

COMUNE DI LUCERA

PROVINCIA DI FOGGIA



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO

RICHIESTA DI AUTORIZZAZIONE UNICA

D.Lgs. 387/2003

PROCEDIMENTO UNICO AMBIENTALE (PUA)

Valutazione di

Impatto Ambientale (V.I.A.)

D.Lgs. 152/2006 ss.mm.ii. (art. 27)

"Norme in materia ambientale"

PROGETTO

LUCERIA

DITTA

AEP s.r.l.

TAV RG

Pagg.

Titolo dell'allegato:

**RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA, SISMICA
E DI COMPATIBILITA' AL PAI - ART 11 - 15NTA 2005**

1	EMISSIONE	30/03/2022
		DATA

CARATTERISTICHE GENERALI D'IMPIANTO

GENERATORE - Altezza mozzo: fino a 140 m
Diametro rotore: fino a 180 m
Potenza unitaria: fino a 6 MW

IMPIANTO - Numero generatori: 33
Potenza complessiva: fino a 198 MW

Il proponente:

AEP s.r.l.
P.zza Giovanni Paolo II, 8
71017 Torremaggiore (FG)
0882/393197
aepvento@pec.it

Il progettista:

ATS Engineering srl
P.zza Giovanni Paolo II, 8
71017 Torremaggiore (FG)
0882/393197
atseng@pec.it

Il Geologo:

Dr Francesco Bacchelli
bacchelligeo@epap.sicurezza.postale.it



INDICE

	PAGINE
1. PREMESSA	1
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
3. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E GEOLOGICHE DELL'AREA	5
4. INQUADRAMENTO RISCHIO IDROGEOLOGICO (PAI)	7
5. TETTONICA E SISMICITA'	9
6. AZIONE SISMICA	23
7. IDROGEOLOGIA	27
8. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	32
9. CARATTERIZZAZIONE MORFOLOGICA DELL'AREA	46
10. VERIFICA DI STABILITÀ	47
11. CONCLUSIONI	64

ALLEGATI:

*ORTOFOTO
STRALCIO IGM
STRALCIO PAI
STRALCIO CTR
CARTA RETICOLO IDROGRAFICO
CARTA GEOLITOLOGICA
CARTA GEOMORFOLOGICA
UBICAZIONI INDAGINI GEOGNOSTICHE
STRATIGRAFIE SONDAGGI GEOGNOSTICI
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
PROVE LAB
UBICAZIONE SEZIONE STABILITA'
SEZIONI STABILITA'
RELAZIONE SISMICA*

1. PREMESSA

Il sottoscritto Geologo Bacchelli Francesco, iscritto all'ordine dei Geologi della Regione Puglia al n. 335, ha svolto una indagine geologica geotecnica e di compatibilità al PAI, *PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DENOMINATO LUCERIA - RICHIESTA DI AUTORIZZAZIONE UNICA D.LGS. 387/2003.*

Prima di svolgere qualsiasi indagine in sito, è stata svolta una preliminare visita allo stato dei luoghi per evidenziare eventuali problemi connessi con la natura e le caratteristiche del sottosuolo che possono condizionare eventuali scelte progettuali.

Successivamente a questa prima fase conoscitiva, è stato svolto il seguente piano di lavoro:

- ricerca bibliografica e cartografica;
- rilevamento geomorfologico e geologico di superficie di un'area sufficientemente ampia e dell'area direttamente interessata dalla lottizzazione;
- esecuzione di sondaggi geognostici a carotaggio continuo effettuati nell'area di studio;
- esecuzione di indagine sismica a rifrazione tipo Vs -masw
- stesura della relazione geologica .

in riferimento alle norme DM 14.01.2008 – DPR 380/01 – L. 02.02.1974 n 64 e succ. mod.ni. - Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

- Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009-Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

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

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture-Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica-Parte I: Regole Generali - UNI

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica-Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio - UNI

Eurocodice 7.3 (2002)

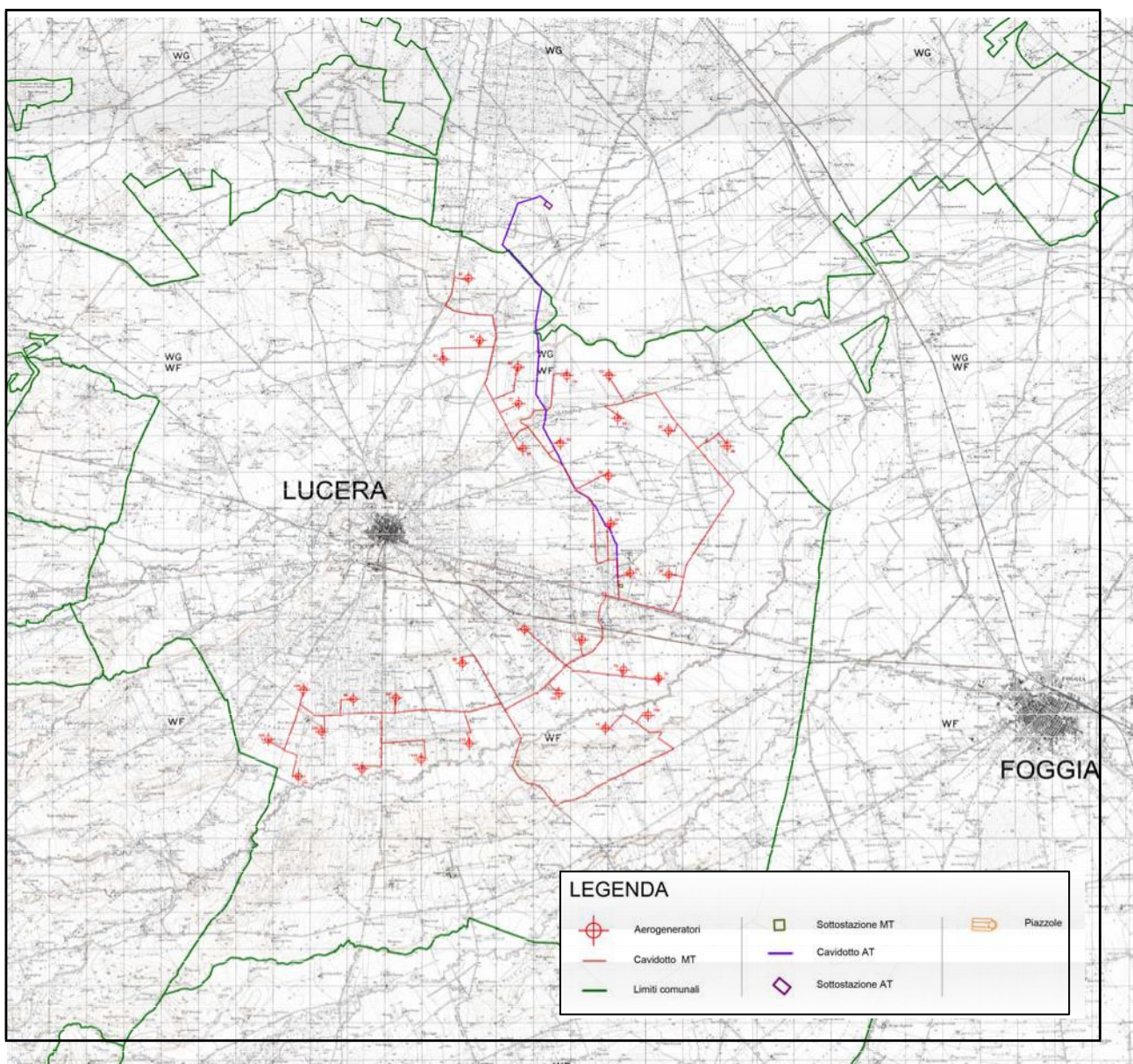
Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» Dm 17.01.2018

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La superficie territoriale totale dell'area di progetto - che prevede l'installazione di **33** aerogeneratori di potenza nominale attiva fino a 6 MW per una potenza complessiva fino a 198 MW

è di 16,5 ettari (165.000 mq), ossia 5.000 mq per aerogeneratore, considerando in tale previsione anche le piazzole, le fondazioni, la cabina, le strade e la superficie dei cavidotti.

Il progetto, oltre all'ubicazione nell'area di n. 33 aerogeneratori, prevede anche la realizzazione di una linea interrata di collegamento alla sottostazione MT-AT da realizzare.



Inquadramento su IGM, scala 1:50.000.

Per una identificazione univoca di ogni singolo aerogeneratore nella tabella seguente si riportano le coordinate relative all'ubicazione georeferenziata di ognuno di essi nel sistema di riferimento UTM33N – WGS84

Numero WTG	UTM33N – WGS84	
	Est	Nord
7b	534.358	4.591.416
7c	535.301	4.591.174
10	533.865	4.589.815
10b	535.021	4.590.175
12	533.235	4.592.230
13b	532.608	4.590.771
17	531.679	4.592.518
46	537.156	4.597.527
51	534.535	4.594.060
52	535.580	4.594.012
57	534.009	4.595.403
60	533.948	4.596.707
63	532.648	4.597.595
65	534.198	4.598.284
67	535.570	4.597.944
72	533.963	4.599.451
74	532.824	4.599.448
77	531.522	4.598.683
80	531.501	4.599.673
83	529.483	4.599.892
85	530.475	4.600.406
87	530.167	4.602.106
88	531.636	4.597.461
90	530.006	4.591.595
94	528.205	4.590.646
96	527.056	4.590.614
100	525.710	4.590.868
102	524.755	4.589.511
104	525.573	4.588.504
106	526.198	4.589.721
109	527.287	4.588.709
113	530.191	4.589.399
115	528.885	4.588.967

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO

Il territorio del comune di Lucera si sviluppa nella maggior parte all'esterno della catena appenninica, in un contesto di bassa collina con quote del terreno comprese tra il valore massimo di circa 220 m s.l.m. nell'area di studio loc. Mezzanagrande circa 80 m slm verso N.

Il territorio del Comune di Lucera è solcato da aste torrentizie tributarie del torrente Vulgano e Salsola, impostato nella fascia orientale dell'agro comunale, la natura prevalentemente clastico-sedimentaria delle rocce affioranti e la prevalenza delle facies o della componente argillosa delle stesse determina profili morfologici generalmente morbidi. lungo i fianchi di alcune incisioni vallive si osservano morfologie accidentate, per la presenza di litotipi meno erodibili.

Dal punto di vista geologico, l'intero territorio è caratterizzato dall'affioramento di formazioni sedimentarie marine e continentali riferibili alle unità alloctone e parautoctone della Catena appenninica.

In particolare affiorano nella zona centrale ed orientale, lungo una fascia nord-sud, terreni costituiti da alternanze di brecciole calcaree, marne, argille e calcari, intensamente dislocati e fratturati, riferibili alla Formazione della Daunia, di età Miocenica. Nella parte sud si rinviene una fascia con disposizione nord-sud di argilloscisti e marnoscisti di età Cretaceo-Paleogenica, intensamente tettonizzati, riferibili al complesso delle "Argille Varicolori". Nella zona centrale ed orientale del territorio si rinvengono litologie granulari quali sabbie e conglomerati di età Pliocene superiore – Olocene e depositi alluvionali antichi terrazzati posti a quote diverse rispetto all'alveo dei torrenti attuali.

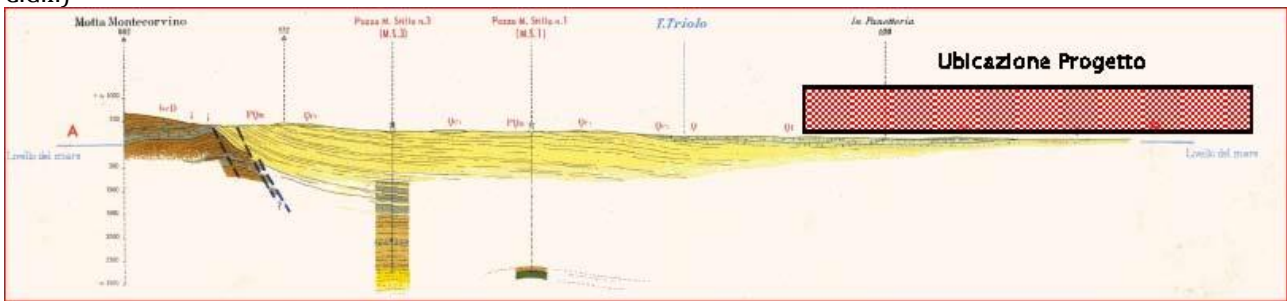
Il rilievo geologico di superficie dell'area in questione, ha evidenziato la presenza di affioramenti di materiale limo-sabbioso con livelli intercalati di ghiaie e lenti di argille limose di colore prevalentemente giallastro, appartenenti alle unità delle alluvioni

terrazzate e dei depositi sabbioso limosi della sede marina plio-pleistocenica, con profondità di rinvenimento che variano da 4-5 m a poco oltre i 10-15 m. per le prime, e da 15-30 m. fino a 40 m. per le seconde.

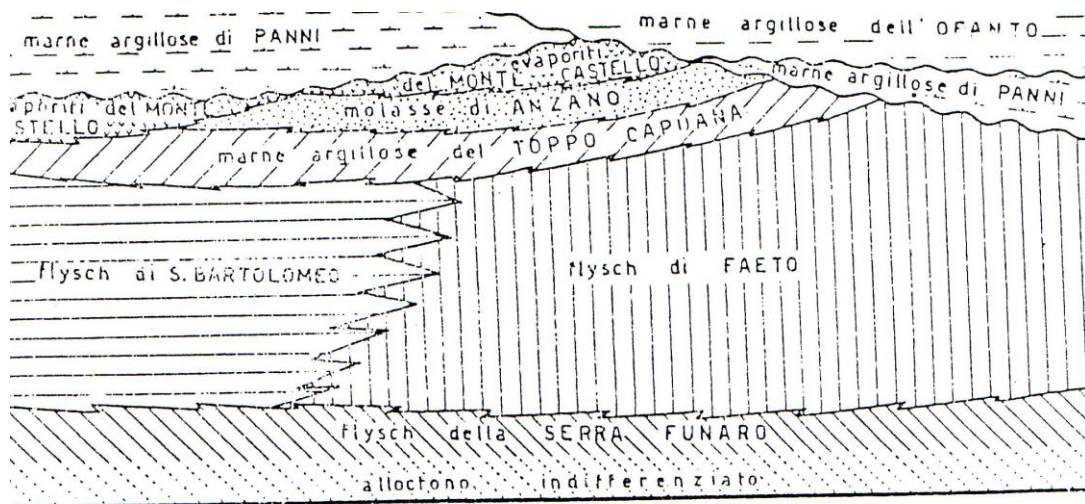
Entrambe le formazioni poggiano in sequenza sui depositi pliocenici di fondo (argille grigio-azzurre).

E' frequente incontrare alla profondità media di 2-4 m. dal p.c. crostoni concrezionati calcitici di deposizione chimica secondaria "Crosta Pugliese".

(Cfr. schematizzazione della sezione Geologica dalla C.G.I.)



rapporti stratigrafici formazioni geologiche aree interne



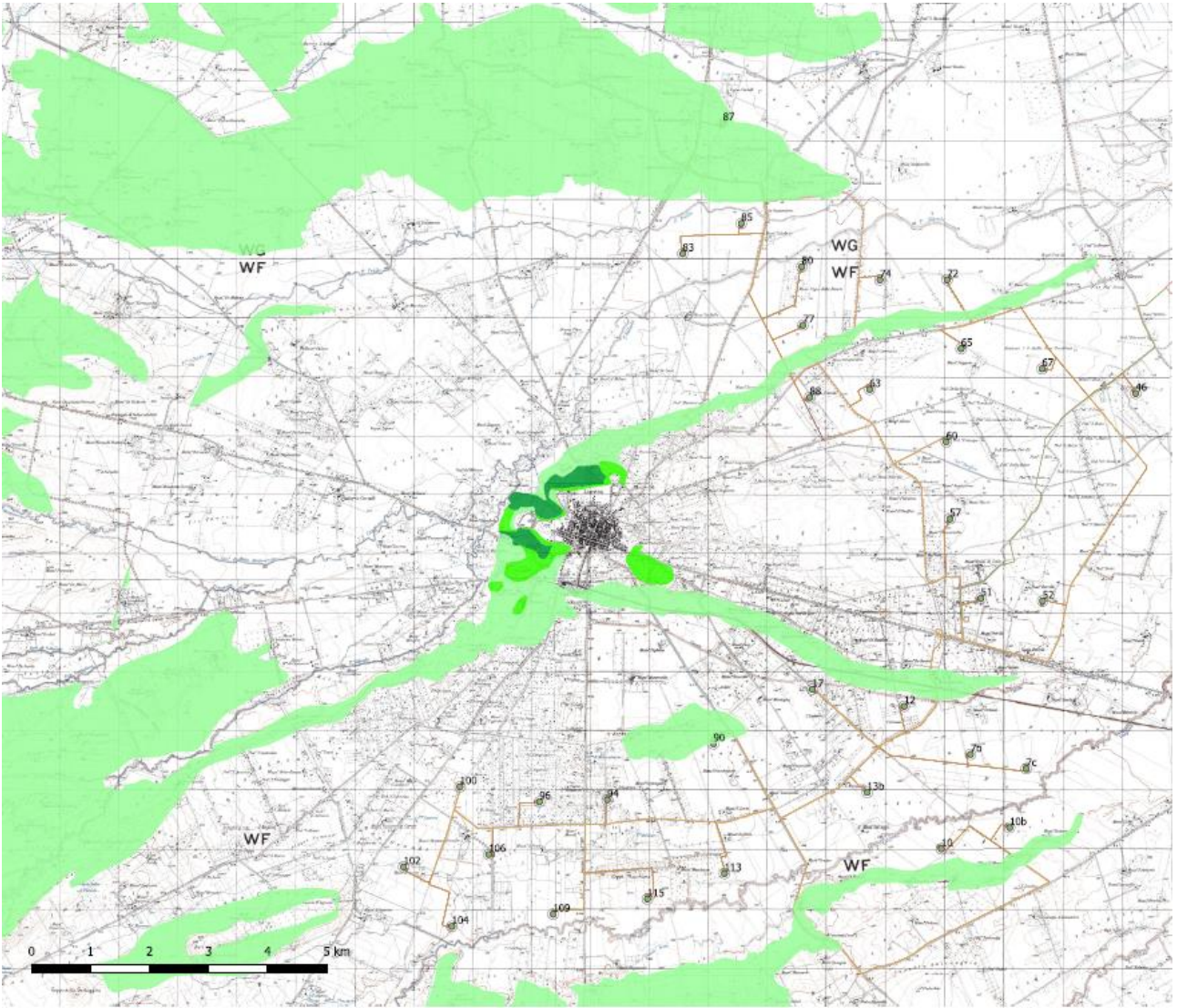
Rapporti sedimentari fra le unità lito-stratigrafiche dell' Appennino foggiano (CROSTELLA & VEZZANI, 1964).

4. INQUADRAMENTO RISCHIO IDROGEOLOGICO (PAI)

Con la L.183/89 e successive integrazioni e modificazioni, sono state stabilite le "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo". La presente legge ha lo scopo di assicurare la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi. Perchè tali compiti vengano realizzati sono state istituite le Autorità di bacino, degli organismi costituiti tra stato e regioni, operanti sui bacini idrografici, considerati come ambiti territoriali unitari e ottimali per le azioni di difesa del suolo e del sottosuolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico e la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi, indipendentemente dalle suddivisioni amministrative. La definizione dei limiti dei bacini idrografici, dei quali esistono tre gradi di rilievo territoriale (nazionale, interregionale e regionale), è avvenuta non su base amministrativa, ma geomorfologica e ambientale.

Il "Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico" ha quindi lo scopo di assicurare, attraverso la programmazione di opere strutturali, vincoli, direttive, la difesa del suolo rispetto al dissesto di natura idraulica e idrogeologica e la tutela degli aspetti ambientali a esso connessi, in coerenza con le finalità generali e indicate all'art. 3 della legge 183/89 e con i contenuti del Piano di bacino fissati all'art. 17 della stessa legge. Il PAI costituisce uno strumento fondamentale che, come conseguenza alla sua redazione, regola le attività edificatorie e di pianificazione. In esso vengono evidenziate e perimetrate le aree inondabili, quelle soggette a dissesto gravitativo, le fenomenologie erosive, al fine di definire i gradi di pericolosità idraulica e geomorfologica e di classificare il livello di rischio connesso. Dal punto di vista della pericolosità idrogeologica, l'area di progetto si colloca in una area non classificata dall'Adb Puglia.

Tranne che per la torre N 87 dove si riscontra una bassa pericolosità geomorfologica Pg1



Inquadramento PAI Puglia

5. TETTONICA E SISMICITA'

Le strutture tettoniche che caratterizzano l'area di indagine localizzata nella porzione esterna della catena appenninica, dove affiorano i depositi pliocenici, sono rappresentate da alti e bassi costituiti da pieghe e pieghe-faglie, a vergenza adriatica, che sono il risultato delle fasi tettoniche del Miocene superiore, della parte bassa del Piacenziano nonché del Pleistocene. In generale, i terreni del substrato risultano maggiormente tettonizzati e presentano strutture più complesse. Conseguenza diretta dei disturbi tettonici sono le intense fratturazioni che si presentano nelle calcareniti e nei calcari marnosi del Flysch di Faeto.

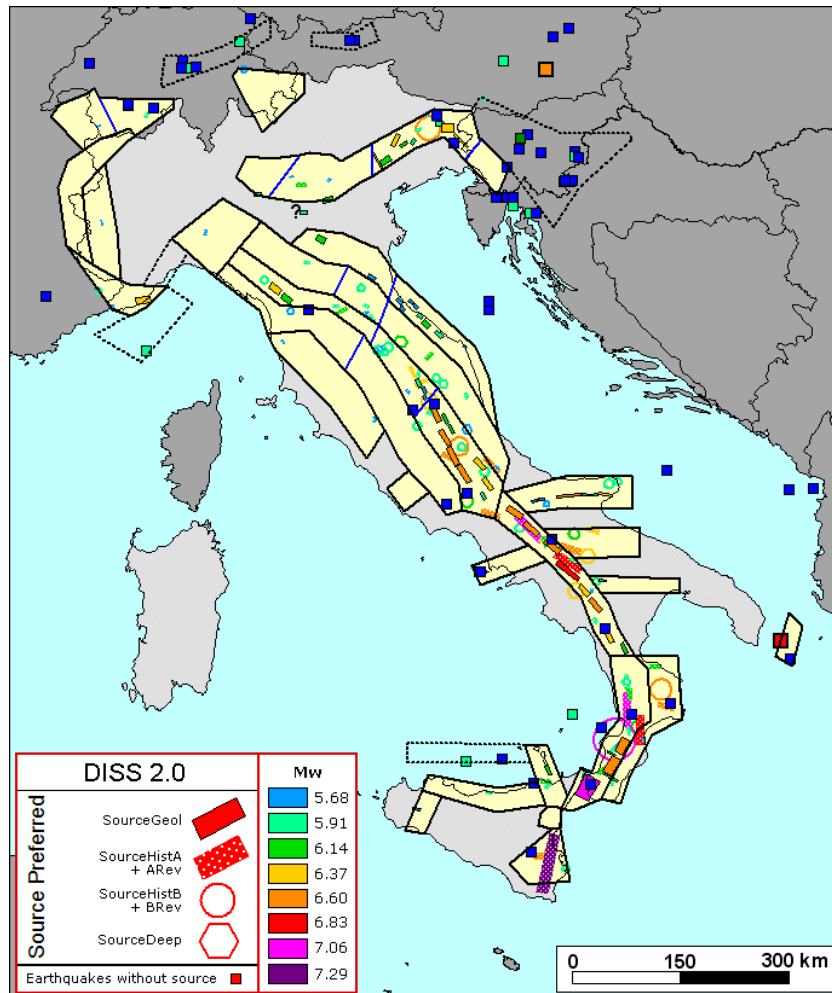


Fig. - Zonazione sismogenetica a confronto con la distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute nel *database* DISS 2.0. Ogni sorgente è rappresentata utilizzando una scala cromatica che esprime la magnitudo M_w del terremoto atteso per la sorgente stessa. La loro magnitudo viene rappresentata mediante la stessa scala cromatica usata per le sorgenti. Le classi di magnitudo c sulle quali sono rappresentati i terremoti e le sorgenti sono le stesse utilizzate per il calcolo dei tassi di sismicità.

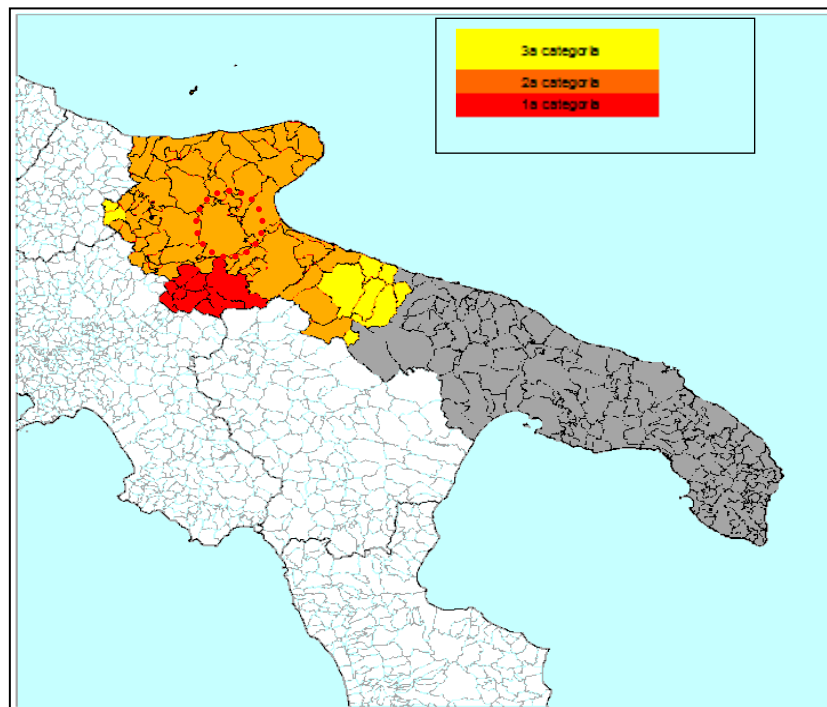
Le strutture compressive descritte, prodotte dalla fase tettonica della parte bassa del Piacenziano, ricalcano strutture preesistenti dovute a fasi tettoniche del Miocene superiore. I lineamenti a carattere distensivo, aventi direzione sia appenninica che antiappenninica, sono dovuti alle fasi tettoniche della parte alta del Pliocene inferiore, che hanno determinato essenzialmente il sollevamento della catena, con accentuazione degli alti e bassi tettonici.

In seguito alla introduzione della normativa DPCM 20.03.03 n. 3274 - Dm 17.01.2018 la sismicità adottata per il comune di Lucera è Classificata come Zona 2. I dati sismici possono essere così riepilogati:

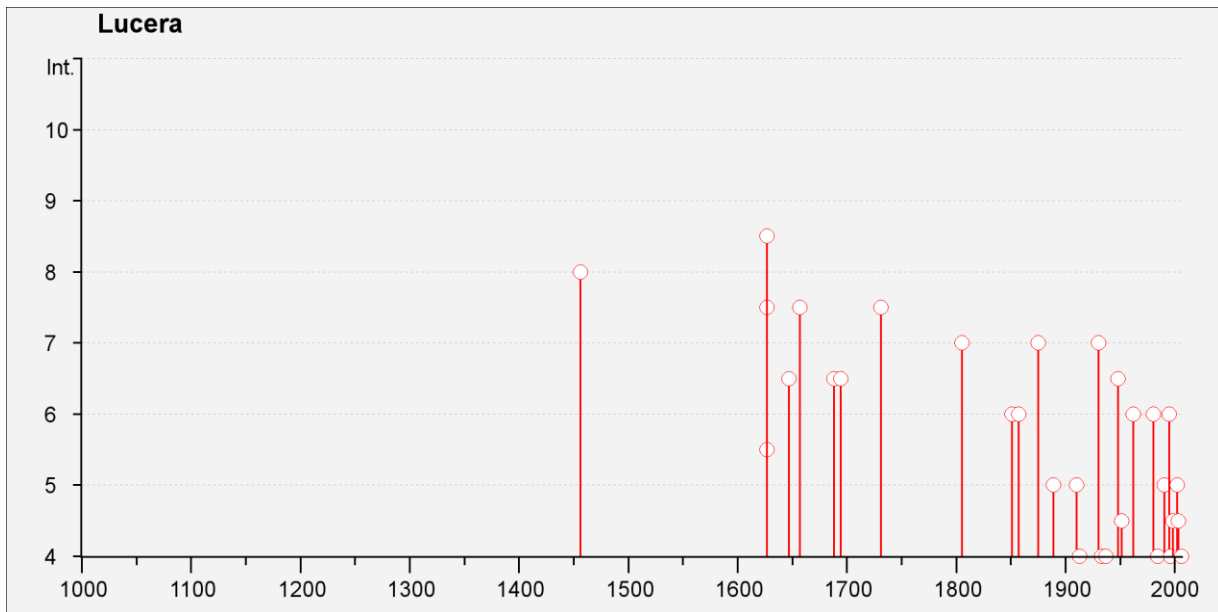
<i>CODICE ISTAT 2001</i>	<i>Classificazione 2003-2018</i>
<i>1607 1028</i>	<i>Zona 2</i>

L'area in oggetto è considerata prevalentemente a medio rischio sismico, per cui rientra in ***Zona 2.***

Ciò risulta dall'allegato (classificazione sismica dei comuni italiani) all'Ordinanza del P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 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", dal quale risulta che la l'area interessata è inserita in Zona Sismica 2 (medio Rischio) corrispondente ad un grado di sismicità pari a $S=9$, con coefficiente d'intensità sismica da adottare per tutte le opere d'ingegneria civile, pari a 0.07 (D.M. 7/3/81).



