

1. PREMESSA

Il presente studio geologico - geotecnico è stato condotto al fine di individuare le caratteristiche geologico - stratigrafiche ed idrologiche dei terreni interessanti l'area destinata ad un insediamento di un parco eolico ricadente in agro di Tricarico in un'area delimitata dal crinale di Monte Verrutoli e località Corona Romana ed il versante a sud ovest fino alla SP 277 meglio evidenziata in cartografia allegata.

L'incarico è stato conferito dalla società Adest s.r.l. residente in alla via , 11 e che unitamente al sottoscritto ed ai progettisti ha predisposto un piano di indagini che in questa fase è stata sufficiente alla definizione della natura geologica delle aree interessate dall'insediamento degli aereogeneratori.

Seguendo la numerazione stabilita dal P.I.E.A.R. al presente studio vengono allegati :

- A.2. Relazione Geologica
- A.2.1. Profili stratigrafici con documentazione fotografica
- A.2.2. Prove di laboratorio
- A.2.3. Indagine geofisica
- A.2.4. Verifiche di stabilità
- A.16.a.7. Carta ubicazione delle indagini in scala 1/5000
- A.16.a.8. Carta geologica in scala 1/5000
- A.16.a.9. Carta geomorfologica in scala 1/5000
- A.16.a.10. Carta idrogeologica in scala 1/5000
- A.16.a.11. Profili geologici in scala 1/5000/500
- A.16.a.12. Corografia dei bacini in scala 1/25000

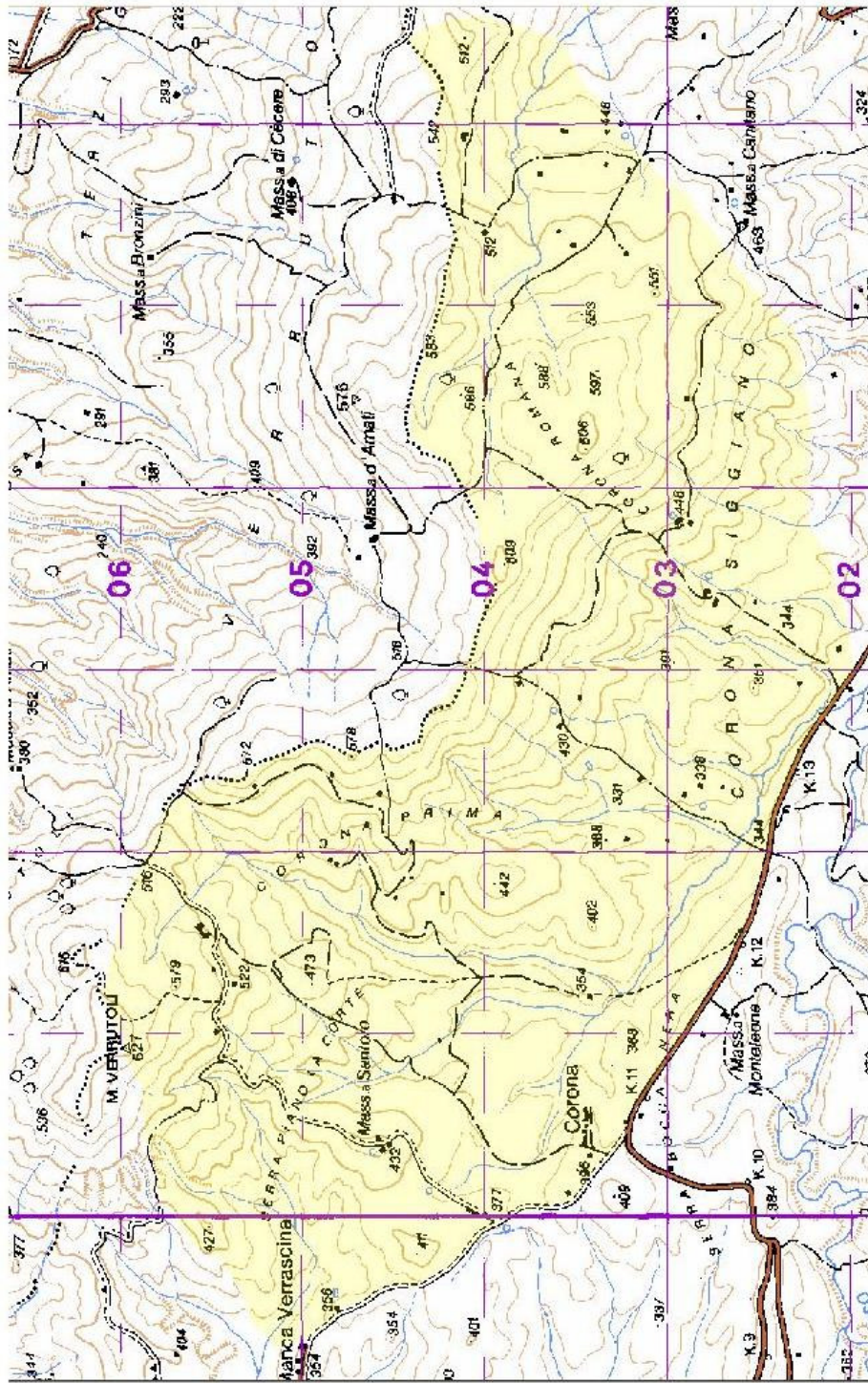


Fig. 1 :Inquadramento geografico dell'area in studio

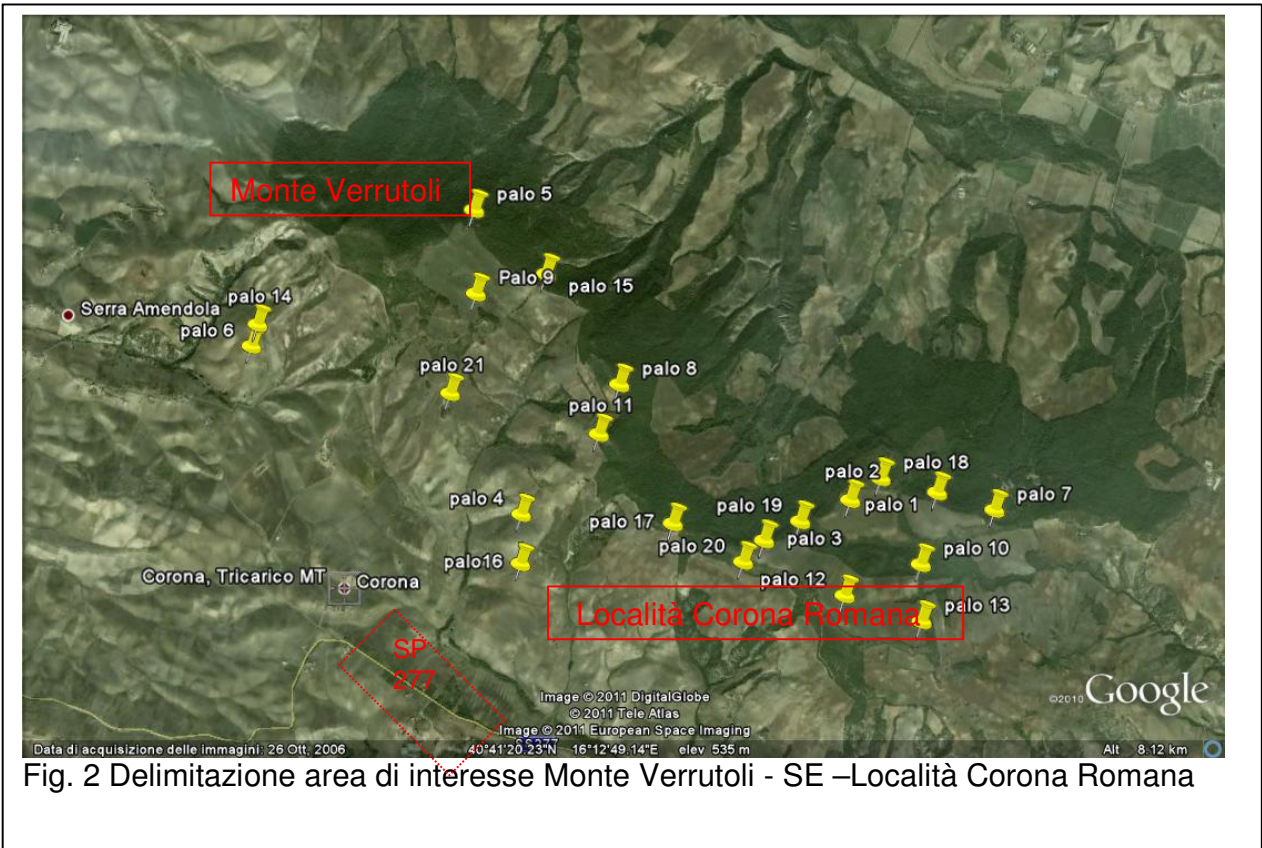


Fig. 2 Delimitazione area di interesse Monte Verrutoli - SE –Località Corona Romana

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

I litotipi affioranti nell'area interessata dalla realizzazione del parco eolico in oggetto e le zone limitrofe appartengono alla successione stratigrafica della Fossa Bradanica; si tratta di una depressione tettonica con asse allungato in direzione nord - ovest sud – est, compresa tra le Murge ad oriente e l'Appennino Lucano ad Occidente.

La Fossa è stata colmata durante il Plio-Pleistocene da una potente successione sedimentaria di origine clastica costituita essenzialmente da Argille marnose e siltose (formazione delle Argille subappennine) passanti in alto a sabbie (formazione delle sabbie di Monte Marano) e ancora a conglomerati poligenici (Conglomerati di Irsina) che rappresentano i depositi di chiusura del ciclo sedimentario.

La configurazione strutturale delle formazioni dominanti del ciclo sedimentario Plio-Pleistocenico della Fossa Bradanica è a blanda monoclinale, con immersione generale a nord-est di pochi gradi; a tratti è interrotta da faglie subverticali con deboli rigetti.

Di seguito si riporta la successione stratigrafica delle formazioni della Fossa Bradanica (fig. 1).

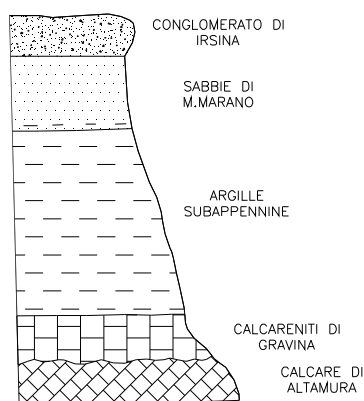


Figura 1 – Successione stratigrafica delle formazioni della Fossa Bradanica nell'area oggetto di studio

Morfologicamente, i rilievi più alti hanno sommità pianeggianti, limitate da scarpate sub-verticali consistenti in affioramenti di residue placche dei Conglomerati di Irsina e delle Sabbie di Monte Marano in giacitura suborizzontale; a valle delle scarpate si hanno tratti meno acclivi costituiti dagli affioramenti delle argille subappennine; questa conformazione morfologica conferisce ai rilievi una tipica forma tabulare con fianchi a pendenza variabile per fenomeni di morfoselezione.

Le sommità piatte dei più elevati rilievi collinari corrispondono a lembi residui di una superficie di sedimentazione rappresentata dal tetto dei Conglomerati di Irsina.

Questa superficie non è del tutto orizzontale, ma presenta una inclinazione molto leggera a est – sud est, la primitiva inclinazione a sud-est ultimamente si è andata modificando per effetto di recente maggiore sollevamento presso il margine esterno dell'Appennino.

