

19_18_EO_ENE_VA_AM_RE_26_00	GIUGNO 2020	RELAZIONE ANALISI VERSANTI	Geol. Leonardo Gioia	Arch. Paola Pastore	Ing. Leonardo Filotico
N. ELABORATO	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO

OGGETTO:
 Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Contrada Sparpagliata, Donne Masi e Tostini" della potenza complessiva di 154 MW da realizzare nei comuni di Erchie (BR), Torre Santa Susanna (BR), Manduria (TA) e Avetrana (TA)

TITOLO:
 Relazione Analisi Versanti

COMMITTENTE:
YELLOW ENERGY s.r.l.
Z.I. Lotto n. 31
74020 San Marzano di S.G (TA)

PROJETTO engineering s.r.l.
 società d'ingegneria
 direttore tecnico
Ph.D. Ing. LEONARDO FILOTICO

Sede Legale: Via dei Mille, 5 74024 Manduria
 Sede Operativa: Z.I. Lotto 31 74020 San Marzano di S.G. (TA)
 tel. 099 9574694 Fax 099 2222834 cell. 349.1735914
 studio@projetto.eu
 web site: www.projetto.eu



SER EN ISO 9001:2015 SR EN ISO 14001:2015 SR EN ISO/IEC 45001:2018
 Certificate No. Q28 Certificate No. ERI Certificate No. T21

P.IVA: 02658050733



NOME
 19_18_EO_ENE_AM_RE_26_00

SOSTITUISCE:

SOSTITUITO DA:

CARTA: A4

SCALA: **ELAB.** **26**

Sommario

1. Premessa	2
2. Ubicazione del sito di studio	3
3. Caratteristiche geomorfologiche di dettaglio	6
4. Geologia e stratigrafia	9
5. Sismicità di base	13
6. Generalità sull'analisi dei versanti.....	18
7. Criticità potenziali	19
8. Conclusioni.....	21

1. Premessa

Lo scrivente Geol. Leonardo Gioia, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n. 749, su incarico conferitogli dalla Progetto Engineering s.r.l., ha effettuato il presente studio geologico per l'analisi dei versanti a corredo del progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Contrada Sparpagliata, Donne Masi e Tostini" della potenza complessiva di 154 MW da realizzare nei Comuni di Erchie (BR), Torre Santa Susanna (BR), Manduria (TA) e Avetrana (TA)

Lo studio geologico si è svolto in ottemperanza al D.M del 11/03/1988, all'OPCM n° 3274 del 20/03/2003 e alle disposizioni dettate dalle Norme Tecniche sulle Costruzioni D.M. del 17/01/2018 al fine di ricostruire un modello geologico atto a fornire i caratteri stratigrafici, litologici, idrogeologici, geomorfologici e di pericolosità geologica del sito. La prima fase ha previsto un rilevamento geologico di dettaglio, avvalendosi della cartografia dell'area, ed è stato fatto riferimento alle informazioni bibliografiche disponibili e a precedenti lavori svolti nelle stesse aree. Successivamente si è giunti ad una ricostruzione del modello geologico e stratigrafico del sito come previsto dalle normative vigenti.

A tale scopo sono state effettuate una serie di indagini geognostiche specifiche, in particolare:

-n.6 Indagini sismiche tipo Masw per la valutazione delle $V_{S_{eq}}$ 30;

-n.17 Indagini penetrometriche dinamiche continue DPM per valutare le caratteristiche litostratigrafiche dell'area di progetto.

2. Ubicazione del sito di studio

Il sito di studio è ubicato da est, sud-est a sud-ovest rispetto all'abitato del Comune di Erchie, topograficamente l'area, essendo di notevole estensione, si trova a cavallo tra le province di Brindisi e Taranto ma ricade interamente nel foglio 203 della Carta d'Italia dell'I.G.M. Altimetricamente la zona risulta pianeggiante e si trova a quote variabili tra circa 55-75 metri slm.