La proposta G.d.I. del 1998, la classificava di seconda categoria e, in seguito, con l'introduzione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri, del 20 marzo 2003 (n°3274), l'area è stata riclassificata, suddividendo il territorio nazionale in zone, con grado di pericolosità sismica decrescente (3). L'Ordinanza n°3274 definì per il **Comune di Lucera** i seguenti parametri:



La proposta G.d.l. del 1998, la classificava di seconda categoria e, in seguito, con l'introduzione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri, del 20 marzo 2003 (n°3274), l'area è stata riclassificata, suddividendo il territorio nazionale in zone, con grado di pericolosità sismica decrescente (3). L'Ordinanza n°3274 definì per il **Comune di Lucera** i seguenti parametri:

Codice ISTAT 2001	Classificazione 2003
160 71028	Zona 2

La correlazione tra le precedenti classificazioni e quella attuale è la seguente:

DECRETI FINO AL 1984 ⁽¹⁾	G D L 1998 ⁽²⁾	CLASSIFICAZIONE 2003 ⁽³⁾
S=12	Prima categoria	Zona 1
S=9	Seconda categoria	Zona 2
S=6	Terza categoria	Zona 3
non classificato	N.C.	Zona 4

⁽¹⁾ sismicità definita attraverso il grado di sismicità "S"; ⁽²⁾ proposta di riclassificazione dove si utilizzano "tre categorie sismiche" più una di Comuni Non Classificati (N.C.).

Ai sensi delle nuove normative in tema di classificazione sismica e di applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni, si dovrà fare riferimento al D.M. 14.09.2005 ed all'Ordinanza PCM 3519H (28/04/2006), ovvero al D.M. 17/01/2018.

Più in particolare, per l'area interessata dall'intervento, si dovranno tenere in considerazione, in fase di progettazione e di calcolo, valori dell'accelerazione sismica di riferimento compresi tra 0,150 e 0,175.

Lucera

PlaceID	IT_62194
Coordinate (lat, lon)	41.508, 15.335
Comune (ISTAT 2015)	Lucera
Provincia	Foggia
Regione	Puglia
Numero di eventi riportati	58

Effetti	In occasione del terremoto del	
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale
4	📄 1895 08 09 17 38 2	Adriatico centrale
8	📄 1456 12 05	Appennino centro-meridionale
6	📄 1857 12 16 21 15	Basilicata
3	📄 1905 09 08 01 43	Calabria centrale
7-8	📄 1627 07 30 10 50	Capitanata
5-6	📄 1627 08 07 16 40	Capitanata
8-9	📄 1627 09 06 15 50	Capitanata
7-8	📄 1657 01 29 02	Capitanata
6-7	📄 1647 05 05 12 30	Gargano
4-5	📄 1852 12 09 21 15	Gargano
7	📄 1875 12 06	Gargano
5	📄 1889 12 08	Gargano
NF	📄 1908 09 16 20 15	Gargano
6-7	📄 1948 08 18 21 12 2	Gargano
4-5	📄 1951 01 16 01 11	Gargano

3-4	 1954 10 26 02 25	Gargano
5	 1956 09 22 03 19 3	Gargano
3	 1962 01 19 05 01 2	Gargano
2	 1967 06 17 15 42 5	Gargano
6	 1975 06 19 10 11	Gargano
3	 1989 03 11 21 05	Gargano
6	 1995 09 30 10 14 3	Gargano
4	 2006 05 29 02 20 0	Gargano
NF	 1905 11 26	Irpinia
7	 1930 07 23 00 08	Irpinia
3	 1931 05 10 10 48 5	Irpinia
4	 1933 03 07 14 39	Irpinia
6-7	 1962 08 21 18 19	Irpinia
4	 1971 05 06 03 45 0	Irpinia
4	 1996 04 03 13 04 3	Irpinia
6-7	 1694 09 08 11 40	Irpinia-Basilicata
5	 1910 06 07 02 04	Irpinia-Basilicata
6	 1980 11 23 18 34 5	Irpinia-Basilicata
3	 1882 06 06 05 40	Isernino
3	 1892 06 06	Isole Tremiti
2	 1956 01 09 00 44	Materano
7	 1805 07 26 21	Molise
4	 1913 10 04 18 26	Molise
5	 2002 10 31 10 32 5	Molise
5	 2002 11 01 15 09 0	Molise
3-4	 2002 11 12 09 27 4	Molise
4	 2003 12 30 05 31 3	Molise
4	 1984 05 07 17 50	Monti della Meta

3	 1984 05 11 10 41 4	Monti della Meta
5	 1990 05 05 07 21 2	Potentino
3	 1991 05 26 12 25 5	Potentino
6-7	 1688 06 05 15 30	Sannio
F	 1702 03 14 05	Sannio-Irpinia
NF	 1997 03 19 23 10 5	Sannio-Matese
2-3	 1930 10 30 07 13	Senigallia
7-8	 1731 03 20 03	Tavoliere delle Puglie
5	 1905 08 18 04 07	Tavoliere delle Puglie
4	 1937 12 15 21 25	Tavoliere delle Puglie
4-5	 1996 11 10 23 23 1	Tavoliere delle Puglie
4-5	 2001 07 02 10 04 4	Tavoliere delle Puglie
2	 1984 04 29 05 02 5	Umbria settentrionale
NF	 1893 01 25	Vallo di Diano

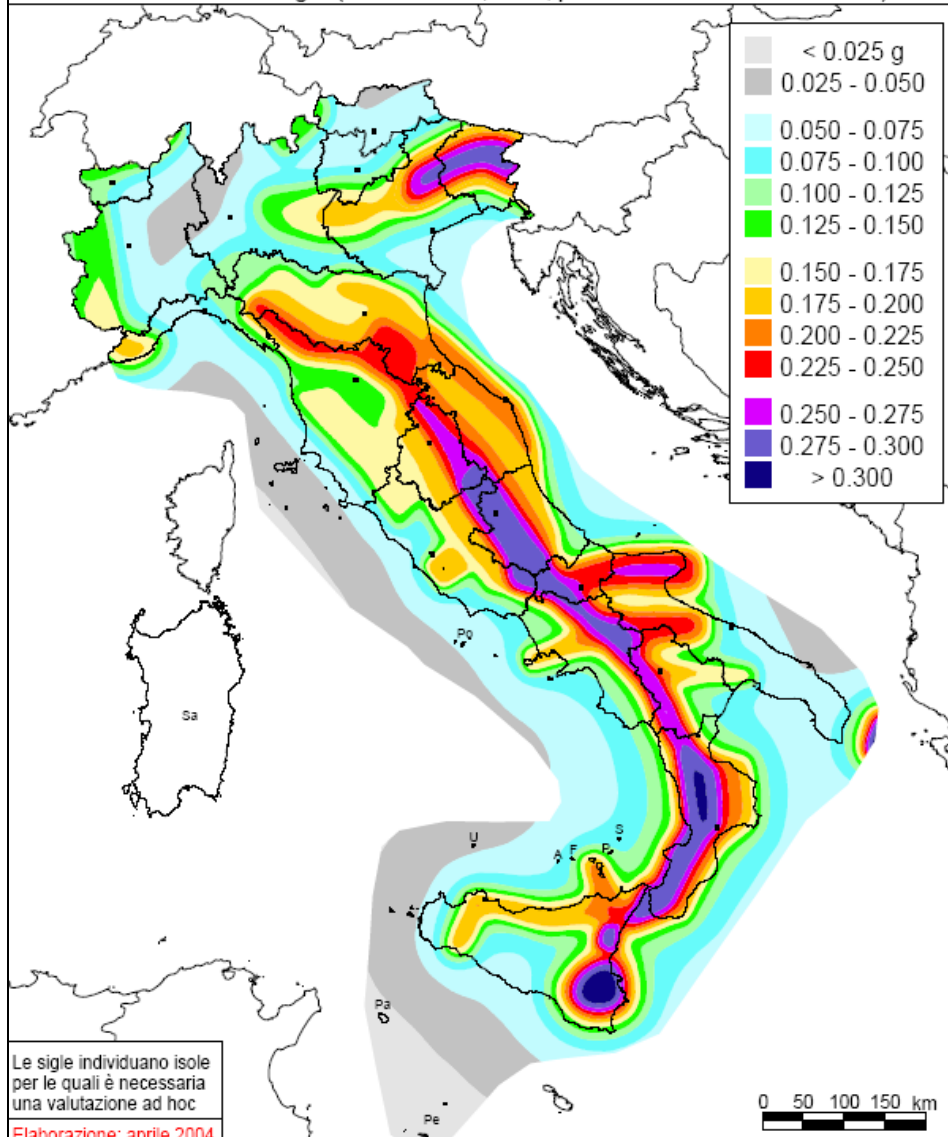


Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale - 84^{mo} percentile

(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)





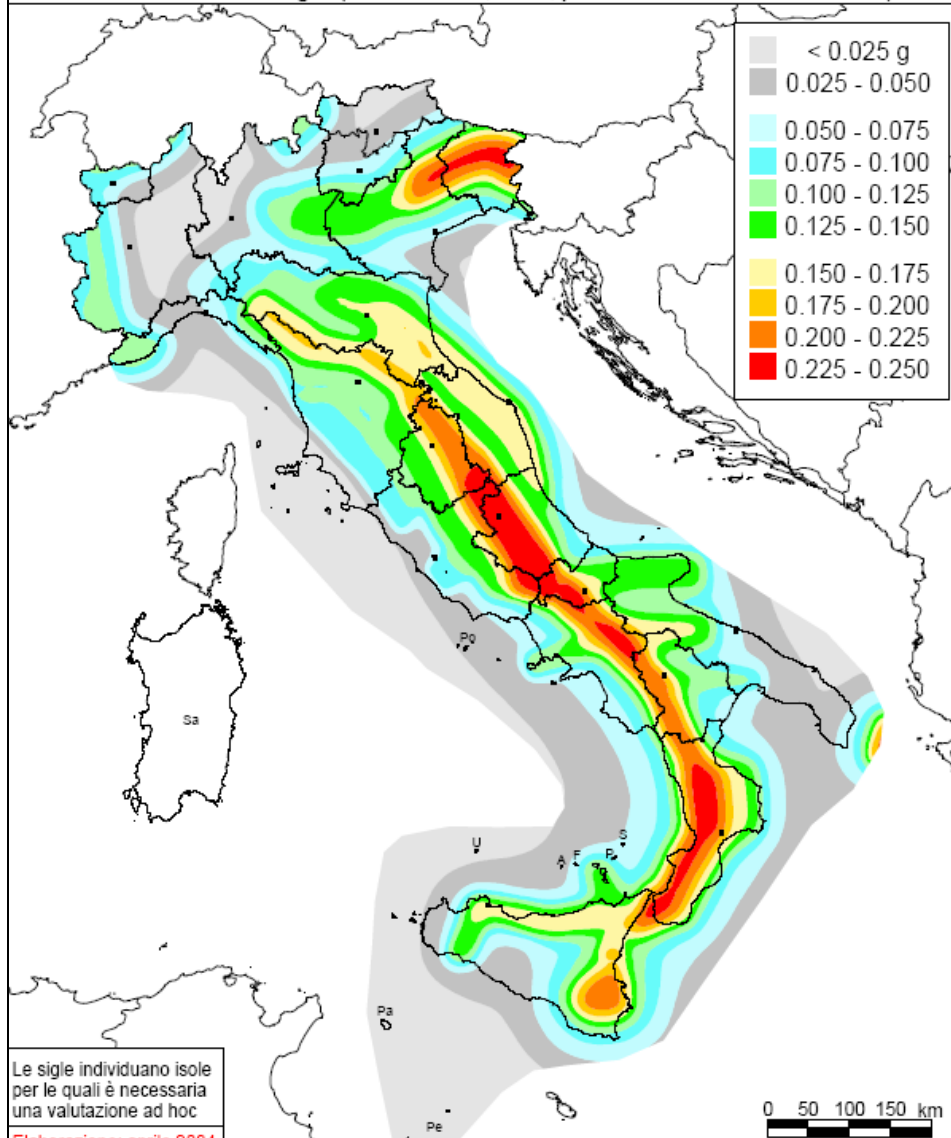
Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale - 16^{mo} percentile

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

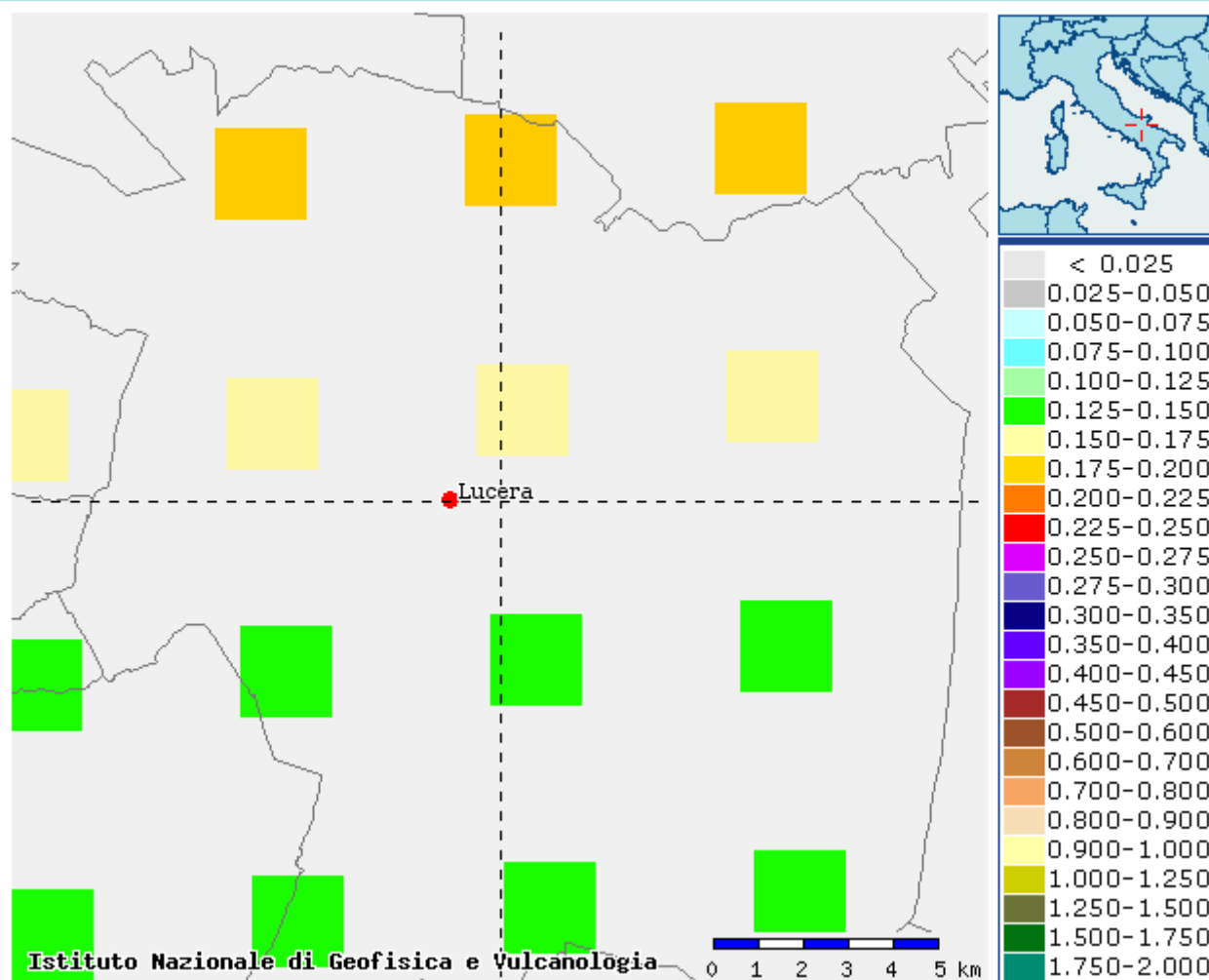
espressa in termini di accelerazione massima del suolo

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)



Mappe interattive di pericolosità



$a(g)$ all' 50° Percentile = 0.125 – 0.150

Il D.M. 14/01/2008 ha introdotto una nuova modalità di valutazione dell'intensità dell'azione sismica da tener conto nella fase di progettazione dei fabbricati, basata non più su una mappa sismica "classica" suddivisa in categorie o zone, bensì su un reticolo di riferimento, creato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, consultabile interattivamente sul sito web dell'I.N.G.V. La grande novità consiste nel non avere più delle aree perfettamente confinate; il nuovo sistema di mappatura suddivide infatti l'intero territorio nazionale in riquadri, di lato pari a 10 km, in cui a ciascun vertice, tramite un segnale colorato, è attribuito un valore di accelerazione sismica ag prevista sul suolo, definita come parametro dello scuotimento, da utilizzare come riferimento per la

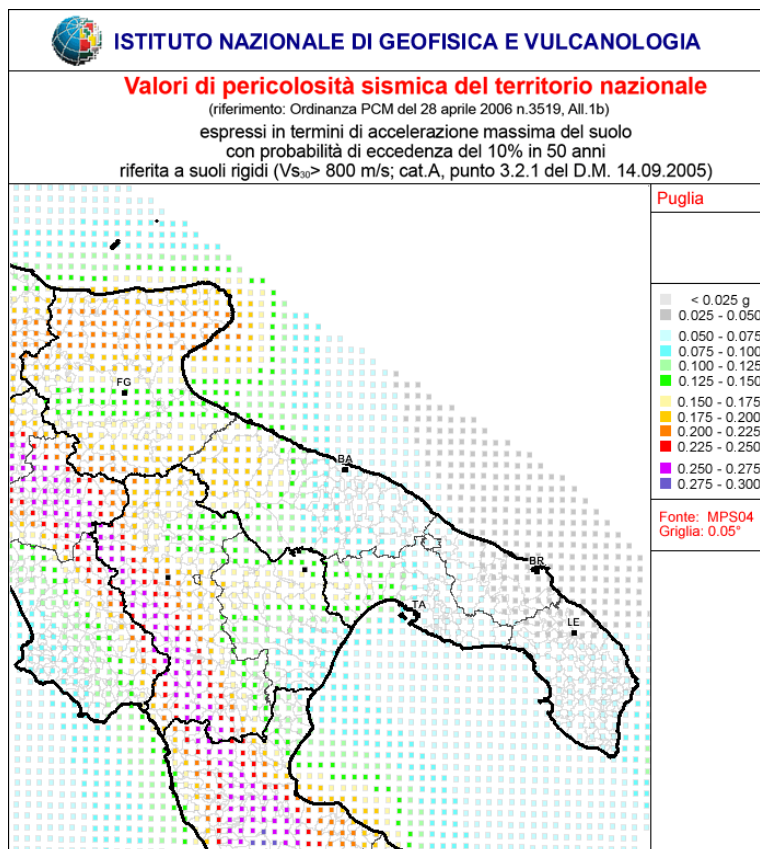
valutazione dell'effetto sismico da applicare all'opera di progetto, secondo le procedure indicate nello stesso Decreto Ministeriale.

Nell'immagine seguente è contenuta la rappresentazione sul reticolo di riferimento del particolare delle Regioni Puglia e Basilicata.

Nella figura s'individua immediatamente la suddivisione in riquadri del territorio, i segnali colorati posti sui vertici ed i relativi intervalli di valori di a_g . L'impiego del reticolo di riferimento consente una caratterizzazione sismica dei siti molto più dettagliata e particolareggiata che in passato, anche se costringe i progettisti, per la valutazione del valore di picco dell'accelerazione sismica, in primo luogo, ad accedere al reticolo tramite le coordinate (longitudine e latitudine) del punto ove è localizzata l'opera e, soprattutto, ad eseguire le previste procedure di interpolazione, visto che è alquanto improbabile che la struttura di progetto ricada precisamente su un vertice dei quadrati costituenti il reticolo.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

I



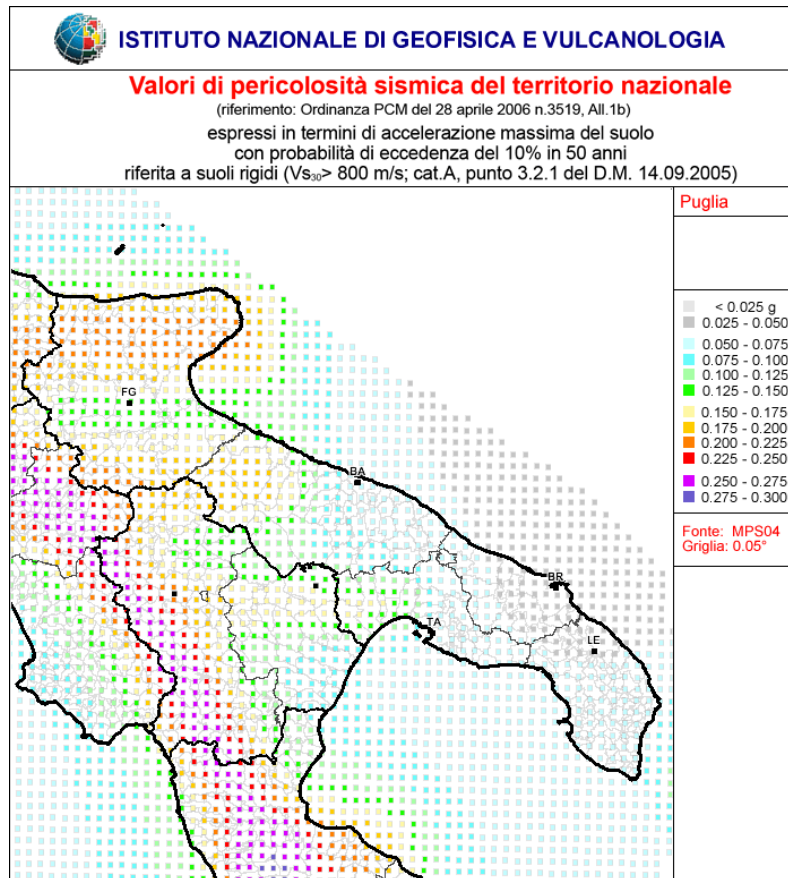
La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento VR. In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

Ai fini della normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g accelerazione orizzontale massima al sito;

Fo valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T^*C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento VR. In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

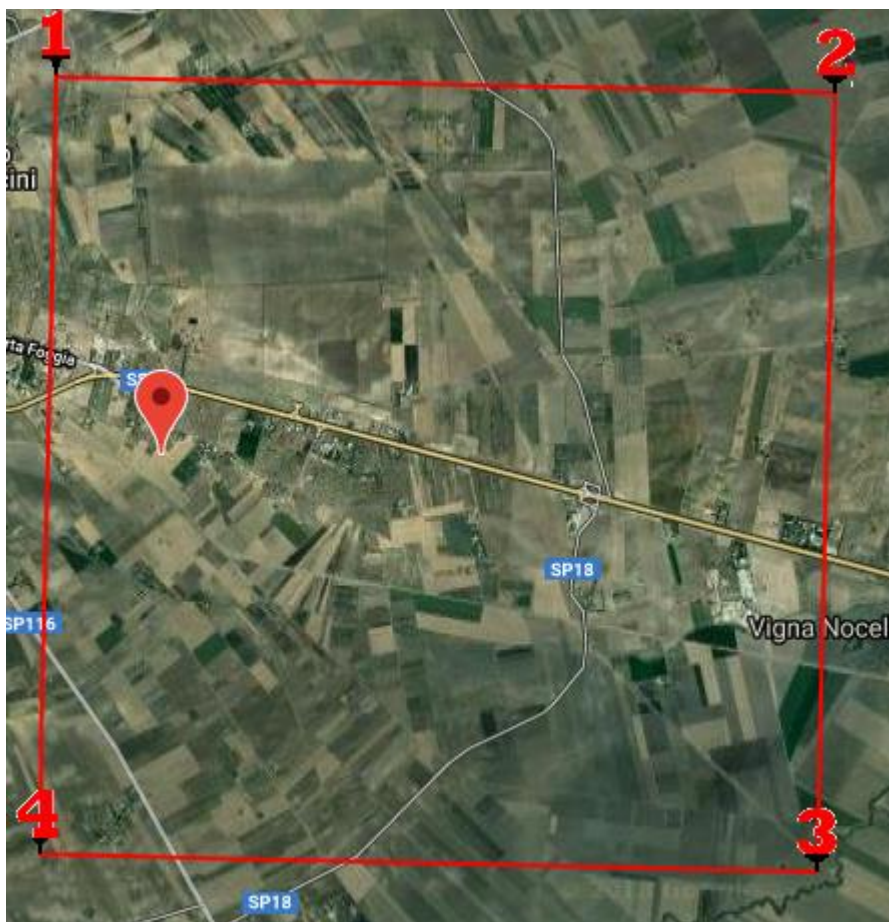
Ai fini della normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g accelerazione orizzontale massima al sito;

Fo valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T*C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

6. AZIONE SISMICA



L'azione sismica di progetto in base alla quale verificare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene valutata a partire da una “pericolosità sismica di base”, riferita ad un sito ideale, rigido e con superficie topografica orizzontale (categoria “A” delle NTC). L'azione sismica viene poi corretta per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali del sottosuolo e dalla morfologia della superficie topografica (Categoria di sottosuolo, coefficienti di amplificazione topografica e stratigrafica). Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale. categoria di sottosuolo e amplificazione topografica.

Il D.M. 14.01.2008 e il DM 17.01.2018 prevede inoltre che nei siti suscettibili di amplificazione topografica venga introdotto un coefficiente moltiplicativo ($S_t \geq 1$) per l'accelerazione massima orizzontale di progetto, che tenga conto di tale caratteristica morfologica.

<i>Categoria topografica</i>	<i>Caratteristiche della superficie topografica</i>	<i>S_T</i>
<i>T1</i>	<i>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$</i>	<i>1.0</i>
<i>T2</i>	<i>pendii con inclinazione media $> 15^\circ$</i>	<i>1.2</i>
<i>T3</i>	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media compresa tra i 15°÷30°</i>	<i>1.2</i>

In base alle NTA 2018 si riporta la tabella di riferimento relativa alle categorie di sottosuolo:

CATEGORIE SUOLI DI FONDAZIONE	
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 di 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine 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	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C e D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Tab. 3.2.VI - Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale

Categoria di sottosuolo	S_S	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1,0	0,05 s	0,15 s	1,0 s

Per tener conto delle condizioni topografiche, in assenza di specifiche analisi si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati in Tab. 3.2.V.

3.2.3.2.3 Spettro di risposta elastico in spostamento delle componenti orizzontali

Lo spettro di risposta elastico in spostamento delle componenti orizzontali $S_{De}(T)$ si ricava dalla corrispondente risposta in accelerazione $S_e(T)$ mediante la seguente espressione:

$$S_{De}(T) = S_e(T) \times \left(\frac{T}{2\pi} \right)^2 \quad [3.2.10]$$

purché il periodo proprio di vibrazione T non ecceda i valori T_E indicati in Tab. 3.2.VII.

Tab. 3.2.VII - Valori dei parametri T_E e T_F

Categoria sottosuolo	T_E [s]	T_F [s]
A	4,5	10,0
B	5,0	10,0
C, D, E	6,0	10,0



Ai fini della definizione delle azioni sismiche di progetto, in base alle indagini sismiche locali il sito risulta :

Suolo di classe “B”, definito dal Dm 17.01.2018 “

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s

7. IDROGEOLOGIA

La falda è localizzata nei materiali clastici alluvionali sovrastanti le argille grigio-azzurre del Pliocene superiore e del Calabriano. Tale sistema idrologico assume caratteri diversi a seconda delle caratteristiche giaciture e tessiture dei vari livelli (Cotecchia, 1957). La falda, quasi ovunque multistrato (fig. 6) è libera sia nelle zone alte, ove giace a 20-30 m sotto il p.c.

L'acquifero pliocenico risulta localizzato in corrispondenza dei livelli sabbioso-limosi intercalati ai depositi argillosi dell'unità delle argille grigio-azzurre plio-pleistoceniche. Le perforazioni, per lo sfruttamento di tali livelli, sono state spinte fino alla profondità di 500 m con risultati soddisfacenti, anche se spesso insorgono problemi di insabbiamento del pozzo e le portate sono modeste (2-3 l/s). Il livello statico è sempre a quota superiore al livello del mare e in qualche caso l'acqua trabocca dal pozzo per artesianità.

Idrologia superficiale

L'area di studio, data la sua morfologia prevalentemente di tipo vallivo e la natura geolitologica delle formazioni affioranti, costituita essenzialmente da sedimenti di natura alluvionale, ghiaie, sabbie e limi, sovrapposte a litotipi calcareo brecciosi e sabbioso argillosi, è definita da un reticolo idrografico superficiale gerarchizzato dalla presenza di due corsi d'acqua principali rappresentati dal Fortore che sfocia nel Mar Adriatico, con assi di scorrimento in direzione S-N. Dai versanti laterali convergono una serie di canali, a carattere saltuario, che costituiscono il reticolo di drenaggio della valle del Fortore.

Di importanza rilevante sono anche i torrenti che incidono in maniera importante le valli e che appartengono al bacino idrografico del lago di Lesina.

Acque sotterranee

L'acqua meteorica ricadente nel bacino di interesse, tra i più piovosi del tavoliere, in parte si infiltra occupando ed alimentando direttamente la falda superficiale (di modesta capacità) contenuta nelle formazioni sabbiose ed alluvionali terrazzate, in parte si concentra in piccoli fossi e scoline artificiali di drenaggio agricolo, confluendo presso le principali aste di drenaggio, attive queste ultime solo in caso di eventi meteorologici di importante consistenza pluviometrica.

L'infiltrazione e la circolazione delle acque sotterranee nelle formazioni alluvionali può avvenire esclusivamente in forma diffusa per porosità di interstizi, andando ad alimentare la falda più superficiale contenuta nei depositi alluvionali. La capacità idrica di questa falda superficiale è di modesta entità, tanto che fino a pochi anni orsono, alla fine di un ciclo particolarmente prolungato di siccità che ha interessato l'intero comprensorio del Tavoliere, questa falda risultava essere completamente scomparsa, mentre nell'ultimo decennio essa sembra aver ripreso la sua capacità a seguito di una inversione del ciclo meteorologico e di ricarica.