Depositi in facies fluvio-lacustre del Pleistocene medio, appartenenti al bacino conosciuto in letteratura come “Bacino di Venosa”, sono posti in discordanza angolare sui depositi della successione bradanica. Tali depositi sono di natura epiclastica e derivano in gran parte dall'erosione del vulcano del Monte Vulture; nell'area di studio questa formazione affiora nel settore nord-orientale dove non ricade nessun sito di installazione di aerogeneratori.

Di seguito si riportano sinteticamente le caratteristiche litostratigrafiche e strutturali essenziali delle formazioni affioranti nel sito di progetto.

2.1. LE CARATTERISTICHE LITO-STRATIGRAFICHE DELLE FORMAZIONI AFFIORANTI NEL SITO DI PROGETTO

Procedendo dagli strati inferiori a quelli superiori si ha la seguente stratificazione:

- Argille subappennine;
- Sabbie di Monte Marano;
- Conglomerati di Irsina;

2.1.1.1. Argille Subappennine

La formazione delle argille subappennine poggia direttamente ed in concordanza sulle Calcareniti di Gravina.

E' costituita da limi con sabbia passanti a limi debolmente sabbiosi, più o meno marnosi e fossiliferi, di prevalente colore grigio azzurro.

Localmente si rivengono piccole lenti sabbiose concentrate in prevalenza nella parte alta, al passaggio con la sovrastante formazione delle sabbie di Monte Marano.

Nel complesso la formazione delle argille subappennine si può ritenere litologicamente omogenea, si tratta di argille illitiche, marnose, preconsolidate a plasticità medio-alta.

2.1.1.2. Sabbie di Monte Marano

Fanno seguito alle argille grigio azzurre con passaggio graduale preannunziato da un progressivo aumento dello spessore degli strati sabbiosi.

Da un punto di vista litologico la formazione in oggetto è costituita da sabbie gialle e giallo ocra medio fini per nulla o poco cementate, con intercalazioni di sabbie più grossolane in tratti poco potenti e con sottili intercalazioni argillose.

Soltanto verso l'alto queste sabbie assumono un determinato grado di cementazione presentando anche una stratificazione più marcata e passaggi ad arenarie tenere.

Le Sabbie di Monte Marano presentano spessori variabili man mano che ci si sposta da ovest verso est; sono permeabili in quanto porose e pertanto consentono un rapido assorbimento delle acque meteoriche.

Sotto l'aspetto mineralogico sono costituite da quarzo, miche, plagioclasti e calcite; quest'ultima comprende anche il contenuto in fossili.

Il quarzo è presente nelle classi granulometriche considerate ed è costituito da spigoli vivi; la quantità percentuale di quarzo tende a diminuire al decrescere delle dimensioni dei granuli.

Le miche sono presenti in quantità non trascurabili; la biotite è subordinata rispetto alla muscovite, ed è rappresentata da scarse lamelle leggermente cloritizzate con contorni arrotondati.

La muscovite si rinviene in quantità pressoché costante; si presenta in cristalli lamellari incolori o con lievi tonalità sul grigio metallico.

I plagioclasti si apprezzano in quantità inversamente proporzionale alle dimensioni dei granuli, infatti la loro percentuale aumenta con il diminuire delle dimensioni dei granuli.

La calcite è presente in quantità notevoli e rappresenta mediamente il 30% dei granuli; l'abbondanza relativa dei granuli calcitici diminuisce con il diminuire del diametro dei granuli.

2.1.1.3. Conglomerato di Irsina

Costituisce il termine di chiusura del ciclo sedimentario della Fossa Bradanica ed affiora in corrispondenza delle parti sommatiali dei rilievi.

I conglomerati di Irsina sono costituiti da ciottoli poligenici, in genere di piccole e medie dimensioni, sempre alquanto ben arrotondati, compresi in una matrice sabbiosa e in alcuni tratti con intercalazioni di sabbie rossastre.

Il grado di cementazione è generalmente piuttosto basso; solo a tratti si rinvengono livelli ben cementati di spessore non superiore ai 2-3 metri.

Lo spessore massimo affiorante del conglomerato non supera localmente i 4-5 metri.

3. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

La conformazione orografica dell'area di studio deriva dalla natura litologica delle rocce affioranti, dai processi tettonici che hanno interessato la Fossa bradanica, dalla copertura vegetale, dalle condizioni climatiche, da caratteri idrologici dei corsi d'acqua principali e dagli eventi sismici.

Nell'allegata Carta Geomorfologica è stata evidenziata la presenza di particolari condizioni morfologiche che nel caso dovessero interferire con l'installazione delle pale eoliche, tenendo conto anche della possibile evoluzione, vanno sistemate.

Tutte le formazioni sono soggette ad azioni di rimodellamento da parte degli agenti esogeni che nei periodi di intensa precipitazione, generalmente nel periodo Novembre – Gennaio (Carta della distribuzione delle precipitazioni medie in Basilicata, i dati sono tratti da "*Le precipitazioni in Basilicata 1921-1980 - CALOIERO - NICCOLI- REALI, 1980*"), raggiungono valori compresi tra 800 ed i 1000 mm di pioggia annui, con conseguenze talvolta disastrose per l'equilibrio dei versanti che risultano interessati da fenomeni gravitativi.

Il modellamento dei versanti e il loro carattere morfoevolutivo sono fortemente condizionati dai processi di erosione accelerata e dai fenomeni gravitativi che nell'area di studio risultano estesi. L'affiorare di litologie argillose, in buona parte nella zona sud dell'area di studio, comporta lo sviluppo di ampi fenomeni di denudamento, quali frane, soliflusso, reptazione (creep) e di erosione accelerata lungo i versanti più acclivi; in particolare, le frane si sviluppano nella parte bassa dei versanti dove affiorano i litotipi argillosi e per processi retrogressivi vanno ad interessare anche le sovrastanti litologie sabbiose e , talvolta , conglomeratiche. Questo modello evolutivo vede l'arretramento parallelo delle scarpate impostate nei litotipi sabbiosi e conglomeratici ed un decremento della pendenza, con un andamento ondulare , del tratto di versante posto in corrispondenza dei depositi a predominanza argillosa.

In genere , i movimenti gravitativi, seppur estesi lungo i versanti, sono per lo più superficiali, 1 m – 3 m di spessore e dovuti al disboscamento ed anche all'intensa attività agricola che interessa l'area; le frane più profonde sono presenti lungo i versanti più acclivi di località Corona Siggiano , dei rilievi a sud di Monte Verrutoli , in località Serra Piana La Corte dove possono raggiungere anche profondità significative .

I fenomeni franosi sono in genere complessi (Varnes 1978), essi sono il risultato dalla combinazione di più tipi di frane, per lo più scorrimento rototraslativo che evolve a colamento; inoltre, risultano anche frequenti colamenti che si sviluppano in corrispondenza degli impluvi dove si ha una convergenza delle acque a scorrimento superficiale che in parte si infiltra generando falde superficiali responsabili dei fenomeni gravitativi. Laddove sono stati operati interventi di bonifica idraulica queste fenomenologie risultano rallentate o del tutto stabilizzate.

L'area di studio, seppur interessata dalla presenza di diffusi fenomeni di dissesto lungo i versanti più o meno acclivi, è caratterizzata da aree stabili con pendenze non elevate . Queste aree sono rappresentate dalle ampie superfici terrazzate impostate al top della successione bradanica affioranti al margine nord-orientale della zona di interesse (Località Corona Romana e il crinale di congiunzione con Monte Verrutoli.

La presenza di tali aree subpianeggianti e di quelle a poco acclive, stabili , rende il sito in studio idoneo ad ospitare un parco eolico, escludendo opportunamente le aree interessate da dissesti idrogeologici.

4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista idrogeologico le formazioni che costituiscono il sottosuolo dell'area interessata dal parco eolico sono suddivisibili in funzione delle caratteristiche geologiche.

Nel complesso la situazione stratigrafica dell'area in oggetto è caratterizzata da una successione, dal basso verso l'alto, di:

Argille;

Sabbie;

Conglomerati.

In questa sequenza stratigrafica l'argilla si comporta da impermeabile relativo; per tale motivo la falda è situata nei litotipi sabbiosi e conglomeratici. Questi ultimi, però, sono organizzati, nella parte bassa della successione, in unità progradanti, costituendo corpi cuneiformi con litologie miste sabbioso - conglomeratiche. Tali strutture sedimentarie conferiscono una marcata eterogeneità all'acquifero, con variazioni della permeabilità sia in senso verticale che orizzontale.

In questo contesto geologico si viene a creare un acquifero multifalda. I diversi litotipi, però, presentano soluzioni di continuità, che mettono in comunicazione le varie falde. Per tale ragione la circolazione idrica sotterranea può essere schematizzata in una sola falda, posta al di sopra del tetto dell'argilla.

Nelle zone dove non affiorano le sabbie e i conglomerati la circolazione idrica sotterranea risulta del tutto effimera e a carattere stagionale; nei cinque sondaggi a carotaggio continuo non è stata intercettata nessuna falda a testimonianza di una circolazione idrica effimera o assente. Falde effimere sono presenti generalmente nelle lenti sabbiose o conglomeratiche che sono presenti in particolar modo nella parte alta delle argille subappennine al passaggio con i termini superiori della successione. Altre piccole falde sono presenti in corrispondenza degli accumuli di frana dove la mobilitazione del terreno è portata ad un aumento della porosità. In generale le falde presenti nelle argille subappennine hanno carattere stagionale, con un periodo di secca che varia a secondo dell'anno di riferimento.

Infine, una circolazione idrica sotterranea e riscontrabile nei primi 1-3 m di profondità durante gli eventi pluviometrici più intensi; tale circolazione idrica è confinata nella porzione pedogenizzata e alterata delle argille subappennine e generalmente ha una restituzione da giornaliera a settimanale.

Vista la situazione stratigrafica dell'area l'acquifero risulta libero (non confinato) e non sono state osservate situazioni tali da generare una circolazione idrica parzialmente in pressione.

La presenza di pozzi di bassa profondità (intorno ai 6 metri massimi) testimoniano la presenza di una rete endogena nella parte superficiale generalmente di tipo stagionale.

5. INDAGINI ESEGUITE

Dopo un rilievo geologico e morfologico di superficie, è stato messo in essere un programma di indagine concordato con il progettista che ha in questa fase ha previsto la realizzazione di cinque sondaggi eseguiti a carotaggio continuo per una profondità di 30 metri ciascuno, provvisti di tubi in PVC, Φ 100 mm. atti ad eseguire n. 5 prove down hole per la definizione del Vs30 .

Sono stati inoltre realizzate n. 4 stendimenti sismici a rifrazione in onda P e n. 4 MASW che hanno permesso nelle aree interessate di definire sia la categoria del suolo che l'andamento degli orizzonti sismostratigrafici.

Rimandando nei successivi paragrafi le menzioni per i singoli pali, di seguito vengono indicate le caratteristiche geotecniche principali medie degli spessori di possibile riscontro e suddivise in spessori geotecnicamente significativi.

5.1 RELAZIONE INTERPRETATIVA DELLE PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO.

I campioni prelevati nel corso delle perforazioni effettuate per il progetto di realizzazione di un parco eolico in agro del Comune di Tricarico (MT), sono stati immessi in fustella d'acciaio del diametro 101 mm e di 60 cm di lunghezza e trasportati al laboratorio geotecnico "LABORGEO s.r.l. di Matera (Laboratorio geotecnico autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti) dal committente.

