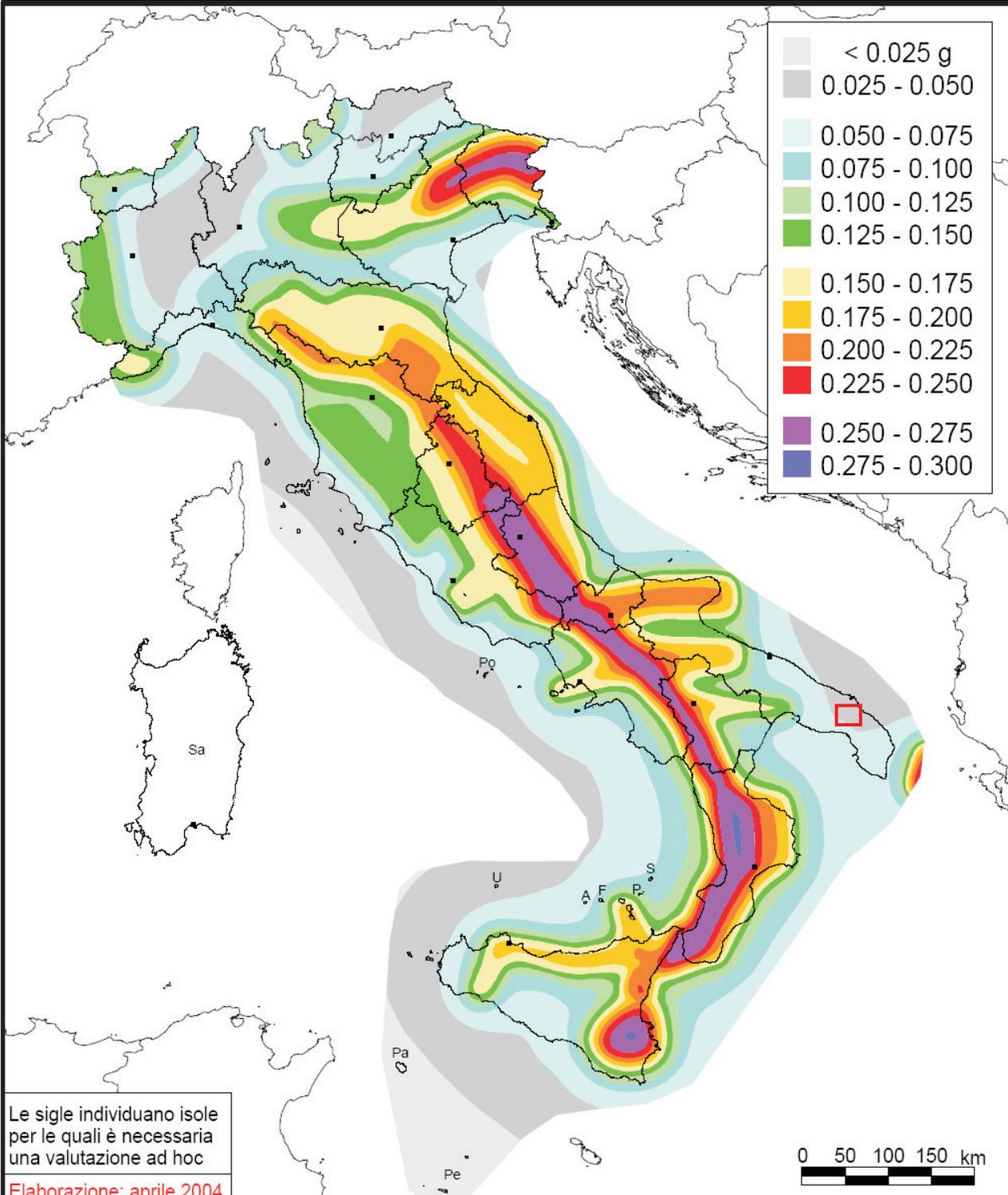
ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

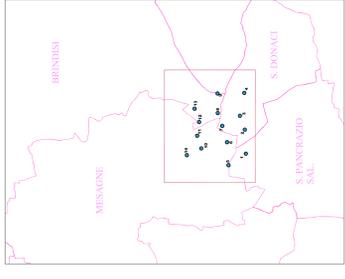
(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressa in termini di accelerazione massima del suolo
con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

