

Regione Lazio

Provincia di Latina

Comune di Sezze



Relazione geologica, idrogeologica e idrologica

LT_SEZ-SIA04

Art.27 bis del d.Lgs 152/2006

Committente

MARSEGLIA AMARANTO GREEN SRL.

Via Orti, 1/A
37050 – San Pietro di Morubio (VR)
tel. + 39 0874 67618 - fax + 39 0874 1862021
P. Iva e C.F. 11046820962

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltaiche della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione Comune di Sezze (LT), località Via Migliara, 48 sx
Coordinate geografiche:
41°27'13.5"N 13°05'52.2"E / 41.453746N, 13.097829E

Dott. Geol. Emma Bernardini



Geol. Emma Bernardini
Str. Riello 18/A – 01100 Viterbo
Tel: 0761 354104 Cell: 3476256318
C.F. BRN MME 59D50 M082C
P.IVA 01423840568
emma.bernardini@epap.sicurezzapostale.it
geomond@outlook.it

INDICE

- 1.PREMESSA**
- 2.UBICAZIONE GEOGRAFICA**
- 3.INQUADRAMENTO GEOLOGICO – STRUTTURALE – DESCRIZIONE LITOLOGICA LOCALE**
- 4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGRAFICO**
- 5. BACINI DISTRETTUALI APPENNINICI (ex P.A.I.)**
- 6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO**
- 7. PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE REGIONALE**
- 8. VALUTAZIONE PUNTUALE DELLA VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO**
- 9. INQUADRAMENTO SISMICO E MS1**
- 10. CARATTERIZZAZIONE FISICO – MECCANICA DEI TERRENI (PRELIMINARE)**
 - **D.M. 17.01.2018 - Regolamento Regionale di cui alla D.G.R. Lazio n. 189 del 13.04.2021**
 - **PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE**
- 11. INDAGINE SISMICA – DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO**
 - **Multichannel Analysis Surface Waves (M.A.S.W.)**
- 12. LIQUEFAZIONE**
- 13. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO**
- 14. VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA**
- 15. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

ALLEGATI:

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

1. PREMESSA

Su incarico e per conto della Società MARSEGLIA AMARANTO GREEN s.r.l., con sede legale in Via Orti, 1/A – 37050 – San Pietro di Morubio (VR) - P. IVA e Cod. Fisc. 01618580706, la sottoscritta Geol. Emma Bernardini (polizza UNIPOLSAI Mondo Professionista n. 122/180593731), iscritta all’Ordine dei Geologi della Regione Lazio al n. 718, ha redatto la presente Relazione Geologica – Idrogeologica – Idrologica a corredo della documentazione progettuale relativa ad un impianto di produzione di energia rinnovabile con l’utilizzo della fonte solare, a zero emissioni nocive, attraverso la conversione fotovoltaica di un impianto da installare su strutture serricole della potenza di 46,16 MWp.

La presente relazione fornisce un inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico dell’area di progetto e fornisce altresì una prima caratterizzazione sismica e fisico meccanica dei terreni di fondazione.

Verranno trattati nel dettaglio i seguenti aspetti:

- litostratigrafico;
- geomorfologico-idrologico;
- idrogeologico;
- geo-meccanico;
- sismico.

Le suddette caratteristiche sono state dedotte da fonti bibliografiche ed integrate con l’esecuzione di prove in situ quali:

- Prove penetrometriche di tipo D.P.S.H.;
- Indagini di sismica attiva: Multichannel Analysis of Surface Waves (M.A.S.W.).

2. UBICAZIONE GEOGRAFICA

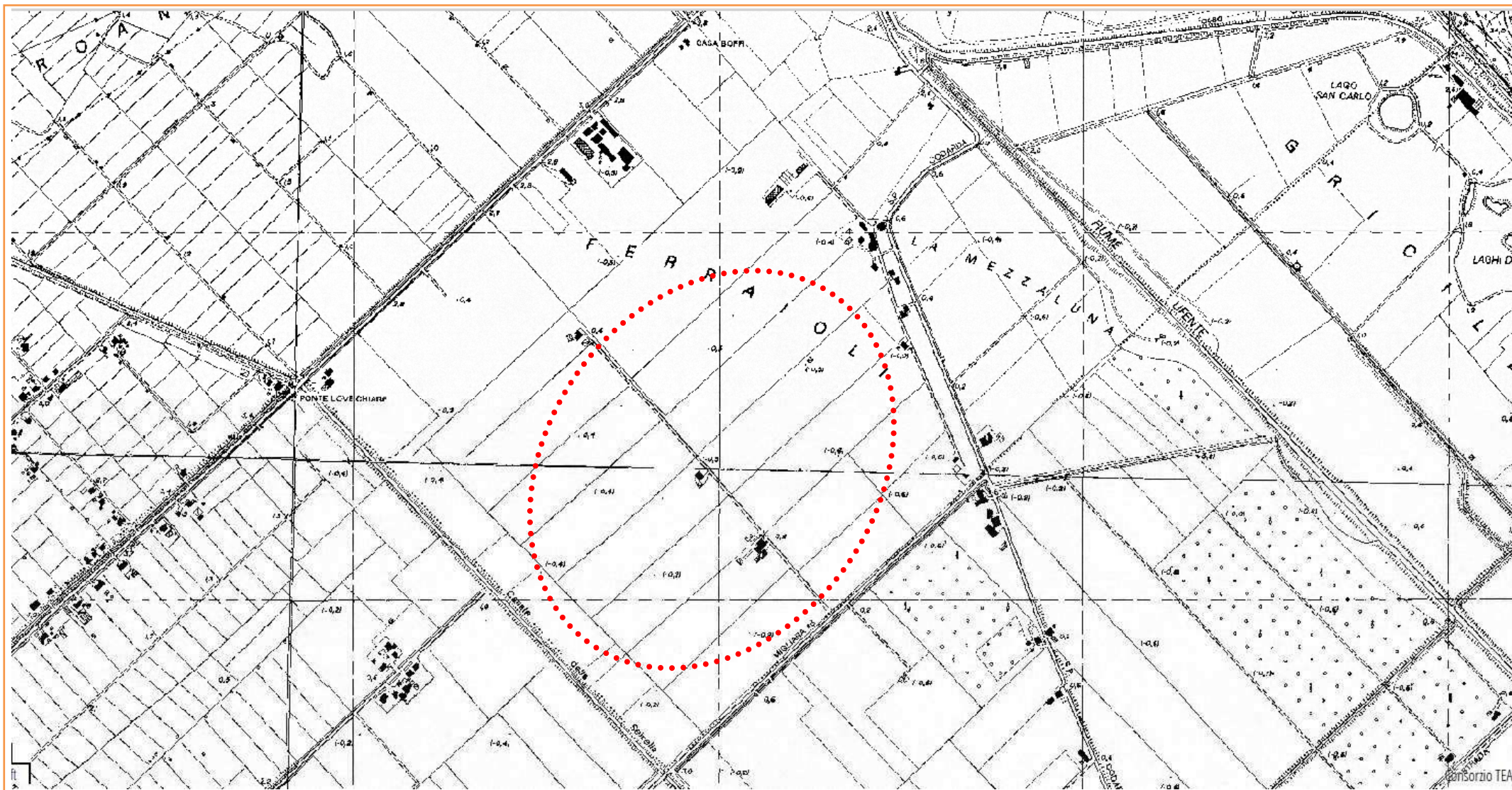
L'impianto ricade nel territorio Comunale di Sezze (Provincia di Latina), in loc. Via Magliara, 48 sx.

Il sito prescelto per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico risulta sub-pianeggiante ed è costituito da un terreno a vocazione agricola; è identificabile al N.C.T. al Foglio n° 146 Particelle n. 63, 78, 80, 81, 82, 94; al Foglio n° 147 Particelle n. 6, 20, 22, 28; al Foglio n° 148 Particelle n. 11, 35, 37, 43, 55, 57, 59 per una superficie complessiva di 89,60 ha.

Per completezza di documentazione e per una migliore comprensione di quanto verrà esposto nel seguito si allega:

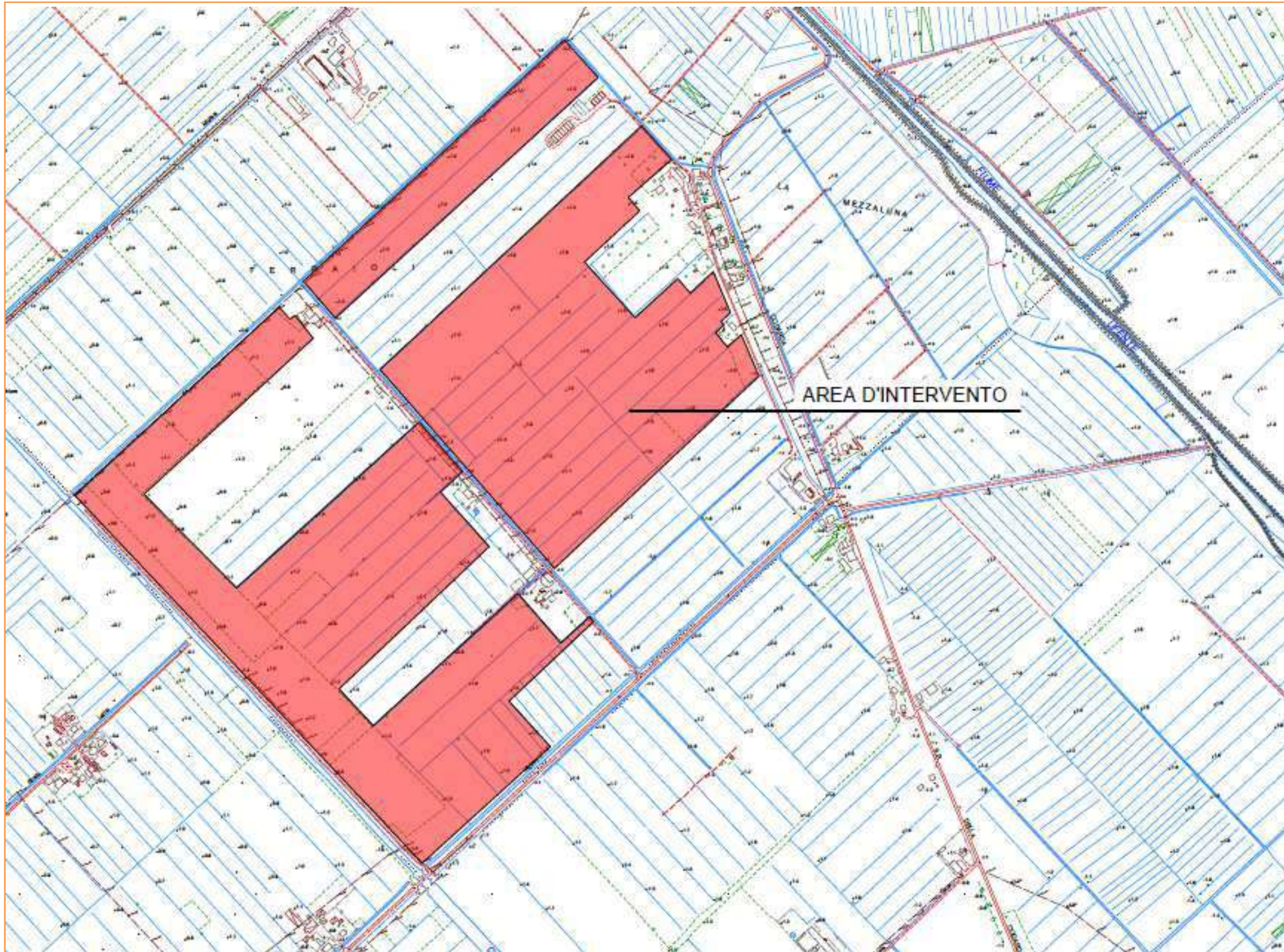
- Inquadramento su Stralcio C.T.R. Lazio;
- Inquadramento su Stralcio C.T.R.N.;
- Stralcio planimetria catastale;
- Inquadramento su Ortofoto.

INQUADRAMENTO su STRALCIO CARTA TECNICA REGIONALE

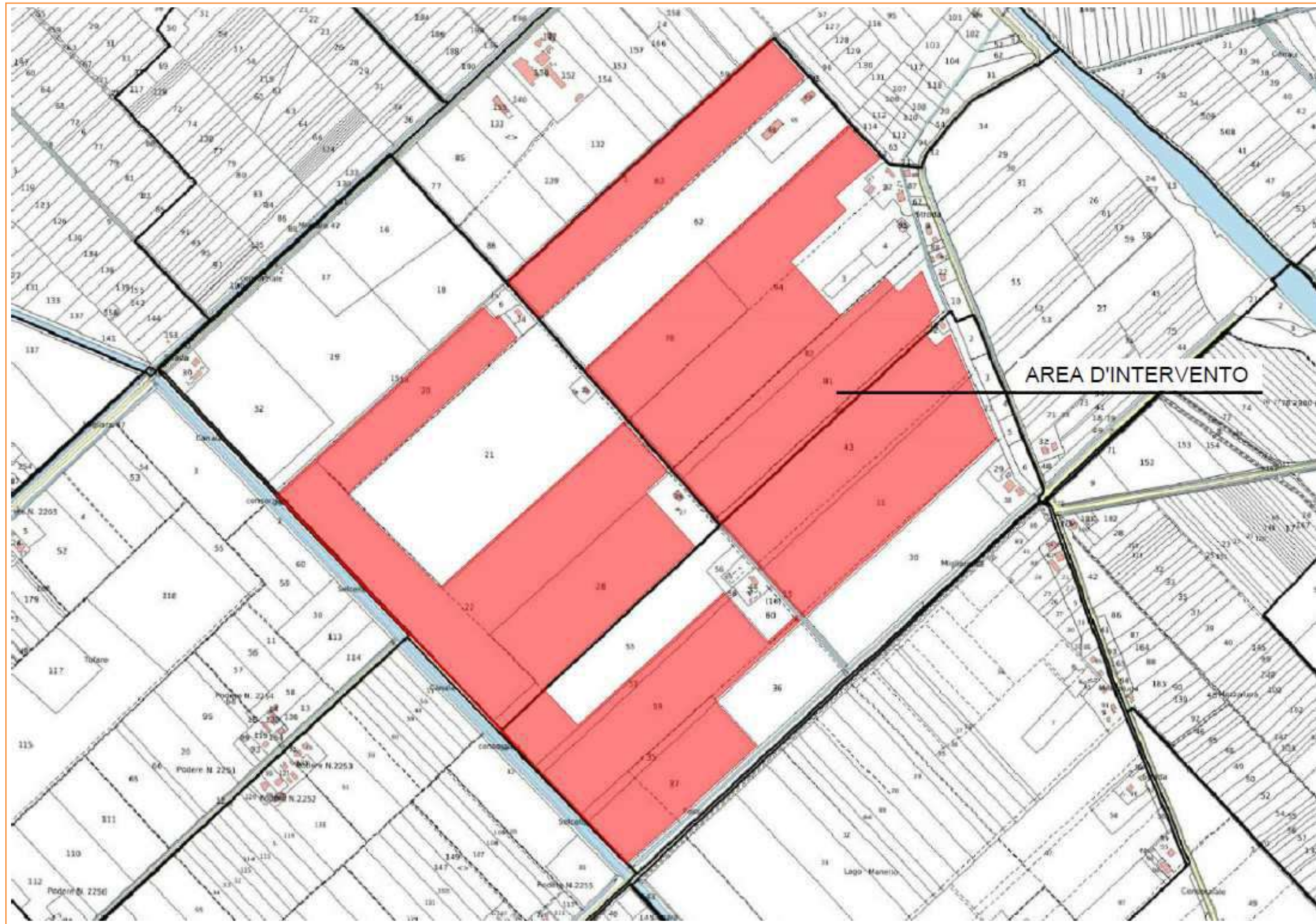


Stralcio Tav. 36 Foglio 401

INQUADRAMENTO su STRALCIO C.T.R.N.



INQUADRAMENTO su PLANIMETRIA CATASTALE



Foglio n° 146 Particelle n. 63, 78, 80, 81, 82, 94
Foglio n° 147 Particelle n. 6, 20, 22, 28
Foglio n° 148 Particelle n. 11, 35, 37, 43, 55, 57, 59

INQUADRAMENTO su ORTOFOTO



AREA D'INTERVENTO

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO – STRUTTURALE – DESCRIZIONE LITOLOGICA LOCALE

Il sito in esame, posto a sud-ovest della città di Latina, nelle vicinanze della costa tirrenica, è caratterizzato dalla presenza in affioramento di terreni di origine sedimentaria.

L'area in studio è situata all'interno della pianura Pontina che rappresenta una vasta zona subsidente che si sviluppò fra i Monti Lepini e Ausoni e l'attuale linea di costa.

Dopo un periodo di emersione del Pliocene si assiste all'ingressione marina dell'inizio del Pleistocene che modifica nuovamente il paesaggio costiero.

I sedimenti del Pleistocene medio, sia marini che continentali, scarsamente rappresentati in superficie, sono ben riconoscibili in quanto caratterizzati dalla presenza di abbondanti prodotti piroclastici rimaneggiati, infatti, è proprio in questo periodo che ha inizio l'attività vulcanica dei Colli Albani.

Per tutto il Pleistocene medio si riferiscono variazioni del livello marino per cause glacio-eustatiche che determinano fasi di sedimentazione e di erosione in tutta l'area. I primi prodotti vulcanici che giungono alla costa si depositano sui sedimenti plio-pleistocenici quando l'area è ancora parzialmente sommersa.

Nel Pleistocene medio e superiore la sedimentazione, a cui si assommano i prodotti vulcanici, appare controllata essenzialmente da fattori eustatici. Circa 125.000 anni fa (Eu-tirreniano) si assiste ad un innalzamento del livello del mare che raggiunge quota +6/+8 metri rispetto al livello attuale; la fase finale della trasgressione è rappresentata dai depositi eolici relativi alla "Duna Antica" che occupa, in affioramento, una superficie molto ampia, estendendosi parallelamente all'attuale linea di costa.

Alla regressione post Eu-tirreniana segue una nuova fase trasgressiva, durante il Neo-tirreniano, di minore entità, in cui si assiste al lento sollevamento del mare che raggiunge i 2 – 3 metri sopra il livello attuale. I depositi eolici costieri, relativi alla "Duna Antica", ostacolano l'avanzare del mare verso l'interno, favorendo la formazione di estese lagune che occupano gran parte delle piane costiere, la cui alimentazione viene favorita da canali trasversali alle dune.

Nella parte terminale del Pleistocene superiore, un forte peggioramento climatico determina il ritiro del mare che, nell'ultimo massimo raffreddamento, circa 22.000 anni fa, si abbassa fino a raggiungere 120 metri sotto il livello attuale, lasciando emersa parte della piattaforma continentale. Il paesaggio viene fortemente modificato, infatti, avanza la linea di riva di alcune decine di

chilometri, precipita il livello di base, si approfondiscono i corsi d'acqua che formano ampie valli. Il ritiro del mare determina anche lo sviluppo di stagni e paludi nelle aree inter-dunari. Successivamente si osserva un processo di risalita del mare, in modo episodico, con fasi di stabilità del livello marino separate da rapide risalite.

Circa 10.000 anni fa si assiste ad una nuova trasgressione marina con il livello del mare ad una quota prossima all'attuale alla quale segue una fase regressiva a cui è collegata la formazione delle dune litoranee. Un clima più secco e l'abbassamento del livello del mare avrebbero determinato il graduale ritiro della laguna e, nelle aree più depresse, si sarebbe impostato un ambiente acquitrinoso-palustre che si mantiene tale fino alle bonifiche avviate in tempi storici.

Il *bedrock*, formato dalla piattaforma carbonatica mesozoica, suddivisa in alti e bassi strutturali a seguito della fase distensiva del margine tirrenico, è lo stesso che compone la struttura dei vicini rilievi. Ha una copertura sedimentaria marina neogenica coeva delle fasi tettoniche distensive post-orogene.

L'apertura del bacino di retroarco del Tirreno (Pliocene superiore, circa 2,4 Ma) e le sue conseguenze sono le maggiori responsabili dell'attuale assetto strutturale dell'area pontina (Bono et al., 1986). Il passaggio dalla depressione all'alto strutturale dei Monti Lepini avviene attraverso una serie di faglie che rialza a gradinate i calcari cretacei.

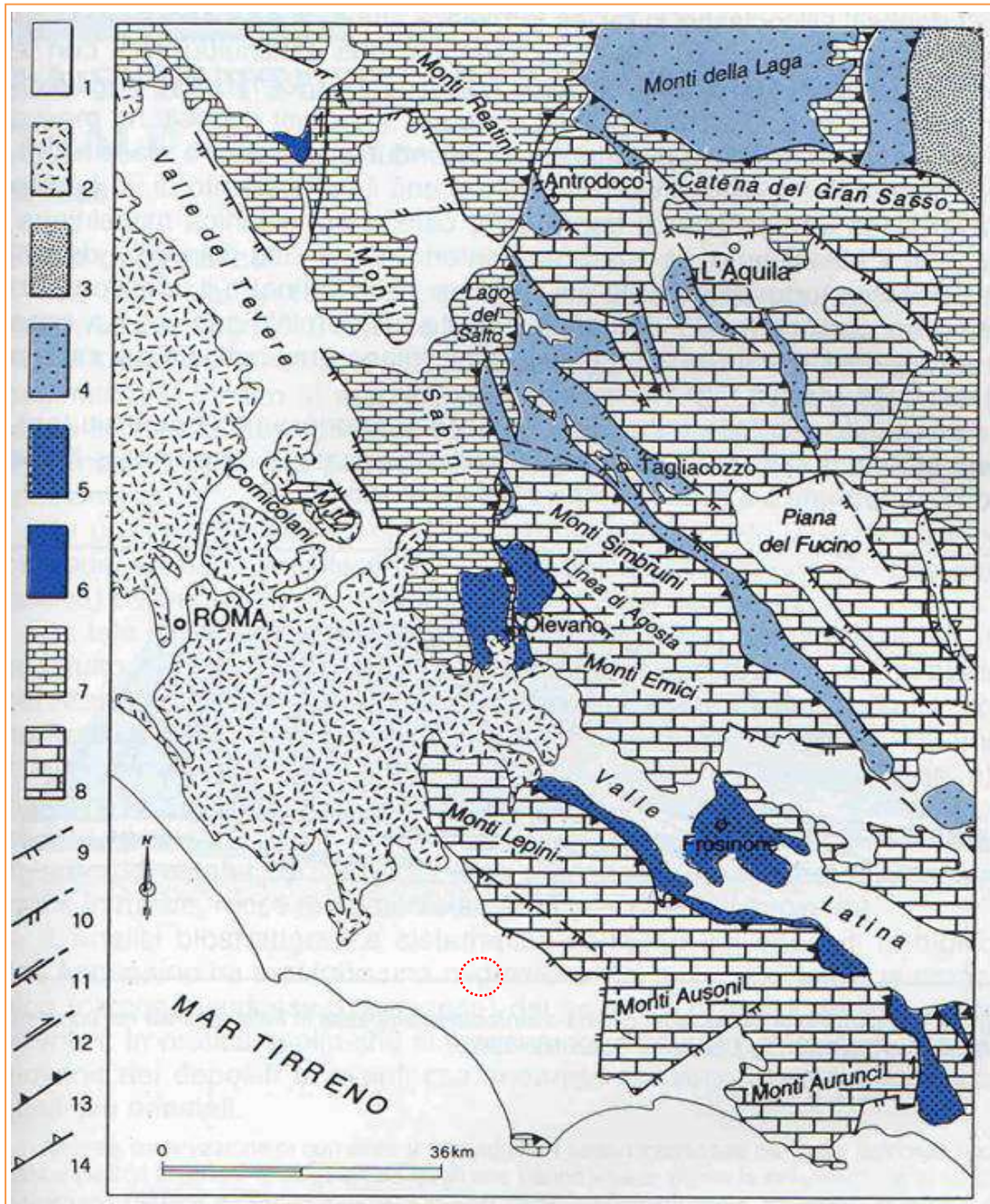
Lo studio dei sedimenti che costituiscono la coltre deposizionale è avvenuto tramite sondaggi nel sottosuolo, poiché i sedimenti affioranti sono molto recenti. La deposizione pliocenica è per lo più argillosa, passando a calcareniti verso i rilievi Lepini.

Le argille del Pleistocene inferiore (1,7 - 0,7 Ma) contengono ospiti nordici, come la *Hyalinea baltica* e la *Tellina Perfrigida*, organismi che durante le fasi glaciali del Quaternario hanno popolato il Mediterraneo.

Al Pleistocene medio (0,7 - 0,12 Ma) risalgono depositi sia marini che continentali, rimaneggiati da abbondanti prodotti piroclastici, provenienti dalla prima fase del vulcanismo albano, nota come Fase dell'Edificio Tuscolano Artemisio (0,5-0,25 Ma).

Spostandoci verso l'entroterra, incontriamo quella che in letteratura viene definita come la *Duna Rossa Antica*, un paleocordone dunare che arriva fin sotto la Piana Pontina e affiora nei carotaggi. Si tratta di livelli sabbiosi e argillo-sabbiosi fortemente rossastri, ricchi in minerali vulcanici, con tracce di elementi silicei e tufi. Si sono formati dopo il Tirreniano, in età intra-würmiana (Bono et al., 1986). Queste dune continentali trasversali, con asse Est-Ovest e versante più ripido verso Sud

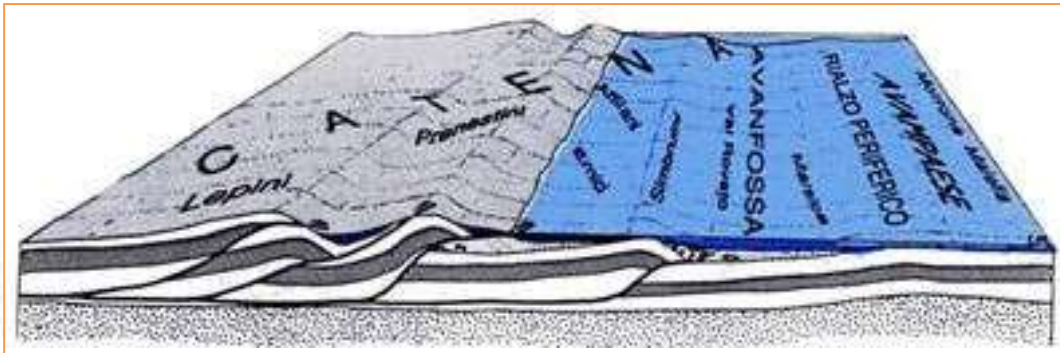
fa presupporre che la direzione del vento fosse in questa direzione, si sono formate durante un periodo di forte aridità e hanno subito un processo di pedogenesi nell'Olocene (Antonioli e Frezzotti, 1989).



Schema geologico-strutturale dell'Italia centrale 1-depositi marini-continentali del Plio Pleistocene e coperture alluvionali recenti; 2-vulcaniti (Pleistocene); 3-depositi terrigeni sin-tettonici (Formazione del Cellino, Pliocene inferiore); 4-depositi terrigeni sin-tettonici (Formazione di Argilloso-arenacea, Tortoniano superiore p.p.-Messiniano superiore); 5-depositi terrigeni sin-tettonici (Formazione di Frosinone, Tortoniano superiore p.p.); 6-depositi terrigeni sin-tettonici (Formazione Marnoso-arenacea, Burdigaliano p.p.-Langhiano); 7-successione stratigrafica in facies di transizione (Triassico superiore-Miocene inferiore); 8-successione stratigrafica in facies di piattaforma carbonatica (Triassico superiore-Miocene medio); 9-faglia diretta; 10-faglia transtensiva; 11-faglia con cinematica complessa; 12-faglia trascorrente; 13-sovrascorrimento; 14-retroscorrimento. (Cipollari e Cosentino,1993).

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltaiche della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx

La parte più orientale della zona pontina è delimitata dai Monti Lepini, che separano la Piana Pontina dalla Valle Latina e dai Monti Ausoni. Entrambe, insieme ai Monti Aurunci, appartengono alla catena dei Monti Volsci; questi appartenevano all'antica piattaforma carbonatica mesozoica laziale abruzzese. Questa piattaforma scampa allo smembramento in horst e graben del Lias inferiore e la deposizione resta la stessa per più di 100 Ma, creando monotonia nella successione (calcari e dolomie), ma varietà nel contenuto fossilifero (che va da alghe a vegetali di acque dolci stagnanti) ciò permette l'utilizzo della biostratigrafia nella litostratigrafia suddividendo la successione in base ai fossili. Nel Paleogene la sedimentazione di piattaforma si interrompe, formando uno *hiatus* deposizionale di 40 Ma, grazie, probabilmente, ad un innalzamento tettonico della piattaforma.

