

REGIONE VENETO
PROVINCIA DI VERONA
COMUNE DI VALEGGIO SUL MINCIO

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
DENOMINAZIONE : VANTI
LOCALITA': PACE

P.U.A. ai sensi della L.R. 11/04 art. 19, punto , lett. A)

P.d.C. per opere di urbanizzazione ai sensi del D.P.R. 380/01, art. 3 lett e.2)

RELAZIONE GEOLOGICA CON NOTE GEOTECNICHE
RELAZIONE SISMICA

Ditta Committente:

VANTI S.R.L.S

LOC. CAMPAGNAZZA – 46045 MARMIROLO (MANTOVA)

SITO D'INTERVENTO : LOC. PACE – 37067 VALEGGIO SUL MINCIO (VERONA)

Per incarico di Explogeo s.a.s

EXPLOGEO
di Ampelio Cagalli & C. s.a.s.



dott. geol. Luca Zandoni



dott. geol. Ampelio Cagalli



SOMMARIO

DATI DELL'INTERVENTO	pag. 3
RELAZIONE GEOLOGICA	pag. 7
1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO	pag. 7
1.1 Ubicazione e topografia.....	pag. 7
1.2 Destinazione d'uso dell'area.....	pag. 8
1.3 Unità geologiche, litologiche, strutturali	pag. 9
1.4 Forme del terreno e processi geomorfologici.....	pag. 13
1.5 Idrografia	pag. 14
1.6 Idrogeologia e caratterizzazione degli acquiferi.....	pag. 15
1.7 Sicurezza idraulica e vincoli	pag. 17
2. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI PRESENTI.....	pag. 18
2.1 Parametri geotecnici – valori orientativi	pag. 18
3. VALUTAZIONI CONCLUSIVE DI CARATTERE GEOLOGICO	pag. 20
RELAZIONE SISMICA	pag. 21
1. ASPETTI GEODINAMICI E SISMICITA'.....	pag. 21
1.1 Zonazione sismica	pag. 21
1.2 Indagine sismica per determinazione della categoria del suolo di fondazione ..	pag. 22
1.3 Dati sismici per le verifiche agli stati limite	pag. 31
1.4 Liquefazione dei terreni	pag. 32
2. VALUTAZIONI CONCLUSIVE DI CARATTERE SISMICO.....	pag. 32
COMPATIBILITA' E FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO	pag. 33

DATI DELL'INTERVENTO

Il presente scritto è stato redatto al fine di caratterizzare dal punto di vista geologico, geotecnico e sismico un'area sottoposta a cambio di destinazione d'uso.

Il progetto proposto dalla Ditta Vanti srls è finalizzato alla richiesta di Variante Urbanistica Suap ai sensi del D.P.R 160/2010 e L.R 55/2012 per il cambio di destinazione d'uso di un'area da agricola di cava ad area produttiva con conferma dell'impianto di lavorazione inerti.

La superficie complessiva dell'area interessata dal progetto è indicata dai Progettisti in m² 47.953; nelle pagine successive, a titolo di "visione generale deiluoghi", si propongono alcune planimetrie di progetto nelle quali sono indicati gli interventi previsti; ovviamente per i dettagli tecnico-progettuali si rimanda senz'altro agli elaborati predisposti dai Progettisti.

Di seguito si propongono due foto aeree nelle quali è individuata l'area d'intervento.

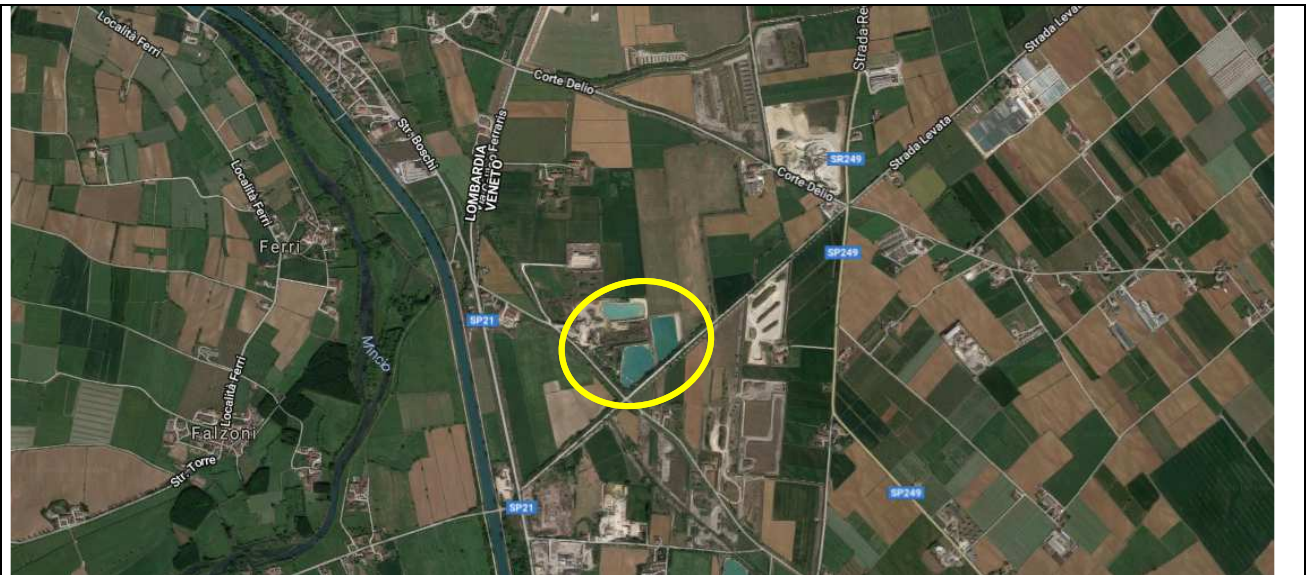
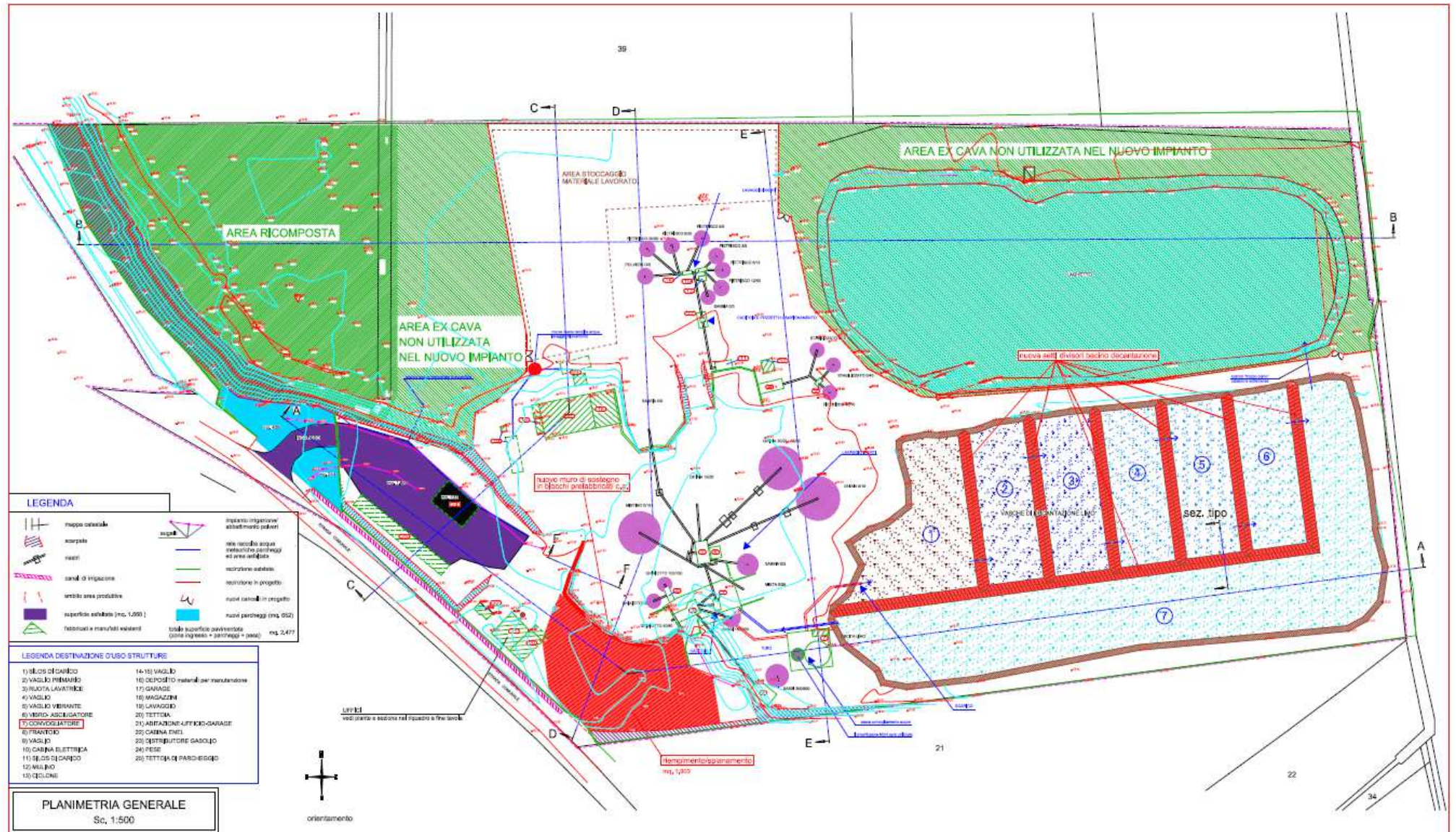