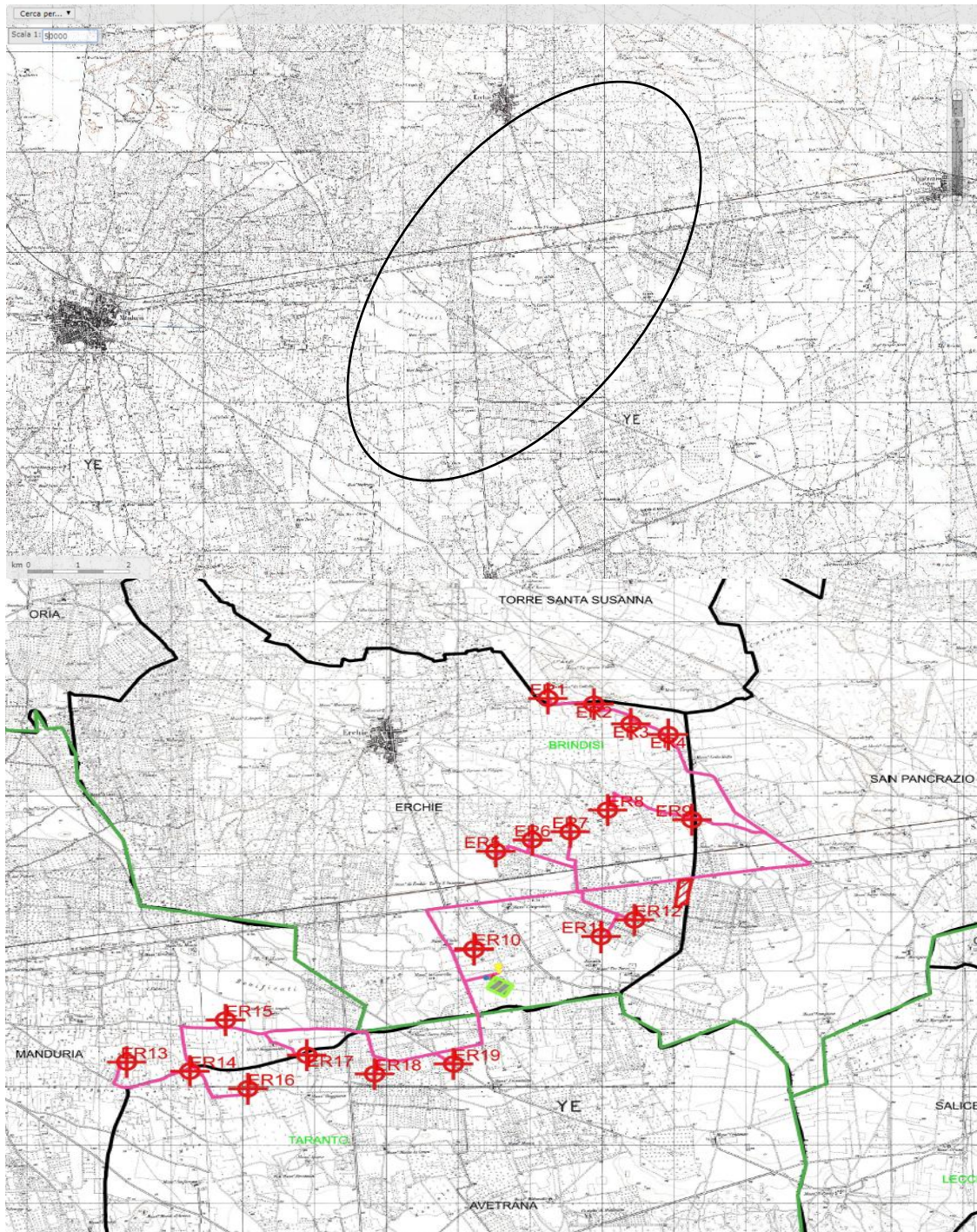


Fig.1: Ubicazione su cartografia IGM in scala 1:25.000 generale e di dettaglio

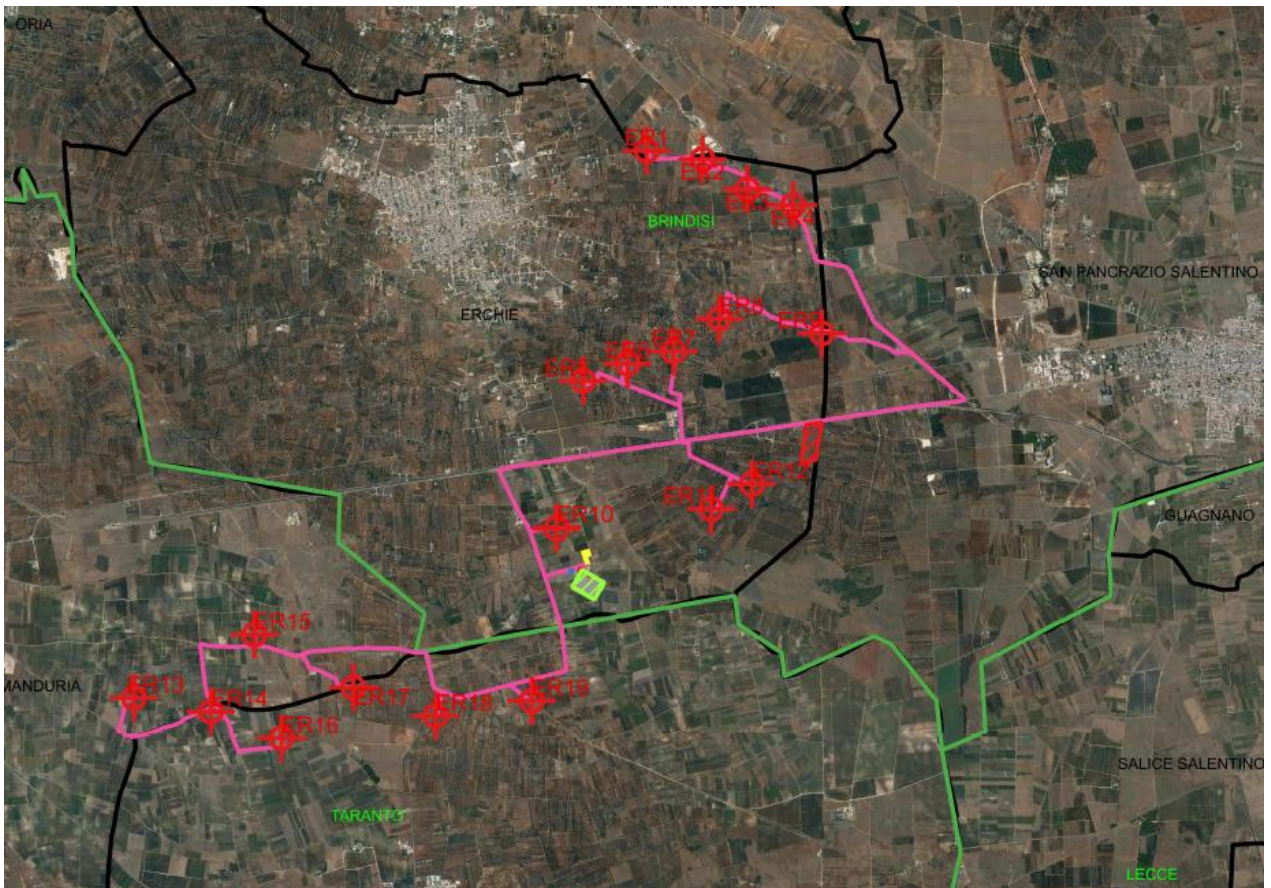
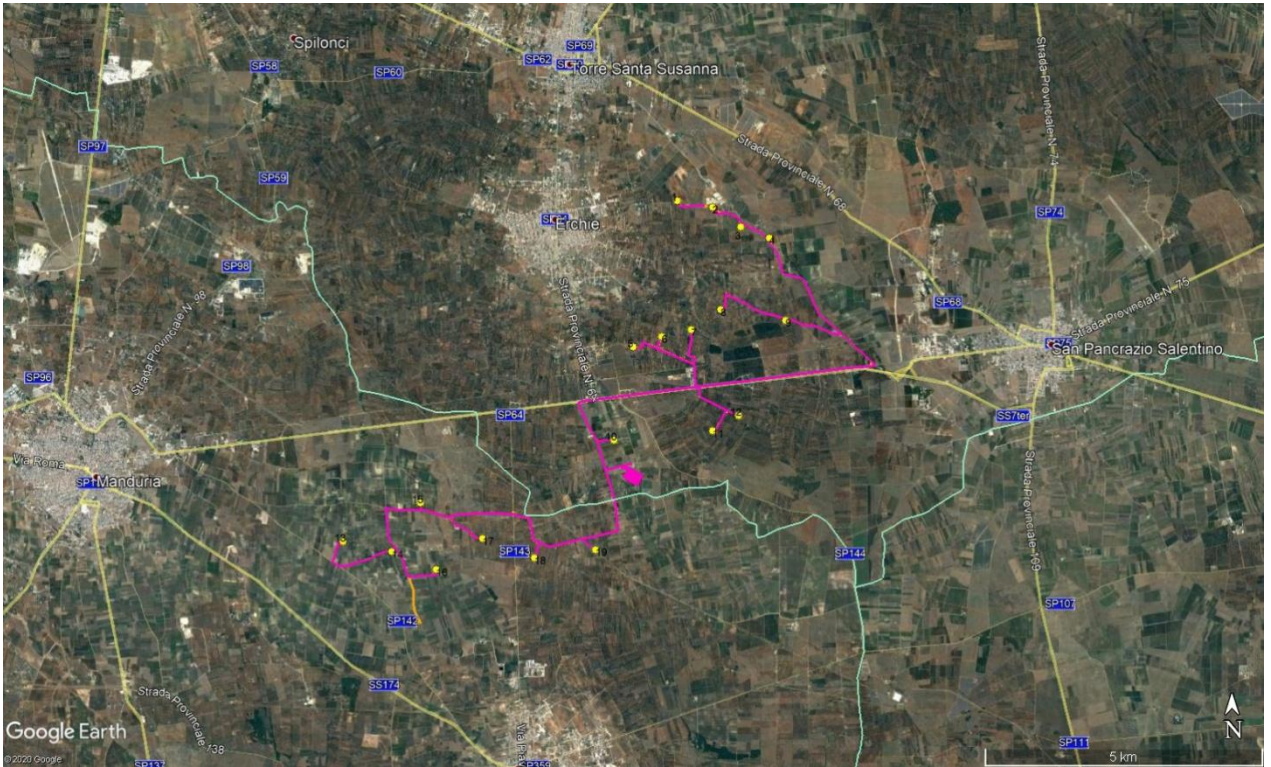
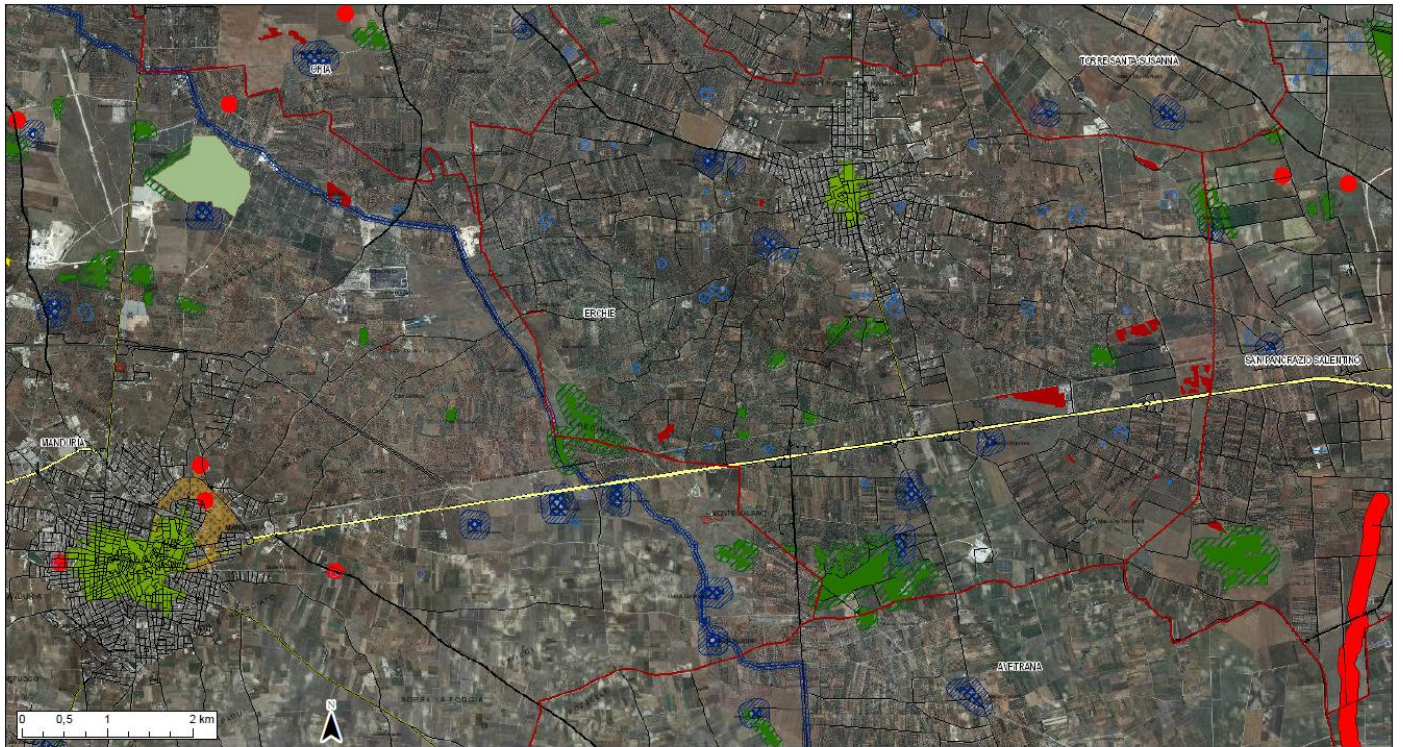


Fig.2: Inquadramento su ortofoto dell'area di impianto



- | | | | | | |
|---|--|--|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> □ Confini Comunali ✈ Aeroporti — Locali — E — SP — SS — A ⋯ Lame e gravine | <ul style="list-style-type: none"> ▨ Doline ▨ Geositi (fascia tutela) ▨ Inghiottoi ▨ Cordoni dunari ▨ Grotte ▨ Versanti ▨ Territori costieri ⋯ Aree contemini ai laghi | <ul style="list-style-type: none"> ■ Fiumi e torrenti, acque pubbliche ■ Sorgenti ■ Reticolo idrografico di connessione della R.E.R. ■ Vincolo idrogeologico ■ Boschi ■ Zone umide Ramsar ■ Aree di rispetto dei boschi ■ Aree umide | <ul style="list-style-type: none"> ■ Prati e pascoli naturali ■ Formazioni arbustive in evoluzione naturale ■ Aree e riserve naturali marine ■ Parchi nazionali e riserve naturali statali ■ Parchi e riserve naturali regionali ■ ZPS ■ SIC ■ SIC MARE | <ul style="list-style-type: none"> ⋯ Aree di rispetto dei parchi e delle riserve regionali ⋯ Immobili e aree di notevole interesse pubblico ⋯ Zone gravate da usi civici validate ⋯ Zone gravate da usi civici ⋯ Zone di interesse archeologico ⋯ a - siti interessati da beni storico culturali ⋯ b - aree appartenenti alla rete dei tratturi ⋯ c - aree a rischio archeologico | <ul style="list-style-type: none"> ⋯ Rete tratturi ⋯ Siti storico culturali ⋯ Zone interesse archeologico ⋯ Città consolidata ⋯ Paesaggi rurali ⋯ Luoghi panoramici ⋯ Luoghi panoramici (poligoni) ⋯ Strade a valenza paesaggistica |
|---|--|--|---|---|---|

