



PROVINCIA DI ROMA



PROVINCIA DI LATINA



COMUNE DI NETTUNO



COMUNE DI LATINA



Proponente	 <p>NET1 POWER S.r.l. Sede: Viale A. Volta, 101 50131 Firenze P.IVA 07230420486</p>				
Progettazione, Coordinamento e progettazione elettrica	 <p>STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA MEZZINA dott. ing. Antonio Via T. Solis 128 71016 San Severo (FG) Tel. 0882.228072 Fax 0882.243651 e-mail: info@studiomezzina.net</p>  				
Studio di impatto ambientale	 <p>VDP S.r.l. Tel. +39 065800506-065883135-0658343877 Fax +39 065896686 mail: vdp@vdpsrl.it</p>	Studio archeologico	<p>Dott. Archeologo Antonio Mangia cell. 338 3362537 E-Mail: amangia@yahoo.it Elenco Nazionale dei Professionisti dei Beni Culturali del Ministero della Cultura n.1516</p>		
		Studio idraulico geologico e geotecnico	<p>Dott. Nazario Di Lella Tel./Fax 0882.991704 cell. 328 3250902 E-Mail: geol.dilella@gmail.com Ordine regionale dei Geologi della Puglia matr. n. 345</p> 		
		Studio acustico	<p>STUDIO FALCONE Ingegneria Ing. Antonio Falcone Tel. 0884.534378 Fax. 0884.534378 E-Mail: antonio.falcone@studiofalcone.eu Ordine degli Ingegneri di Foggia matr. n.2100</p>		
		Studio strutturale	 <p>Ing. Tommaso Monaco Tel. 0885.429850 Fax 0885.090485 E-Mail: ing.tommaso@studiotecnicomonaco.it Ordine degli Ingegneri della provincia di Foggia matr. n. 2906</p>		
		Consulenza topografica	<p>Geom. Matteo Occhiochiuso Tel. 328 5615292 E-Mail: matteo.occhiochiuso@virgilio.it Collegio dei Circondariale Geometri e Geometri Laureati di Lucera matr. n. 1101</p>		
Opera	<p>Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto Fotovoltaico denominato "NETTUNO" da realizzarsi su aree demaniali militari in località "Eschieto" nel territorio comunale di Nettuno (RM) per una potenza complessiva di 40,322 MWp nonché delle opere connesse ed infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto</p>				
Oggetto	Folder:				
	Nome Elaborato: Relazione_Geologica.pdf				
	Descrizione Elaborato: Relazione Geologica				
00	Luglio 2023	Progetto definitivo	Geol. N. Di Lella	Ing. A. Mezzina	NET1 POWER S.r.l.
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
Scala:					
Formato: A4/A3					

Sommario

1.	PREMESSA	2
2.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	3
3.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA	6
4.	P.A.I.: RISCHIO GEOMORFOLOGICO ED IDRAULICO	11
5.	PTPR – COMPONENTI IDRO-GEOMORFOLOGICHE	11
6.	IDROGEOLOGIA E CARATTERI DI PERMEABILITA'	13
7.	SISMICITÀ DELL'AREA	16
8.	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE LOCALI E PROGRAMMAZIONE CAMPAGNA D'INDAGINI	24
8.1.	CARATTERI GEOLOGICO-TECNICI DEI TERRENI AFFIORANTI	26
8.2.	CATEGORIE SUOLO DI FONDAZIONE	27
9.	CONCLUSIONI	29

1. PREMESSA

Il sottoscritto Dott. Geol. Nazario Di Lella iscritto all'Ordine dei Geologi della Puglia con il n. 345, su incarico della società NET1 POWER S.r.l. P.IVA 07230420486, con sede legale in Viale A. Volta, 101 - 50131 Firenze, Indirizzo email net1powersrl@legalmail.it, ha eseguito il presente studio Geologico - Geotecnico a corredo del "Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto Fotovoltaico denominato "NETTUNO" da realizzarsi su aree demaniali militari in località "Eschieto" nel territorio comunale di Nettuno (RM) per una potenza complessiva di 40,322 MWp nonché delle opere connesse ed infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto".

Lo studio è stato finalizzato a perseguire i seguenti obiettivi:

- individuare i litotipi presenti e le loro caratteristiche giacaturali;
- individuare i fenomeni geomorfologici, con specifico riguardo alla stabilità dell'area;
- determinare la situazione idrogeologica locale, con particolare riguardo per l'infiltrazione e la circolazione delle acque nel sottosuolo;
- caratterizzazione geotecnica e sismica del sito in relazione alle opere previste di progetto.

La caratterizzazione del sito e le indagini espletate sono state eseguite in relazione a quanto previsto dalle normative vigenti (Legge 2/2/74 n° 64 - D.M. 21/1/81 - D.M. 11/3/88 - O.P.C.M. 3274 – NTC 2018 e s.m.i.) ed hanno avuto lo scopo principale di accertare in maniera più concreta e dettagliata (in fase di Progetto Esecutivo) le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni costituenti il sito, soprattutto in funzione delle strutture che andranno a costituire le opere di progetto e della loro interazione con il terreno costituente il sito stesso.

Nei paragrafi successivi si riportano le risultanze dello studio eseguito su un'area più estesa di quella interessata dal progetto, ai fini della definizione del quadro geologico generale di riferimento in fase di progettazione definitiva, con un rilevamento geologico di dettaglio ed acquisizione di informazioni di carattere bibliografico disponibile per la zona oggetto di studio.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Introduzione e geologia regionale

La geologia della regione e più in generale quella dell'Appennino centrale, è caratterizzata da un mosaico di unità sedimentarie impostatesi, a partire dal Trias superiore, sul margine meridionale della Tetide in espansione.

Le unità fondamentali, la cui interazioni in corso della crisi orogenica ha dato luogo alla formazione della struttura del l'Appennino centrale, sono:

- a) la grande piattaforma laziale-abruzzese-campana pp.
- b) le serie depostesi nei bacini adiacenti che circondavano la piattaforma e cioè: quello umbro-marchigiano-sabino, ad ovest e a nord, e quello molisano ad est;
- e) le serie depostesi nei bacini più interni, che allo stato attuale si presentano sottoforma di lembi più o meno alloctoni: falda toscana e i complessi sicilide e liguride.

Le fasi tettoniche principali riconosciute nella regione, possono così riassumersi:

- a) Fase liassica: la piattaforma carbonatica in formazione, stesa sul margine della zolla africana, si smembra in una successione di blocchi, variamente dislocati. Negli alti strutturali perdura la sedimentazione carbonatica in facies neritica, mentre nei bassi strutturali si individuano bacini pelagici, disseminati di altofondi; la deposizione di sedimenti calcareo-silicico-marnosi, che formeranno serie complete, ridotte o condensate, perdura sino al Cretacico superiore, nei bacini interni, e sino al Miocene inferiore, nei bacini esterni;
- b) fase del Cretacico medio-superiore: terminata la fase di espansione della Tetide, le zolle africana ed euroasiatica hanno cominciato a ravvicinarsi. Le unità paleogeografiche interne, liguride e sicilide, vengono corrugate, mentre quella toscana, in particolare, e umbro-marchigiano-sabina, come riflesso dei movimenti in atto, subiscono un graduale sprofondamento. L'unità paleogeografica laziale-abruzzese-campana, più esterna, si smembra in grossi blocchi variamente basculati che formano lunghe dorsali emerse separate da depressioni in cui perdura la sedimentazione carbonatica;
- c) fase oligo-miocenica: le unità paleogeografiche interne, liguride e sicilide, già corrugate si accavallano sull'unità toscana che, in corso di deformazione, a sua volta scivola su quella umbro-marchigiano-sabina. Quest'ultima risente del regime compressivo in atto, deformandosi in una successione di pieghe-faglie e sovrascorrimenti che si smorzano, via via, verso nord-est in pieghe asimmetriche, addossandosi ai margini meridionali e settentrionali della piattaforma carbonatica laziale-abruzzese;

d) fase miocenico-pliocenica: l'unità paleogeografica laziale-abruzzese-campana, già smembrata in blocchi, viene corrugata in tempi più recenti a partire dal margine sud-occidentale;

e) fase pliocenico-quadernaria: il settore occidentale dello arco appenninico, formato dalla sovrapposizione di più unità paleogeografiche corrugate e più o meno intensamente traslate, subisce una marcata tettonica distensiva, tuttora in atto, che disarticola la crosta secondo un processo di "rifting" (di cui il Mar Tirreno rappresenta il risultato più eclatante) che condiziona fortemente la situazione geotermica del settore appenninico occidentale, con lo svilupparsi di un vulcanismo via via più accentuato nel tempo.

Tutte le grandi unità paleogeografiche sono state interessate nel corso delle fasi critiche della loro evoluzione, da abbondanti apporti terrigeni di tipo torbiditico, come riflesso di evidenti movimenti tettonici che hanno interessato le aree prossimali.

Formazioni post-orogoniche si sono successivamente deposte sul margine tirrenico (Miocene superiore-Pleistocene) e sul margine adriatico, queste ultime interessate da deformazioni compressive ancora in atto.

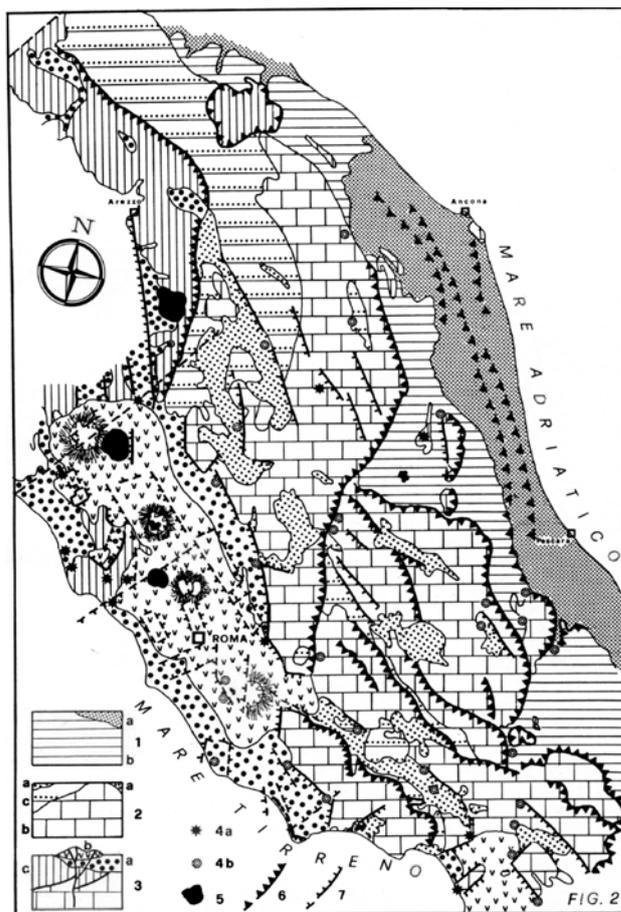


Fig. 2 - 1) Fascia orientale o adriatica. -a) Depositi argilloso-sabbiosi, marini e continentali (Plio-Quaternario); b) Formazioni flyscioide tardopogene (Miocene sup.-Pliocene) e lembi dei complessi liguride e sicilide, a forte alloctonia. Substrato carbonatico, sede di presumibili acquiferi, sepolto generalmente sotto alcune migliaia di metri di depositi terrigeni di varia natura. Nella potente coltre di copertura bassi gradienti geotermici. Sporadiche manifestazioni geotermiche in corrispondenza di affioramenti carbonatici.