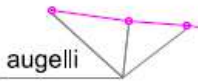


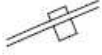










Foto aerea con ubicata l'area di intervento e dettaglio della stessa



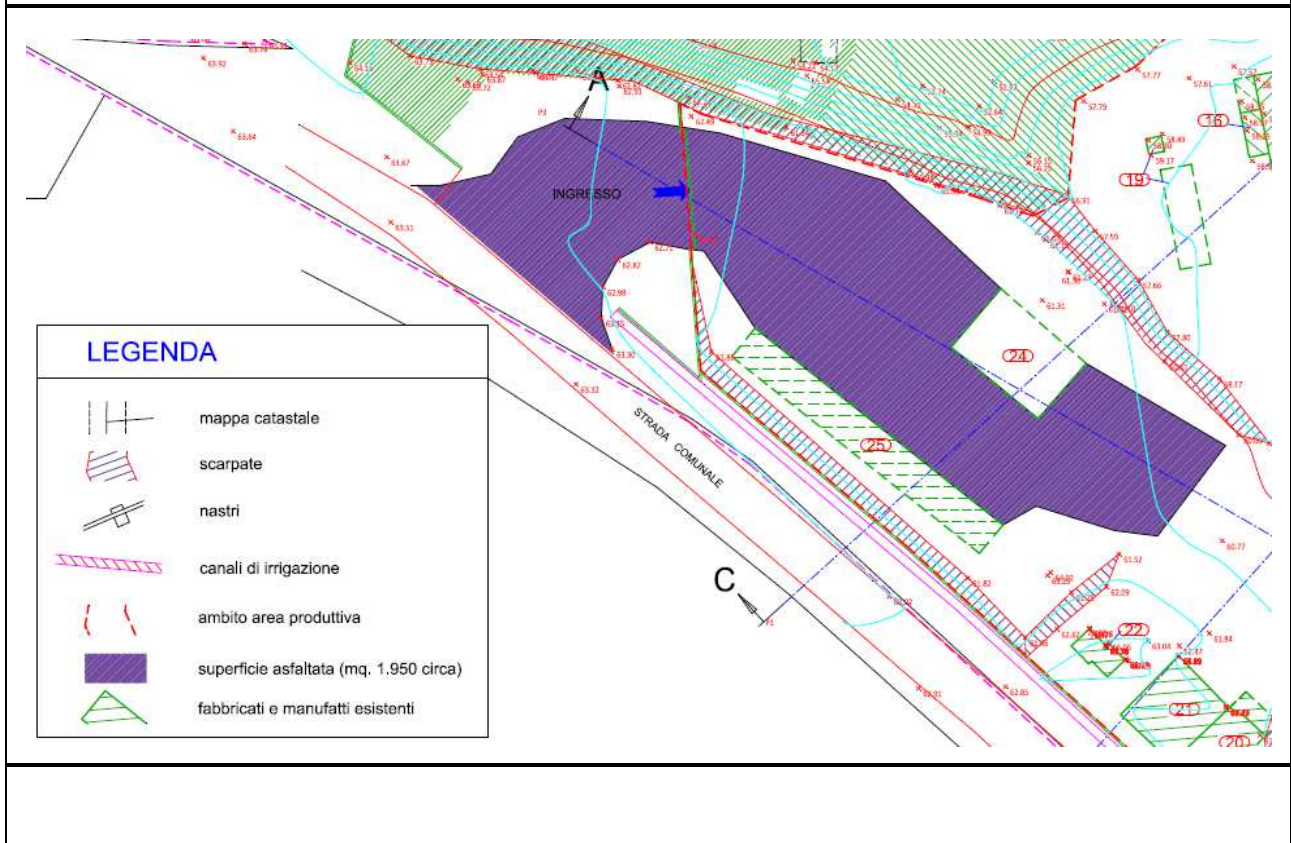
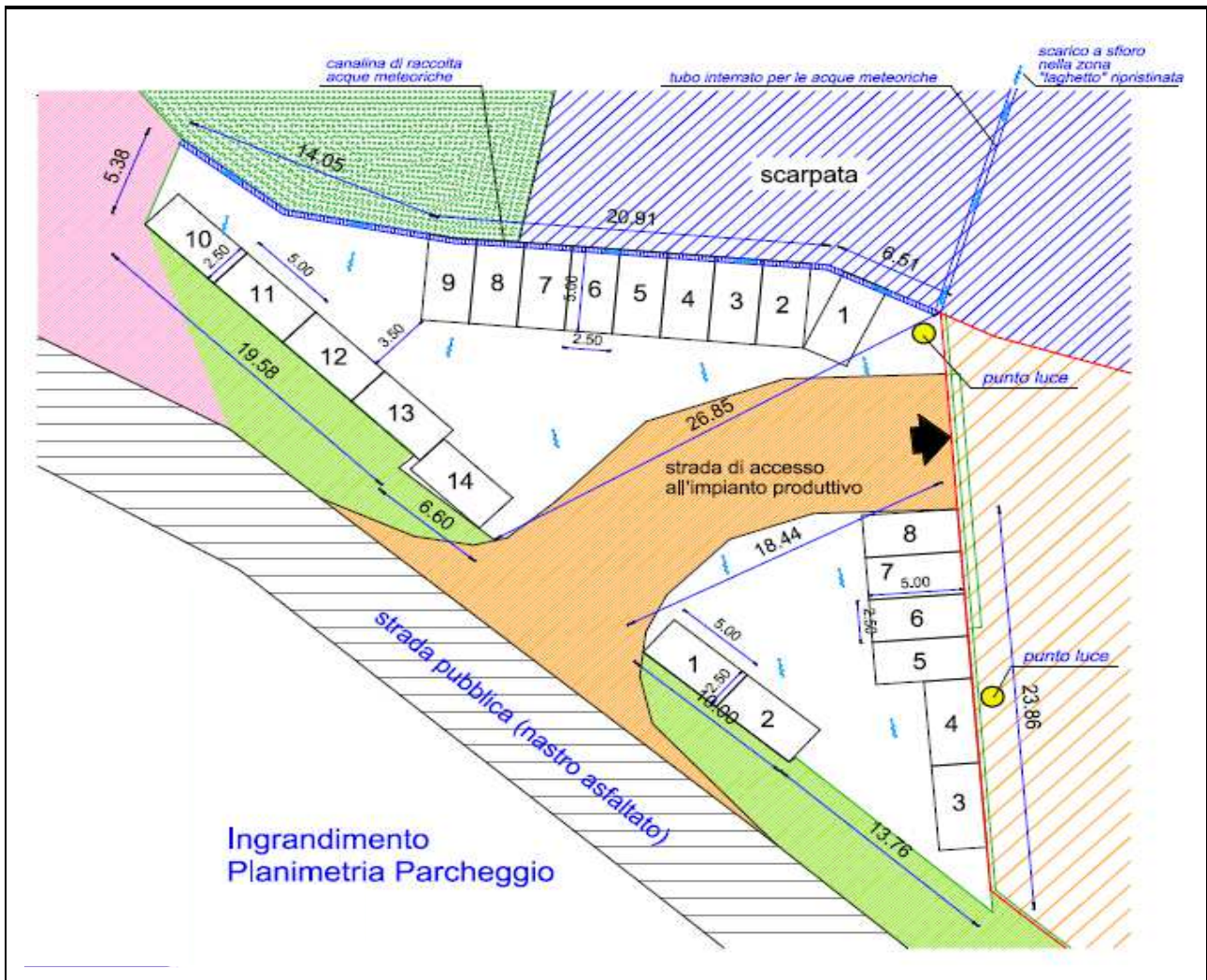