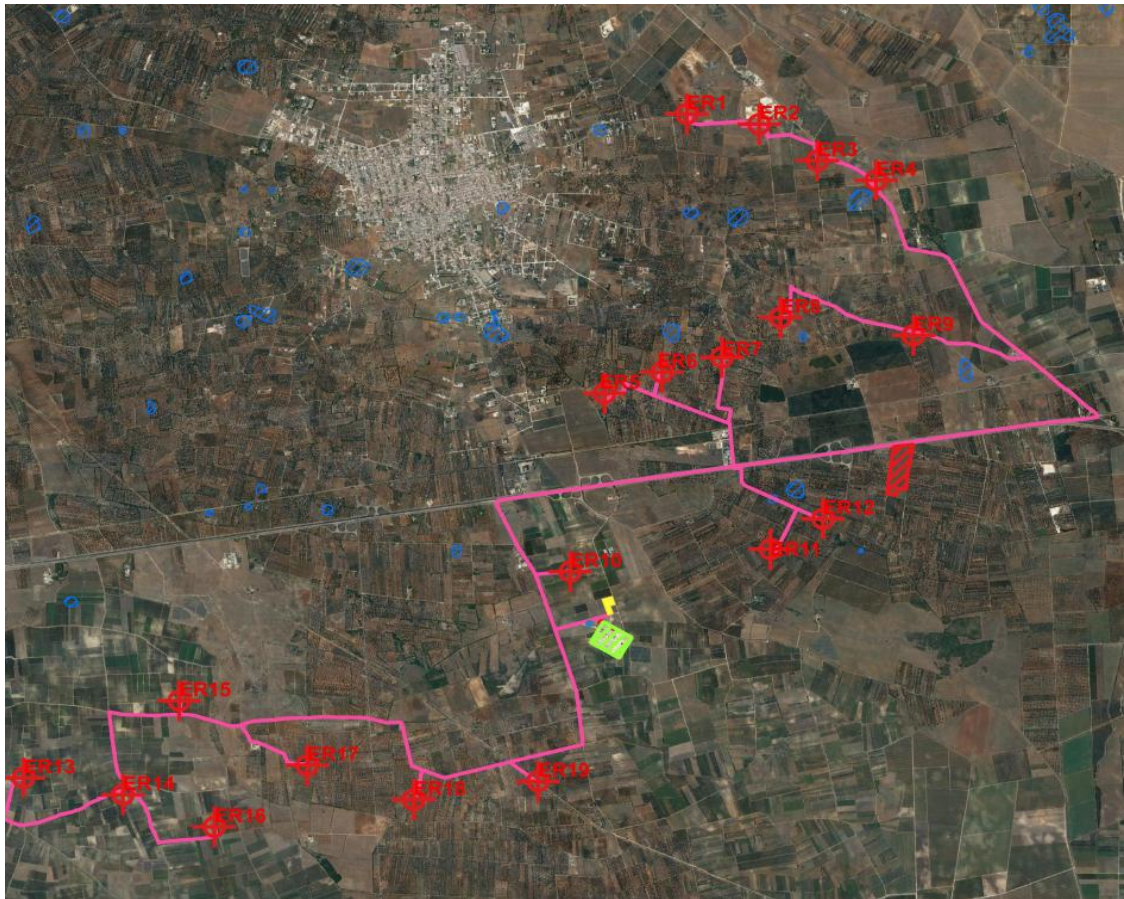
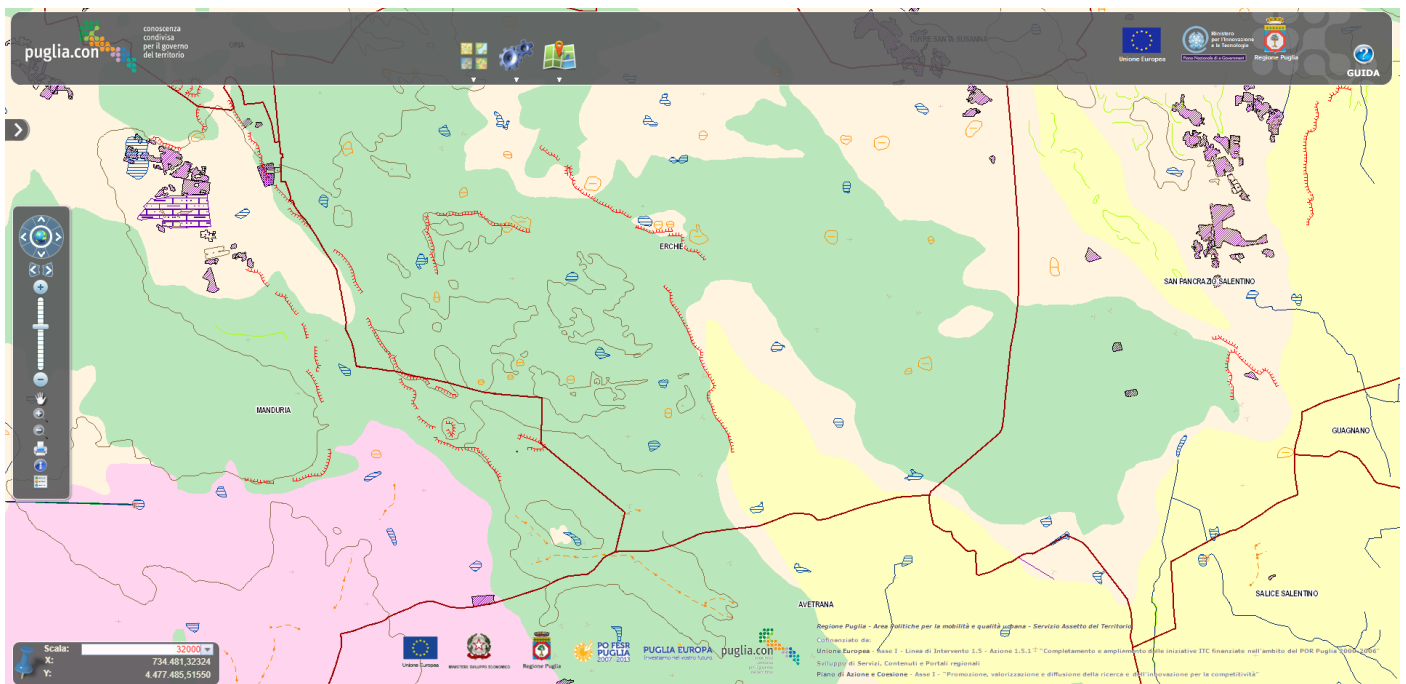
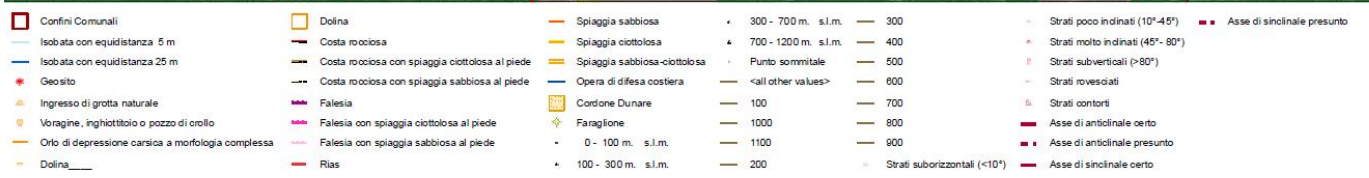
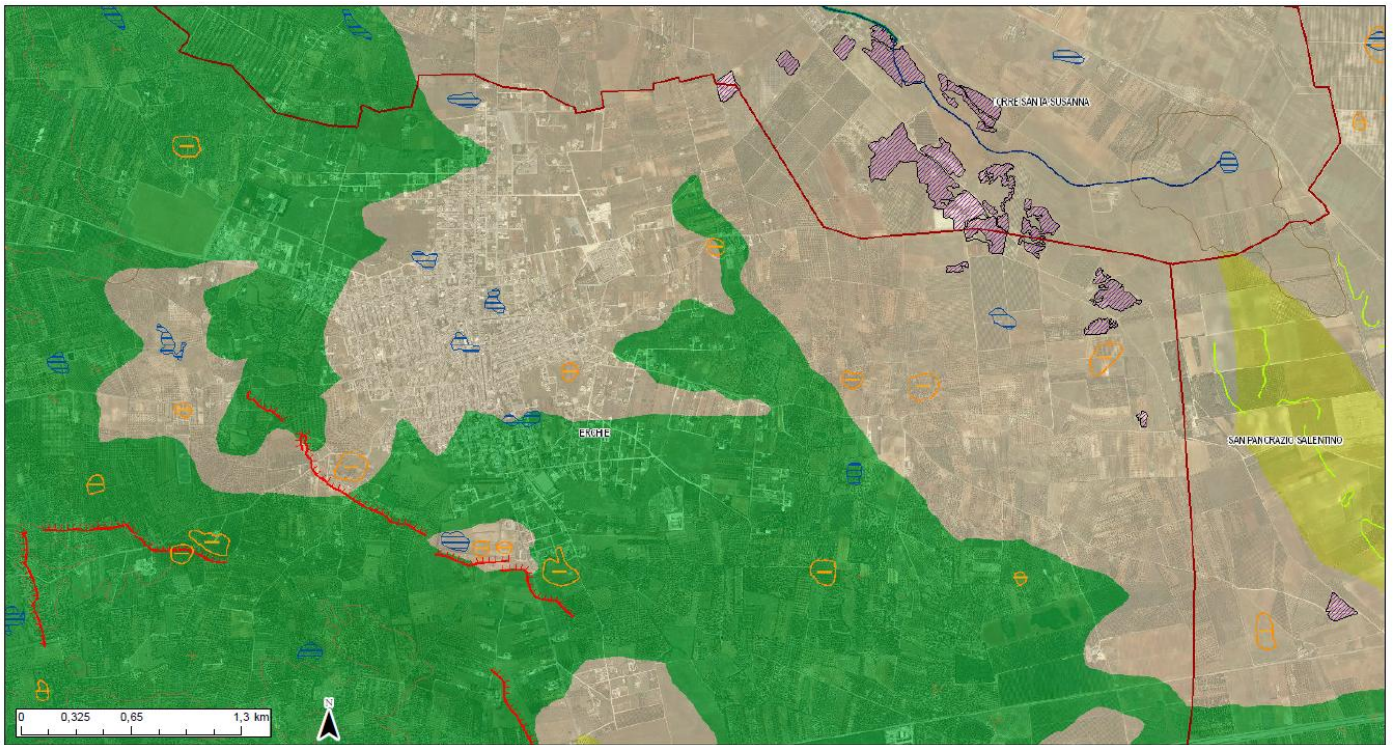


Fig.3: Stralcio del PPTR ufficiale adottato dalla Regione Puglia e particolare componenti geomorfologiche