2) Fascia centrale o della catena appenninica. a) Depositi argilloso-sabbiosi, marini e continentali (Plio-Quaternario); b) Depositi calcareo-silicico-marnosi (successione umbro-marchigiano-sabina e molisana) e di piattaforma carbonatica (successione laziale-abruzzese e campana pp.); c) Flysch ad esse collegati. Settore interessato da acquiferi carbonatici generalmente fessurati e più o meno intensamente carsificati, sede di imponenti ed estese falde libere. Gli acquiferi carbonatici possono essere sede di falde imprigionate soprattutto nei settori caudali delle strutture idrogeologiche in affioramento dove depositi terrigeni di varia natura, poco permeabili, ricoprono i terreni carsici sepolti. Manifestazioni idrotermali, prevalentemente gassose e a bassa temperatura, lungo le principali linee tettoniche distensive.

3) Fascia occidentale o tirrenica. a) Depositi argilloso-sabbiosi, marini e continentali (Plio-Quaternario); b) Depositi vulcanici; c) Depositi calcareo-silicico-arenacei (complessi sicilide e liguride) fortemente alloctoni, sovrapposti a quelli riferibili alla successione umbro-marchigiano-sabina. Settore interessato da acquiferi carbonatici caldi, sepolti e confinati, soggiacenti a terreni di copertura con spessore variabile da poche centinaia di metri a 3.000 metri. La copertura, soprattutto dove è costituita da terreni vulcanici, è interessata da una attiva circolazione epidemica di acque sotterranee, fredde, che alimentano il reticolo idrografico di superficie.

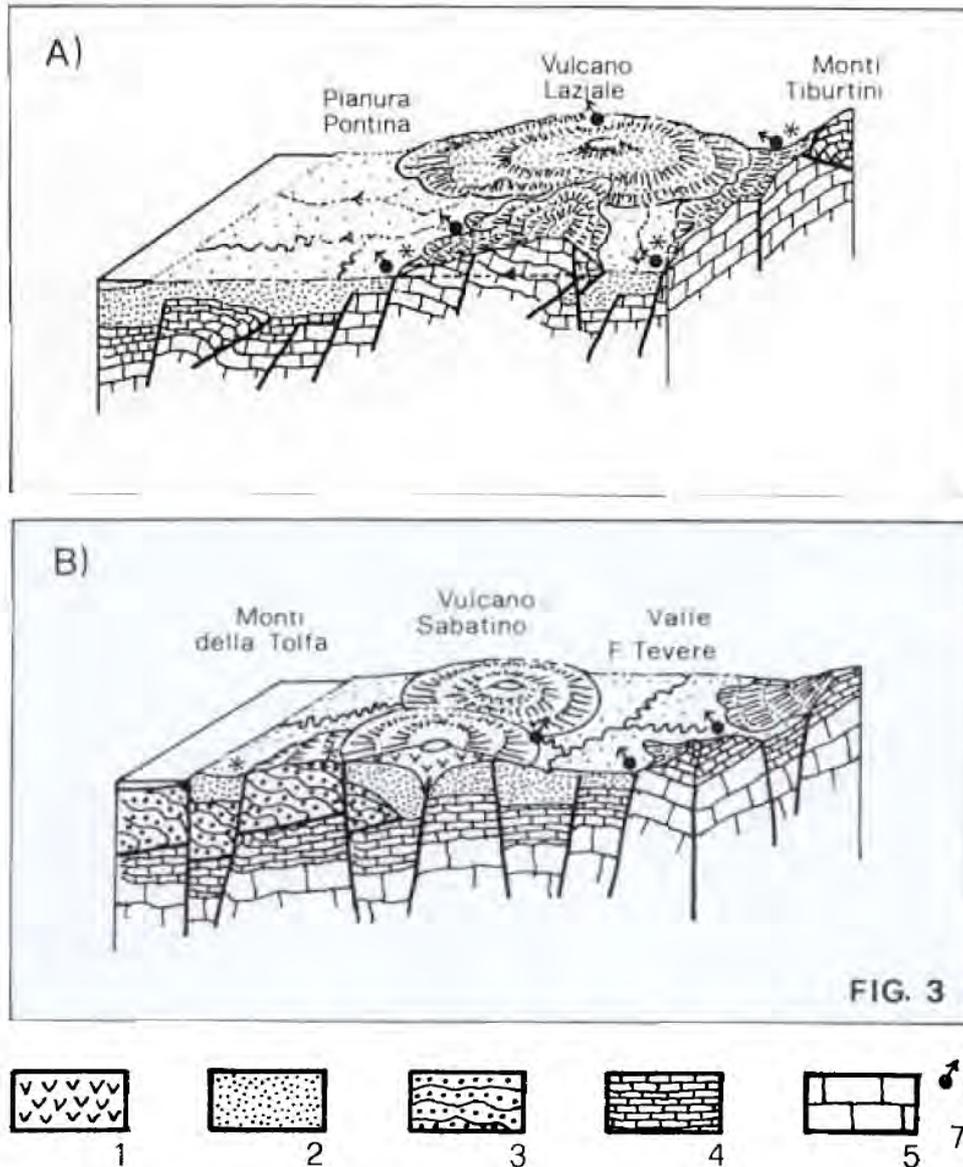


Fig. 3 - 1) Depositi vulcanici; 2) Depositi marini e continentali; 3) Depositi riferibili al complesso sicilide; 4) Successione pelagica tosco-umbro-sabina; 5) Successione di piattaforma carbonatica; 6) Sorgenti; 7) Manifestazioni idrotermali.

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

L'area d'interesse è ubicata a circa 1,0 Km W del centro urbano di Nettuno, in corrispondenza di un'area demaniale militare, in località Eschieto.

La quota del sito è compresa tra gli 11,0 e i 15,0 m s.l.m., l'impianto risulta essere suddiviso in tre campi principali, suddivisi in sottocampi produttivi, estesi su una superficie complessiva di circa 52,8 ha.

La Sottostazione Produttore di conferimento, connessa con cavidotto AT alla Stazione Principale Terna, è sita in località Borgo Sabotino, in adiacenza della Strada di Macchia, in agro di Latina, ad una quota di circa 4/5 m s.l.m.

Cartograficamente l'area è ubicata a cavallo delle Tavole IGM 1:25.000 – Tav. 158 III NE "Nettuno" e II NO "Borgo Sabotino", alle coordinate 41.455821°-12.695065° (FTV), 41.435995°-12.799852° (SSE); su cartografia CTR 5.000 ricade nell'elemento n. 400093 (Campi FTV) agro di Nettuno, 400093-400092-400131-400144-400141 (Cavidotto AT), 400141 (Sottostazione) agro di Latina.

Il territorio di Nettuno si trova al margine della fascia litoranea della pianura Pontina chiusa verso NORD-OVEST dai rilievi vulcanici dei monti Albani e verso NORD-EST dai rilievi calcarei dei Lepini.

Presenta una morfologia piuttosto piatta, tuttavia non mancano dei rilievi dunari che raggiungono al massimo una settantina di metri sul livello del mare nonché delle depressioni che raggiungono quote negative intorno al metro.

Il sito ricade nel foglio della C.G.I 1:100.000 158 "Nettuno", nella parte centrale.

Il Foglio 158 «Nettuno» riguarda una vasta area dell'alto Lazio (a Sud di Roma) che si estende, grosso modo, tra la costa tirrenica compresa di Aprilia, Latina e Nettuno, più a nord dai rilievi vulcanici dei colli Albani mentre a NE dai rilievi calcarei dei monti Lepini.

Nella parte costiera dell'area in esame prevalgono le formazioni sedimentarie più o meno recenti legate prevalentemente all'evoluzione costiera, passando verso nord a depositi prevalentemente palustri della piana pontina, posti questi alle falde delle strutture vulcaniche che si ergono ancora più a nord.

La costa è a falesia in alcuni punti del territorio di Anzio ed è formata da una arenaria calcarea fossilifera chiamata "MACCO", va gradatamente appiattendosi avvicinandosi a Nettuno.

Andando verso Torre Astura, il mare è penetrato un po' nell'entroterra erodendo depositi dunari e di terreni sottostanti mettendo in evidenza stratigrafie interessanti, formando piccole insenature caratteristiche.

Il territorio è solcato da due piccoli fiumi: il LORICINA che attraversa Nettuno, in parte con percorso sotterraneo, in parte a cielo aperto; è alimentato da numerose sorgenti ed ha come letto uno strato di torba. In un non troppo lontano passato il fiume doveva avere un'importanza maggiore: impiantato su una sinclinale, il suo letto era molto più grande dell'attuale così come la sua portata e probabilmente sfociava in una laguna che si doveva trovare a centinaia di metri dalla costa attuale formando un porto naturale protetto, forse utilizzato dalle navi.

L'altro fiume, più grande del primo è l'ASTURA, anch'esso alimentato da numerose sorgenti e con il suo corso condizionato dalla presenza di depositi piroclastici formati da materiale più duro rispetto al terreno circostante più o meno sabbioso.

La storia geologica del territorio di Nettuno inizia quando si hanno le prime avvisaglie di emersione da un mare "pliocenico" che ricopriva tutta la regione ed era più alto dell'attuale di 100-120 m.

In questo mare profondo qualche centinaio di metri si andavano depositando potenti serie di argille grigio azzurre "piacenziane". Il fondo di questo mare non era stabile, ma cedeva al peso dei materiali di accumulo.

Lo spessore del corpo argilloso, in alcuni punti raggiunge alcune centinaia di metri.

Alla fine del Pliocene, probabilmente, qualche regione di Nettuno emergeva, tuttavia non sono stati trovati ancora dei reperti sicuri, anche perché le successive ingressioni di mare nei periodi successivi al Pliocene hanno in parte eroso e distrutto i sedimenti precedenti.

I depositi del Pliocene inferiore costituiti da argille turchine "piacenziane" passanti in alcuni punti a marne sabbiose con una variazione di facies, affiorano a Nettuno in una culminazione anticlinale in località tra Lavinio e Tor Caldara, a Tor Caldara, tra Tor Caldara ed Anzio.

Esse costituiscono anche il basamento impermeabile che si trova a qualche centinaio di metri non solo nella zona di Nettuno ma anche di quasi tutta la costa tirrenica fino alle pendici degli Appennini.

Il Pliocene medio e superiore (4-2 milioni di anni) è caratterizzato da una arenaria calcarea fossilifera chiamata "MACCO".

Affiora a Nettuno Anzio; a Tor Caldara, tra Tor Caldara ed Anzio, tra Anzio e Nettuno fino quasi al porto di Nettuno, vicino alla Scuola guardie di PUBBLICA SICUREZZA, dietro al Cimitero americano, nella zona "LA CAMPANA". Nel centro storico di Nettuno, il "MACCO" sta a debole profondità, mentre andando verso Torre Astura gli strati s'immergono verso Sud-Est e si rintracciano a profondità variabili da i 10 ai 30 ai 50 metri andando verso Est e Nord-Est.