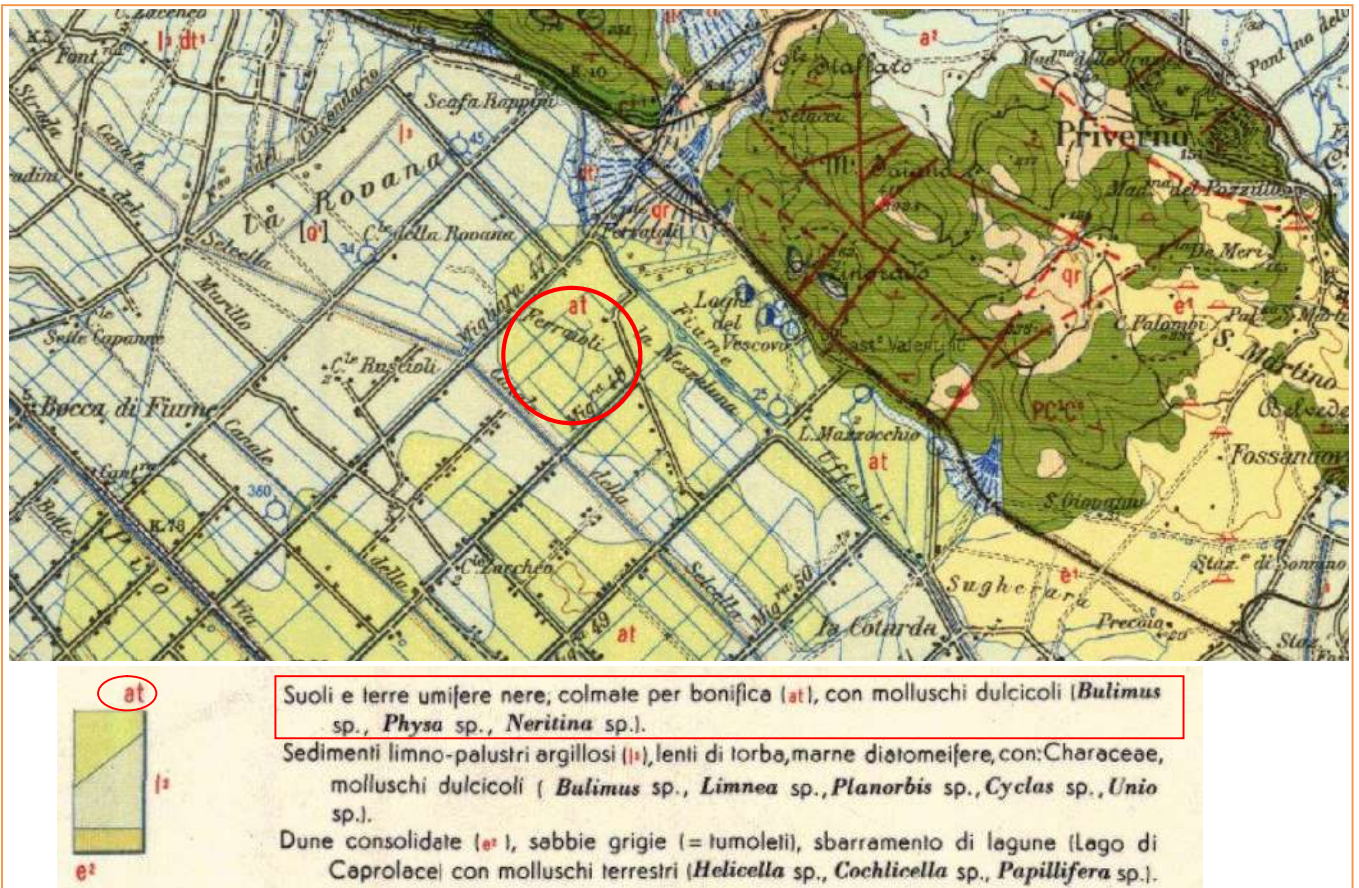


Ricostruzione del sistema catena-avanfossa-avampaese in Italia centrale nel corso del Messiniano inferiore (da Cipollari e Cosentino, 1992)

Nel Tortoniano, il fronte di deformazione interessa i Lepini (Cipollari e Cosentino, 1992). Il fronte dei Lepini, Ausoni e Aurunci costituisce la superficie di separazione tra le unità laziali abruzzesi interne e quelle esterne. Lungo questo fronte avviene la sovrapposizione delle unità della falda laziale abruzzese al di sopra delle unità silico-clastiche, costituenti l'evoluzione da mondo carbonatico ad avanfossa della Valle Latina-Monti Ernici. Il letto del sovrascorrimento dei Monti Volsci è costituito da argille multicolori. All'interno della dorsale carbonatica, la presenza di strutture tettoniche che presentano caratteri di retroscorrimento (linea Carpineto-Montelanico) e klippen (M.Cacume e Colle Cantocchio) danno la possibilità di interpretare diverse fasi tettoniche compressive che hanno interessato l'area, rendendo l'idea di un assetto strutturale alquanto complesso (Cosentino e Parlotto, 1986). Infine, il Monte Circeo (541 m. s.l.m.), a sud dell'area in esame, è formato da unità calcaree e marnose mesozoiche appartenenti alla piattaforma laziale abruzzese, accavallate e sovrascorse su flysch oligo-miocenici. La fine dello scioglimento dei ghiacci dell'ultima fase glaciale (circa 8.000 anni fa) causò un sollevamento marino fino alle valli

fluviali e una variazione nella linea di riva, che assunse un andamento più articolato, adattandosi sulla topografia e la morfologia dell'area. La costa a *rias* che si venne a formare fu smorzata dalla deposizione di nuovi cordoni litoranei che contribuirono alla creazione di una nuova linea di costa più rettilinea, con l'isolamento dei laghi costieri (Ricostruzione di G. Mariotti).

Nell'area in studio in affioramento si rinvencono sedimenti provenienti da un ambiente continentale di tipo lacustro - palustre, riferibile al recente quaternario. Si tratta di materiali torbosi, torboso-argillosi e argilloso-limosi scarsamente consistenti.



Stralcio Carta Geologica d'Italia – Foglio n. 159

La descrizione litostratigrafica fino a 30 metri di profondità dedotta da un sondaggio a carotaggio continuo eseguito all'interno dell'area di intervento è la seguente:

- da 0.00m a – 3.50m: torba
- da -3.50m a -5.50m: argilla torbosa
- da -5.50m a – 6.00m: torba
- da -6.00m a – 9.50m: argilla limosa grigia, molle con elementi sparsi di torba
- da -9.50m a -10.50m: limo poco consistente con frammenti di fossili
- da -10.50m a -13.50m: limo argilloso che si arricchisce verso il basso di elementi sabbiosi
- da -13.50m a -14.50m: sabbia limosa grigio scuro con fossili
- da -14.50m a -17.30m: argilla limosa grigia poco consistente con livelli molli e fossili nella parte bassa
- da -17.30m a -18.50m: sabbia grigia ricca di frammenti di fossili
- da -18.50m a -19.30m: argilla grigio ferro
- da -19.30m a -22.00m: sabbia grigia con frammenti di fossili
- da -22.00m a -26.80m: argilla grigia con venature chiare
- da -26.80m a -30.00m: livello limoso argilloso ricco di fossili.

4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGRAFICO

La morfogenesi del territorio pontino è strettamente connessa alla sua particolare origine geologica, l'Agro Pontino comprende, infatti, una vasta area nella zona sud del Lazio costituita da una pianura costiera i cui confini vengono fatti coincidere a nord dal versante meridionale del vulcano laziale dei Colli Albani, ad Est dalla catena dei Monti Lepini e dei Monti Ausoni, a Sud e ad Ovest dal tratto di costa che si estende da Torre Astura fino a Torre Bodino.

Nel corso del tempo le importanti oscillazioni climatiche hanno determinato notevoli trasformazioni del territorio della Pianura Pontina; essa è caratterizzata da quote topografiche che vanno da pochi metri sul livello del mare sino a qualche decina nei pressi di Latina.

La Pianura, allungata in direzione NW – SE, occupa una fascia di lunghezza di circa 50 Km e larghezza di 20 Km.

Negli ultimi anni la Pianura Pontina è stata interessata da fenomeni di sinkholes in una fascia più o meno ampia (nel 1989 “sinkhole di Doganella”; nel 1995 “sinkhole di Pettinicchio”) posta tra il margine occidentale della dorsale lepina e la statale Appia (SS7) (Colombi et alii, 2000, 2001 a, b; Albanese et alii, 2001), ma tali fenomeni rappresentano un rischio potenziale per tutto l'agro pontino perché un tempo molto più frequenti.

Tali fenomeni, infatti, sono stati segnalati in epoca storica:

- da Prony (1818) che scrive: “...nel 1786 una porzione di terreno si è affondata nella pianura situata al di sotto e presso Sermoneta sulla Via dell'Irto, tra il fosso Sermoneta e la Ninfa ed ha formato un vasto pozzo chiamato ‘Obico’”.
- Di Tucci e De Rossi entrambi nel 1876 parlano di sprofondamenti nei pressi di Sermoneta; De Rossi afferma che lungo l'allineamento Velletri – margine catena Lepina si sono attivati nel corso del 1800 alcuni fenomeni: “....nell'anno 1809 se ne formò uno del diametro di 100 m, ora pieno d'acqua, un altro ne avvenne nel 1848 un terzo nel 1842 e l'ultimo nel 1857”.

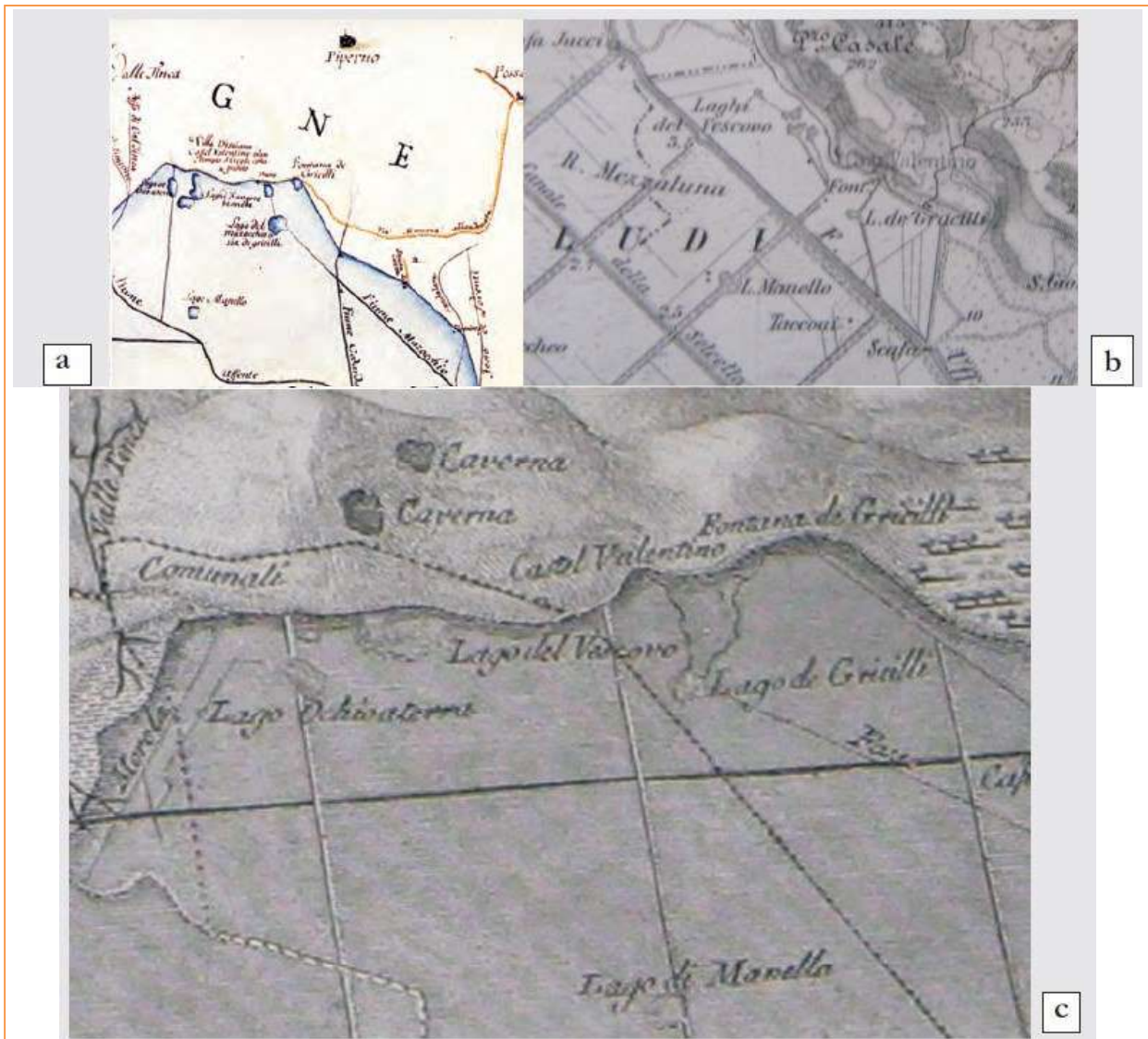
Si riporta di seguito una cartografia con indicazione dei principali gruppi di sinkholes.



Principali gruppi di sinkholes

Carte topografiche del secolo scorso riportano la presenza di depressioni circolari, oggi difficilmente osservabili. Anche l'osservazione di foto aeree ha messo in luce la presenza di paleoforme sub-circolari che potrebbero essere connesse a sprofondamenti; l'area della sorgente di Ninfa sembra essere collocata all'interno di una depressione sub-circolare che probabilmente ricalcava l'antico lago di Ninfa.

I Laghi del Vescovo e il Lago Mazzocchio sono presenti già nelle tavole del sec. XVII. Su di una carta del 1777 risultava la presenza di un lago, il Lago Manello, che oggi risulta colmato e non viene più riportato già nelle cartografie del secolo scorso in quanto a seguito delle bonifiche dell'area le acque del lago dovrebbero essere state convogliate nel canale Uffente.



a) Stralcio di una carta storica redatta da Ing. GAETANO RAPPINI "Sopra il discamamento delle Paludi Pontine del 1777" in cui è presente il Lago Manello; b) Carta storica del 1802 in cui è ancora presente il lago di Manello; c) carta del 1884 in cui il Lago di Manello viene annesso al canale dell'Uffente.

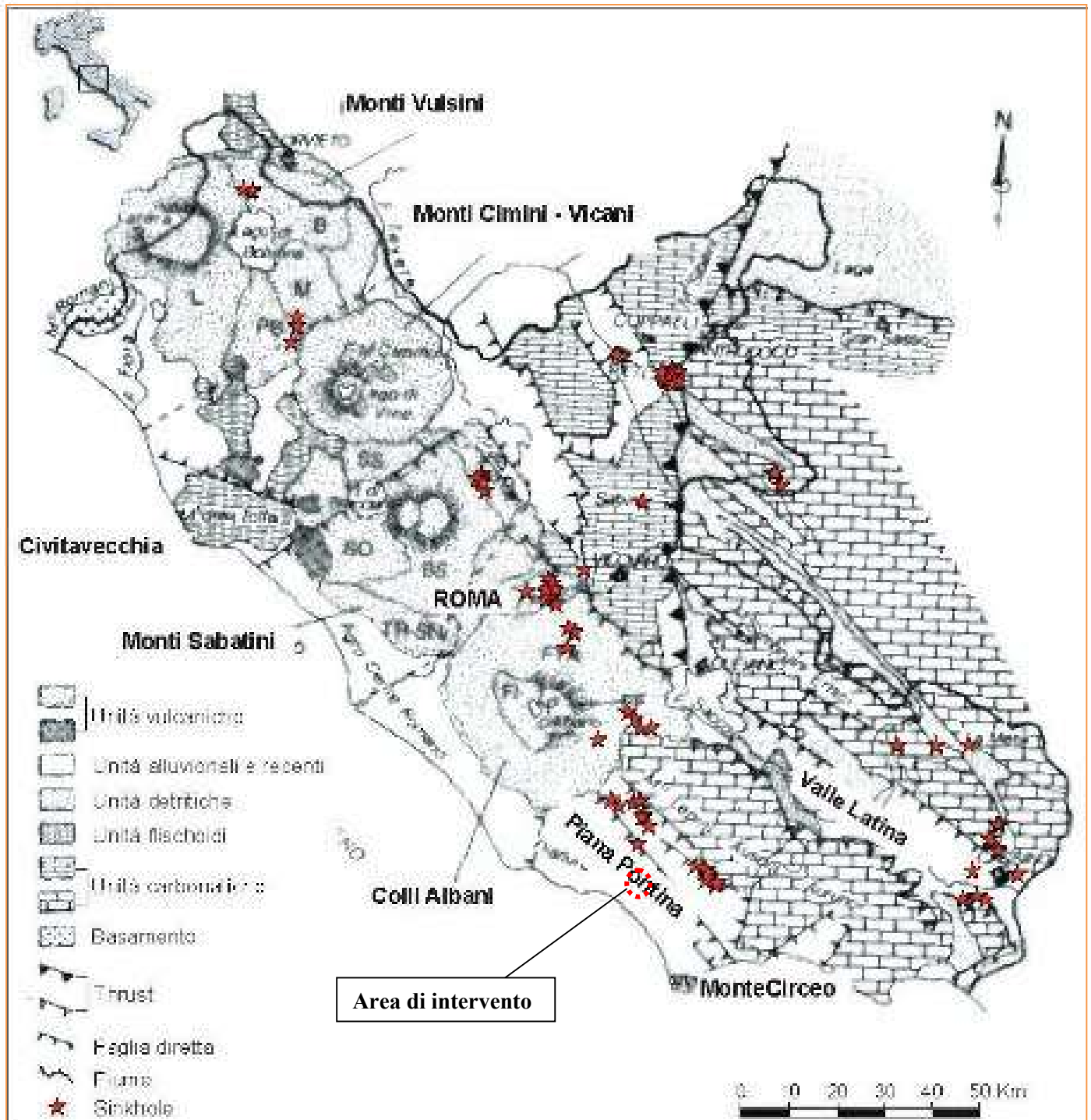
La distribuzione dei sinkholes sembra essere influenzata dall'assetto tettonico-strutturale, con un allineamento dei fenomeni lungo le direttrici della dorsale lepina (NE – SW).

In questo quadro geologico molti Autori (Capelli et alii, 2000; Salvati & Sasowsky, 2002; Campobasso et alii, 2004; Capelli et alii 2004; Nisio et alii 2004) hanno ipotizzato che l'origine degli sprofondamenti debba essere legata alla creazione di cavità profonde, in corrispondenza dell'interfaccia basamento-copertura.

La zona della Pianura Pontina rappresenta la parte più depressa dell'intera regione Lazio, i fenomeni di subsidenza ebbero inizio a partire dal Pliocene inferiore (5,3 Ma) (Bono et al., 1986).

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltaiche della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx

Viene di seguito riportata la carta dell'Assetto geologico semplificato della Regione Lazio con le ubicazioni dei fenomeni sinkhole (modificata da De Rita, 1993).



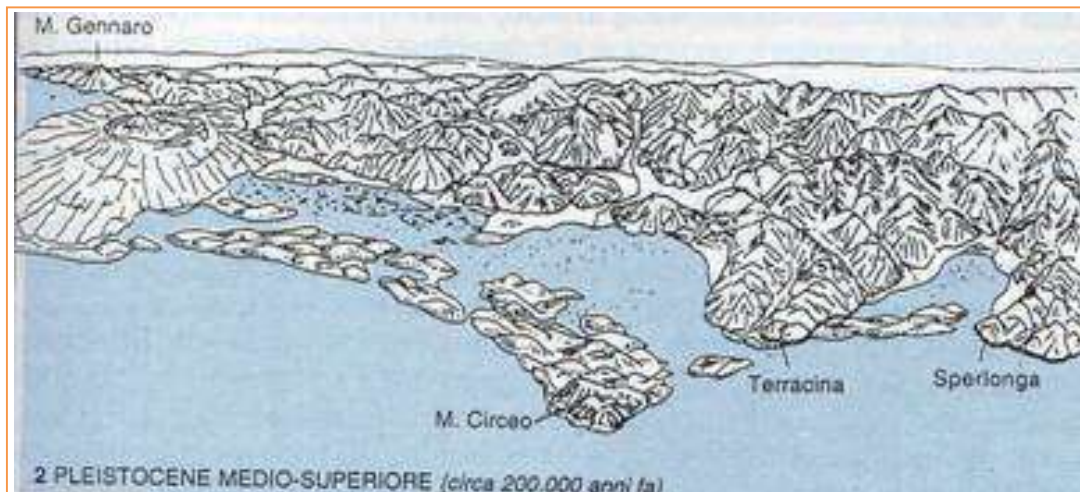
Assetto geologico semplificato della Regione Lazio con le ubicazioni dei fenomeni sinkhole (modificata da De Rita, 1993)

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltache della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx

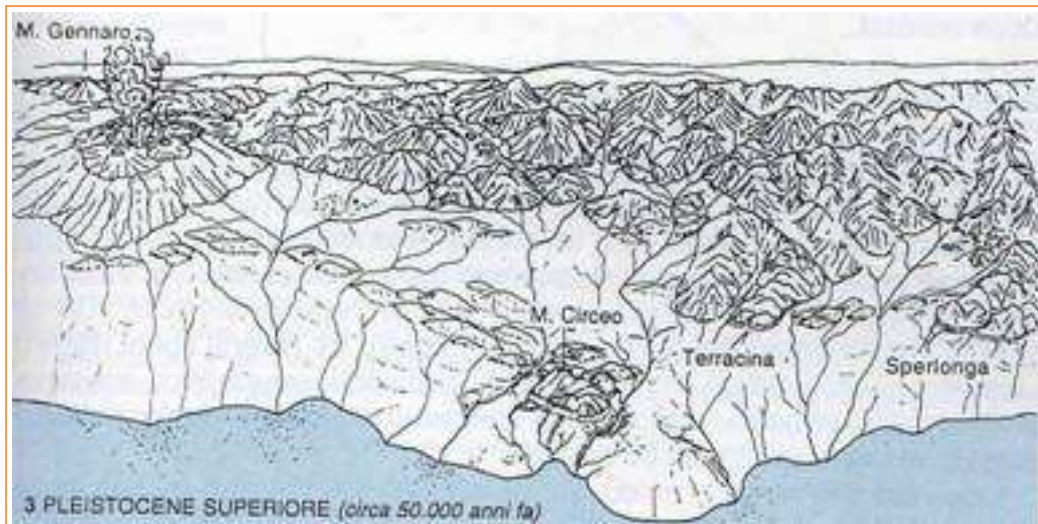
Si riportano di seguito quattro figure che mostrano l'evoluzione geomorfologica che ha portato all'attuale configurazione.



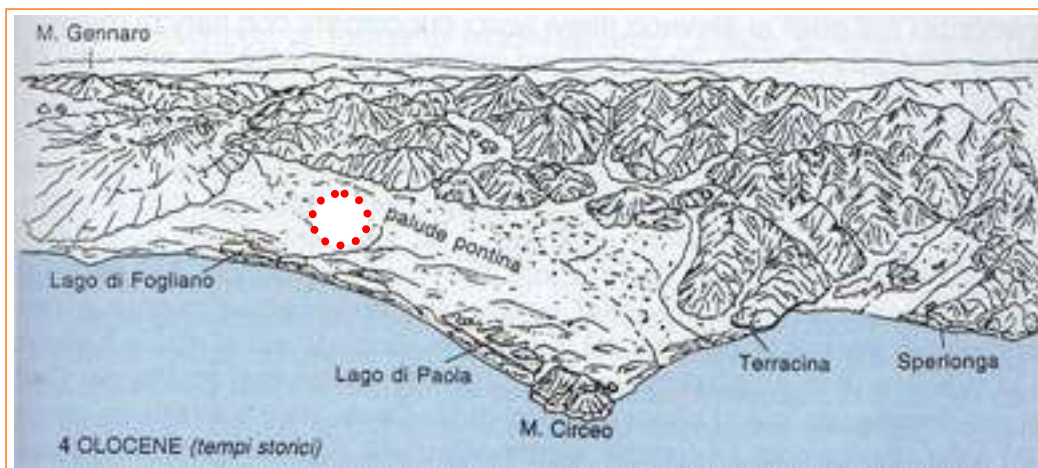
Al passaggio Pliocene superiore – Pleistocene, la linea di riva arrivava ai rilievi carbonatici Lepini ed ausoni ancora in fase di sollevamento. Il monte Circeo costituiva un'isola separata dalla terraferma da un ampio tratto di mare



L'apporto di sedimenti ad opera dei corsi d'acqua che sfociano in mare e soprattutto l'apporto di materiali clastici legati all'entrata in attività del vulcano laziale, determinano un primo parziale colmamento del bacino marino, e la formazione di una serie di cordoni litoranei.

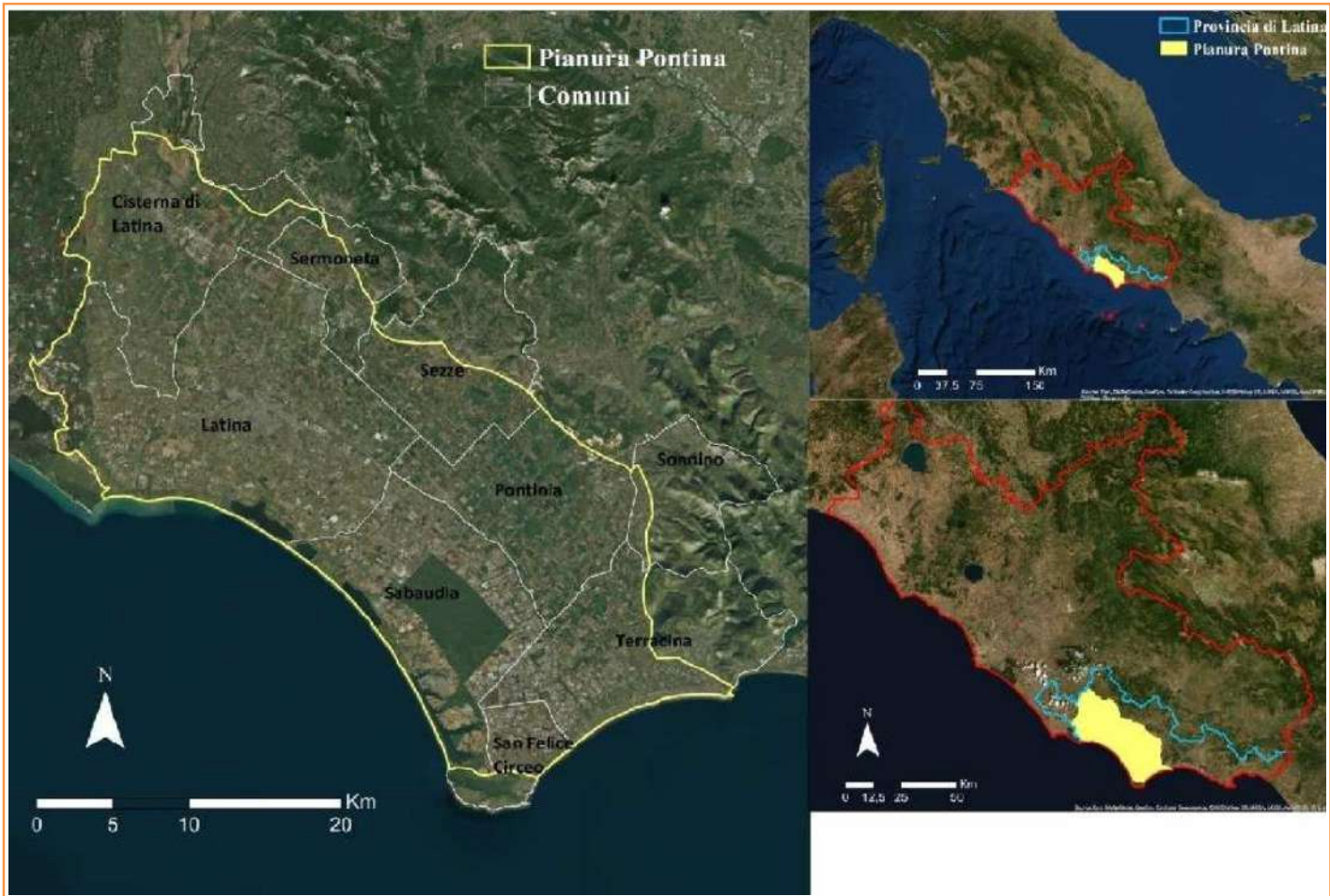


L'abbassamento del livello marino, legato all'instaurarsi delle fasi climatiche fredde del Pleistocene porta ad un avanzamento dell'attuale linea di riva nell'ordine della decina di km. L'intera area si trasformò in una vera e propria zona palustre, con alcuni corsi d'acqua che raggiungevano il mare formando valli profondamente incise.



Con il sollevamento marino avvenuto alla fine dell'ultima fase glaciale wurmiana, 10.000 anni fa, si assiste al regredire della linea di riva assumendo un andamento articolato, occupando le precedenti valli fluviali. La deposizione di nuovi cordoni litoranei portò alla formazione di una nuova linea di riva più rettilinea, con l'isolamento dei laghi di Fogliano, dei Monaci, di Caprolace e di Paola.

Perimetrazione della Pianura Pontina.