3. Caratteristiche geomorfologiche di dettaglio

In generale nell'area vasta di studio esistono delle cave di "tufi" attive ma principalmente abbandonate, esistono numerosi recapiti finali di bacini endoreici e diverse cavità o strutture carsiche intorno e soprattutto a sud dell'abitato di Erchie, risultano anche evidenti diversi sistemi di orli di scarpate delimitanti forme semispianate che attraversano parzialmente l'area interessata dall'impianto di progetto nella sua parte centrale, inoltre l'area è caratterizzata da diversi cambi di pendenza e litologia, verso sud ci sono degli assi di displuvio e piccole creste smussate. Il sito risulta inserito in un ambiente con diverse doline quindi l'area vasta presenta un certo rischio geomorfologico. *L'area non presenta particolari criticità ma bisognerà porre particolare attenzione alle forme legate al carsismo ed alla presenza dei bacini endoreici che potrebbero causare periodicamente ristagni d'acqua, inoltre risultano evidenti cambi di pendenza e litologia.*





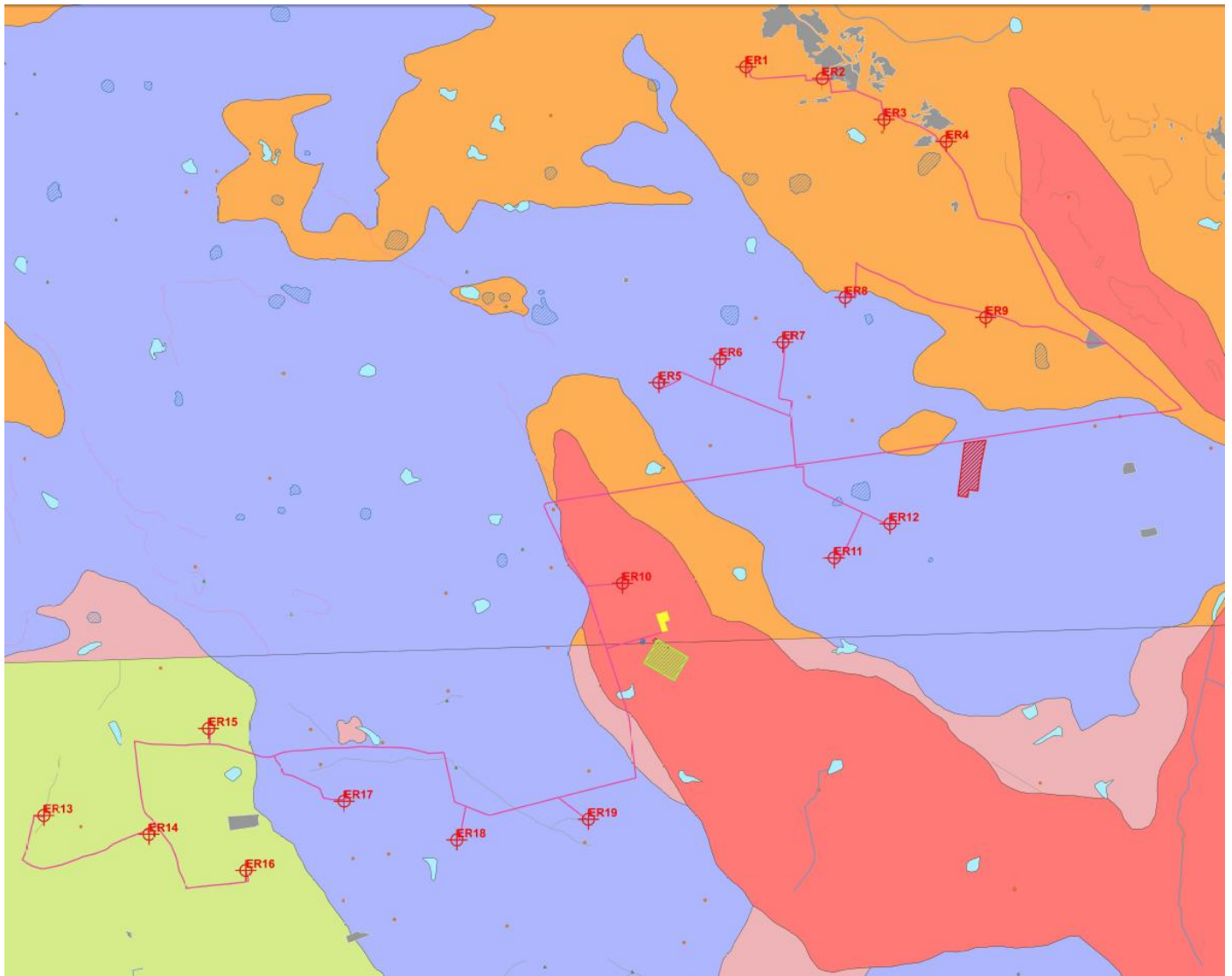


Fig.5: Stralcio carta idrogeomorfologica ufficiale redatta dall'Adb Regione Puglia

Legenda

- Aerogeneratori
- Cavidotto 30 kV
- Cavidotto 150 kV
- Stazione di utenza 150/30 kV
- Stazione RTN 380/150 kV
- Area di stoccaggio
- Sorgenti
- Punti sommitali
- Vette
- Conche
- Reticolo
- Creste
- Orli
- Ripe erosione fluviale
- Cigli
- Doline
- Vore
- Giaciture strati
- Discariche controllate
- Cave
- Geositi
- Grotte
- Costa
- Dune
- Bacini idrici
- Curve batimetriche
- Argini
- Porti
- Litologia**
- Componente pelitica
- Componente sabbioso-ghiaiosa
- Componente arenitica
- Componente argillosa
- Componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica
- Componente calcarea o dolomitica

4. Geologia e stratigrafia

L'area morfologicamente pianeggiante e geologicamente caratterizzata dalla sovrapposizione, per trasgressione, di una serie sedimentaria clastica pleistocenica su di un substrato mesozoico carbonatico, a tratti affiorante. Il quadro lito-stratigrafico che si è ottenuto, è il risultato del complesso lavoro di coordinamento e correlazione di dati ottenuti dal rilevamento geologico di dettaglio, con i dati di letteratura e con informazioni precedentemente acquisite per zone limitrofe. Nel territorio in esame, è stata quindi accertata la presenza di due formazioni note in letteratura come **Calcarea di Altamura** e terreni appartenenti alla **Formazione di Gallipoli** termine col quale in letteratura si intende una sequenza di Calcareniti, Sabbie argillose e sabbie mediamente cementate di eta' Calabriana, di seguito si descrivono.

La successione litostratigrafica, è stata ricostruita grazie al rilevamento geologico e all'analisi di prospezioni sismiche e sondaggi geognostici effettuati nelle immediate vicinanze dell'area in oggetto.

Formazione di Gallipoli

Le calcareniti intercalate a vari livelli alle sabbie argillose sono rocce costituite essenzialmente da calcarea granulare tenero, poroso e poco compatto, di colore bianco- giallastro, a grana variabile da rudite a siltitica.

Le sabbie coprono abbondantemente i banchi calcarenitici e ad essi si intercalano. Sono essenzialmente sabbie calcaree poco cementate, sabbie argillose grigio-azzurre con presenza spesse volte di livelli esclusivamente argillosi che danno a questa formazione carattere di bassa permeabilità.

Le calcareniti, interessano la maggior parte dei terreni in affioramento sono note anche come "tufi calcarei", di natura detritico-organogena sono di colore bianco o bianco- giallastro, risultano essere composte da detriti organici e da frammenti calcarei derivanti sia dal disfacimento dei sottostanti calcari cretacei che dalla sedimentazione chimico- organogena in ambiente marino costiero. La granulometria ed il grado di cementazione risultano variabili sia lateralmente che verticalmente.

La formazione è ben esposta sui fronti delle numerose cave presenti intorno all'area, dove si può osservare anche il contesto trasgressivo, con marcata discordanza angolare, sui calcari del substrato. Si può così notare, alla base del deposito, una granulometria della calcarenite grossolana a cemento rossastro ed una elevata compattezza e cementazione dell'orizzonte stesso.

La stratigrafia è stata desunta dalla correlazione tra le prove effettuate in sito e quelle eseguite in occasione di altri lavori svolti nelle vicinanze dell'area di interesse.

Le indagini effettuate in sito hanno consentito di suddividere in due macro-aree la zona studiata in base alle proprie caratteristiche litostatigrafiche.

In particolare la zona ad est, sud-est di Erchie è caratterizzata dall'affioramento, in superficie o poco al di sotto del p.c., di Calcari dolomitici fratturati (di conseguenza le penetrometrie si sono arrestate entro i primi 50-60 cm di profondità) ad esclusione della zona corrispondente all'aerogeneratore 1 nella quale si evidenzia la presenza di terreni costituiti da sabbie più o meno limoso-argillose moderatamente addensate.

La zona sud, sud-ovest ha mostrato caratteristiche variabili che evidenziano la presenza di materiale, costituito da sabbie più o meno limoso-argillose moderatamente addensate con rari livelli calcarenitici tipo panchina, passante in profondità (mediamente superiori a 5 metri) a calcareniti compatte. La zona poco a nord dell'abitato di Avetrana, in corrispondenza degli aerogeneratori 17, 18 e 19 è caratterizzata dalla presenza dei Calcari dolomitici fratturati.

Di seguito si riportano le cartografie esplicative e la rispettiva legenda.