Planimetria con la descrizione degli interventi in progetto e la descrizione delle strutture (cfr. *legenda* pag. seguente)

	mappa catastale		impianto irrigazione/ abbattimento polveri
	scarpate		rete raccolta acque meteoriche parcheggi ed area asfaltata
	nastri		recinzione esistete
	canali di irrigazione		recinzione in progetto
	ambito area produttiva		nuovi cancelli in progetto
	superficie asfaltata (mq. 1.668)		nuovi parcheggi (mq. 652)
	fabbricati e manufatti esistenti	totale superficie pavimentata (zona ingresso + parcheggi + pesa) mq. 2,477	

LEGENDA DESTINAZIONE D'USO STRUTTURE

- | | |
|-------------------------|---|
| 1) SILOS DI CARICO | 14-15) VAGLIO |
| 2) VAGLIO PRIMARIO | 16) DEPOSITO materiali per manutenzione |
| 3) RUOTA LAVATRICE | 17) GARAGE |
| 4) VAGLIO | 18) MAGAZZINI |
| 5) VAGLIO VIBRANTE | 19) LAVAGGIO |
| 6) VIBRO- ASCIUGATORE | 20) TETTOIA |
| 7) CONVOGLIATORE | 21) ABITAZIONE-UFFICIO-GARAGE |
| 8) FRANTOIO | 22) CABINA ENEL |
| 9) VAGLIO | 23) DISTRIBUTORE GASOLIO |
| 10) CABINA ELETTRICA | 24) PESE |
| 11) SILOS DI CARICO | 25) TETTOIA DI PARCHEGGIO |
| 12) MULINO | |
| 13) CICLONE | |



RELAZIONE GEOLOGICA

(NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI D.M. 14.01.2008 E S.M.I.
CIRCOLARE 2 FEBBRAIO 2009 N. 617 C.S.LL.PP.)

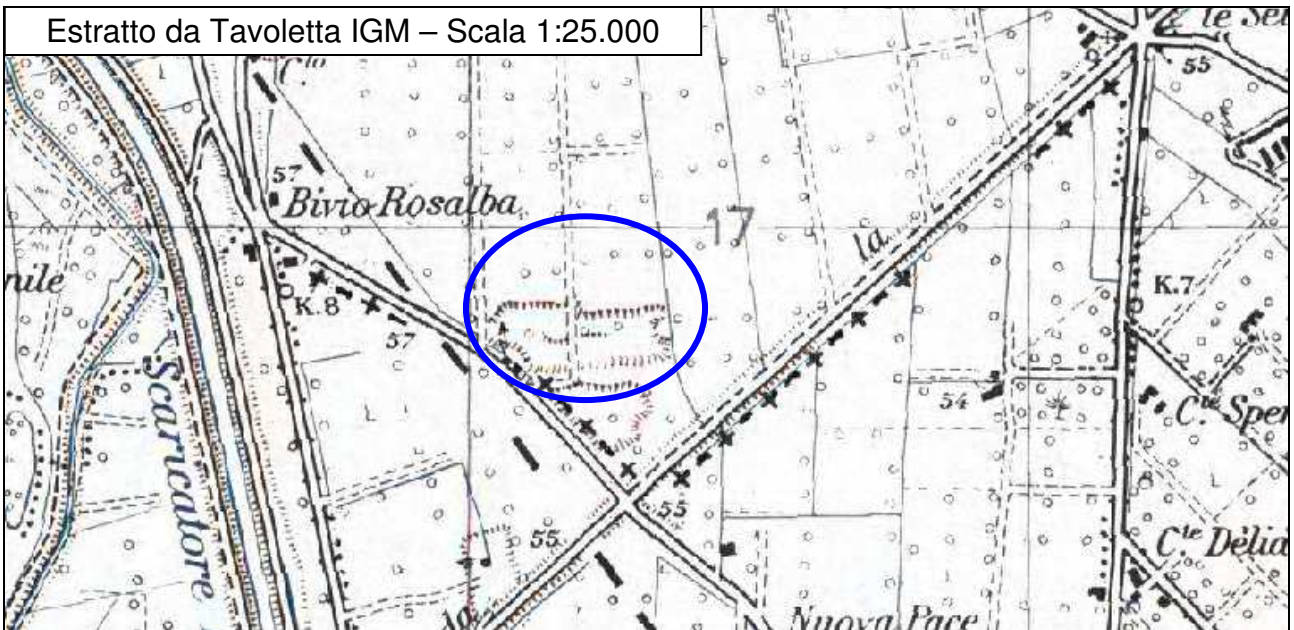
1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA D'INTERVENTO