La superficie piezometrica della falda ricalca, attenuandolo, il profilo topografico, con cadente mediamente pari all'1 -1,5 %

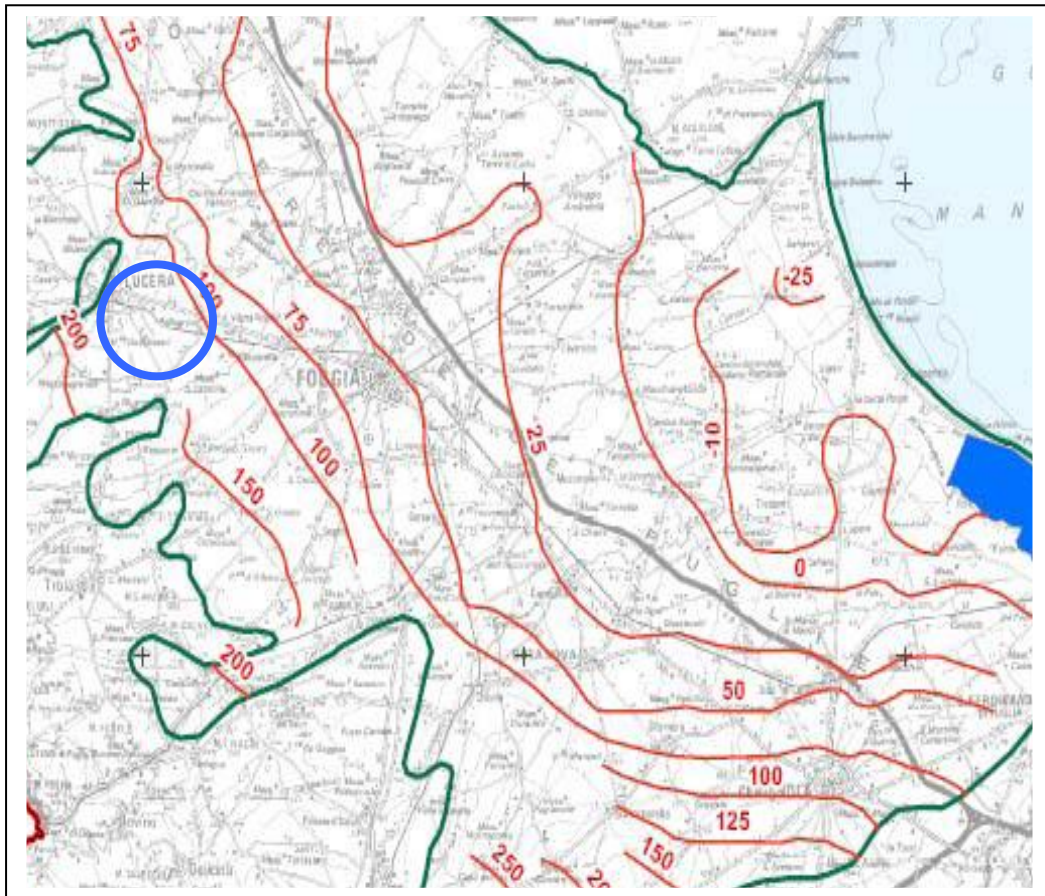


Figura Carta dei livelli piezometrici nella provincia di Foggia

I caratteri idrogeologici dei sedimenti rinvenuti nel sottosuolo dell'area presentano differenze legate alla natura litologica dei materiali e alla diversa struttura e tessitura dei litotipi. Per quanto riguarda l'orizzonte superficiale costituito da terreno ghiaioso, presenta permeabilità buona rispetto alle argille di base sottostanti ed è caratterizzato da una trasmissività e permeabilità medio alta con buona circolazione idrica. Il litotipo prevalentemente ghiaioso è quindi costituito anche da materiali granulometricamente eterogenei, e si rinviene fino alla profondità massima di 10/14 mt dal piano campagna, per cui la velocità di filtrazione delle acque varia da luogo a luogo all'interno del deposito, presenta un più alto grado di permeabilità.

TABELLA LIVELLI PIEZOMETRICI

Piezometri	Livello acqua p.c. (mt.)
Sond S5	-assente
Sond S1	- 18.0

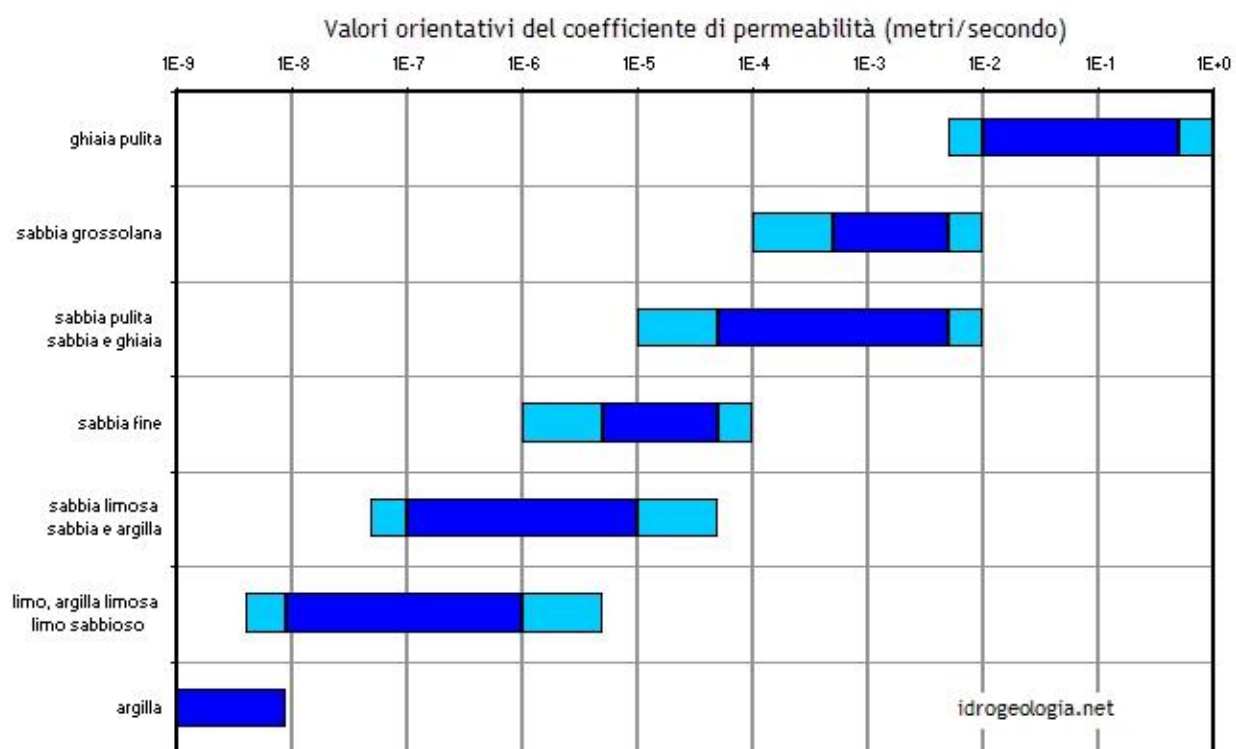


Fig. Valori orientativi del coefficiente di permeabilità orizzontale in metri/sec per terreni sciolti a granulometria decrescente dalle ghiaie alle argille

TIPO DI TERRENO	k (m/s)
Ghiaia pulita	$10^{-2} - 1$
Sabbia pulita, sabbia e ghiaia	$10^{-5} - 10^{-2}$
Sabbia molto fine	$10^{-6} - 10^{-4}$
Limo e sabbia argillosa	$10^{-9} - 10^{-5}$
Limo	$10^{-8} - 10^{-6}$
Argilla omogenea sotto falda	$< 10^{-9}$
Argilla sovraconsolidata fessurata	$10^{-8} - 10^{-4}$
Roccia non fessurata	$10^{-12} - 10^{-10}$

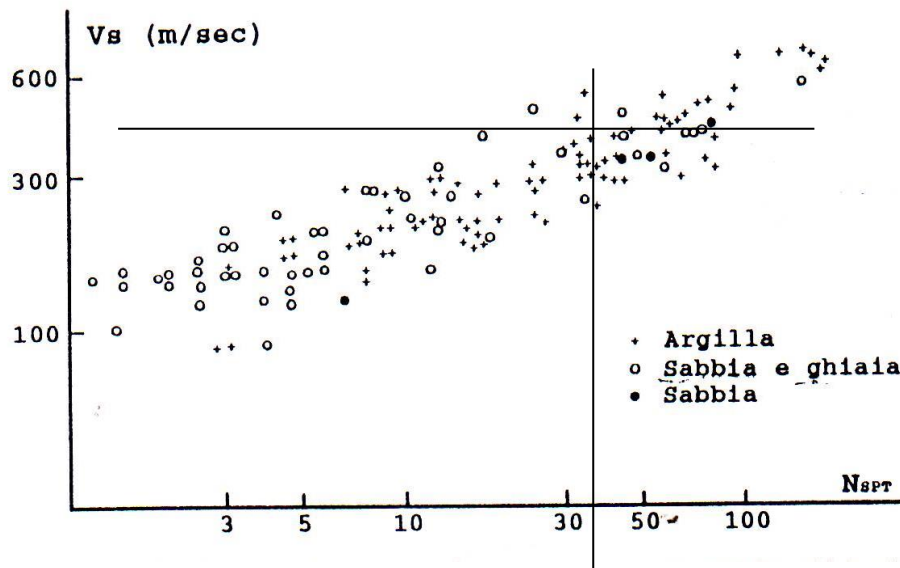
I valori riportati in colore blu rappresentano la fascia di variazione di permeabilità più usuale, mentre i valori riportati in colore azzurro indicano la fascia di variazione un po' più estrema. E' opportuno comunque precisare che il reale valore del coefficiente di permeabilità di uno specifico campione di terreno può anche essere esterno al campo di variabilità riportato in figura.

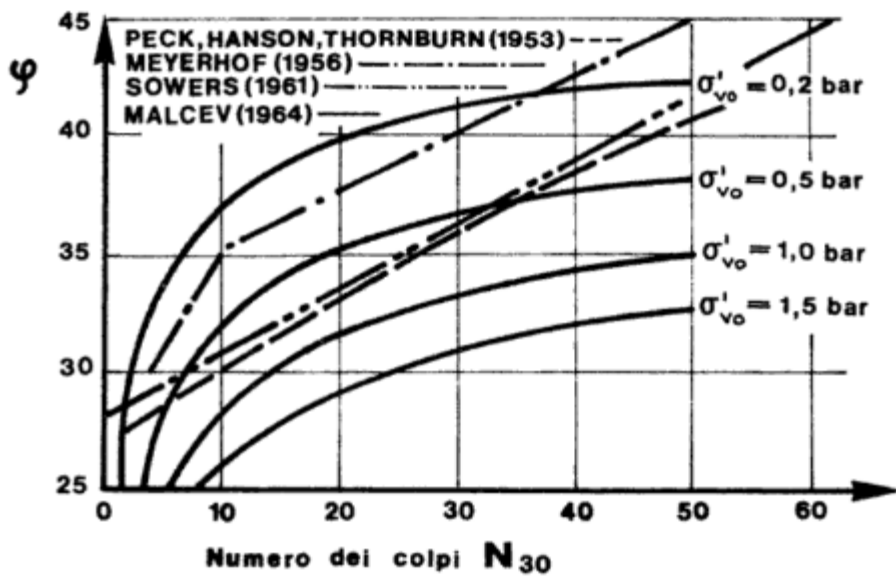
8. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Sul terreno sono stati riesaminati i sondaggi geognostici correlati con le prove di laboratorio pregresse ed alle prove sismiche Masw tali, da poterne dedurre la sezione stratigrafica, valutare la giacitura dei livelli, la loro potenza ed eventuali soluzioni di continuità

TABELLA 1

Correlazione tra V_s ed il numero di colpi N_{spt}
per argille, sabbie e ghiaie (da Mai e Yoshimura, 1975)

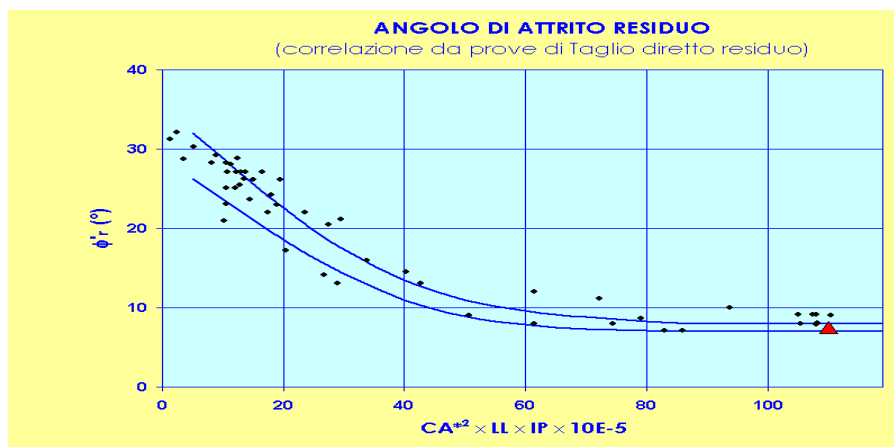




Angolo di attrito correlato al numero di colpi SPT (Schultze)

TABELLA 2

Correlazione tra angolo di attrito residuo e valore del LL – IP e CA*

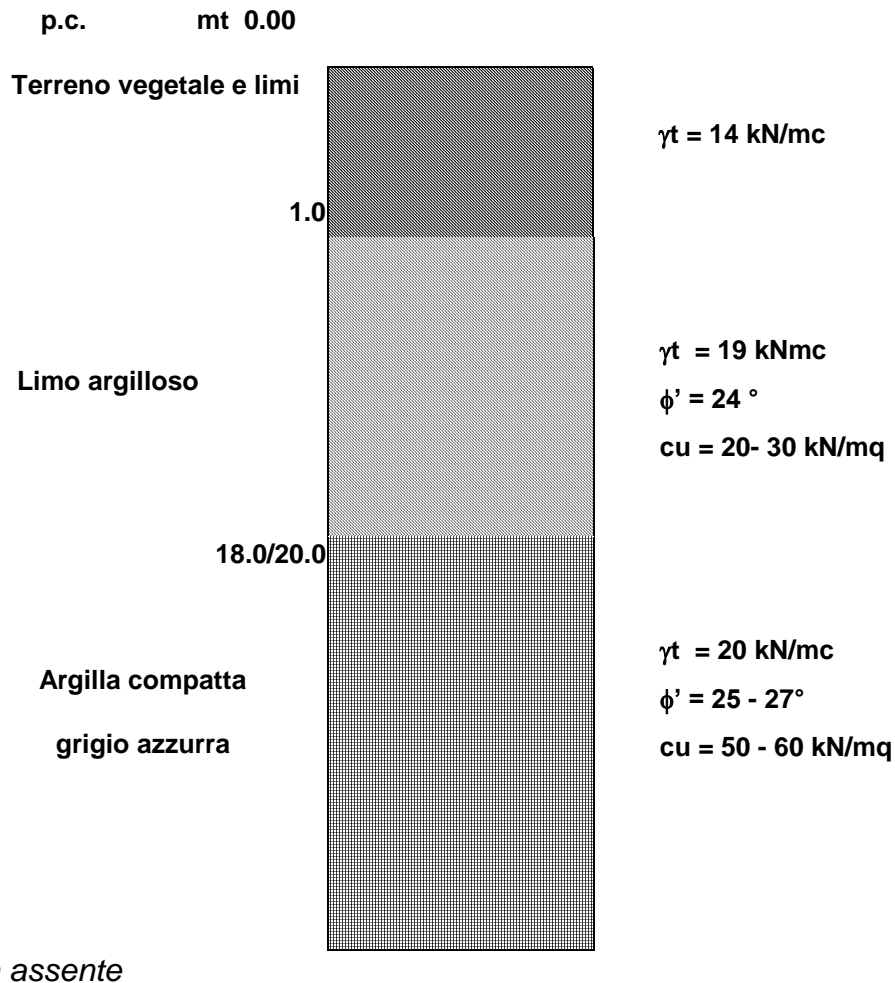


CA* (contenuto di argilla riferito al passante al vaglio N40 ASTM)

$$CALIP = CA^{*2} \times LL \times PI \times 10E-5$$

Collotta T. et al. [1989] - " A correlation between residual friction angle, gradation and the index properties of cohesive soils

SCHEMA GEO-STRATIGRAFICO Rif Sond. (torre 87) ZONA1

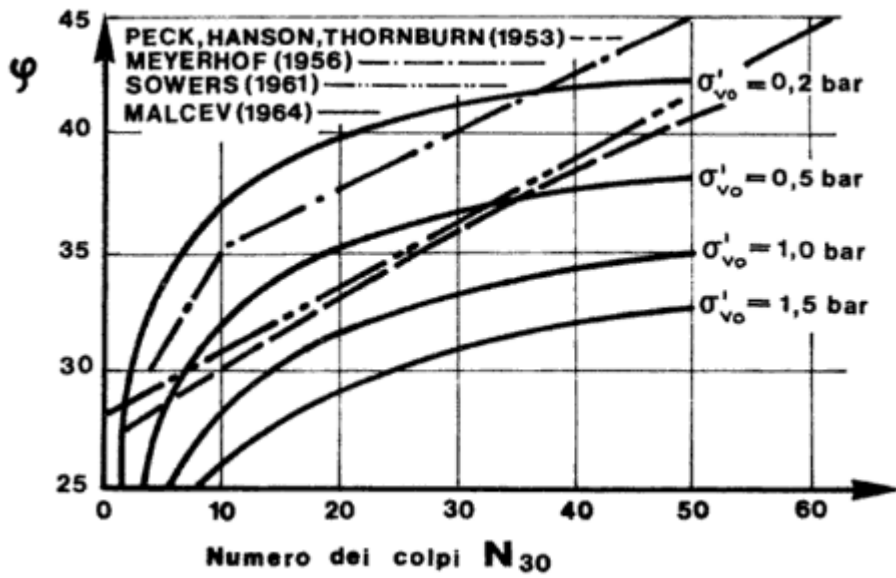
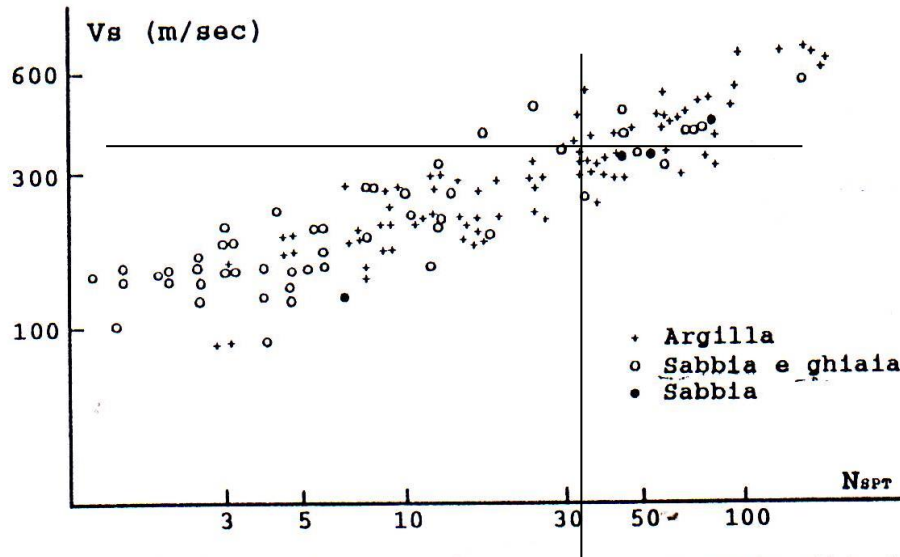


Suolo di classe "B", definito dal *DM 17.01-2008*): “

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s

TABELLA 1.1

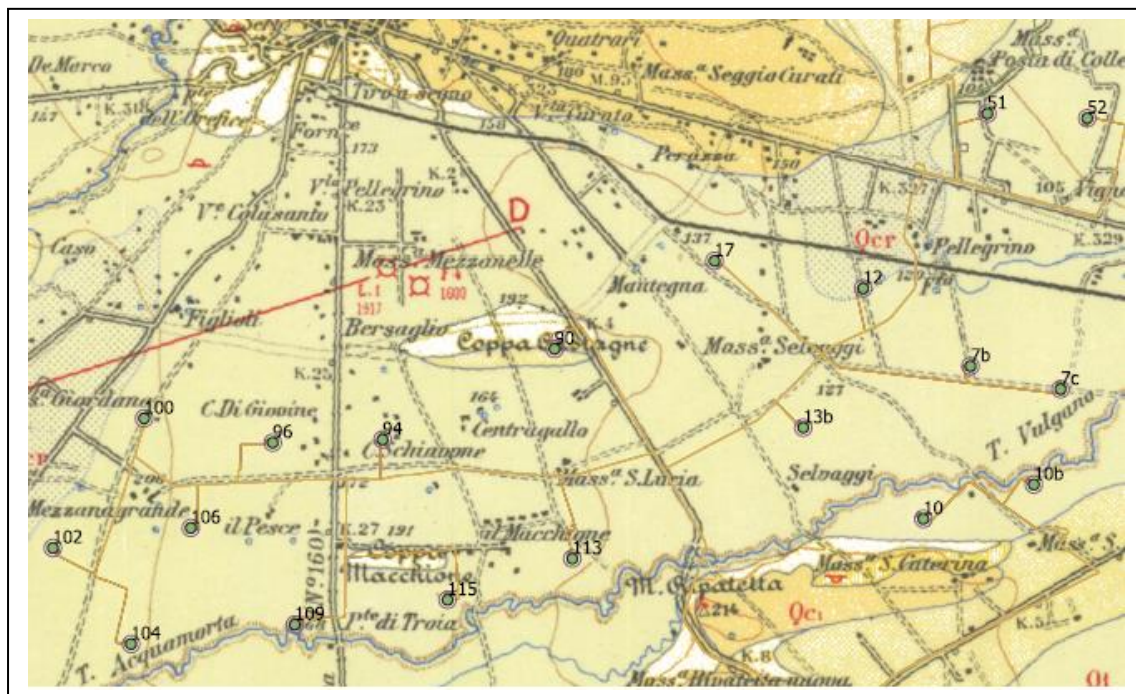
Correlazione tra V_s ed il numero di colpi N_{spt} per argille, sabbie e ghiaie (da Mai e Yoshimura, 1975)



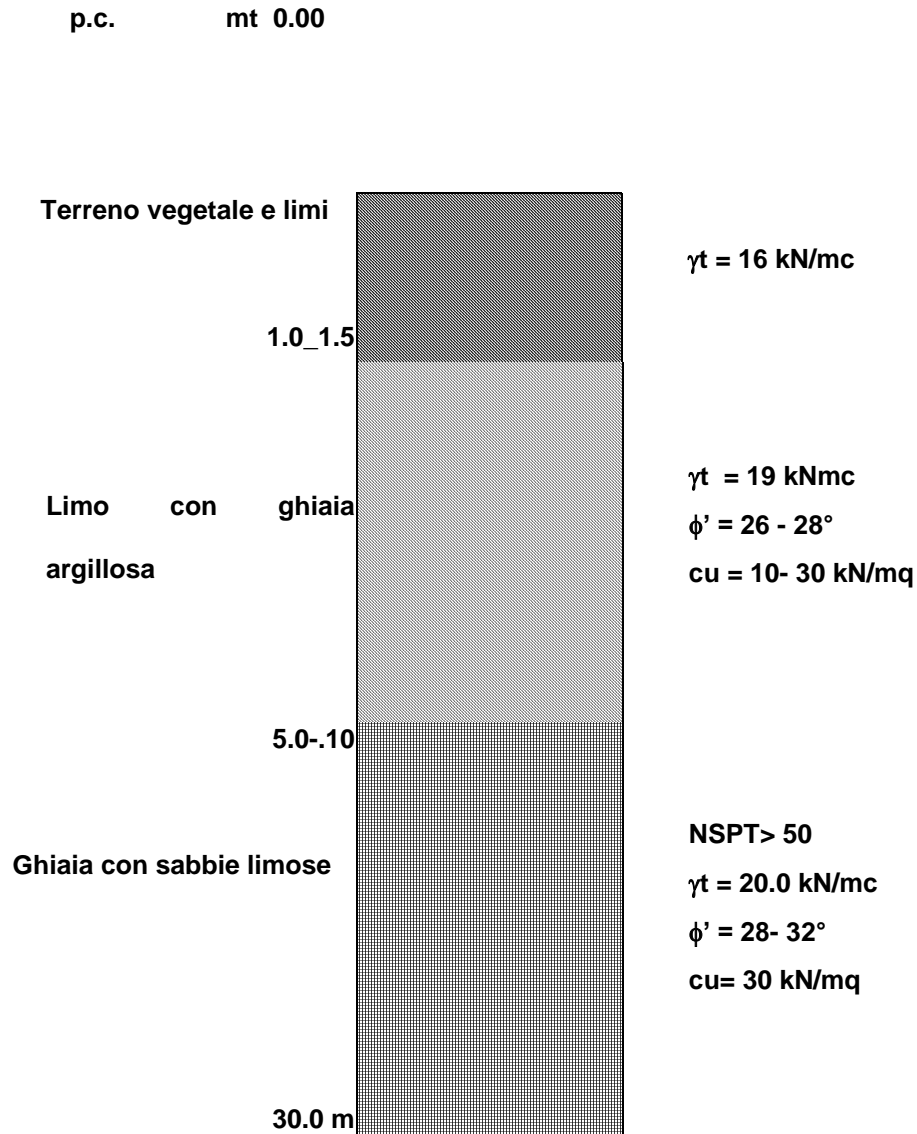
TAB 2 PARAMETRI GEOTECNICI PER LITOTIPI FONDAMENTALI Aree

Sond S4 -S3 (zona 2)

Litologia	Modulo edometrico E t/mq **	Angolo di attrito ϕ	Coesione non drenata kN /mq	Peso di volume γ_n kn/mc
Terreno vegetale	-----	14 -17°	===	14-16
Limo con ghiaia argillosa	1200	26-28°	10-30	19
Argille limo sabbiose	600	28 -32°	20-30	20



SCHEMA GEO-STRATIGRAFICO Rif. Sond. S4- S3

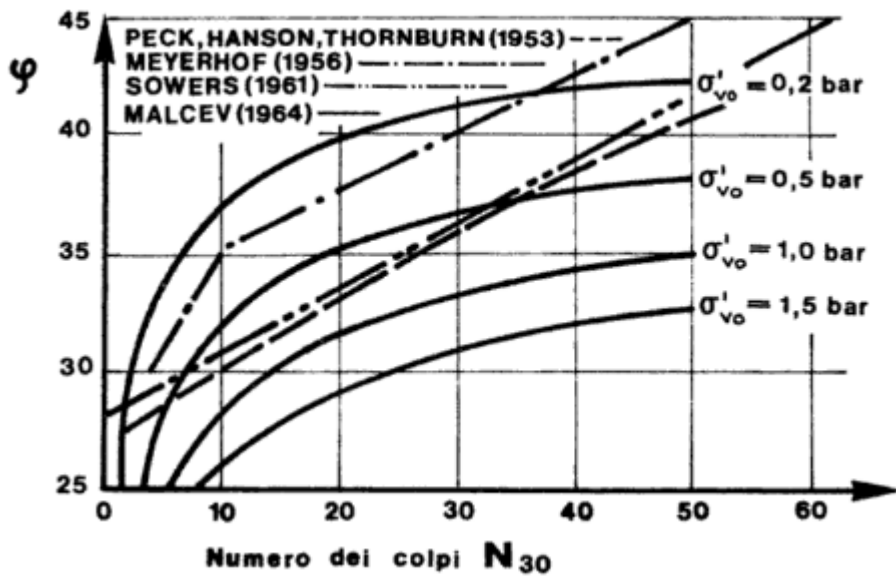
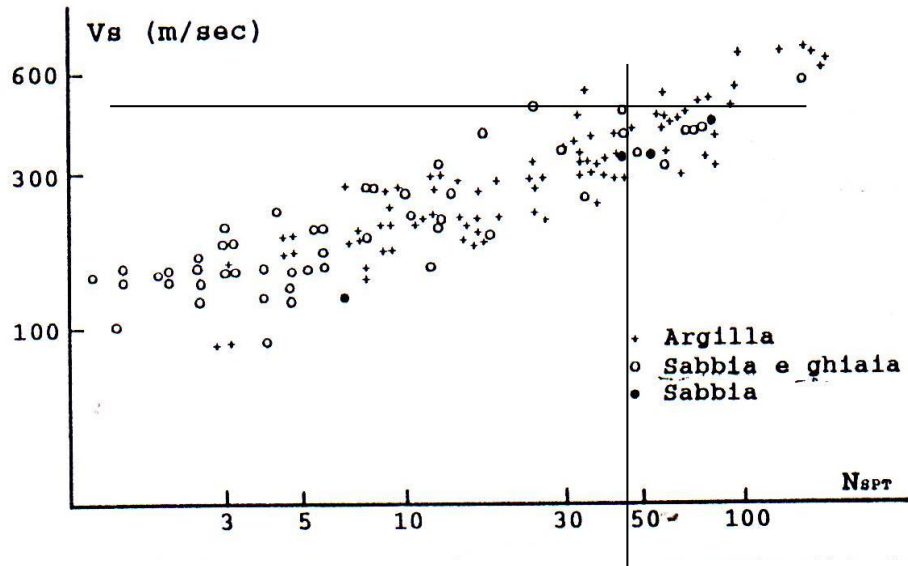


Suolo di classe "B", definito dal *DM 17.01-2008*): "

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s

TABELLA 2.1

Correlazione tra V_s ed il numero di colpi N_{spt}
per argille, sabbie e ghiaie (da Mai e Yoshimura, 1975)



8.1 CAMPAGNA INDAGINI GEOGNOSTICHE primavera - 2010 ed indagine geognostica e sismica integrativa 2022

A seguito dell'incarico conferito in conformità al programma delle indagini geognostiche, in base alle accessibilità dei siti sono stati attuati e forniti:

- *n°5 sondaggi meccanici, a rotazione e a carotaggio continuo, alla profondità di max di 30 m, per complessivi 140 m;*
- *n° 28 cassette catalogatrici per la conservazione delle carote;*
- *n° 15 prove penetrometriche dinamiche tipo SPT nei fori di sondaggio;*
- *n° 2 prelievi di campioni rimaneggiati e 2 indisturbati,*
- *n° 2 installazioni di piezometri a tubo aperto, alla profondità di 20 - 30 m, per complessivi 50 m;*
- *n° 3 profili sismici a rifrazione superficiale in onde P (BS1÷BS3) tutti di lunghezza pari a 75m;*
- *n. 3 profili MASW (MASW1- MASW2 - MASW 3)*
- *n° 2 analisi geotecniche di laboratorio.*

8.2 Sondaggi meccanici

Le perforazioni sono state eseguite adoperando perforatrice idraulica tipo MK1200, su carro cingolato, di costruzione C.M.V. (Venafro-Isernia), utilizzando acqua come fluido di circolazione. Le attrezzature di perforazione (aste, carotieri, rivestimenti, corone ecc.) adoperate sono della Nenzi - Boart Long Year (MI).