I campioni sono stati sottoposti alle seguenti prove di laboratorio:

- determinazione del contenuto d'acqua (ASTM D 2216-80);
- determinazione del peso specifico apparente allo stato naturale (NORME BS 1377:1975 Test 15);
- determinazione del peso specifico dei grani con picnometro (NORME ASTM D 854-83);
- analisi granulometrica per setacciatura (NORME ASTM D 421) e sedimentazione (NORME ASTM D422-63);
- determinazione del limite di liquidità e di plasticità (NORME ASTM D4318-84);
- prova di taglio diretto con scatola di Casagrande del tipo consolidato-drenato (NORME ASTM D3080-72);

Il contenuto d'acqua si è ottenuto pesando il materiale di prelievo, ripesandolo dopo essiccamento in forno per circa 16 ore alla temperatura non superiore a 110 °C e calcolando il contenuto d'acqua come differenza fra le due pesate.

I valori ricavati variano fra un minimo di 12.01% e un massimo di 21.07%.

La determinazione del peso specifico apparente si è ottenuta utilizzando le fustelle necessarie alla preparazione dei provini da sottoporre a prove di taglio diretto. Al termine della preparazione del provino si è pesata la fustella contenente il provino detraendone successivamente il peso. Dal rapporto fra la massa del provino e il volume della fustella si è ricavato il valore del peso specifico apparente.

I valori ricavati variano fra un minimo di 1.88 g/cm³ a un massimo di 2.10 g/cm³.

La determinazione del peso specifico, dato dal rapporto fra il peso allo stato asciutto ed il volume della parte solida della roccia si è calcolato attraverso il metodo del picnometro dopo aver ridotto in polvere fine un campione della stessa roccia in modo da eliminare gli eventuali vuoti presenti.

I valori ottenuti variano fra un minimo di 2.62 g/cm^3 e un massimo di 2.76 g/cm^3 e rientrano nella norma dei valori riportati nella letteratura relativa ai terreni sabbiosi e limo-argillosi.

Per determinare la distribuzione granulometrica delle particelle grossolane costituenti i terreni indagati si è proceduto alla vagliatura per mezzo di una serie di setacci, di apertura via via decrescente, che sono stati sovrapposti e fatti vibrare, in modo da separare i granuli in frazioni di dimensioni pressochè uguali, ciascuna trattenuta al corrispondente setaccio.

La distribuzione dei granuli di dimensione inferiore a 0.075 mm (cioè delle particelle di limo e di argilla) è stata effettuata con metodi indiretti, basati sui tempi di sedimentazione delle particelle in acqua distillata.

La determinazione del limite liquido, ossia del minimo contenuto d'acqua per il quale il terreno scorre per effetto di una piccola forza applicata, è stata effettuata utilizzando il cucchiaio di Casagrande.

La prova consiste nel porre entro il cucchiaio una miscela di terra e acqua e quindi mediante un attrezzo di dimensioni normalizzate, si incide un solco. Mediante un dispositivo a manovella si lascia cadere il cucchiaio bruscamente sulla base sottostante da una altezza prefissata e per un certo numero di volte, finchè il solco si richiude per circa 1 cm di lunghezza. Subito dopo si determina il contenuto d'acqua. Ripetendo le stesse operazioni per diversi contenuti d'acqua e ponendo in un diagramma "numero di colpi-contenuto d'acqua", si assume come limite liquido il contenuto d'acqua corrispondente a 25 colpi.

Per la determinazione del limite plastico, ossia della minima quantità d'acqua che il materiale è in grado di assorbire per assumere una struttura ed essere plasmabile, si è proceduto come segue:

- la terra viene impastata con una percentuale d'acqua distillata minore di quella trovata come limite liquido e quindi si modellano dei sottili cilindretti del diametro di circa 3 mm. Questi si fanno rotolare su un foglio di carta assorbente e in tal modo perderanno gradualmente acqua. Nel momento in cui i cilindretti cominciano a screpolarsi e/o suddividersi, se ne determina il contenuto d'acqua che viene assunto come limite di plasticità.

Dalla conoscenza dei valori del limite liquido e del limite plastico si è ricavato l'indice di plasticità di ogni campione.

Le prove di taglio diretto con scatola di Casagrande del tipo consolidato-drenato riguardano tre provini per ogni campione; dopo una fase di consolidazione della durata di 24 ore, sottoposti a carico normale N , variabile in ciascuna prova, vengono sollecitati al taglio T fino alla rottura lungo un piano prestabilito ovvero, il piano di separazione dei due telai sovrapposti della scatola, scorrevoli l'uno rispetto all'altro. Si ottengono in tal modo coppie di valori che, riportati in un diagramma carico-tensione, individuano tre punti che si trovano su una retta. Il segmento determinato dall'incontro di questa con l'asse delle ordinate dà il valore della coesione e l'angolo che la retta forma con l'orizzontale rappresenta l'angolo di attrito interno.

5.1.1. Proprietà' indice

- **Peso specifico dei grani**

- *Ghiaia limosa* γ_s pari a 2.60 g/cm^3
- *Limo con argilla* γ_s compreso fra 2.75 g/cm^3 e 2.76 g/cm^3
- *Limo con argilla, sabbioso* γ_s compreso fra 2.70 g/cm^3 e 2.74 g/cm^3

- **Limiti di Atterberg**

Dalle prove di classificazione condotte sui terreni esaminati risultano valori del limite liquido compresi fra 31% e 44% e del limite plastico compresi fra 21% e 28%; ciò consente di classificare questi terreni in prevalenza come argille “magre”.

Nella classificazione UNI 10008 i terreni appartengono ai gruppi:

A – 4 “Limo poco compressibili” (Campioni S4-C1 ed S4-C2)

A – 7 – 6 “Argille fortemente compressibili e fortemente plastiche” (Campioni S2-C2, S5-C1 ed S5-C2)

A – 6 “Argille poco compressibili” (Campioni S1-C2, S2-C1, S3-C1 ed S3-C2)

Nella carta di plasticità di Casagrande i punti caratteristici dei terreni argillosi analizzati cadono soprattutto, nella parte bassa a destra occupando il campo dei “Limi inorganici di bassa compressibilità ML” oppure nella parte sinistra in basso delle “Argille poco compressibili CL”.

• **Granulometria**

Dal punto di vista della granulometria si tratta di terreni definiti come “*Ghiaia limosa*”, “*Limo con argilla*” e “*Limo con argilla, sabbioso*” .

• **Contenuto naturale d’acqua**

I valori del contenuto naturale d’acqua risultano compresi fra 12.01% e 20.42% cui corrisponde, sulla base dei valori del limite liquido e plastico, un indice di consistenza sempre superiore a 1. Pertanto questi terreni hanno uno stato di consistenza semisolido ed un indice di fluidità inferiore a 1. Si tratta comunque di terreni a medio grado di saturazione, compreso fra 55.99% e 85.98%.

• **Peso di volume naturale**

Il peso di volume naturale γ_n è compreso fra 1.88 g/cm³ e 2.08 g/cm³ .

- **Resistenza Condizioni a lungo termine**

Per la determinazione dei parametri di resistenza drenati sono state effettuate prove di taglio diretto CD su tutti i campioni analizzati, da cui risulta che:

Litologia	Coesione c KN/m²	Angolo di attrito interno φ°
<i>Ghiaia limosa</i>	0.00	34.5°

Litologia	Coesione c KN/m²	Angolo di attrito interno φ°
<i>Limo con argilla</i>	20.46 – 36.76	21.3° - 22°

Litologia	Coesione c KN/m²	Angolo di attrito interno φ°
<i>Limo con argilla, sabbioso</i>	13.15 – 42.00	24.5° - 28.5°

5.2 PROVE S.P.T.

Nei sondaggi a carotaggio continuo sono state eseguite delle prove S.P.T. che successivamente sono state elaborate con il programma Dynamic della Geostru.

I risultati sono di seguito riportati:

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S1

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	27	5.15	27	Gibbs & Holtz 1957	100
Strato 2	27	6.45	27	Gibbs & Holtz 1957	100
Strato 3	31	8.45	31	Gibbs & Holtz 1957	100
Strato 4	38	12.45	38	Gibbs & Holtz 1957	100
Strato 5	31	15.45	31	Gibbs & Holtz 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	27	5.15	27	Meyerhof (1956)	27.71
Strato 2	27	6.45	27	Meyerhof (1956)	27.71
Strato 3	31	8.45	31	Meyerhof (1956)	28.86
Strato 4	38	12.45	38	Meyerhof (1956)	30.86
Strato 5	31	15.45	31	Meyerhof (1956)	28.86

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	27	5.15	27	Schmertmann (1978) (Sabbie)	216.00
Strato 2	27	6.45	27	Schmertmann (1978) (Sabbie)	216.00
Strato 3	31	8.45	31	Schmertmann (1978) (Sabbie)	248.00
Strato 4	38	12.45	38	Schmertmann (1978) (Sabbie)	304.00
Strato 5	31	15.45	31	Schmertmann (1978) (Sabbie)	248.00

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	27	5.15	27	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	82.92
Strato 2	27	6.45	27	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	82.92
Strato 3	31	8.45	31	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	91.14
Strato 4	38	12.45	38	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	105.52
Strato 5	31	15.45	31	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	91.14

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	27	5.15	27	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	27	6.45	27	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	31	8.45	31	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 4	38	12.45	38	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 5	31	15.45	31	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	27	5.15	27	Meyerhof ed altri	2.10
Strato 2	27	6.45	27	Meyerhof ed altri	2.10
Strato 3	31	8.45	31	Meyerhof ed altri	2.14
Strato 4	38	12.45	38	Meyerhof ed altri	2.19
Strato 5	31	15.45	31	Meyerhof ed altri	2.14

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	27	5.15	27	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 2	27	6.45	27	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 3	31	8.45	31	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 4	38	12.45	38	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 5	31	15.45	31	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	27	5.15	27	(A.G.I.)	0.3
Strato 2	27	6.45	27	(A.G.I.)	0.3
Strato 3	31	8.45	31	(A.G.I.)	0.29
Strato 4	38	12.45	38	(A.G.I.)	0.28
Strato 5	31	15.45	31	(A.G.I.)	0.29

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	27	5.15	27	Ohsaki (Sabbie pulite)	1440.11
Strato 2	27	6.45	27	Ohsaki (Sabbie pulite)	1440.11
Strato 3	31	8.45	31	Ohsaki (Sabbie pulite)	1639.81
Strato 4	38	12.45	38	Ohsaki (Sabbie pulite)	1985.68
Strato 5	31	15.45	31	Ohsaki (Sabbie pulite)	1639.81

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	27	5.15	27		285.79
Strato 2	27	6.45	27		285.79
Strato 3	31	8.45	31		306.23
Strato 4	38	12.45	38		339.04
Strato 5	31	15.45	31		306.23

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	27	5.15	27	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.10-0.35
Strato 2	27	6.45	27	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.10-0.35
Strato 3	31	8.45	31	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.10-0.35
Strato 4	38	12.45	38	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35
Strato 5	31	15.45	31	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.10-0.35

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	27	5.15	27	Navfac 1971-1982	5.18
Strato 2	27	6.45	27	Navfac 1971-1982	5.18
Strato 3	31	8.45	31	Navfac 1971-1982	5.75
Strato 4	38	12.45	38	Navfac 1971-1982	6.65
Strato 5	31	15.45	31	Navfac 1971-1982	5.75