1.1 Ubicazione e topografia

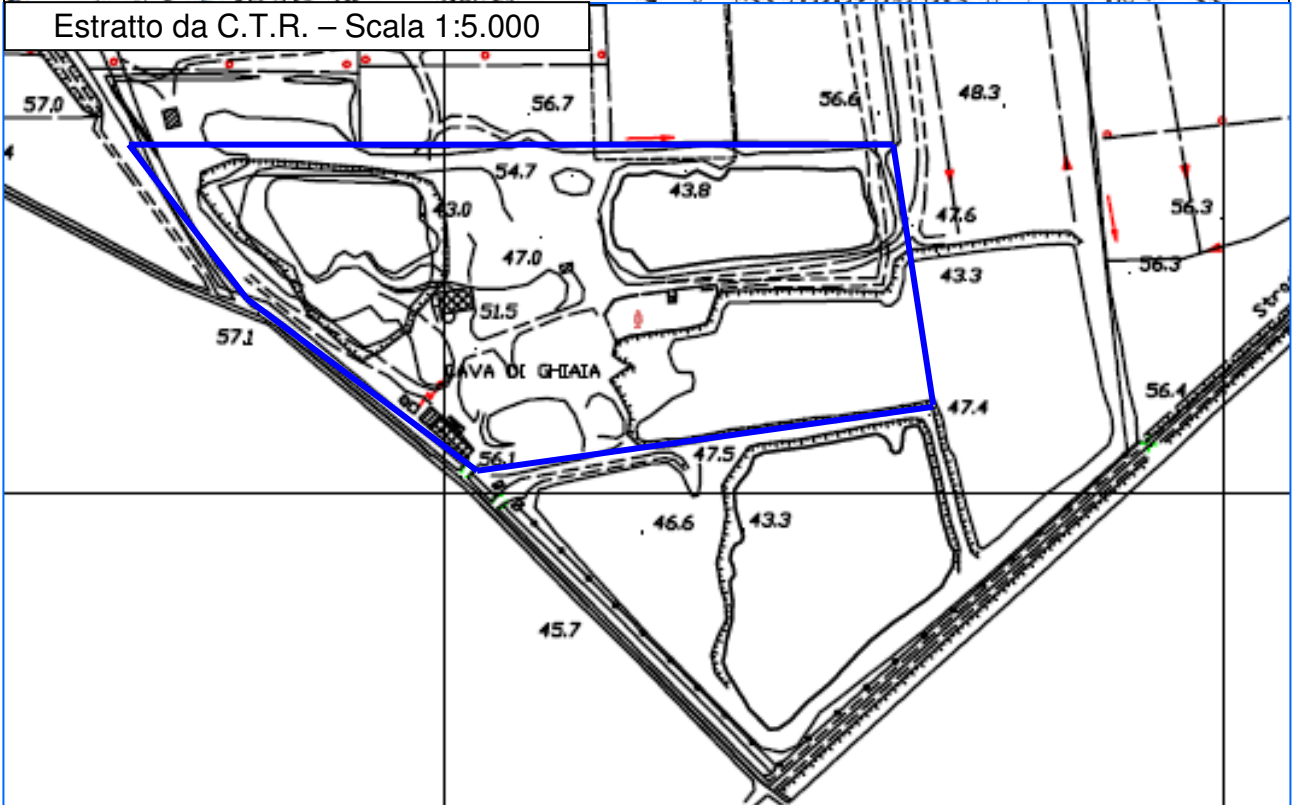
L'area oggetto del presente studio si trova nel territorio comunale di Valeggio sul Mincio (Vr) e precisamente in loc. Pace (vedi estratti cartografici seguenti).

Dal punto di vista topografico si tratta di un'area sostanzialmente pianeggiante posta alla quota originaria media di ca. 56-57 m s.l.m.m.; laddove sono state svolte attività estrattive (cave di inerti ghiaiosi) la quota attuale si individua anche a - 10 m da quella originale (vedi successivi estratti da TAVOLETTA. I.G.M. – scala 1:25.000 e da C.T.R. – scala 1:5.000).