Sono state adoperate aste \varnothing 76 mm, della lunghezza 1000 e 3000 mm; carotieri semplici del diametro di 101 mm, lunghezza 1000 e 3000 mm; rivestimenti \varnothing 127 mm, lunghezza 1000 e 1500 mm.

Il materiale estratto, sistemato in *n°59 cassette catalogatrici* per la conservazione delle carote prelevate, è stato depositato, momentaneamente, in prossimità del boccaforo d'ogni sondaggio, nell'attesa della sistemazione definitiva in un locale di pertinenza del Comune.

Così come previsto dal programma d'indagini, i sondaggi sono stati eseguiti in corrispondenza dei punti indicati sullo stralcio planimetrico inviato dall'ing. M. Marseglia.

Tali variazioni si sono rese necessarie a causa delle notevoli difficoltà riscontrate nel raggiungere con le attrezzature alcuni punti da perforare, sia per l'assenza di strade, tratturi, mulattiere, sentieri, sia per la presenza d'ostacoli (canalette in c.a., opere in corso di realizzazione, fitta copertura boschiva), e soprattutto per la particolare configurazione morfologica dell'area d'indagine.

8.3 Prove penetrometriche

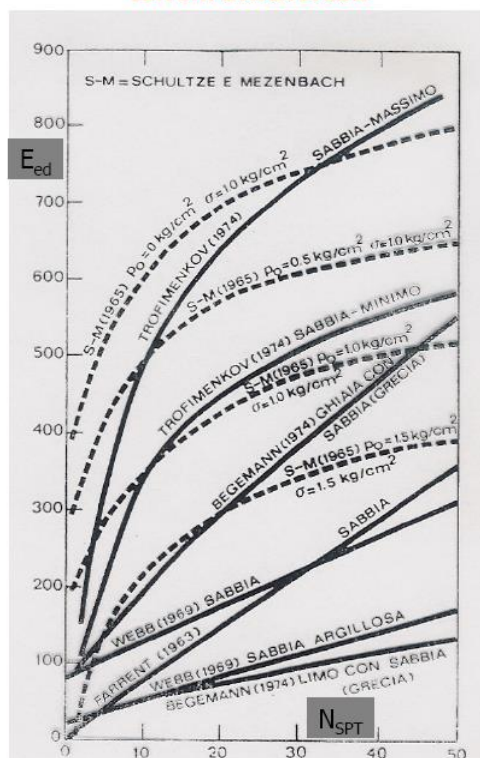
Nei fori di sondaggio sono state effettuate *22 prove penetrometriche dinamiche (S.P.T.)*, utilizzando attrezzatura standard della NENZI (MI), costituita da campionatore tipo Raymond (lung.711 mm, $\phi_e=50.8$ mm $\phi_i=34.9$ mm), dispositivo di guida e di sganciamento automatico del maglio, di peso 63.5 kg (+0.5 kg), con corsa a caduta libera di 0.76 m (+0.02 m). La percussione è stata effettuata secondo le modalità delle norme ASTM n° D 1586/67.

I risultati delle prove, riportati sulle stratigrafie dei sondaggi, hanno fornito i seguenti risultati della resistenza alla penetrazione (numero colpi/305 mm - N_{SPT}), necessari alla penetrazione utile di 30.48 cm, misurati separatamente per tratti 15.24 cm, ciascuno d'approfondimento. Sono inoltre riportati, i valori di consistenza la tabella di correlazione N_{spt} Ed.

TABELLA PROVE PENETROMETRICHE

SON D. (n°)	POSIZ.	PROF. (m)	N _{SPT} (colpi/piede)	Consistenza
	S1	2.5	(18;)	Media
	S1	9.0	(35)	Dura
	S1	14.0	(41)	Dura
	S2	4,0	(29)	Consistente
	S2	9.0	(35)	Dura
	S2	15.0	(40)	Dura
	S3	3.5	(32;24; Rif)	Dura
	S3	9.0	(37)	Molto Cons.
	S3	15.0	(23; 34; rif)	Dura
	S4	5.0	(38; Rif)	Dura
	S4	9.0	(42; Rif)	Dura
	S5	2.5	(30)	Consistente
	S5	5.5	(36)	Molto consis.
	S5	15.0	42	Dura

Esempi di correlazioni tra N_{SPT} e proprietà dei terreni attraversati



8.4 Prelievo campioni

Durante le operazioni di sondaggio, compatibilmente alla natura dei terreni, sono stati effettuati alcuni tentativi di prelievo campioni indisturbati, mediante campionatore a pareti sottili tipo *Shelby*.

La presenza, nella parte superficiale di depositi argillosi e limosi molto superficiali (con all'interno inclusi ghiaiosi centimetrici e decimetrici), e l'elevata consistenza dei suoli incoerenti sottostanti (depositi prevalentemente sabbioso-ghiaiosi con intercalati livelli limosi, resistenza con vane test tascabile $>200 \text{ KN/m}^2 = 2.0 \text{ kg/cm}^2$), non ha consentito l'infissione parziale in molti casi nel terreno della fustella, perciò si è proceduto, laddove necessario, all'immediata conservazione, di porzioni di carote appena estratte, in buste di plastica opportunamente sigillate con nastro adesivo.

Sono stati pertanto prelevati i seguenti *campioni disturbati*:

Sondaggi o (n°)	Posizione	Campione (sigla)	Profondità (m)
	S1	S1C1	7.5
	S1	S1 c2	10.0

8.5 Installazione piezometri

I fori di sondaggio S5 e S1 sono stati attrezzati con piezometro a tubo aperto, della lunghezza complessiva di 40 m, utilizzando tubi in PVC, macrofessurati, del diametro 60 mm. La parte iniziale del foro è stata isolata mediante la creazione di un tappo impermeabile ottenuto con miscela di bentonite e cemento. Il boccaforo è stato protetto con chiusino e lucchetto. Al termine delle perforazioni, anche dove non sono stati posti i piezometri, atteso un tempo sufficiente per il ristabilirsi delle condizioni d'equilibrio idrico sotterraneo, è stato misurato il livello piezometrico della falda idrica sotterranea.

Le letture, effettuate con freatimetro elettrico munito d'avvisatore acustico (OTR), in basso, sono riportate nella seguente tabella:

Piezometro (n°)	Posizione	Quota (m s.l.m)	profondità (m)
1	S1	124	19
	S2	113	18.5
	S3	118	14
	S4	120	17
2	S5 (nuovo sond.)	135	assente

Nb i sondaggi S1- S2- S3 – S4 sono stati realizzati in una campagna geognostica antecedente – anni 2010- 2012.

Così come prevedibile, data la natura dei litotipi presenti nel sottosuolo dell'area indagata, non è stato rinvenuto un unico livello idrico ma l'acqua scorre nel sottosuolo lì dove trova vie preferenziali di deflusso in corrispondenza dei termini a maggiore permeabilità.

Per quanto riguarda la prospezione sismica, si rimanda alle tavole allegata alla presente.

8.6 Prove geotecniche di laboratorio

Sui campioni disturbati, sono state effettuate, in ossequio alle normative vigenti (A.S.T.M., U.N.I., A.A.S.H.T.O, C.N.R. e B.S.), n° 2 analisi granulometriche per setacciatura e sedimentazione e prove per limiti di Atterberg, peso specifico

dei grani, peso unitario secco, contenuto naturale di acqua, indice dei vuoti, grado di saturazione. I risultati ottenuti sono riportati in grafici e tabelle allegate alla presente ; n 1 prova di taglio diretto ; 1 prova ELL (espanione laterale libera) prove eseguite precedentemente nella 1 campagna geognostica.

9. CARATTERIZZAZIONE MORFOLOGICA DELL'AREA

La morfologia, della zona in esame è generalmente livemente collinare e pianeggiante, con quote oscillanti tra 80 circa 200 mt s.lm., e si presenta più acclive e con le quote più elevate nelle zone di affioramento dei depositi sabbioso argilloso pleistocenici a ridosso delle aree designate come Pg1 (torre 87). Le pendenze media in alcune zone dell'area in esame supera non superano il 2 -3%.

In riferimento allo studio svolto, risulta nella zona in esame che le pendenze medie ricavate secondo la seguente formulazione sono :

$$p\% = (h/l) \times 100$$


dove:

pendenza espressa in valori percentuali;

dislivello tra le isoipse;

distanza orizzontale tra le isoipse.

In base alle pendenze si possono avere le seguenti classi di acclività:

	1^ classe	0-5% pendenza da nulla a molto debole
	2^ classe	5-15% pendenza debole
	3^ classe	15-30% pendenza media
	4^ classe	30-50% pendenza elevata
	5^ classe	> 50% pendenza molto elevata

nel nostro caso le pendenze medie sono inferiori al 3 % in prossimità della torre 87 da realizzare

10. VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO TORRE 87

Metodo: SARMA HOEK

Questo metodo di analisi, pubblicato originariamente da Sarma (1979) e quindi modificato da Hoek (1981, 1983, 1987), è basato sulla ricerca delle condizioni di equilibrio limite e può essere utilizzato per determinare le condizioni di stabilità di pendii con varie geometrie del pendio e delle stratificazioni, attraverso il calcolo del fattore di sicurezza di superfici di scivolamento definite arbitrariamente.

Il fattore di sicurezza (FS) coincide con il valore che assume (PR), un parametro riduttivo delle caratteristiche geotecniche reattive (tangente dell'angolo d'attrito e coesione) quando esso porta all'annullamento dell'accelerazione critica.

L'accelerazione critica è così definita: $k_c = AE/PE$

dove, essendo n il numero dei concio:

$$AE = a_n + a_{n-1}e_n + a_{n-2}e_n e_{n-1} + \dots + a_1 e_n e_{n-2} \dots e_3 e_2$$

$$PE = p_n + p_{n-1}e_n + p_{n-2}e_n e_{n-1} + \dots + p_1 e_n e_{n-1} \dots e_3 e_2$$

$$a_i = q_i [(w_i + tv_i) \sin(\phi_{bi} - \alpha_i) - th_i \cos(\phi_{bi} - \alpha_i)] + r_i \cos(\phi_{bi}) + s_{i+1} \sin(\phi_{bi} - \alpha_i - \delta_{i+1}) - s_i \sin(\phi_{bi} - \alpha_i - \delta_i)]$$

$$p_i = q_i w_i \cos(\phi_{bi} - \alpha_i)$$

$$e_i = q_i [\cos(\phi_{bi} - \alpha_i + \phi_{si} - \delta_i) / \cos(\phi_{si})]$$

$$q_i = \cos(\phi_{si+1}) / \cos(\phi_{bi} - \alpha_i + \phi_{si+1} - \delta_{i+1})$$

$$s_i = c_{si} d_i - pw_i \tan(\phi_{si})$$

$$s_{i+1} = c_{si+1} d_{i+1} - pw_{i+1} \tan(\phi_{si+1})$$

$$r_i = c_{bi} b_i / \cos(\alpha_i) - u_i \tan(\phi_{bi})$$

essendo ancora, per l'i-esimo concio:

w_i - peso;

d_i , δ_i - lunghezza ed inclinazione del lato;

b_i , α_i - larghezza ed inclinazione della base;

c_{bi} , ϕ_{bi} - coesione ed angolo di attrito di base;

c_{si} , ϕ_{si} - coesione ed angolo di attrito laterale;

u_i - spinta idraulica normale lungo la base;

pw_i - spinta idraulica normale lungo il lato;

tv_i , th_i - forze esterne verticale ed orizzontale

I parametri geotecnici, nel caso di terreni stratificati, vengono definiti come media pesata rispetto alle lunghezze interessate della coesione e della tangente dell'angolo di attrito.

Nel calcolo si è tenuto conto in rif alle NCT 2018

La valutazione del coefficiente di sicurezza dei pendii naturali, espresso dal rapporto tra la resistenza al taglio disponibile (τ_f) e la tensione di taglio agente (τ) lungo la superficie di scorrimento, deve essere eseguita impiegando sia i parametri geotecnici, congruenti con i caratteri del cinematiso atteso o accertato, sia le azioni presi con il loro valore caratteristico. L'adeguatezza del margine di sicurezza ritenuto accettabile dal progettista deve comunque essere giustificata sulla base del livello di conoscenze raggiunto, dell'affidabilità dei dati disponibili e del modello di calcolo adottato in relazione alla complessità geologica e geotecnica, nonché sulla base delle conseguenze di un'eventuale frana."

La valutazione della sicurezza viene quindi effettuata confrontando la **resistenza di progetto R_d** , valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e alle grandezze geometriche interessate, con il valore di progetto E_d delle azioni, valutato in base ai valori di progetto delle azioni (indicata nel capitolo 2.3 delle NTC2018). La condizione da verificare è la seguente:

$$R_d \geq E_d$$

In questo caso sia ai parametri caratteristici dei parametri fisico meccanici, che a quelli delle azioni, vengono applicati dei **coefficienti parziali di sicurezza** calcolati in relazione

- al tipo di azione
- alla vita nominale della struttura (1)
- alla sua classe d'uso (2)

La verifica $R_d \geq E_d$ deve essere effettuata, secondo le nuove norme, impiegando diverse combinazioni di gruppi di tali coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze globali (R1, R2 e R3).

I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono poi scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti, e/o alternativi, ovvero:

Nell'Approccio 1, le verifiche si conducono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (γ_F), per la resistenza dei materiali (γ_M) e, eventualmente, per la resistenza globale del sistema (γ_R). Nella Combinazione 1 dell'Approccio 1, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1 della Tabella 2.6.I. Nella Combinazione 2 dell'Approccio 1, si impiegano invece i coefficienti γ_F riportati nella colonna A2. In tutti i casi, sia nei confronti del dimensionamento strutturale, sia per quello geotecnico, si deve utilizzare la combinazione più gravosa fra le due precedenti.

Nell'Approccio 2 si impiega un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le Azioni (γ_F), per la resistenza dei materiali (γ_M) e, eventualmente, per la resistenza globale (γ_R).

In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1.

Per le verifiche di stabilità è stato utilizzato l'Approccio 1- Combinazione 2 (A2+M2+R2), con R2 = 1.1.

I coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni sono mostrati nella figura seguente (tabella 2.6.I- NTC2018):

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		γ_F			
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	γ_ϕ	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

VERIFICA DI STABILITA' SEZ A B TORRE 87

sez stabilita AB senza sovraccarichi (ante operam)

PIANO DI CAMPAGNA

PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°] 21

Coesione [kN/m²] 25

Peso di volume [kN/m³] 19

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0	0
2	170	5
3	320	10
4	490	15
5	660	20
6	710	25

SUPERFICIE FALDA

Falda ass.

DISCONTINUITA' n. 1

PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°] 23

Coesione [kN/m²] 40

Peso di volume [kN/m³] 20

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0	-18
2	170	-7
3	320	-8
4	490	-3
5	660	2
6	710	7

COMPONENTI SISMICHE

Componente sismica applicata

SOVRACCARICHI APPLICATI

Progressiva [m] Carico [kN/m²]

230 0

300 0

SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO

TIPOLOGIA SUPERFICI: CIRCOLARI PASSANTI PER DUE PUNTI

DESCRIZIONE MAGLIA DEI CENTRI

Numero superfici 30

Ascissa primo punto [m] 0

Ordinata primo punto [m] 0

Ascissa secondo punto [m] 325

Ordinata secondo punto [m] 12

RISULTATI DEL CALCOLO

N.	Asc.	Ord.	FS
1	69.21	2532.55	3.62
2	116.00	1265.36	2.30
3	131.66	841.22	2.11
4	139.54	627.85	2.04
5	144.30	498.78	2.01
6	147.51	411.87	1.98
7	149.83	349.04	1.98
8	151.60	301.26	1.99
9	152.99	263.53	2.00

10	154.13	232.81	2.05
11	155.07	207.21	2.10
12	155.87	185.44	2.15
13	156.57	166.62	2.20
14	157.18	150.11	2.27
15	157.72	135.46	2.35
16	158.21	122.31	2.43
17	158.65	110.40	2.52
18	159.05	99.53	2.62
19	159.42	89.52	2.72
20	159.76	80.25	2.86
21	160.08	71.62	2.98
22	160.38	63.54	3.12
23	160.66	55.93	3.28
24	160.92	48.74	3.45
25	161.17	41.91	3.64
26	161.41	35.41	3.87
27	161.64	29.20	4.14
28	161.86	23.24	4.51
29	162.07	17.52	>5
30	162.28	12.00	3.95

LEGENDA

CODICE DESCRIZIONE

N. Numero superficie

Asc. Ascissa del centro [m]

Ord. Ordinata del centro [m]

FS Fattore di sicurezza

VERIFICA DI STABILITA' SEZ A B torre 87

VERIFICA DI STABILITA' con sovraccarichi applicati ed opere eseguite

Sez stabilità AB

PIANO DI CAMPAGNA

PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°] 21

Coesione [kN/m²] 25

Peso di volume [kN/m³] 19

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0	0
2	170	5
3	320	10
4	490	15
5	660	20
6	710	25

SUPERFICIE FALDA

Falda assente

DISCONTINUITA' n. 1

PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°] 23

Coesione [kN/m²] 40

Peso di volume [kN/m³] 20

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0	-18
2	170	-7
3	320	-8
4	490	-3
5	660	2
6	710	7

COMPONENTI SISMICHE

Componente sismica applicata

SOVRACCARICHI APPLICATI

Progressiva [m] Carico [kN/m²]

230 200

300 200

SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO

TIPOLOGIA SUPERFICI: CIRCOLARI PASSANTI PER DUE PUNTI

DESCRIZIONE MAGLIA DEI CENTRI

Numero superfici 30

Ascissa primo punto [m] 0

Ordinata primo punto [m] 0

Ascissa secondo punto [m] 325

Ordinata secondo punto [m] 12

RISULTATI DEL CALCOLO

N.	Asc.	Ord.	FS
1	69.21	2532.55	3.90
2	116.00	1265.36	2.45
3	131.66	841.22	2.15
4	139.54	627.85	2.03
5	144.30	498.78	1.98
6	147.51	411.87	1.92

7	149.83	349.04	1.92
8	151.60	301.26	1.92
9	152.99	263.53	1.93
10	154.13	232.81	1.96
11	155.07	207.21	2.00
12	155.87	185.44	2.04
13	156.57	166.62	2.10
14	157.18	150.11	2.16
15	157.72	135.46	2.23
16	158.21	122.31	2.30
17	158.65	110.40	2.39
18	159.05	99.53	2.49
19	159.42	89.52	2.58
20	159.76	80.25	2.72
21	160.08	71.62	2.84
22	160.38	63.54	2.97
23	160.66	55.93	3.13
24	160.92	48.74	3.29
25	161.17	41.91	3.49
26	161.41	35.41	3.72
27	161.64	29.20	4.00
28	161.86	23.24	4.38
29	162.07	17.52	4.92

30	162.28	12.00	3.87
----	--------	-------	------

LEGENDA

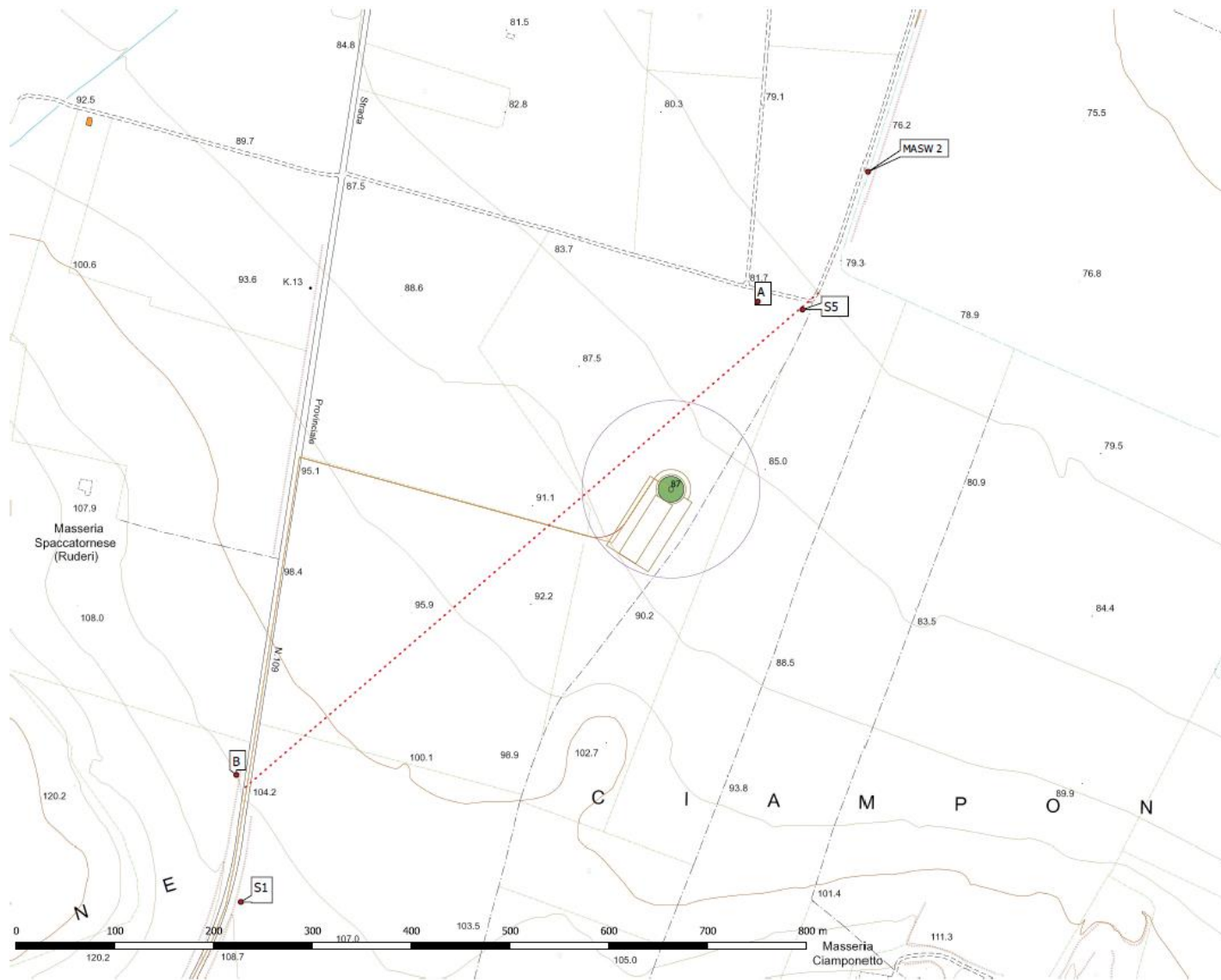
CODICE	DESCRIZIONE
--------	-------------

N.	Numero superficie
----	-------------------

Asc.	Ascissa del centro [m]
------	------------------------

Ord.	Ordinata del centro [m]
------	-------------------------

FS	Fattore di sicurezza
----	----------------------

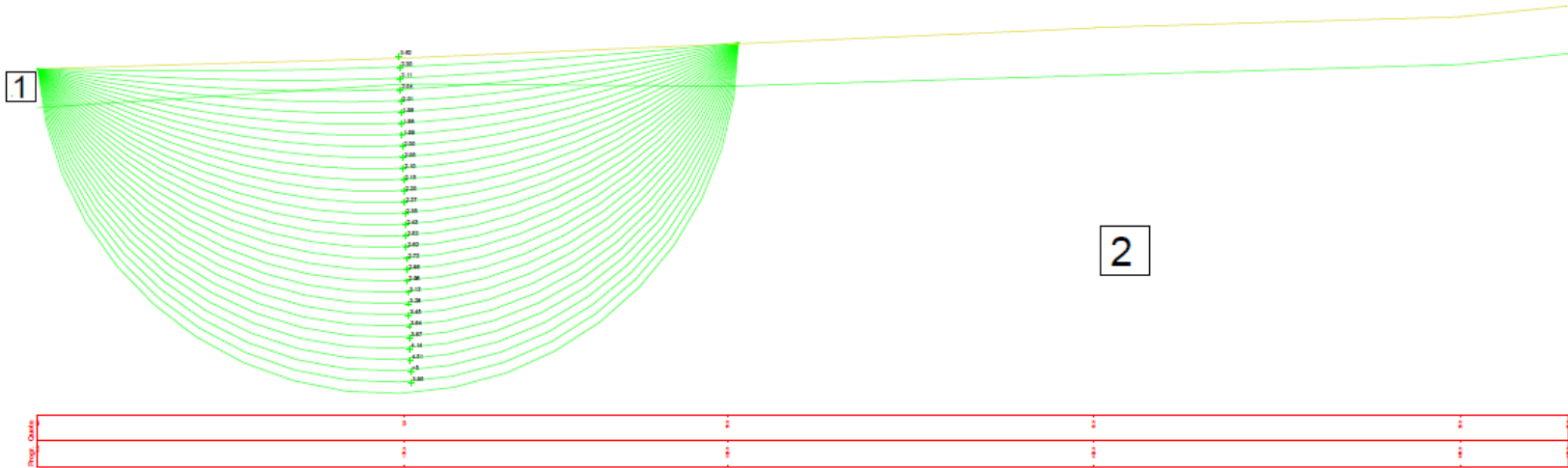


PROGETTO LUCERIA

SEZ stabilita AB sc 1: 2.000

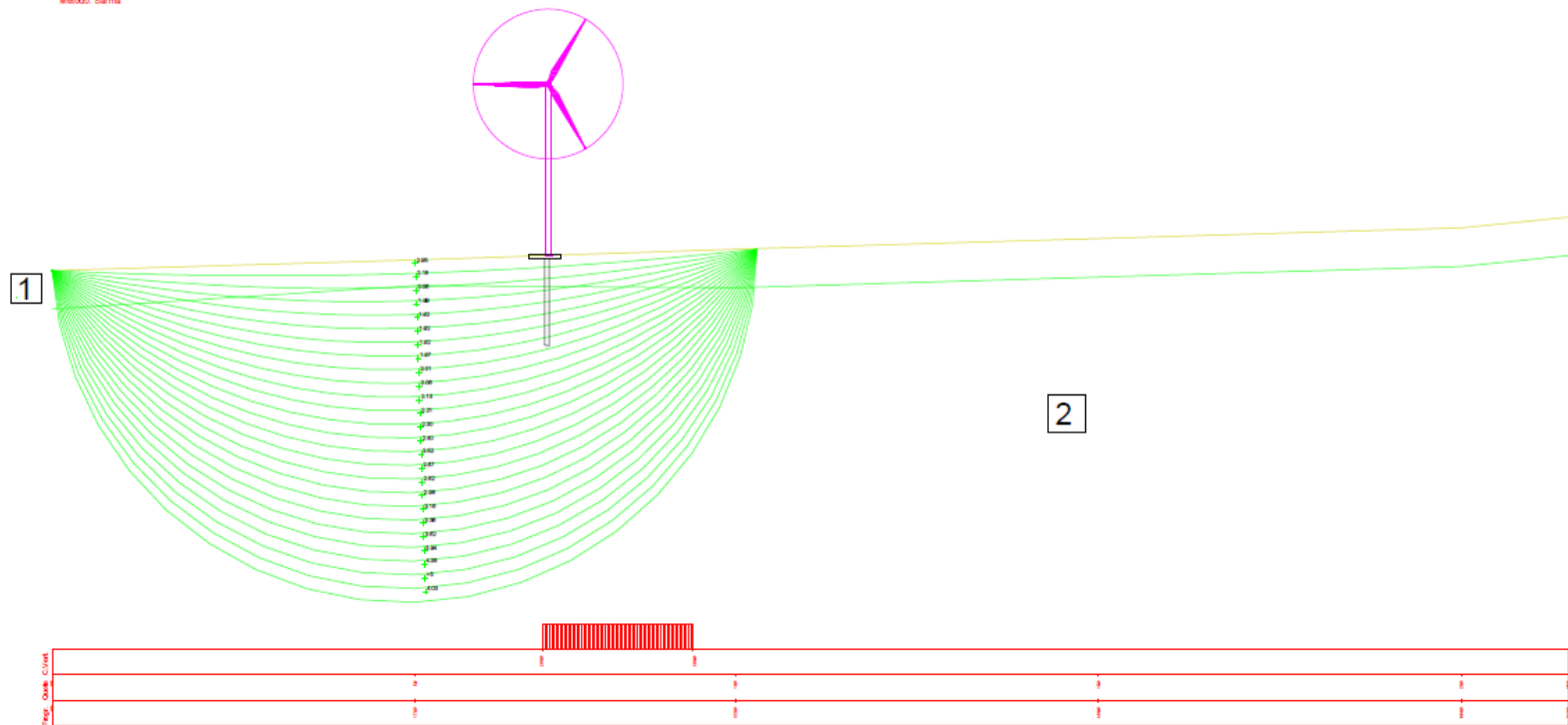
Ulotpo 1: phi [°] = 21 c [kN/m²] = 25 gamma [kN/m³] = 19
Ulotpo 2: phi [°] = 23 c [kN/m²] = 40 gamma [kN/m³] = 20

Metodo: Sarma



SEZ. stabilita' AB con sovraccarico SC 1: 2.000

Litolpo 1: phi [°] = 21 c [kN/m²] = 25 gamma [kN/m³] = 19
Litolpo 2: phi [°] = 29 c [kN/m²] = 40 gamma [kN/m³] = 20
Metodo: Sarma



11. CONCLUSIONI

In seguito alle indagini geologiche effettuate si possono effettuare le seguenti considerazioni: Geomorfologicamente l'area di studio si presenta con assetto stabile, per quanto riguarda l'effetto sismico, la zona non presenta strati o strutture tettoniche superficiali che possono in qualche modo esaltare un'eventuale scossa sismica. Dal punto di vista geomorfologico, l'area non ricade in area perimetrata come aree a rischio geomorfologico nel PAI dell'AdB Puglia. La sola torre (87) ricade in area Pg 1. Secondo le NTA del PAI.

ARTICOLO 15 Aree a pericolosità geomorfologica media e moderata (P.G.1)

10. Nelle aree a pericolosità geomorfologica media e moderata (P.G.1) sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio purché l'intervento garantisca la sicurezza, non determini condizioni di instabilità e non modifichi negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici nell'area e nella zona potenzialmente interessata dall'opera e dalle sue pertinenze.