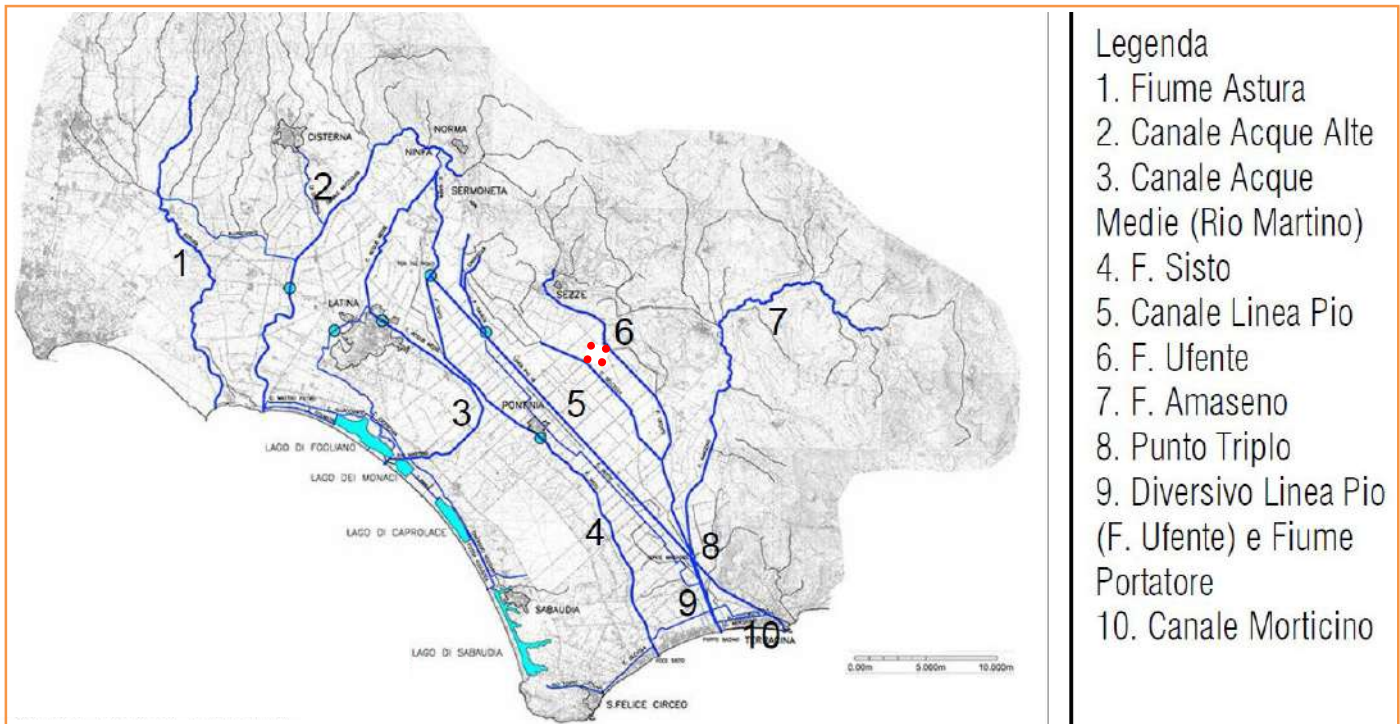


Perimetrazione della Pianura Pontina.

Alle spalle della duna vi è una lunga e stretta depressione che accoglie quattro laghi costieri, che, con la loro estensione longitudinale, coprono un tratto di litorale di circa 22 km; si tratta del Lago di Fogliano, il Lago dei Monaci, il Lago di Caprolace e il Lago di Sabaudia, detto anche di Paola o della Sorresca

Nell'area di intervento e quelle circostanti il suolo è pianeggiante; non sono evidenti fenomeni di erosione in atto o predisponenti se non da ascrivere all'erosione superficiale delle acque meteoriche.

Il reticolo idrografico principale della Pianura Pontina è rappresentato nella figura seguente.



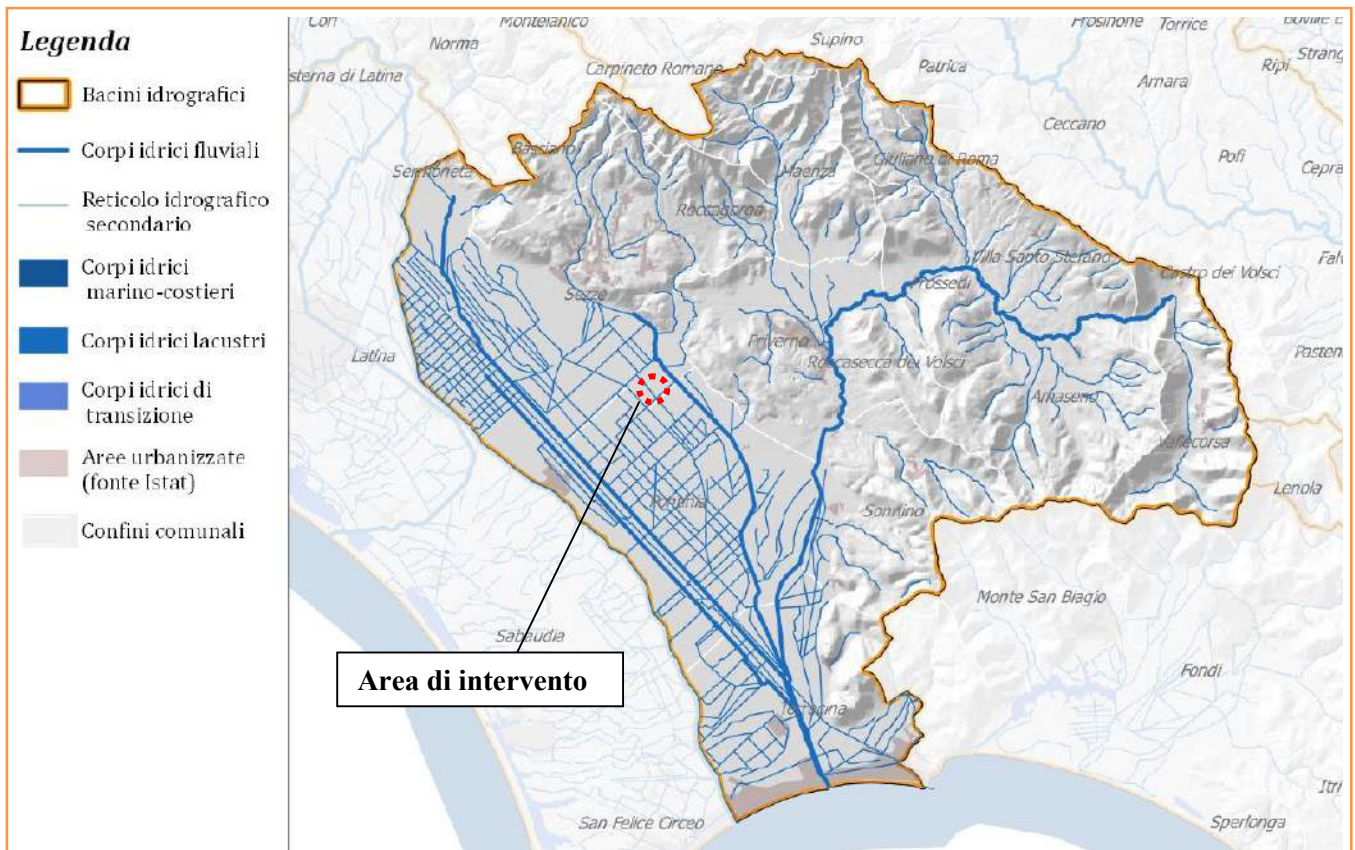
Reticolo idrografico principale della Pianura Pontina



Principali bacini di interesse per la provincia di Latina

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltaiche della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx

Nella figura precedente sono indicati i principali bacini della provincia di Latina; l'area in studio ricade all'interno del Bacino "Badino" come perimetrato nel Piano di Tutela delle Acque Regionale (PTAR).

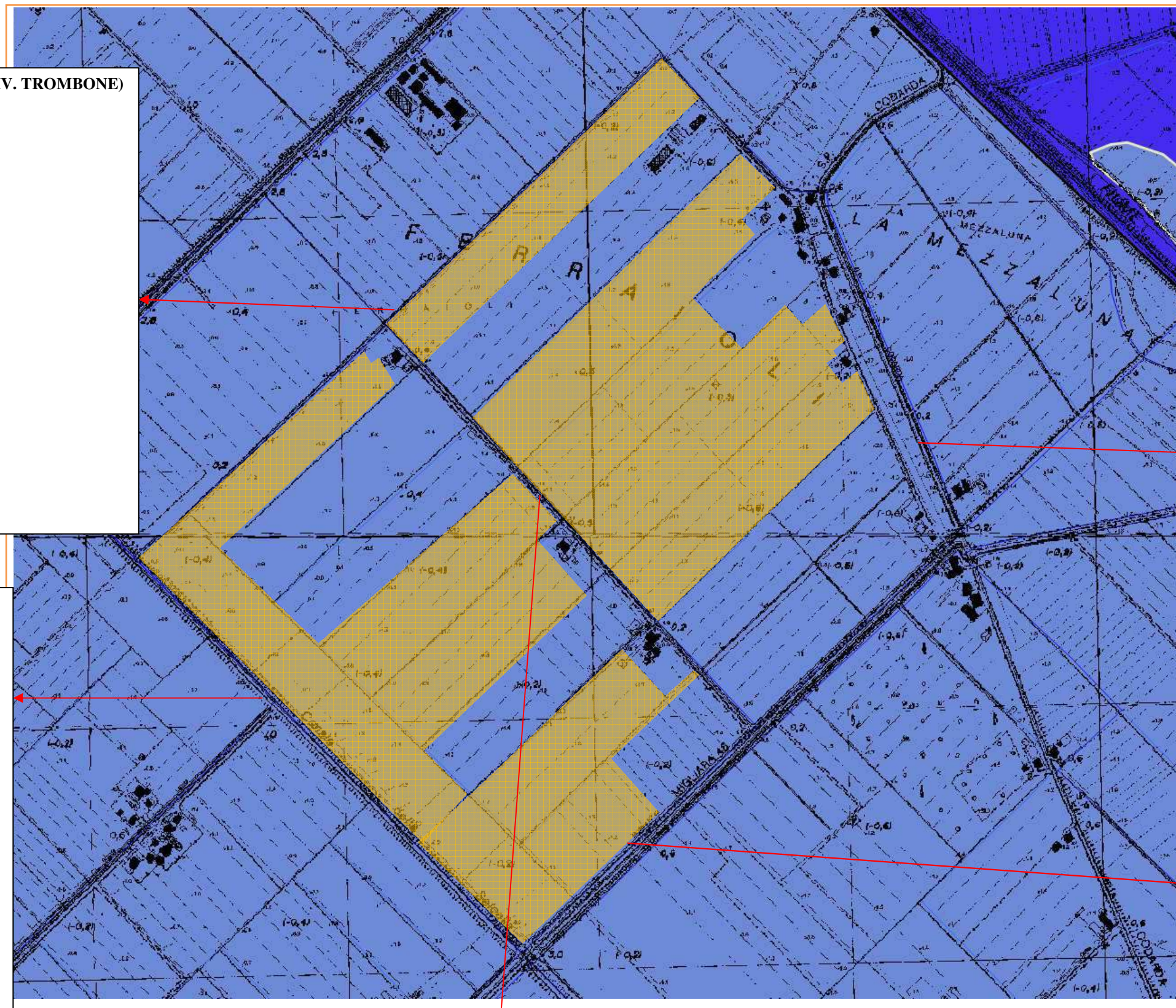


Il bacino occupa una superficie di circa 37.9 kmq ed è stato suddiviso in nove sottobacini.

L'area in studio ricade all'interno del sottobacino denominato "BAD – SEL" ed è delimitata dal Canale Principale Nuovo Selcella e dai canali secondari Trombone (Mezzaluna Diversivo Trombone) e Migliara 48 (Ufente abbandonato – Selcella).

L'area di progetto è percorsa, quasi in posizione centrale, con direzione circa Nord – Ovest / Sud Est dal canale secondario Diversivo Trombone e sono presenti, disposti perpendicolarmente ad esso, diversi canali di scolo per il drenaggio delle acque superficiali.

RETICOLO IDROGRAFICO



Nome: **TROMBONE (MEZZALUNA - DIV. TROMBONE)**

Tipologia: Canale secondario

Codice bacino: BAD-SEL-200

Codice asta: BAD-SEL-200_C2_420

Lunghezza: 425 metri

Bacini secondari

Codice bacino: BAD-SEL

Superficie: 7552.54 Ha

Bacini principali

Codice bacino: BAD-SEL

Superficie: 10084.24 Ha

Nome: **TROMBONE (MEZZALUNA - DIV. TROMBONE)**

Tipologia: Canale secondario

Codice bacino: BAD-SEL-200

Codice asta: BAD-SEL-200_C2_235

Lunghezza: 724 metri

Bacini secondari

Codice bacino: BAD-SEL

Superficie: 7552.54 Ha

Bacini principali

Codice bacino: BAD-SEL

Superficie: 10084.24 Ha

Nome: **CANALE NUOVO SELCELLA**

Tipologia: Canale principale

Codice bacino: BAD-SEL-200

Codice asta: BAD-SEL-200_C1_004

Lunghezza: 182 metri

Bacini secondari

Codice bacino: BAD-SEL

Superficie: 7552.54 Ha

Bacini principali

Codice bacino: BAD-SEL

Superficie: 10084.24 Ha

Nome: **MIGLIARA 48 (UFENTE ABBANDONATO - SELCELLA)**

Tipologia: Canale secondario

Codice bacino: BAD-SEL-200

Codice asta: BAD-SEL-200_C2_418

Lunghezza: 492 metri

Bacini secondari

Codice bacino: BAD-SEL

Superficie: 7552.54 Ha

Bacini principali

Codice bacino: BAD-SEL

Superficie: 10084.24 Ha

Nome: DIVERSIVO TROMBONE Tipologia: Canale secondario Codice bacino: BAD-SEL-200 Codice asta: BAD-SEL-200_C2_053 Lunghezza: 271 metri	<p style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Bacini secondari</p> Codice bacino: BAD-SEL Superficie: 7552.54 Ha	<p style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Bacini principali</p> Codice bacino: BAD-SEL Superficie: 10084.24 Ha
--	---	---

Area di progetto

5. BACINI DISTRETTUALI APPENNINICI (ex P.A.I.)

Quando sono state costituite le Autorità di Bacino Distrettuale l'Italia è stata suddivisa in cinque autorità peninsulari, oltre i distretti di Sicilia e Sardegna per i quali provvedono le Regioni.

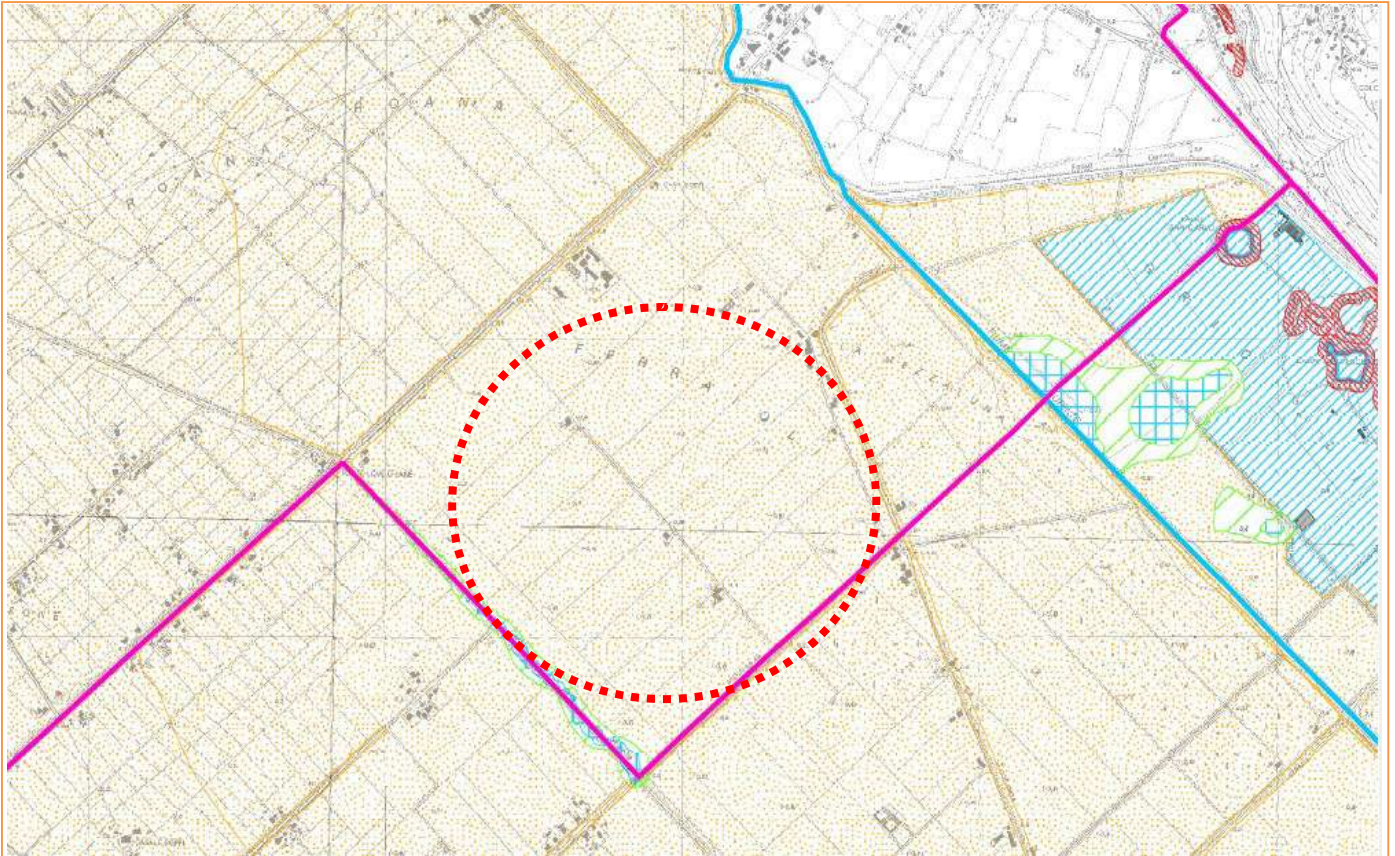
Per quanto riguarda la Regione Lazio, entro il proprio limite amministrativo, una porzione di territorio superiore ai 3/4 del totale è ascrivita all'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale e la restante parte di competenza dell'Autorità del Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

L'area in studio ricade nel Distretto Appenninico Centrale (ex Autorità dei Bacini Regionali del Lazio).



Rappresentazione dei Distretti idrografici

Dallo stralcio della Tavola 2.08 Sud delle “Aree Sottoposte a Tutela per Pericolo di Frana e d’inondazione” dell’ex A.B.R. si evince che l’area in studio rientra in “**Aree di attenzione idraulica (artt. 9 e 27)**”.



LEGENDA	
AREE SOTTOPOSTE A TUTELA PER PERICOLO D'INONDAZIONE (artt. 7 - 23 - 24 - 25 - 26)	AREE DI ATTENZIONE PER PERICOLO DI FRANA E D'INONDAZIONE (artt. 9 - 19 - 27)
Aree a Pericolo A1 (c. 2 art. 7 e art. 23)	Aree di Attenzione Geomorfológica (artt. 9 e 19)
Aree a Pericolo A2 (c. 2 art. 7 e art. 23 bis)	Aree di Attenzione Idraulica (artt. 9 e 27)
Aree a Pericolo B1 (c. 2 art. 7 e art. 24)	Aree di Attenzione per presenza di cavità naturali o artificiali soggette a crolli
Aree a Pericolo B2 (c. 2 art. 7 e art. 25)	Corsi d'acqua principali classificati pubblici con D.G.R. n° 452 del 01/04/05 (artt. 9 e 27)
Aree a Pericolo C (c. 2 art. 7 e art. 26)	Altri corsi d'acqua principali (artt. 9 e 27)
Ambiti territoriali caratterizzati, allo stato delle conoscenze disponibili, dall'assenza di elementi documentali tali da consentire la definizione della pericolosità	

Stralcio della Tavola 2.08 Sud delle “Aree Sottoposte a Tutela per Pericolo di Frana e d’inondazione” dell’ex A.B.R.

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltache della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx

L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale ha rivisto, predisposto e pubblicato nel dicembre 2013 le mappe di pericolosità e di rischio aggiornate.

Nella redazione delle mappe di pericolosità sono state considerate: le alluvioni rare di estrema intensità; le alluvioni poco frequenti; le alluvioni frequenti.

Nella redazione delle mappe di rischio sono stati considerati diversi elementi quali il numero indicativo di abitanti potenzialmente interessati, le infrastrutture e strutture strategiche, i beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse, la distribuzione e tipologia delle attività economiche insistenti nell'area potenzialmente interessata, gli impianti di cui all'all. 1 al D. Lgs. 59/2005 e le Aree protette individuate all. 9 parte III del D. Lgs. 152/2006.

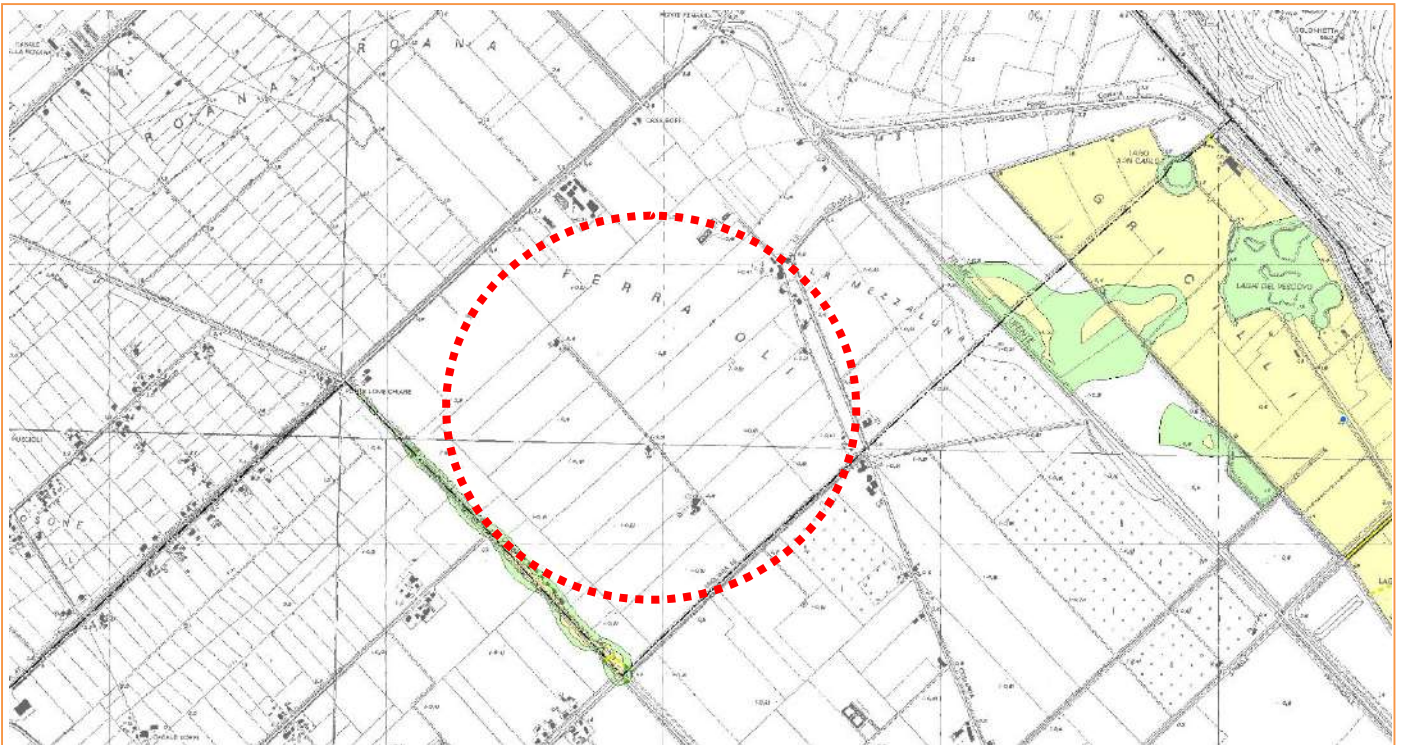
Il materiale di base, utilizzato per la redazione delle mappe, è costituito dal PAI esistente, sul quale sono stati effettuati interventi di modificazione, integrazione e omogeneizzazione, secondo le specificità previste dal D. Lgs. 49/2010 e le linee di indirizzo rilasciate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Vengono di seguito riportati gli stralci delle Mappe n. 35 relative:

- al Rischio;
- alla Pericolosità;
- al Danno potenziale (Beni esposti – Serie Da)
- al Danno potenziale (Vincoli e Aree Protette – Serie Db)

dalle quali si evince che l'area di progetto non risulta interessata né da classi a pericolosità né da classi a rischio.

Solamente lungo il Canale Nuovo Selcella viene individuata una fascia a rischio da R2 (Rischio medio) a R1 (Rischio moderato o nullo) e relativa pericolosità da P2 (Media probabilità – alluvioni poco frequenti) a P1 (bassa probabilità – alluvioni rare di estrema intensità) derivanti da un danno potenziale medio D2 (Beni esposti – Serie Da) per presenza di un agricolo specializzato.



PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI
DISTRETTO IDROGRAFICO DELL' APPENNINO CENTRALE
 (Direttiva 2007/60/CE – art. 6 D.Lgs. 49/2010)

Mappa del rischio

Bacini regionali
Tavola
35
 Scala 1:10.000

Giugno 2013

Legenda

Classe di Rischio

- R4 - Rischio molto elevato
- R3 - Rischio elevato
- R2 - Rischio medio
- R1 - Rischio moderato o nullo

Simbologia

- Scuole
- Dighe

- Stabilimenti a rischio incidente rilevante e impianti soggetti ad Autorizzazione Integrata Ambientale
- Ospedali
- Stazioni e centrali della rete elettrica
- Rete dell'energia elettrica (linee aeree e cavi)
- Rete Stradale
- Rete ferroviaria

Stima degli abitanti in zone a rischio

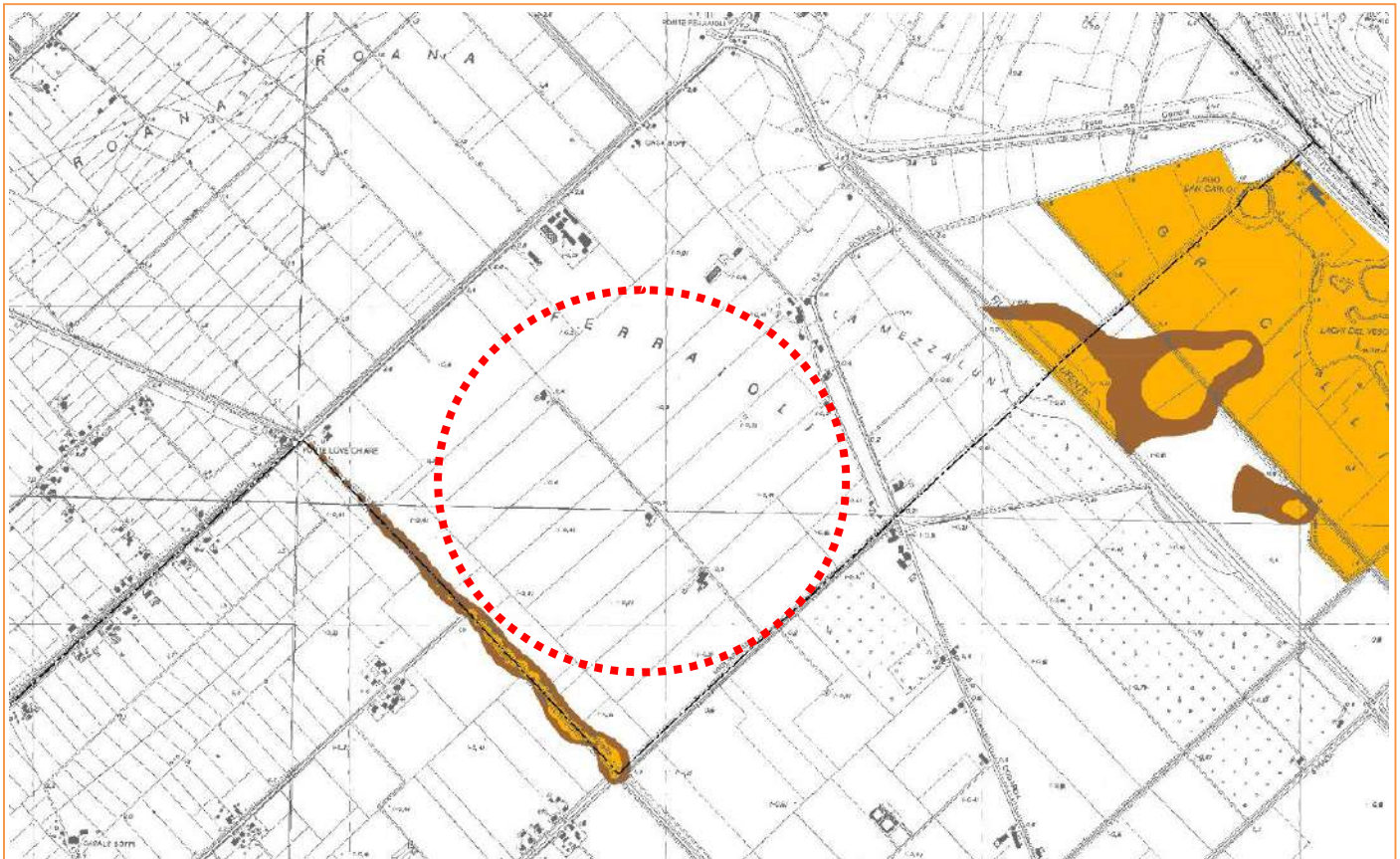
- 10 < abitanti < 100
- 100 < abitanti < 1000
- 1000 < abitanti < 5000
- abitanti > 5000

Limiti amministrativi (Fonte: ISTAT 2011)

- Limiti regionali
- Limiti provinciali
- Limiti comunali

Stralcio Tavola 35 R - Piano di gestione del Rischio di Alluvioni – Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltaiche della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx



PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI
DISTRETTO IDROGRAFICO DELL' APPENNINO CENTRALE
(Direttiva 2007/60/CE – art. 6 D.Lgs. 49/2010)

Mappa della pericolosità

Bacini idrografici
regionali

Tavola

35

Scala 1:10.000

Giugno 2013

Legenda

Classi di pericolosità

- P3 - elevata probabilità (alluvioni frequenti)
- P2 - media probabilità (alluvioni poco frequenti)
- P1 - bassa probabilità (alluvioni rare di estrema intensità)

Sezioni idrauliche

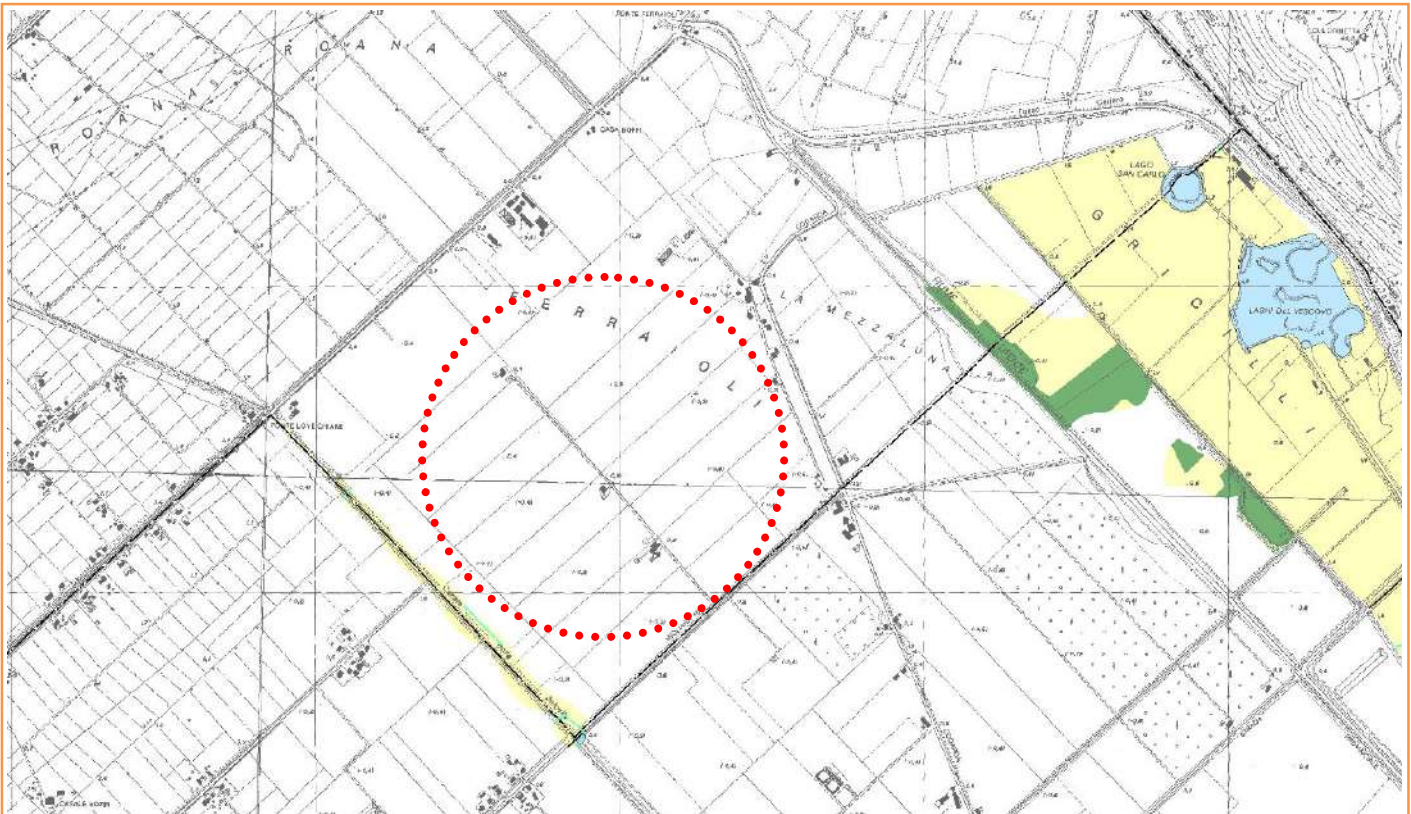
- Localizzazione delle sezioni idrauliche

Limiti amministrativi (Fonte: ISTAT 2011)

- Limiti regionali
- Limiti provinciali
- Limiti comunali

Stralcio Tavola 35 P - Piano di gestione del Rischio di Alluvioni – Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltache della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx



PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI
DISTRETTO IDROGRAFICO DELL'APPENNINO CENTRALE
(Direttiva 2007/60/CE – art. 6 D.Lgs. 49/2010)

Mappe del danno potenziale
Beni esposti – Serie Da

Bacini regionali

Tavola
35

Scala 1:10.000

Giugno 2013

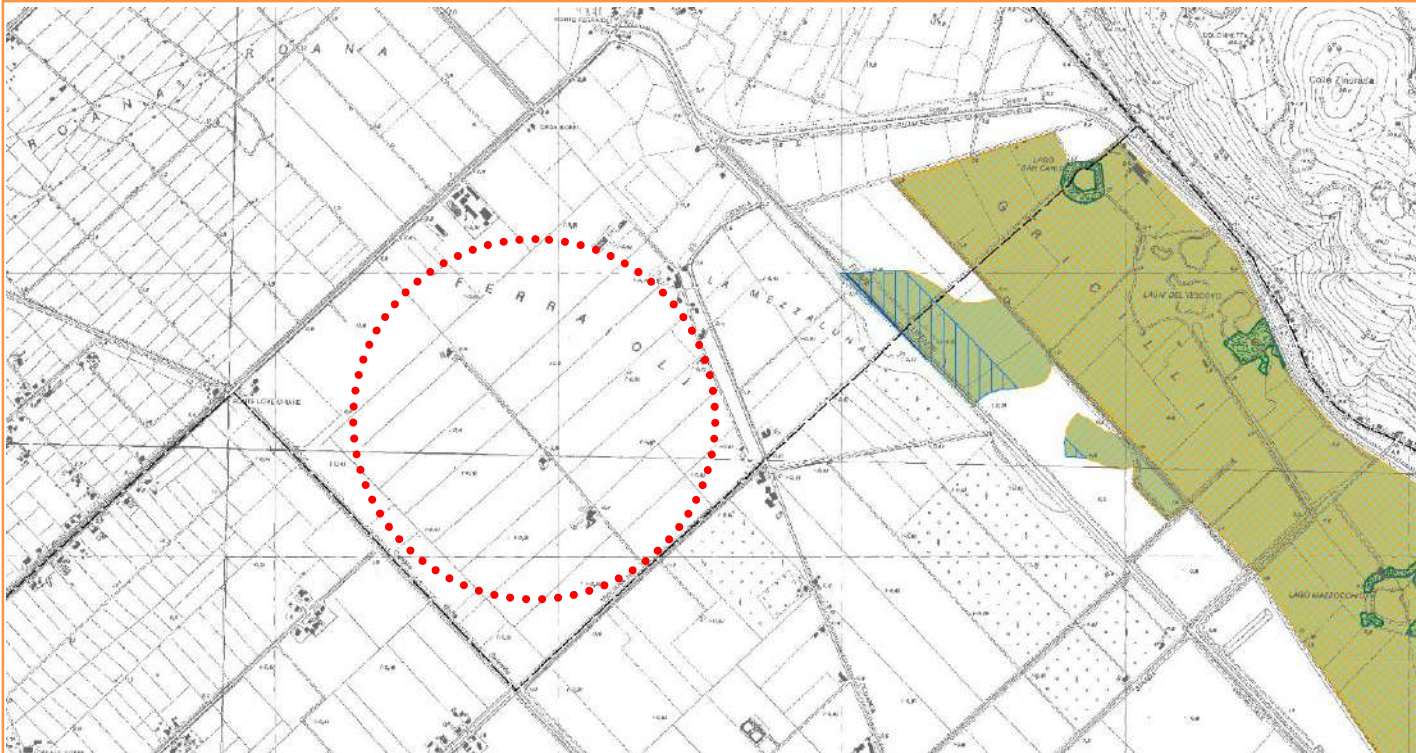
Danno potenziale medio **D2**

Macro-categoria: attività economiche insistenti sull'area potenzialmente interessata

- Agricolo specializzato
 - Seminativi in aree non irrigue
 - Seminativi irrigui
 - Frutteti
 - Oliveti
 - Vigneti
 - Arboricoltura da legno
 - Colture florovivaistiche, orticole e serricoltura
 - Zone agricole eterogenee
 - Prati stabili (foraggiere permanenti)

Stralcio Tavola 35 Da - Piano di gestione del Rischio di Alluvioni – Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltaiche della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx



PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI
DISTRETTO IDROGRAFICO DELL'APPENNINO CENTRALE
 (Direttiva 2007/60/CE – art. 6 D.Lgs. 49/2010)

Mappe del danno potenziale
Vincoli e Aree Protette – Serie Db

Bacini regionali

Tavola
35

Scala 1:10.000

Giugno 2013

Legenda



Danno potenziale molto elevato **D4**

Macro-categoria: Beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse *






Beni vincolati ai sensi del D.Lgs. 42/2004

-  Beni puntuali vincolati art. 128
-  Beni areali vincolati art. 128
-  Vincolo paesaggistico art. 136
-  Aree di rispetto dei fiumi art.142 lett. c
-  Aree di rispetto delle montagne oltre i 1.200 art.142 lett. d
-  Aree boscate vincolate art. 142 lett. g



Aree protette ai sensi della L. 394/91 elenco ufficiale del MATTM

-  Parchi e aree protette
-  Aree umide

Aree protette ai sensi del D. Lgs. 152/2006 allegato 9 alla parte III




-  Corsi d'acqua idonei alla vita dei pesci
-  Aree Sensibili
-  Zone vulnerabili ai nitrati
-  Aree idonee alla Balneazione
-  Zona di rispetto delle aree di captazione dell'acqua per uso umano

Siti Rete Natura 2000

-  Siti di importanza comunitaria (SIC)
-  Zone a protezione speciale (ZPS)

* I tematismi sono rappresentati solo sulle aree interessate da pericolosità

Limiti amministrativi (Fonte: ISTAT 2011)

-  Limiti regionali
-  Limiti provinciali
-  Limiti comunali

Stralcio Tavola 35 Db - Piano di gestione del Rischio di Alluvioni – Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltache della potenza di 46,16 MWP e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx

6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

La cartografia relativa alla situazione idrogeologica e alle unità idrogeologiche della Regione Lazio redatta dalla Regione Lazio (Dipartimento Territorio – Direzione Regionale Ambiente – Area Difesa del Suolo), dalla Sapienza (Università di Roma – Centro di ricerca CERI) e da Roma Tre (Università degli Studi – Dipartimento di Scienze Geologiche) è il risultato di anni di ricerca e catalogazione di dati e rappresenta un supporto tecnico, senza dubbio, molto valido per la verifica delle caratteristiche idrogeologiche di tutta la regione.

In particolare lo studio ha prodotto due tipi di cartografie:

- ❖ CARTA IDROGEOLOGICA in scala 1:100.000
- ❖ CARTA DELLE UNITA' IDROGEOLOGICHE in scala 1:250.000.

Nella prima (CARTA IDROGEOLOGICA) sono stati riconosciuti 25 complessi idrogeologici costituiti da litotipi con caratteristiche idrogeologiche simili; le caratteristiche dei differenti complessi sono espressi in funzione del grado di potenzialità acquifera, ovvero della capacità di ciascun complesso di assorbire, immagazzinare e restituire acqua. Nel complesso sono state individuate 7 classi di potenzialità acquifera in funzione della permeabilità media e dell'infiltrazione efficace del complesso stesso.

Nella seconda (CARTA DELLE UNITA' IDROGEOLOGICHE) il territorio della Regione Lazio è stato suddiviso in 47 unità idrogeologiche. Ad ognuna corrisponde un sistema idraulicamente definito, in cui la presenza di limiti idraulici, di natura generalmente nota, delimita un'area di ricarica. Le differenti unità idrogeologiche sono distinte dalla natura litologica degli acquiferi contenuti e sono caratterizzate da un valore medio di infiltrazione efficace che è espressione della ricarica media annua. L'infiltrazione efficace, secondo i principi dell'idrogeologia quantitativa corrisponde alla valutazione delle risorse idriche sotterranee rinnovabili di ciascuna unità idrogeologica.

Si riportano gli stralci di entrambe le Carte dalle quali si evince che l'area in esame ricade:

- all'interno dell'unità idrogeologica T11: Unità detritico – alluvionale della Piana Pontina

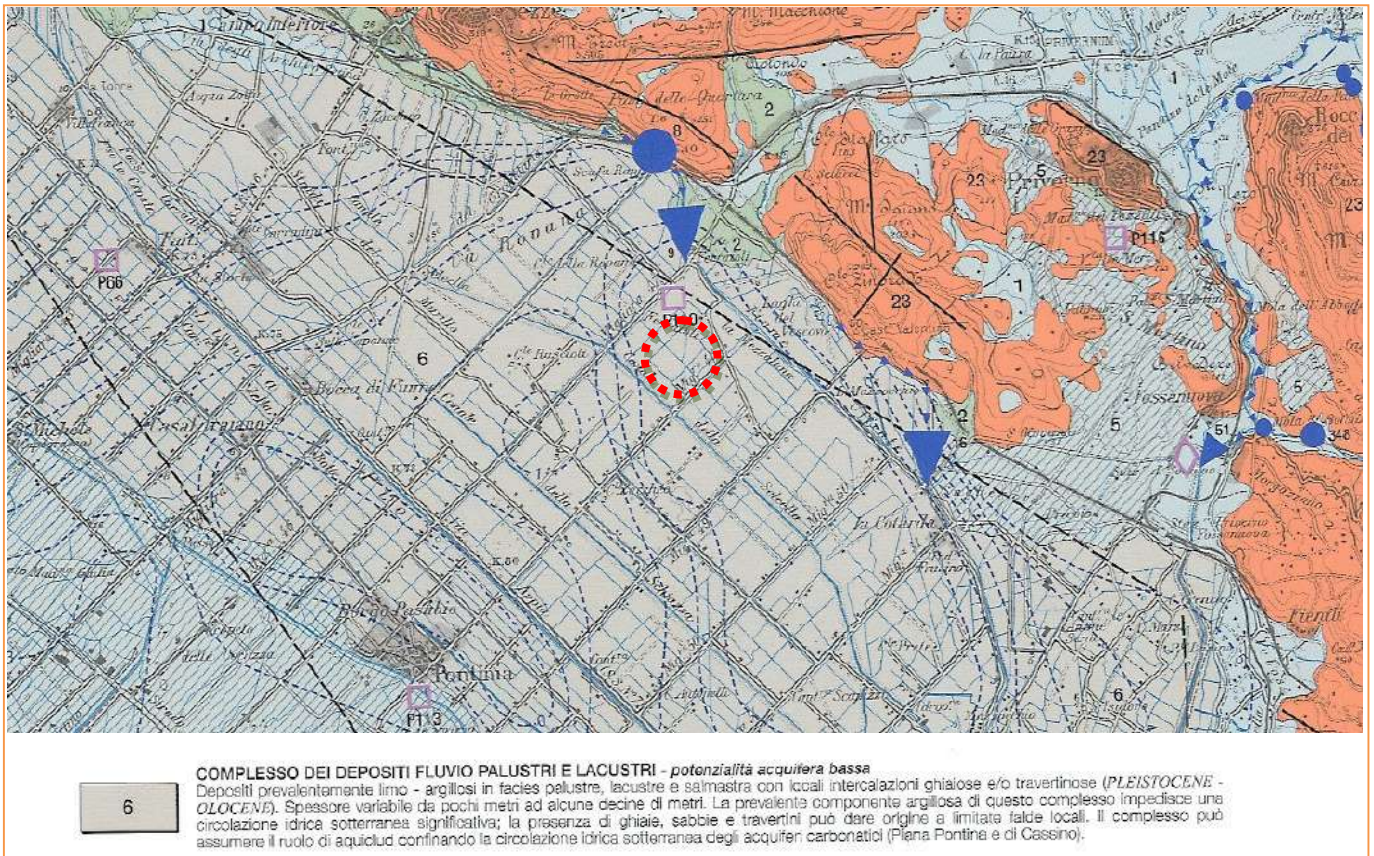
- all'interno del Complesso dei depositi fluvio palustri e lacustri con potenzialità acquifera bassa.



UNITÀ DETRITICO-ALLUVIONALI	T1	Depositi costieri terrazzati settentrionali
	T2	Depositi costieri di Santa Severa
	T3	Versante destro della media valle del Tevere
	T4	Versante sinistro della media valle del Tevere
	T5	Piana di Rieti
	T6	Piana di Leonessa
	T7	Conglomerati plio-pleistocenici
	T8	Delta del Fiume Tevere
	T9	Valli dei Fiumi Sacco, Liri e Garigliano
	T10	Depositi costieri terrazzati meridionali
	T11	Piana Pontina
	T12	Piana di Sora
	T13	Piana di Fondi
	T14	Piana di Formia

Stralcio Carta delle Unità Idrogeologiche

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltache della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx



Stralcio Carta Idrogeologica

Il livello idrostatico superficiale, intercettato anche in fase di esecuzione delle prove penetrometriche si attesta tra -1.20 e -1.40 metri dall'attuale piano di campagna.

La falda di base, molto produttiva risulta essere collocata ad una profondità media di 80 metri dal piano di campagna.

7. PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE REGIONALE

Il Piano di Tutela delle Acque Regionale (P.T.A.R.) è stato approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale il 27 Settembre 2007, n. 42 e pubblicato il 10.12.2007 sul Supplemento Ordinario n.3 al Bollettino Ufficiale n. 34 ed è stato aggiornato con Delibera della Giunta Regionale n. 819 del 28.12.2016.

Tale Piano si prefigge lo scopo di impedire ulteriori inquinamenti, attuare il risanamento di corpi idrici, stabilire gli obiettivi di qualità sulla base della funzionalità degli stessi, garantendo un uso sostenibile e durevole dando priorità alle acque destinate ad uso potabile.

Il Piano introduce il concetto di obiettivo di qualità dei corpi idrici e di stato di qualità che viene definito in base allo stato ecologico (espressione della qualità dell'intero ecosistema acquatico) e allo stato chimico stabilito in base alla presenza dei principali inquinanti pericolosi.

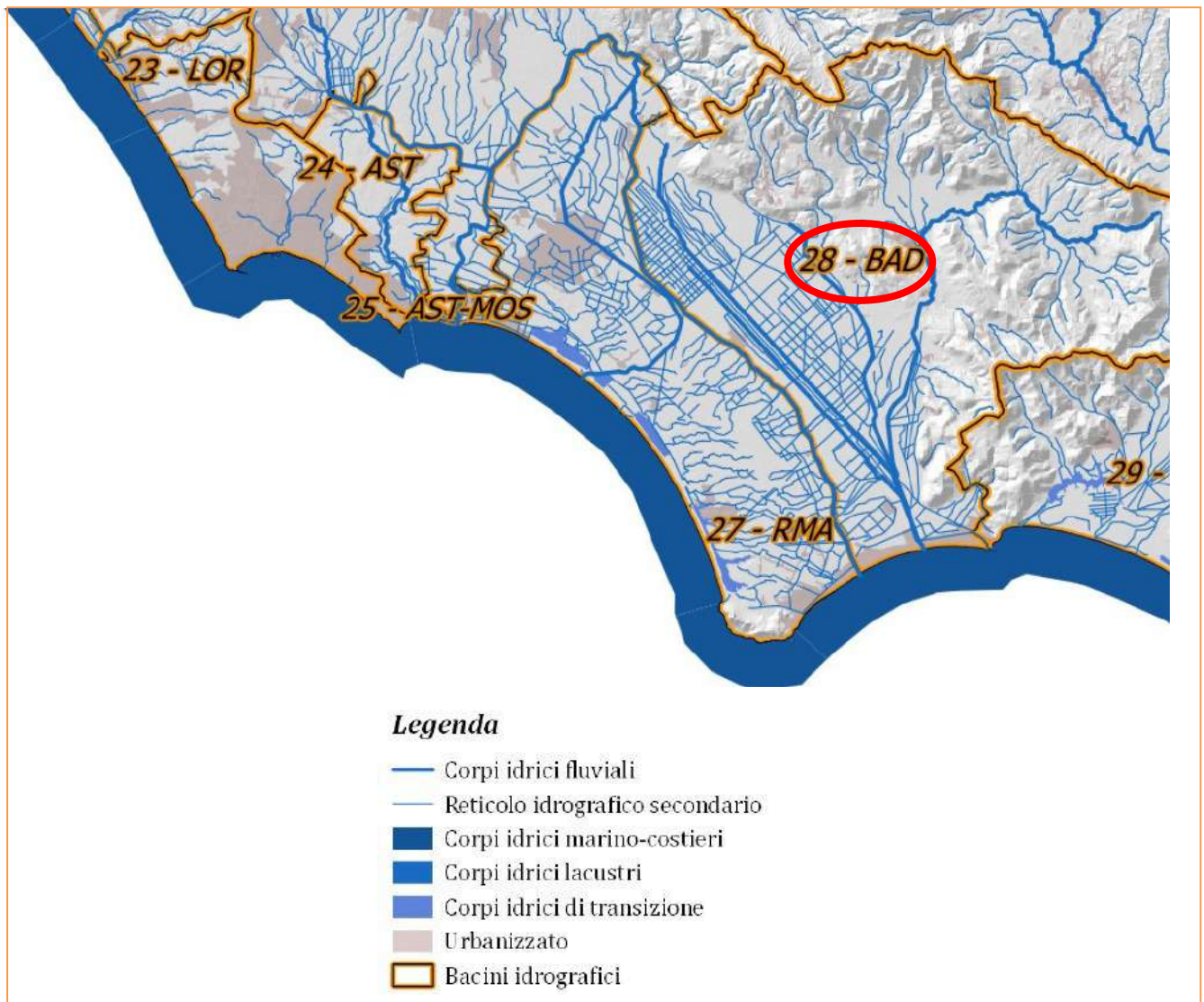
La vulnerabilità degli acquiferi viene definita come *“la sensibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche e idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido o idro-veicolato tale da produrre impatto sulla qualità delle acque sotterranee, nello spazio e nel tempo”* (Civita M., 1987).

Mentre sono definite aree a specifica tutela *“le porzioni di territorio nelle quali devono essere adottate particolari norme per il perseguimento degli specifici obiettivi di salvaguardia dei corpi idrici”*.

Si riportano di seguito gli stralci di alcune tavole, ritenute più significative, del Piano di Tutela delle Acque Regionale (P. T.A.R.):

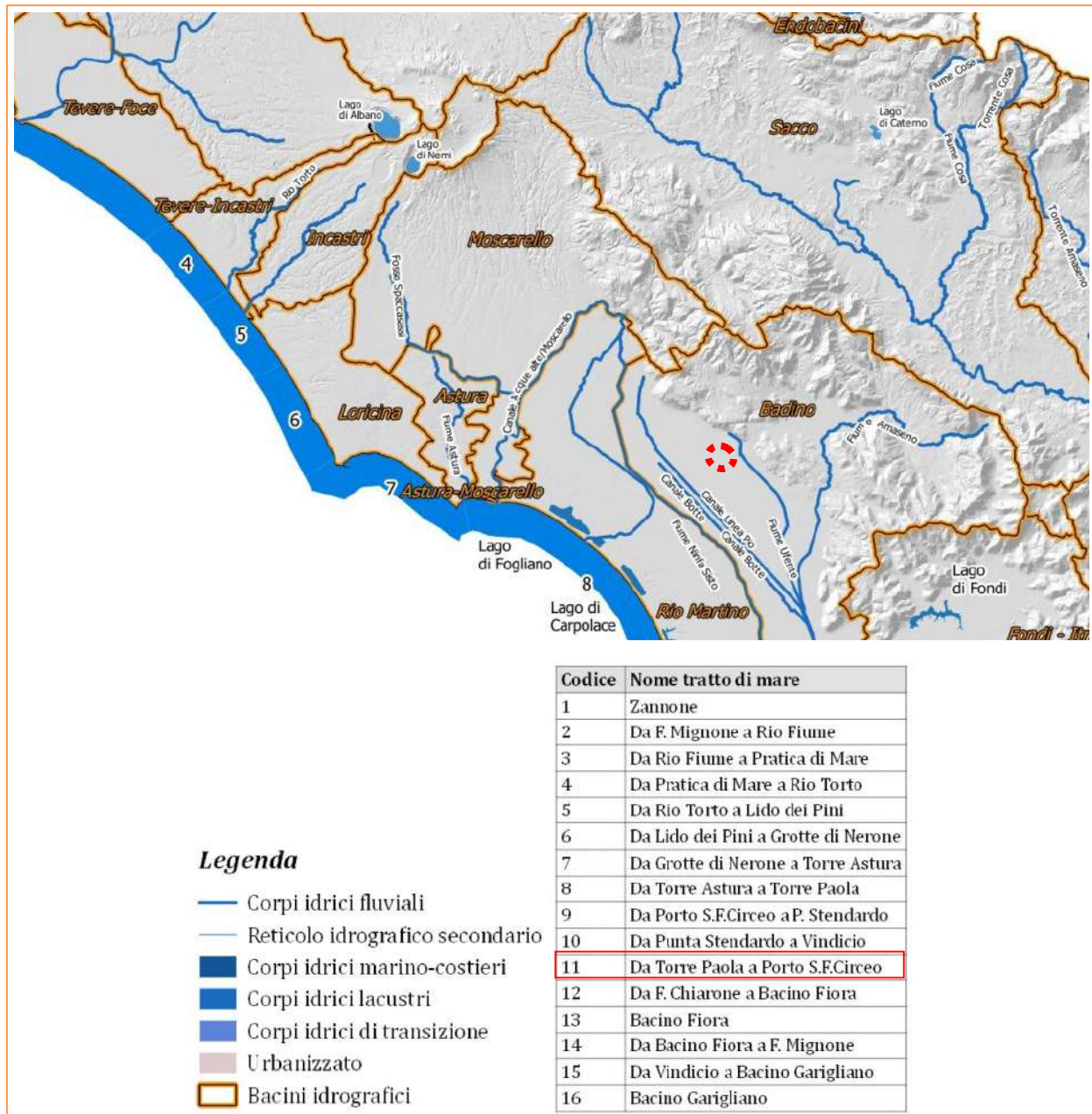
- Stralcio Tavola 2.1: Bacini Idrografici Superficiali: Badino;
- Stralcio Tavola 2.4: Corpi Idrici Superficiali – Badino; Nome del tratto di mare: 11 (da Torre Paola a Porto San Felice Circeo);
- Stralcio Tavola 2.5: Bacini Sotterranei: 43 Unità terrigena;
- Stralcio Tavola 2.8: Carta della Vulnerabilità Intrinseca = estremamente bassa;

- Stralcio Tavola 2.9: Carta Sinottica dei livelli di attenzione rispetto alle componenti di vulnerabilità intrinseca, di filtrazione nel sottosuolo e di protezione vegetale = medio – elevato – basso;
- Stralcio Tavola 2.10: Zone di Protezione e di Tutela Ambientale = Nessuna tutela;
- Stralcio Tavola 4.1a: Stato Ecologico dei fiumi = scarso;
- Stralcio Tavola 4.2: Stato Chimico Acque Sotterranee = sufficiente;
- Stralcio Tavola 6.1: Piano di Tutela-Obiettivi di Qualità Ambientale = miglioramento / deroga;
- Stralcio Tavola 7.1: Carta dei Livelli di Criticità Territoriale Aggregati = alta.