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	27	5.15	27	Robertson 1983	54.00
Strato 2	27	6.45	27	Robertson 1983	54.00
Strato 3	31	8.45	31	Robertson 1983	62.00
Strato 4	38	12.45	38	Robertson 1983	76.00
Strato 5	31	15.45	31	Robertson 1983	62.00

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S2**TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	25	4.45	25	Gibbs & Holtz 1957	100
Strato 2	23	5.45	23	Gibbs & Holtz 1957	100
Strato 3	27	7.45	27	Gibbs & Holtz 1957	100
Strato 4	25	8.95	25	Gibbs & Holtz 1957	100
Strato 5	27	10.45	27	Gibbs & Holtz 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	25	4.45	25	Meyerhof (1956)	27.14
Strato 2	23	5.45	23	Meyerhof (1956)	26.57
Strato 3	27	7.45	27	Meyerhof (1956)	27.71
Strato 4	25	8.95	25	Meyerhof (1956)	27.14
Strato 5	27	10.45	27	Meyerhof (1956)	27.71

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	25	4.45	25	Schmertmann (1978) (Sabbie)	200.00
Strato 2	23	5.45	23	Schmertmann (1978) (Sabbie)	184.00
Strato 3	27	7.45	27	Schmertmann (1978) (Sabbie)	216.00
Strato 4	25	8.95	25	Schmertmann (1978) (Sabbie)	200.00
Strato 5	27	10.45	27	Schmertmann (1978) (Sabbie)	216.00

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	25	4.45	25	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	78.82
Strato 2	23	5.45	23	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	74.71
Strato 3	27	7.45	27	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	82.92
Strato 4	25	8.95	25	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	78.82
Strato 5	27	10.45	27	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	82.92

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	25	4.45	25	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	23	5.45	23	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	27	7.45	27	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 4	25	8.95	25	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 5	27	10.45	27	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...
 Prova eseguita in data
 Falda non rilevata

PROVE SPT IN FORO
 22/05/2011

Profondità (m)	Nr. Colpi
14.15	18
14.30	35
14.45	50
22.15	13
22.30	26
22.45	30

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1**TERRENI COESIVI****Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	85	14.45	Terzaghi-Peck	5.74
Strato 2	56	22.45	Terzaghi-Peck	3.78

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	85	14.45	Robertson (1983)	170.00
Strato 2	56	22.45	Robertson (1983)	112.00

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	85	14.45	Stroud e Butler (1975)	389.98
Strato 2	56	22.45	Stroud e Butler (1975)	256.93

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 1	85	14.45	Apollonia	850.00
Strato 2	56	22.45	Apollonia	560.00

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	85	14.45	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE
Strato 2	56	22.45	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	85	14.45	Meyerhof ed altri	17.89
Strato 2	56	22.45	Meyerhof ed altri	4.67

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	85	14.45	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	---
Strato 2	56	22.45	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	---

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S3

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	38	5.45	38	Gibbs & Holtz 1957	100
Strato 5	56	22.45	56	Gibbs & Holtz 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	38	5.45	38	Meyerhof (1956)	30.86
Strato 5	56	22.45	56	Meyerhof (1956)	36

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	38	5.45	38	Schmertmann (1978) (Sabbie)	304.00
Strato 5	56	22.45	56	Schmertmann (1978) (Sabbie)	448.00

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	38	5.45	38	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	105.52
Strato 5	56	22.45	56	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	142.49

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	38	5.45	38	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 5	56	22.45	56	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	38	5.45	38	Meyerhof ed altri	2.19
Strato 5	56	22.45	56	Meyerhof ed altri	2.26

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	38	5.45	38	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 5	56	22.45	56	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	38	5.45	38	(A.G.I.)	0.28
Strato 5	56	22.45	56	(A.G.I.)	0.24

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	38	5.45	38	Ohsaki (Sabbie pulite)	1985.68
Strato 5	56	22.45	56	Ohsaki (Sabbie pulite)	2858.97

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	38	5.45	38		339.04
Strato 5	56	22.45	56		411.58

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	38	5.45	38	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35
Strato 5	56	22.45	56	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	38	5.45	38	Navfac 1971-1982	6.65
Strato 5	56	22.45	56	Navfac 1971-1982	9.13

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	38	5.45	38	Robertson 1983	76.00
Strato 5	56	22.45	56	Robertson 1983	112.00

PROVA ...S4

Strumento utilizzato...
 Prova eseguita in data
 Falda non rilevata

PROVE SPT IN FORO
 25/04/2011

Profondità (m)	Nr. Colpi
5.75	5
5.90	10
6.05	25
8.15	8
8.30	17
8.45	35
10.15	11
10.30	20
10.45	27
14.15	16
14.30	28
14.45	40

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S4

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	35	6.05	35	Gibbs & Holtz 1957	100
Strato 2	52	8.45	52	Gibbs & Holtz 1957	100
Strato 3	47	10.45	47	Gibbs & Holtz 1957	100
Strato 4	68	14.45	68	Gibbs & Holtz 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	35	6.05	35	Meyerhof (1956)	30
Strato 2	52	8.45	52	Meyerhof (1956)	34.86
Strato 3	47	10.45	47	Meyerhof (1956)	33.43
Strato 4	68	14.45	68	Meyerhof (1956)	39.43

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	35	6.05	35	Schmertmann (1978) (Sabbie)	280.00
Strato 2	52	8.45	52	Schmertmann (1978) (Sabbie)	416.00
Strato 3	47	10.45	47	Schmertmann (1978) (Sabbie)	376.00
Strato 4	68	14.45	68	Schmertmann (1978) (Sabbie)	544.00

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	35	6.05	35	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	99.36
Strato 2	52	8.45	52	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	134.27
Strato 3	47	10.45	47	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	124.00
Strato 4	68	14.45	68	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	167.14

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	35	6.05	35	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 2	52	8.45	52	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO
Strato 3	47	10.45	47	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO
Strato 4	68	14.45	68	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	35	6.05	35	Meyerhof ed altri	2.18
Strato 2	52	8.45	52	Meyerhof ed altri	2.24
Strato 3	47	10.45	47	Meyerhof ed altri	2.23
Strato 4	68	14.45	68	Meyerhof ed altri	2.37

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	35	6.05	35	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 2	52	8.45	52	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 3	47	10.45	47	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 4	68	14.45	68	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	35	6.05	35	(A.G.I.)	0.28
Strato 2	52	8.45	52	(A.G.I.)	0.25
Strato 3	47	10.45	47	(A.G.I.)	0.26
Strato 4	68	14.45	68	(A.G.I.)	0.22

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	35	6.05	35	Ohsaki (Sabbie pulite)	1837.97
Strato 2	52	8.45	52	Ohsaki (Sabbie pulite)	2666.59
Strato 3	47	10.45	47	Ohsaki (Sabbie pulite)	2424.85
Strato 4	68	14.45	68	Ohsaki (Sabbie pulite)	3431.40

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	35	6.05	35		325.38
Strato 2	52	8.45	52		396.61
Strato 3	47	10.45	47		377.06
Strato 4	68	14.45	68		453.54

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	35	6.05	35	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.10-0.35
Strato 2	52	8.45	52	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35
Strato 3	47	10.45	47	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35
Strato 4	68	14.45	68	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	> 0.35

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	35	6.05	35	Navfac 1971-1982	6.27
Strato 2	52	8.45	52	Navfac 1971-1982	8.47
Strato 3	47	10.45	47	Navfac 1971-1982	7.77
Strato 4	68	14.45	68	Navfac 1971-1982	11.93

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	35	6.05	35	Robertson 1983	70.00
Strato 2	52	8.45	52	Robertson 1983	104.00
Strato 3	47	10.45	47	Robertson 1983	94.00
Strato 4	68	14.45	68	Robertson 1983	136.00

PROVA ...S5

Strumento utilizzato...
 Prova eseguita in data
 Falda non rilevata

PROVE SPT IN FORO
 26/04/2011

Profondità (m)	Nr. Colpi
5.15	6
5.30	11
5.45	16
7.15	5
7.30	12
7.45	17
10.65	7
10.80	12
10.95	18
12.15	8
12.30	13
12.45	19
14.15	9
14.30	15
14.45	20

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S5

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	27	5.45	27	Gibbs & Holtz 1957	100
Strato 2	29	7.45	29	Gibbs & Holtz 1957	100
Strato 3	30	10.95	30	Gibbs & Holtz 1957	100
Strato 4	32	12.45	32	Gibbs & Holtz 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	27	5.45	27	Meyerhof (1956)	27.71
Strato 2	29	7.45	29	Meyerhof (1956)	28.29
Strato 3	30	10.95	30	Meyerhof (1956)	28.57
Strato 4	32	12.45	32	Meyerhof (1956)	29.14

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	27	5.45	27	Schmertmann (1978) (Sabbie)	216.00
Strato 2	29	7.45	29	Schmertmann (1978) (Sabbie)	232.00
Strato 3	30	10.95	30	Schmertmann (1978) (Sabbie)	240.00
Strato 4	32	12.45	32	Schmertmann (1978) (Sabbie)	256.00

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	27	5.45	27	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	82.92
Strato 2	29	7.45	29	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	87.03
Strato 3	30	10.95	30	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	89.09
Strato 4	32	12.45	32	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	93.19

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	27	5.45	27	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 2	29	7.45	29	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	30	10.95	30	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 4	32	12.45	32	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	27	5.45	27	Meyerhof ed altri	2.10
Strato 2	29	7.45	29	Meyerhof ed altri	2.13
Strato 3	30	10.95	30	Meyerhof ed altri	2.14
Strato 4	32	12.45	32	Meyerhof ed altri	2.15

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	27	5.45	27	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 2	29	7.45	29	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 3	30	10.95	30	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 4	32	12.45	32	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	27	5.45	27	(A.G.I.)	0.3
Strato 2	29	7.45	29	(A.G.I.)	0.3
Strato 3	30	10.95	30	(A.G.I.)	0.29
Strato 4	32	12.45	32	(A.G.I.)	0.29

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	27	5.45	27	Ohsaki (Sabbie pulite)	1440.11
Strato 2	29	7.45	29	Ohsaki (Sabbie pulite)	1540.17
Strato 3	30	10.95	30	Ohsaki (Sabbie pulite)	1590.04
Strato 4	32	12.45	32	Ohsaki (Sabbie pulite)	1689.48

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	27	5.45	27		285.79
Strato 2	29	7.45	29		296.18
Strato 3	30	10.95	30		301.25
Strato 4	32	12.45	32		311.13

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	27	5.45	27	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.10-0.35
Strato 2	29	7.45	29	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.10-0.35
Strato 3	30	10.95	30	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.10-0.35
Strato 4	32	12.45	32	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.10-0.35

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	27	5.45	27	Navfac 1971-1982	5.18
Strato 2	29	7.45	29	Navfac 1971-1982	5.47
Strato 3	30	10.95	30	Navfac 1971-1982	5.61
Strato 4	32	12.45	32	Navfac 1971-1982	5.88

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	27	5.45	27	Robertson 1983	54.00
Strato 2	29	7.45	29	Robertson 1983	58.00
Strato 3	30	10.95	30	Robertson 1983	60.00
Strato 4	32	12.45	32	Robertson 1983	64.00

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA S.5**TERRENI COESIVI****Coesione non drenata**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	35	14.45	Terzaghi-Peck	2.36

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	35	14.45	Robertson (1983)	70.00

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	35	14.45	Stroud e Butler (1975)	160.58

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 1	35	14.45	Apollonia	350.00

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	35	14.45	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	35	14.45	Meyerhof ed altri	2.28

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	35	14.45	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2.54

6. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI DI FONDAZIONE

Per la determinazione dei parametri geotecnici si è fatto riferimento ai risultati delle analisi geotecniche di laboratorio dei campioni prelevati nei sondaggi a carotaggio continuo S1, S2 , S3 , S4 e S5 e alle prove S.P.T. effettuate nei medesimi fori. I campioni sono stati prelevati nei conglomerati a matrice sabbiosa, nel complesso sabbioso, e nel complesso argilloso.