Dallo studio di compatibilità idrogeologica risulta che l'area di pertinenza della torre 87 - cartografata come PG1, risulta stabile come dalle verifiche di stabilità sezione AB.

Il reticolo idrogeomorfologico superficiale dista oltre 75 metri dalle torri eoliche previste in realizzazione. L'intervento proposto non provocherà erosione al suolo né aumento del ruscellamento superficiale, in quanto in fase di realizzazione saranno evitate strutture di accesso ai siti con materiali impermeabilizzanti ed il piazzale delle torri eoliche sarà sistemato con material lapidei tipo ballast senza utilizzo di asfalti. Dal punto di vista geomorfologico non sono stati censiti e

cartografati movimenti gravitativi in atto nell'area di stretta pertinenza progettuale; allo stato attuale essa risulta nel complesso priva di criticità geomorfologiche tali da poter pregiudicare la esecuzione delle opere relativamente al progetto del parco Eolico Luceria.

Dott. Geol. Francesco Bacchelli

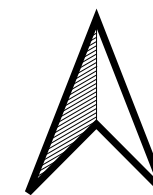


INDICE

	PAGINE
1. PREMESSA	1
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
3. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E GEOLOGICHE DELL'AREA	5
4. INQUADRAMENTO RISCHIO IDROGEOLOGICO (PAI)	8
5. TETTONICA E SISMICITA'	10
6. AZIONE SISMICA	24
7. IDROGEOLOGIA	28
8. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	33
9. CARATTERIZZAZIONE MORFOLOGICA DELL'AREA	47
10. VERIFICA DI STABILITÀ	48
11. CONCLUSIONI	62

ALLEGATI:

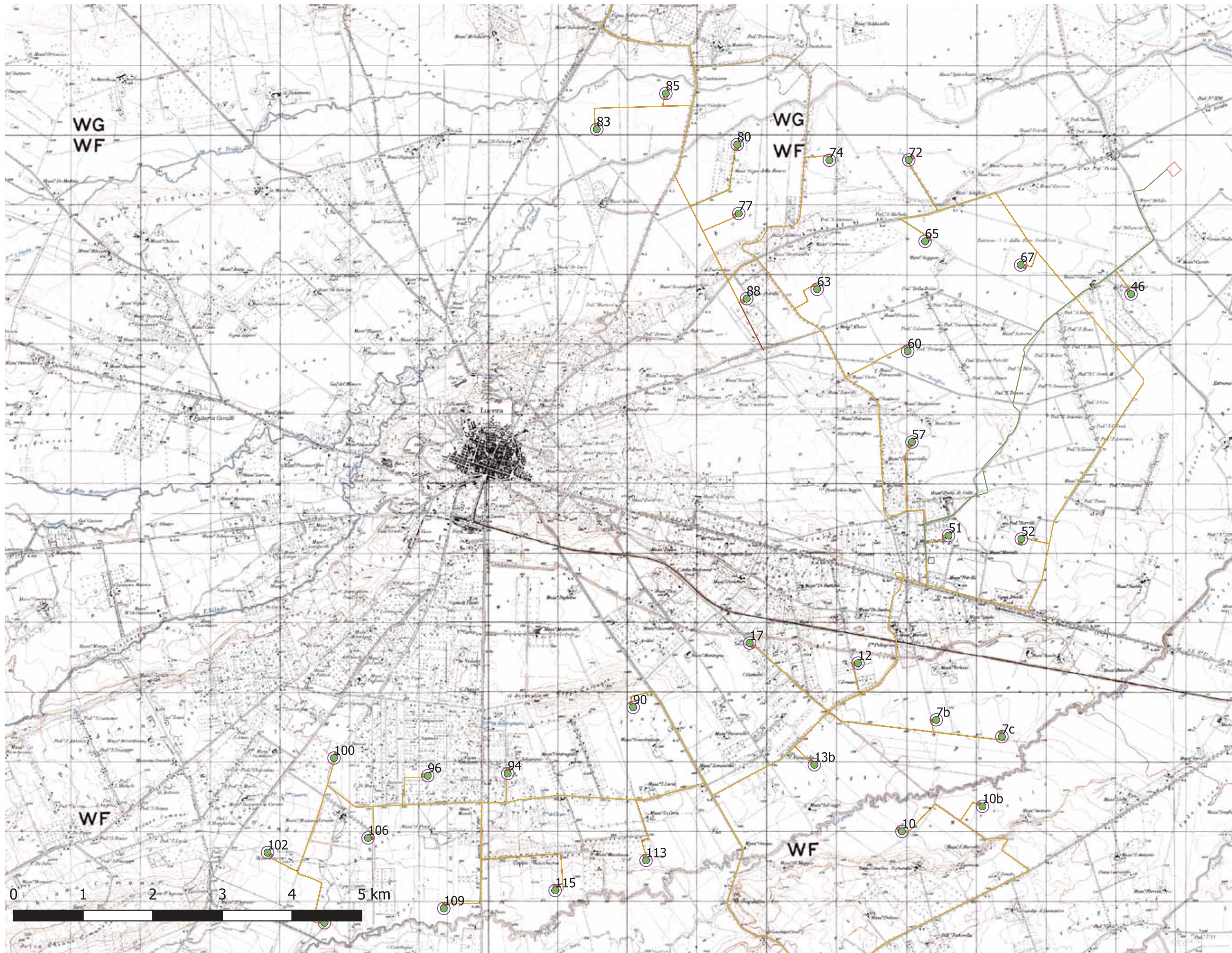
**ORTOFOTO
STRALCIO IGM
STRALCIO PAI
STRALCIO CTR
CARTA RETICOLO IDROGRAFICO
CARTA GEOLITOLOGICA
CARTA GEOMORFOLOGICA
UBICAZIONI INDAGINI GEOGNOSTICHE
STRATIGRAFIE SONDAGGI GEOGNOSTICI
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
PROVE LAB
UBICAZIONE SEZIONE STABILITA'
SEZIONI STABILITA'
RELAZIONE SISMICA**



PROGETTO LUCERIA

ORTOFOTO

1:50.000



PROGETTO LUCERIA

IGM

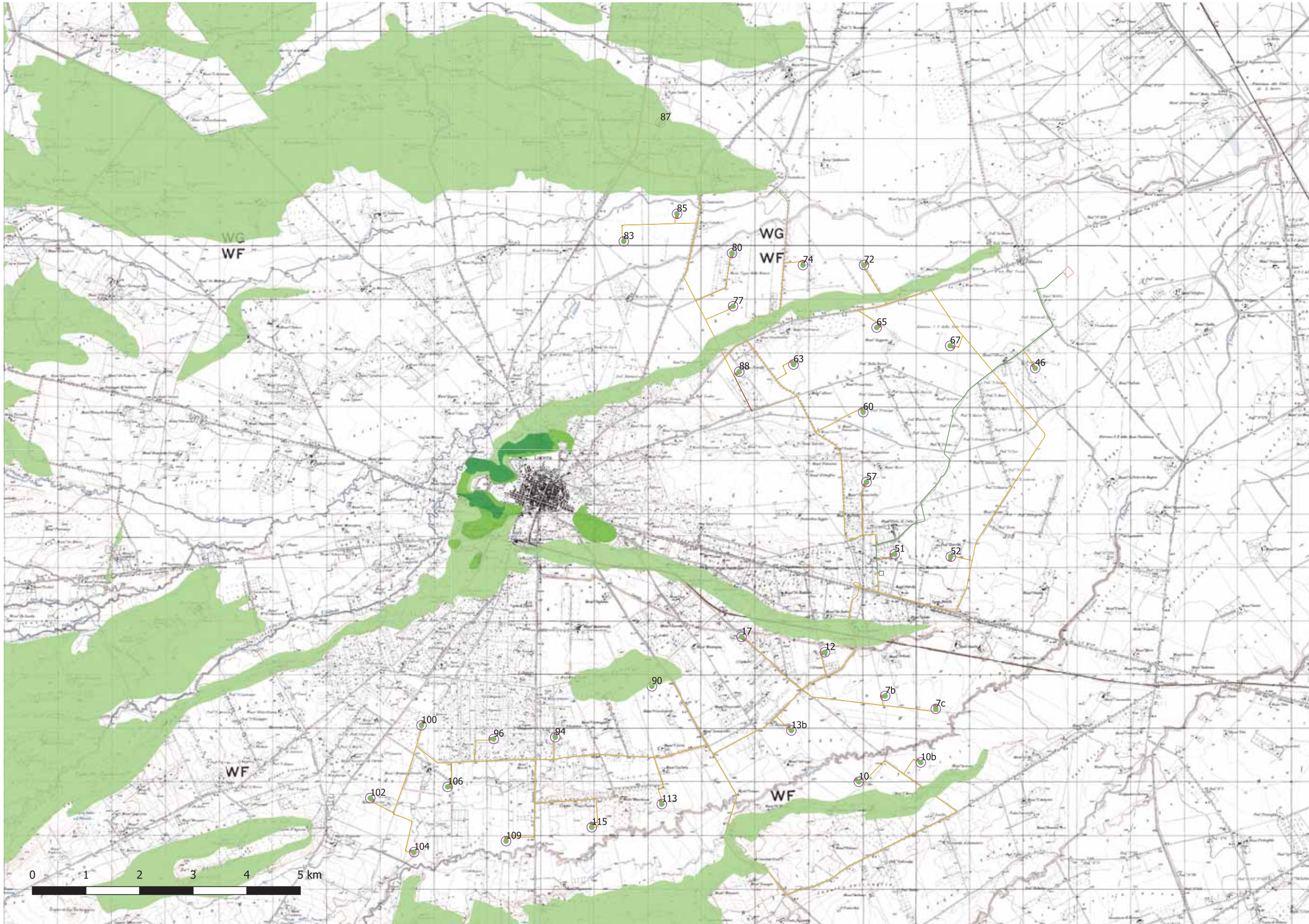
1:50.000



PROGETTO LUCERIA

INQUADRAMENTO
PAI

SC 1:50.000



pericolosità_frane

-  PG3
-  PG2
-  PG1



PROGETTO LUCERIA

CTR

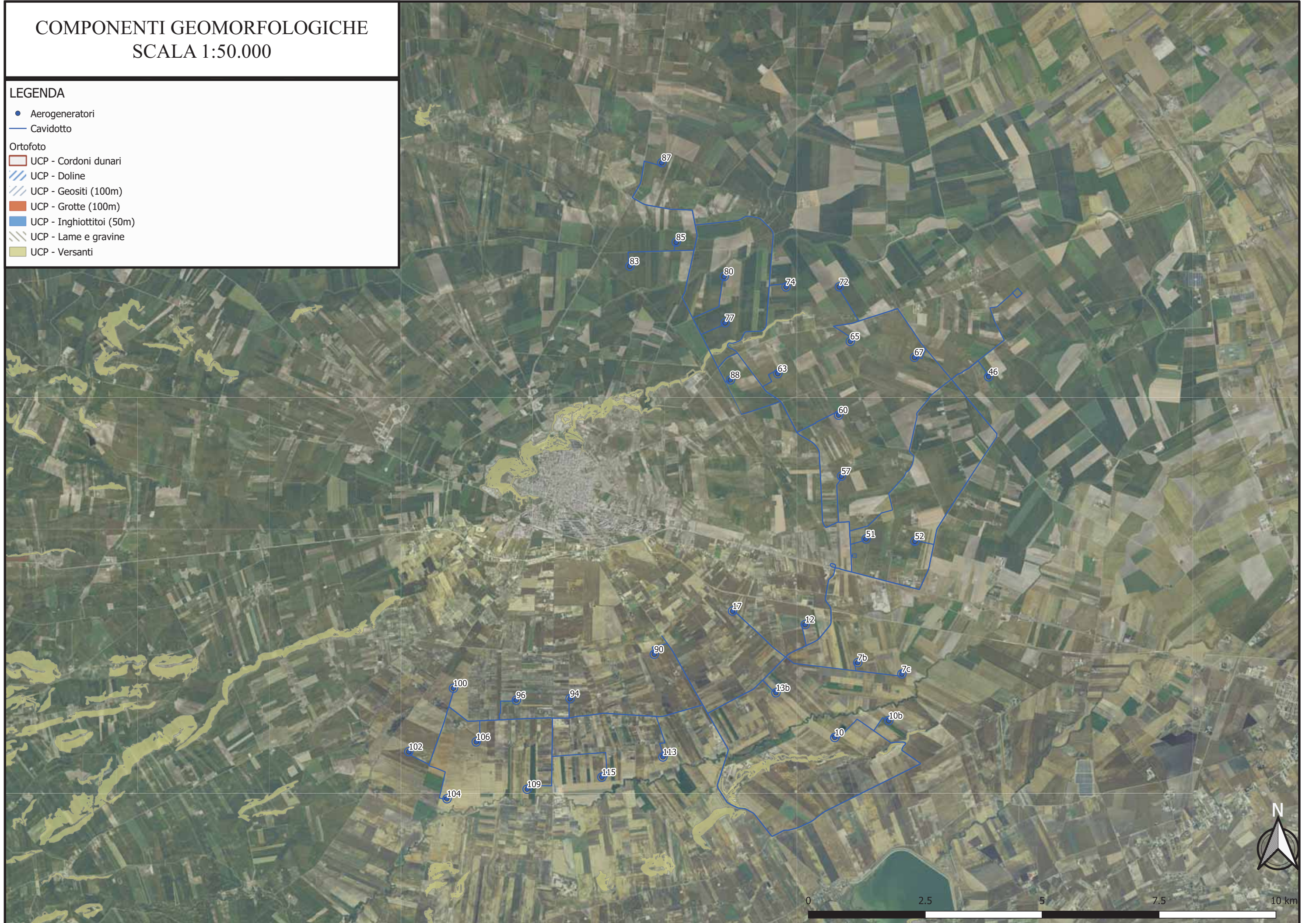
SC
1:20.000

COMPONENTI GEOMORFOLOGICHE

SCALA 1:50.000

LEGENDA

- Aerogeneratori
 - Cavidotto
- Ortofoto
- UCP - Cordonii dunari
 - UCP - Doline
 - UCP - Geositi (100m)
 - UCP - Grotte (100m)
 - UCP - Inghiottoi (50m)
 - UCP - Lame e gravine
 - UCP - Versanti

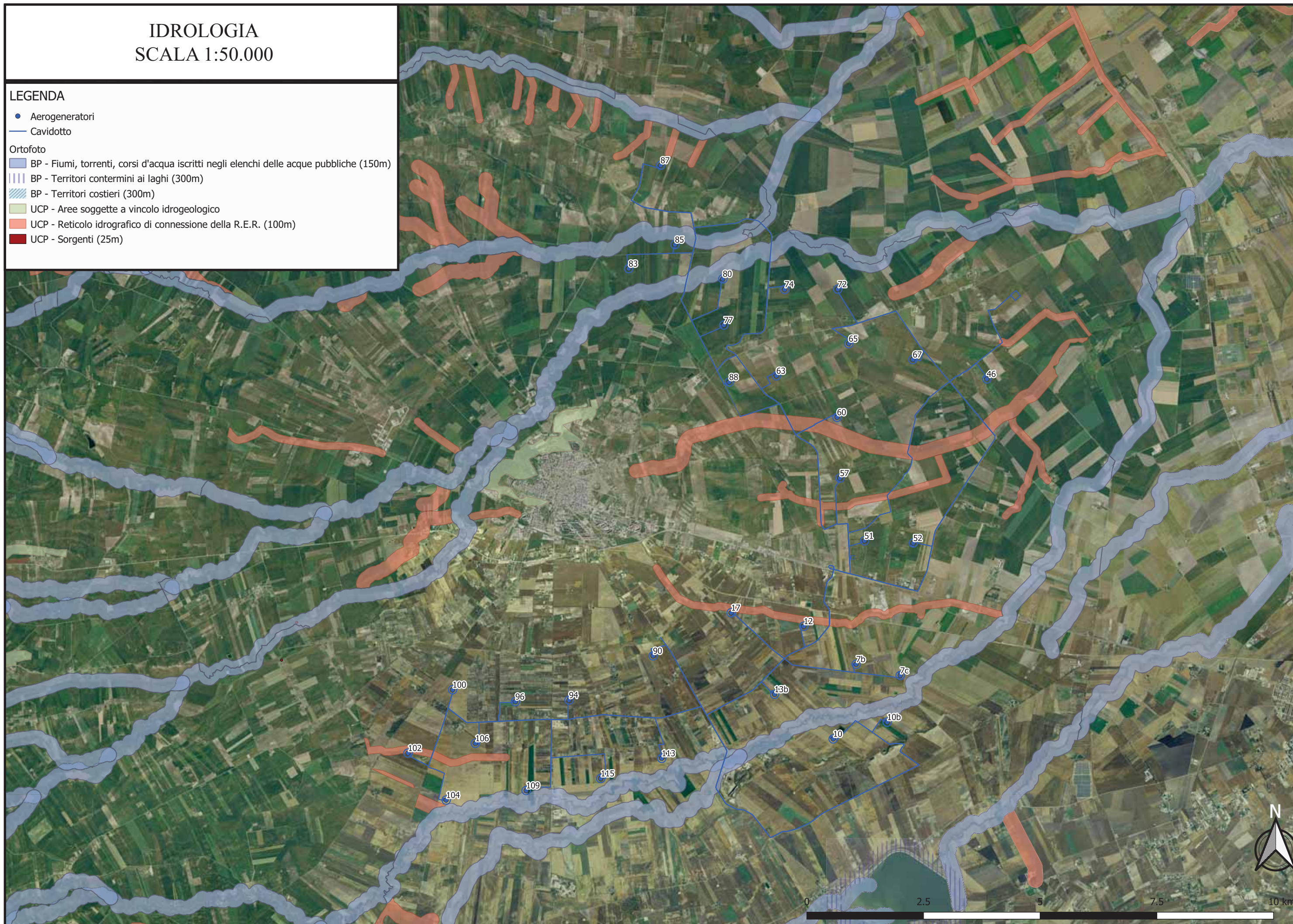


IDROLOGIA

SCALA 1:50.000

LEGENDA

- Aerogeneratori
 - Cavidotto
- Ortofoto
- BP - Fiumi, torrenti, corsi d'acqua iscritti negli elenchi delle acque pubbliche (150m)
 - BP - Territori contermini ai laghi (300m)
 - BP - Territori costieri (300m)
 - UCP - Aree soggette a vincolo idrogeologico
 - UCP - Reticolo idrografico di connessione della R.E.R. (100m)
 - UCP - Sorgenti (25m)



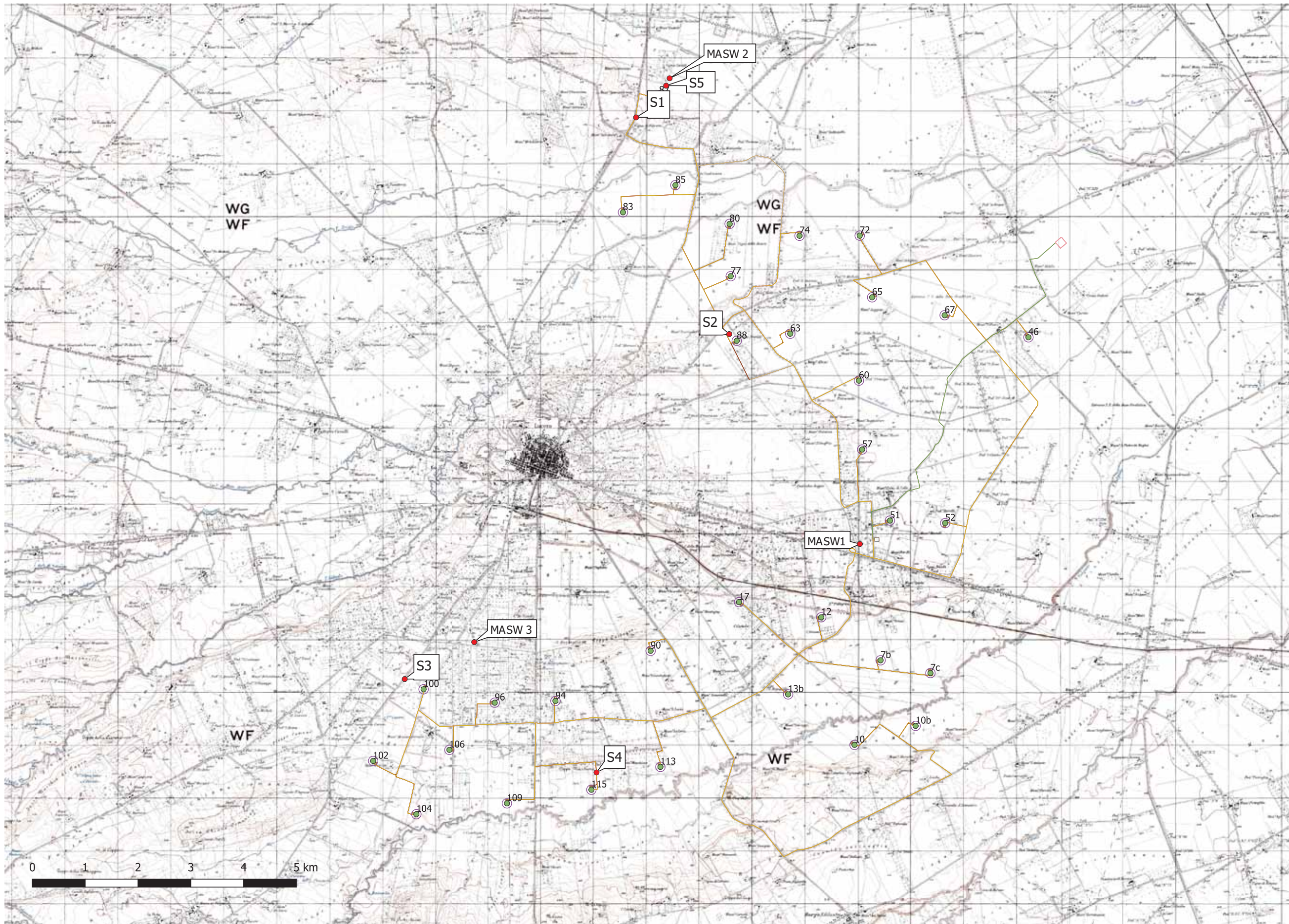


PROGETTO LUCERIA

CARTA DELLE INDAGINI

UBICAZIONI SONDAGGI
UBICAZIONI MASW

1:50.000



	Committente _____	SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere _____	S 4	
	Località Parco Eolico Luceria		
	Data Inizio _____	Data Fine _____	Il geologo

Scala 1:200	Foto	Stratigrafia	Descrizione	Profondità'	Falda	Campioni	Carotaggio	Pozzo	S.P.T.
2			terreno vegetale e limi scuri	0.80					
4			Ghiaia con imo rosiccio	4.00					
6			Ghiaia con sabbia limosa						5.00
8								5.15	
10								9.00	
12								9.30	
14			Argilla marroncino con ghiaietto	11.50					
16			Sabbia e ghiaia con qualche livelletto limoso	15.00					
18					17.00				
20									
22									
24									
26									
28									
30				30.00					

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SOND. S1



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SOND. S1



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SOND. S2



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SOND. S2





DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO 3



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SOND. S4



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SOND. S4



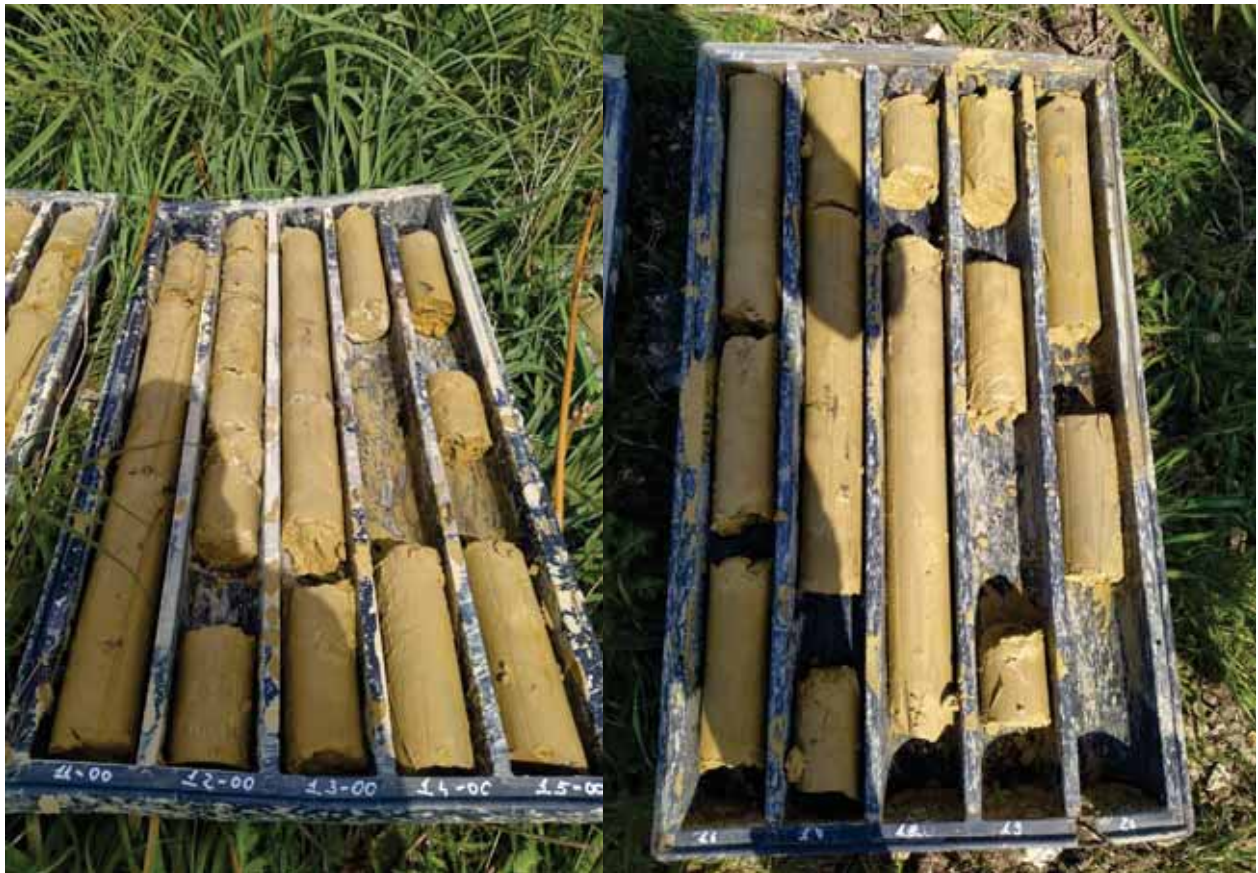
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SOND. S4



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SOND. S4



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SOND. S4





G I E P I s. r. l.

LABORATORIO SPERIMENTALE
PER PROVE GEOTECNICHE

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti
n. 52502 del 11.10.2004 D.P.R. n. 380 del 06.06.2001

71100 FOGGIA
Via Faccoli, 25-27-29-31
Tel. 0881 748522 - Fax 0881 740570
E mail: giepi@giepi.it
www.giepi.it

CERTIFICATO N.1681G

Foggia, 09.07.2010

(costituito da n.9 pagine)

RICHIEDENTE: Geol. Francesco BACCHELLI - Foggia

CON RICHIESTA

V.A. n.371G

DEL 27.05.2010

CANTIERE: Realizzazione impianto di produzione di energia elettrica da fonte
eolica - Località Luceria - (FG)-

INDICAZIONE DEL MATERIALE: campione indisturbato di terreno, (S1 - C1 - m.7,00 -
7,50), pervenuto il 27.05.2010-

PROVE ESEGUITE

- PROVA ELL (Espansione Laterale Libera)
- GRANULOMETRIA
- LIMITI DI ATTERBERG
- PESO SPECIFICO GRANI
- PESO UNITARIO TOTALE
- PESO UNITARIO SECCO
- CONTENUTO NATURALE D'ACQUA
- INDICE DEI VUOTI
- GRADO DI SATURAZIONE

* * * *

LO SPERIMENTATORE
(tecnico Piero DI MONTE)

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
(dott.ing. Matteo AGNUSDEI)



RICHIEDENTE: Geol Francesco BACCHELLI - Foggia-

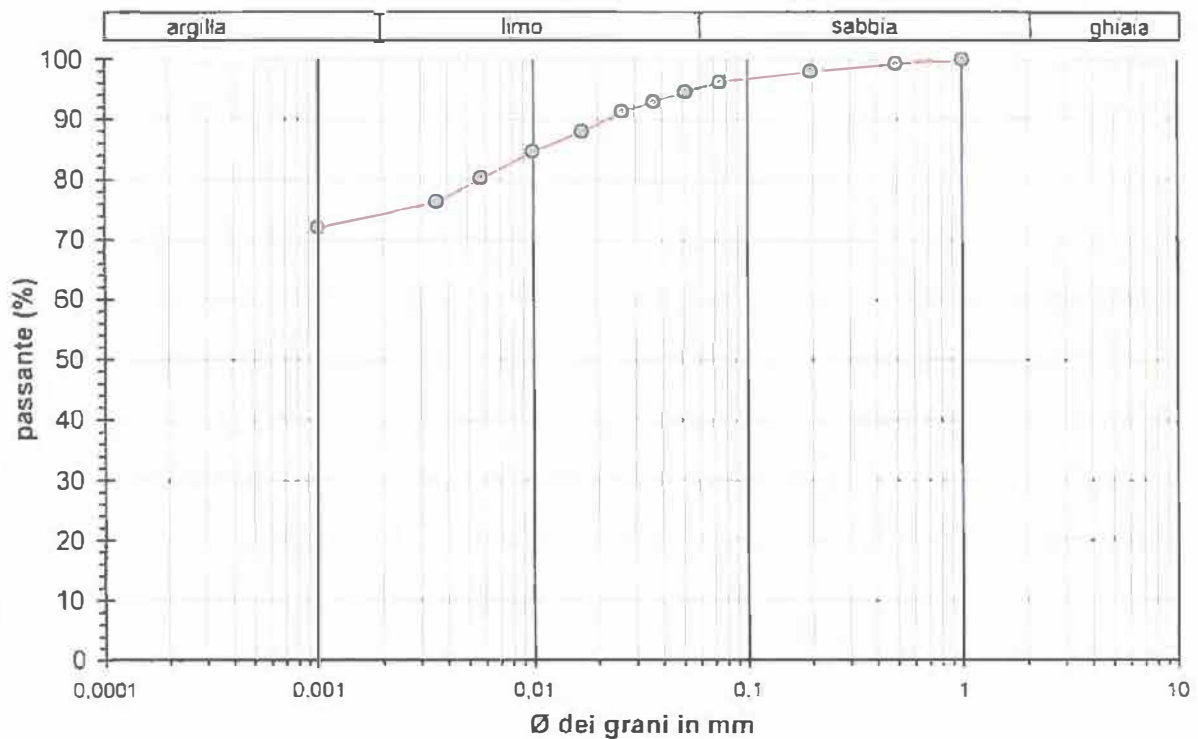
CANTIERE: Realizzazione impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica - Località Luceria - LUCERA (FG)-

SONDAGGIO: SI - PROFONDITA': m.7,00-7,50 - CAMPIONE INDISTURBATO C1

LITOLOGIA:

Argilla di colore marrone - giallino con presenza di concrezioni calcaree. Lunghezza campione 40 cm.