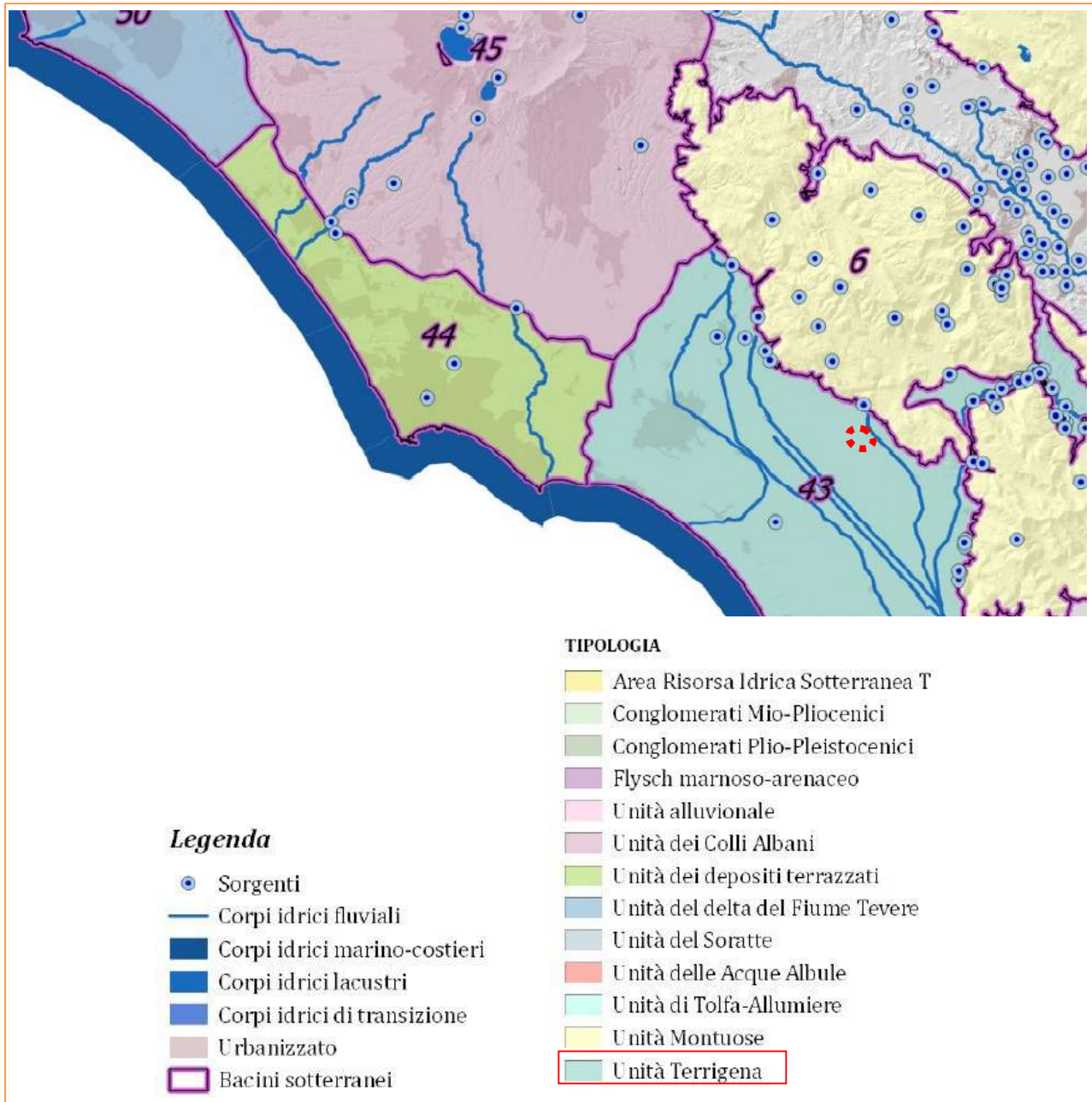
Stralcio Tavola 2.1: Bacini Idrografici Superficiali

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltache della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx



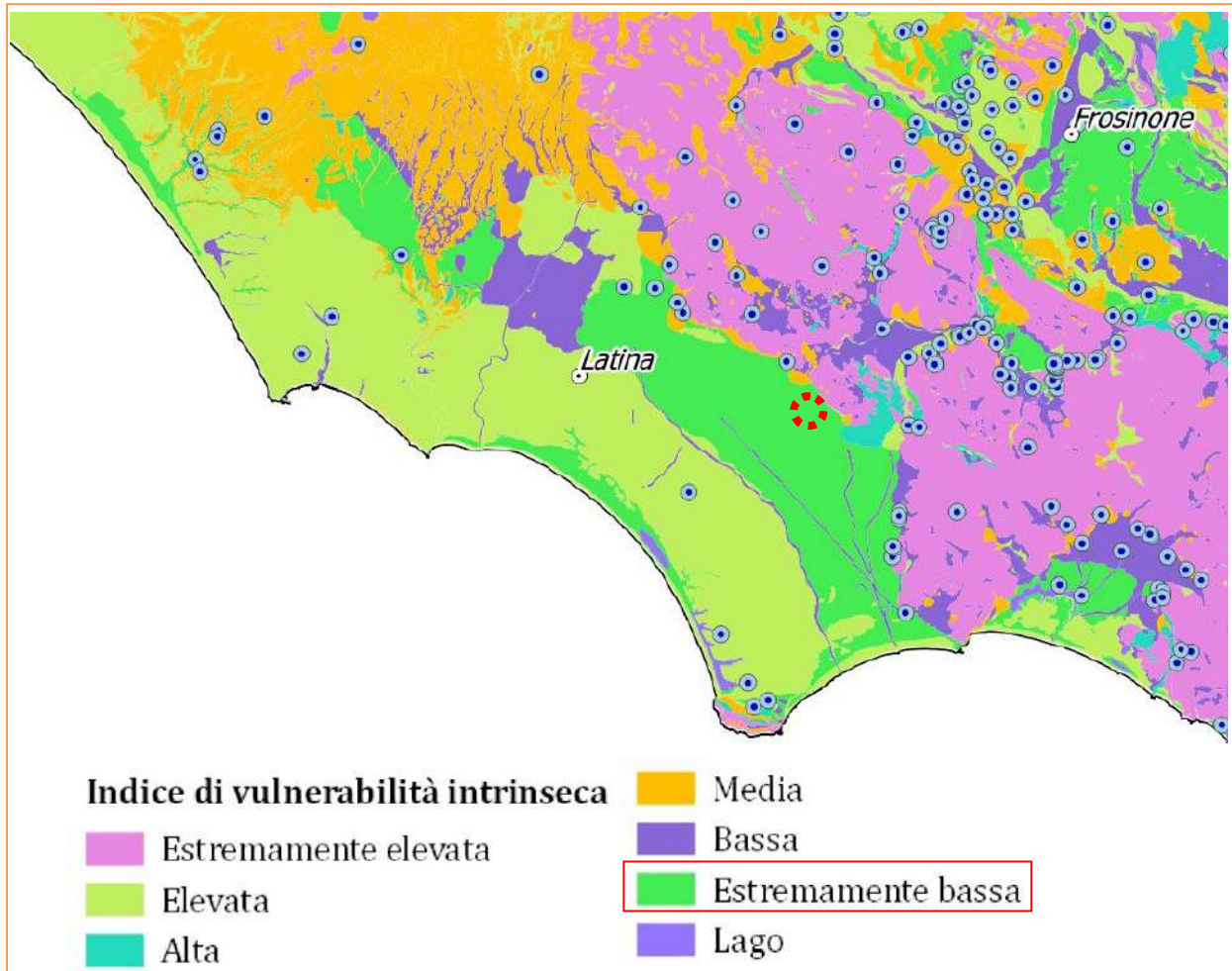
Stralcio Tavola 2.4: Corpi Idrici Superficiali

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltache della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx



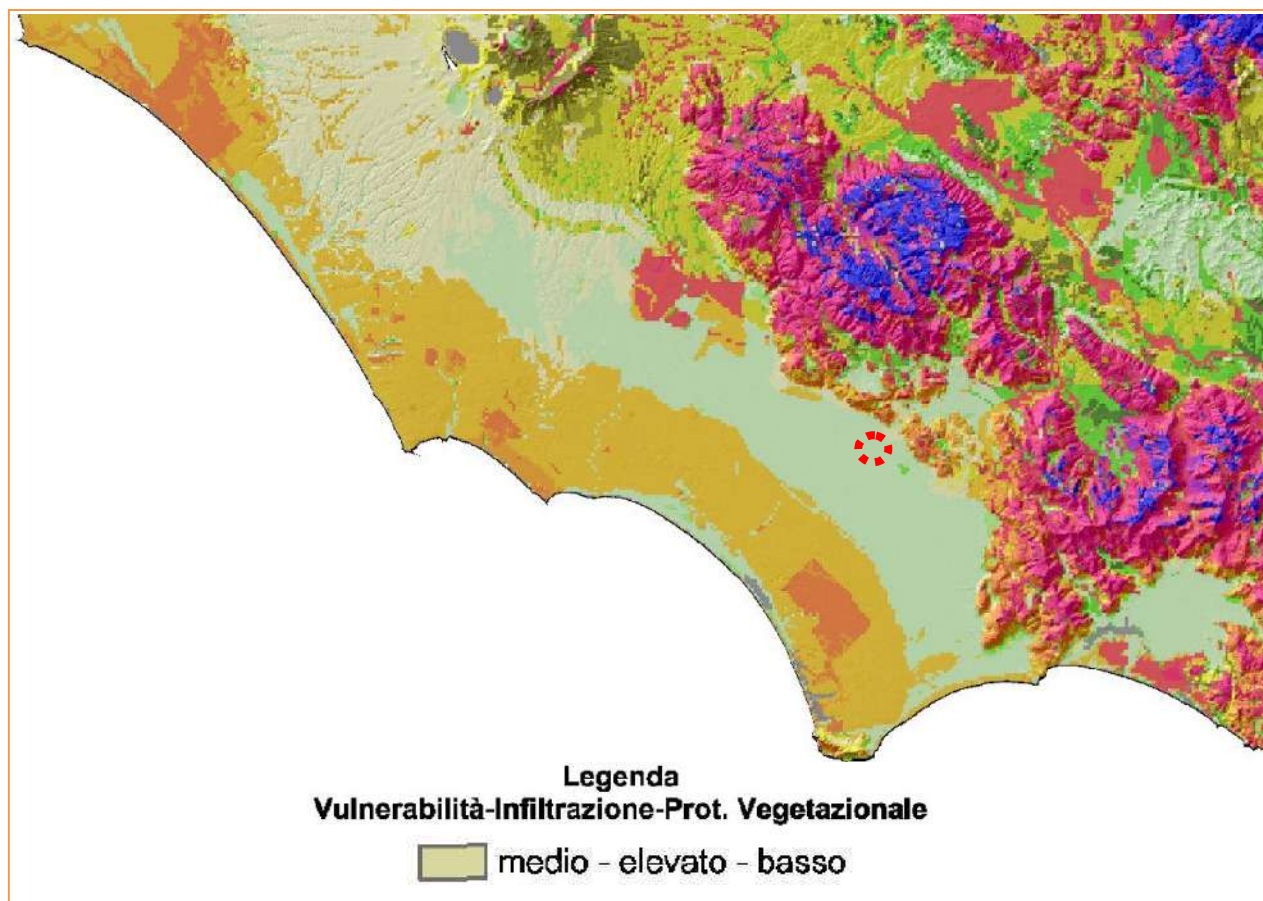
Stralcio Tavola 2.5: Bacini Sotterranei

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltaiche della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx

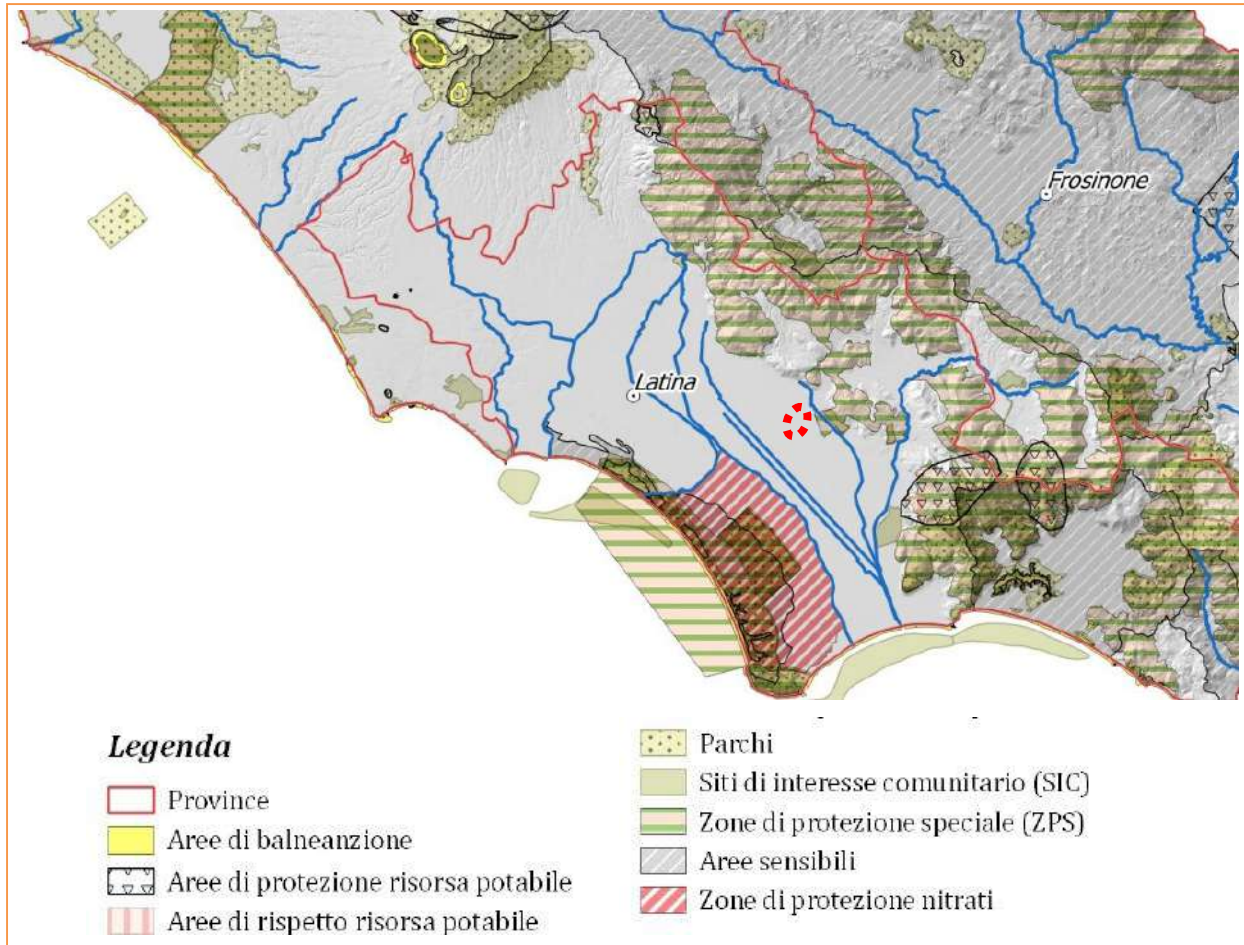


Stralcio Tavola 2.8: Carta della Vulnerabilità Intrinseca

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltaiche della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx

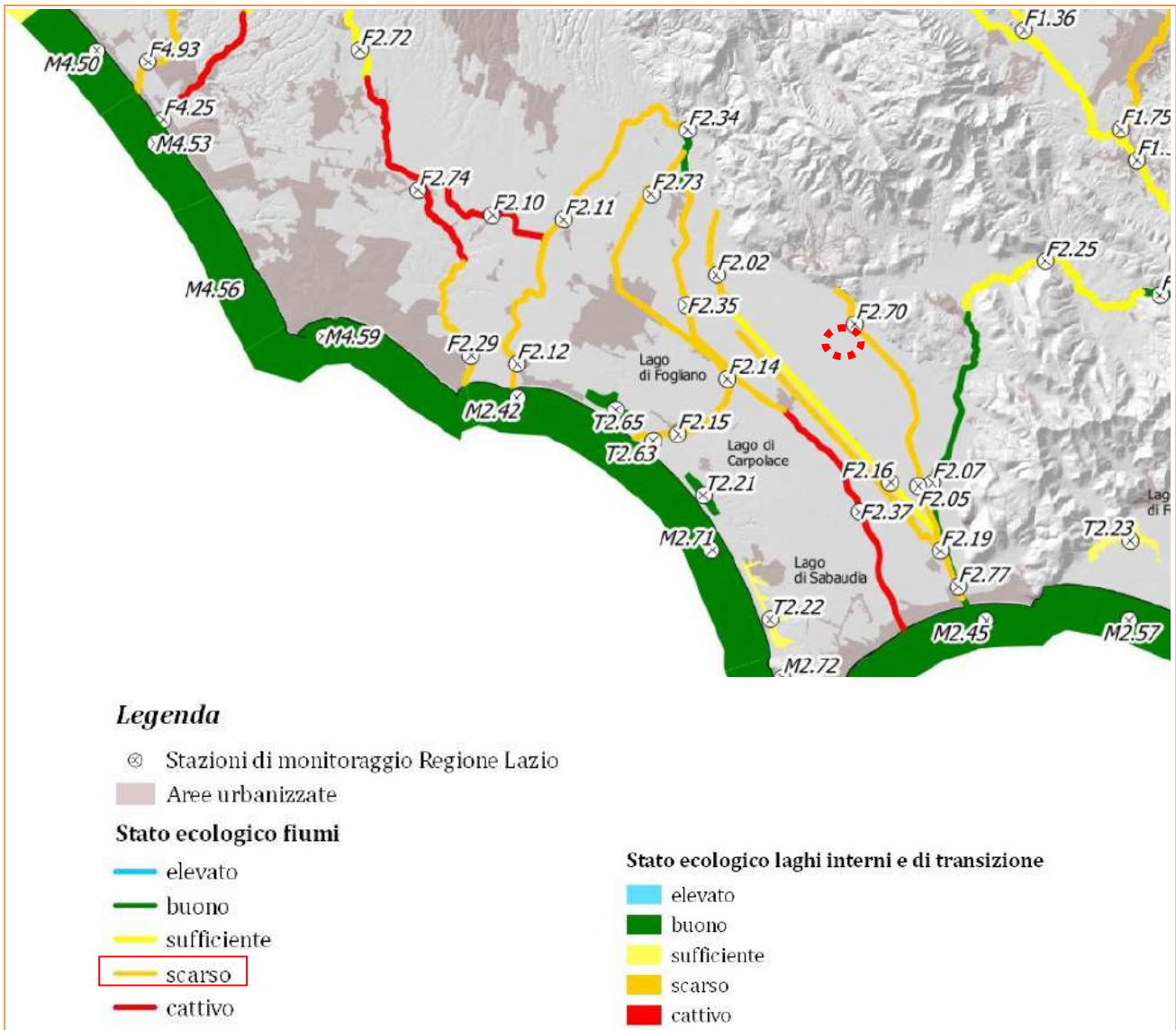


Stralcio Tavola 2.9: Carta Sinottica dei livelli di attenzione rispetto alle componenti di vulnerabilità intrinseca, di filtrazione nel sottosuolo e di protezione vegetale



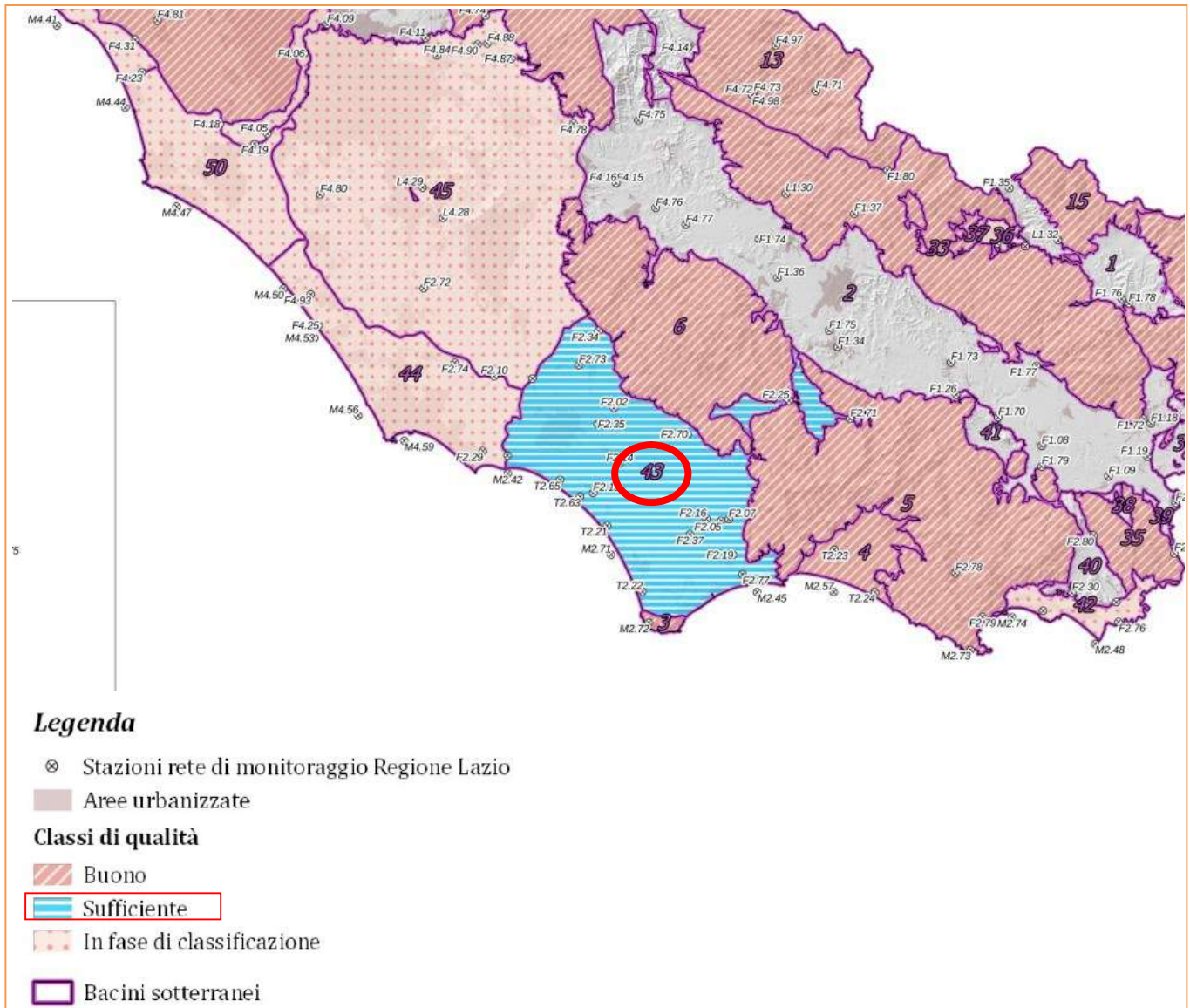
Stralcio Tavola 2.10: Zone di Protezione e di Tutela Ambientale

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltaiche della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx



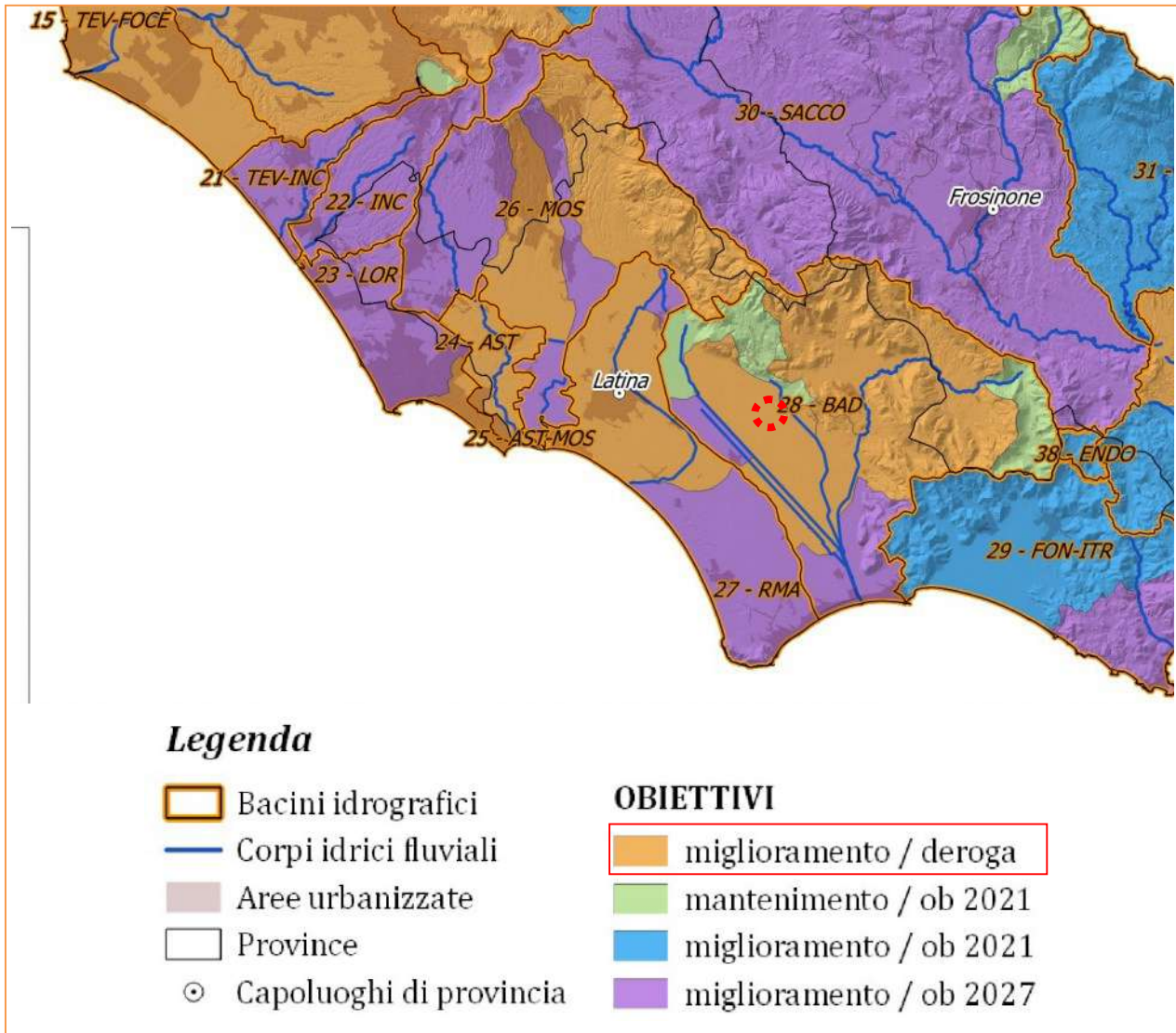
Stralcio Tavola 4.1a: Stato Ecologico Corpi Idrici superficiali

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltaiche della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx

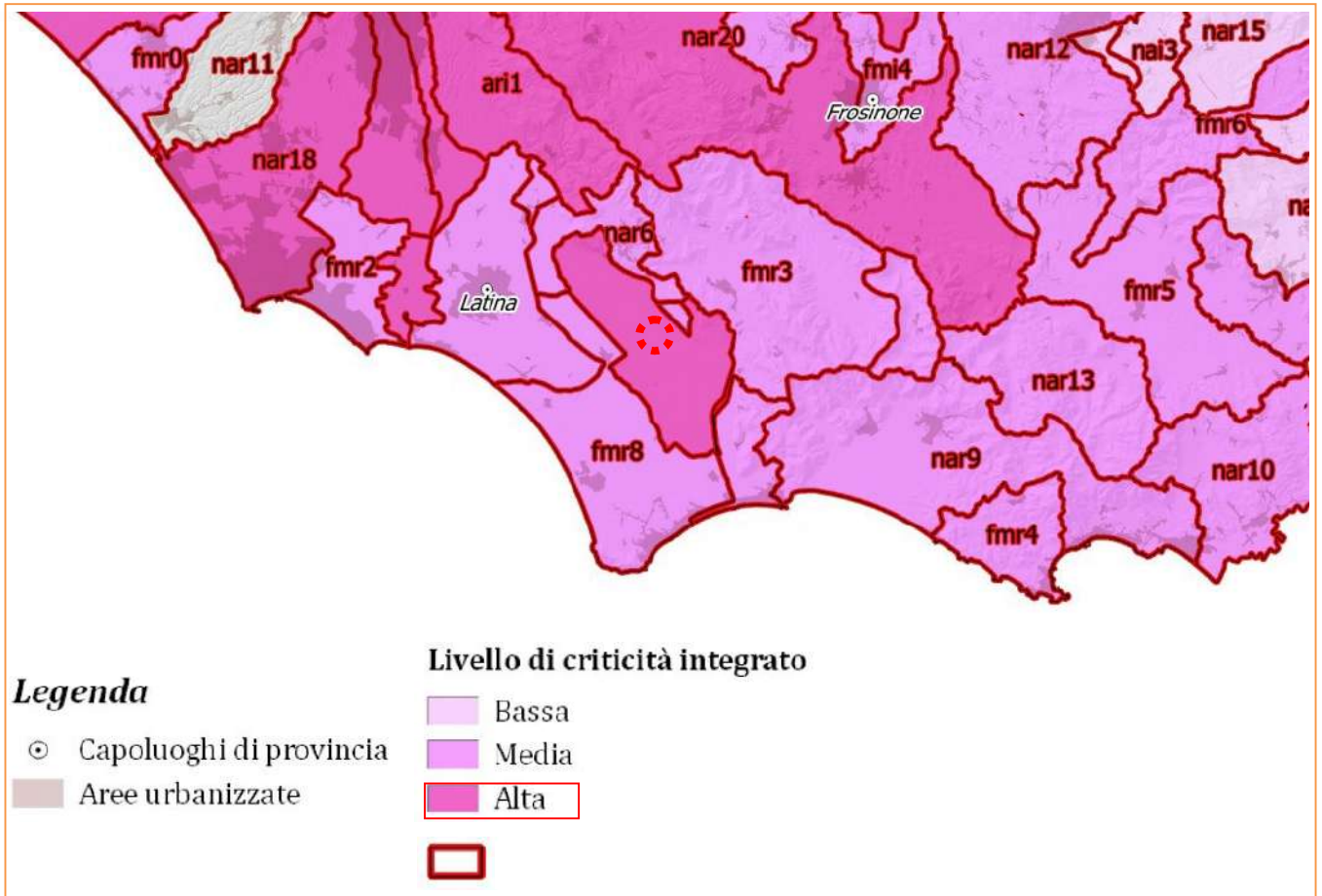


Stralcio Tavola 4.2: Stato Chimico Acque Sotterranee

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltache della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx



Stralcio Tavola 6.1: Piano di Tutela-Obiettivi di Qualità Ambientale



Stralcio Tavola 7.1: Carta dei Livelli di Criticità Territoriale Aggregati

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltaiche della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx

8. VALUTAZIONE PUNTUALE DELLA VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO

Per vulnerabilità di una falda idrica sotterranea si intende la sua predisposizione a subire aggressioni da parte di agenti chimici e fisici provenienti dalla superficie e che ne possono alterare le caratteristiche chimico – fisiche e batteriologiche.