In base ai risultati delle analisi geotecniche di laboratorio dei campioni C1 del sondaggio S1 prelevato in microconglomerati riconducibili ai conglomerati poligenici si possono considerare i seguenti valori:

Conglomerati poligenici		
$\gamma_1 = 1,91 \text{ g/cm}^3$	18,79 kN/m ³	Peso di volume naturale (C1 – S1)
$c_1 = 0 \text{ kg/cm}^2$	0 kN/m ²	Coesione (C1 – S1)
$\phi_1 = 34,5^\circ$		Angolo di attrito interno (C1 – S1)

In base ai risultati delle analisi geotecniche di laboratorio dei campioni C1 e C2 del sondaggio S3 e C1 e C2 del sondaggio S4 prelevato in limi sabbiosi e argillosi riconducibili al membro superiore dei conglomerati poligenici si possono considerare i seguenti valori:

Membro superiore dei conglomerati poligenici		
$\gamma_1 = 2,06 \text{ g/cm}^3$	20,20 kN/m ³	Peso di volume naturale (C1 – S3)
$\gamma_2 = 2,14 \text{ g/cm}^3$	21,03 kN/m ³	Peso di volume naturale (C2 – S3)
$\gamma_3 = 2,00 \text{ g/cm}^3$	19,61 kN/m ³	Peso di volume naturale (C1 – S4)
$\gamma_4 = 2,00 \text{ g/cm}^3$	19,80 kN/m ³	Peso di volume naturale (C2 – S4)
$\gamma_m = 2,06 \text{ g/cm}^3$	20,06 kN/m ³	Peso di volume naturale (valore medio)
$\gamma_k = 1,97 \text{ g/cm}^3$	19,97 kN/m ³	Peso di volume naturale (valore caratteristico)
$c_1 = 0,32 \text{ kg/cm}^2$	31,30 kN/m ²	Coesione (C1 – S3)
$c_2 = 0,43 \text{ kg/cm}^2$	42,00 kN/m ²	Coesione (C2 – S3)
$c_3 = 0,21 \text{ kg/cm}^2$	20,56 kN/m ²	Coesione (C1 – S3)
$c_4 = 0,23 \text{ kg/cm}^2$	22,32 kN/m ²	Coesione (C2 – S3)

$c_m = 0,30 \text{ kg/cm}^2$	29,05 kN/m ²	Coesione (valore medio)
$c_k = 0,17 \text{ kg/cm}^2$	16,22 kN/m ²	Coesione (valore caratteristico)
$\phi_1 = 20,6^\circ$		Angolo di attrito interno (C1 – S3)
$\phi_2 = 24,5^\circ$		Angolo di attrito interno (C2 – S3)
$\phi_3 = 28,5^\circ$		Angolo di attrito interno (C1 – S4)
$\phi_4 = 27,4^\circ$		Angolo di attrito interno (C2 – S4)
$\phi_m = 25,25^\circ$		Angolo di attrito interno (valore medio)
$\phi_k = 20,66^\circ$		Angolo di attrito interno (valore caratteristico)

In base ai risultati delle analisi geotecniche di laboratorio dei campioni C2 del sondaggio S1, dei campioni C1 e C2 del sondaggio S2 e dei campioni C1 e C2 del sondaggio S5 prelevato nel complesso sabbioso si possono considerare i seguenti valori:

Complesso sabbioso		
$\gamma_1 = 2,03 \text{ g/cm}^3$	19,91 kN/m ³	Peso di volume naturale (C2 – S1)
$\gamma_2 = 2,12 \text{ g/cm}^3$	20,80 kN/m ³	Peso di volume naturale (C1 – S2)
$\gamma_3 = 2,10 \text{ g/cm}^3$	20,60 kN/m ³	Peso di volume naturale (C2 – S2)
$\gamma_4 = 2,01 \text{ g/cm}^3$	19,70 kN/m ³	Peso di volume naturale (C1 – S5)
$\gamma_5 = 2,00 \text{ g/cm}^3$	19,60 kN/m ³	Peso di volume naturale (C2 – S5)
$\gamma_m = 2,05 \text{ g/cm}^3$	20,12 kN/m ³	Peso di volume naturale (valore medio)
$\gamma_k = 1,99 \text{ g/cm}^3$	19,48 kN/m ³	Peso di volume naturale (valore caratteristico)
$c_1 = 0,13 \text{ kg/cm}^2$	13,15 kN/m ²	Coesione (C2 – S1)
$c_2 = 0,21 \text{ kg/cm}^2$	20,24 kN/m ²	Coesione (C1 – S2)
$c_3 = 0,21 \text{ kg/cm}^2$	20,46 kN/m ²	Coesione (C2 – S2)
$c_4 = 0,21 \text{ kg/cm}^2$	20,83 kN/m ²	Coesione (C1 – S5)
$c_5 = 0,37 \text{ kg/cm}^2$	36,76 kN/m ²	Coesione (C2 – S5)
$c_m = 0,23 \text{ kg/cm}^2$	22,29 kN/m ²	Coesione (valore medio)
$c_k = 0,12 \text{ kg/cm}^2$	11,98 kN/m ²	Coesione (valore caratteristico)
$\phi_1 = 35,5^\circ$		Angolo di attrito interno (C2 – S1)
$\phi_2 = 26,0^\circ$		Angolo di attrito interno (C1 – S2)
$\phi_3 = 21,8^\circ$		Angolo di attrito interno (C2 – S2)
$\phi_4 = 21,3^\circ$		Angolo di attrito interno (C1 – S5)

$\phi_5 = 22,0^\circ$		Angolo di attrito interno (C2 – S5)
$\phi_m = 25,32^\circ$		Angolo di attrito interno (valore medio)
$\phi_k = 18,22^\circ$		Angolo di attrito interno (valore caratteristico)
$E = \text{---- kg/cm}^2$	----- kN/m^2	Modulo edometrico \square

In base ai risultati delle analisi geotecniche di laboratorio del campione C2 del sondaggio S2 e dei campioni C1 e C2 del sondaggio S3 prelevati nel complesso argilloso si possono considerare i seguenti valori:

Complesso argilloso		
$\gamma_1 = 2,00 - 2,07 \text{ g/cm}^3$	$19,61 - 20,30 \text{ kN/m}^3$	Peso di volume naturale (da letteratura)
$c_1 = 0,25 - 0,35 \text{ kg/cm}^2$	$24,52 - 34,32 \text{ kN/m}^2$	Coesione (da letteratura)
$\phi_1 = 19 - 25^\circ$		Angolo di attrito interno (da letteratura)
$E = \text{---- kg/cm}^2$	----- kN/m^2	Modulo edometrico \square

I valori relativi ai parametri geotecnicici sono stati trattati statisticamente; in tabella sono riportati i valori della media aritmetica e del valore caratteristico ricavato dalla relazione di Student:

$$x_k = \bar{x} \pm t_{n-1}^{0,95} \left(\frac{s}{\sqrt{n-1}} \right)$$

dove:

x_k è il valore caratteristico desiderato

\bar{x} con barra il valore medio (ignoto) della popolazione, ipotizzato essere uguale al valore medio del campione

t è il valore della distribuzione di student ad $n-1$ gradi di libertà con probabilità $u = 95\%$ (ossia, $1-a = 0.95$ o alternativamente, $a = 0.05$)

s è la deviazione standard del campione

n il numero di dati.

7. CATEGORIE SISMICHE DEL SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Per la valutazione delle azioni sismiche di progetto deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale.

In assenza di tali studi si può utilizzare la seguente classificazione dei terreni di seguito descritta.

La classificazione deve interessare i terreni compresi tra il piano di imposta delle fondazioni degli edifici ed un substrato roccioso rigido di riferimento (*bedrock*) .

Si effettua sulla stima delle velocità medie delle onde di taglio nei primi trenta metri di profondità con la seguente espressione

$$V_{S,30} = \frac{\sum_{i=1, M} h_i}{\sum_{i=1, M} \frac{h_i}{V_{Si}}}$$

Dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $< 10^{-6}$) dello strati i -esimo per un totale di n presenti nei primi trenta metri. Il sito verrà classificato sul valore del V_{S30} se disponibile, altrimenti sulla base del valore N_{spt} (per terreni prevalentemente granulari) o di cu (per terreni prevalentemente coesivi) .

Le categorie del sottosuolo (NTC) sono :

A - *Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi* caratterizzati da valori di V_{S30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.

B - *Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti*, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $NSPT > 50$, o coesione non drenata $cu > 250$ kPa).

C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < NSPT < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa).

D - Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ($NSPT < 15$, $c_u < 70$ kPa).

E - Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore non superiore a 20 metri posti sul substrato di riferimento (con $V_{s30} > 800$ m/s).

In aggiunta a queste categorie se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

S1 - Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s ($10 < c_u < 20$ kPa)

S2 - Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti

Nel caso di sottosuoli costituiti da stratificazioni di terreni a grana grossa e a grana fine, distribuite con spessori confrontabili nei primi trenta metri di profondità, ricadenti nelle categorie da **A** ad **E**, quando non si disponga di misure dirette della velocità delle onde di taglio si può procedere come segue:

- Determinare $N_{spt,30}$ limitatamente agli strati di terreno a grana grossa compresi entro i primi 30 m. di profondità;
- Determinare $c_{u,30}$ limitatamente agli strati di terreno a grana fine compresi entro i primi 30 metri di profondità;
- Individuare le categorie corrispondenti singolarmente ai parametri $N_{spt,30}$ e $c_{u,30}$.
- Riferire il sottosuolo alla categoria peggiore tra quelle individuate al punto precedente

$$N_{SPT,30} = \frac{\sum_{i=1,M} h_i}{\sum_{i=1,M} \frac{h_i}{N_{SPT,i}}}$$

$$c_{u,30} = \frac{\sum_{i=1,K} h_i}{\sum_{i=1,K} \frac{h_i}{c_{u,i}}}$$

Condizioni topografiche

Per le condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale.

Per configurazioni superficiali semplici, si può adottare la seguente classificazione riportata in tabella

Tab 2 . <i>Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica ST</i>	
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$
T2	Pendii inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con lunghezza in cresta molto inferiore alla base e con inclinazione media, i , compresa tra 15° e 30°
T4	Rilievi con lunghezza in cresta molto inferiore alla base e con inclinazione media $i > 30^\circ$

Le categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere classificate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 metri.

Valutazione della sismicità

Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta previsti in superficie;
- accelerogramma

Amplificazione stratigrafica

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1.00	1.00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 F_o ag/g \leq 1,20$	$1,10 (T_c)^{-0.20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 F_o ag/g \leq 1,50$	$1,05 (T_c)^{-0.33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 F_o ag/g \leq 1,80$	$1,25 (T_c)^{-0.50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 F_o ag/g \leq 1,60$	$1,15 (T_c)^{-0.40}$

Nelle verifiche allo stato limite ultimo , in mancanza di studi specifici , le componenti orizzontali e verticale di tale forza possono esprimersi come $F_h = k_h \cdot W$ ed $F_v = k_v \cdot W$, con K_h e K_v rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale :

$$k_h = \beta_s a_{max} / g$$

$$k_v = +/- 0.5 k_h$$

Dove :

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito

g = accelerazione di gravità

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale , l'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata con la relazione :

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_s \times S_T \times a_g$$

dove S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_T)

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido

I valori di β_s sono riportati nella seguente tabella (da NTC 2008)

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

Dal punto di vista della risposta sismica dei livelli litostratigrafici , il terreno di fondazione può essere distinto in nella maggior parte dei casi in cui ricadono gli aereogeneratori in tre strati sismo rifrangenti .