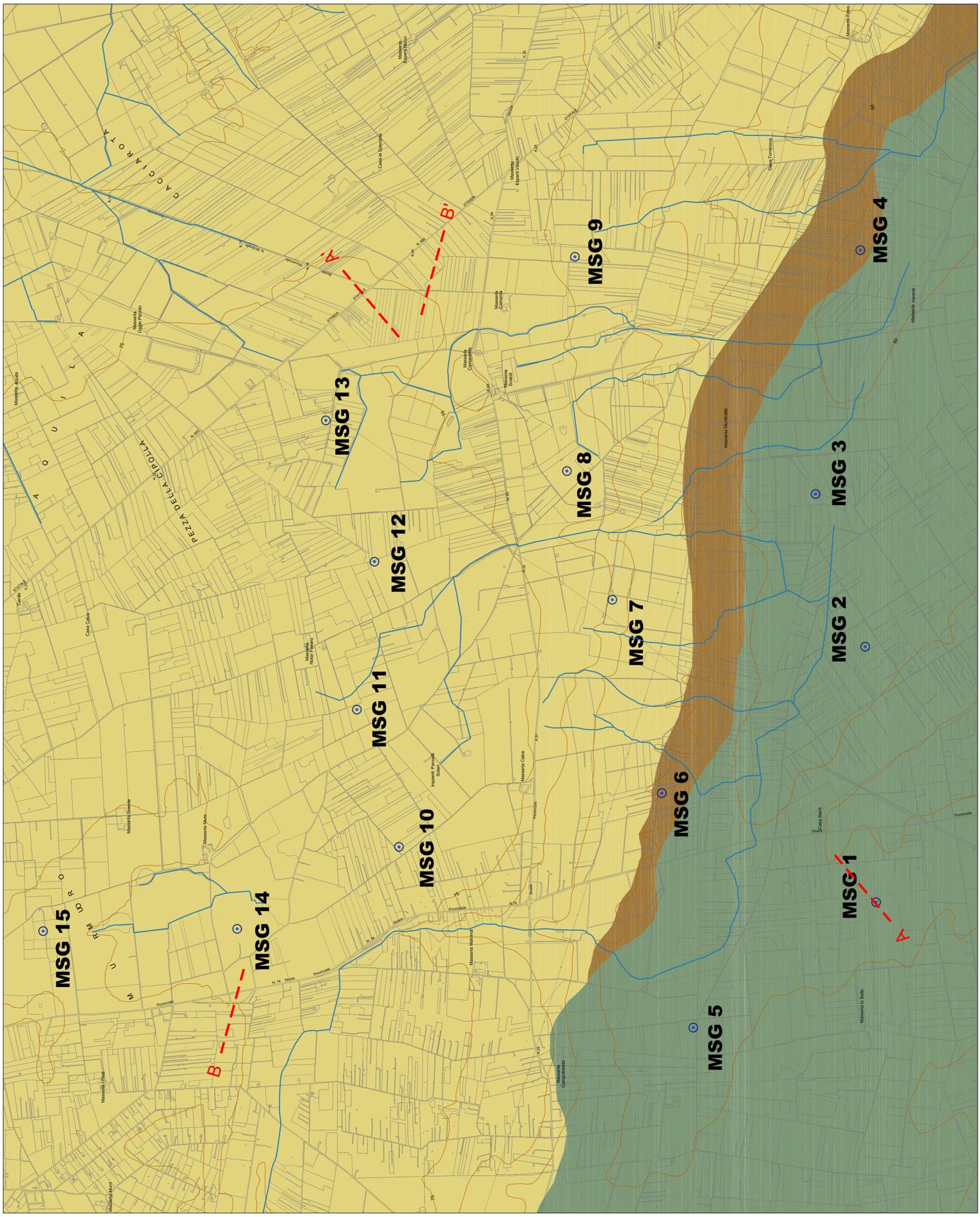
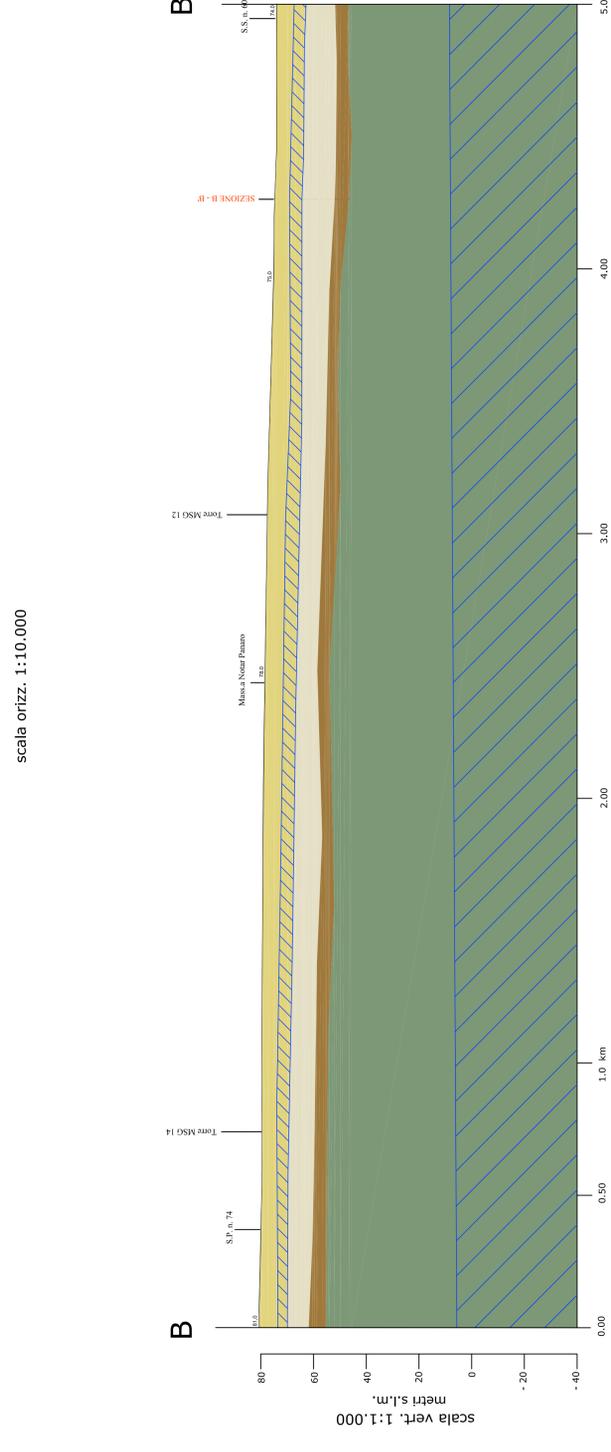
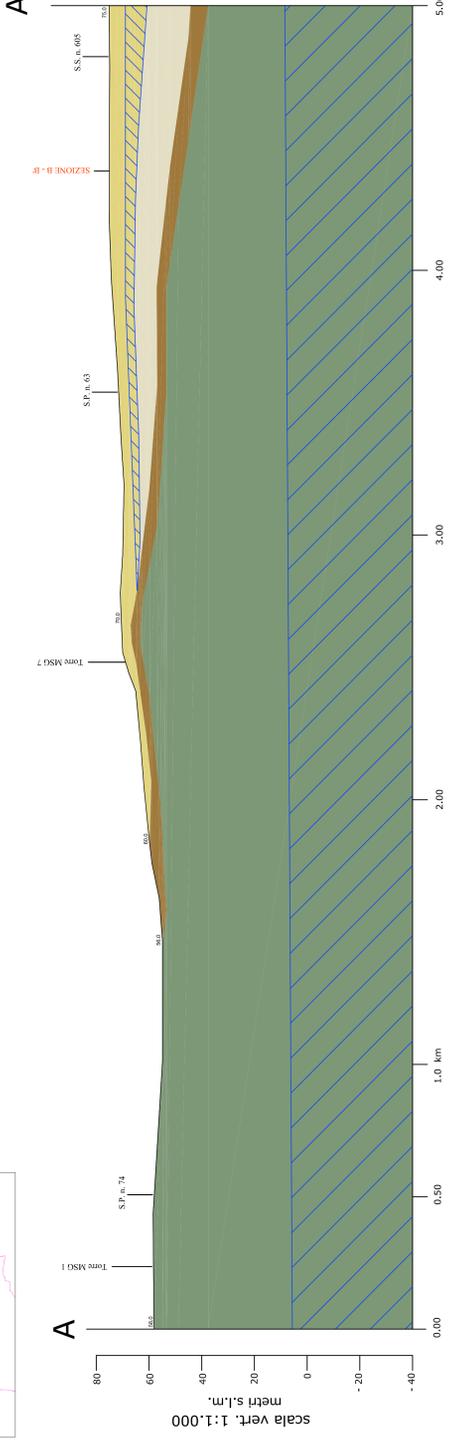
riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)