Legenda:

Calcari dolomitici fratturati

Sabbie limoso-argillose
(Calcareniti del Salento)

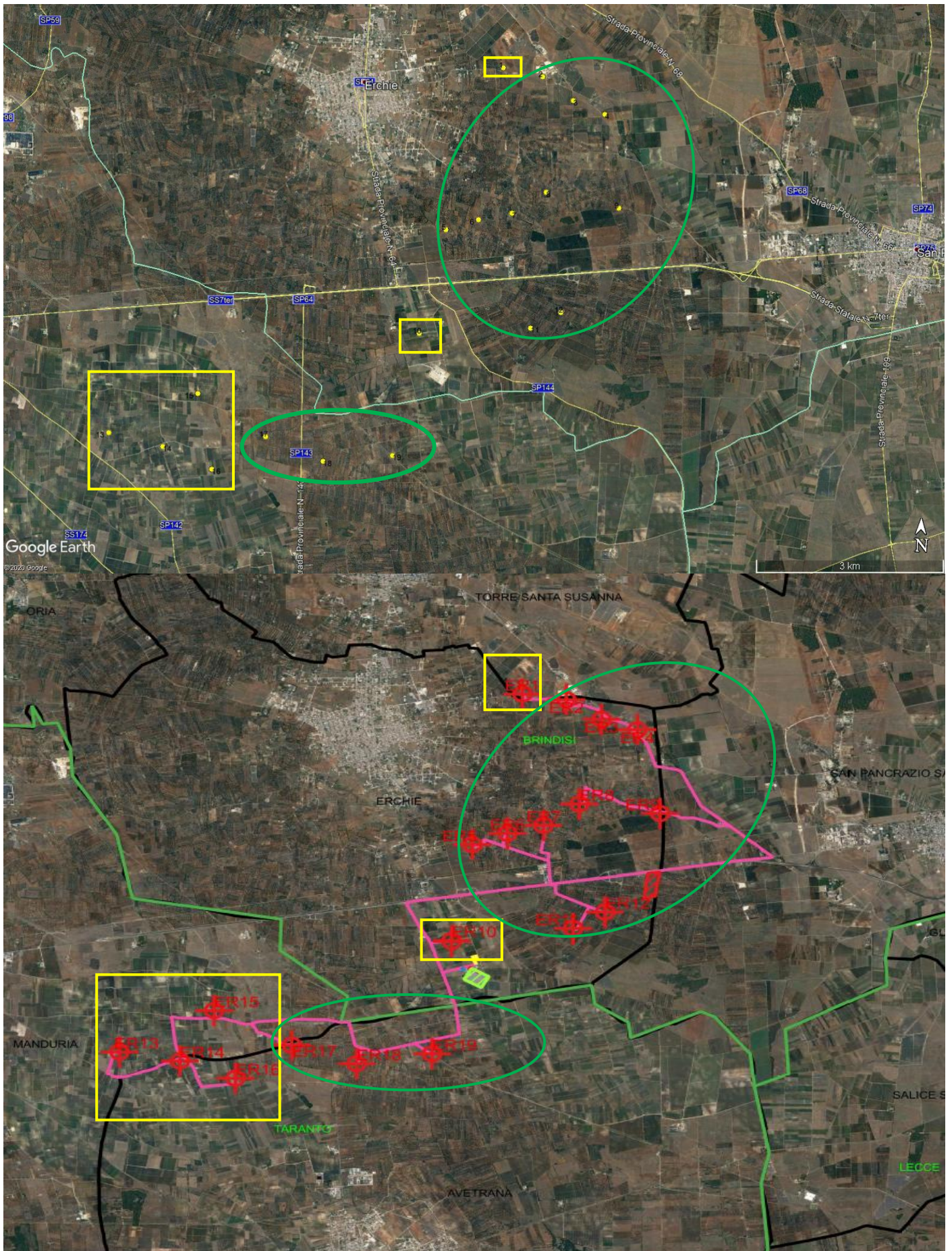


Fig. 7: Individuazioni macroaree, cerchiare in verde le zone di affioramento dei calcari e in giallo zone dei terreni calcarenitici

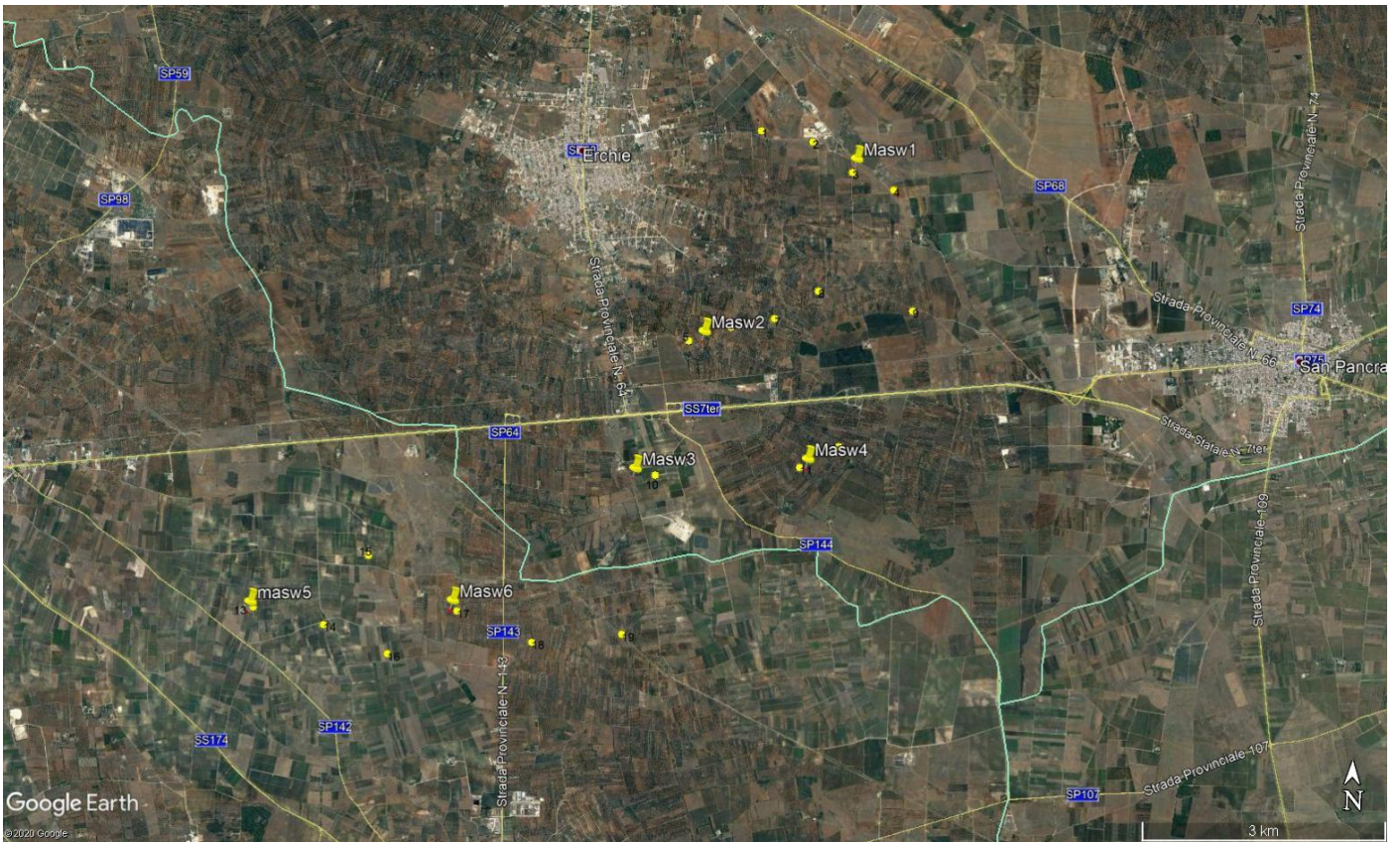
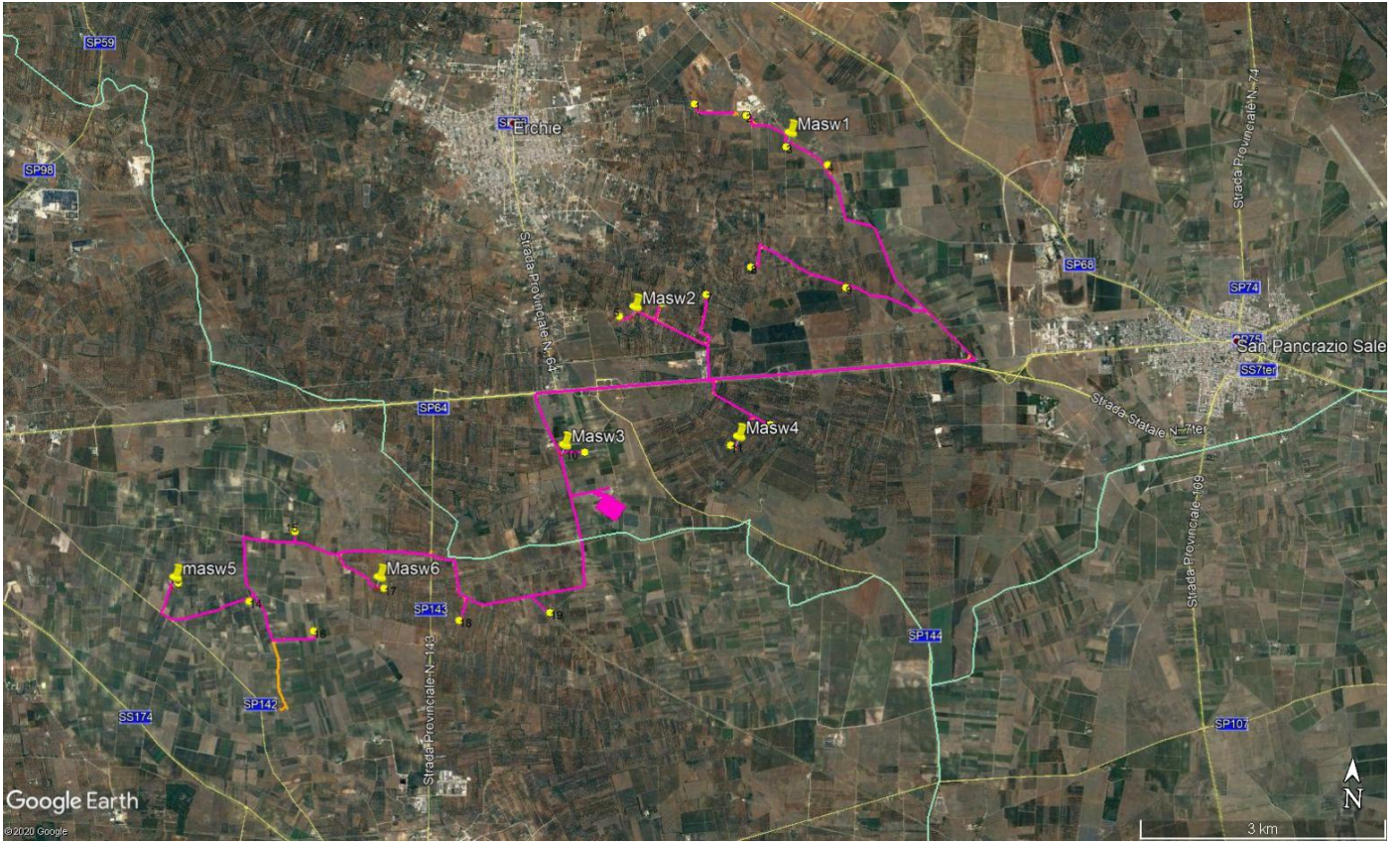