Il contatto tra argille (Pliocene inferiore) e "MACCO" (Pliocene medio e superiore) è continuo, mentre in alcuni punti, tra Tor Caldara e Anzio le argille vengono a contatto netto con le marne, nate in una situazione batimetrica diversa delle argille. Il "MACCO" è nato quando il mare pliocenico andava assottigliandosi.

La stratigrafia del territorio "pleistocenico" (inizio e medio Quaternario) presenta particolare complessità perché, a determinare la facies e l'assetto delle diverse formazioni hanno concorso, oltre ai fattori isostatici, eustatici e climatici d'influenza generale, anche fattori locali, che, in concomitanza e talora in contrasto con quelli, né hanno complicato gli effetti.

Ben rappresentata è la trasgressione "SICILIANA" (circa un milione di anni fa) che ha portato il mare ad un livello di 60-80 metri più alto dell'attuale. I sedimenti sono formati in gran parte da marne sabbiose e secondariamente da sabbie gialle e piccole brecce con ciottoli di selce, calcare, ed elementi vulcanici.

Le marne si possono osservare a SUD di Nettuno lungo il litorale del Poligono di tiro incominciando ad un centinaio di metri dal depuratore, vicino alla cava Fornace Morrone, alle Grottae fino alla cava di Vallone Carnevale.

Alla fine del periodo "SICILIANO" si svegliava l'attività vulcanica, si formavano spaccature da dove uscivano fuori vapori, pozzolane, lave; il grande cratere dell'Artemisio iniziava la sua attività che doveva durare per circa 700 mila anni.

I periodi successivi sono caratterizzati da più cicli sedimentari con oscillazioni trasgressive dovute a movimenti eustatici del terreno chiamati, in senso generale, "TIRRENIANO".

Il TIRRENIANO a Nettuno ricopre in parte i tufi o le sabbie grigio gialle o le marne del siciliano. Non si trova sempre ad uno stesso livello: allo sbocco del fiume Loricina si trova a -13 m sotto il livello del mare, a l'Acciarella a + 13 m sopra il livello del mare, a Borgo Sabotino a -13 m sotto il livello del mare.

La regressione post TIRRENIANA ha fatto emergere tutta la pianura costiera che fu ricoperta da sabbie dunari.

Una ultima trasgressione, la "VERSILIANA" o FIANDRIANA, ha riportato il mare da quota -100 m al livello attuale, colmando depressioni, formando i laghi costieri e le formazioni a rias dunari.

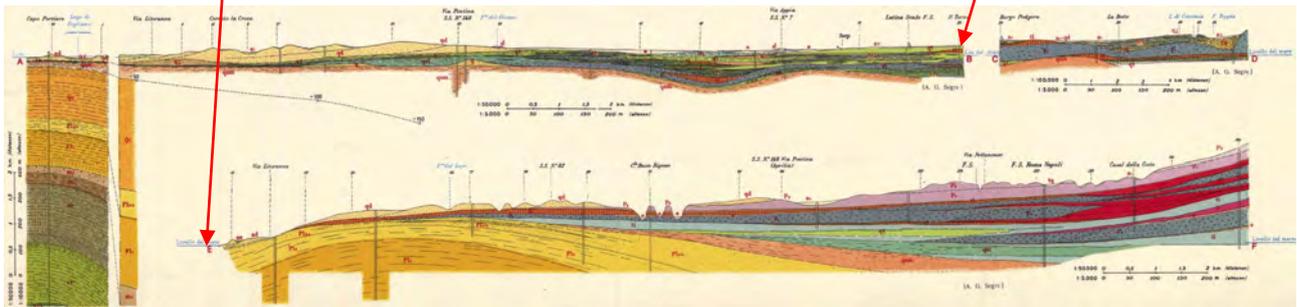
I terreni sedimentari affioranti nell'area di interesse sono rappresentati quindi da formazioni prevalentemente sabbiose e limo-palustri della piana pontina e costiera e sono rappresentate da:

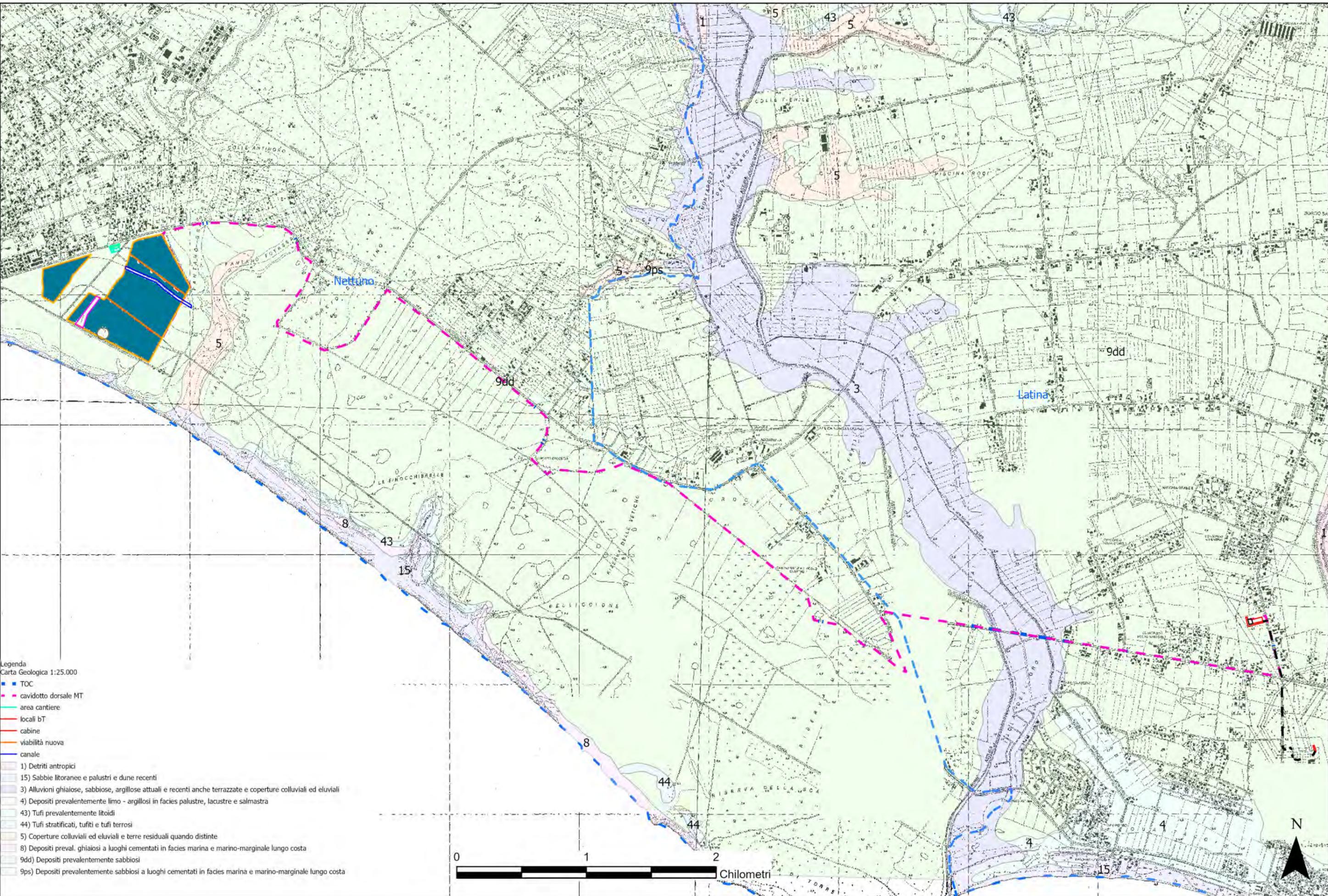
- a) "a – **Terreni Palutri di colmata**" della depressione Pontina e della Tenuta Carano, commisti a frammenti lavici, torbe limi, terre nere. (Olocene).

- b) "qd – Duna Antica" sabbie rosse in genere eolizzate, +/- commiste con argille di disfacimento; intercalazioni di ghiaino siliceo e ciottoli sfaccettati e lustrati; Sabbie con abbondante ghiaia silicea.



Stralcio Carta Geologica d' Italia – scala 1:100.000





- Legenda
 Carta Geologica 1:25.000
- TOC
 - cavidotto dorsale MT
 - area cantiere
 - locali bT
 - cabine
 - viabilità nuova
 - canale
 - 1) Detriti antropici
 - 15) Sabbie litoranee e palustri e dune recenti
 - 3) Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti anche terrazze e coperture colluviali ed eluviali
 - 4) Depositi prevalentemente limo - argillosi in facies palustre, lacustre e salmastra
 - 43) Tufi prevalentemente litoidi
 - 44) Tufi stratificati, tuffi e tufi terrosi
 - 5) Coperture colluviali ed eluviali e terre residuali quando distinte
 - 8) Depositi preval. ghiaiosi a luoghi cementati in facies marina e marino-marginale lungo costa
 - 9dd) Depositi prevalentemente sabbiosi
 - 9ps) Depositi prevalentemente sabbiosi a luoghi cementati in facies marina e marino-marginale lungo costa



4. P.A.I.: RISCHIO GEOMORFOLOGICO ED IDRAULICO

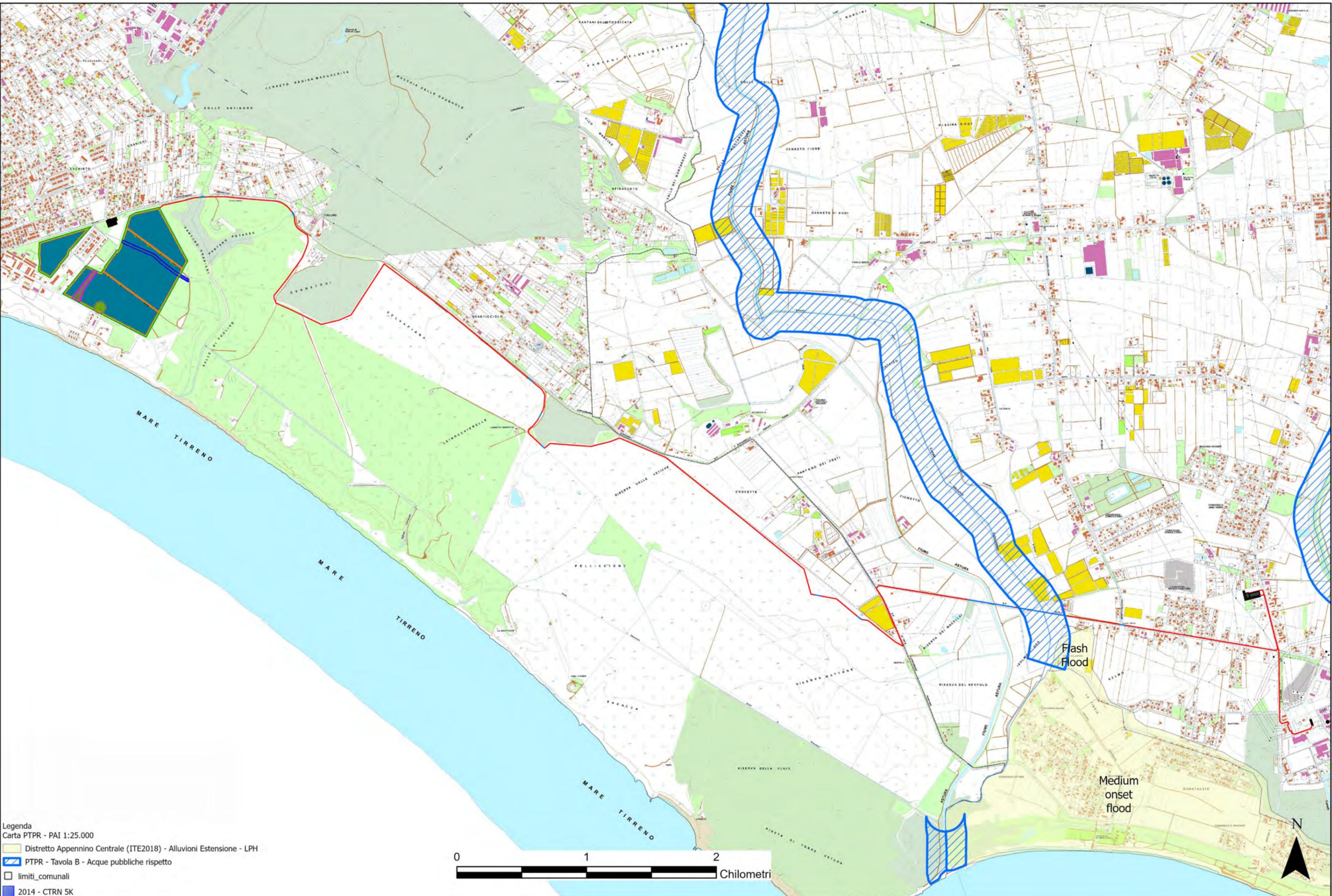
Sotto il profilo del rischio geomorfologico del P.A.I., sia l'area campi fotovoltaici, sia l'area di conferimento (SSE – Stazione Terna), come anche l'intero percorso della linea di collegamento alla rete risultano essere esterne a qualsiasi area individuata dal Piano di Assetto idrogeologico, sia per quanto riguarda il rischio geomorfologico, sia per quanto riguarda il rischio alluvionamento. Il percorso di cavidotto attraverserà in TOC le linee di retico, non causando così alcuna interferenza con le acque scolanti ed incanalate al reticolo.