Ubicazione area d'intervento



SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE



REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 90 MW NEI COMUNI DI MESAGNE, SAN PANCRAZIO SAL., SAN DONACI E BRINDISI

Proponente:
WPD Muro srl

TAVOLA IN ALLEGATO ALLA RELAZIONE GEOLOGICA

A

Carta geologica e sezione stratigrafiche

Scale: 1: 10.000 - 1: 1.000

IL TECNICO - GEOL. WALTER PAUTILLA

STUDIO TECNICO - Via Palermo n° 53 - MELENDUGNO (LE)
 cell. 329294705 - valterpautila@stpa-scienzeconsul.it

LEGENDA

- Depositi Marini Terzariati
Sabbie, calcaree di colore giallastro, a granulometria medio-fine, di natura locale, in abbondante matrice limosa e argillosa, talora con zone sabbie pressoché pure, di origine marina. Sono presenti anche zone di calcareo compatto e zone di calcareo compatto con matrice argillosa. Sono presenti anche zone di calcareo compatto con matrice argillosa.
- Argille Subappenniniche
Silt argillite e argille sabbie grigie e stratificazione poco evidente, con intercalazioni di argille sabbie e creste bluie, di solito, di natura marina.
- Calcarenite di Grotte
Calcarenite di Grotte, calcarenite sabbie grigie e calcarenite compatte, con matrice limosa e argillosa. Sono presenti anche zone di calcareo compatto con matrice argillosa.
- Calcarei di Mesagne
Calcarei mesagnei a grana fine e media, di colore biancastro, ben litificati e stratificati, a luoghi con struttura laminare, con matrice argillosa e calcarenite sabbie grigie e calcarenite compatte con matrice argillosa.

Aerogenerazioni di progetto

Tracce delle sezioni stratigrafiche

Corsi d'acqua o canali

Faglia superficiale

Faglia di fondo o pre-fonda