L'inquinamento, quindi, può verificarsi attraverso vie di comunicazione che si instaurano tra la roccia serbatoio e la superficie.

La protezione delle acque sotterranee da parte di inquinanti è legata alla presenza in superficie di strati poco permeabili e all'azione filtrante (meccanica e biologica) degli strati di terreno poroso; quando, però, la carica nociva supera la capacità depurante del terreno si ha l'immissione in falda di agenti inquinanti, fenomeno di estrema gravità per la comunità umana anche perché il risanamento di una falda acquifera non sempre è possibile.

In considerazione di uno sviluppo sempre maggiore di attività agro-zootecniche in forma intensiva sono state predisposte numerose metodologie di valutazione ambientale degli impatti potenziali gravanti sulla risorsa idrica.

Nel caso specifico viene utilizzato il modello D.R.A.S.T.I.C. (Aller et al., 1986) che ha assunto una notevole importanza a livello mondiale sia per la relativa semplicità di utilizzo, che, in particolare, per le numerose operazioni di calibrazione e validazione attuate dallo stesso Ente proponente: lo United States Environmental Protection Agency (EPA).

Il metodo si presta abbastanza bene all'uso pianificatorio in quanto facilmente adattabile a valutazioni indirette bibliografiche e cartografiche e/o all'uso di dati numerici specifici direttamente relativi all'area di indagine. La sua struttura parametrica viene, infatti, indicata dagli Autori in grado di adattarsi ai vari rapporti di scala, fermo restando che la sua è una connotazione essenzialmente qualitativo-conoscitiva e non strettamente deterministica.

In linea generale i maggiori fattori inquinanti possono essere riferiti a:

- sostanze organiche
- sostanze inorganiche (composti minerali)
- sostanze tensioattive (grassi, oli, schiume)
- sostanze radioattive.

Tali sostanze possono essere originati da cause naturali (esondazioni, attività vulcanica), dall'attività dell'uomo (scarichi fognanti, rifiuti), dall'attività agricola (diserbanti, concimi),

dall'attività industriale (effluenti di lavorazione); è indispensabile, quindi, adottare tutti gli accorgimenti atti ad impedire l'infiltrazione di sostanze nocive nel sottosuolo ed evitare in modo particolare che perforazioni in genere, pozzi ed altre opere prodotte dall'uomo non diventino possibili vie di comunicazione diretta tra la superficie e l'acquifero sotterraneo.

Nella valutazione del grado di vulnerabilità di un generico acquifero sotterraneo i fattori che devono essere essenzialmente considerati sono due:

- a) la penetrazione dell'inquinante legata alla litologia, allo spessore e alla permeabilità dei terreni non saturi;
- b) la propagazione dell'inquinante legata alle caratteristiche idrodinamiche dell'acquifero.

Vengono, quindi, presi in considerazione sette componenti:

- profondità dell'acquifero (D)
- ricarica dell'acquifero (R)
- caratterizzazione dell'acquifero (A)
- caratterizzazione del suolo (S)
- topografia (T)
- caratteristiche del substrato aerato (I)
- conducibilità idraulica (C).

Le intensità delle sette componenti devono essere poi moltiplicate per un corrispondente valore di peso che varia in funzione dell'importanza qualitativa attribuita ad ognuna di esse, il prodotto rappresenta l'intensità pesata di ogni singolo componente.

La somma di tutti i valori ottenuti ci permette di ottenere l'indice D.R.A.S.T.I.C. da paragonare ai gradi di rischio di seguito riportati:

<u>INDICE D.R.A.S.T.I.C.</u>	<u>RISCHIO D'INQUINAMENTO</u>
26 - 71	molto basso
72 - 117	basso
118 -163	moderato
164 -209	elevato
210 - 256	molto elevato

Sulla base delle condizioni geologiche ed idrogeologiche riscontrate nel sito in esame ed esposte nei paragrafi precedenti è stato possibile determinare il valore di intensità pesata e dell'indice D.R.A.S.T.I.C.

	Valore indice	Pesi	Indice di vulnerabilità
D (Profondità dell'acquifero: 1.2 metri)	10	5	50
R (Ricarica netta della falda: 50 - 100 mm)	3	4	12
A (Mezzo acquifero: ghiaie e sabbie)	7	3	21
S (Tipo di suolo: Franco limoso)	4	5	20
T (Inclinazione superficie topografica: sub pianeggiante)	10	3	30
I (Mezzo della zona aerata: Limi e argille)	2	4	8
C (Conducibilità idraulica: 5,0E-3 / 1,5E-2 cm/sec)	2	2	4
Totale			145

La vulnerabilità del sistema geopedologico in esame risulta del grado di **rischio di inquinamento moderato** (intervallo 118 – 163).

9. INQUADRAMENTO SISMICO E MSI

Recenti studi riguardanti la distribuzione delle Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani (disponibile on-line <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>) indicano, per la zona in esame, i seguenti eventi sismici.

Effetti		In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw	
5-6	1756	02	02				Sezze	1	5-6	4.40	
6-7	1806	08	26	07	35		Colli Albani	35	8	5.61	
4	1857	12	16	21	15		Basilicata	340	11	7.12	
2-3	1874	12	06	15	50		Val Comino	43	7-8	5.48	
2	1876	10	26	14	18		Monti Prenestini	29	7	5.06	
5	1877	08	24	02	45		Lazio meridionale	54	7	5.21	
4-5	1885	04	10	01	44		Appennino laziale-abruzzese	44	5	4.57	
NF	1895	11	01				Campagna romana	94	6-7	4.83	
2	1901	07	31	10	38	30	Sorano	76	7	5.16	
3	1911	04	10	09	43		Colli Albani	79	6	4.74	
6	1915	01	13	06	52	43	Marsica	1041	11	7.08	
2	1917	01	03	01	35		Marsica	57			
4-5	1919	10	22	06	10		Anzio	142	6-7	5.22	
3	1927	10	11	14	45	08	Marsica	81	7	5.20	
2	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67	
NF	1950	09	05	04	08		Gran Sasso	386	8	5.69	
3	1980	10	01	00	57	38	Frusinate	41	5	4.26	
5	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	911	8	5.86	
4	1984	05	11	10	41	4	Monti della Meta	342	7	5.47	
4	1987	04	11	02	26	2	Colli Albani	72	6	4.35	
5	2005	08	22	12	02	7	Costa laziale	57	5-6	4.78	
4-5	2016	10	30	06	40	1	Valnerina	379		6.61	
4	2017	01	18	10	14	9	Aquilano	280		5.70	
3	2019	06	23	20	43	4	Colli Albani	40	5	3.76	

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltaiche della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx

Il rischio sismico per la zona di Sezze e per la Regione Lazio, in genere, non va trascurato in quanto, a fronte di una sismicità registrata dalle reti sismiche nazionali caratterizzata da scosse frequenti ma di bassa intensità, il territorio presenta una vulnerabilità degli edifici esistenti ed un valore esposto (densità di popolazione, patrimonio storico-monumentale, ecc) elevati. Non va dimenticato che i terremoti con epicentro nell'Appennino centrale, in particolare in Umbria e Abruzzo, vengono fortemente avvertiti in tutto il territorio laziale, provocando, storicamente, effetti classificabili fino all'VI – VII grado Mercalli. I dati di pericolosità sismica prodotti da INGV (MPS04 e successive integrazioni prodotte nell'ambito del progetto INGV-DPC S1, disponibili sui siti web <http://zonesismiche.mi.ingv.it/> e <http://esse1.mi.ingv.it/>) hanno fornito una prima risposta, che ha avuto un riconoscimento ufficiale nell'Ordinanza PCM 3519/06 aventi per oggetto i "Criteri per l'individuazione delle zone sismiche e la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone". L'area in studio è stata classificata come appartenente alla categoria 3B, si allega stralcio della Carta della Classificazione Sismica (Delibera di Giunta Regione Lazio n. 387 del 22.05.2009).



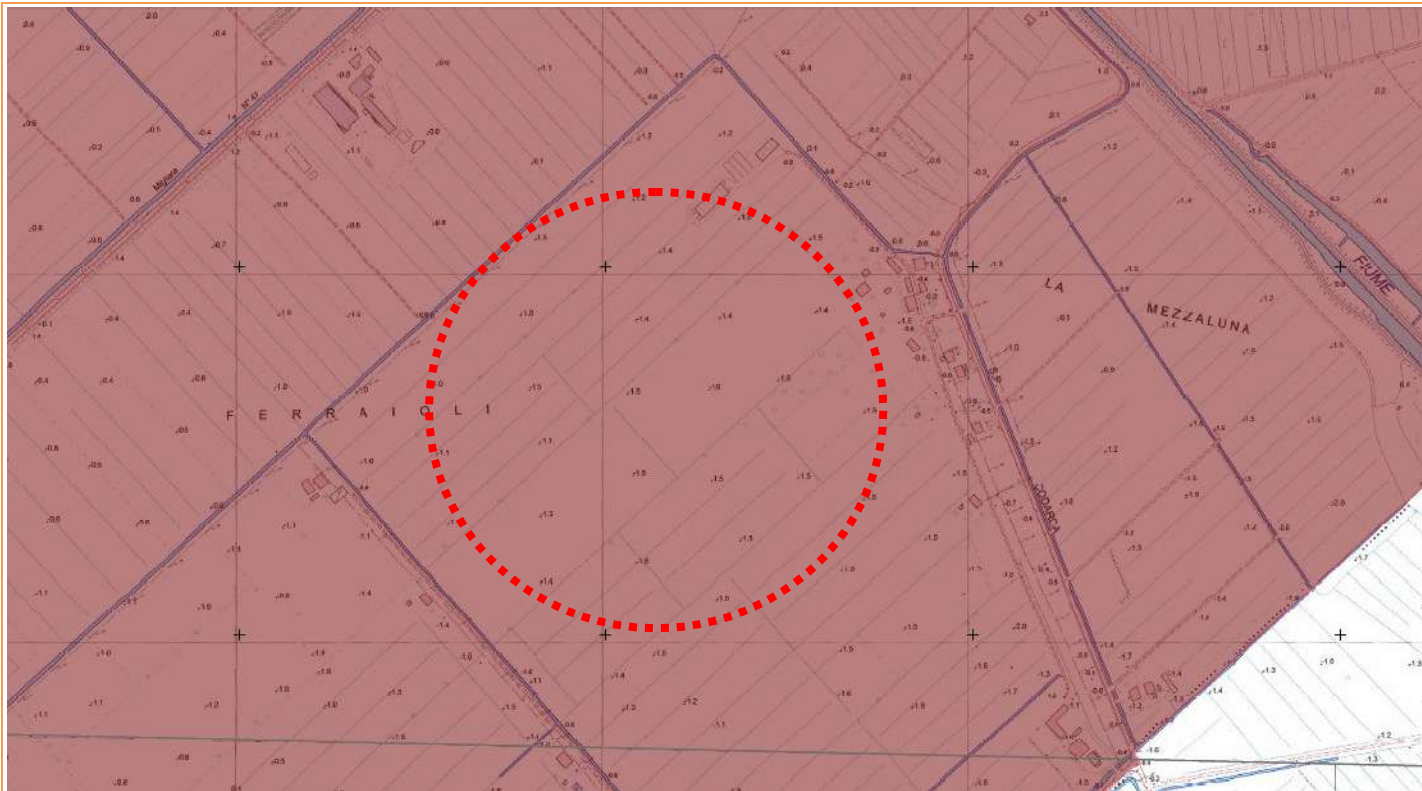
Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltaiche della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx

Dalla Carta dei Valori di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale, di cui si riporta di seguito lo stralcio, si osserva di fatto le variazioni sono continue e graduali, pertanto l'accelerazione orizzontale massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita ai suoli rigidi nel sito in esame è compresa nell'intervallo 0.050-0.075.



Il Comune di Sezze ha provveduto a far redigere lo studio di Microzonazione Sismica di livello 1, secondo quanto previsto dalla D.G.R. 545 del 26 novembre 2010, che risulta validata con determinazione della Regione Lazio n. G00204 del 13.01.2014.

Si riporta stralcio della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica, redatta dal Dott. Geol. Luigi Rosella, dal quale si evince che l'area in esame è stata definita: suscettibile di instabilità; in particolare "Zona CD" ovvero zona con cedimenti differenziali.



ZONA CON CEDIMENTI DIFFERENZIALI

Stralcio Carta delle M.O.P.S.

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltaiche della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx

**10. CARATTERIZZAZIONE FISICO – MECCANICA DEI TERRENI
(PRELIMINARE)**

- **D.M. 17.01.2018 – Regolamento Regionale di cui alla D.G.R. n. 189 del 13 aprile 2021**

Dal punto di vista normativo si richiamano finalità e contenuti ai sensi del D.M. 17.01.2018:

§ 6.1.2 Prescrizioni generali

Le scelte progettuali devono tener conto delle prestazioni attese delle opere, dei caratteri geologici del sito e delle condizioni ambientali. I risultati dello studio rivolto alla caratterizzazione e modellazione geologica, dedotti da specifiche indagini, devono essere esposti in una specifica relazione geologica di cui al § 6.2.1.

Le analisi di progetto devono essere basate su modelli geotecnici dedotti da specifiche indagini definite dal progettista in base alla tipologia dell'opera o dell'intervento e alle previste modalità esecutive. Le scelte progettuali, il programma e i risultati delle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica di cui al § 6.2.2, unitamente alle analisi per il dimensionamento geotecnico delle opere e alla descrizione delle fasi e modalità costruttive devono essere illustrati in una specifica relazione geotecnica.

§ 6.2 Articolazione del progetto

Il progetto delle opere e degli interventi si articola nelle seguenti fasi:

- 1. caratterizzazione e modellazione geologica del sito;*
- 2. scelta del tipo di opera o di intervento e programmazione delle indagini geotecniche;*
- 3. caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce presenti nel volume significativo e definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo (cfr. § 3.2.2);*
- 4. definizione delle fasi e delle modalità costruttive;*
- 5. verifiche della sicurezza e delle prestazioni*
- 6. programmazione delle attività di controllo e monitoraggio*

§ 6.2.1 Caratterizzazione e modellazione geologica del sito

Il modello geologico di riferimento è la ricostruzione concettuale della storia evolutiva dell'area di studio, attraverso la descrizione delle peculiarità genetiche dei diversi terreni presenti, delle dinamiche dei diversi termini litologici, dei rapporti di giustapposizione reciproca, delle vicende tettoniche subite e dell'azione dei diversi agenti morfogenetici. La caratterizzazione e la

modellazione geologica del sito deve comprendere la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, descritti e sintetizzati dal modello geologico di riferimento.

In funzione del tipo di opera, di intervento e della complessità del contesto geologico nel quale si inserisce l'opera, specifiche indagini saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico.

Il modello geologico deve essere sviluppato in modo da costituire elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche.

La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito devono essere esaurientemente esposte e commentate in una relazione geologica, che è parte integrante del progetto. Tale relazione comprende, sulla base di specifici rilievi ed indagini, la identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici, della struttura del sottosuolo e dei caratteri fisici degli ammassi, definisce il modello geologico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, nonché i conseguenti livelli delle pericolosità geologiche.

§ 6.2.2 Indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica

Le indagini geotecniche devono essere programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento, devono riguardare il volume significativo e, in presenza di azioni sismiche, devono essere conformi a quanto prescritto ai §§ 3.2.2 e 7.11.2. Per volume significativo di terreno si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso. Le indagini devono permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione. Della definizione del piano delle indagini, della caratterizzazione e della modellazione geotecnica è responsabile il progettista.

Ai fini dell'analisi quantitativa di uno specifico problema, per modello geotecnico di sottosuolo si intende uno schema rappresentativo del volume significativo di terreno, suddiviso in unità omogenee sotto il profilo fisico meccanico, che devono essere caratterizzate con riferimento allo specifico problema geotecnico. Nel modello geotecnico di sottosuolo devono essere definiti il regime delle pressioni interstiziali e i valori caratteristici dei parametri geotecnici. Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro per ogni stato limite considerato. I valori caratteristici delle proprietà fisiche

e meccaniche da attribuire ai terreni devono essere dedotti dall'interpretazione dei risultati di specifiche prove di laboratorio su campioni rappresentativi di terreno e di prove e misure in sito.

Per gli ammassi rocciosi e per i terreni a struttura complessa, nella valutazione della resistenza caratteristica occorre tener conto della natura e delle caratteristiche geometriche e di resistenza delle discontinuità. Deve inoltre essere specificato se la resistenza caratteristica si riferisce alle discontinuità o all'ammasso roccioso.

Per la verifica delle condizioni di sicurezza e delle prestazioni di cui al successivo § 6.2.4, la scelta dei valori caratteristici delle quote piezometriche e delle pressioni interstiziali deve tenere conto della loro variabilità spaziale e temporale. Le prove di laboratorio, sulle terre e sulle rocce, devono essere eseguite e certificate dai laboratori di prova di cui all'art. 59 del DPR 6 giugno 2001, n. 380. I laboratori su indicati fanno parte dell'elenco depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata su preesistenti indagini e prove documentate, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali.

Nell'Allegato "C" del **Regolamento Regionale di cui alla D.G.R. n. 189/21** viene definito il programma delle indagini e prove minime di tipo geologico e geo-meccanico da eseguire in funzione del livello di rischio sismico ai fini dell'acquisizione dell'Autorizzazione Sismica.

Nel caso specifico il livello di pericolosità dell'opera definito in funzione della zona sismica e della classe d'uso del progetto secondo lo schema riportato nell'Allegato "C" del R. R. risulta essere "**medio**".

PROGETTI	PERICOLOSITA'				
	Zona Sismica				
	1	2a	2b	3a	3b
classi d'uso I e II	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BASSO	BASSO
classe d'uso III	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
classe d'uso IV	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO

La caratterizzazione fisico – meccanica e sismica riportata di seguito si configura come uno studio preliminare e le prove eseguite non necessariamente risultano conformi a quanto previsto alle succitate Norme e all’Allegato “C” del Regolamento Regionale.

- **PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE**

Al fine di caratterizzare, a livello geotecnico, il terreno di sedime sono state interpretate le risultanze delle cinque prove penetrometriche dinamiche di tipo DPSH e di un sondaggio a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di 30 metri dal piano di campagna. L'ubicazione delle prove penetrometriche e del sondaggio è riportata di seguito.



Ubicazione prove in sito

Le prove penetrometriche sono state eseguite utilizzando un penetrometro dinamico cingolato, Modello Pagani TG-63-200 ISM.C, appartenente, secondo la classificazione ISSMFE del 1988, al tipo Superpesante (D.P.S.H.), ovvero con massa battente di massa $M > 60$ kg. Il modello utilizzato ha le seguenti caratteristiche tecniche – strumentali:

- Rif. Norme DIN 4094
- Peso Massa battente 63,5Kg
- Altezza di caduta libera 0,75m
- Peso sistema di battuta 0,63Kg
- Diametro punta conica 51,00mm
- Area di base punta 20,43cm²
- Lunghezza delle aste 1m

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltaiche della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx

- Peso aste a metro 6,31Kg/m
- Profondità giunzione prima asta 0,40 m
- Avanzamento punta 0,20m
- Numero colpi per punta N(20)
- Rivestimento/fanghi No
- Angolo di apertura punta 90°.

Sui tabulati delle prove si riportano il numero dei colpi “N” per ogni 20 cm di avanzamento della batteria di aste, sia in veste analitica che grafica, ed i valori delle resistenze dinamiche di rottura alla punta con la profondità espresse in Kg/cm², calcolate ricorrendo alla formula olandese ricordata sul prospetto riepilogativo di seguito riportato.

Sono infine stati correlati i dati ottenuti elaborando sia un prospetto statistico che un'interpretazione geomeccanica; ciò ha permesso di ricostruire la serie litotecnica, con le rispettive caratteristiche e le indicazioni dei valori di resistenza dinamica corrispondenti ad una prova SPT.

Le colonne litotecniche dei tests consentono un'interpretazione ed una definizione abbastanza affidabile della sequenza litologica e geo-meccanica locale.

Entrambe le prove eseguite sono state spinte fino ad una profondità tale da permettere la caratterizzazione geotecnica del volume significativo.

Per l'elaborazione dei dati è stato utilizzato il programma “Dynamic Probing” della Geostru Software srl.

Le colonne litotecniche dei tests insieme ad una conoscenza litostratigrafica locale consentono un'interpretazione ed una definizione sufficientemente affidabile della sequenza litologica e geo-meccanica locale.

La quota 0.00 di riferimento delle prove DPSH è rappresentata dall'attuale piano di campagna.

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

(DYNAMIC PROBING)

DPSH – DPM (... scpt ecc.)

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un’immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno. L’utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α);
- avanzamento (penetrazione) d;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	Peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

Penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha=60-90^\circ$), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltaiche della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente $M = 20$ kg, altezza di caduta $H=0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha = 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A=20.27$ cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;
- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
massa battente $M=63.5$ kg, altezza caduta $H=0.75$ m, avanzamento $\delta=20-30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20$ cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt}. Il passaggio viene dato da:

$$N_{SPT} = \beta_t \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M peso massa battente.

M' peso aste. H altezza di caduta.

A area base punta conica.

δ passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta R_{pd}

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

- R_{pd} resistenza dinamica punta (area A).
e infissione media per colpo (δ/N).
M peso massa battente (altezza caduta H).
P peso totale aste e sistema battuta.

Calcolo di (N₁)₆₀

(N₁)₆₀ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa/\sigma_{vo})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_S \cdot C_r \cdot C_d$$

- ER/60 rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
C_S parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
C_d funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
C_r parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (+ s)

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (- s)

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove $\sigma_{N_{spt}}$ è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no)

calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione $d = 1$ m.

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{spt\ corretto} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni $< 8-10$ t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda) $\sigma > 5$ t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito $< 38^\circ$.
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito $< 38^\circ$).
- Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $\sigma > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.

- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.
- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per **sabbie** con % di limo < 5% a profondità < 5 m e con (%) di limo > 5% a profondità < 3 m.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per **ghiaie** Dr viene sovrastimato, per **limi** sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per **limi** e **sabbie** e **sabbie da fini a grossolane** NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per **sabbie fini** e **ghiaiose NC**, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per **sabbia pulita** e **sabbia con ghiaia** senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buisman-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss (1978-1981) . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio V_s (m/s)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (K_o)

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con $N_{spt} < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). C_u (min-max).
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5 , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (C_u - N_{spt} -grado di plasticità).

- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con $N_c = 20$ e $Q_c/N_{spt} = 2$.
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per **suoli poco coerenti e plastici**, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Modulo Edometrico-Confinato (M_o)

- Stroud e Butler (1975),- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - M_o (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).
- Buisman- Sanglerat, valida per argille compatte ($N_{spt} < 30$) medie e molli ($N_{spt} < 4$) e argille sabbiose ($N_{spt} = 6-12$).

Modulo Di Young (E_y)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15 .
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

Prova n. 1

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	1	0.855	8.98	10.51	0.90	1.05
0.40	1	0.851	8.94	10.51	0.89	1.05
0.60	1	0.847	8.17	9.64	0.82	0.96
0.80	1	0.843	8.13	9.64	0.81	0.96
1.00	1	0.840	8.10	9.64	0.81	0.96
1.20	1	0.836	8.06	9.64	0.81	0.96
1.40	1	0.833	8.03	9.64	0.80	0.96
1.60	1	0.830	7.39	8.91	0.74	0.89
1.80	1	0.826	7.36	8.91	0.74	0.89
2.00	1	0.823	7.34	8.91	0.73	0.89
2.20	1	0.820	7.31	8.91	0.73	0.89
2.40	1	0.817	7.28	8.91	0.73	0.89
2.60	1	0.814	6.74	8.28	0.67	0.83
2.80	1	0.811	6.72	8.28	0.67	0.83
3.00	1	0.809	6.70	8.28	0.67	0.83
3.20	1	0.806	6.68	8.28	0.67	0.83
3.40	1	0.803	6.65	8.28	0.67	0.83
3.60	1	0.801	6.20	7.74	0.62	0.77
3.80	1	0.798	6.18	7.74	0.62	0.77
4.00	1	0.796	6.16	7.74	0.62	0.77
4.20	1	0.794	6.14	7.74	0.61	0.77
4.40	1	0.791	6.12	7.74	0.61	0.77
4.60	1	0.789	5.73	7.26	0.57	0.73
4.80	1	0.787	5.71	7.26	0.57	0.73
5.00	1	0.785	5.70	7.26	0.57	0.73
5.20	1	0.783	5.68	7.26	0.57	0.73
5.40	1	0.781	5.67	7.26	0.57	0.73
5.60	1	0.779	5.32	6.83	0.53	0.68
5.80	1	0.777	5.31	6.83	0.53	0.68
6.00	1	0.775	5.30	6.83	0.53	0.68
6.20	1	0.774	5.29	6.83	0.53	0.68
6.40	1	0.772	5.28	6.83	0.53	0.68
6.60	1	0.770	4.97	6.46	0.50	0.65
6.80	1	0.769	4.96	6.46	0.50	0.65
7.00	1	0.767	4.95	6.46	0.50	0.65
7.20	1	0.766	4.94	6.46	0.49	0.65
7.40	1	0.764	4.93	6.46	0.49	0.65
7.60	1	0.763	4.67	6.12	0.47	0.61
7.80	1	0.761	4.66	6.12	0.47	0.61
8.00	1	0.760	4.65	6.12	0.47	0.61
8.20	1	0.759	4.64	6.12	0.46	0.61
8.40	1	0.757	4.64	6.12	0.46	0.61
8.60	1	0.756	4.40	5.82	0.44	0.58
8.80	1	0.755	4.39	5.82	0.44	0.58
9.00	1	0.753	4.38	5.82	0.44	0.58
9.20	1	0.752	4.38	5.82	0.44	0.58

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltaiche della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1
TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-9.20	1.00	Meyerhof 1957	19.55

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-9.20	N1,60=1.5	Wolff (1989) N160	27.55

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-9.20	1.00	Bowles (1982) Sabbia Media	---

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-9.20	1.00	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	29.52

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-9.20	1.00	Classificazione A.G.I	SCIOLTO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-9.20	1.00	Terzaghi-Peck 1948	1.36

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-9.20	1.00	Terzaghi-Peck 1948	1.85

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-9.20	1.00	(A.G.I.)	0.35

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-9.20	1.00	Ohsaki (Sabbie pulite)	65.00

Liquefazione

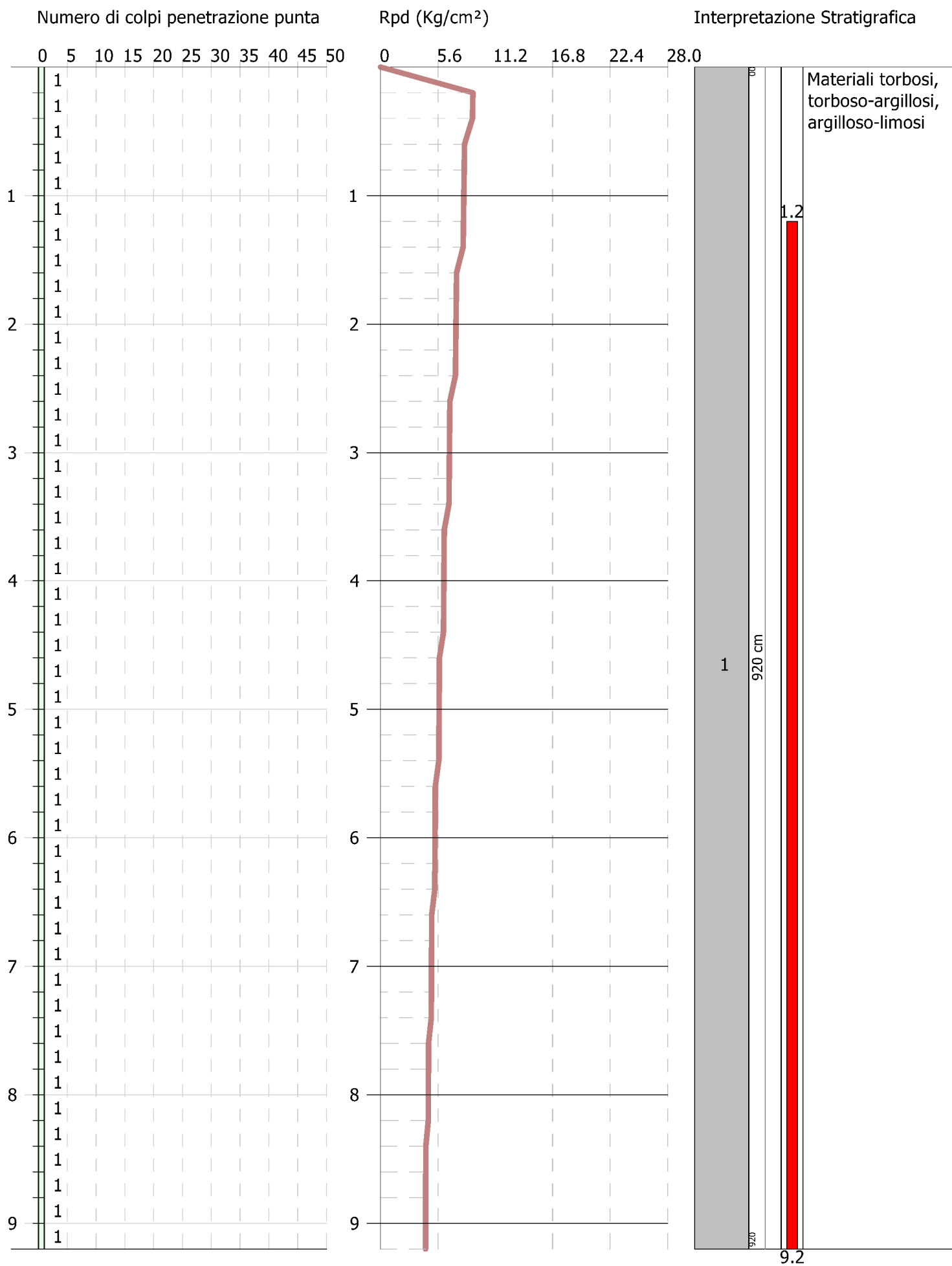
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-9.20	1.00	Seed e Idriss (1971)	0.262