CURVA GRANULOMETRICA



CLASSIFICAZIONE A.G.I.:

GHIAIA	=== %
SABBIA	4,9 %
LIMO	20,3 %
ARGILLA	74,8 %

Argilla limosa-

CLASSIFICAZIONE A.S.T.M.:

LIMITE LIQUIDO	LL = 51,23 %
LIMITE PLASTICO	LP = 21,64 %
INDICE PLASTICO	IP = 29,59 %

Argilla di alta plasticità-

LO SPERIMENTATORE
(tecnico Piero DI MONTE)

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
(dott. ing. Matteo AGNUSDEI)





PROVA TRIASSIALE ELL

ad

Espansione Laterale Libera

(S1 – Indisturbato C1 - m.7,00-7,50)

LO SPERIMENTATORE
(tecnico Piero DI MONTE)

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
(dott. ing. Matteo AGNUSDEI)





PROVA TRIASSIALE ELL
 Prova del 8 GIU 2010 10EL0007

Dati cliente

Cliente : Geol. Francesco Bacchelli
 Indirizzo :
 Sito : Impianto eolico-Loc. Luceria
 Sondaggio : S1
 Campione : C1
 Profondità : 7 - 7.50

Caratteristiche fisiche

Data prelievo	: 10/05/2010		
Sezione provino	: 9.609 cm ²	Peso di volume iniziale	: 2.056 g/cm ³ γ_n
Altezza iniziale	: 70.000 mm	Peso di volume finale	: 2.238 g/cm ³ γ_f
Altezza finale	: 64.550 mm	Peso di volume secco	: 1.880 g/cm ³ γ_d
NumTara 1	: 1	Contenuto d'acqua iniz.	: 9.848 W
Peso Tara 1	: 90.919 g	Contenuto d'acqua finale	: 9.729 W
Tara+p.umido iniziale	: 229.89 g	Saturazione iniziale	: 59.544 S
Num Tara 2	: 13	Saturazione finale	: 78.466 S
Peso Tara 2	: 48.349 g	Indice dei vuoti iniziali	: 0.451 e
Tara+p.umido finale	: 187.17 g	Indice dei vuoti finali	: 0.338 e
Tara+p.provino secco	: 174.86 g	Peso vol. secco finale	: 2.039 g/cm ³ γ_{d1}
Peso specifico grani	: 2.730 g/cm ³		



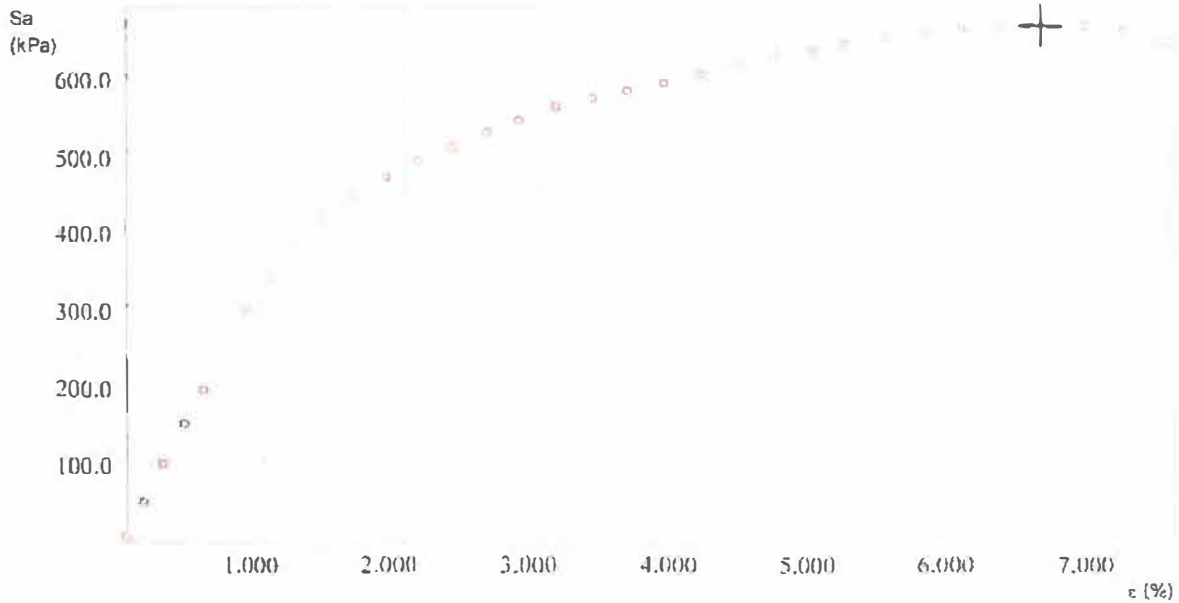


PROVA TRIASSIALE ELL
Prova del 8 GIU 2010 10EL0007

Dati cliente

Cliente : Geol. Francesco Bacchelli
Indirizzo :
Sito : Impianto eolico-Loc. Luceria
Sondaggio : S1
Campione : C1
Profondità : 7 - 7.50

dH mm	dN N	dH mm	dN N	dH mm	dN N	dH mm	dN N
2.e-08	3.e-06	1.164	434.36	2.891	605.39	4.808	687.97
0.085	43.882	1.314	458.61	3.074	617.45	5.011	684.54
0.189	91.208	1.478	481.10	3.264	629.50	5.233	672.51
0.294	143.70	1.642	501.85	3.454	639.83	5.449	662.19
0.385	185.64	1.818	520.86	3.630	651.87		
0.490	239.73	1.982	538.13	3.820	662.19		
0.608	288.50	2.165	555.39	4.010	670.79		
0.726	333.72	2.342	567.47	4.206	679.38		
0.870	371.93	2.531	579.54	4.396	684.54		
1.007	404.90	2.708	593.33	4.598	687.97		



Risultati passo 01 di rottura

ε : 6.56 %
Sa : 664.60 kPa





PROVA TRIASSIALE ELL
 Prova del 8 GIU 2010 10E0008

Dati cliente

Cliente : Geol. Francesco Bacchelli
 Indirizzo :
 Sito : Impianto eolico-Loc. Luceria
 Sondaggio : S1
 Campione : C1
 Profondità : 7 - 7.50

Caratteristiche fisiche

Data prelievo	: 10/05/2010		
Sezione provino	: 9.609 cm ²	Peso di volume iniziale	: 2.048 g/cm ³ γ
Altezza iniziale	: 70.000 mm	Peso di volume finale	: 2.286 g/cm ³ γ_f
Altezza finale	: 62.490 mm	Peso di volume secco	: 1.857 g/cm ³ γ_d
NumTara 1	: 2	Contenuto d'acqua iniz.	: 10.275 % W
Peso Tara 1	: 92.800 g	Contenuto d'acqua finale	: 9.875 % W_f
Tara+p.umido iniziale	: 230.60 g	Saturazione iniziale	: 59.729 % S
Num Tara 2	: 18	Saturazione finale	: 86.414 % S_f
Peso Tara 2	: 48.240 g	Indice dei vuoti iniziali	: 0.469 e
Tara+p.umido finale	: 185.53 g	Indice dei vuoti finali	: 0.311 e_f
Tara+p.provino secco	: 173.19 g	Peso vol. secco finale	: 2.080 g/cm ³ $\gamma_{d,f}$
Peso specifico grani	: 2.730 g/cm ³		



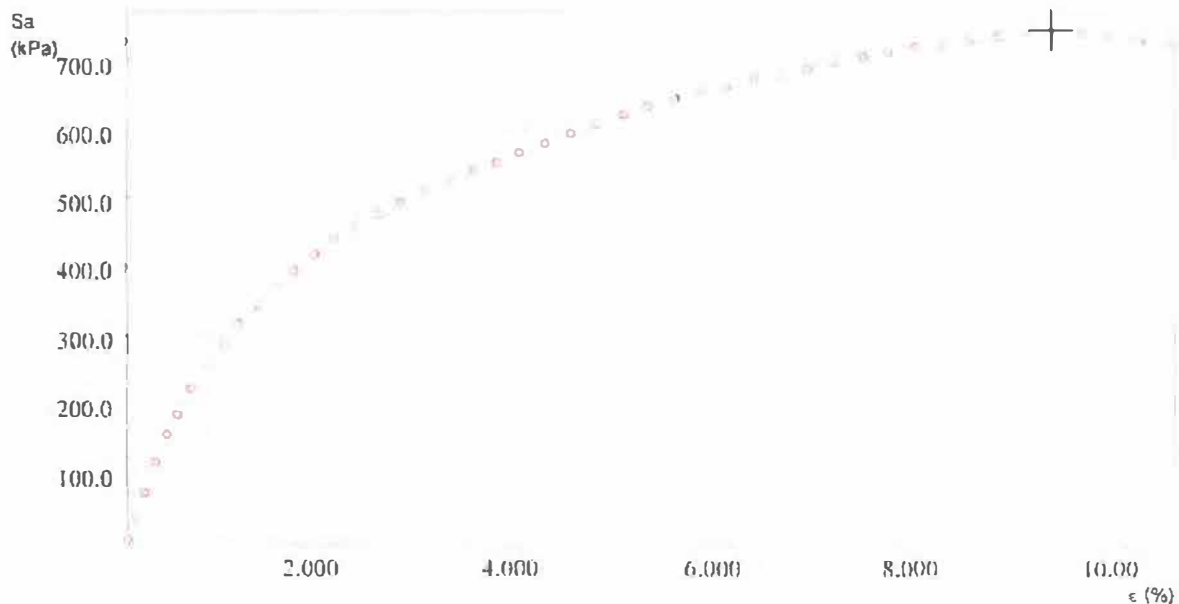


PROVA TRIASSIALE ELL
Prova del 8 GIU 2010 10EL0009

Dati cliente

Cliente : Geol. Francesco Bacchelli
Indirizzo :
Sito : Impianto eolico-Loc.Ferranti
Sondaggio : S22
Campione : C1
Profondità : 7 - 7.50

dH mm	dN N	dH mm	dN N	dH mm	dN N	dH mm	dN N
0.006	1.757	0.915	333.81	2.433	536.55	4.213	681.29
0.058	33.365	1.040	359.88	2.603	550.37	4.402	691.60
0.117	66.696	1.177	384.19	2.767	567.63	4.592	701.91
0.196	108.74	1.321	408.48	2.943	583.15	4.782	712.21
0.281	148.99	1.458	431.02	3.120	598.67	4.971	722.52
0.359	178.71	1.615	450.07	3.297	612.45	5.161	732.81
0.457	213.63	1.772	469.12	3.480	627.95	5.351	743.11
0.562	246.77	1.929	488.15	3.656	643.45	5.541	753.40
0.673	278.13	2.099	503.72	3.840	655.49	5.724	760.26
0.785	305.99	2.270	519.28	4.023	669.25	5.913	768.83



Risultati passo 01 di rottura

ε : 9.25 %
Sa : 743.81 kPa





PROVA TRIASSIALE ELL
 Prova del 8 GIU 2010 10EL0009

Dati cliente

Cliente : Geol. Francesco Bacchelli
 Indirizzo :
 Sito : Impianto eolico-Loc. Luceria
 Sondaggio :
 Campione : S1
 Profondità : G1- 7.50

Caratteristiche fisiche

Data prelievo	: 10/05/2010		
Sezione provino	: 9.609 cm ²	Peso di volume iniziale	: 2.015 g/cm ³ γ_v
Altezza iniziale	: 70.000 mm	Peso di volume finale	: 2.207 g/cm ³ γ_v
Altezza finale	: 63.799 mm	Peso di volume secco	: 1.787 g/cm ³ γ_s
NumTara 1	: 3	Contenuto d'acqua iniz.	: 12.742 % W_i
Peso Tara 1	: 92.050 g	Contenuto d'acqua finale	: 12.550 % W_f
Tara+p.umido iniziale	: 227.60 g	Saturazione iniziale	: 65.950 % S_i
Num Tara 2	: 16	Saturazione finale	: 67.369 % S_f
Peso Tara 2	: 48.180 g	Indice dei vuoti iniziali	: 0.527 e_i
Tara+p.umido finale	: 183.50 g	Indice dei vuoti finali	: 0.392 e_f
Tara+p.provino secco	: 168.41 g	Peso vol. secco finale	: 1.960 g/cm ³ $\gamma_{s,f}$
Peso specifico grani	: 2.730 g/cm ³		



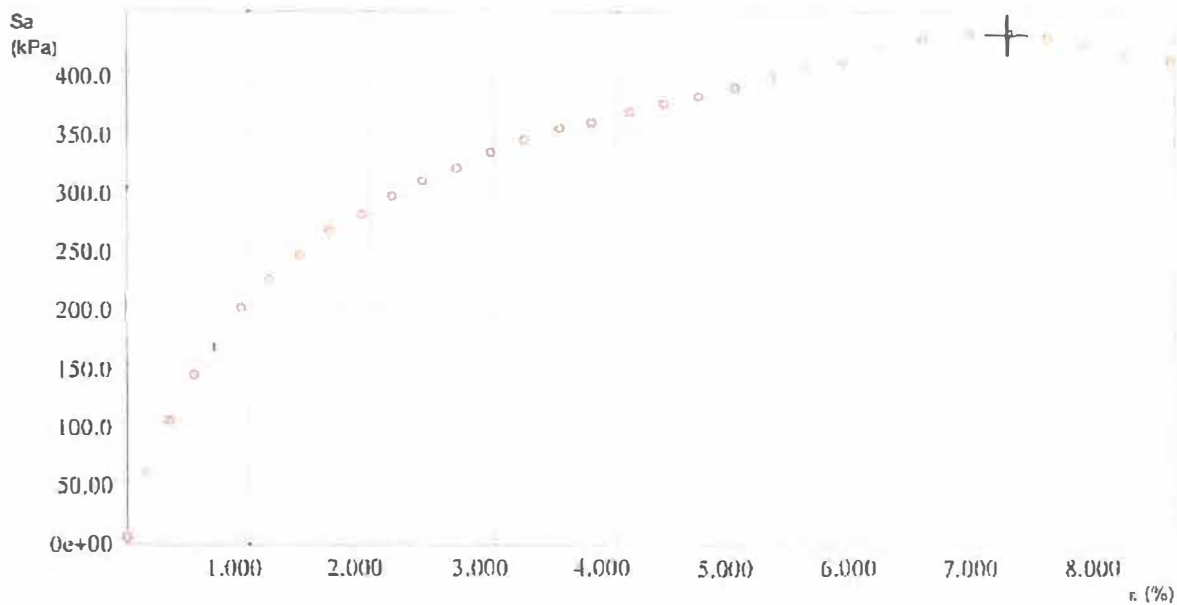


PROVA TRIASSIALE ELL
Prova del 8 GIU 2010 10EL0009

Dati cliente

Cliente : Geol. Francesco Bacchelli
Indirizzo :
Sito : Impianto eolico-Loc. Luceriá
Sondaggio : S1
Campione : C1
Profonditá : 7-7.50

dH mm	dN N	dH mm	dN N	dH mm	dN N	dH mm	dN N
-2e-07	1.756	1.524	288.55	3.473	390.94	5.698	435.27
0.111	56.168	1.700	302.47	3.683	399.47	5.946	430.20
0.248	98.229	1.897	312.91	3.879	411.42	6.201	426.39
0.392	136.73	2.086	327.77	4.095	417.51		
0.510	161.21	2.276	339.72	4.304	430.20		
0.660	192.66	2.479	349.96	4.546	441.62		
0.824	217.09	2.669	356.79	4.808	445.43		
0.994	238.02	2.871	365.33	5.050	447.96		
1.164	257.20	3.068	373.86	5.253	445.43		
1.341	272.88	3.270	382.40	5.469	441.62		



Risultati passo 01 di rottura

ε : 7.17 %
Sa : 430.87 kPa





G I E P I s. r. l.

LABORATORIO SPERIMENTALE
PER PROVE GEOTECNICHE

71100 FOGGIA
Via Faccolli, 25-27-29-31
Tel. 0881 748522 - Fax 0881 740570
E-mail: giepi@giepi.it
www.giepi.it

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti
n. 52502 del 11.10.2004 D.P.R. n. 380 del 06.06.2001

CERTIFICATO N.1580G

Foggia, 09.07.2010

(costituito da n.6 pagine)

RICHIEDENTE: Geol. Francesco BACCHELLI - Foggia

CON RICHIESTA

V.A. n.372G

DEL 27.05.2010

**CANTIERE: Realizzazione impianto di produzione di energia elettrica da fonte
eolica - Località Luceria- LUCERA (FG)-**

**INDICAZIONE DEL MATERIALE: campione indisturbato di terreno, (S1 - C2 - m.10,00
- 10,50), pervenuto il 27.05.2010-**

PROVE ESEGUITE

- PROVA DI TAGLIO DIRETTO
- GRANULOMETRIA
- LIMITI DI ATTERBERG
- PESO SPECIFICO GRANI
- PESO UNITARIO TOTALE
- PESO UNITARIO SECCO
- CONTENUTO NATURALE D'ACQUA
- INDICE DEI VUOTI
- GRADO DI SATURAZIONE

* * * *

LO SPERIMENTATORE
(tecnico Piero DI MONTE)

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
(dott. ing. Matteo AGNUSDEI)



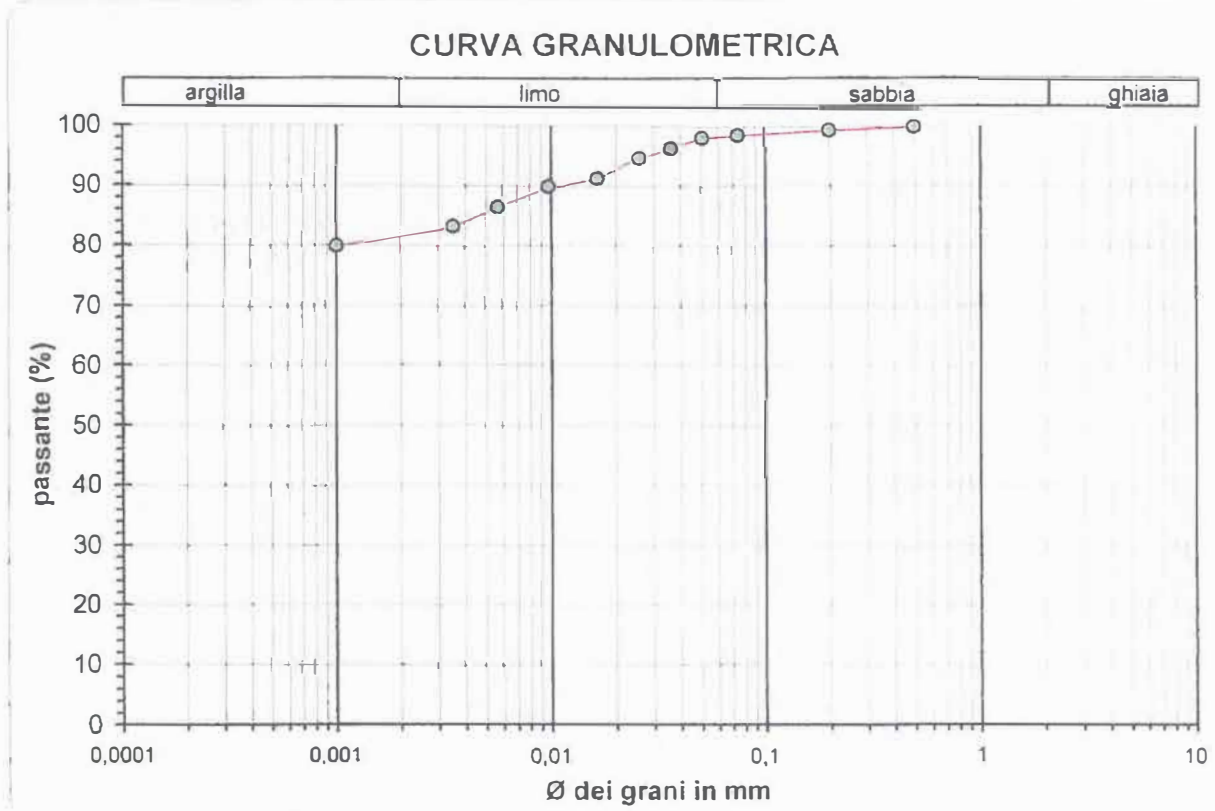
RICHIEDENTE: Geol. Francesco BACCHELLI - Foggia-

CANTIERE: Realizzazione impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica - Località Luceria - LUCERA (FG)-

SONDAGGIO: S1 - PROFONDITA': m. 10,00-10,50 - CAMPIONE: INDISTURBATO C2

LITOLOGIA:

Argilla di media consistenza di colore giallo marroncino con presenza di sostanze organiche.
Lunghezza campione 40 cm.



CLASSIFICAZIONE A.G.I.:

GHIAIA	=== %
SABBIA	1,4 %
LIMO	17,0 %
ARGILLA	81,6 %

Argilla limosa-

CLASSIFICAZIONE A.S.T.M.:

LIMITE LIQUIDO	LL = 58,26 %
LIMITE PLASTICO	LP = 22,33 %
INDICE PLASTICO	IP = 35,93 %

Argilla di alta plasticità-

LO SPERIMENTATORE
(tecnico Piero DI MONTE)

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
(dott. ing. Matteo AGNUSDEI)





PROVA DI TAGLIO DIRETTO

CONSOLIDATA - DRENATA

(S1 – Indisturbato C2 - m.10,00-10,50)

con

- carichi di consolidazione $\sigma'_{vc} = 100 \text{ kPa}$

$\sigma'_{vc} = 300 \text{ kPa}$

$\sigma'_{vc} = 500 \text{ kPa}$

LO SPERIMENTATORE
(tecnico Piero DI MONTE)

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
(dott.ing. Matteo AGNUSDEI)





PROVA DITAGLIODIRETTO 1/2

Dati cliente

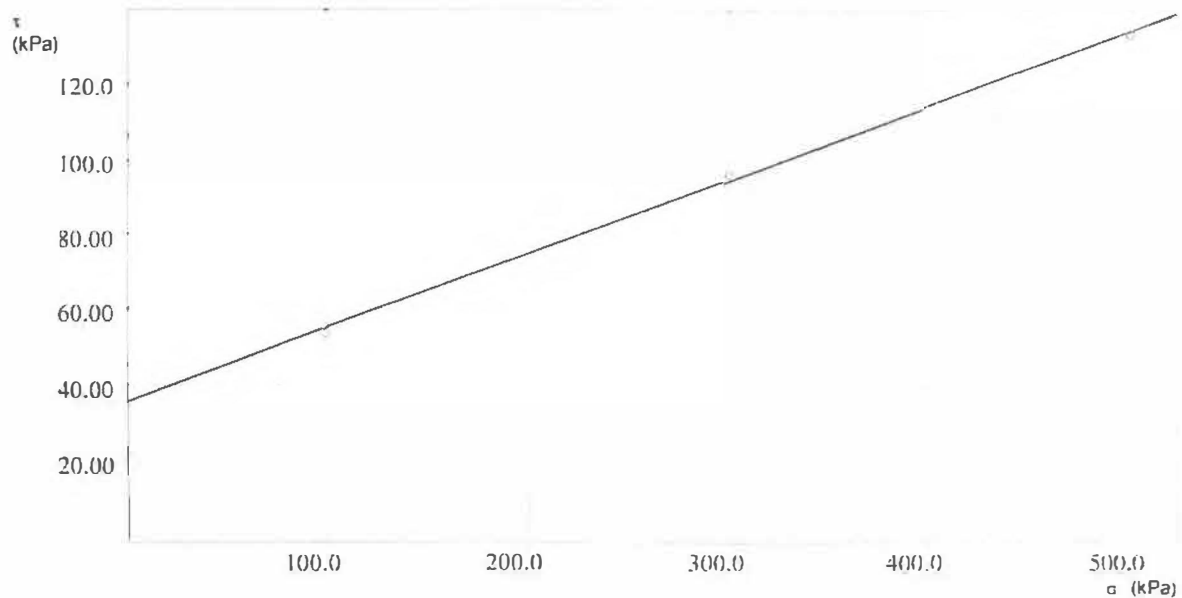
Cliente : Geol. Francesco Bacchelli
 Indirizzo :
 Sito : Impianto eolico-Loc. L'ceria
 Sondaggio : S1 C2
 Campione : 10-10.50m
 Profondità :

Caratteristiche dei provini

Campione	H _v mm	A _v cm ²	γ _n g/cm ³	γ _u g/cm ³	W _n	W _t	S	S _t
C1	30.000	28.260	2.059	1.644	25.225	25.677	104.40	109.58
C1	30.000	28.260	2.076	1.680	23.602	24.915	103.11	121.60
C1	30.000	28.260	1.981	1.550	27.776	30.506	99.730	138.09

Caratteristiche fasi consolidazione e rottura

Campione	σ kPa	H mm	Δt ore	t _i kPa	S _h mm	v μm/min
C1	100.00	29.639	24.000	53.854	1.572	2.000
C1	300.00	28.790	24.000	96.594	2.509	2.000
C1	500.00	27.319	24.000	132.84	1.241	2.000



Risultati

φ' : 24.16 Gradi:
 c' : 35.28 kPa

LO SPERIMENTATORE
 (tecnico Piero DI MONTE)

Piero Di Monte

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 (dott. ing. Matteo AGNUSDEI)

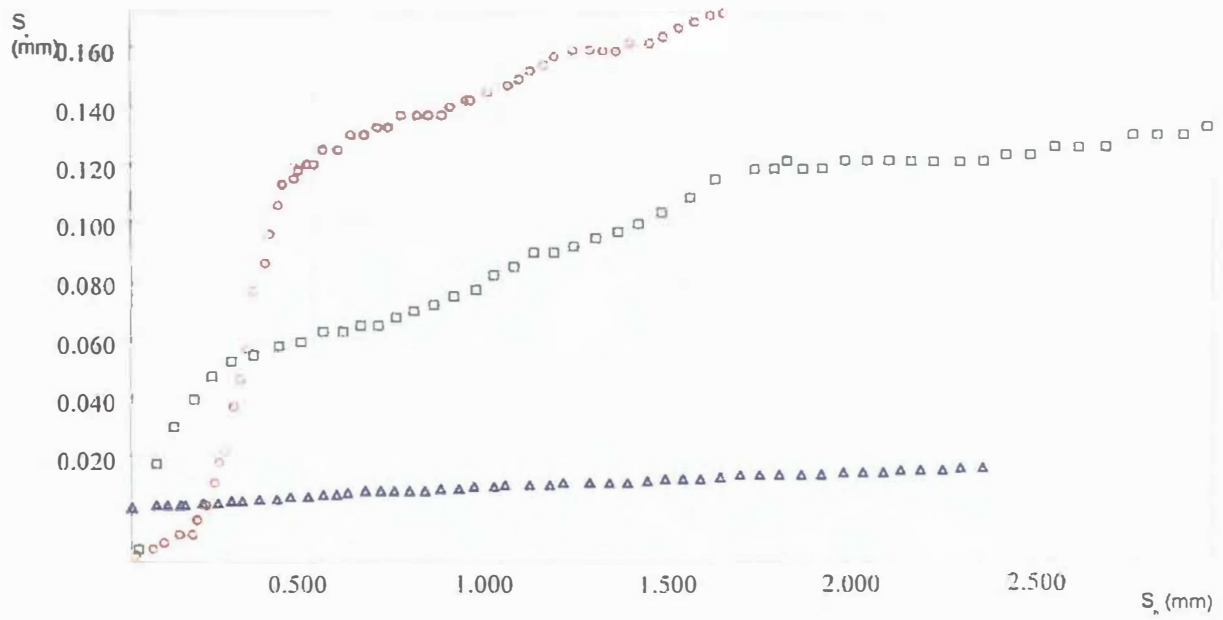
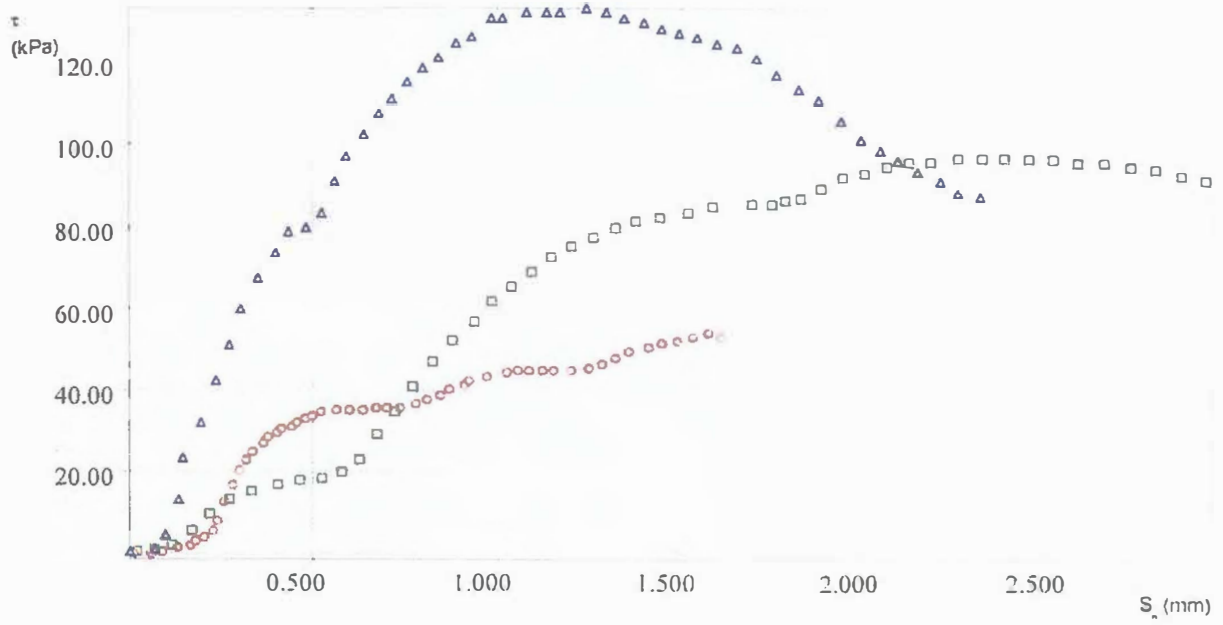
Matteo Agnusdei