Estratto da Tavolettta IGM – Scala 1:25.000

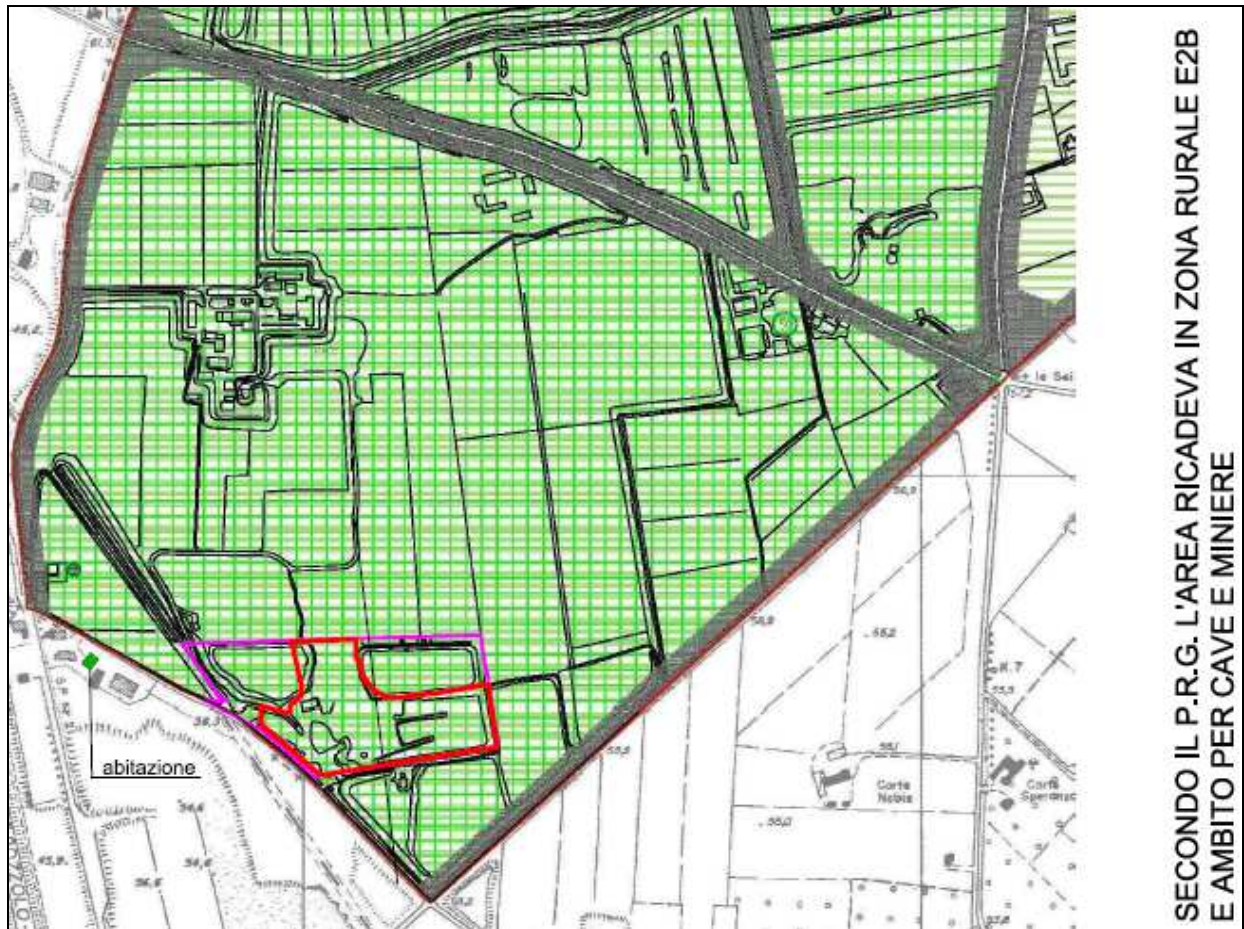


Estratto da C.T.R. – Scala 1:5.000



1.2 Destinazione d'uso dell'area

L'area di intervento è individuata nel PRG come zona agricola ed in particolare lo strumento urbanistico vigente definisce l'area come Zona E2b rurale; si riporta a seguire uno stralcio del P.R.G. vigente.



Estratto P.R.G. vigente, dettaglio non in scala. Comune di Valeggio sul Mincio (VR)

1.3 Unità geologiche, litologiche, strutturali

L'origine della pianura Padano–Veneta, quale vasto bacino sedimentario subsidente, è piuttosto recente e si fa datare al Tardo Terziario – Quaternario; in effetti durante tale intervallo di tempo il territorio veneto raggiunge gradualmente la sua attuale configurazione morfologica attraverso il lento e progressivo riempimento, ad opera dei fiumi alpini ed appenninici, del grande bacino subsidente che separava gli Appennini dalle Alpi Meridionali.

Nella bassa pianura veneta l'ambiente marino costiero durò senza notevoli interruzioni sino a 150.000 anni or sono per cui, limitatamente alla fascia più meridionale della pianura veneta, si possono rinvenire, in trasgressione sul Pliocene, sedimenti marini prevalentemente rappresentati da argille e sabbie talora ciottolose; solo in seguito, con un graduale abbassamento del livello del mare, prevalsero i depositi continentali in facies clastica.

Per quanto riguarda specificamente la Pianura Veronese, la dinamica fluviale dell'Adige ha rappresentato, e tuttora rappresenta, l'elemento determinante nella costituzione fisica e nell'assetto litostratigrafico del suolo e sottosuolo; nel dominio territoriale di tale corso d'acqua si sono alternate nel tempo e nello spazio fasi prettamente deposizionali a fasi spiccatamente erosive, originando in tal modo un vastissimo conoide alluvionale.

L'estensione di quest'ultimo è notevole, avendo come limiti geomorfologici il corso attuale del Fiume Tione ad occidente, le propaggini dei Monti Lessini a Nord e le alluvioni del Po a meridione.

Il lembo di pianura veronese compreso fra le propaggini più meridionali delle Prealpi ed il corso attuale del Fiume Po può essere suddiviso, procedendo da NW verso SE, in tre unità geomorfologiche contigue: il *conoide antico dell'Adige*, il *piano di divagazione dell'Adige* stesso e la *pianura alluvionale recente* dei Fiumi Po e Adige e di altri corsi d'acqua locali.

La prima unità citata è costituita dalle alluvioni ghiaioso–sabbiose appartenenti al bacino dell'Adige e a questo chiaramente attribuibili vista la caratteristica mineralogia e petrografia dei clasti; incidono la stessa conoide due scarpate orientate grossomodo in direzione NW–SE che delimitano il piano di divagazione, dove affiorano generalmente sedimenti limosi caratterizzati da spessori modesti e poggianti comunque stratigraficamente sulle sottostanti ghiaie atesine.

L'ultima unità si individua nella zona della bassa pianura dove la scarsa pendenza, priva inoltre di brusche variazioni, ha portato alla deposizione delle frazioni più fini dei materiali in sospensione e di residui organici con formazione anche di depositi torbosi; tra i depositi sono localmente presenti anche frazioni grossolane dovute al tracimamento dei depositi sabbiosi dall'alveo dei fiumi durante le periodiche rotte degli alvei pensili naturali.

In sintesi nella sequenza stratigrafica quaternaria della pianura veronese si possono rinvenire terreni granulometricamente attribuibili sia alle classi più grossolane che alle frazioni più fini; dal punto di vista mineralogico–petrografico i clasti sono prevalentemente di tipo calcareo e dolomitico (carbonato doppio di calcio e magnesio) data la particolare petrografia delle formazioni litoidi prequaternarie affioranti nel bacino idrografico ed idrogeologico del Fiume Adige.

Uno dei principali scricatori fluvio-glaciali ed attuale affluente di sinistra del Fiume Po è rappresentato dal Fiume Mincio, emissario principale del Lago di Garda, il cui alveo attuale è individuato ca. 1 km ad ovest rispetto all'area oggetto di studio.

Il bacino idrografico del fiume Mincio, è suddiviso dal lago di Garda in due sottobacini, del Mincio a valle e del Sarca a monte.