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-9.20	1.00	Navfac 1971-1982	0.02

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-9.20	1.00	Robertson 1983	2.00



Prova n. 2

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	1	0.855	8.98	10.51	0.90	1.05
0.40	1	0.851	8.94	10.51	0.89	1.05
0.60	1	0.847	8.17	9.64	0.82	0.96
0.80	1	0.843	8.13	9.64	0.81	0.96
1.00	1	0.840	8.10	9.64	0.81	0.96
1.20	1	0.836	8.06	9.64	0.81	0.96
1.40	1	0.833	8.03	9.64	0.80	0.96
1.60	1	0.830	7.39	8.91	0.74	0.89
1.80	1	0.826	7.36	8.91	0.74	0.89
2.00	1	0.823	7.34	8.91	0.73	0.89
2.20	1	0.820	7.31	8.91	0.73	0.89
2.40	1	0.817	7.28	8.91	0.73	0.89
2.60	1	0.814	6.74	8.28	0.67	0.83
2.80	1	0.811	6.72	8.28	0.67	0.83
3.00	1	0.809	6.70	8.28	0.67	0.83
3.20	1	0.806	6.68	8.28	0.67	0.83
3.40	1	0.803	6.65	8.28	0.67	0.83
3.60	1	0.801	6.20	7.74	0.62	0.77
3.80	1	0.798	6.18	7.74	0.62	0.77
4.00	1	0.796	6.16	7.74	0.62	0.77
4.20	1	0.794	6.14	7.74	0.61	0.77
4.40	1	0.791	6.12	7.74	0.61	0.77
4.60	1	0.789	5.73	7.26	0.57	0.73
4.80	1	0.787	5.71	7.26	0.57	0.73
5.00	1	0.785	5.70	7.26	0.57	0.73
5.20	1	0.783	5.68	7.26	0.57	0.73
5.40	1	0.781	5.67	7.26	0.57	0.73
5.60	1	0.779	5.32	6.83	0.53	0.68
5.80	1	0.777	5.31	6.83	0.53	0.68
6.00	1	0.775	5.30	6.83	0.53	0.68
6.20	1	0.774	5.29	6.83	0.53	0.68
6.40	1	0.772	5.28	6.83	0.53	0.68
6.60	1	0.770	4.97	6.46	0.50	0.65
6.80	1	0.769	4.96	6.46	0.50	0.65
7.00	1	0.767	4.95	6.46	0.50	0.65
7.20	1	0.766	4.94	6.46	0.49	0.65
7.40	1	0.764	4.93	6.46	0.49	0.65
7.60	1	0.763	4.67	6.12	0.47	0.61
7.80	1	0.761	4.66	6.12	0.47	0.61
8.00	1	0.760	4.65	6.12	0.47	0.61

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Materiali torbosi, torbosi-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-8.00	1.00	Meyerhof 1957	20

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Materiali torbosi, torbosi-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-8.00	N1,60=1.49	Wolff (1989) N160	27.55

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (1) Materiali torbosi, torbosi-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-8.00	1.00	Bowles (1982) Sabbia Media	---

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) Materiali torbosi, torbosi-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-8.00	1.00	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	29.52

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Materiali torbosi, torbosi-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-8.00	1.00	Classificazione A.G.I	SCIOLTO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) Materiali torbosi, torbosi-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-8.00	1.00	Terzaghi-Peck 1948	1.36

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (1) Materiali torbosi, torbosi-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-8.00	1.00	Terzaghi-Peck 1948	1.85

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Materiali torbosi, torbosi-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-8.00	1.00	(A.G.I.)	0.35

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (1) Materiali torbosi, torbosi-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-8.00	1.00	Ohsaki (Sabbie pulite)	65.00

Liquefazione

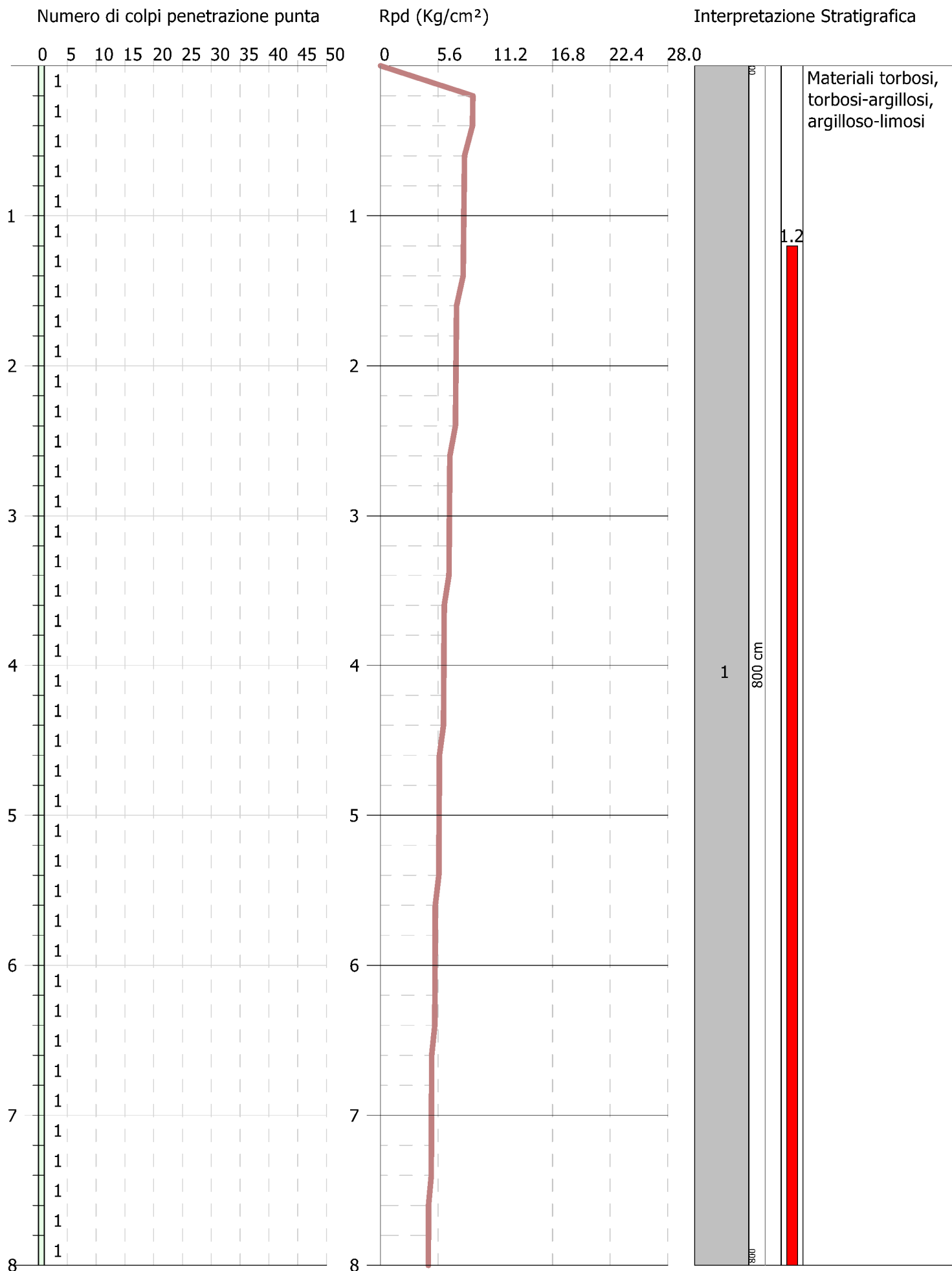
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (1) Materiali torbosi, torbosi-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-8.00	1.00	Seed e Idriss (1971)	0.268

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Materiali torbosi, torbosi-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-8.00	1.00	Navfac 1971-1982	0.02

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Materiali torbosi, torbosi-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-8.00	1.00	Robertson 1983	2.00



Prova n. 3

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	1	0.855	8.98	10.51	0.90	1.05
0.40	1	0.851	8.94	10.51	0.89	1.05
0.60	1	0.847	8.17	9.64	0.82	0.96
0.80	1	0.843	8.13	9.64	0.81	0.96
1.00	1	0.840	8.10	9.64	0.81	0.96
1.20	1	0.836	8.06	9.64	0.81	0.96
1.40	1	0.833	8.03	9.64	0.80	0.96
1.60	1	0.830	7.39	8.91	0.74	0.89
1.80	1	0.826	7.36	8.91	0.74	0.89
2.00	1	0.823	7.34	8.91	0.73	0.89
2.20	1	0.820	7.31	8.91	0.73	0.89
2.40	1	0.817	7.28	8.91	0.73	0.89
2.60	1	0.814	6.74	8.28	0.67	0.83
2.80	1	0.811	6.72	8.28	0.67	0.83
3.00	1	0.809	6.70	8.28	0.67	0.83
3.20	1	0.806	6.68	8.28	0.67	0.83
3.40	2	0.803	13.31	16.56	1.33	1.66
3.60	3	0.801	18.59	23.21	1.86	2.32
3.80	3	0.798	18.53	23.21	1.85	2.32
4.00	2	0.796	12.32	15.47	1.23	1.55
4.20	3	0.794	18.42	23.21	1.84	2.32
4.40	4	0.791	24.49	30.94	2.45	3.09
4.60	3	0.789	17.18	21.77	1.72	2.18
4.80	3	0.787	17.14	21.77	1.71	2.18
5.00	2	0.785	11.39	14.51	1.14	1.45
5.20	2	0.783	11.36	14.51	1.14	1.45

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	2.00	0.00-5.20	2.00	Meyerhof 1957	29.69

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	2.00	0.00-5.20	N1,60=2.45	Wolff (1989) N160	27.83

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltaiche della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	2.00	0.00-5.20	2.00	Bowles (1982) Sabbia Media	---

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	2.00	0.00-5.20	2.00	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	31.57

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	2.00	0.00-5.20	2.00	Classificazione A.G.I	SCIOLTO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	2.00	0.00-5.20	2.00	Terzaghi-Peck 1948	1.37

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	2.00	0.00-5.20	2.00	Terzaghi-Peck 1948	1.85

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	2.00	0.00-5.20	2.00	(A.G.I.)	0.35

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	2.00	0.00-5.20	2.00	Ohsaki (Sabbie pulite)	124.70

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltaiche della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx

Liquefazione

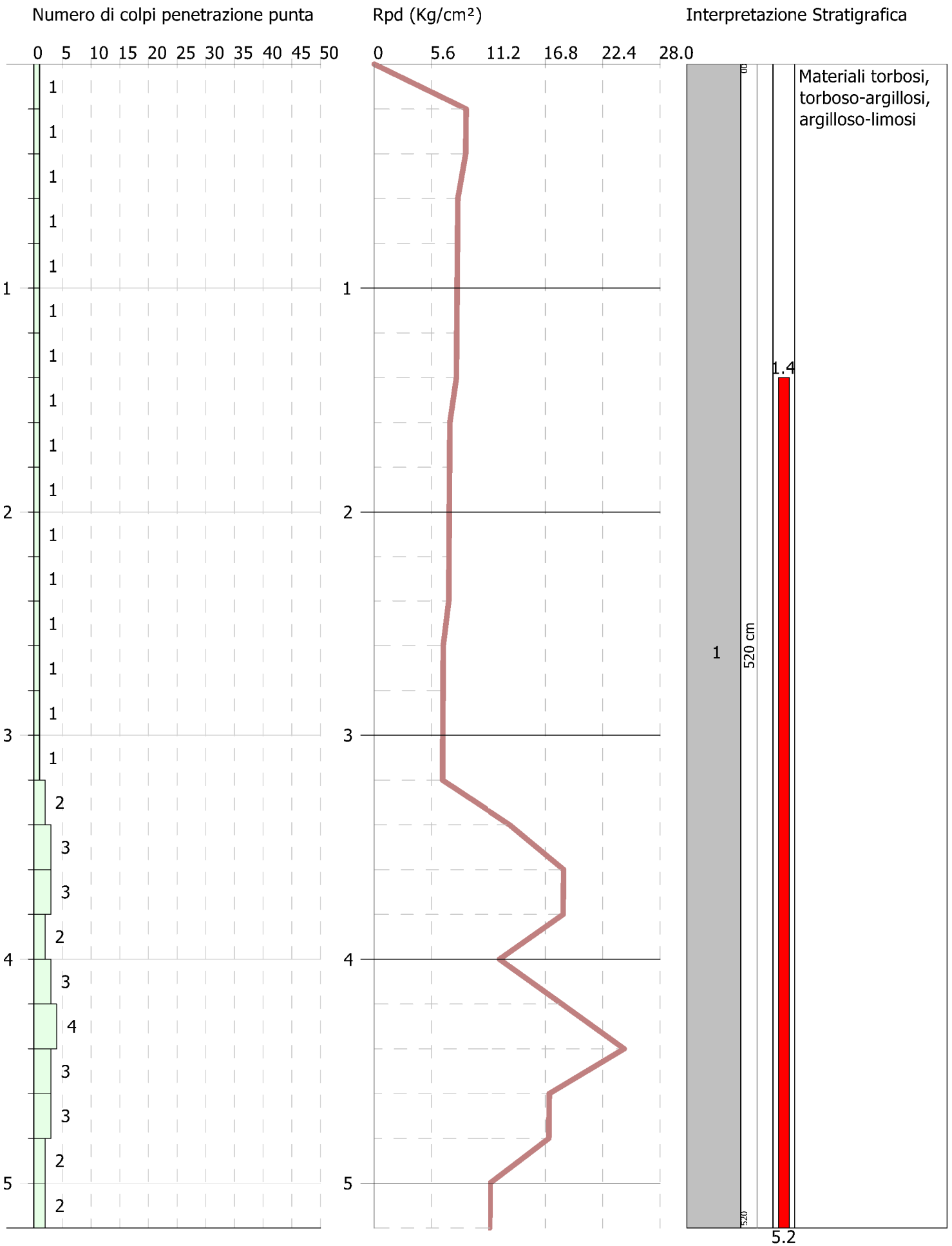
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	2.00	0.00-5.20	2.00	Seed e Idriss (1971)	0.449

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	2.00	0.00-5.20	2.00	Navfac 1971-1982	0.27

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	2.00	0.00-5.20	2.00	Robertson 1983	4.00



Prova n. 4

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	1	0.855	8.98	10.51	0.90	1.05
0.40	1	0.851	8.94	10.51	0.89	1.05
0.60	1	0.847	8.17	9.64	0.82	0.96
0.80	1	0.843	8.13	9.64	0.81	0.96
1.00	1	0.840	8.10	9.64	0.81	0.96
1.20	1	0.836	8.06	9.64	0.81	0.96
1.40	1	0.833	8.03	9.64	0.80	0.96
1.60	1	0.830	7.39	8.91	0.74	0.89
1.80	1	0.826	7.36	8.91	0.74	0.89
2.00	1	0.823	7.34	8.91	0.73	0.89
2.20	1	0.820	7.31	8.91	0.73	0.89
2.40	1	0.817	7.28	8.91	0.73	0.89
2.60	1	0.814	6.74	8.28	0.67	0.83
2.80	1	0.811	6.72	8.28	0.67	0.83
3.00	1	0.809	6.70	8.28	0.67	0.83
3.20	1	0.806	6.68	8.28	0.67	0.83
3.40	1	0.803	6.65	8.28	0.67	0.83
3.60	1	0.801	6.20	7.74	0.62	0.77
3.80	1	0.798	6.18	7.74	0.62	0.77
4.00	1	0.796	6.16	7.74	0.62	0.77
4.20	1	0.794	6.14	7.74	0.61	0.77
4.40	1	0.791	6.12	7.74	0.61	0.77
4.60	1	0.789	5.73	7.26	0.57	0.73
4.80	1	0.787	5.71	7.26	0.57	0.73
5.00	1	0.785	5.70	7.26	0.57	0.73
5.20	1	0.783	5.68	7.26	0.57	0.73
5.40	1	0.781	5.67	7.26	0.57	0.73
5.60	1	0.779	5.32	6.83	0.53	0.68
5.80	1	0.777	5.31	6.83	0.53	0.68
6.00	1	0.775	5.30	6.83	0.53	0.68
6.20	1	0.774	5.29	6.83	0.53	0.68
6.40	1	0.772	5.28	6.83	0.53	0.68
6.60	1	0.770	4.97	6.46	0.50	0.65
6.80	1	0.769	4.96	6.46	0.50	0.65
7.00	1	0.767	4.95	6.46	0.50	0.65

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4
TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-7.00	1.00	Meyerhof 1957	20.4

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-7.00	N1,60=1.49	Wolff (1989) N160	27.55

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-7.00	1.00	Bowles (1982) Sabbia Media	---

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-7.00	1.00	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	29.52

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-7.00	1.00	Classificazione A.G.I	SCIOLTO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-7.00	1.00	Terzaghi-Peck 1948	1.36

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-7.00	1.00	Terzaghi-Peck 1948	1.85

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-7.00	1.00	(A.G.I.)	0.35

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-7.00	1.00	Ohsaki (Sabbie pulite)	65.00

Liquefazione

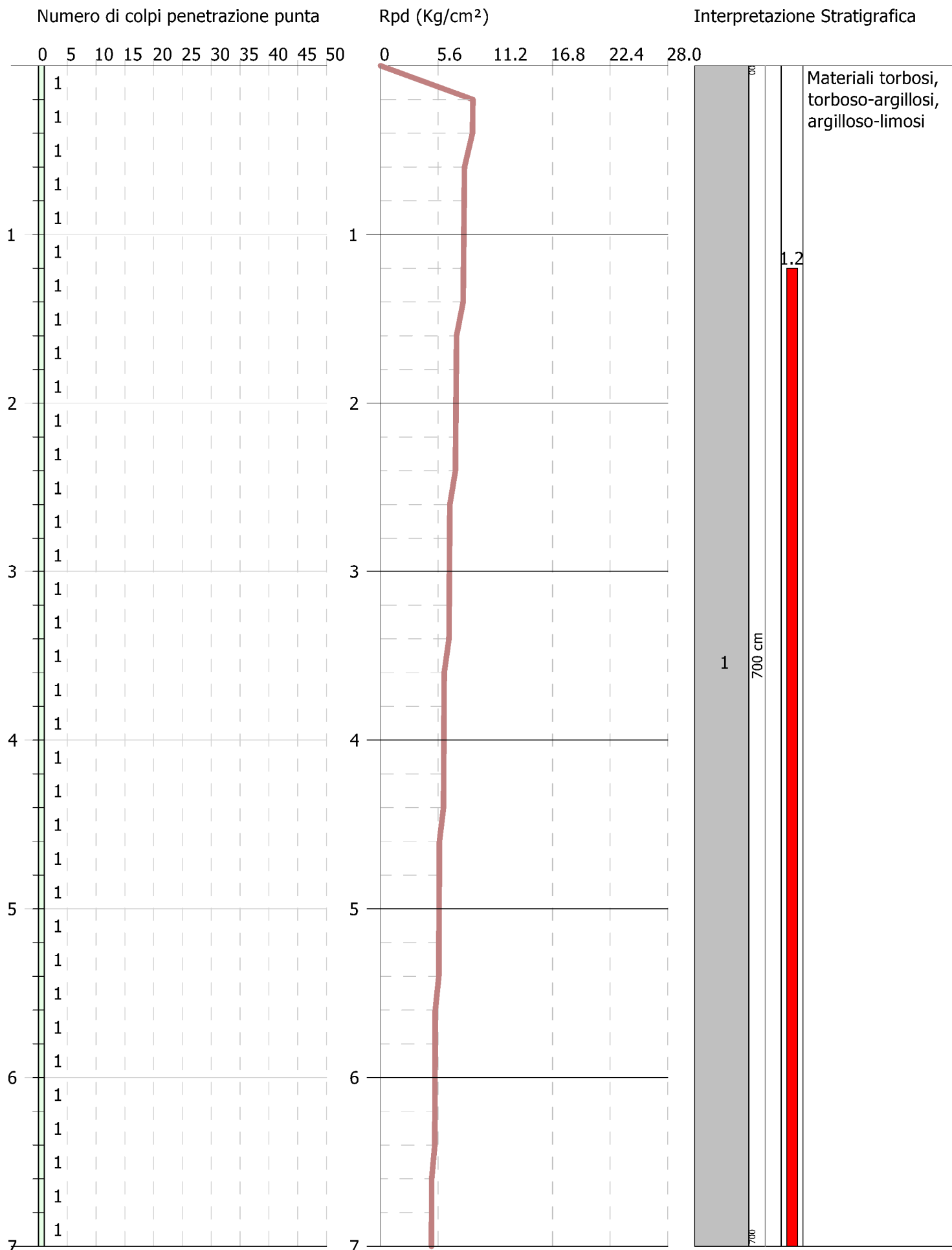
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-7.00	1.00	Seed e Idriss (1971)	0.275

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-7.00	1.00	Navfac 1971-1982	0.02

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-7.00	1.00	Robertson 1983	2.00



Prova n. 5

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	1	0.855	8.98	10.51	0.90	1.05
0.40	1	0.851	8.94	10.51	0.89	1.05
0.60	1	0.847	8.17	9.64	0.82	0.96
0.80	1	0.843	8.13	9.64	0.81	0.96
1.00	1	0.840	8.10	9.64	0.81	0.96
1.20	1	0.836	8.06	9.64	0.81	0.96
1.40	1	0.833	8.03	9.64	0.80	0.96
1.60	1	0.830	7.39	8.91	0.74	0.89
1.80	1	0.826	7.36	8.91	0.74	0.89
2.00	1	0.823	7.34	8.91	0.73	0.89
2.20	1	0.820	7.31	8.91	0.73	0.89
2.40	1	0.817	7.28	8.91	0.73	0.89
2.60	1	0.814	6.74	8.28	0.67	0.83
2.80	1	0.811	6.72	8.28	0.67	0.83
3.00	1	0.809	6.70	8.28	0.67	0.83
3.20	1	0.806	6.68	8.28	0.67	0.83
3.40	1	0.803	6.65	8.28	0.67	0.83
3.60	1	0.801	6.20	7.74	0.62	0.77
3.80	1	0.798	6.18	7.74	0.62	0.77
4.00	1	0.796	6.16	7.74	0.62	0.77
4.20	1	0.794	6.14	7.74	0.61	0.77
4.40	1	0.791	6.12	7.74	0.61	0.77
4.60	1	0.789	5.73	7.26	0.57	0.73
4.80	1	0.787	5.71	7.26	0.57	0.73
5.00	1	0.785	5.70	7.26	0.57	0.73
5.20	1	0.783	5.68	7.26	0.57	0.73
5.40	1	0.781	5.67	7.26	0.57	0.73
5.60	1	0.779	5.32	6.83	0.53	0.68
5.80	1	0.777	5.31	6.83	0.53	0.68
6.00	1	0.775	5.30	6.83	0.53	0.68
6.20	1	0.774	5.29	6.83	0.53	0.68
6.40	1	0.772	5.28	6.83	0.53	0.68
6.60	1	0.770	4.97	6.46	0.50	0.65
6.80	1	0.769	4.96	6.46	0.50	0.65
7.00	1	0.767	4.95	6.46	0.50	0.65
7.20	1	0.766	4.94	6.46	0.49	0.65
7.40	1	0.764	4.93	6.46	0.49	0.65
7.60	1	0.763	4.67	6.12	0.47	0.61
7.80	1	0.761	4.66	6.12	0.47	0.61
8.00	1	0.760	4.65	6.12	0.47	0.61

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltaiche della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-8.00	1.00	Meyerhof 1957	20

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-8.00	N1,60=1.49	Wolff (1989) N160	27.55

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-8.00	1.00	Bowles (1982) Sabbia Media	---

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-8.00	1.00	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	29.52

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-8.00	1.00	Classificazione A.G.I	SCIOLTO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-8.00	1.00	Terzaghi-Peck 1948	1.36

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-8.00	1.00	Terzaghi-Peck 1948	1.85

Modulo di Poisson

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-8.00	1.00	(A.G.I.)	0.35

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-8.00	1.00	Ohsaki (Sabbie pulite)	65.00

Liquefazione

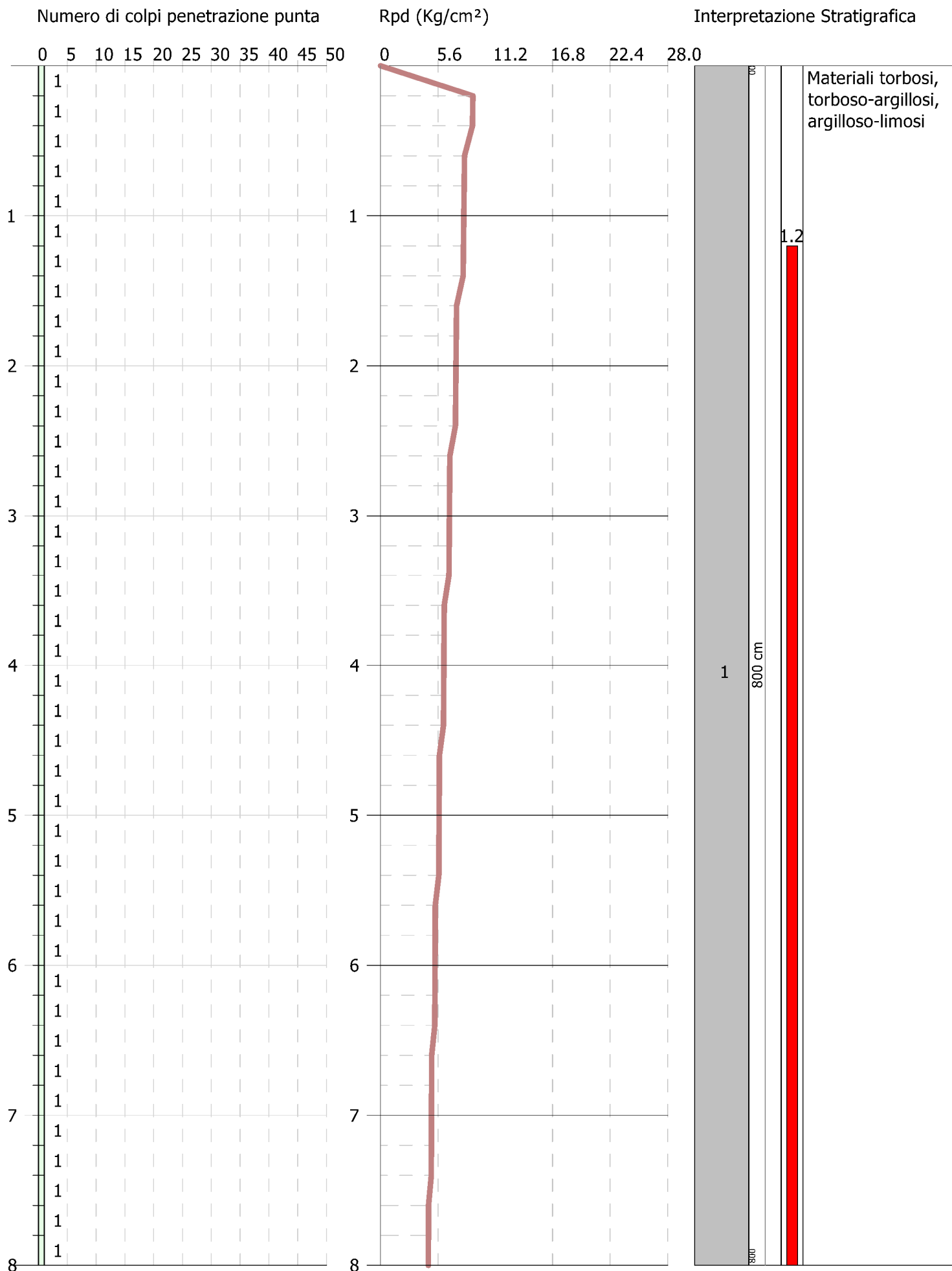
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-8.00	1.00	Seed e Idriss (1971)	0.268

Coefficiente spinta a Riposo

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K0
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-8.00	1.00	Navfac 1971-1982	0.02

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-8.00	1.00	Robertson 1983	2.00



Materiali torbosi,
torboso-argillosi,
argilloso-limosi

1

800 cm

1.2

800

Per una migliore consultazione dei dati vengono di seguito riportate delle tabelle di sintesi.