Fig. 8: Ubicazione indagini geonostiche

Stratigrafia semplificata:

Area Est, Sud-Est

Terreno vegetale fino ad una profondità $\approx 0,50$ m

Calccare fratturato ad una prof. tra 0,50 e 3,00 m

Calccare dolomitico a profondità $>3,00$ m

Area Sud, Sud-Ovest

Terreno vegetale fino ad una profondità $\approx 1,00$ m

Sabbie limoso-argillose moderatamente addensate con livelli tipo panchina tra $\approx 1,00$ e 5,0 m

Calcarenite $> 5,00$ m

5. Sismicità di base

L'azione sismica di riferimento, in base alla normativa italiana, in accordo con gli eurocodici è legata da un lato alla sismicità dell'area e dall'altro alle caratteristiche locali del terreno. A seguito della riclassificazione sismica nazionale, indicata all'interno dell'OPCM 3274, l'intero territorio italiano è suddiviso in quattro zone sismiche ciascuno delle quali è contrassegnata da un diverso valore di a_g , accelerazione orizzontale massima su suolo rigido, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, ossia con un tempo di ritorno di 475 anni. Si evidenzia che l'Ordinanza 3274 attribuisce alle singole Regioni la facoltà di introdurre o meno l'obbligo della progettazione antisismica per le costruzioni sui territori in zona sismica categoria 4. A livello regionale la normativa vigente è rappresentata dalla "Deliberazione della Giunta Regionale 2 marzo 2004, n. 153 - L.R. 20/00 - O.P.C.M. 3274/03 – Individuazione delle zone sismiche del territorio regionale e delle tipologie di edifici ed opere strategici e rilevanti - Approvazione del programma temporale e delle indicazioni per le verifiche tecniche da effettuarsi sugli stessi." I valori convenzionali di a_g assegnati nelle quattro zone sismiche fanno riferimento all'accelerazione di picco in superficie per

suolo di tipo A, cioè roccia affiorante o suolo omogeneo molto rigido per il quale il moto sismico al bedrock non subisce variazioni sostanziali. In presenza di suoli di tipo B, C, D, E, S₁, S₂ il moto sismico in superficie in genere risulta modificato rispetto al moto sismico al bedrock in funzione dell'intensità e del contenuto in frequenza dell'input sismico e delle caratteristiche geotecniche sismiche e dello spessore del suolo attraversato dalle onde sismiche per giungere in superficie.

Ai fini dell'applicazione di queste norme, il territorio nazionale viene suddiviso in zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore del parametro a_g = accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. I valori di a_g , espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g, da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale sono, salvo più accurate determinazioni, che possono portare a differenze comunque non superiori al 20% dell'accelerazione per le zone 1 e 2 e non superiori a 0.05g nelle altre zone:

Zona	Valore di a_g
1	0,35g
2	0,25g
3	0.15g
4	0,05g

Secondo la nuova classificazione sismica dei comuni italiani il **territorio di Erchie (BR) rientra nella "Zone sismica 4" "Rischio minino"**. (Cfr. Carta Zone Sismiche)

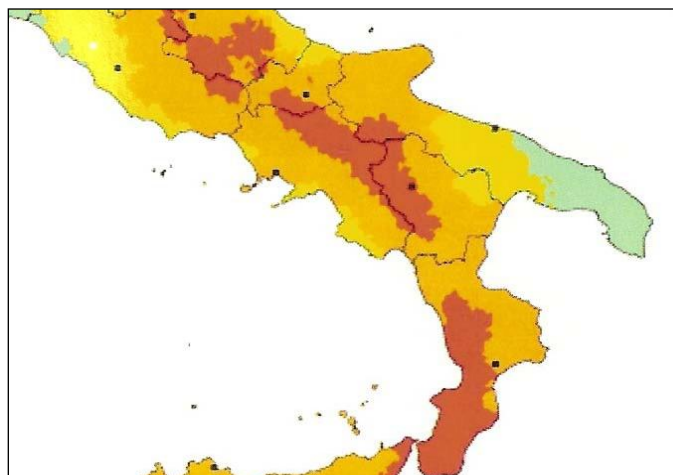


Fig.9: Classificazione Sismica (OPCM 3274/2004, D.M 17/01/2018)

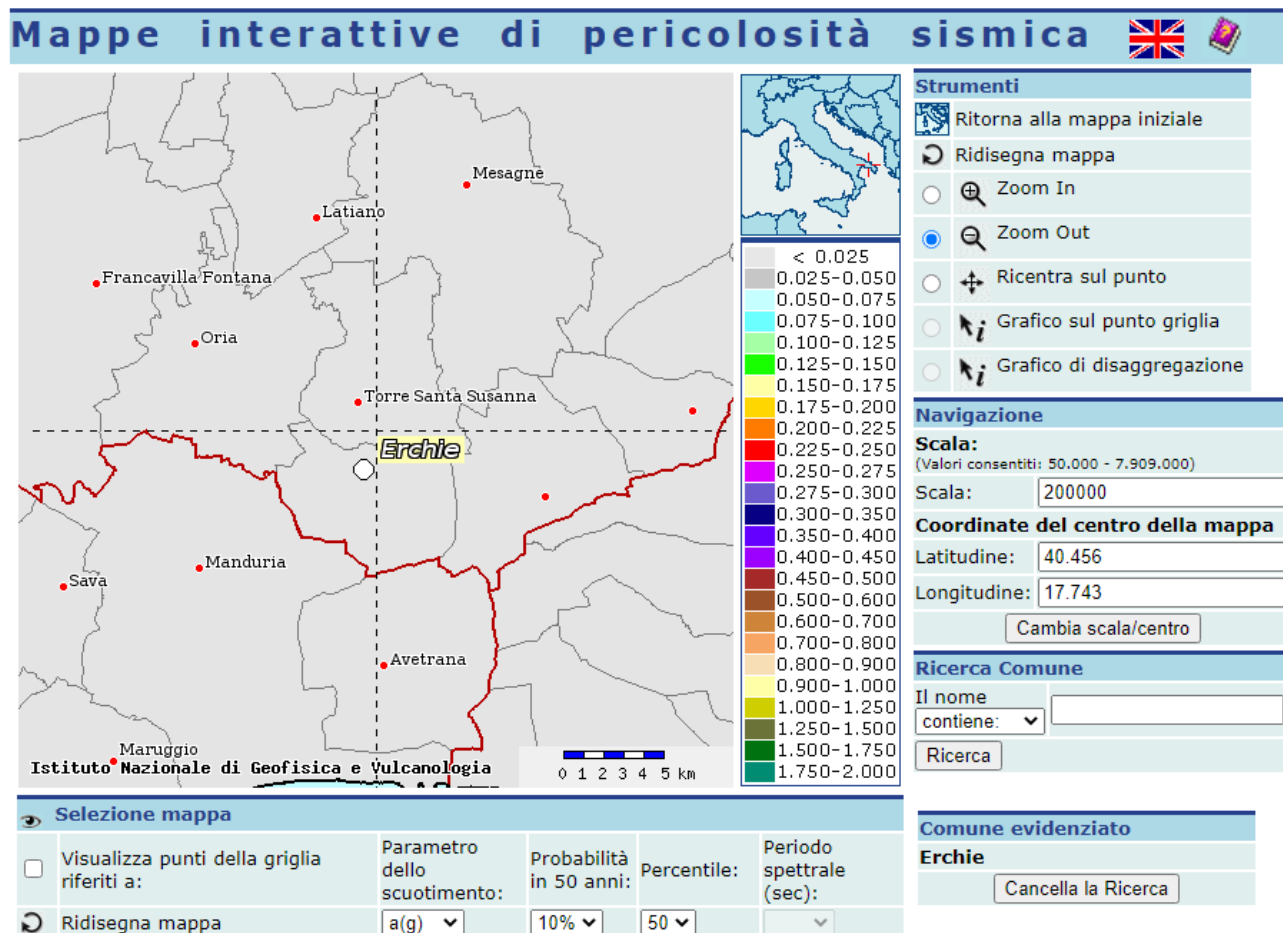


Fig.10: Mappa di pericolosità Sismica

Di seguito si riportano i risultati delle indagini di tipo masw effettuate in sito.

L'elaborazione dei dati, mediante il processo di inversione, ha portato al calcolo del parametro delle Vs30.

La Vs 30 calcolata per l'area di impianto risulta essere:

Masw1 Vs 30 = 985 m/sec

Masw2 Vs 30 = 610 m/sec

Masw3 Vs 30 = 493 m/sec

Masw4 Vs 30 = 1149 m/sec

Masw5 Vs 30 = 259 m/sec

Masw6 Vs 30 = 1153 m/sec

Il calcolo delle Vs, permette di classificare il terreno di fondazione in una delle categorie di suolo in ottemperanza del D.M 14/09/2005 e D.M 14/01/2008 ed infine 17/01/2018. Le aree oggetto di indagine **Masw 1, 4 e 6** rientrano in **CATEGORIA A**, **Masw 2 e 3** rientrano in **CATEGORIA B** e la **Masw 5** rientra in **CATEGORIA E**

N.B. :

I valori di V_s sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

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:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad [3.2.1]$$

con:

h_i spessore dell' i -esimo strato;

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

N numero di strati;

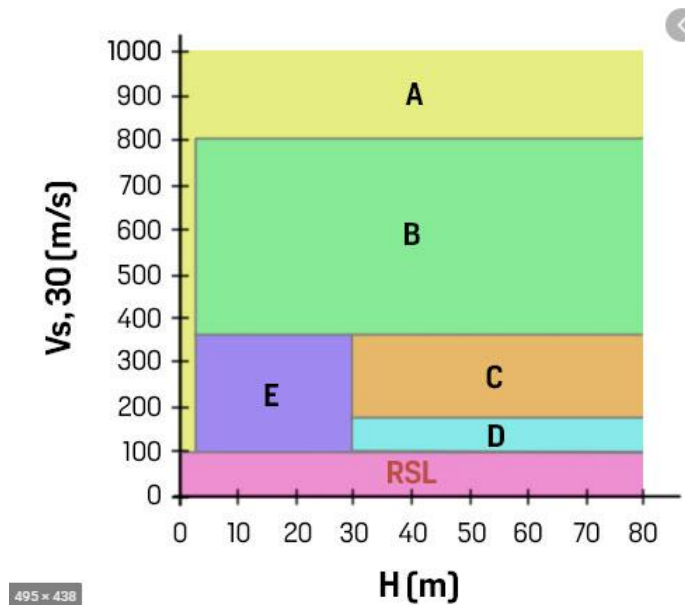
H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

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. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

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 $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Capitolo 3, 3.2.2 – D.M. 17 gennaio 2018

Seguendo le indicazioni della normativa di riferimento del 2018 e tenendo conto dello schema riportato di seguito si può, con buona approssimazione, considerare la categoria di sottosuolo individuata dalle V_{s30} uguale a quella delle $V_{s,eq}$.