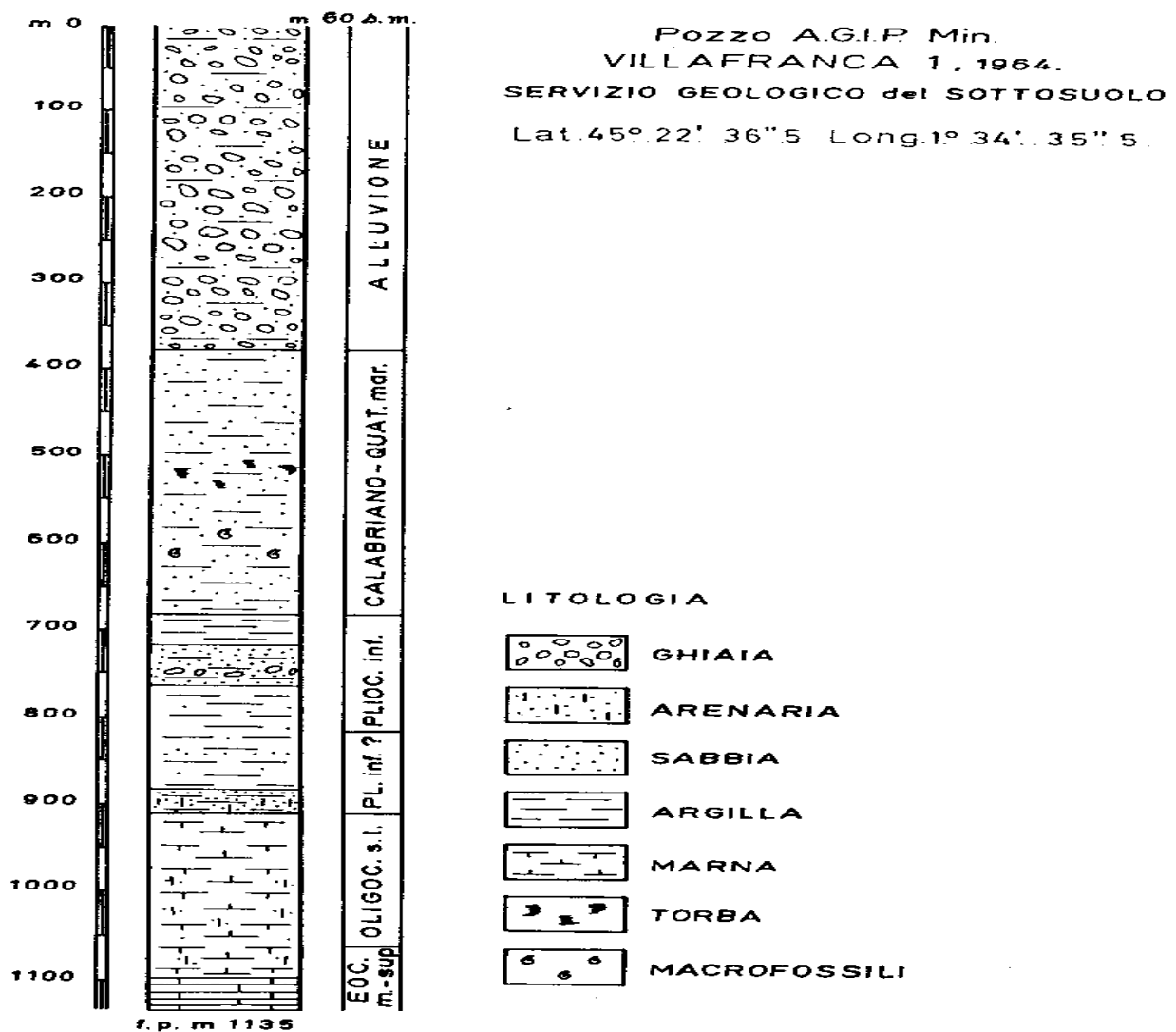
Litologicamente la parte a valle della linea che collega le località di Salò e di Garda, e per tutto il tratto sublacuale, è caratterizzata da cospicui depositi glaciali e fluvioglaciali, da depositi derivanti dall'alterazione di rocce e terreni e, nella parte più bassa del bacino, da depositi quaternari a alluvioni fluviali e lacustri.

In effetti, per quanto riguarda specificamente la Pianura Veronese, la dinamica fluviale dell'Adige ha rappresentato l'elemento determinante nella costituzione fisica e nell'assetto litostratigrafico del suolo e sottosuolo; nel dominio territoriale di tale corso d'acqua si sono alternate nel tempo e nello spazio fasi prettamente deposizionali a fasi spiccatamente erosive, originando in tal modo un vastissimo conoide alluvionale

La potenza della successione stratigrafica della pianura nell'ambito dell'area di intervento è visualizzata nella stratigrafia succezziva tratta da perforazioni AGIP eseguite nell'ambito del territorio di Villafranca ad alcuni km ad Est dell'area di intervento e ritenuta significativa dell'assetto litostratigrafico di questo settore di pianura.

Tale pozzo interessa 400 m di terreni alluvionali, specialmente fluvio-glaciali al top, prima di raggiungere il Calabriano marino.

Dato che il terrazzo in superficie appartiene al fluvioglaciale rissiano, appare evidente la potenza dei depositi fluvioglaciali dall'inizio del Donau sino al Riss.
 Il Calabriano risulterebbe trasgressivo sul Pliocene Inf., a sua volta trasgressivo sull'Oligocene; quest'ultimo appare in continuità con l'Eocene sup.



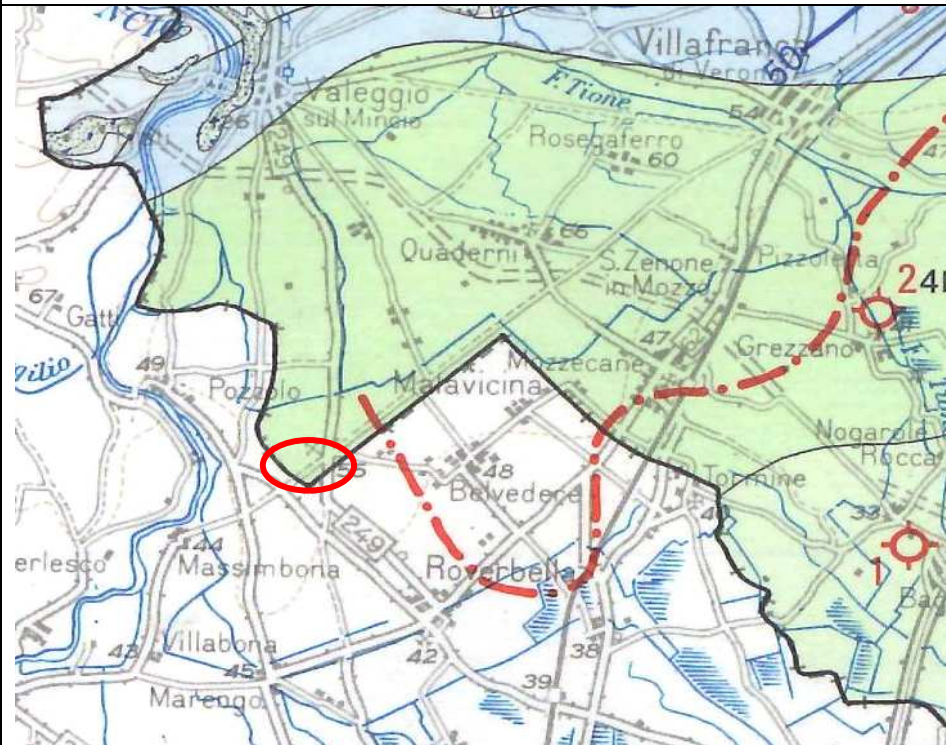
Il territorio al quale appartiene l'area d'intervento presenta in affioramento alluvioni fluvioglaciali e fluviali sciolte, appartenenti a classi granulometriche medio-grossolane, tipiche di ambienti deposizionali a media/elevata energia; queste alluvioni formano l'alta pianura a monte della zona delle risorgive e si raccordano con le cerchie moreniche maggiori dell'anfiteatro del Garda ascrivibili al Riss ed appartengono alla antica conoide dell'Adige e generalmente si presentano terrazzate.

La vasta e profonda incisione del Mincio mette in luce il profilo della parte alta della pianura nel quale si osserva chiaramente che la conoide ghiaiosa si stende sopra ad un terreno argilloso-calcareo tenacissimo che poi affiora a valle della porzione ghiaiosa, costituendo la massima parte della media e bassa pianura.

Allo sbocco del Mincio dall'anfiteatro morenico, nella zona di Veggio e dell'area in esame, si osservano terrazzi alluvionali sospesi di 12-15 m.; la sequenza stratigrafica rilevabile mostra la presenza di terreni granulometricamente attribuibili sia alle classi più grossolane che alle frazioni più fini; dal punto di vista mineralogico-petrografico i clasti sono prevalentemente di tipo calcareo e dolomitico.