In particolare gli spessori sismorifrangenti individuabili nei conglomerati poligenici , sabbie e limi sabbiosi di Monte Marano e le argille Subappenniniche che localmente possono essere ricoperti da una coltre limitata di materiale eluvio colluviale o detritico a spessore limitato.

La classificazione sismica dei suoli è stata realizzata mediante tre MASW, tre profili sismici in onda P e tre down hole realizzati nei fori di indagine e le cui risultanze sono in allegato alla presente.

In sostanza tali indagini hanno definito i terreni di fondazione racchiudibili in due categorie (B e C) con un V_{30} compreso tra 360 m/s e 800 m/sec e 180 m/s e 360 m/sec .

Il valore della pendenza del versante dei siti individuati per ogni singolo palo sono a pendenza compreso tra 0° e 15° e di varia natura litologica meglio descritti nei paragrafi successivi.

Di seguito vengono indicati i valori dei parametri sismici A_g , F_0 e T_c^* ricavati dal reticolo di riferimento per il territorio di **Tricarico** ed in particolare per l'area di Monte Verrutoli e di Corona Romana, limite del parco a NW e SE dove ricadono le pale eoliche in esame utilizzando per il calcolo il software Geostru-Parametri.

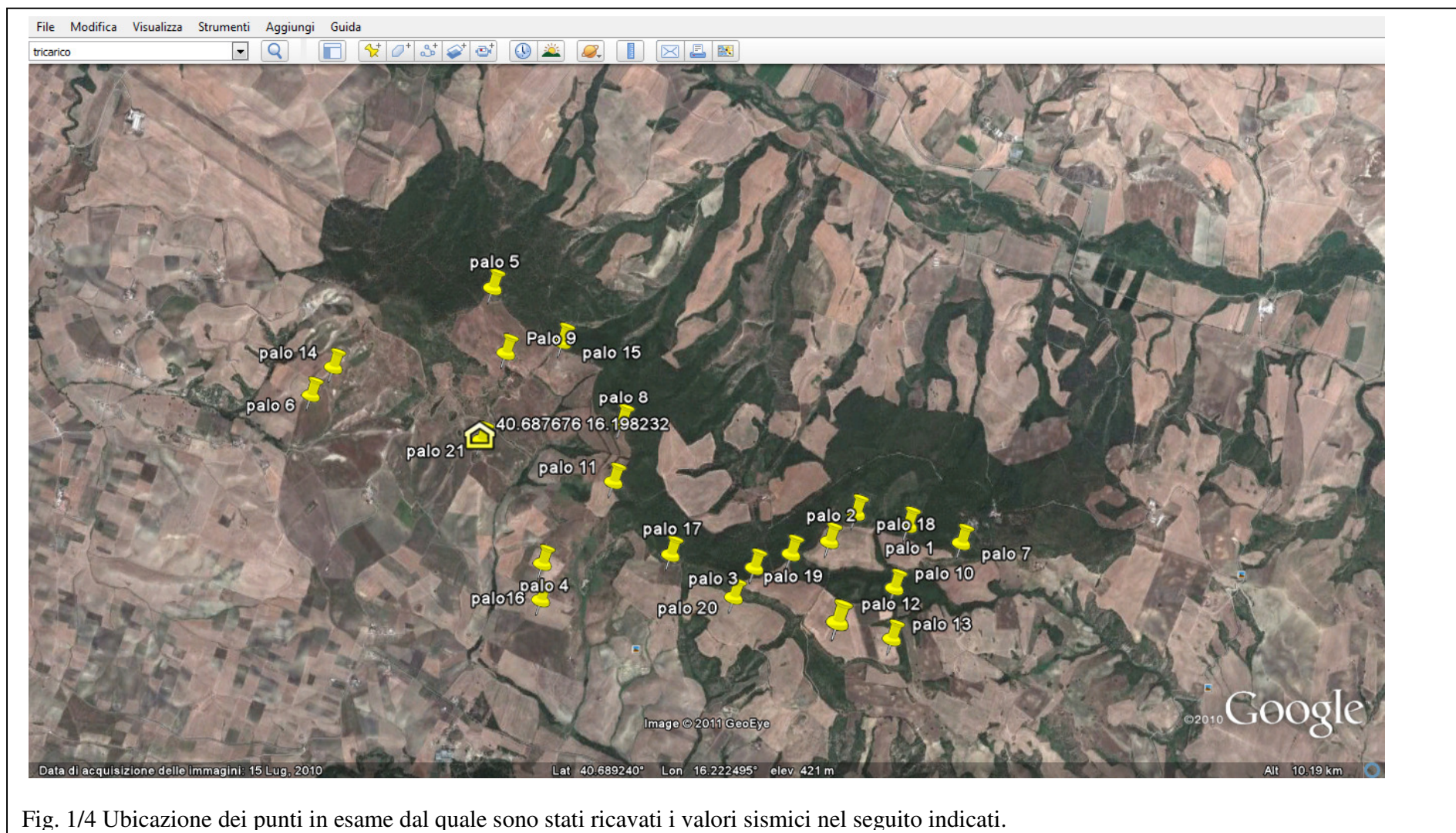


Fig. 1/4 Ubicazione dei punti in esame dal quale sono stati ricavati i valori sismici nel seguito indicati.

Coordinate Tricarico Località Corona Romana

Area interessata dagli aerogeneratori n. 3 – 19 – 2 – 18 – 1 – 7 – 10 – 13 – 12

Sito in esame.

latitudine: 40,6819191

longitudine: 16,2408081

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 33674 Lat: 40,7026 Lon: 16,1939 Distanza: 4574,317

Sito 2 ID: 33675 Lat: 40,7010 Lon: 16,2598 Distanza: 2662,800

Sito 3 ID: 33897 Lat: 40,6511 Lon: 16,2577 Distanza: 3717,393

Sito 4 ID: 33896 Lat: 40,6527 Lon: 16,1919 Distanza: 5257,647

Parametri sismici Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* per i periodi di ritorno TR associati a ciascun Stato Limite e con :

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente c_u : 1

STATO LIMITE	TR [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
SLO	30	0.044	2.475	0.286
SLD	50	0.057	2.508	0.315
SLV	475	0.154	2.524	0.364
SLC	975	0.193	2.592	0.377

Coefficienti sismici	SL0	SLD	SLV	SLC
Ss:	1,200	1,200	1,200	1,200
Cc:	1,410	1,390	1,350	1,340
St:	1,000	1,000	1,000	1,000
Kh:	0,009	0,012	0,044	0,056
Kv:	0,005	0,006	0,022	0,028
Amax:	0,517	0.675	1.816	2.268
Beta:	0,180	0,180	0,240	0.240

Parametri sismici
 Categoria sottosuolo: C
 Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 50anni
 Coefficiente cu: 1

STATO LIMITE	TR [anni]	ag [g]	Fo	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.475	0.286
SLD	50	0.057	2.508	0.315
SLV	475	0.154	2.524	0.364
SLC	975	0.193	2.592	0.377

Coefficienti sismici	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss:	1,500	1,500	1,470	1,400
Cc:	1,590	1,540	1,470	1,450
St:	1,000	1,000	1,000	1,000
Kh:	0,012	0,015	0,054	0,065
Kv:	0,006	0,008	0,027	0,032
Amax:	0,646	0,844	2,224	2,646
Beta:	0,180	0,180	0,240	0,240

Coordinate Tricarico Area tra Località Corona Romana e Monte Verrutoli
Area interessata dagli aerogeneratori n. 20-17-11-8-5 –9

Sito in esame.

latitudine: 40,6853222

longitudine: 16,2118498

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 33674 Lat: 40,7026 Lon: 16,1939 Distanza: 2446,696

Sito 2 ID: 33675 Lat: 40,7010 Lon: 16,2598 Distanza: 4406,918

Sito 3 ID: 33897 Lat: 40,6511 Lon: 16,2577 Distanza: 5431,075

Sito 4 ID: 33896 Lat: 40,6527 Lon: 16,1919 Distanza: 4005,480

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T2

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

STATO LIMITE	TR [anni]	ag [g]	Fo	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.474	0.286
SLD	50	0.058	2.508	0.315
SLV	475	0.154	2.526	0.366
SLC	975	0.193	2.589	0.382

Coefficienti sismici	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss:	1,200	1,200	1,200	1,200
Cc:	1,410	1,390	1,350	1,330
St:	1,200	1,200	1,200	1,200
Kh:	0,013	0,017	0,053	0,067
Kv:	0,006	0,008	0,027	0,033
Amax:	0,623	0.812	2.179	2.720
Beta:	0,200	0,200	0,240	0.240

Parametri sismici
 Categoria sottosuolo: C
 Categoria topografica: T2
 Periodo di riferimento: 50anni
 Coefficiente cu: 1

STATO LIMITE	TR [anni]	ag [g]	Fo	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.482	0.284
SLD	50	0.057	2.509	0.316
SLV	475	0.150	2.547	0.372
SLC	975	0.186	2.601	0.397

Coefficienti sismici	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss:	1,500	1,500	1,470	1,410
Cc:	1,590	1,540	1,460	1,420
St:	1,200	1,200	1,200	1,200
Kh:	0,014	0,018	0,063	0,076
Kv:	0,007	0,009	0,032	0,038
Amax:	0,773	1.003	2.586	3.087
Beta:	0,180	0.180	0,240	0.240

Coordinate Tricarico Area tra Località Amendola (sud Monte Verrutoli)
Area interessata dagli aerogeneratori n. 6-14

Sito in esame.

latitudine: 40,69152335

longitudine: 16,18107065

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 33673 Lat: 40,7042 Lon: 16,1280 Distanza: 4688,087

Sito 2 ID: 33674 Lat: 40,7026 Lon: 16,1939 Distanza: 1643,321

Sito 3 ID: 33896 Lat: 40,6527 Lon: 16,1919 Distanza: 4417,083

Sito 4 ID: 33895 Lat: 40,6542 Lon: 16,1260 Distanza: 6224,501

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T2

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

STATO LIMITE	TR [anni]	ag [g]	Fo	Tc* [s]
SLO	30	0.045	2.467	0.286
SLD	50	0.058	2.508	0.315
SLV	475	0.155	2.528	0.369
SLC	975	0.193	2.588	0.394

Coefficienti sismici	SL0	SLD	SLV	SLC
Ss:	1,500	1,500	1,470	1,410
Cc:	1,590	1,540	1,460	1,430
St:	1,200	1,200	1,200	1,200
Kh:	0,016	0,021	0,066	0,078
Kv:	0,008	0,010	0,033	0,039
Amax:	0,791	1.025	2.678	3.173
Beta:	0,200	0.200	0,240	0.240

Coordinate Tricarico Area a sud Monte Verrutoli
 Area interessata dall' aerogeneratore n. 21

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii
 Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 40,6800522

longitudine: 16,2291244

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 33674 Lat: 40,7026Lon: 16,1939 Distanza: 3886,853