Il P.A.I. di riferimento è quello dell'Autorità di Bacino Competente (Autorità di Bacini Distrettuale dell'Appennino Centrale – Ex AdiB Lazio).

Trovandoci in presenza di litotipi sostanzialmente granulari e fini, sabbie, ghiaie e argille in condizioni morfologiche pressoché orizzontali, non sono segnalate aree né sottoposte a rischio idraulico, né a rischio morfologico.

5. PTPR – COMPONENTI IDRO-GEOMORFOLOGICHE

In riferimento al Piano Paesaggistico Regionale vigente (P.T.P.R.), il parco fotovoltaico e le zone di conferimento non ricadono in alcuna delle aree perimetrate dal piano; il cavidotto di collegamento attraverserà in TOC la fascia di rispetto fluviale individuata dal piano non interferendo in alcun modo con essa.



Legenda
 Carta PTPR - PAI 1:25.000
 ■ Distretto Appennino Centrale (ITE2018) - Alluvioni Estensione - LPH
 ■ PTPR - Tavola B - Acque pubbliche rispetto
 □ limiti_comunali
 ■ 2014 - CTRN 5K



6. IDROGEOLOGIA E CARATTERI DI PERMEABILITA'

In riferimento alla circolazione idrica, trovandoci in prossimità di linea di costa, con presenza di litotipi prevalentemente granulari, il livello piezometrico si attesta a valori di qualche metro rispetto al livello del mare, pertanto otteniamo una soggiacenza compresa tra i 5 e 10 m dal p.c. in considerazione delle quote del piano campagna che varia da 11 m. e 15 m. s.l.m. nella zona dei campi FV e i 4/5 m. in corrispondenza della Stazione di Consegna.

I complessi idrogeologici presenti sono distinti rispettivamente in:

1- COMPLESSO DEI DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI

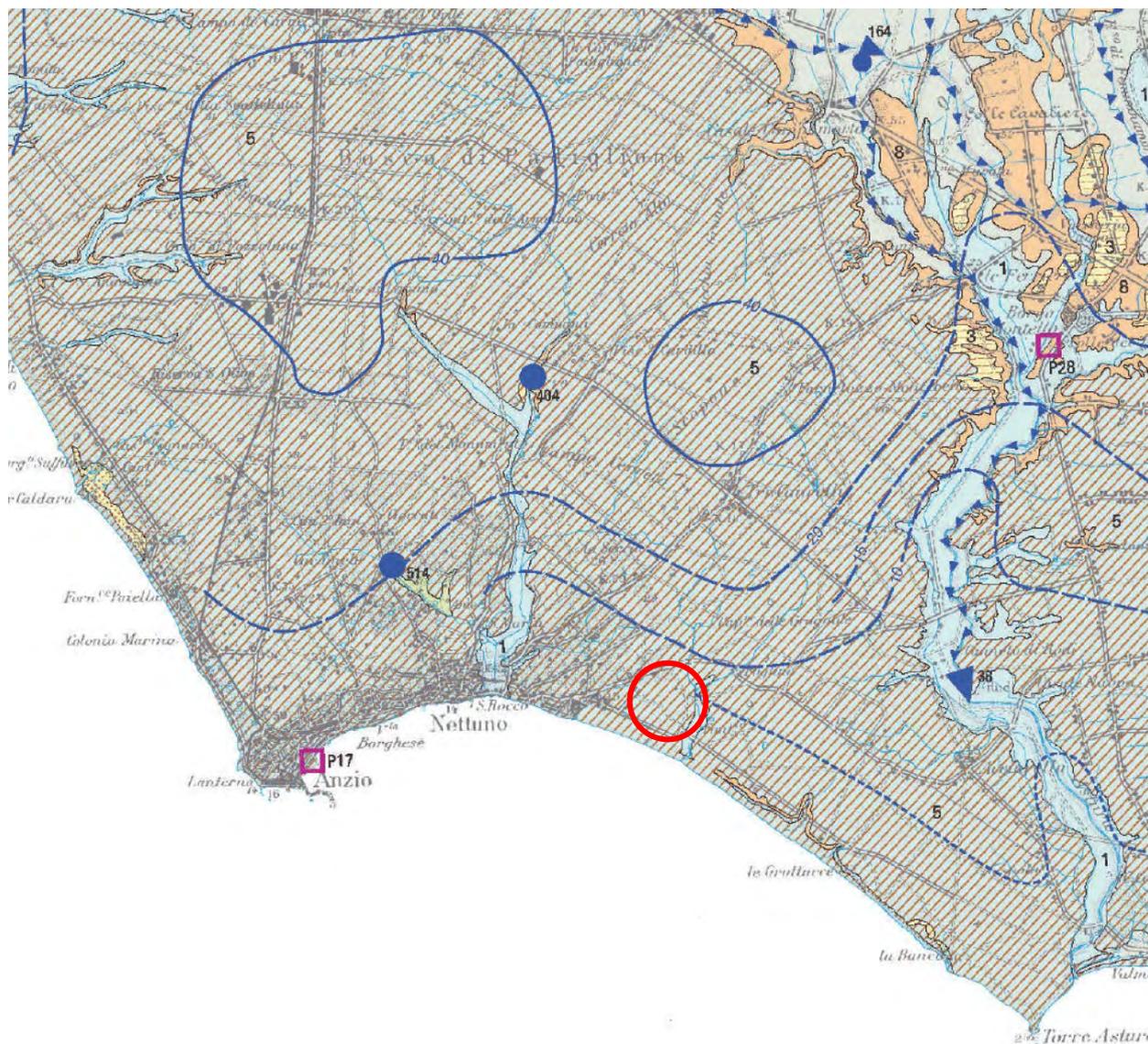
potenzialità acquifera da bassa a medio alta

Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti anche terrazzate e coperture eluviali e colluviali (OLOCENE). Spessore variabile da pochi metri ad oltre un centinaio di metri. Dove il complesso è costituito dai depositi alluvionali dei corsi d'acqua perenni presenta gli spessori maggiori (da una decina ad oltre un centinaio di metri) e contiene falde multistrato di importanza regionale.

5- COMPLESSO DELLE SABBIE DUNARI

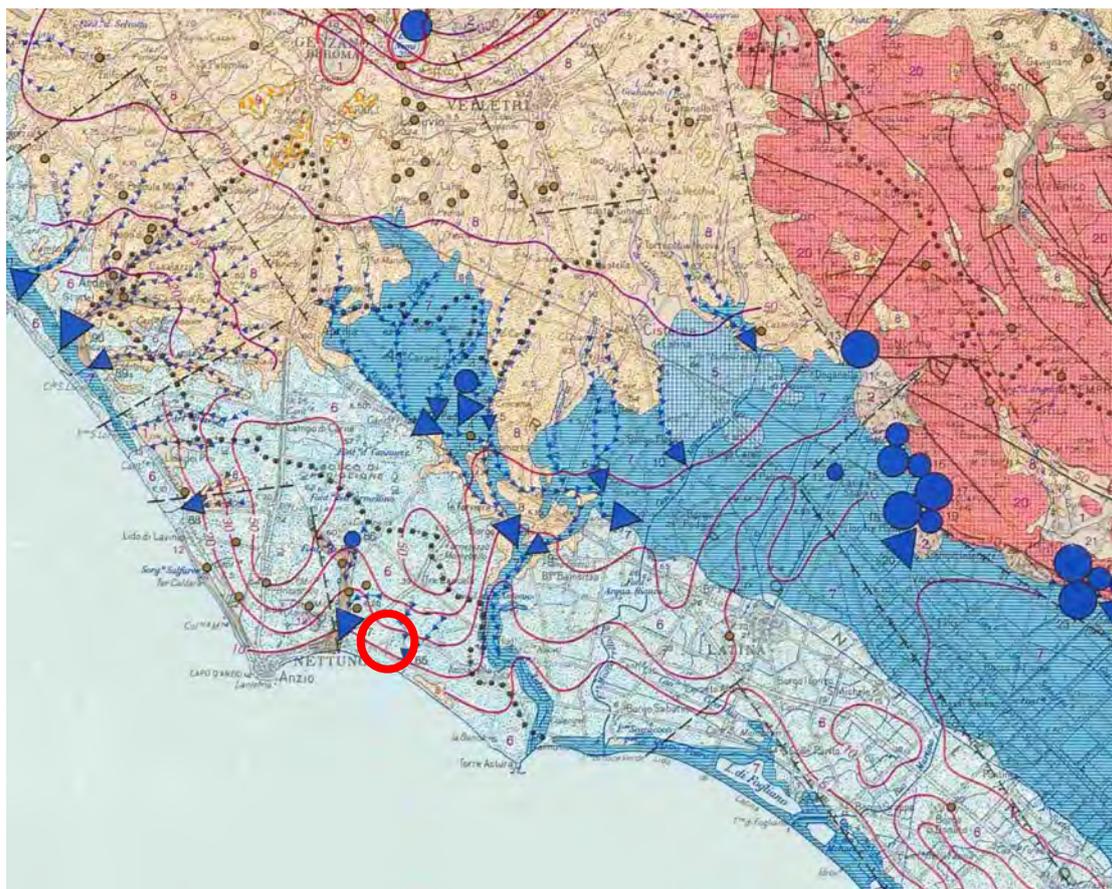
potenzialità acquifera medio alta

Sabbie dunari, depositi da spiaggia recenti e dune deltizie (PLEISTOCENE – OLOCENE). Spessore di alcune decine di metri. Il complesso è sede di una significativa circolazione sotterranea che da origine a falde continue ed estese la cui produttività è limitata dalla ridotta permeabilità delle sabbie.