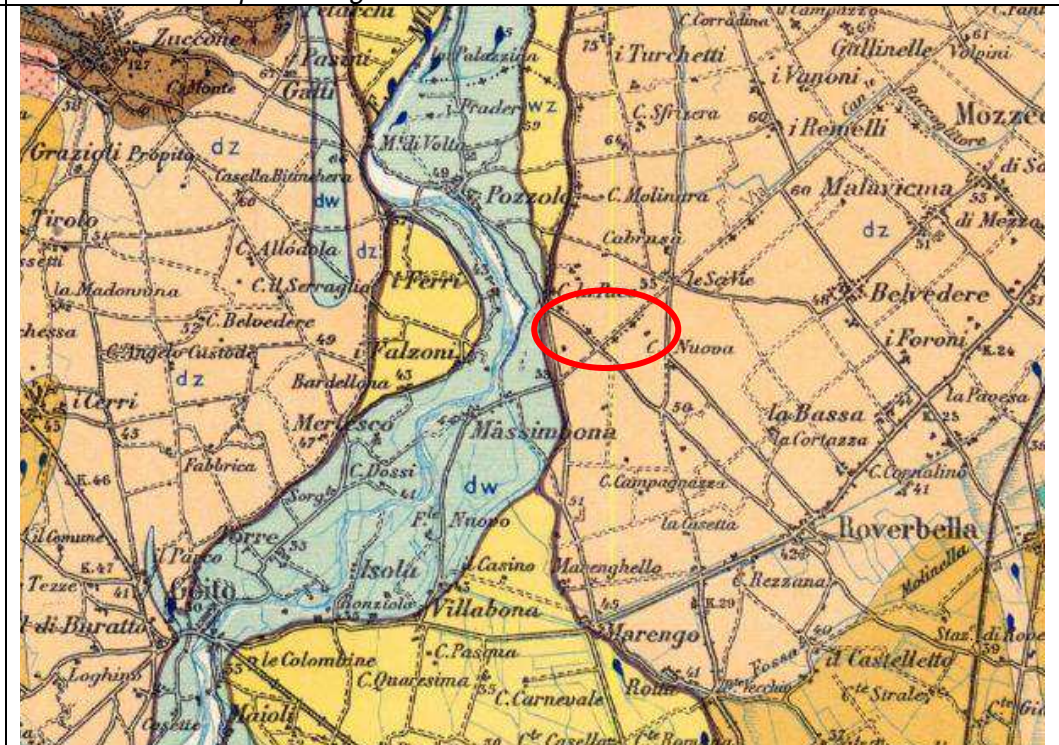
In relazione ai litotipi presenti nell'area in studio, la cartografia geologica consultata indica quanto illustrato nelle pagine seguenti.

CARTA GEOLOGICA DEL VENETO (scala 1:250.000)
 alluvioni costituite da alternanze di ghiaie e sabbie con limi ed argille – 4b



- 4a** Alluvioni fluvio-glaciali e fluviali a ghiaie e sabbie prevalenti (Quaternario)
- 4b** Alluvioni costituite da alternanze di ghiaie sabbie con limi ed argille (Quaternario)
- 1** Depositi fluvio-glaciali delle aree montane e collinari (Quaternario)
- 3** Depositi morenici (Quaternario)
- Limite settentrionale della fascia dei fontanili
- Area di intervento

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA (Foglio n. 62 – Mantova - scala 1:100.000) *terreni ghiaiosi o ciottolosi permeabili dell'alto Agro, poco ferrettizzati, terrazzati del Mincio e delle acque di disgelo – dz*




- wz** Alluvioni ghiaiose del Mincio interglaciale
- w** Morene W (Wurm) non ferrettizzate della Volta Mantovana.
- dw** Alvei di deflusso delle acque di disgelo Wurmiano; terreno sabbioso o ghiaioso più o meno vegetale, frequentemente sorgentizio.
- dz** Terreni ghiaiosi o ciottolosi permeabili dell'alto Agro, poco ferrettizzati, terrazzati del Mincio e delle acque di disgelo.
- Sorgenti
- Area d'intervento


CARTA GEOLOGICA DEL PAT DI VALEGGIO SUL MINCIO : *materiali granulari fluviali e/o fluvioglaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa più o meno addensati*




Legenda


 Confine comunale

Materiali degli accumuli di frana


 Materiali sciolti per accumulo di frana per colata o per scorrimento, a prevalente matrice fine argillosa talora inglobante inclusi lapidei con corpo di frana stabilizzato
poco permeabili per porosità


Materiali alluvionali, morenici, fluvioglaciali, lacustri, palustri

 Materiali granulari fluviali e/o fluvioglaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa più o meno addensati
molto permeabili per porosità

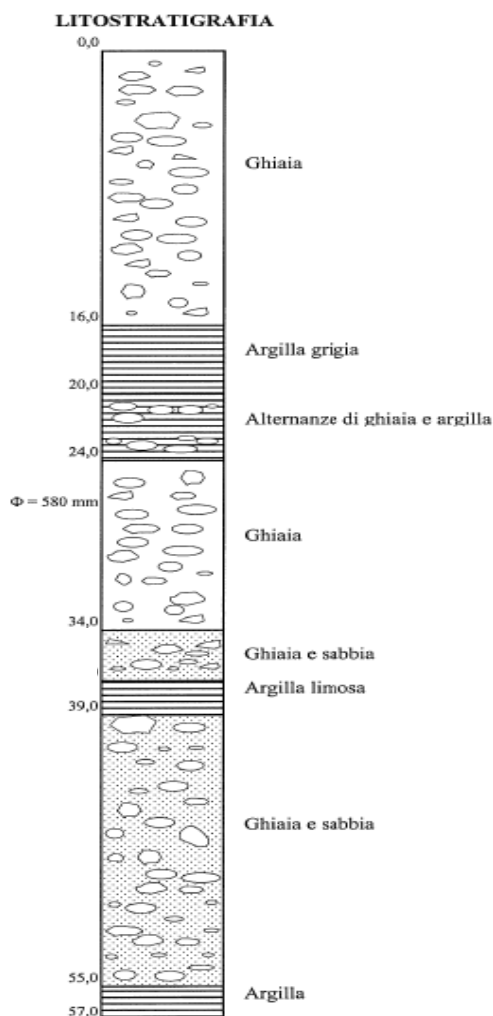
 Materiali di accumulo fluvioglaciale o morenico grossolani in matrice fine sabbiosa stabilizzati
mediamente permeabili per porosità

Materiali di deposito

 Materiali di riporto
impermeabili

 Area d'intervento

La successione litostratigrafica caratteristica dell'area d'intervento è ben rappresentata dalla successiva stratigrafia dedotta dalla perforazione di un pozzo sito nel perimetro aziendale.