Sito 2 ID: 33675 Lat: 40,7010Lon: 16,2598 Distanza: 3485,358

Sito 3 ID: 33897 Lat: 40,6511Lon: 16,2577 Distanza: 4027,556

Sito 4 ID: 33896 Lat: 40,6527Lon: 16,1919 Distanza: 4378,119

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

STATO LIMITE	TR [anni]	ag [g]	Fo	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.473	0.286
SLD	50	0.058	2.508	0.315
SLV	475	0.155	2.521	0.364
SLC	975	0.194	2.587	0.378

Coefficienti sismici	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss:	1,500	1,500	1,470	1,400
Cc:	1,590	1,540	1,470	1,450
St:	1,000	1,000	1,000	1,000
Kh:	0,013	0,017	0,055	0,065
Kv:	0,007	0,009	0,027	0,033
Amax:	0,649	0,847	2,237	2,663
Beta:	0,200	0,200	0,240	0,240

Coordinate Tricarico Area Serra Corona
 Area interessata dall' aerogeneratore n. 4 – 16

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii
 Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 40,6791634
 longitudine: 16,2047349
 Classe: 2
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 33674 Lat: 40,7026Lon: 16,1939 Distanza: 2763,814
 Sito 2 ID: 33675 Lat: 40,7010Lon: 16,2598 Distanza: 5243,857
 Sito 3 ID: 33897 Lat: 40,6511Lon: 16,2577 Distanza: 5454,536
 Sito 4 ID: 33896 Lat: 40,6527Lon: 16,1919 Distanza: 3142,088

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
 Categoria topografica: T2
 Periodo di riferimento: 50anni
 Coefficiente cu: 1

STATO LIMITE	TR [anni]	ag [g]	Fo	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.470	0.286
SLD	50	0.058	2.509	0.315
SLV	475	0.156	2.520	0.364
SLC	975	0.195	2.584	0.380

Coefficienti sismici	SL0	SLD	SLV	SLC
Ss:	1,500	1,500	1,460	1,400
Cc:	1,590	1,540	1,470	1,440
St:	1,200	1,200	1,200	1,200
Kh:	0,016	0,021	0,066	0,079
Kv:	0,007	0,010	0,033	0,039
Amax:	0,782	1.021	2.678	3.208
Beta:	0,200	0.200	0,240	0.240

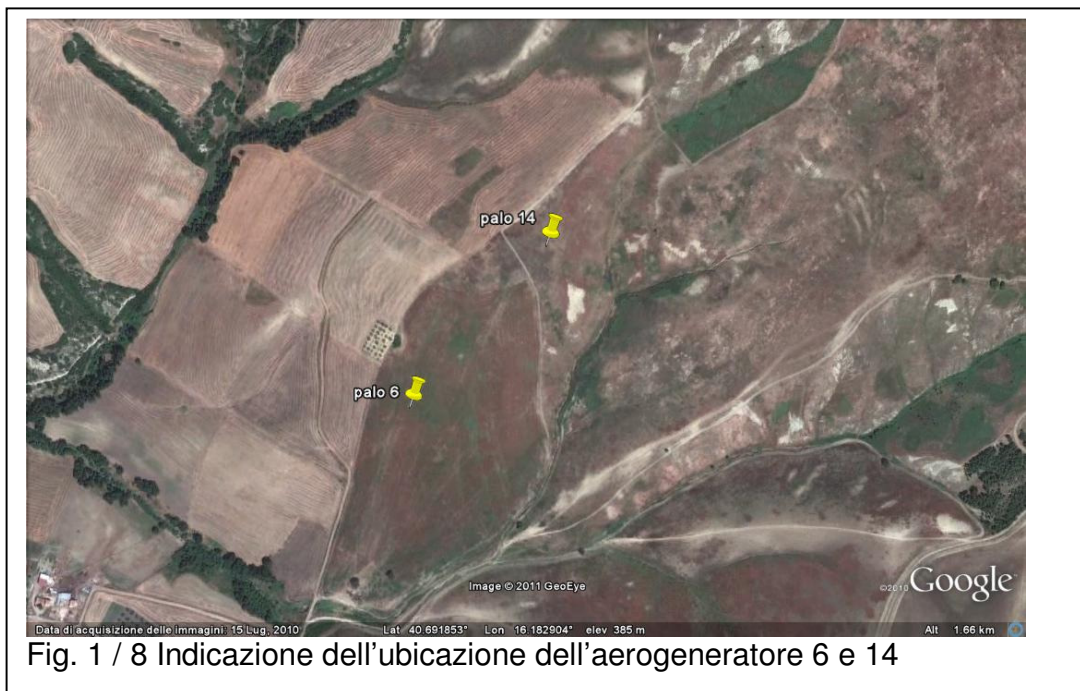
8. CONCLUSIONI

Atteso quanto espresso nei paragrafi precedenti per una migliore comprensione della natura geologica dei siti interessati dalle pale eoliche si è ritenuto raggruppare le aree secondo definiti allineamenti indicati in allegata cartografia definendo per ciascuno di essi una caratterizzazione preliminare da verificare in fase di progetto esecutivo.

Per la caratterizzazione sismica del terreno interessanti i vari pali in progetto si può far riferimento alle indagine geofisiche eseguite e rappresentative per l'area di ingombro del parco eolico in progetto.

In particolare di seguito può essere indicato in questa fase preliminare per i pali da realizzare i seguenti schemi rappresentativi per il calcolo del V_{s30} in cui viene indicata la categoria sismica suddividendoli in allineamenti :

Allineamento wtg 6, wtg 14



Gli aerogeneratori wtg6 e wtg 14 sono posizionati lateralmente ad un piccolo crinale che costituisce la sommità di un rilievo a morfologia molto dolce; il substrato geologico è costituito dal complesso sabbioso e argilloso che nel primo metro risulta essere alterato. Sono state interessate dalle prove di Down Hole indicato DH2 e dal sondaggio n. 2

Lungo tale allineamento non sono state evidenziate problematiche gravitazionali importanti che influenzano l'esecuzione di quanto progettato e comunque quanto asserito sarà meglio indicato in fase esecutiva.

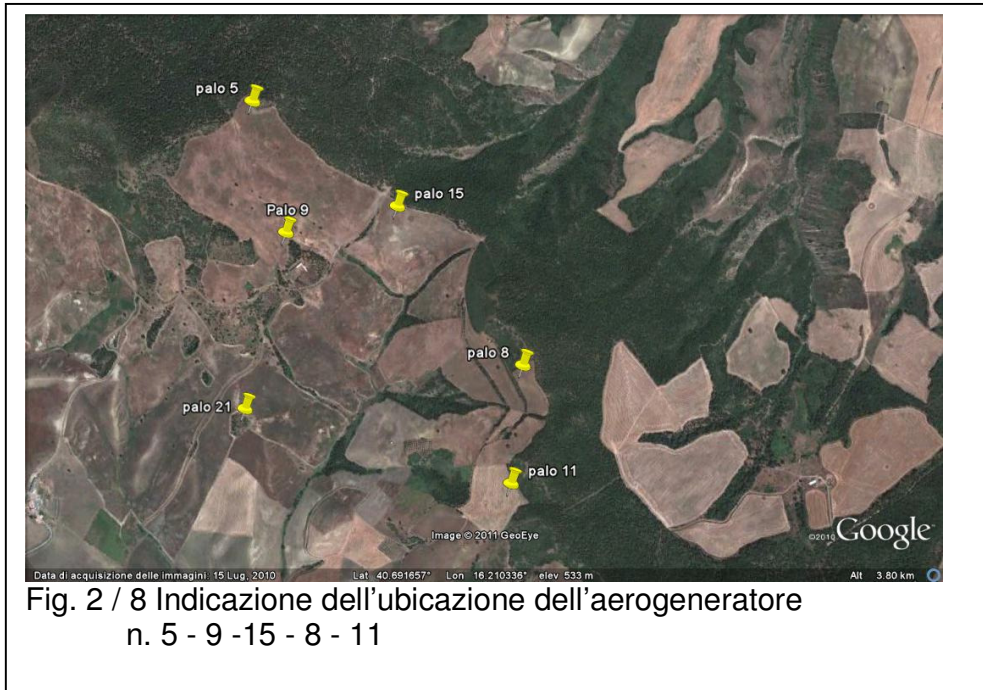
Dal punto di vista della caratterizzazione sismica i terreni che possono essere inclusi nella categoria C secondo lo schema di seguito indicato con le velocità medie ottenute dal down hole DH2 :

Aerogeneratori wtg6 e wtg14

Strati	Spessore strato in metri	Velocità onda P (m/s)	Coeff. Poisson (λ)	Velocità onda S (m/s)	Rapporto spessore velocità	
					h_2/V_2	
h ₁	1.00	700,00	0,46	220,00	h_2/V_2	0,004
h ₂	15.00	900,00	0,44	250,00	h_2/V_2	0.060
h ₃	14.00	1400,00	0,43	400,00	h_2/V_2	0.035
h _{totale}	30				$\Sigma h_i/V_i$	0,099
$V_s/30_{30} = 30 / 0,099 = 303 \text{ m/s}$			Categoria suolo di fondazione = C			

La pendenza è compresa tra 15% e il 30%. Per le caratteristiche geotecniche ci si rifarà a quanto in precedenza indicato per ogni singolo complesso

Allineamento wtg5, wtg15, wtg8 , wtg11 , wtg9



Gli aerogeneratori *wtg5*, *wtg15*, *wtg8* , *wtg11* sono posizionati lungo il crinale di un rilievo a morfologia irregolare e caratterizzato da una serie di incisioni che talvolta raggiungono quasi la parte sommitale del rilievo ; il substrato geologico è costituito dal complesso sabbioso ricoperto solo nella zona del *wtg5* da uno spessore limitato di conglomerati. Le pale eoliche *wtg5*, *wtg15*, *wtg8* , sono posizionate lungo il crinale, ad arco , mentre il *wtg11* è *posizionato appena a valle del crinale lungo un versante a debole pendenza* .

Lungo tale allineamento non sono state evidenziate problematiche gravitativa importanti che influenzano l'esecuzione di quanto progettato e comunque quanto asserito sarà meglio indicato in fase esecutiva.

Sono state interessate dai sondaggi indicati come S1 e S5 , dal down hole DH1 e DH5 e dal profilo sismico in onda P indicato come R4 e dalla masw M4 .

Dal punto di vista della caratterizzazione sismica, le indagini eseguite in tali aree, portano ad includere tali terreni nella categoria C indicando per essi uno schema medio seguente :

Per i pali *wtg5, wtg15, wtg8 , wtg11*

strati P	Spessore strato in metri	Velocità onda P (m/s)	Coeff. Poisson (λ)	Velocità onda S (m/s)	Rapporto spessore velocità	
					h_2/V_2	
h_1 e	13.00	450,00	0,44	220,00	h_2/V_2	0,059
h_2 r	17.00	920,00	0,46	300,00	h_2/V_2	0.056
h_{totale}	30				$\Sigma h_i/V_i$	0,115
$V_{s/30} = 30 / 0,115 = 260 \text{ m/s}$			Categoria suolo di fondazione = C			

Le caratteristiche geotecniche sono estrapolabili dai campioni prelevati dai sondaggi S1 e S5 e comunque si rifarà a quanto in precedenza indicato per ogni singolo complesso.

La pendenza è di poco superiore al 15%.

Aerogeneratore *wtg 9*

Per quanto riguarda il *wtg9* , questo è posizionato a valle dei M.Verrutoli in una zona sub pianeggiante caratterizzata dal sondaggio S1 e dal down hole DH1. Le caratteristiche geotecniche e sismiche del sito quindi sono ampiamente ricavabili dalle prove di laboratorio eseguiti sui campioni prelevati dal sondaggio S1 e la caratterizzazione sismica dal Down hole eseguito nel foro del sondaggio ed indicato come DH1.