PROVA DI TAGLIODIRETTO 2/2

10TD0037 10TD0038 ▽ 10TD0039





PROVA DI TAGLIO DIRETTO
Prova del 21 GIU 2010 10TD0037

Dati cliente

Cliente : Geol. Francesco Bacchelli
Indirizzo :
Sito : Impianto eolico-Loc. L'ceria
Sondaggio : S1 C2
Campione :
Profondità : 10-10.50m

Caratteristiche fisiche

Data prelievo	: 22/04/10		
Sezione provino	: 28.260 cm ²	Peso di volume iniziale	: 2.051 g/cm ³ γ_n
Altezza iniziale	: 30.000 mm	Peso di volume finale	: 2.092 g/cm ³ γ_f
Altezza finale	: 29.639 mm	Peso di volume secco	: 1.644 g/cm ³ γ_s
NumTara 1	: 1	Contenuto d'acqua iniz.	: 25.225 % W
Peso Tara 1	: 74.160 g	Contenuto d'acqua finale	: 25.677 % W
Tara+p.umido iniziale	: 248.80 g	Saturazione iniziale	: 104.40 % S
Num Tara 2	: 15	Saturazione finale	: 109.58 % S _i
Peso Tara 2	: 49.310 g	Indice dei vuoti iniziali	: 0.653 e
Tara+p.umido finale	: 224.58 g	Indice dei vuoti finali	: 0.639 e _i
Tara+p.provino secco	: 188.77 g	Peso vol. secco finale	: 1.664 g/cm ³ γ_{nr}
Peso specifico grani	: 2.730 g/cm ³		

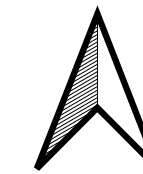
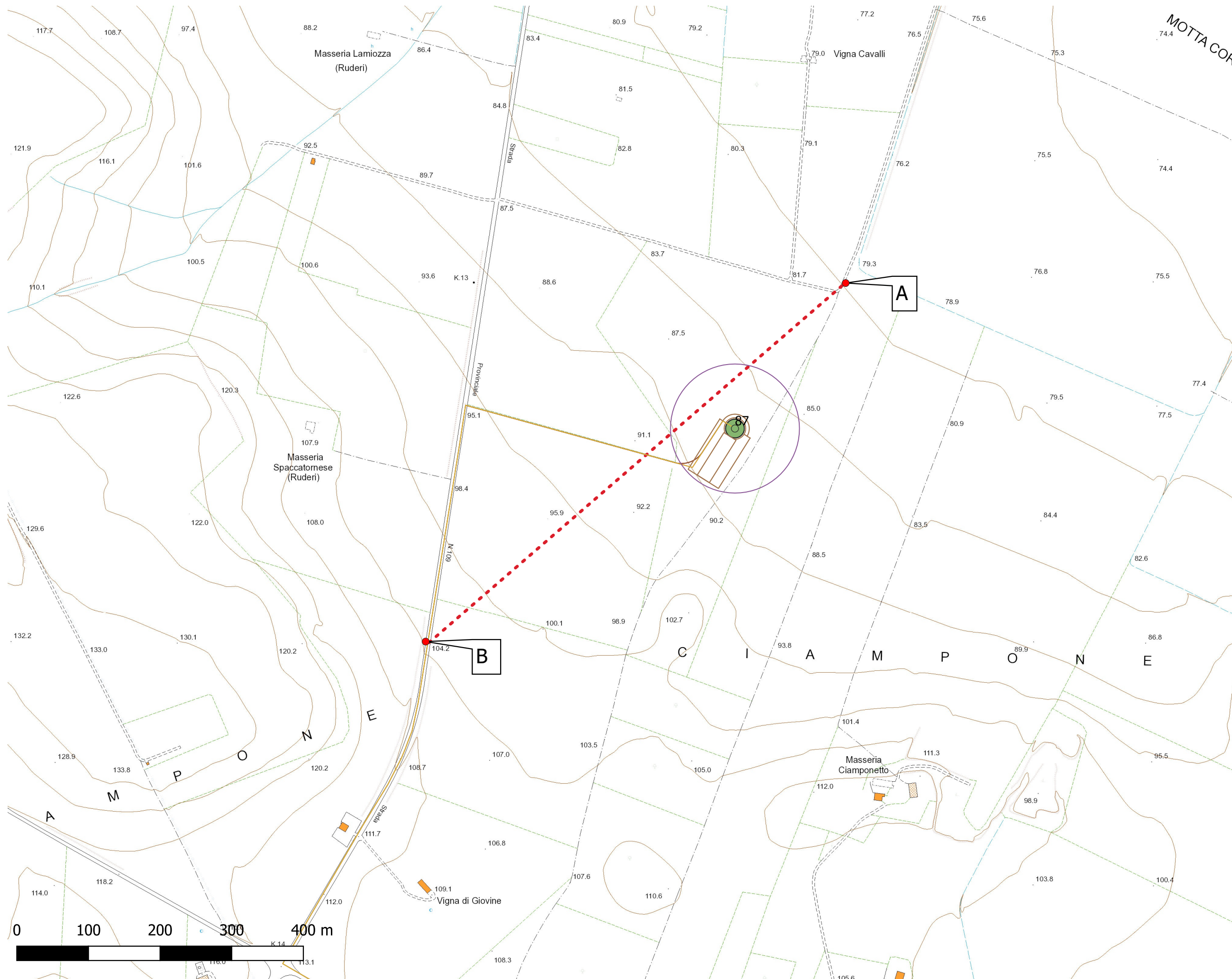
Risultati fase finale di consolidazione

Altezza fin. provino: 29.639 mm
Carico applicato : 100.00 kPa
Valore di t100 : 46.544 min

Risultati fase di rottura

T_{max} : 53.85 kPa
Sh : 1.57 mm

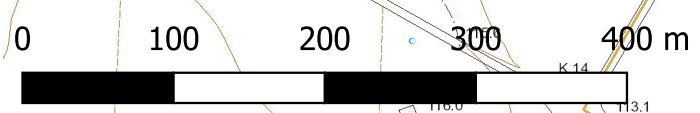




COMUNE DI LUCERA

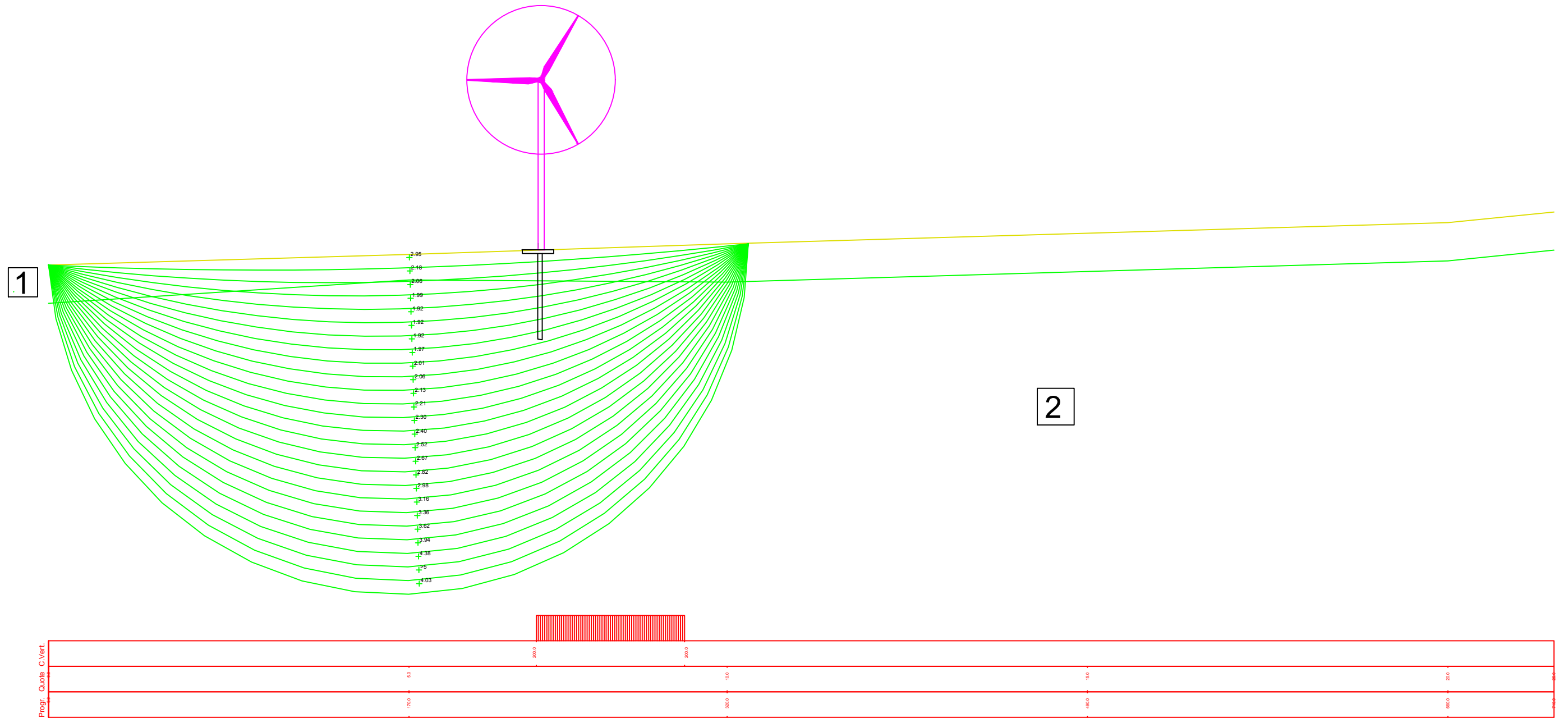
SEZIONE
STABILITA'

CTR
1:5.000



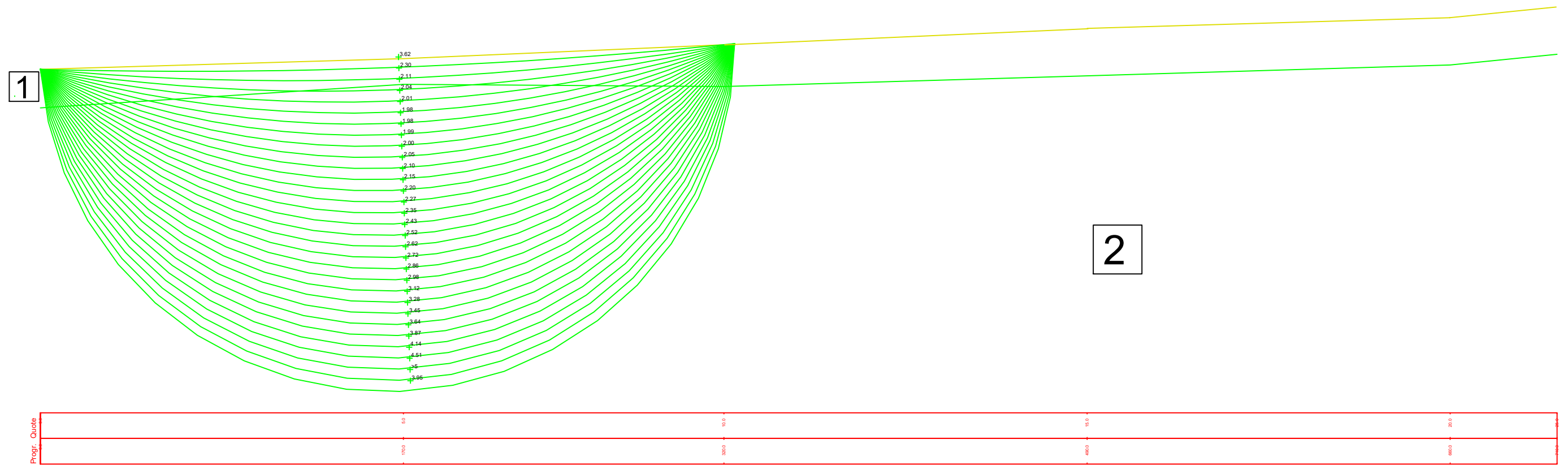
SEZ. stabilita' AB con sovraccarico SC 1: 2.000

Litotipo 1: phi [°] = 21 c [kN/m²] = 25 gamma [kN/m³] = 19
Litotipo 2: phi [°] = 23 c [kN/m²] = 40 gamma [kN/m³] = 20
Metodo: Sarma



SEZ stabilita AB sc 1: 2.000

Litotipo 1: phi [°] = 21 c [kN/m²] = 25 gamma [kN/m³] = 19
Litotipo 2: phi [°] = 23 c [kN/m²] = 40 gamma [kN/m³] = 20
Metodo: Sarma





**COMUNE DI
LUCERA**

RELAZIONE GEOFISICA

Pagina 1 di 30

INDAGINE GEOFISICA DI SISMICA A RIFRAZIONE E MASW



**COMUNE DI
LUCERA**

RELAZIONE GEOFISICA

Pagina 2 di 30

INDICE

- 1. PREMESSA**
- 2. PIANIFICAZIONE ED ESECUZIONE DEI LAVORI**
 - 2.1 Metodologie impiegate**
 - 2.1.1 Prospezione sismica di tipo Masw**
 - 2.1.2 Prospezione sismica a rifrazione**
- 3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA**
- 4. MODALITA' DI ESECUZIONE DEI RILIEVI: ATTIVITA' DI CAMPO**
- 5. RISULTATI INDAGINE GEOFISICA**
 - 5.1 Elaborazione indagine sismica di tipo MASW**
 - 5.2 Elaborazione indagine sismica a rifrazione**
- 6. CONCLUSIONI**

 <p>COMUNE DI LUCERA</p>	<p>RELAZIONE GEOFISICA</p>	
		<p>Pagina 3 di 30</p>

1. PREMESSA

Il presente rapporto riferisce le risultanze geofisiche relative al progetto Luceria.

A tal proposito è stata eseguita una campagna di indagini geofisiche, volta alla determinazione di alcune proprietà fisiche del sottosuolo consistente in:

- esame di n. 3 prospezione sismica superficiale con tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves);
- esame di n. 3 prospezione sismica a rifrazione.

La prospezione Masw è stata eseguita in accordo alle norme tecniche per le costruzioni del D. M. 17 gennaio 2018 “*Aggiornamento per le norme Tecniche per le Costruzioni*”.

Queste, in buona misura, fanno risalire la stima dell’effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio (V_s). Mediante l’indagine sismica a rifrazione è stato possibile determinare le caratteristiche dinamiche del sottosuolo nella prima decina di metri con l’individuazione delle principali unità geofisiche e delle relative proprietà meccaniche elastiche, quali velocità delle onde longitudinali P (V_p), velocità delle onde trasversali S (V_s) ed i relativi parametri elastici (E , G , K e ν).

2. PIANIFICAZIONE ED ESECUZIONE DEI LAVORI

2.1 Metodologie impiegate

Nell’area oggetto di studio è stata applicata una specifica metodologia d’indagine geofisica, di cui vengono evidenziati brevemente i fondamenti teorici.

2.1.1 Prospezione sismica di tipo Masw

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:

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

dove

h_i = spessore dello strato i esimo;

 <p>COMUNE DI LUCERA</p>	<p>RELAZIONE GEOFISICA</p>	
		<p>Pagina 4 di 30</p>

V_{si} = velocità delle onde di taglio nell'iesimo 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/sec.

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.

Tale parametro può essere determinato attraverso indagini indirette ed in particolar modo mediante l'analisi delle onde di Rayleigh, ossia onde di superficie generate dall'interazione tra onde di pressione (P) e le onde di taglio verticali (S_v) ogni qualvolta esiste una superficie libera in un mezzo omogeneo ed isotropo.

In presenza di un semispazio non omogeneo la loro velocità presenta dipendenza dalla frequenza, provocando dispersione della loro energia.

La dispersione è la deformazione di un treno d'onde nel sottosuolo dovuta ad una variazione di velocità di propagazione al variare della frequenza; per le onde di Rayleigh questa deformazione non si manifesta all'interno di un semispazio omogeneo e isotropo ma solo quando questi presenta una stratificazione.

Nelle nuove metodologie sismiche d'indagine del sottosuolo si considerano le onde di superficie in quanto la percentuale di energia convertita è di gran lunga predominante rispetto alle onde P ed S; inoltre l'ampiezza di tali onde dipende da \sqrt{r} anziché da r (distanza dalla sorgente in superficie) come per le onde di volume.

La propagazione delle onde di Rayleigh, sebbene influenzata dalla V_p e dalla densità, è funzione anzitutto della V_s , che rappresenta un parametro di fondamentale importanza nella caratterizzazione geotecnica di un sito.

 <p>COMUNE DI LUCERA</p>	<p>RELAZIONE GEOFISICA</p>	
		<p>Pagina 5 di 30</p>

L'analisi delle onde S mediante tecnica MASW viene eseguita mediante la trattazione spettrale del sismogramma, che, a seguito di una trasformata di Fourier, restituisce lo spettro del segnale. In questo dominio è possibile separare il segnale relativo alle onde S da altri tipi di segnale, come onde P, propagazione in aria ecc.

Osservando lo spettro di frequenza è possibile evidenziare che l'onda S si propaga a velocità variabile a seconda della sua frequenza, come risultato del fenomeno della dispersione.

La metodologia Masw risulta particolarmente indicata in ambienti con spaziature limitate e, a differenza della sismica a rifrazione, consente di individuare la presenza di inversioni di velocità con la profondità, associabili alla presenza di strati "lenti" al di sotto del bedrock roccioso.

Tuttavia, un limite di tale metodologia è che esso risente particolarmente del principio di indeterminazione e, fornendo un modello mono-dimensionale del sottosuolo, rende necessaria l'applicazione di altre metodologie d'indagine per fornire un modello geofisico-geologico più attendibile.

2.1.2 Prospezione sismica a rifrazione

La prospezione sismica considera i tempi di propagazione di onde elastiche che, generate al suolo, si propagano nel semispazio riflettendosi e rifrangendosi su eventuali superfici di discontinuità presenti.

Quando un'onda sismica incontra una superficie di separazione tra due mezzi con caratteristiche elastiche differenti, una parte dell'energia dell'onda si riflette nello stesso mezzo in cui si propaga l'onda incidente, e una parte si rifrange nel mezzo sottostante.

Le relazioni matematiche dei principi fisici della riflessione e rifrazione sono regolate dalle note leggi di Snell. La condizione necessaria per la riflessione e la rifrazione di un raggio sismico è la variazione del parametro impedenza sismica fra i 2 mezzi separati dalla superficie di discontinuità. L'impedenza sismica si determina attraverso il prodotto tra la velocità di propagazione dell'onda nel mezzo per la densità del materiale attraversato.

Ogni litotipo è caratterizzato da una particolare velocità di propagazione, determinata sperimentalmente attraverso prove di laboratorio o in situ. La velocità di propagazione delle

 <p>COMUNE DI LUCERA</p>	<p>RELAZIONE GEOFISICA</p>	
		<p>Pagina 6 di 30</p>

onde sismiche nelle rocce dipende essenzialmente dai parametri elastici che sono influenzati, a loro volta, da numerosi fattori quali, ad esempio, la densità, la porosità, la tessitura, il grado di alterazione e/o di fratturazione, la composizione mineralogica, la pressione, il contenuto di fluidi, ecc.

Questi parametri rendono piuttosto ampio il campo di variabilità della velocità per uno stesso litotipo. Per questo motivo, non sempre un orizzonte individuato con metodologie sismiche coincide con un orizzonte litologico.

Un impulso generato da una sorgente sismica in superficie genera un treno d'onde sismiche di varia natura; in fase di acquisizione e di elaborazione è possibile analizzare onde sismiche di volume o di superficie, a seconda delle modalità con cui esse si propagano nel sottosuolo.

In funzione del tipo di analisi delle onde sismiche investigate, è possibile distinguere fra la metodologia d'indagine sismica a rifrazione (analisi di onde di volume) e di tipo MASW (analisi di onde di superficie).

Disponendo un certo numero di sensori (geofoni) sul terreno lungo uno stendimento sismico e osservando il tempo di percorrenza delle onde per giungere ai sensori, è possibile determinare la velocità di propagazione delle onde sismiche che attraversano i vari strati nel sottosuolo, consentendo una ricostruzione attendibile delle sue caratteristiche elastico-dinamiche.

Al fine di una corretta interpretazione dei risultati dell'indagine sismica è importante sottolineare che:

- a) i sismostrati non sono necessariamente associabili a litotipi ben definiti, ma sono rappresentativi di livelli con simili caratteristiche elastiche, in cui le onde sismiche si propagano con la stessa velocità;
- b) la risoluzione del metodo è funzione della profondità di indagine e la risoluzione diminuisce con la profondità: considerato uno strato di spessore h ubicato a profondità z dal piano campagna, in generale non è possibile individuare sismostrati in cui $h < 0.25 * z$;
- c) nelle indagini superficiali, le onde di taglio (onde S), meno veloci, arrivano in un tempo successivo, per cui il segnale registrato sarà la risultante delle onde S con le onde P;

 <p>COMUNE DI LUCERA</p>	RELAZIONE GEOFISICA	Pagina 7 di 30
---	----------------------------	----------------

quindi la lettura dei tempi di arrivo delle onde S può risultare meno precisa della lettura dei tempi di arrivo delle onde P;

- d) le velocità delle onde p, misurate in terreni saturi o molto umidi dipende, talora in maniera decisiva, dalle vibrazioni trasmesse dall'acqua interstiziale e non dallo scheletro solido del materiale, perciò tale valore può non essere rappresentativo delle proprietà meccaniche del materiale in questione. Ne consegue che per alcuni terreni al di sotto della falda, le uniche onde in grado di fornire informazioni precise sulla rigidità del terreno sono quelle di taglio.



COMUNE DI
LUCERA

RELAZIONE GEOFISICA

Pagina 8 di 30

3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Le prospezioni geofisiche sono state eseguite con l'ausilio della seguente strumentazione:

Combinata **PASI mod. 16SG24** (sismica 24 canali + tomografia elettrica 32 elettrodi).

Strumentazione combinata 16SG12 (sismica 12 canali + tomografia elettrica 32 el.)			
Codice	Q.tà	Descrizione	Prezzo s.g.li IVA inclusa - EURO
SIS-200-000	01	MOD.16SG12 (24 bit, 12 canali + tomografia elettrica) completo di batteria ricaricabile, caricabatteria e manuale d'utilizzo	
ACCESSORI PER SISMICA (12 canali)			
SIS-999-050	01	CAVO SISMICO, 12 TRACCE, 130 m, Intervallo 10m, con connettori NK2721C e attacchi singoli oppure	
SIS-003-017		CAVO SISMICO, 12 TRACCE, 130 m, Intervallo 10m, con connettori NK2721C e attacchi doppi	
SIS-901-050	12	GEOFONO 10 Hz, verticale con clip singola oppure	
SIS-060-017		GEOFONO 14 Hz, verticale con clip doppia	
SIS-020-000	01	MAZZA DI BATTUTA kg 8-9 CON STARTER	
SIS-040-000	01	CAVO SCHERMATO (su nullo) -lunghezza totale 200 m per prolunga mazza	
SIS-021-000	01	PIATTELLO DI BATTUTA IN ALLUMINIO (dimensioni 20x20x5 cm)	
ACCESSORI PER TOMOGRAFIA ELETTRICA (32 elettrodi)			
GEO-320-000	02	CAVO CON CONNETTORI PER 16 ELETTRODI A-B-M-N (dist.elettrodi 5m, lungh.tot.65m), con connettore per LINK BOX	
GEO-331-000	01	Cavo adattatore per configurazione 32 el.a "Y"	
GEO-312-000	02	LINK-BOX per 16 elettrodi, completo di cavi di connessione	
GEO-013-000	32	PIOCHETTI IN ACCIAIO INOX per tomografia	
GEO-102-000	01	ENERGIZZATORE PER GEOELETRICA P-300T COMPLETO DI ACCESSORI	
			TOTALE IVA 20%ESCL. Euro



 COMUNE DI LUCERA	RELAZIONE GEOFISICA	
		Pagina 9 di 30

4. MODALITA' DI ESECUZIONE DEI RILIEVI: ATTIVITA' DI CAMPO

Indagine sismica di tipo MASW

La tecnica MASW prevede l'utilizzo di una sorgente attiva per l'energizzazione (massa battente di peso pari a 8 Kg) e la registrazione simultanea di 12 o più canali, utilizzando geofoni a bassa frequenza. Infatti l'esigenza di analizzare con elevato dettaglio basse frequenze (tipicamente anche al di sotto dei 20 Hz e corrispondenti a maggiori profondità d'investigazione) richiede la necessità di utilizzare geofoni ad asse verticale con frequenza di taglio non superiore a 4,5 Hz.

Per il profilo Masw eseguito è stata adottata la seguente configurazione:

- lunghezza stendimento = 16.50 m;
- numero geofoni = 12;
- Spaziatura = 1.50 m;
- offset di scoppio = 3.00 metri;
- durata dell'acquisizione = 1 secondo;
- tempo di campionamento = 1 millisecondo.

Per energizzare il terreno è stata usata una sorgente impulsiva del tipo "mazza battente" di peso pari a 8 Kg, ad impatto verticale su piastra per la generazione delle onde sismiche.

Contrariamente a quanto richiesto nell'indagine sismica a rifrazione, il segnale sismico acquisito nella tecnica MASW deve includere tutto il treno d'onda superficiale; pertanto la durata dell'acquisizione deve essere definita in modo da contenere tutto il segnale e non troncato nelle ultime tracce.

Per quanto concerne il tempo di campionamento, mentre nella sismica a rifrazione si utilizza un tempo di campionamento più basso per ricostruire con dettaglio i primi arrivi dell'onda sismica, nell'indagine sismica Masw è sufficiente un campionamento più ampio per ricostruire tutto il segnale sismico.

Inoltre, lo stesso segnale viene acquisito senza applicazione di filtri e incrementi del segnale.

 COMUNE DI LUCERA	RELAZIONE GEOFISICA	 Pagina 10 di 30
---	----------------------------	-------------------------

Indagine sismica a rifrazione

L'indagine sismica a rifrazione è consistita nell'esecuzione di n. 01 profilo con acquisizione di onde longitudinali (P), avente la seguente configurazione spaziale e temporale:

- lunghezza stendimento = 44.00 m;
- numero geofoni = 12;
- Spaziatura = 4.00 m;
- End Shot A = 0.00 metri;
- Central Shot E = 24.00 metri;
- End Shot B = 48.00 metri;
- durata dell'acquisizione = 128 msec;
- tempo di campionamento = 250 µsec;
- Frequenza geofoni = 10.00 Hz;
- Sistema di energizzazione = "massa battente".

5. RISULTATI INDAGINE GEOFISICA

La topografia della superficie del sito investigato risulta essere subpianeggiante, il rumore ambientale è risultato essere poco rilevante.

Per tutte le stese si è utilizzato un sistema di riferimento relativo, la cui origine è posta in corrispondenza dell'end shot esterno al 1° geofono per l'indagine sismica a rifrazione e Masw.

5.1 Elaborazione indagine sismica di tipo MASW

La fase di elaborazione si sviluppa in due fasi:

- 1) determinazione della curva di dispersione e la valutazione dello spettro di velocità;
- 2) inversione della curva di dispersione interpretata, mediante picking di un modo dell'onda di Rayleigh e successiva applicazione di algoritmi genetici.

La sovrapposizione della curva teorica e sperimentale fornisce un parametro abbastanza indicativo sull'attendibilità del modello geofisico risultante.

Per l'inversione dei dati sperimentali è stato utilizzato il software WinMasw 4.0 della Eliosoft.

La curva di dispersione ed il sismogramma sperimentale, nonché la relativa sezione elaborata sono mostrati negli allegati, dove viene indicato con MA – MB, rispettivamente la progressiva iniziale e finale della stesa.

Le indagini sismiche hanno consentito di determinare le caratteristiche elastodinamiche del terreno investigato e definire la categoria del sottosuolo di fondazione.

L'indagine Masw, eseguita ai sensi delle NTC 2018, ha restituito un valore di $V_{s30}=627$ m/s, coincidente dal valore della $V_{s,eq}$, in quanto non è stato intercettato il bedrock (definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, con $V_s > 800$ m/sec) ad una profondità $H = 30.00$ m dal p.c..

Di seguito si riportano i valori delle V_s in funzione delle profondità considerate:

PROFILO MASW 1

L'indagine Masw, eseguita ai sensi delle NTC 2018, ha restituito un valore di $V_{s30}=322$ m/s, uguale al valore della $V_{s,eq}$, in quanto non è stato intercettato il bedrock (definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, con $V_s > 800$ m/sec) ad una profondità $H = 30.00$ m dal p.c..