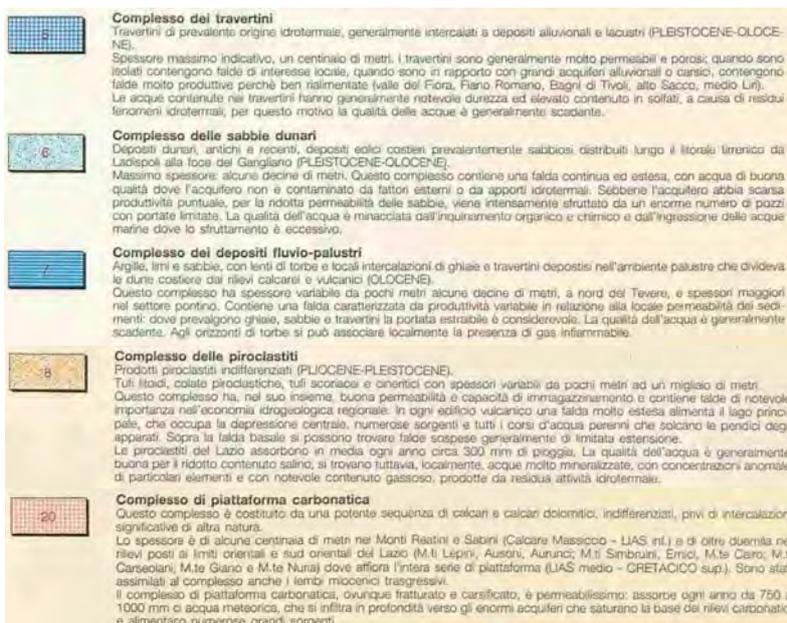


- 1** **COMPLESSO DEI DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI - potenzialità acquifera da bassa a medio alta**
 Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti anche terrazzate e coperture eluviali e colluviali (*OLOCENE*). Spessore variabile da pochi metri ad oltre un centinaio di metri. Dove il complesso è costituito dai depositi alluvionali dei corsi d'acqua perenni presenta gli spessori maggiori (da una decina ad oltre un centinaio di metri) e contiene falde multistrato di importanza regionale. I depositi alluvionali dei corsi d'acqua minori, con spessori variabili da pochi metri ad alcune decine di metri, possono essere sede di falde locali di limitata estensione.

- 5** **COMPLESSO DELLE SABBIE DUNARI - potenzialità acquifera medio alta**
 Sabbie dunari, depositi interdunari, depositi di spiaggia recenti e dune celtizie (*PLEISTOCENE - OLOCENE*). Spessore di alcune decine di metri. Il complesso è sede di una significativa circolazione idrica sotterranea che dà origine a falde continue ed estese la cui produttività è limitata dalla ridotta permeabilità delle sabbie.



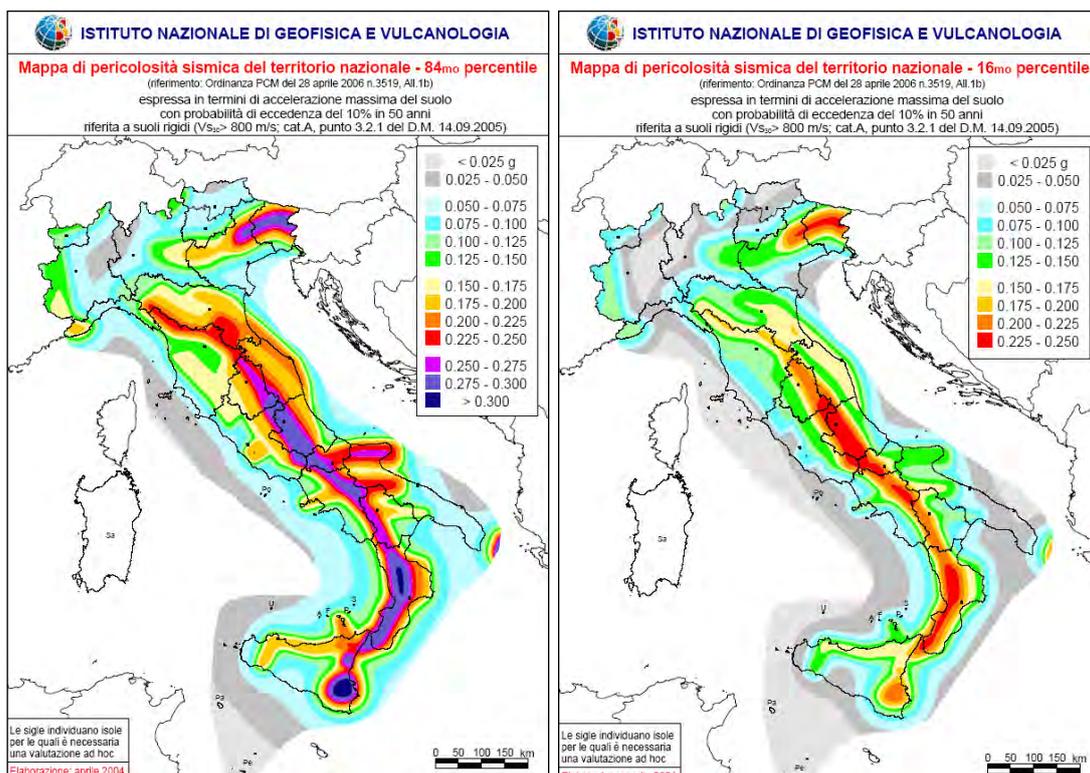
SCHEMA IDROGEOLOGICO DELL'ITALIA CENTRALE (Stralcio Carta Idrogeologica del Territorio Lazio – Scala 1:25.000)



7. SISMICITÀ DELL'AREA

Il territorio oggetto di studio, così come altri comuni della quasi totalità dei comuni della parte centro orientale della provincia, è classificata come a rischio sismico medio Zona 3.

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 il territorio di studio è inserito in Zona Sismica 3 (basso Rischio) corrispondente ad un grado di sismicità pari a $S = 6$. secondo quanto indicato dalla vecchia normativa sismica dal D.M. 07.03.1981, il coefficiente di intensità sismica è così valutabile: $C = S - 2 / 100 = 0,04$.



Rischio sismico di Nettuno

Le zone sismiche assegnate al territorio comunale di Nettuno per le normative edilizie. Zone sismiche. Fenomeni riscontrati. Accelerazione al suolo (a_g max).

Classificazione sismica

La classificazione sismica del territorio nazionale ha introdotto normative tecniche specifiche per le costruzioni di edifici, ponti ed altre opere in aree geografiche caratterizzate dal medesimo rischio sismico.

In basso è riportata la zona sismica per il territorio di Nettuno, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale del Lazio n. 387 del 22 maggio 2009, successivamente modificata con la D.G.R. n. 571 del 2 agosto 2019.

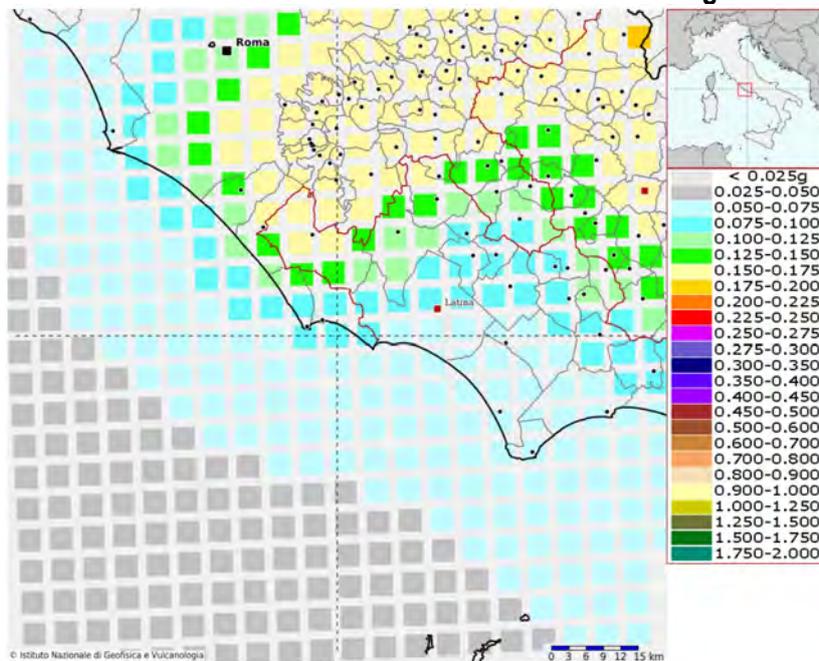
Zona sismica 3A	Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti. La sottozona 3A indica un valore di $a_g \geq 0,10g$.
----------------------------	---

I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima (a_g) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.

Zona sismica	Descrizione	accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [a_g]	accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [a_g]	numero comuni con territori ricadenti nella zona (*)
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	$0,25 < a_g \leq 0,35 g$	0,35 g	740
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	$0,15 < a_g \leq 0,25 g$	0,25 g	2.367
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	$0,05 < a_g \leq 0,15 g$	0,15 g	3.014
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	$a_g \leq 0,05 g$	0,05 g	1.788

Più in particolare, per l'area interessata dall'intervento, si riportano di seguito i parametri locali derivati dal modello di pericolosità sismica (INGV).

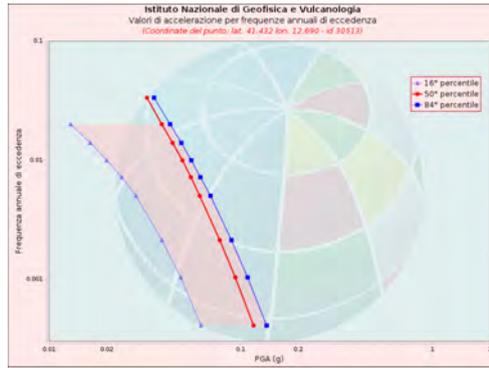
Modello di pericolosità sismica del territorio nazionale MPS04-S1 (2004)
Informazioni sul nodo con ID: 30513 - Latitudine: 41.432 - Longitudine: 12.690



La mappa rappresenta il modello di pericolosità sismica per l'Italia e i diversi colori indicano il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido (classe A, Vs30 > 800 m/s) e pianeggiante. Le coordinate selezionate individuano un nodo della griglia di calcolo identificato con l'ID 30513 (posto al centro della mappa). Per ogni nodo della griglia sono disponibili numerosi parametri che descrivono la pericolosità sismica, riferita a diversi periodi di ritorno e diverse accelerazioni spettrali..

Curva di pericolosità

La pericolosità è l'insieme dei valori di scuotimento (in questo caso per la PGA) per diverse frequenze annuali di eccedenza (valore inverso del periodo di ritorno). La tabella riporta i valori mostrati nel grafico, relativi al valore mediano (50mo percentile) ed incertezza, espressa attraverso il 16° e l'84° percentile.