CategoriaA

Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente compresenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

CategoriaB

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.

Categoria C

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.

Categoria D

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 m/s e 180 m/s.

Categoria E

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 30m.

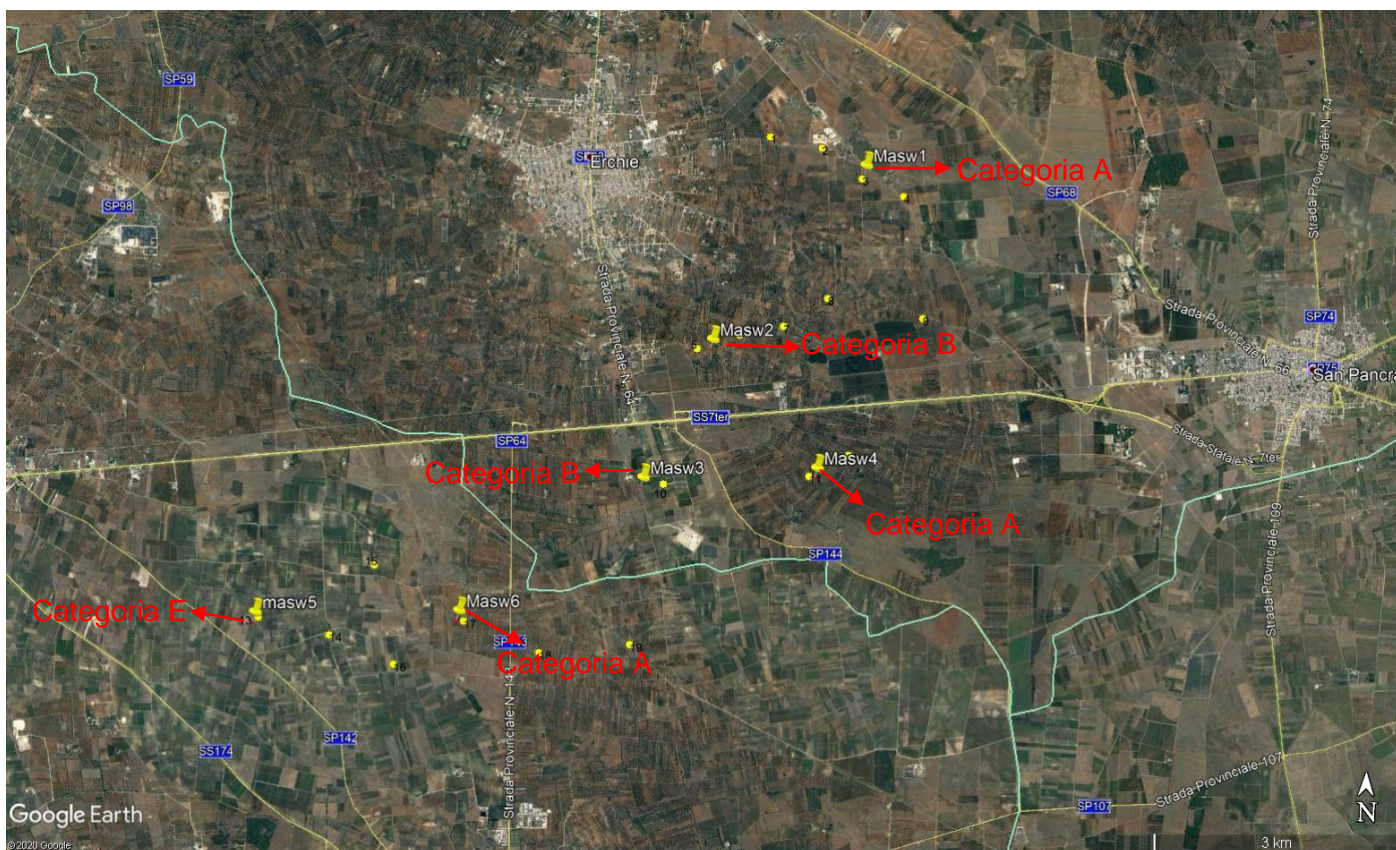


Fig.10: Sintesi delle categorie di sottosuolo risultanti dalle indagini geofisiche

6. Generalità sull'analisi dei versanti

Le analisi per la valutazione della stabilità dei pendii consentono di stimare in modo quantitativo la loro suscettibilità a franare.

È opportuno distinguere i casi in cui la rottura non si è ancora manifestata rispetto ai casi in cui la rottura è già avvenuta. Nel primo caso l'analisi di stabilità serve ad accertarsi che il pendio non sia suscettibile a rotture mentre nel secondo caso lo scopo dell'analisi di stabilità è principalmente quello di fornire le basi per la comprensione del fenomeno, ovvero individuare i fattori scatenanti la frana. I metodi di calcolo utilizzabili per la valutazione della stabilità di un pendio sono quelli dell'equilibrio limite, degli elementi finiti e delle differenze finite.

I metodi di analisi della stabilità dei pendii sono i più semplici, diffusi ed impiegati, tali metodi ipotizzano che il terreno non si deformi fino alla rottura e che, in condizioni di rottura, la resistenza al taglio si mantenga costante e indipendente dalle deformazioni accumulate (si ipotizza dunque un comportamento rigido – perfettamente plastico del terreno).

Dalle dette ipotesi ne consegue che: 1. la rottura si manifesta lungo una superficie netta di separazione tra la massa in frana e il terreno stabile; 2. la massa in frana è un blocco rigido in moto di roto-traslazione; 3. la resistenza mobilitata lungo la superficie di scorrimento in condizioni di equilibrio limite è costante nel tempo, indipendente dalle deformazioni e quindi dai movimenti della frana, e ovunque pari alla resistenza al taglio; 4. non è possibile determinare né le deformazioni precedenti la rottura, né l'entità dei movimenti del blocco in frana, né la velocità del fenomeno.

I metodi all'equilibrio limite studiano le condizioni di equilibrio di volumi di terreno limitati inferiormente da superfici di scorrimento di forma cilindrica analizzando di norma una o più sezioni longitudinali del versante. Con i metodi all'equilibrio limite il parametro indicativo del grado di stabilità di una frana è il Fattore di Sicurezza (F.S.), ottenuto come il rapporto tra le resistenze disponibili e le resistenze mobilizzate. Il fattore di sicurezza è il valore che si associa alla superficie dove è più probabile che si inneschi il movimento.

Le verifiche di stabilità sono condotte in termini quantitativi, e solitamente si utilizzano per valutare le condizioni di stabilità del versante oggetto di studio ante operam e come queste si modificano post operam, in condizioni statiche e dinamiche.

Per risposta sismica locale si intende l'insieme delle modifiche che il moto sismico subisce nell'immediato sottosuolo a causa delle condizioni geologiche, morfologiche e geotecniche locali.

La risposta sismica locale è il risultato di molteplici fenomeni fisici (riflessioni multiple, diffrazione,

focalizzazione, risonanza etc.) che le onde subiscono in corrispondenza delle eterogeneità e discontinuità degli strati più superficiali e in corrispondenza delle irregolarità topografiche. A seconda dei principali fenomeni fisici responsabili si possono distinguere:

- 1) effetti stratigrafici, che hanno luogo in corrispondenza di depositi soffici poggianti su un basamento rigido in condizioni essenzialmente di strati piani e paralleli;
- 2) effetti di valle o di bordo che hanno luogo allorché la morfologia del contatto tra basamento e terreni soffici di copertura assume andamenti complessi caratterizzati da geometrie marcatamente;
- 3) effetti topografici che hanno luogo in prossimità delle strutture morfologiche superficiali, es. alla cresta di un rilievo roccioso dove il moto sismico è generalmente amplificato rispetto alla base dello stesso.

7. Criticità potenziali

Di seguito si riporta un elenco delle criticità potenziali che potrebbero creare condizioni di instabilità dei versanti coinvolti nel presente studio o una qualsiasi variazione nel rapporto tra le resistenze disponibili e le resistenze innescanti.

-L'intera area di studio risulta essere pianeggiante o sub-pianeggiante con categoria topografica di tipo T1, non sono presenti fattori di amplificazione topografica. Inoltre, non si ravvisano problematiche morfologico-strutturali (faglie, pieghe, assi di displuvio, scarpate, cambi di quota o punti sommitali) di rilievo.

Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III):

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

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 $i > 30^\circ$

-Non risultano evidenze di fenomeni franosi in atto o potenziali, non sono presenti né frane profonde né scorrimenti superficiali. In definitiva, non sono stati riscontrati fenomeni franosi neanche di tipo quiescente o stabilizzato.

-Non si evidenziano caratteristiche lito-stratigrafiche tali da poter generare, in condizioni simiche, fenomeni di amplificazione stratigrafica.

L'unica area che presenta delle problematiche potenziali è quella più a sud-ovest corrispondente agli areogeneratori n.13, 14 e 16 infatti, in questa zona, non è stato possibile individuare il bedrock né con l'indagine penetrometrica né con l'indagine sismica tipo masw.