Prova n° 1

<i>Strato</i>	<i>Prof. Strato (m)</i>	<i>Nspt</i>	<i>Peso unità di volume (t/m³)</i>	<i>Peso unità di volume saturo (t/m³)</i>	ϕ°	<i>Modulo Edometrico (Kg/cmq)</i>	<i>Modulo Poisson</i>	<i>Modulo di Taglio (kg/cmq)</i>
1	9.20	1	1.36	1.85	28	29.52	0.35	65.00

Prova n°2

<i>Strato</i>	<i>Prof. Strato (m)</i>	<i>Nspt</i>	<i>Peso unità di volume (t/m³)</i>	<i>Peso unità di volume saturo (t/m³)</i>	ϕ°	<i>Modulo Edometrico (kg/cmq)</i>	<i>Modulo Poisson</i>	<i>Modulo di Taglio (kg/cmq)</i>
1	8.00	1	1.36	1.85	28	29.55	0.35	65.00

Prova n° 3

<i>Strato</i>	<i>Prof. Strato (m)</i>	<i>Nspt</i>	<i>Peso unità di volume (t/m³)</i>	<i>Peso unità di volume saturo (t/m³)</i>	ϕ°	<i>Modulo Edometrico (kg/cmq)</i>	<i>Modulo Poisson</i>	<i>Modulo di Taglio (kg/cmq)</i>
1	5.20	2	1.37	1.85	28	31.57	0.35	124.70

Prova n° 4

<i>Strato</i>	<i>Prof. Strato (m)</i>	<i>Nspt</i>	<i>Peso unità di volume (t/m³)</i>	<i>Peso unità di volume saturo (t/m³)</i>	ϕ°	<i>Modulo Edometrico (kg/cmq)</i>	<i>Modulo Poisson</i>	<i>Modulo di Taglio (kg/cmq)</i>
1	7.00	1	1.36	1.85	28	29.52	0.35	65.00

Prova n° 5

<i>Strato</i>	<i>Prof. Strato (m)</i>	<i>Nspt</i>	<i>Peso unità di volume (t/m³)</i>	<i>Peso unità di volume saturo (t/m³)</i>	ϕ°	<i>Modulo Edometrico (kg/cmq)</i>	<i>Modulo Poisson</i>	<i>Modulo di Taglio (kg/cmq)</i>
1	8.00	1	1.36	1.85	28	29.52	0.35	65.00

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltaiche della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx

Sondaggio a carotaggio continuo

I dati relativi al sondaggio a carotaggio continuo sono stati forniti dal proprietario del terreno.

Nel corso della perforazione sono stati prelevati tre campioni indisturbati alle profondità rispettivamente di 1m, 3m, 6m sui quali sono state eseguite prove edometriche al fine di verificare il comportamento di tali terreni a seguito di un incremento di pressione indotta da un carico.

Dal punto di vista geo-meccanico, come evidenziato dalla descrizione stratigrafica di dettaglio (vedi paragrafo: INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE – DESCRIZIONE LITOLOGICA LOCALE), i materiali presenti nel sottosuolo si possono dividere in due zone:

- la prima va dal piano di campagna fino a circa 10 metri di profondità;
- la seconda va da 10 metri di profondità fino a 30 metri di profondità (profondità massima di indagine).

✚ La prima è caratterizzata da materiali torbosi, torboso-argillosi, argillosi-limosi che presentano scarsissima consistenza con misurazioni al pocket compresi tra 0.2 kg/cmq e 0.8 kg/cmq.

✚ La seconda è costituita da sedimenti argilloso limosi caratterizzati da un grado di consistenza medio basso con misurazioni al pocket compresi tra 1.5 kg/cmq e 2.5 kg/cmq. All'interno di tale spessore si rinvengono strati sabbiosi di spessore fino a 1.5 metri

I risultati delle prove edometriche hanno confermato le scadenti caratteristiche geo-meccaniche di tali terreni, infatti, sono stati registrati valori dei moduli di compressibilità edometrica (E) molto bassi, compresi tra 5 kg/cmq e 22 kg/cmq per l'intervallo di pressione 0.5 – 1.0 kg/cmq.

Poiché il valore più alto è stato registrato nel primo metro di sottosuolo, dove la consistenza è normalmente maggiore a causa dei fenomeni di essiccamento della coltre superficiale, il valore del modulo di compressibilità medio dei terreni può essere assunto pari a 6 kg/cmq.

Ciò significa che i terreni presenti nell'area in studio sono da ritenere molto compressibili, soggetti ad enormi cedimenti con riduzione degli spessori dei materiali interessati anche dell'ordine del 50% / 70%.

11. INDAGINE SISMICA - DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Le onde di taglio sono onde di volume il cui moto della particella associata si realizza ortogonalmente alla direzione di propagazione.

Il movimento della particella può avvenire secondo un piano orizzontale o verticale. Nel primo caso si parla di onde SH (onde di taglio polarizzate lungo un piano orizzontale), nel secondo caso si parla di onde SV (onde di taglio polarizzate lungo un piano verticale).

La velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali (V_s) è il parametro più importante nell'ambito della valutazione dell'amplificazione del moto del suolo dovuto ad un sisma.

Gli studi mirati alla determinazione del parametro V_s hanno avuto negli anni una straordinaria impennata sia in quantità che in qualità, avendo ormai riconosciuto che gli effetti di un terremoto sono legati al contrasto di impedenza sismica (prodotto tra la velocità di taglio delle onde sismiche ed il peso di volume dello strato) degli strati litologici e quindi alla diversa velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali negli stessi.

La velocità di propagazione delle onde di taglio è determinata principalmente attraverso l'esecuzione di prove sismiche tra fori ed in foro (metodo cross-hole e down hole), che consistono nella misura del tempo di primo arrivo delle onde di taglio, generate da opportune sorgenti sismiche.

Tali prove sono quelle che consentono di stimare direttamente il parametro V_s , ma è altrettanto vero che sono molto costose perché prevedono l'esecuzione ed il condizionamento di fori di sondaggio ed, inoltre, il risultato dipende in assoluto dalla perfetta esecuzione ed allestimento dei fori di sondaggio.

Il maggior interesse al parametro V_s e l'esigenza di ricavarlo rapidamente ed a minor costo ha spinto numerosi studiosi a sviluppare metodi alternativi alle prove tradizionali in foro.

Uno dei metodi alternativi sviluppati consistono nell'analisi delle onde superficiali di Rayleigh. Le nuove tecniche hanno il vantaggio di essere di rapida esecuzione, ma hanno l'inevitabile sfavore di non dare misure dirette della velocità di taglio.

Ciò perché la stima del parametro V_s si esegue attraverso il calcolo inverso della velocità di gruppo e di fase delle superficiali di Rayleigh.

Le onde superficiali sono il risultato dell'intersezione delle onde di corpo con una superficie di discontinuità fisica.

In un sismogramma le onde superficiali sono quasi sempre riconoscibili per due motivi: il primo è causa del fatto che la loro velocità è minore di quelle di volume, pertanto, il loro arrivo è sempre successivo alle onde P e S; il secondo è legato all'ampiezza, quindi all'energia associata, che è sempre considerevolmente maggiore delle onde di corpo.

Questo si deve al fatto che le onde di superficie hanno fronti cilindrici e l'ampiezza dipende dalla \sqrt{r} , mentre il fronte dell'onda delle P e S è sferico e l'ampiezza dipende da r ; per questo motivo le onde di superficie risultano particolarmente indicate per ambienti altamente attenuanti e ambienti rumorosi.

La necessità di caratterizzare dal punto di vista geotecnico le formazioni geologiche più superficiali, ovvero determinare le proprietà elastiche dei terreni (V_s , smorzamento), interessati dagli stati tensionali prodotti dalle costruzioni o dei terreni interposti tra il piano campagna ed il bedrock (volume significativo in campo sismico), ha avuto un notevole sviluppo.

In particolare, per ciò che riguarda lo studio delle onde superficiali, che nell'ambito delle prospezioni geofisiche tradizionali (rifrazione e riflessione) sono considerate rumore coerente ad alta energia, ha portato allo sviluppo di nuove tecniche di acquisizione, di elaborazione specifiche per la loro analisi e di interpretazione, che meglio hanno permesso di comprendere i fenomeni propagatori.

La ricerca condotta ha permesso di mettere a punto nuove procedure di acquisizione dati e diverse metodologie di analisi basate sulle proprietà dispersive delle onde superficiali, distinguibili in attive e passive.

Pur esistendo diverse procedure di acquisizione e di elaborazione dati le tecniche nel calcolo delle Rayleigh hanno in comune lo stesso procedimento per la definizione del parametro V_s a diverse profondità, che può essere così riassunto:

- definizione della velocità di propagazione delle onde di superficie per le diverse frequenze (curva di dispersione sperimentale);
- calcolo della curva di dispersione teorica attraverso la formulazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s (definizione del modello iniziale di velocità);
- modifica della curva teorica: cioè si variano opportunamente lo spessore H , la velocità delle onde di taglio V_s e la densità di massa degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino al raggiungimento di una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase sperimentale

(o curva di dispersione teorica) e la velocità di fase numerica (o curva di dispersione sperimentale) corrispondente al modello di suolo (processo d'inversione).

La tecnica di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) usata è di tipo attivo e la generazione delle onde superficiali viene ottenuta per mezzo di energizzazione superficiale misurando le onde di Rayleigh.

Viene di seguito riportata l'ubicazione della stesa sismica (M.A.S.W.).



Ubicazione stesa sismica

La classificazione del suolo è convenzionalmente eseguita sulla base della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio entro una certa profondità: dove V_i e h_i sono la velocità delle onde di taglio verticali e lo spessore dello strato i -esimo.

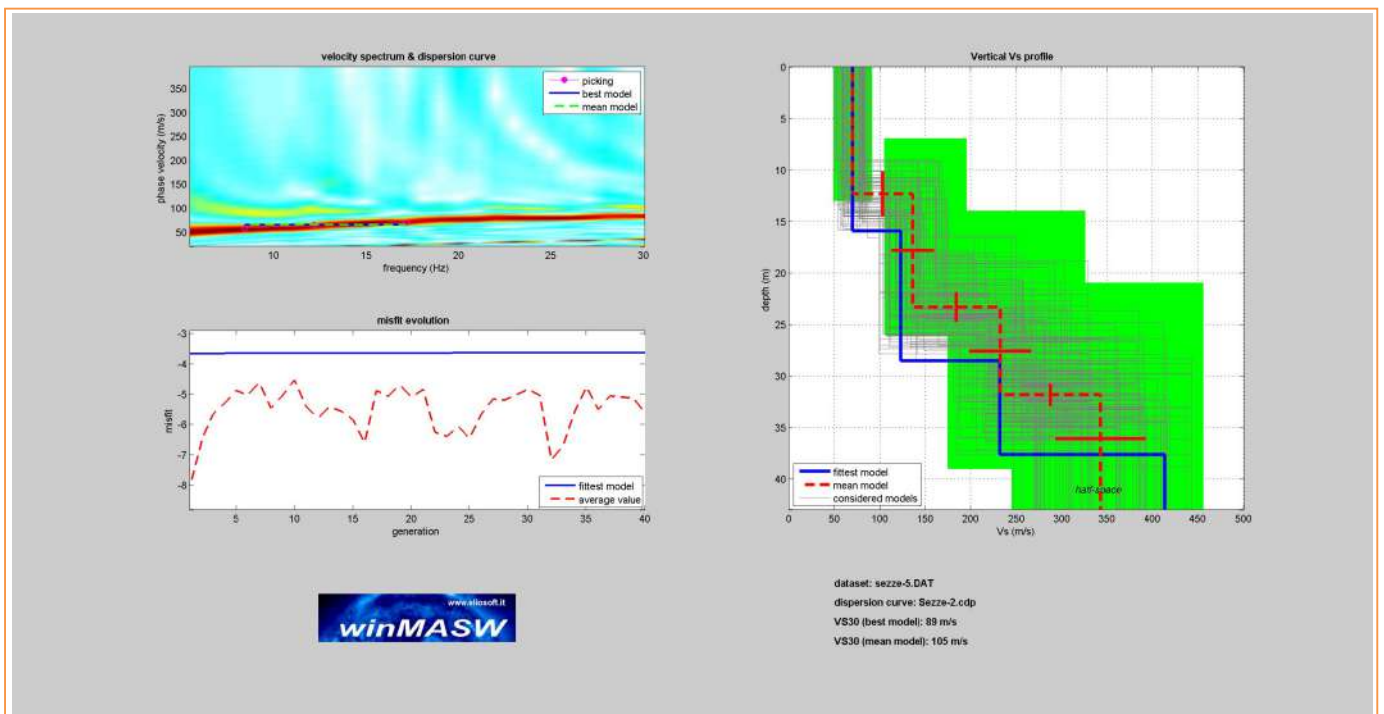
Per l'esecuzione della stesa sismica sono stati utilizzati 12 geofoni da 4.5 Hz posizionati a distanza l'uno dall'altro di 2 metri, l'energizzazione è stata effettuata utilizzando una mazza da 8 kg ed è stata ripetuta con offset di 2 e 5 metri.

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltaiche della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx

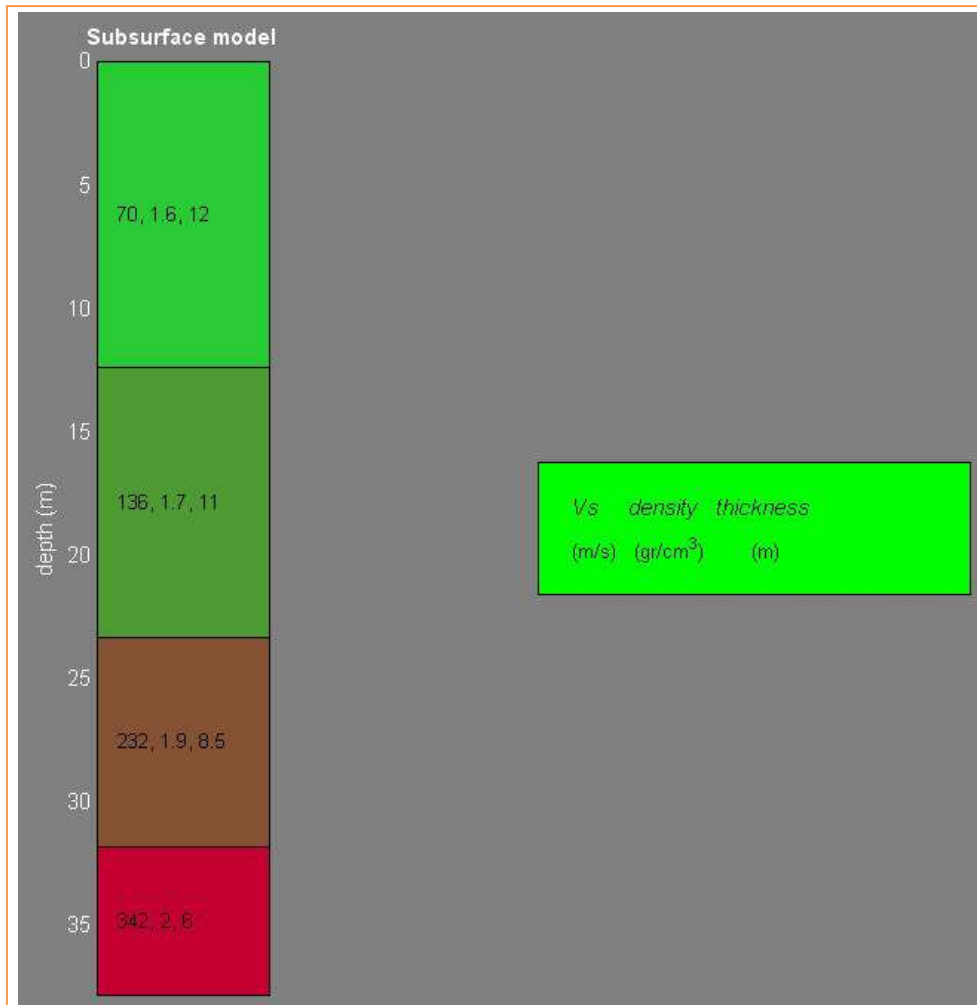
Per l'elaborazione dei dati è stato utilizzato il programma winMASW versione 4.1 Pro, utilizzando la lettura con offset 5 metri.

Nella tabella di seguito allegata sono riportati i valori ottenuti:

N. strato	Spessore dello strato in m	Vs in m/s	Vp in m/s
1	12.4	70	146
2	11.0	136	261
3	8.5	232	494
4	Inf.	342	770



Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltache della potenza di 46,16 MWP e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx



Il valore della Vs30 calcolato risulta pari a **105 m/s** ed il terreno (§ 3.2.2 NTC18: Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo) può essere collocato, secondo la normativa vigente, **in classe D**, essendo: **Tipo D** - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.

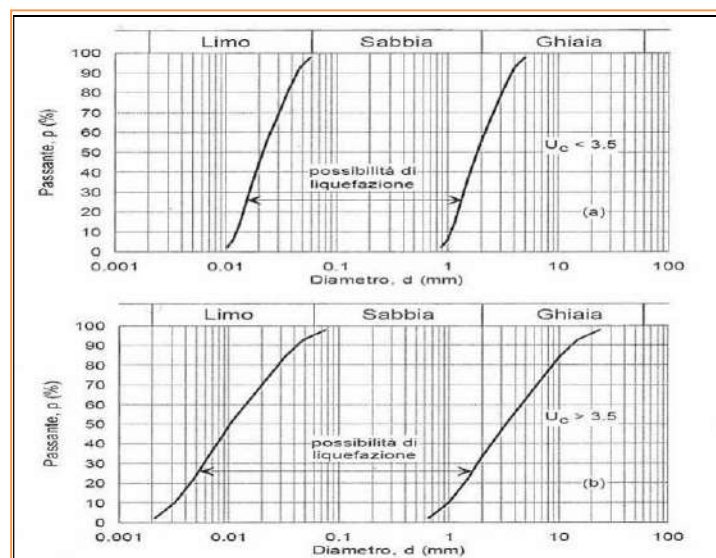
Per quanto concerne la categoria Topografica, come da Tab. 3.2. III del D.M. 17.01.2018, riportata di seguito, la superficie topografica può essere classificata in CATEGORIA T1.

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

12. LIQUEFAZIONE

Le NTC 2018, al cap. 7.11.3.4.2, stabiliscono che la verifica nei confronti della liquefazione di un terreno di fondazione possa essere omessa qualora si verifichi una delle seguenti condizioni:

1. Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.100 g;
2. Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$;
4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura sottostante (terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ e terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$).



Nel caso specifico, poiché è presente una falda superficiale intercettata alla profondità compresa tra 1.2m e 1.40m la dal piano di campagna si rende necessaria la verifica alla liquefazione.

Si riporta di seguito l'elaborazione eseguita utilizzando il programma "Dynamic Probing" della Geostru Software srl. relativa a ciascuna prova, emerge che il F_s è sempre minore di 1.

Prova P1

Liquefazione

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-9.20	1.00	Seed e Idriss (1971)	0.262

Prova P2

Liquefazione

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-8.00	1.00	Seed e Idriss (1971)	0.268

Prova P3

Liquefazione

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	2.00	0.00-5.20	2.00	Seed e Idriss (1971)	0.449

Prova P4

Liquefazione

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-7.00	1.00	Seed e Idriss (1971)	0.275

Prova P5

Liquefazione

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Fs liquefazione
Strato (1) Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi	1.00	0.00-8.00	1.00	Seed e Idriss (1971)	0.268

13. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

La sintesi dei dati puntuali rilevati (rilievo geologico, prove penetrometriche dinamiche e indagini geofisiche) ha permesso di elaborare il seguente **modello geologico**, schematizzato nella successiva.

Descrizione litologica dello strato	N _{SPT}	Profondità (m da p.c.)
Materiali torbosi, torboso-argillosi, argilloso-limosi Sciolto (Litotipo 1)	1	da 0 a -9.20

Tabella modello geologico

Da quanto sopra ed al fine di fornire una rapida sintesi delle eventuali criticità riscontrate, si riporta il seguente prospetto:

- **Rischio geologico:**
 - Rischio di frana attuale: assente
 - Rischio di frana potenziale: assente
 - Rischio di alluvionabilità: possibile
 - Rischio di erosione lineare accelerata: assente
 - Rischio di crollo massi: assente

- **Rischio sismico:** medio-basso
- **Rischio cavità:** assente
- **Rischio liquefazione:** possibile
- **Rischio subsidenza:** possibile
- **Rischio tettonico:** assente

Attraverso la combinazione delle informazioni riassunte nella tabella sovrastante e dei dati provenienti dalle indagini in precedenza descritte, è possibile descrivere il modello geotecnico.

Definito il volume significativo come quella parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso, è possibile descriverne il comportamento attraverso il **modello geotecnico**, nel quale i valori nominali dei parametri geotecnici sono stati trasformati nei rispettivi **valori caratteristici (k)** degli stessi, così come richiesto al § 6.2.2 delle NTC18 e della Circolare.

I valori caratteristici sono stati calcolati utilizzando il programma C.V. Soil della della Geostru Software srl.. Il programma C.V. Soil dispone di modelli statistici che seguono i principi degli Eurocodici e delle norme tecniche, attraverso i quali, anche su campioni molto dispersi è possibile fare una stima accurata del valore caratteristico del parametro in analisi.

<i>Strato</i>	<i>Prof. Strato (m)</i>	<i>Peso di volume naturale (KN/m³)</i>	<i>Peso di volume saturo (KN/m³)</i>	Φ°	<i>Poisson</i>
Litotipo 1	9.20	13.37	18.14	27	0.34

14. VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

Una breve descrizione della sismicità storica del Comune di Sezze è riportata nelle pagine precedenti del presente lavoro.

Per un sisma con un periodo di ritorno (T_R) di 50 anni e probabilità di superamento (P_{VR}) pari al 10%, questo valore è generalmente compreso nel range 0,050 – 0,075 Ag/g (INGV: “Mappa della pericolosità sismica del territorio”).

Per la valutazione della pericolosità sismica, variabile in funzione delle coordinate geografiche, e la determinazione dei parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite è stato utilizzato il programma Geostru PS.

Le coordinate geografiche della zona in esame, riferite all'ellissoide ED50, sistema di riferimento utilizzato per la carta di pericolosità dell'INGV sono:

Latitudine:	ϕ_{ED50}	41.453931
Longitudine:	λ_{ED50}	13.098624

Per il calcolo dei coefficienti è stata ipotizzata:

- un'opera di “Classe III”;
- una Classe di Suolo di tipo “D”;
- una Categoria Topografica “T1”;
- una vita nominale V_N pari a 50 anni;
- un Coefficiente $C_u=1,5$;
- vita di riferimento $V_R = V_N \times C_u = 75$ anni.

Ai quattro stati limite, Stato limite di immediata operatività (SLO), Stato limite di danno (SLD), Stato limite di salvaguardia della vita (SLV) e Stato limite di prevenzione del Collasso (SLC) sono stati attribuiti (v. Tabella 3.2.1 delle NTC18) i valori della probabilità di superamento P_{Vr} nel

periodo di riferimento, pari rispettivamente a 81%, 63%, 10% e 5%, cui corrispondono periodi di ritorno di anni 45, 75, 712, 1462.

I parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite sono riportati nella tabella che segue.

Stato limite	T_r (anni)	a_g (g)	F_o	T_c^* (s)
SLO	45	0,040	2,557	0,277
SLD	75	0,048	2,581	0,301
SLV	712	0,086	2,867	0,415
SLC	1462	0,101	2,940	0,460

Parametri di azione sismica del sito in esame per i diversi stati limite

15. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dalle considerazioni e valutazioni esposte nelle pagine precedenti di carattere litologico, stratigrafico, strutturale, idrogeologico e geomorfologico si può sintetizzare come segue:

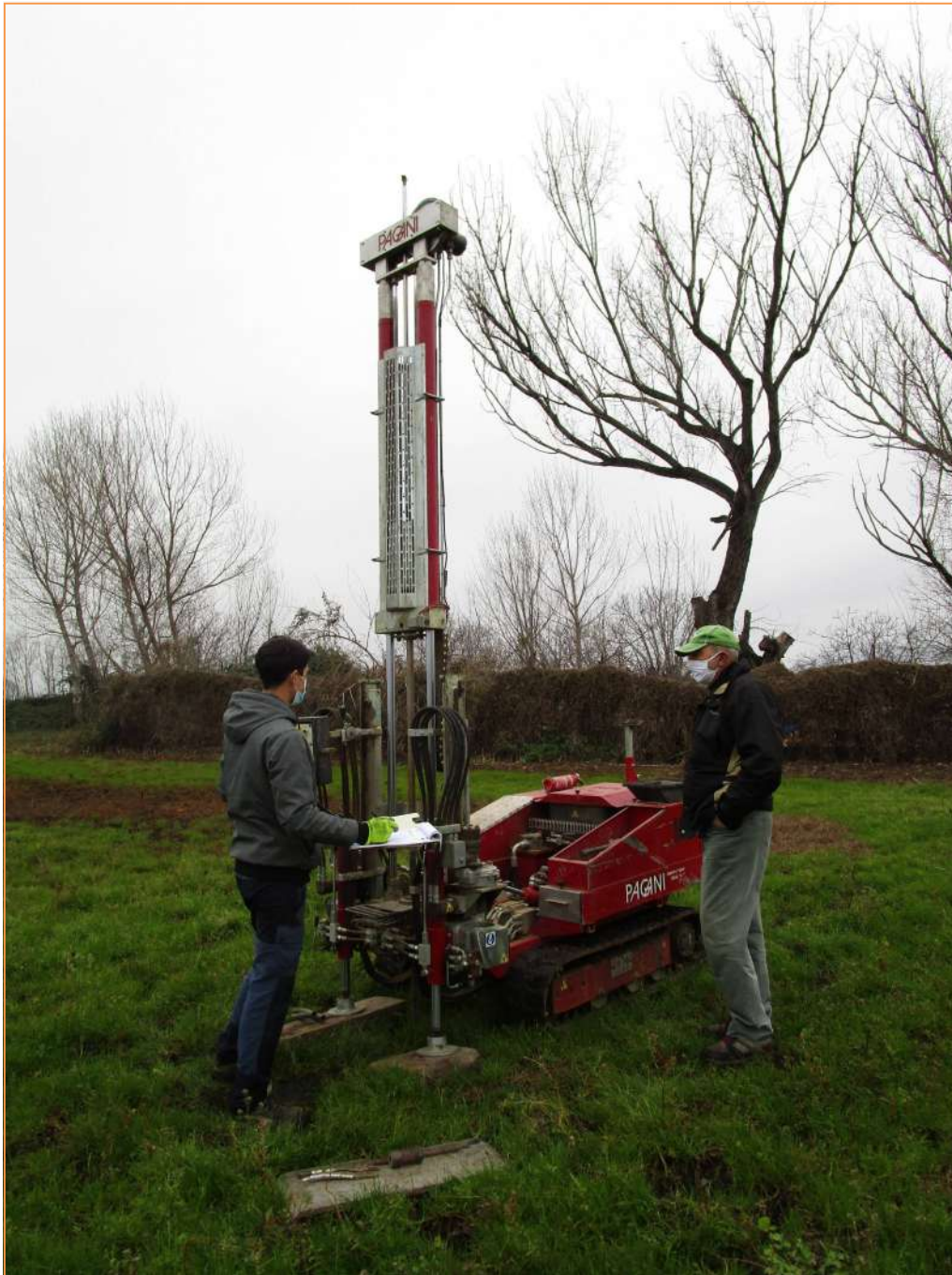
- Il sito di intervento non risulta gravato da vincoli di natura ostativa. Come esposto nel paragrafo 5 dallo stralcio della Tavola 2.08 Sud delle “Aree Sottoposte a Tutela per Pericolo di Frana e d’inondazione” dell’ex A.B.R. si evince che l’area in studio rientra in “Aree di attenzione idraulica”, mentre nelle mappe di pericolosità e di rischio dell’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Centrale l’area di progetto non risulta interessata né da classi a pericolosità né da classi a rischio. Solamente lungo il Canale Nuovo Selcella viene individuata una fascia a rischio da R2 (Rischio medio) a R1 (Rischio moderato o nullo) e relativa pericolosità da P2 (Media probabilità – alluvioni poco frequenti) a P1 (bassa probabilità – alluvioni rare di estrema intensità) derivanti da un danno potenziale medio D2 (Beni esposti – Serie Da) per presenza di un agricolo specializzato.
- L’assetto morfologico locale risulta pianeggiante, non sono stati osservati fenomeni di dissesto in atto recenti e/o antichi.
- L’area di intervento, come da Delibera di Giunta Regione Lazio n. 387 del 22.05.2009, è classificata come appartenente alla zona sismica 3B;
- L’indagine sismica, consistita nell’esecuzione di una prova con tecnica di misurazione attiva di tipo M.A.S.W. ha consentito di determinare il valore medio della V_{S30} (**105 m/s**) e di classificare il terreno (§ 3.2.2 NTC18: Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l’utilizzo dell’approccio semplificato*) **in classe D** essendo: “*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s*”.
- L’esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche ha permesso di definire i parametri fisico – meccanici dei terreni di fondazione.

Per quanto riguarda la caratterizzazione fisico meccanica e sismica dei terreni di fondazione si tiene a precisare che trattasi di una caratterizzazione preliminare e che i dati forniti non soddisfano quanto previsto dalle NTC18 e il Regolamento Regionale di cui alla DGR n. 189 del 13.04.2021.

In una fase successiva sarà necessario provvedere all'esecuzione di indagini puntuali come previsto dalla vigente normativa in materia.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltaiche della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione,
sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx



Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltaiche della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx



Prove penetrometriche

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltache della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx



Stesa sismica

Realizzazione ed esercizio di un impianto su serre agrivoltaiche della potenza di 46,16 MWp e delle opere di connessione, sito nel Comune di Sezze(LT), loc. Via Migliara, 48 sx