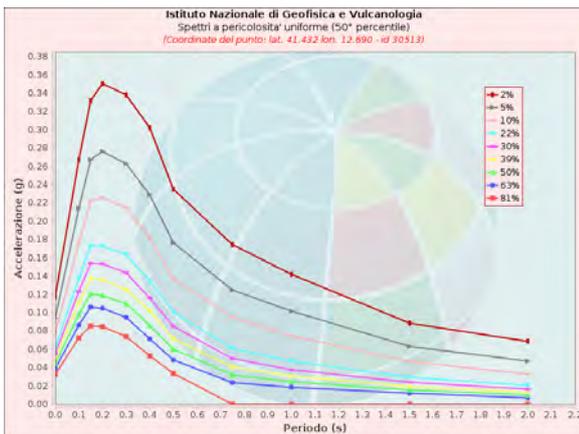


Frequenza annuale di ecc.	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.062	0.117	0.137
0.0010	0.049	0.094	0.109
0.0021	0.039	0.078	0.090
0.0050	0.029	0.061	0.070
0.0071	0.024	0.055	0.062
0.0139	0.016	0.044	0.049
0.0199	0.013	0.039	0.043
0.0332	0.000	0.033	0.035

Spettri a pericolosità uniforme

Gli spettri indicano i valori di scuotimento calcolati per 11 periodi spettrali, compresi tra 0 e 2 secondi. La PGA corrisponde al periodo pari a 0 secondi. Il grafico è relativo alle stime mediane (50mo percentile) proposte dal modello di pericolosità.

I diversi spettri nel grafico sono relativi a diverse probabilità di eccedenza (PoE) in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico.

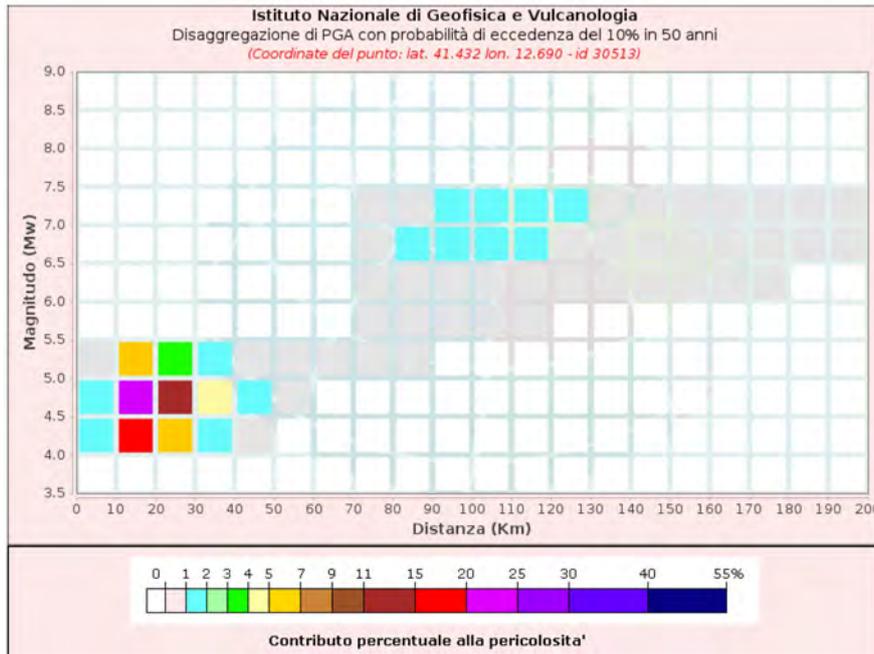


PoE in 50 anni	Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)										
	Accelerazione (g)										
	Periodo (s)										
2%	0.117	0.267	0.332	0.350	0.338	0.302	0.235	0.174	0.142	0.089	0.069
5%	0.094	0.214	0.267	0.276	0.263	0.229	0.177	0.125	0.102	0.063	0.047
10%	0.078	0.177	0.222	0.226	0.215	0.182	0.136	0.095	0.075	0.047	0.033
22%	0.061	0.138	0.173	0.173	0.163	0.135	0.100	0.061	0.047	0.029	0.021
30%	0.055	0.123	0.154	0.154	0.144	0.116	0.085	0.050	0.038	0.024	0.017
50%	0.050	0.111	0.138	0.136	0.125	0.102	0.071	0.041	0.031	0.019	0.013
67%	0.044	0.098	0.121	0.119	0.110	0.086	0.060	0.032	0.025	0.016	0.010
81%	0.039	0.086	0.106	0.105	0.095	0.071	0.048	0.024	0.018	0.012	0.007
81%	0.033	0.073	0.086	0.085	0.074	0.053	0.034	0.000	0.000	0.000	0.000

Grafico di disaggregazione

Il grafico rappresenta il contributo percentuale delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità del nodo, rappresentata in questo caso dal valore della PGA mediana, per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

La tabella riporta i valori mostrati nel grafico ed i valori medi di magnitudo, distanza ed epsilon.



Distanza in Km	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	1.4800	1.9000	0.3300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	15.8000	24.0000	5.1200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	5.9600	12.1000	3.3900	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	1.3200	4.3500	1.6100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0273	1.1500	0.8290	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0918	0.3810	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0001	0.1090	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0231	0.0585	0.1240	0.1650	0.1200	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0026	0.3090	0.8460	1.2300	0.9410	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2090	0.9370	1.5400	1.2700	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0712	0.7100	1.3700	1.2100	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0091	0.4760	1.1400	1.0800	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2850	0.9750	1.0400	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1510	0.7620	0.9340	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0558	0.3630	0.5040	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0173	0.2000	0.3090	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0034	0.1080	0.1910	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0539	0.1180	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0261	0.0726	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0152	0.0519	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi: magnitudo = 5.11 ; distanza = 38.0 ; epsilon = 1.52

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: 12,6799
LATITUDINE: 41,4836

Ricerca per comune

REGIONE: Lazio
PROVINCIA: Roma
COMUNE: Nettuno

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta
Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Reticolo di riferimento



Controlli sul reticolo:

- Stato esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione: superficie rigata

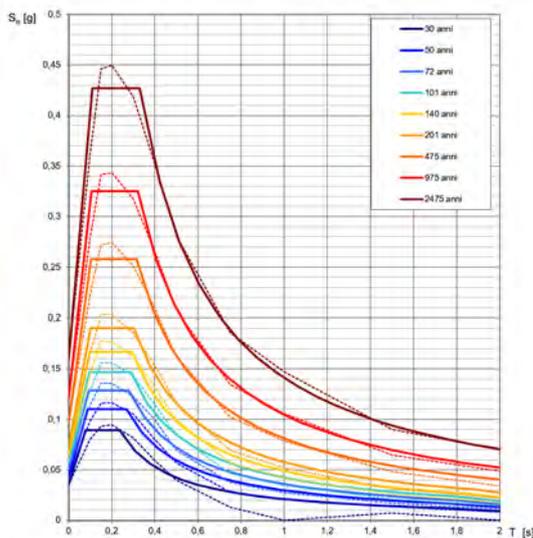
Nodi del reticolo intorno al sito



La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

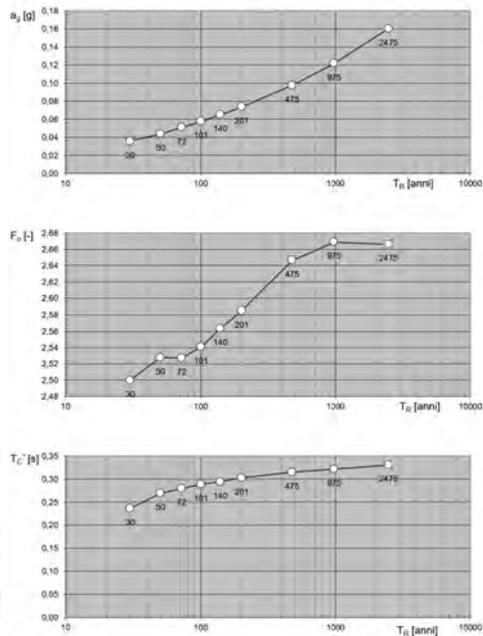
Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C : variabilità col periodo di ritorno T_R



Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C [s]
30	0,036	2,500	0,237
50	0,044	2,528	0,269
72	0,051	2,527	0,280
101	0,058	2,541	0,289
140	0,065	2,564	0,294
201	0,074	2,585	0,303
475	0,097	2,646	0,315
975	0,122	2,669	0,322
2475	0,160	2,666	0,330

La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_{in} info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_{in} info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_{in} info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE

- SLO - $P_{vib} = 81\%$
- SLD - $P_{vib} = 63\%$
- SLV - $P_{vib} = 10\%$

Stati limite ultimi - SLU

- SLC - $P_{vib} = 5\%$

Elaborazioni

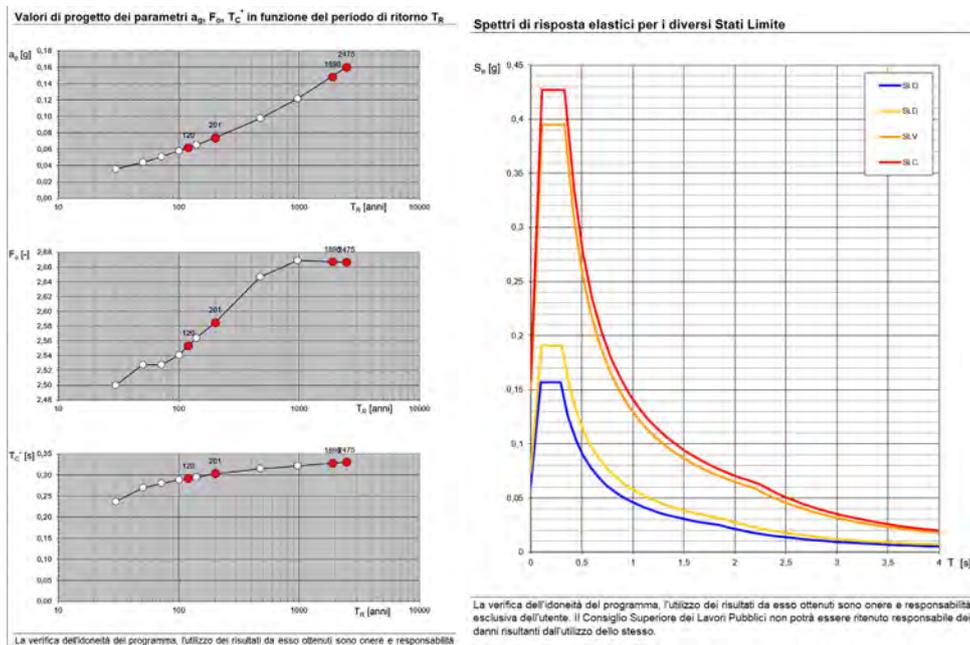
- Grafico parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