La stratigrafia è caratterizzata da circa 1 metro di terreno vegetale e circa 7-8 metri di sabbie limoso-argillose poco addensate. Inoltre, cautelativamente si è assegnata a questa zona la categoria di sottosuolo E.

-Non sono state riscontrate falde superficiali ed in generale l'intera zona oggetto di studio possiede una discreta permeabilità soprattutto nelle aree dove è presente il calcare dolomitico e una permeabilità media e bassa dove sono presenti i terreni sabbiosi a causa della loro eterogeneità orizzontale, verticale e dell'eterogeneità della componente fine limoso-argillosa.

In generale la permeabilità dell'acquifero in tutta l'area vasta di studio è buona a causa dell'imponente carsismo e delle litologie calcaree e calcarenitiche che lo caratterizzano.

-L'azione sismica è minima e l'amplificazione sismica locale è potenzialmente legata solo a quei terreni (sabbie limoso-argillose) suscettibili a problematiche di interazione con le acque di falda che, come già detto non sono state riscontrate nei primi metri di profondità.

Complessivamente mancano le condizioni che possano favorire l'insorgere di movimenti di tipo franoso, in conclusione l'area può essere considerata sostanzialmente stabile.

8. Conclusioni

Morfologicamente Il sito di studio è ubicato ad est, sud-est a sud-ovest rispetto all'abitato del Comune di Erchie, topograficamente l'area, essendo di notevole estensione, si trova a cavallo tra le province di Brindisi e Taranto ma ricade interamente nel foglio 203 della Carta d'Italia dell'I.G.M. Altimetricamente la zona risulta pianeggiante e si trova a quote variabili tra circa 55-75 metri slm e rientra, dal punto di vista geologico generale, in un contesto morfo-strutturale che presenta i lineamenti tipici delle propaggini meridionali dell'avampese, una zona a debole pendenza e depressa della provincia di Brindisi conosciuta anche come le Serre salentine.

In generale nell'area vasta di studio esistono delle cave di "tuffi" attive ma principalmente abbandonate, esistono numerosi recapiti finali di bacini endoreici e diverse cavità o strutture carsiche intorno e soprattutto a sud dell'abitato di Erchie, risultano anche evidenti diversi sistemi di orli di scarpate delimitanti forme semispianate che attraversano parzialmente l'area interessata dall'impianto di progetto nella sua parte centrale, inoltre l'area è caratterizzata da diversi cambi di pendenza e litologia, verso sud ci sono degli assi di displuvio e piccole creste smussate. Il sito risulta inserito in un ambiente con diverse doline quindi l'area vasta presenta un certo rischio geomorfologico. *L'area non presenta particolari criticità ma bisognerà porre particolare attenzione alle forme legate al carsismo ed alla presenza dei bacini endoreici che potrebbero causare periodicamente ristagni d'acqua, inoltre risultano evidenti cambi di pendenza e litologia.*

Geologicamente Nel territorio in esame, è stata accertata la presenza di due formazioni note in letteratura come **Calcarea di Altamura** e terreni appartenenti alla **Formazione di Gallipoli** termine col quale in letteratura si intende una sequenza di Calcareniti, Sabbie argillose e sabbie mediamente cementate di età Calabriana. I litotipi affioranti, facenti parte della Formazione di Gallipoli presenta una permeabilità medio-bassa che tende ad aumentare con la profondità, incontrando le calcareniti permeabili per porosità, mentre i calcari hanno una permeabilità per fratturazione medio-alta.

Le indagini effettuate in sito hanno consentito di suddividere in due macro-aree la zona studiata in base alle proprie caratteristiche litostatigrafiche.

In particolare la zona ad est, sud-est di Erchie è caratterizzata dall'affioramento, in superficie o poco al di sotto del p.c., di Calcari dolomitici fratturati (di conseguenza le penetrometrie si sono

arrestate entro i primi 50-60 cm di profondità) ad esclusione della zona corrispondente all'aerogeneratore 1 nella quale si evidenzia la presenza di terreni costituiti da sabbie più o meno limoso-argillose moderatamente addensate.

La zona sud, sud-ovest ha mostrato caratteristiche variabili che evidenziano la presenza di materiale, costituito da sabbie più o meno limoso-argillose moderatamente addensate con rari livelli calcarenitici tipo panchina, passante in profondità (mediamente superiori a 5 metri) a calcareniti compatte. La zona poco a nord dell'abitato di Avetrana, in corrispondenza degli aerogeneratori 17, 18 e 19 è caratterizzata dalla presenza dei Calcari dolomitici fratturati.

Stratigrafia semplificata:

Area Est, Sud-Est

Terreno vegetale fino ad una profondità \approx 0,50 m

Calccare fratturato ad una prof. tra 0,50 e 3,00 m

Calccare dolomitico a profondità $>$ 3,00 m

Area Sud, Sud-Ovest

Terreno vegetale fino ad una profondità \approx 1,00 m

Sabbie limoso-argillose moderatamente addensate con livelli tipo panchina tra \approx 1,00 e 5,0 m

Calcarenite $>$ 5,00 m

Idrologia e vincolistica

Nell'area di progetto, la falda acquifera di base non risulta interagente con le opere previste in progetto e non esistono problemi legati all'idrografia superficiale.

La falda, il cui carico idraulico nell'area di studio si attesta a circa 5-7 m s.l.m, mostra una generale direzione di deflusso verso mare. Le basse cadenti piezometriche, variabili dallo 0.08 al 3 per mille, sono indicative di un discreto grado di permeabilità d'insieme dell'acquifero su tutta l'area.

Considerando l'ingombro previsto dall'eventuale realizzazione degli aerogeneratori e la parziale impermeabilizzazione di alcune aree non si ritiene comunque che esista un impatto di notevole

importanza rispetto al libero deflusso delle acque. Complessivamente, quindi, non si ravvisano problematiche d'interferenza tra il programma di progetto proposto e le acque di scorrimento.

Particolare attenzione bisognerà comunque porre nella regimazione delle acque di ruscellamento e di infiltrazione il cui ristagno potrebbe provocare fenomeni di rifluimento della componente sabbiosa con locale scadimento delle caratteristiche geotecniche dei terreni di sedime.

Dalle cartografie Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) – aree a pericolosità di inondazione ed aree a rischio- si evince che **le aree individuate per la realizzazione degli aerogeneratori non sono inserite in zone denominate a pericolosità idraulica ed in aree a rischio.**

Sismica

Per ciò che concerne l'aspetto sismico, si ricorda che l'area è inserita nella zona **4** della nuova classificazione sismica (Ordinanza del P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003).

Il calcolo delle Vs, permette di classificare il terreno di fondazione in una delle categorie di suolo in ottemperanza del D.M 14/09/2005 e D.M 14/01/2008 ed infine 17/01/2018. Le aree oggetto di indagine **Masw 1, 4 e 6** rientrano in **CATEGORIA A**, **Masw 2 e 3** rientrano in **CATEGORIA B** e la **Masw 5** rientra in **CATEGORIA E**

Nell'ambito di tale classificazione, considerando i terreni presenti e seguendo le indicazioni della normativa di riferimento del 2018 si può, con buona approssimazione, considerare la categoria di sottosuolo individuata dalle Vs30 uguale a quella delle Vs_{eq}.

CategoriaA

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.

CategoriaB

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.

CategoriaE

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 30m.

Viste le caratteristiche geolitologiche, stratigrafiche, e la particolarità delle opere in progetto si suggerisce la posa in opera delle fondazioni, opportunamente dimensionate e verificate all'interno degli strati lapidei più compatti e meno fratturati.

In particolare, nelle aree ad est, sud-est dove è stata riscontrata la presenza dei calcari, si consiglia di approfondire le fondazioni a profondità sempre > di 3 metri dal piano campagna.

Nelle aree sud, sud-ovest dove risultano evidenti terreni con proprietà meccaniche discontinue ed eterogenee sarebbe consigliabile approfondire le fondazioni a profondità > di 10 metri per intercettare il bedrock.

Se ritenuto opportuno si potrebbe anche asportare la porzione superficiale del terreno vegetale.

Criticità potenziali

-L'intera area di studio risulta essere pianeggiante o sub-pianeggiante con categoria topografica di tipo T1, non sono presenti fattori di amplificazione topografica. Inoltre, non si ravvisano problematiche morfologico-strutturali (faglie, pieghe, assi di displuvio, scarpate, cambi di quota o punti sommitali) di rilievo.

-Non risultano evidenze di fenomeni franosi in atto o potenziali, non sono presenti né frane profonde né scorrimenti superficiali. In definitiva, non sono stati riscontrati fenomeni franosi neanche di tipo quiescente o stabilizzato.

-Non si evidenziano caratteristiche lito-stratigrafiche tali da poter generare, in condizioni simiche, fenomeni di amplificazione stratigrafica.

L'unica area che presenta delle problematiche potenziali è quella più a sud-ovest corrispondente agli areogeneratori n.13, 14 e 16 infatti, in questa zona, non è stato possibile individuare il bedrock né con l'indagine penetrometrica né con l'indagine sismica tipo masw.

La stratigrafia è caratterizzata da circa 1 metro di terreno vegetale e circa 7-8 metri di sabbie limoso-argillose poco addensate. Inoltre, cautelativamente si è assegnata a questa zona la

categoria di sottosuolo E.

-Non sono state riscontrate falde superficiali ed in generale l'intera zona oggetto di studio possiede una discreta permeabilità soprattutto nelle aree dove è presente il calcare dolomitico e una permeabilità media e bassa dove sono presenti i terreni sabbiosi a causa della loro eterogeneità orizzontale, verticale e dell'eterogeneità della componente fine limoso-argillosa. In generale la permeabilità dell'acquifero in tutta l'area vasta di studio è buona a causa dell'imponente carsismo e delle litologie calcaree e calcarenitiche che lo caratterizzano.

-L'azione sismica è minima e l'amplificazione sismica locale è potenzialmente legata solo a quei terreni (sabbie limoso-argillose) suscettibili a problematiche di interazione con le acque di falda che, come già detto non sono state riscontrate nei primi metri di profondità.

Complessivamente mancano le condizioni che possano favorire l'insorgere di movimenti di tipo franoso, in conclusione l'area può essere considerata sostanzialmente stabile.


geologo Il tecnico
LEONARDO GIOIA
ORDINE DEI GEOLOGI
PUGLIA