Da tale indagine è risultato il terreno di fondazione incluso nella categoria C .

Aerogeneratore *wtg21*



Fig. 3 / 8 Indicazione dell'ubicazione dell'aerogeneratore n. 21

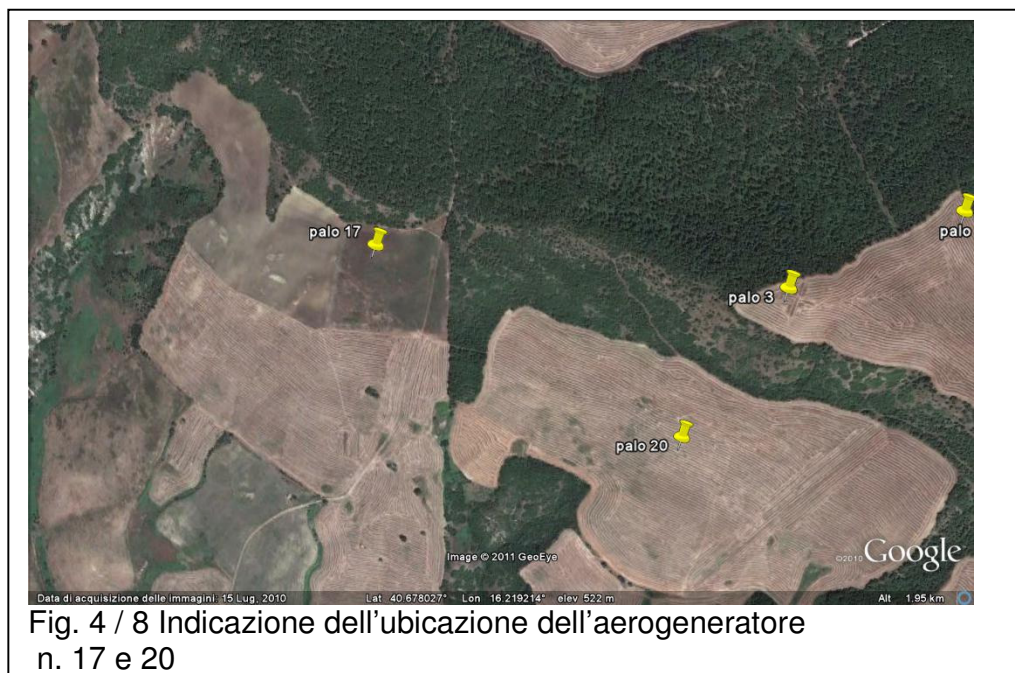
Tale generatore posto a sud di Monte Verrutoli e del precedente aerogeneratore (wtg 9) è collocato sulla sella di una collinetta a natura sabbiosa limosa (complesso sabbioso) .

Per le caratteristiche geotecniche e sismiche del sito sono da prendere in considerazione le prove di laboratorio eseguiti sui campioni prelevati dal sondaggio S1 ed S5 e la caratterizzazione sismica dal Down hole eseguito nel foro del sondaggio ed indicato come DH1 ed il profilo sismico R4.

Il terreno di fondazione di tale aerogeneratore può essere incluso nella categoria C .

L'aerogeneratore è collocato in una zona in cui la pendenza è inferiore al 15%.

Allineamento wtg17 , wtg20



Gli aerogeneratori wtg17 e wtg20 sono posizionati poco a valle del crinale che collega Monte Verrutoli al pianoro di località Corona Romana .

Il versante su cui si intende ubicare i due aerogeneratori presentano una pendenza piuttosto omogenea e comunque a tratti superiore al 15% interrotti da forme morfologiche che fanno presupporre a situazioni di instabilità che al momento non interessano i siti individuati per gli aerogeneratori.

In tale zona è stata eseguita una indagine sismica a rifrazione ed una Masw atta alla definizione della natura sismica del sito.

Tale indagine ha classificato tali terreni di categoria C e la soluzione sismostratigrafica della R3 (sismica a rifrazione n. 3) ha evidenziato nella zona del wtg 20 una situazione a tre strati : il primo strato è rappresentato da uno spessore irregolare, variabile da un minimo (un metro) nella parte est a circa otto metri verso ovest, di materiale a velocità bassa (circa 380 m/sec) riconducibile a materiale sabbioso limoso scadente ; il secondo strato si approfondisce fino a 12 metri circa e quindi con spessori anche questo non omogeneo, caratterizzato da una velocità di circa 1400 m/sec riconducibili a materiale sabbioso addensato, a migliore caratteristiche; infine la base è rappresentato da materiale a velocità di circa 1800 m/sec. a caratteristiche migliori riconducibili ai limi sabbiosi argillosi di base.

Allineamento wtg4 , wtg16,



Fig. 5 / 8 Indicazione dell'ubicazione dell'aerogeneratore n. 4 – 16

Gli aerogeneratori appartenenti a questo gruppo sono posizionati lungo un versante che presenta un andamento irregolare caratterizzato da avvallamenti alternati a piccole collinette ai cui lati defluiscono le acque superficiali.

Sulla cresta di una di queste collinette sono stati posizionati gli aerogeneratori preindicati le cui aree non appaiono interessate da movimenti gravitativi ma sono lambite da piccole incisioni dove defluiscono le acque superficiali.

Il substrato geologico è costituito da pochi metri del complesso sabbioso che passano al sottostante complesso argilloso.

Dal punto di vista della caratterizzazione sismica tali terreni che possono essere inclusi nella categoria C secondo il seguente schema ottenuto tenendo conto di quanto evidenziato nel sondaggio S2 geologicamente riconducibile all'area in esame.:

Strati	Spessore strato in metri	Velocità onda P (m/s)	Coeff. Poisson (λ)	Velocità onda S (m/s)	Rapporto spessore velocità	
					h_2/V_2	
h_1	16.00	900,00	0,44	250,00	h_2/V_2	0,064
h_2	14.00	1400,00	0,43	400,00	h_2/V_2	0.035
h_{totale}	30				$\Sigma h_i/V_i$	0,099
$Vs/30_{30} = 30 / 0,099 = 303 \text{ m/s}$				Categoria suolo di fondazione = C		

Per le caratteristiche geotecniche ci si rifarà a quanto in precedenza indicato per ogni singolo complesso. La pendenza del versante per tutti i siti dove sorgeranno i pali può essere indicato inferiore al 15% .

Allineamento area Corona Romana :

wtg3, wtg19, wtg2 , wtg18 , wtg1, wtg7, wtg10 , wtg13 e wtg12

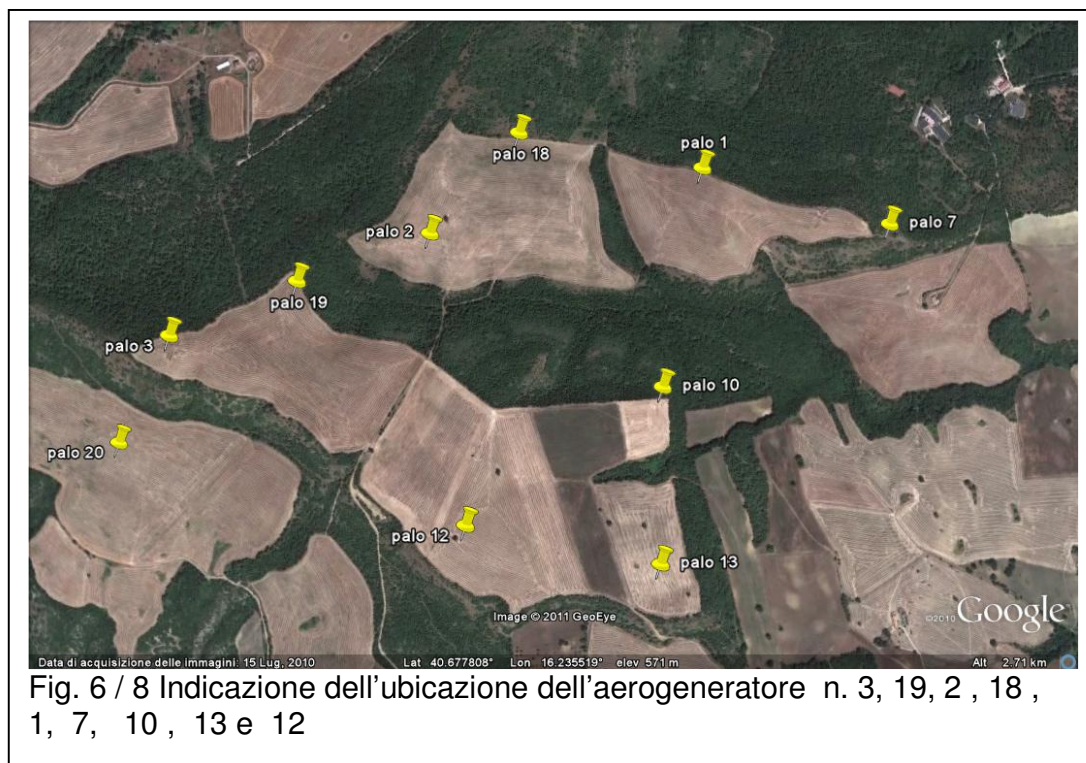


Fig. 6 / 8 Indicazione dell'ubicazione dell'aerogeneratore n. 3, 19, 2 , 18 , 1, 7, 10 , 13 e 12

Gli aerogeneratori wtg3, wtg19, wtg2 , wtg18 , wtg1, wtg7, wtg10 , wtg13 e wtg12 sono ubicati su superfici sub pianeggianti appartenenti ad una superficie erosionale medio-pleistocenica.

Gli aerogeneratori sono stati posti intorno a tale pianoro che si affaccia sui versanti di località Corona Romana e il versante opposto in territorio di Irsina.

Tale pianoro è stato interessato da una serie di indagini che hanno compreso n. 2 sondaggi a carotaggio continuo (S3 e S4) , due down hole (DH3 e DH4) , due sismiche a rifrazione (R1 e R2) e due Masw.

Tali indagini hanno di fatto caratterizzato sia dal punto di vista sismico che geotecnico le aree interessate dalle pale eoliche .

Dal punto di vista sismico i terreni interessanti le pale eoliche possono essere incluse nella categoria B .

Per la caratterizzazione geotecnica si farà riferimento ai campioni prelevati durante i sondaggi e comunque riferibili ai complessi indicati in premessa.

In tal senso è da far presente che in tale area è stata rilevata una copertura sui conglomerati di Irsina caratterizzata da uno spessore di materiale limoso e sabbioso di colore marrone , irregolare come composizione e spessori, caratterizzati geotecnicamente dai campioni C1 e C2 del S3 e C1 e C2 dell' S4. La pendenza del versante è sicuramente inferiore al 15%.

Per quanto sopra detto lo scrivente ritiene che le condizioni geologiche e geomorfologiche siano adeguate alla realizzazione del parco eolico. Risulta evidente che quanto affermato sarà meglio verificato e supportato da indagini puntuali su ogni palo da realizzare; indagini che avranno lo scopo di determinare con esattezza la natura, le caratteristiche geotecniche degli spessori influenzanti la realizzazione di ogni singolo palo visto inquadrato in un contesto generale. Nella fase sopra indicata si avrà cura di indicare eventualmente le opere se necessarie alla salvaguardia dei singoli interventi eolici.

Il Geologo

Francesco Romaniello