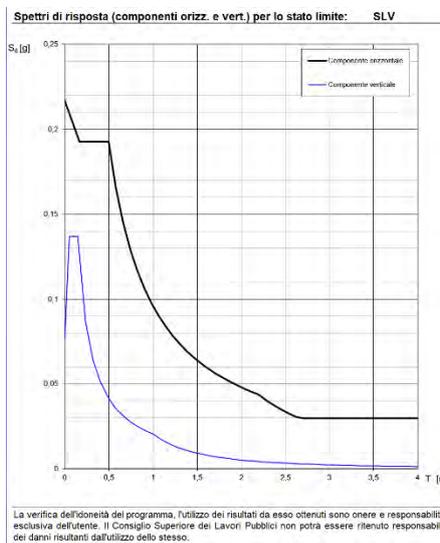
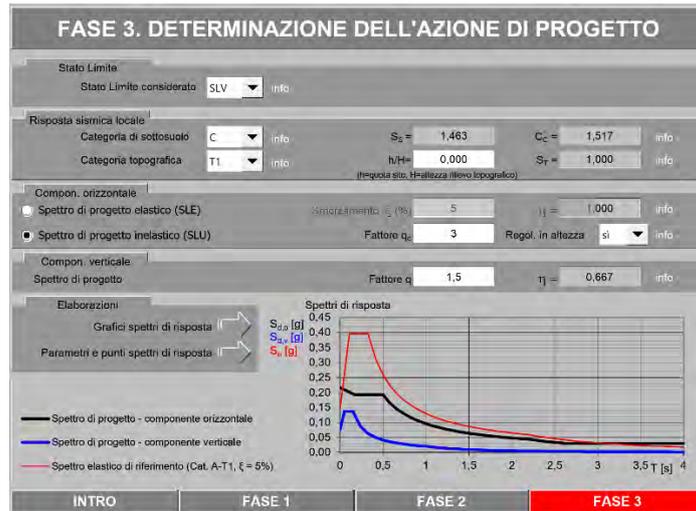
INTRO FASE 1 **FASE 2** FASE 3



Valori dei parametri a_g, F_0, T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	120	0,062	2,553	0,292
SLD	201	0,074	2,585	0,303
SLV	1898	0,148	2,667	0,328
SLC	2475	0,160	2,666	0,330

La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti	
STATO LIMITE	SLV
s_a	0,148 g
F_v	2,667
T_C	0,228 s
S_E	1,463
C_C	1,517
S_T	1,000
q	3,000

Parametri dipendenti	
S	1,463
η	0,333
T_B	0,166 s
T_C	0,497 s
T_D	2,192 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_E \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.4)
 $\eta = \sqrt{10 \cdot (3 + S)} \geq 0,55$; $\eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; § 3.2.3.5)
 $T_B = T_C / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)
 $T_C = C_C \cdot T_C^*$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)
 $T_D = 4 \cdot 0 \cdot a_y / g + 1,6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$0 \leq T < T_B$ $S_d(T) = a_y \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$
 $T_B \leq T < T_C$ $S_d(T) = a_y \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$
 $T_C \leq T < T_D$ $S_d(T) = a_y \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$
 $T_D \leq T$ $S_d(T) = a_y \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T} \right)$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_d(T)$ sostituendo η con η/q , dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta	
T [s]	S_d [g]
0,000	0,217
T_B	0,158
T_C	0,497
	0,178
	0,659
	0,145
	0,740
	0,130
	0,820
	0,117
	0,901
	0,106
	0,982
	0,098
	1,062
	0,090
	1,143
	0,084
	1,224
	0,078
	1,305
	0,073
	1,385
	0,068
	1,465
	0,065
	1,547
	0,062
	1,627
	0,059
	1,708
	0,056
	1,789
	0,054
	1,870
	0,051
	1,950
	0,048
	2,031
	0,047
	2,112
	0,045
T_D	2,192
	0,044
	2,274
	0,040
	3,053
	0,030
	3,139
	0,030
	3,225
	0,030
	3,311
	0,030
	3,397
	0,030
	3,484
	0,030
	3,570
	0,030
	3,656
	0,030
	3,742
	0,030
	3,828
	0,030
	3,914
	0,030
	4,000
	0,030

Parametri indipendenti	
STATO LIMITE	SLV
s_a	0,077 g
F_v	1,000
T_C	1,000
S_E	1,500
C_C	0,050 s
S_T	0,150 s
q	1,000 s

Parametri dipendenti	
S	1,386
η	1,000
T_C	0,867

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_E \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)
 $\eta = 1/q$ (NTC-08 § 3.2.3.5)
 $F_v = 1,35 \cdot F_v \cdot \left(\frac{a_y}{g} \right)^{0,5}$ (NTC-08 Eq. 3.2.11)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$0 \leq T < T_B$ $S_d(T) = a_y \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_C} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left(1 - \frac{T}{T_C} \right) \right]$
 $T_B \leq T < T_C$ $S_d(T) = a_y \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$
 $T_C \leq T < T_D$ $S_d(T) = a_y \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$
 $T_D \leq T$ $S_d(T) = a_y \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T} \right)$

Punti dello spettro di risposta	
T [s]	S_d [g]
0,000	0,077
T_B	0,050
T_C	0,150
	0,137
	0,225
	0,081
	0,309
	0,044
	0,405
	0,051
	0,490
	0,042
	0,575
	0,038
	0,660
	0,035
	0,745
	0,028
	0,830
	0,025
	0,915
	0,022
	1,000
	0,020
	1,084
	0,017
	1,168
	0,015
	1,251
	0,013
	1,335
	0,011
	1,419
	0,010
	1,503
	0,008
	1,586
	0,007
	1,669
	0,007
	1,752
	0,007
	1,835
	0,006
	1,918
	0,005
	2,001
	0,005
	2,084
	0,005
	2,167
	0,005
	2,250
	0,002
	2,333
	0,002
	2,416
	0,002
	2,499
	0,004
	2,582
	0,003
	2,665
	0,003
	2,748
	0,003
	2,831
	0,003
	2,914
	0,003
	3,000
	0,003
	3,084
	0,003
	3,168
	0,003
	3,252
	0,003
	3,336
	0,003
	3,420
	0,003
	3,504
	0,002
	3,588
	0,002
	3,672
	0,002
	3,756
	0,002
	3,840
	0,002
	3,924
	0,002
	4,008
	0,002

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo del

8. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE LOCALI E PROGRAMMAZIONE CAMPAGNA D'INDAGINI

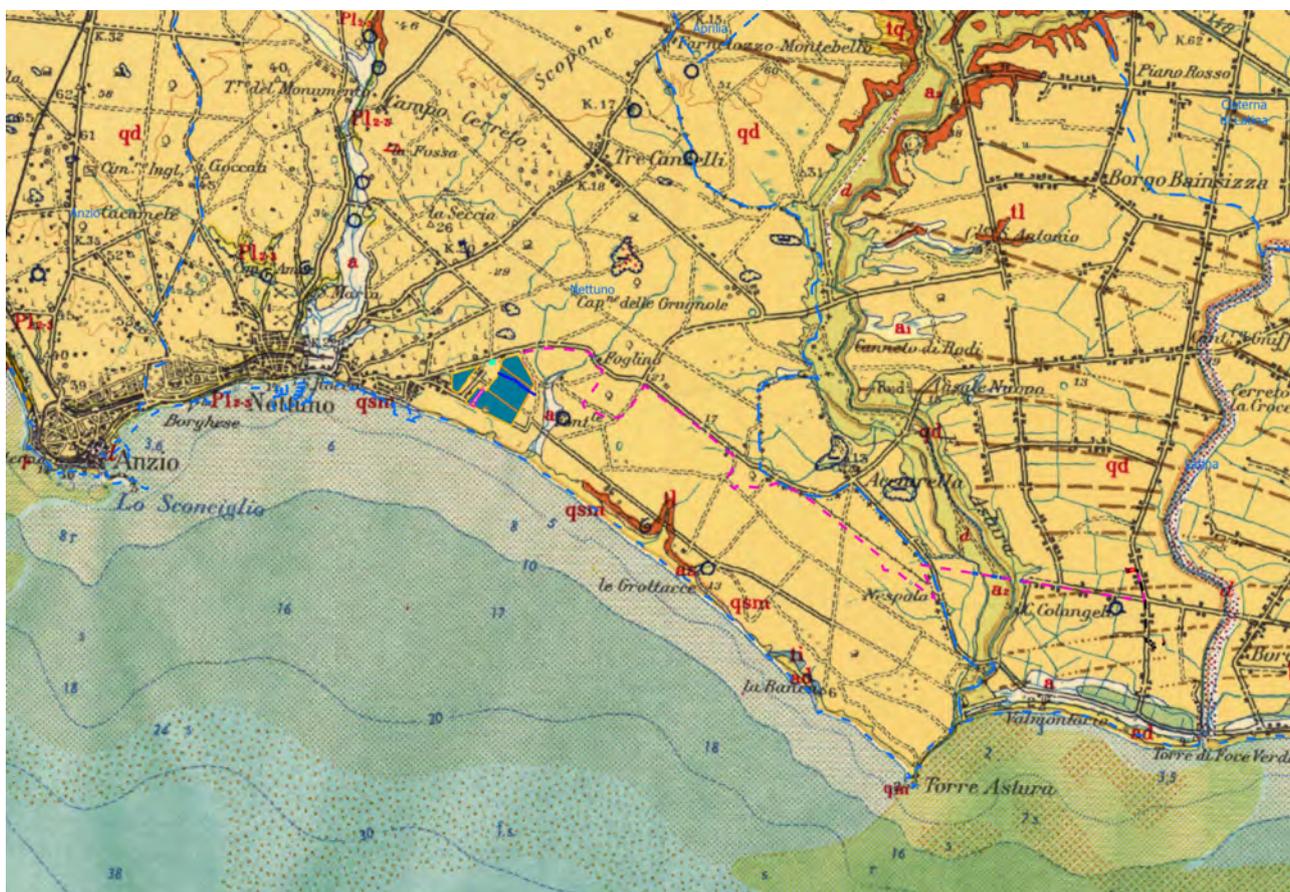
Il sito di progetto del campo fotovoltaico, secondo quanto riportato nella carta Geologica d'Italia 1:100.000 (F. 143), ricade nella fascia di affioramento delle "a2 - Alluvioni medio-recenti ed attuali", ghiaie, sabbie e limi depositati in epoca recente ed attuale dai corsi d'acqua; depositi eluviali argilloso-sabbiosi con materiale piroclastico rimaneggiato.