Di seguito si riportano i valori delle V_s in funzione delle profondità considerate:

MASW	Velocità onde di taglio (m/sec)	Spessori (m)	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	120	2,20	0.00 – 2.20
SISMOSTRATO II	240	5,80	2.20 – 8.00
SISMOSTRATO III	371	3.00	8.00 – 11.00
SISMOSTRATO IV	446	Semispazio	Semispazio
$V_{s,eq} = 322$ m/sec			

Per quanto attiene le correlazioni tra le unità sismostratigrafiche e litologie investigate, si rimanda il lettore alla tabella seguente:

Sismostrati	Litologia investigata	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	Terreno vegetale;	0.00 – 2.20
SISMOSTRATO II	Limo argilloso con intercalazioni argillose;	2.20 – 8.00
SISMOSTRATO III	Argilla con elementi marnosi;	8.00 – 11.00
SISMOSTRATO IV	Argilla con migliori caratteristiche tecniche;	Semispaio

PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE 1

Sismica a Rifrazione	Velocità Onde P (m/sec)	Velocità Onde S (m/sec)	Profondità	
			Da (m)	a (m)
SISMOSTRATO I	346	120	0.00	2,00 - 2,60
SISMOSTRATO II	1221	240	2.00 – 2.60	6.60 – 9.00
SISMOSTRATO III	1878	371	<i>indefinito</i>	

Per quanto attiene le correlazioni tra le unità sismostratigrafiche e litologie investigate, si rimanda il lettore alla tabella seguente:

Sismostrati	Litologia investigata
SISMOSTRATO I	Terreno vegetale;
SISMOSTRATO II	Limo argilloso con intercalazioni argillose;
SISMOSTRATO III	Argilla con elementi marnosi;

Nella tabella sottostante sono indicati i principali parametri elastici ricavati dall'indagine sismica, dove si è indicato con E (modulo di Young), G (modulo di taglio) e K (modulo di incompressibilità) espressi in Kg/cm², γ (peso di volume) è espresso in kN/m³, mentre ν (coefficiente di Poisson) rappresenta un numero adimensionale.



COMUNE DI
LUCERA

RELAZIONE GEOFISICA

Pagina 13 di 30

MODULI DINAMICI PROFILO 1

	Strato 1	Strato 2	Strato 3
Velocità Onde P (m/s):	346	1221	1878
Velocità Onde S (m/s):	120	240	371
Modulo di Poisson:	0,43	0,48	0,48
Peso di volume (KN/m ³):	16,69	18,44	19,76
Peso di volume (g/cm ³):	1,70	1,88	2,01
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	2,20	5,80	3,00
MODULO DI YOUNG DINAMICO E _{din} (Kg/cm ²)	716	3271	8373
MODULO DI YOUNG DINAMICO E _{din} (Mpa o Nmm ²)	70	321	821
MODULO DI TAGLIO DINAMICO G _{din} (Kg/cm ²)	25	108	277
MODULO DI TAGLIO DINAMICO G _{din} (Mpa o Nmm ²)	2	11	27
MODULO DI BULK (K) (Kg/cm ²) (mod. di incompressibilità di volume)	1746	27134	68727
MODULO DI BULK (K) (Mpa o Nmm ²)	171	2661	6740
MODULO DI YOUNG STATICO E _{stat} (Kg/cm ²)	86	394	1009
POROSITA' % (correlazione Rzheshvky e Novik (1971) (%))	47,51	39,34	33,20



COMUNE DI
LUCERA

RELAZIONE GEOFISICA

Pagina 14 di 30

MODULO DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (Kg/cm²) (valido per le terre)	204	2804	7105
MODULO DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (Kg/cm²) (Relazione di Navier)	250	3446	8734
RIGIDITA' SISMICA (m/sec · KN/m³)	2003	4426	7329
Frequenza dello strato	13,64	10,34	30,92
Periodo dello strato	0,07	0,097	0,032
B (Larghezza fondazione in m.)	1,0	1,0	1,0
Kv (Coeff. Di Winkler Vert. in Kg/cm³)	2,49	13,15	37,39
Kv (Coeff. Di Winkler Vert. in N/cm³)	24,42	128,91	366,68
Kh (Coeff. Di Winkler Orizz. in Kg/cm³)	1,25	6,57	18,70
Kh (Coeff. Di Winkler Orizz. in N/cm³)	12,21	64,46	183,34

INDAGINE SISMICA IN ARRAY MASW 2:

MASW	Velocità di taglio (m/sec)	Spessori (m)	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	220	1.20	0.00 – 1.20
SISMOSTRATO II	500	6.00	1.20 – 7.20
SISMOSTRATO III	731	2.00	7.20 – 9.20
SISMOSTRATO IV	750	Semispazio	Semispazio
$V_{s,eq} = 627 \text{ m/sec}$			

Per quanto attiene le correlazioni tra le unità sismostratigrafiche e litologie investigate, si rimanda il lettore alla tabella seguente:

Sismostrati	Litologia investigata	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	Riperto e terreno superf.;	0.00 – 1.20
SISMOSTRATO II	Limo con ghiaia	1.20 – 7.20
SISMOSTRATO III	Ghiaia in matrice sabbioso-siltosa;	7.20 – 9.20
SISMOSTRATO IV	Ghiaia sabbiosa	Semispazio

Di seguito si riporta la tabella di riferimento relativa alle categorie di sottosuolo:

CATEGORIE SUOLI DI FONDAZIONE	
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 di 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati</i>

	da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C e D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Pur evidenziando che l'indagine MASW risente particolarmente del problema della non univocità del modello geofisico rispetto ai dati sperimentali ed è principalmente finalizzata alla determinazione del parametro $V_{s,eq}$ più che alla ricostruzione sismostratigrafica del sottosuolo, è stato possibile evidenziare una congruenza fra il modello ricavato dalle indagini Masw con quello determinato dall'indagine sismica a rifrazione.

Sulla base di valutazioni incrociate sull'attendibilità dei risultati ottenuti dalle ricostruzioni sismiche è possibile scegliere il modello ritenuto più conforme alla situazione litostratigrafica presente nell'area e di cui è sempre preferibile avere a disposizione informazioni dirette di tipo geologico, geotecnico e/o idrogeologico.

INDAGINE SISMICA IN ARRAY SISMICA A RIFRAZIONE 2 :

Sismica a Rifrazione	Velocità Onde P (m/sec)	Velocità Onde S (m/sec)	Profondità	
			Da (m)	a (m)
SISMOSTRATO I	366	98	0.00	2,70 – 3,40
SISMOSTRATO II	717	215	2.70 – 3.40	7.50 – 8.90
SISMOSTRATO III	1410	243	indefinito	

Per quanto attiene le correlazioni tra le unità sismostratigrafiche e litologie investigate, si rimanda il lettore alla tabella seguente:

Sismostrati	Litologia investigata
SISMOSTRATO I	Strato superficiale
SISMOSTRATO II	Limo con ghiai
SISMOSTRATO III	Ghiaia in matrice sabbioso-siltosa;
	Ghiaia sabbioso limosa

Nella tabella sottostante sono indicati i principali parametri elastici ricavati dall'indagine sismica, dove si è indicato con E (modulo di Young), G (modulo di taglio) e K (modulo di incompressibilità) espressi in Kg/cm², γ (peso di volume) è espresso in kN/m³, mentre ν (coefficiente di Poisson) rappresenta un numero adimensionale.



COMUNE DI
LUCERA

RELAZIONE GEOFISICA

Pagina 17 di 30

MODULI DINAMICI			
	Strato 1	Strato 2	Strato 3
Velocità Onde P (m/s):	779	1182	2022
Velocità Onde S (m/s):	220	500	731
Modulo di Poisson:	0,46	0,39	0,42
Peso di volume (KN/m ³):	18,56	20,36	22,04
Peso di volume (g/cm ³):	1,89	2,08	2,25
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	1,20	6,00	2,00
MODULO DI YOUNG DINAMICO E _{din} (Kg/cm ²)	2723	14737	34927
MODULO DI YOUNG DINAMICO E _{din} (Mpa o Nmm ²)	267	1445	3425
MODULO DI TAGLIO DINAMICO G _{din} (Kg/cm ²)	92	519	1201
MODULO DI TAGLIO DINAMICO G _{din} (Mpa o Nmm ²)	9	51	118
MODULO DI BULK (K) (Kg/cm ²) (mod. di incompressibilità di volume)	10472	22541	77435
MODULO DI BULK (K) (Mpa o Nmm ²)	1027	2210	7594
MODULO DI YOUNG STATICO E _{stat} (Kg/cm ²)	328	1775	4208
POROSITA' % (correlazione Rzheshvsky e Novik (1971) (%))	43,47	39,70	31,85
MODULO DI COMPRESIONE EDOMETRICA	1148	2901	9190



COMUNE DI
LUCERA

RELAZIONE GEOFISICA

Pagina 18 di 30

(Kg/cm ²) (valido per le terre)			
MODULO DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (Kg/cm²) (Relazione di Navier)	1411	3566	11298
RIGIDITA' SISMICA (m/sec · KN/m³)	4083	10182	16114
Frequenza dello strato	45,83	20,83	91,38
Periodo dello strato	0,02	0,048	0,011
B (Larghezza fondazione in m.)	1,0	1,0	1,0
Kv (Coeff. Di Winkler Vert. in Kg/cm ³)	10,67	76,52	190,40
Kv (Coeff. Di Winkler Vert. in N/cm ³)	104,62	750,45	1867,21
Kh (Coeff. Di Winkler Orizz. in Kg/cm ³)	5,33	38,26	95,20
Kh (Coeff. Di Winkler Orizz. in N/cm ³)	52,31	375,22	933,61

INDAGINE SISMICA IN ARRAY MASW 3:

MASW	Velocità di taglio (m/sec)	Profondità (m)
SISMOSTRATO II	333	2.00 – 7.30
SISMOSTRATO III	554	7.30 – 25.00
SISMOSTRATO IV	603	Semispazio
<i>V_{s,eq} = 465 m/sec</i>		

Per quanto attiene le correlazioni tra le unità sismostratigrafiche e litologie investigate, si rimanda il lettore alla tabella seguente:

rimanda il lettore alla tabella seguente:

Sismostrati	Litologia investigata	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	Pavimentazione stradale; inferiormente terreno di riporto;	0.00 – 2.00
SISMOSTRATO II	Limi argillosi debolmente ghiaiosi con sabbie;	2.00 – 7.30
SISMOSTRATO III	Ghiaie in matrice sabbioso-argillosa;	7.30 – 25.00
SISMOSTRATO IV	Ghiaia addensata;	Semispazio

Di seguito si riporta la tabella di riferimento relativa alle categorie di sottosuolo:

CATEGORIE SUOLI DI FONDAZIONE	
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 di 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>

C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti</i> , 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.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti</i> , 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.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C e D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Pur evidenziando che l'indagine MASW risente particolarmente del problema della non univocità del modello geofisico rispetto ai dati sperimentali ed è principalmente finalizzata alla determinazione del parametro V_s , eq. più che alla ricostruzione sismostratigrafica del sottosuolo, è stato possibile evidenziare una congruenza fra il modello ricavato dalle indagini Masw con quello determinato dall'indagine sismica a rifrazione.

Sulla base di valutazioni incrociate sull'attendibilità dei risultati ottenuti dalle ricostruzioni sismiche è possibile scegliere il modello ritenuto più conforme alla situazione litostratigrafica presente nell'area e di cui è sempre preferibile avere a disposizione informazioni dirette di tipo geologico, geotecnico e/o idrogeologico.

INDAGINE SISMICA IN ARRAY SISMICA A RIFRAZIONE 3:

Sismica a Rifrazione	Velocità Onde P (m/sec)	Velocità Onde S (m/sec)	Profondità	
			Da (m)	a (m)
SISMOSTRATO I	622	244	0.00	1.00 – 4.20
SISMOSTRATO II	904	333	1.00 – 4.20	6.00 – 8.50
SISMOSTRATO III	1413	554	indefinito	

Per quanto attiene le correlazioni tra le unità sismostratigrafiche e litologie investigate, si rimanda il lettore alla tabella seguente:

Sismostrati	Litologia investigata
SISMOSTRATO I	Pavimentazione stradale; inferiormente terreno di riporto;
SISMOSTRATO II	Limi argillosi debolmente ghiaiosi con sabbie;



COMUNE DI
LUCERA

RELAZIONE GEOFISICA

Pagina 21 di 30

SISMOSTRATO III | Ghiaie in matrice sabbioso-argillosa;

Nella tabella sottostante sono indicati i principali parametri elastici ricavati dall'indagine sismica, dove si è indicato con E (modulo di Young), G (modulo di taglio) e K (modulo di incompressibilità) espressi in Kg/cm², γ (peso di volume) è espresso in kN/m³, mentre ν (coefficiente di Poisson) rappresenta un numero adimensionale.

MODULI DINAMICI			
	Strato 1	Strato 2	Strato 3
Velocità Onde P (m/s):	622	904	1413
Velocità Onde S (m/s):	244	333	554
Modulo di Poisson:	0,41	0,42	0,41
Peso di volume (KN/m ³):	17,24	17,81	19,83
Peso di volume (g/cm ³):	1,76	1,82	2,02
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	2,00	5,30	17,70
MODULO DI YOUNG DINAMICO E _{din} (Kg/cm ²)	3010	5842	17844
MODULO DI YOUNG DINAMICO E _{din} (Mpa o Nmm ²)	295	573	1750
MODULO DI TAGLIO DINAMICO G _{din} (Kg/cm ²)	105	201	620
MODULO DI TAGLIO DINAMICO G _{din} (Mpa o Nmm ²)	10	20	61
MODULO DI BULK (K) (Kg/cm ²) (mod. di incompressibilità di volume)	5517	12403	32746
MODULO DI BULK (K) (Mpa o Nmm ²)	541	1216	3211
MODULO DI YOUNG STATICO E _{stat} (Kg/cm ²)	363	704	2150



COMUNE DI
LUCERA

RELAZIONE GEOFISICA

Pagina 22 di 30

POROSITA' % (correlazione Rzheshvsky e Novik (1971) (%))	44,93	42,30	37,54
MODULO DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (Kg/cm ²) (valido per le terre)	680	1484	4036
MODULO DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (Kg/cm ²) (Relazione di Navier)	836	1824	4962
RIGIDITA' SISMICA (m/sec · KN/m³)	4208	5930	10984
Frequenza dello strato	30,50	15,71	7,82
Periodo dello strato	0,03	0,064	0,128
B (Larghezza fondazione in m)	1,0	1,0	1,0
Kv (Coeff. Di Winkler Vert. in Kg/cm³)	13,68	28,85	97,88
Kv (Coeff. Di Winkler Vert. in N/cm³)	134,13	282,92	959,88
Kh (Coeff. Di Winkler Orizz. in Kg/cm³)	6,84	14,42	48,94
Kh (Coeff. Di Winkler Orizz. in N/cm³)	67,07	141,46	479,94

Moduli Elastici Dinamici

 <p>COMUNE DI LUCERA</p>	<p>RELAZIONE GEOFISICA</p>	<p>Pagina 23 di 30</p>
---	-----------------------------------	------------------------

- **Rapporto V_p / V_s** - Questo parametro può fornire utili informazioni sullo stato di consolidazione e sulla presenza di gas nei mezzi porosi. Alcuni Autori (Gardner & Harris, 1968) affermano che rapporti maggiori di 2 si riscontrano in presenza di sabbie saturate non consolidate; alti rapporti risultano altresì per terreni incoerenti argillo-limosi ad alto grado di saturazione. Valori inferiori a 2 si registrano in presenza di rocce compatte o sedimenti gas saturati. In rocce saturate tale rapporto risulta dipendente dalla litologia, dalla quantità e geometria dei pori e dalle microfratture e potrebbe, nota la litologia, fornire indicazioni su questi ultimi due parametri.
- **Coefficiente di Poisson Dinamico** - Tra i moduli elastici dinamici tale parametro è l'unico che non necessita della conoscenza della densità per la sua determinazione. E' definito dalla seguente equazione:

$$\nu = 0.5 \cdot \frac{(V_p / V_s)^2 - 2}{(V_p / V_s)^2 - 1}$$

Sebbene in teoria sia considerato stress indipendente ed i suoi valori risultino compresi tra 0.25 e 0.33, nei mezzi porosi risulta stress dipendente, e presenta un campo di variabilità più esteso e può addirittura arrivare secondo GREGORY (1976) a valori negativi. I valori più bassi, in natura, si registrano per litotipi ad alta porosità, sottoposti a bassa pressione litostatica e gas saturati, in alcuni sedimenti incoerenti e saturi i valori possono risultare uguali o superiori a 0.49; nelle sospensioni assume il valore di 0.5.

- **Modulo di Taglio Dinamico** – E' definito dalla seguente equazione:

$$G = \gamma \cdot V_s^2$$

dove γ = densità

Tale parametro è fortemente dipendente dalla porosità e dalla pressione; assume valori più bassi in litotipi ad alta porosità, sottoposti a basse pressioni e saturati in acqua. Il campo di variabilità nei mezzi porosi è molto esteso.

- **Modulo di Young Dinamico** - E' definito dalla seguente equazione:

$$E = (9 \gamma \cdot V_s^2 \cdot R^2) / (3R^2 + 1)$$

dove:

γ = densità

$$R^2 = K / (\gamma \cdot V_s^2)$$

$$K = \gamma \cdot (V_p^2 - 4/3 V_s^2)$$

Tale modulo dipende dalla porosità, dalla pressione litostatica e dagli altri moduli elastici. Aumenta in misura considerevole quando al campione "dry" a bassa porosità vengono aggiunte piccole quantità di acqua, diminuisce quando un campione ad alta porosità viene sottoposto allo stesso trattamento.

I minimi valori del modulo si registrano in litotipi ad alta porosità saturi in gas, mentre i valori massimi si hanno per litotipi sotto pressione saturati in acqua ed a bassa porosità.

Il campo di variabilità è considerevole.

- **Modulo di Incompressibilità** - Esso è definito rispetto alle V_p , V_s e densità dalla seguente equazione:

$$K = \gamma \cdot (V_p^2 - 4/3 V_s^2)$$

dove:

γ = densità

Questo Modulo varia con la porosità, con la pressione e con la quantità di fluido saturante. Esso aumenta con il grado di saturazione con il decrescere della porosità e con l'aumentare della pressione. Nelle rocce sedimentarie varia di oltre 30 volte.

- **Peso di volume** - ricavato dalla relazione empirica di Tezcan et al. (2009) che lega tale parametro alla velocità di propagazione delle onde P, tenendo conto del tipo di terreno:

$$\gamma = \gamma_0 + 0,002 \cdot V_p$$

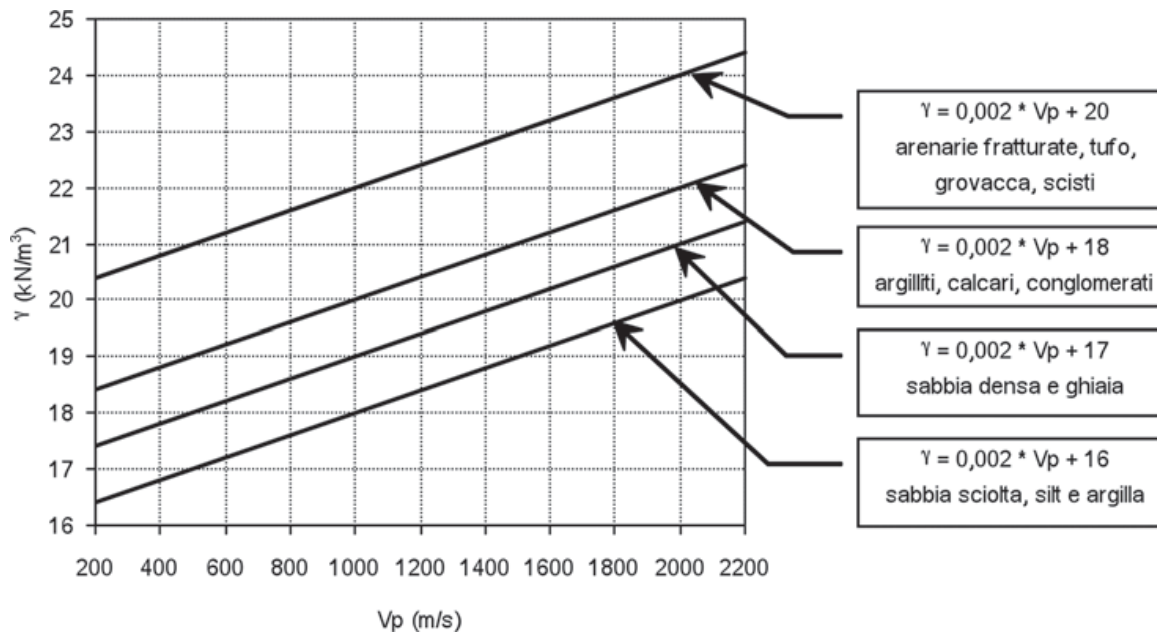
Tipo di terreno	Sabbie sciolte, silt e argilla	Sabbie dense e ghiaie	Marne, argilliti e conglomerati	Arenarie fratturate, tufi, scisti	Rocce dure
γ_0 (kN/m ³)	16	17	18	20	24



COMUNE DI
LUCERA

RELAZIONE GEOFISICA

Pagina 25 di 30



dove γ è la densità espressa in kN/m^3 e V è la velocità delle onde di tipo P (longitudinali o di pressione) espressa in m/s .

➤ **Rigidità sismica (R):**

$$R = \gamma \cdot V_s \text{ (KN/m}^2\cdot\text{sec)}$$

dove γ è la densità espressa in kg/m^3 e V è la velocità delle onde di tipo S (trasversali o di taglio) espressa in m/s .

E' un parametro strettamente legato alla amplificazione sismica locale: infatti l'incidenza dei danni tende a diminuire all'aumentare della rigidità sismica.

 COMUNE DI LUCERA	RELAZIONE GEOFISICA	
		Pagina 26 di 30

6. CONCLUSIONI

Il presente rapporto è stato redatto a supporto del: “Progetto Eolico Luceria

A tal proposito è stata eseguita una campagna di indagini geofisiche, volta alla determinazione di alcune proprietà fisiche del sottosuolo consistente in:

esecuzione di n. 3 prospezioni sismiche superficiali con tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves);

esecuzione di n. 2 prospezioni sismiche a rifrazione.

Nei casi innanzi esaminati, l'andamento delle velocità, aumenta con la profondità. Tuttavia si deve tenere presente che qualunque tecnica di geofisica applicata, ha un margine di errore intrinseco variabile in funzione del tipo di tecnica usata, della strumentazione adottata e di problematiche incontrate durante l'indagine, che solo l'operatore è in grado di quantificare in modo ottimale. La risoluzione del metodo non consente precisioni in termini di spessore inferiori al metro e i valori di velocità sono da intendersi come velocità medie all'interno di ciascuna unità geofisica individuata.

Le indagini sismiche eseguite, hanno consentito di determinare le caratteristiche elasto-dinamiche dei terreni investigati e definire la categoria del sottosuolo di fondazione.

La VS equivalente calcolata, è risultata essere per le prospezioni Masw eseguite, pari a:

Profilo Masw 1 V_s , eq = 322 m/s - Categoria “C”

Profilo Masw 2 V_s , eq = 627 m/s - Categoria “B”

Profilo Masw 2 V_s , eq = 465 m/s - Categoria “C”



**COMUNE DI
LUCERA**

RELAZIONE GEOFISICA

Pagina 27 di 30

ALLEGATI

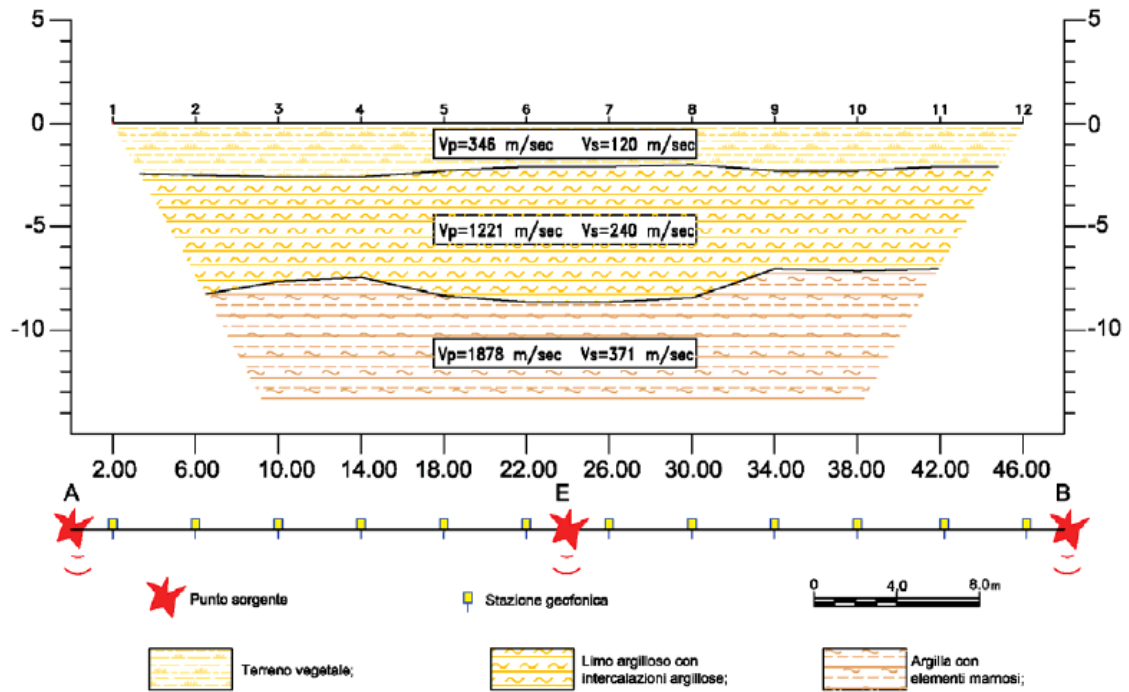


COMUNE DI
LUCERA

RELAZIONE GEOFISICA

Pagina 28 di 30

PROFILO SISMOSTRATIGRAFICO 1



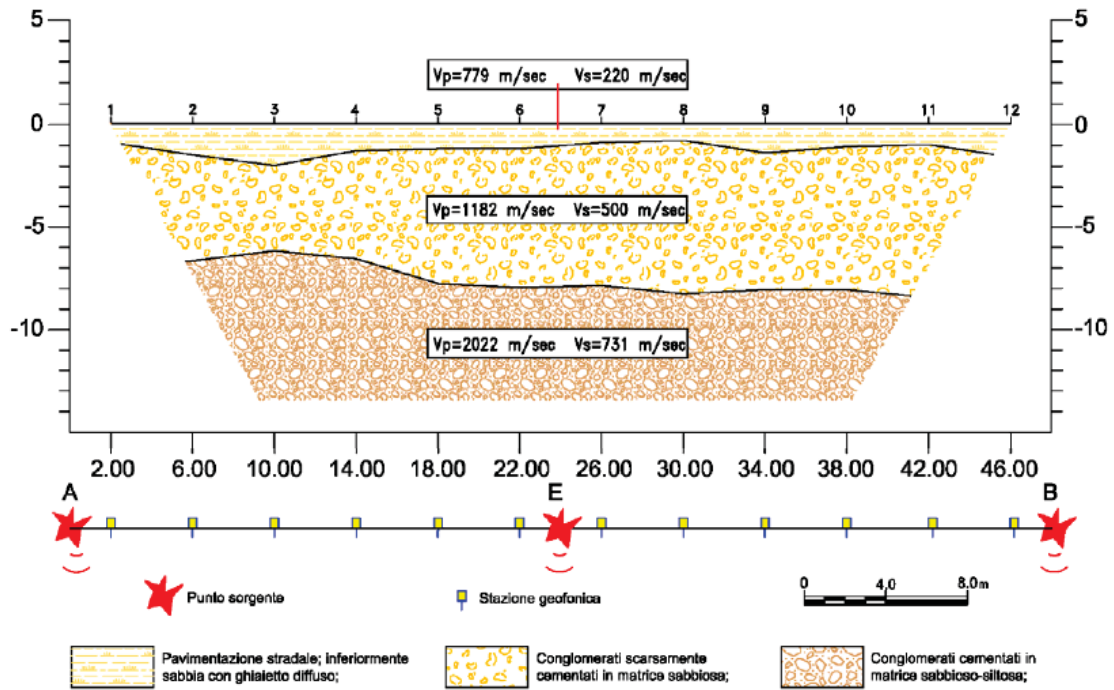


COMUNE DI
LUCERA

RELAZIONE GEOFISICA

Pagina 29 di 30

PROFILO SISMOSTRATIGRAFICO 2



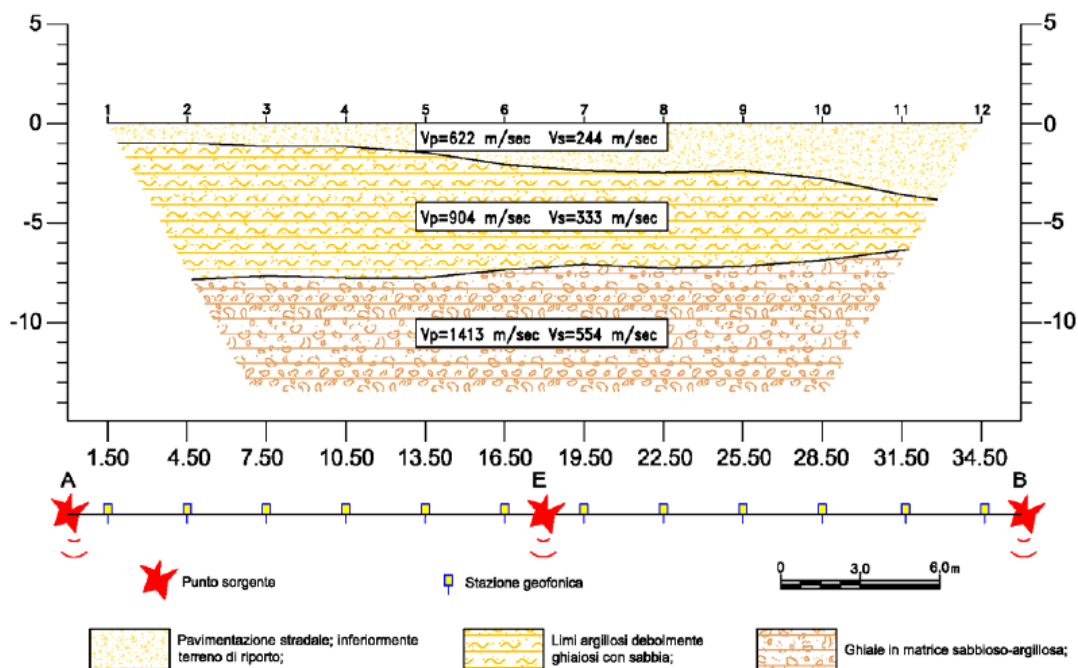


COMUNE DI
LUCERA

RELAZIONE GEOFISICA

Pagina 30 di 30

PROFILO SISMOSTRATIGRAFICO 3



MASW1 – BS1



MASW 2 - BS2



MASW 3 - BS 3





PROGETTO LUCERIA

CARTA DELLE INDAGINI

UBICAZIONI SONDAGGI
UBICAZIONI MASW

1:50.000