- SERIE PRESENTE IN AREA:

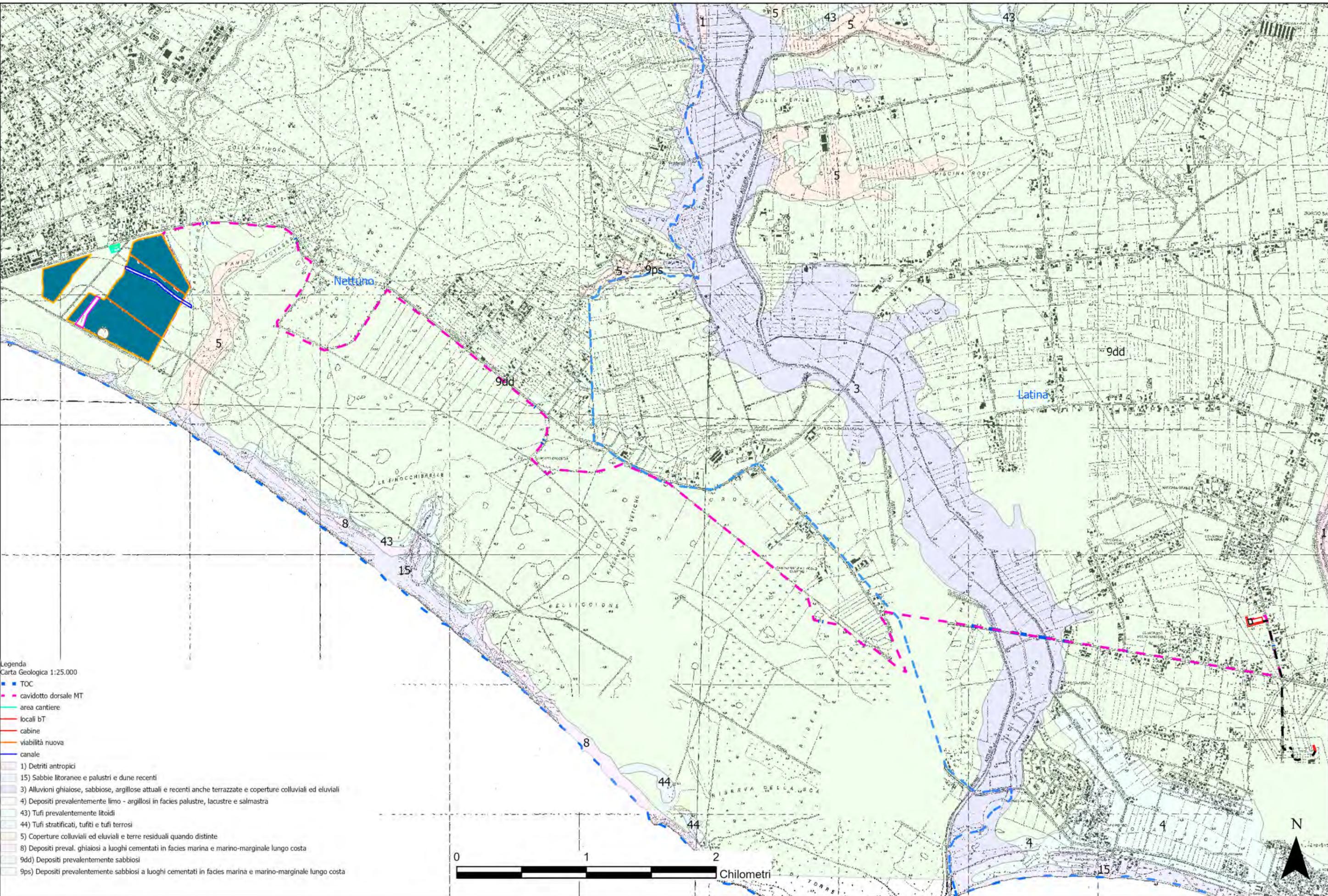
Morfologicamente l'area è ubicata in corrispondenza di una spianata leggermente inclinata verso la linea di costa del Mar Tirreno; nell'area d'interesse sono presenti le seguenti serie litologiche:

I terreni sedimentari affioranti nell'area di interesse sono rappresentati quindi da formazioni prevalentemente sabbiose e limo-palustri della piana pontina e costiera e sono rappresentate da:

- "a – Terreni Palutri di colmata" della depressione Pontina e della Tenuta Carano, commisti a frammenti lavici, torbe limi, terre nere. (Olocene).
- "qd – Duna Antica" sabbie rosse in genere eolizzate, +/- commiste con argille di disfacimento; intercalazioni di ghiaio siliceo e ciottoli sfaccettati e lustrati; Sabbie con abbondante ghiaia silicea.



Stralcio C.G.I. – F. 158



- Legenda
 Carta Geologica 1:25.000
- TOC
 - cavidotto dorsale MT
 - area cantiere
 - locali bT
 - cabine
 - viabilità nuova
 - canale
 - 1) Detriti antropici
 - 15) Sabbie litoranee e palustri e dune recenti
 - 3) Alluvioni ghiaiose, sabbiose, argillose attuali e recenti anche terrazze e coperture colluviali ed eluviali
 - 4) Depositi prevalentemente limo - argillosi in facies palustre, lacustre e salmastra
 - 43) Tufi prevalentemente litoidi
 - 44) Tufi stratificati, tuffi e tufi terrosi
 - 5) Coperture colluviali ed eluviali e terre residuali quando distinte
 - 8) Depositi preval. ghiaiosi a luoghi cementati in facies marina e marino-marginale lungo costa
 - 9dd) Depositi prevalentemente sabbiosi
 - 9ps) Depositi prevalentemente sabbiosi a luoghi cementati in facies marina e marino-marginale lungo costa



8.1. CARATTERI GEOLOGICO-TECNICI DEI TERRENI AFFIORANTI

In assenza di dati provenienti da indagini di laboratorio, i principali parametri geotecnici possono essere preliminarmente definiti sulla base della natura dei terreni affioranti, dei risultati di indagini condotte in contesti geologici simili e dati bibliografici disponibili.

Depositi Alluvionali

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

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

Argille

Sotto il profilo geotecnico localmente si tratta di "argille e limi debolmente sabbiosi" (L.L. = 32,4% ÷ 46,14 %, L.P. = 14,5% ÷ 24,6%, L.R.= 10,0 – 22,77%) a media plasticità (Ip = 14,78% ÷ 31,00%, Ic = 0,67 – 1,10 %).. Il peso dell'unità di volume del terreno secco risulta pari a 19.3 ÷ 21,0 KN/m³; il contenuto naturale di acqua varia da 15,6% al 31,47%, è in ottimo accordo con le caratteristiche generali del terreno che risulta dotato di elevato grado di preconsolidazione (OCR = 20). Buone le caratteristiche di resistenza meccanica, definite da valori del parametro Cu = 280 ÷ 350, con angoli di attrito interno 15° ÷ 26°.

Parametri fisico-meccanici	Argille
Peso specifico reale	24.4 – 27.3 KN/m ³
Peso di volume	19,3 - 21,0 KN/m ³
Contenuto naturale d' acqua	15,6 - 31,47 %
Angolo di attrito interno ϕ	15°- 26 °
Coesione	0,15 – 0,47 Kg/cm ²

8.2. CATEGORIE SUOLO DI FONDAZIONE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si definiscono le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni) :

Tabella 1 - Categorie di sottosuolo secondo la vigente normativa

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

In fase esecutiva, ai fini della determinazione della azione sismica di progetto, saranno condotte specifiche indagini atte a caratterizzare i terreni di fondazione sulla base del parametro sperimentale V_{s30} - $V_{s,eq}$ (velocità media delle onde sismiche di taglio entro i 30 m di profondità - equivalente).

Ai fini dell'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche, oltre ad adottare il parametro "ag" (accelerazione orizzontale massima) si dovrà tener conto di un fattore S che scaturisce dal profilo stratigrafico del suolo di fondazione.

Spostamento e velocità orizzontale del terreno I valori dello spostamento (m) e della velocità (m/s) orizzontali massimi del suolo (d_g) e (v_g) previsti dall' ordinanza sismica, sono dati dalle seguenti espressioni:

$$d_g = 0,025 \cdot S \cdot T_C \cdot T_D \cdot a_g \quad v_g = 0.16 \cdot S \cdot T_C \cdot a_g$$

dove i valori di S, TC, TD per le categorie di suolo di fondazione sono rappresentati nella Tabella seguente :

Categoria di suolo	S	T _c	T _D
A	1,00	0,40	2,00
B, C, D	1,25	0,50	2,00
E	1,35	0,80	2,00

In fase di progettazione esecutiva si renderà necessario approfondire il presente studio geologico con un adeguato piano d'investigazione costituito da:

- Sondaggi meccanici/dinamici mediante la esecuzione di prove penetrometriche dinamiche, atte a determinare i parametri geotecnici specifici dei terreni che saranno interessati al posizionamento dei supporti dei pannelli-tracker fotovoltaici e delle strutture di sottostazione.
- Sondaggi geofisici (sismica a rifrazione e masw) il cui scopo è quello di verificare la successione litostratigrafica e di definire in maniera opportuna i valori delle V_{s30} - $V_{s,eq}$ per la classificazione specifica sismica di sito. Il modello geofisico prodotto rappresenta una base interpretativa della fenomenologia in studio da integrarsi con i dati litostratigrafici derivanti dalle prove dinamiche, oltre che rilevare la trasmissione delle velocità delle onde S e P per la determinazione dei parametri sismostratigrafici ed elasto-dinamici dei terreni oggetto di studio.

9. CONCLUSIONI

La presente relazione riferisce sulla situazione geologica-geotecnica di un sito ubicato in agro di Nettuno sul quale è prevista la realizzazione di un "NET1 POWER S.r.l. P.IVA 07230420486, con sede legale in Viale A. Volta, 101 - 50131 Firenze, Indirizzo email net1powersrl@legalmail.it, ha eseguito il presente studio Geologico - Geotecnico a corredo del "Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto Fotovoltaico denominato "NETTUNO" da realizzarsi su aree demaniali militari in località "Eschieto" nel territorio comunale di Nettuno (RM) per una potenza complessiva di 40,322 MWp nonché delle opere connesse ed infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto".

A tal fine è stata effettuata una raccolta dei dati bibliografici disponibili ed è stato eseguito un rilevamento geologico dell'area, per la ricostruzione della situazione stratigrafica e per una prima caratterizzazione geomeccanica dei litotipi presenti in sito, giungendo a determinare una presumibile classe di appartenenza ai sensi delle NTC 2018.

Dal punto di vista litologico, il sito è ubicato in corrispondenza delle aree di affioramento di formazioni alluvionali sabbioso-ghiaiose definite dalla C.G.I. "qd – Duna Antica" sabbie rosse in genere eolizzate, +- commiste con argille di disfacimento; intercalazioni di ghiaino siliceo e ciottoli sfaccettati e lustrati; Sabbie con abbondante ghiaia silicea.

L'area risulta sostanzialmente pianeggiante, rappresentata da un ripiano appena inclinato in direzione SW, verso la linea di costa del Mar Tirreno.

In zona è presente una falda sub-affiorante, progressivamente sempre più prossima al p.c. man mano che ci avviciniamo alla linea di costa.

L'intera area si presenta sostanzialmente stabile, senza particolari manifestazioni evidenti di dissesto in atto o prevedibilmente in preparazione e, sulla base di dati derivati da indagini specifiche eseguite in comprensori simili, ai sensi delle NTC 2018, il sito "Campi Fotovoltaici" può essere classificato preliminarmente come Profilo di Tipo "C", classificazione da confermare mediante indagini specifiche da espletarsi in fase di progettazione esecutiva.

A tal proposito, in fase di progettazione esecutiva, si renderà necessario approfondire e confermare quanto dedotto, con un adeguato piano d'investigazione costituito da prove meccaniche/dinamiche (prove penetrometriche dinamiche) e sondaggi geofisici (sismica a rifrazione e MASW) con lo scopo specifico di verificare la successione litostratigrafica e di definire in maniera opportuna i valori delle Vs30-Vs,eq per la classificazione specifica sismica di sito.

Per tutto quanto considerato nel presente Studio, si può affermare che, per quanto di competenza, non sussistono impedimenti di natura Geologica – Geotecnica alla realizzazione delle opere di progetto.

Nettuno, Luglio 2023



Il Geologo Incaricato
Dott. Di Lella Nazario