1.4 Forme del terreno e processi geomorfologici

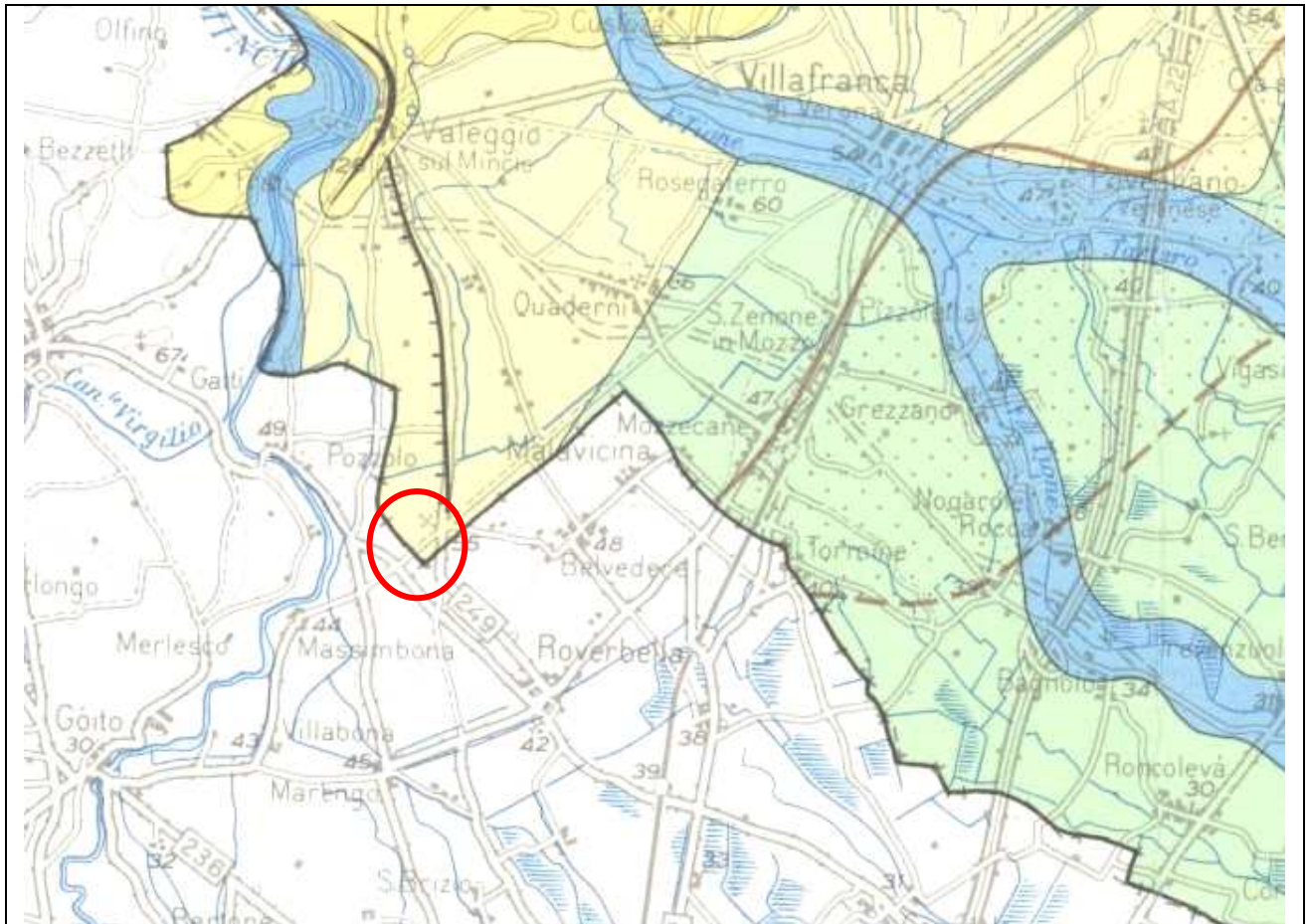
L'elemento morfologico primario del territorio è il F. Mincio, massimo scaricatore del grande ghiacciaio gardesano durante le prime glaciazioni; tale elemento ha determinato i maggiori fenomeni morfogenetici dell'area in specialmodo in relazione alle diverse fasi fluvioglaciali.

Successivamente alle grandi glaciazioni, tale corso d'acqua ha profondamente inciso sia i rilievi collinari di origine morenica sia i depositi ghiaiosi di origine alluvionale; in effetti, nei dintorni dell'area sono ben riconoscibili i terrazzi alluvionali risultanti dall'attività erosiva del fiume; in particolare, al margine dell'area è presente un orlo di terrazzo con dislivello della scarpata di ca. 12-15 m; le aree presenti più a Sud si presentano complessivamente pianeggianti e prive, a livello macroscopico, di rilevanti discontinuità topografiche naturali.








A valle di Borghetto il Mincio è incassato di 30 m rispetto al grande terrazzo fluvioglaciale tardorissiano dell'alta pianura e discende sotto il livello della falda freatica; pertanto l'alveo diventa sorgentizio con afflussi abbondanti, determinando il drenaggio delle morene ghiaiose dell'anfiteatro rissiano circostante; questo è povero di deflussi superficiali poiché i vecchi scaricatori (più antichi) sono a quote superiori, si trovano pertanto in posizione sospesa e pertanto quasi sempre asciutti; quest'ultima considerazione è estensibile anche alla falda freatica in corrispondenza di questi ultimi scaricatori fluvioglaciali od alla base dei cordoni morenici.

Il territorio di Valeggio S.M. è stato interessato nel recente passato, ed è tuttora interessato, da intensa attività estrattiva di materiali inerti (sabbia e ghiaia) destinati al comparto edilizio e tali estrazioni hanno sensibilmente influenzato l'attuale morfologia dei luoghi contraddistinta da numerose depressioni corrispondenti a siti di cava alcuni dei quali recuperati all'uso agricolo, altri non ancora ricomposti, altri ancora in attività.











A grande scala i caratteri geomorfologici sopra esposti sono evidenziati nel seguente estratto da CARTA DELLE UNITA' GEOMORFOLOGICHE DEL DEL VENETO - scala 1:250.000.



Forme di accumulo

-  Depositi fluvio-glaciali e alluvionali antichi e recenti
-  Rilievi collinari ed anfiteatri morenici
-  Depositi fluviali della pianura alluvionale recente
-  Fascia di divagazione delle aste fluviali attuali e recenti (Paleo-alvei)
-  Fasce fluviali depresse e zone a deflusso difficoltoso
-  Depositi mobili degli alvei fluviali attuali
-  Area d'intervento

Principali lineamenti geomorfologici e strutturali

- PRINCIPALI LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI E STRUTTURALI**
-  Principali creste e dorsali di displuvio
 -  Bordo delle principali scarpate strutturali e di erosione glaciale e post-glaciale
 -  Limite delle aree dolomitiche con picchi e pareti rupestri
 -  Circhi glaciali
 -  Cordoni morenici
 -  Conoidi di deiezione e di detrito (a); conoidi fluvioglaciali pedemontane (b)
 -  Superfici di modellamento degli altipiani carsici con forme di dissoluzione (doline)
 -  Faglie principali
 -  Bordo dei terrazzi fluviali
 -  Fascia delle risorgive

1.5 Idrografia

L'elemento idrografico più significativo presente nel territorio è il Fiume Mincio, che defluisce in un alveo incassato ca. 1 km ad ovest dell'area d'intervento; data l'elevata permeabilità delle ghiaie qui presenti sono sostanzialmente assenti altri corsi d'acqua superficiali di un qualche significato.

1.6 Idrogeologia e caratterizzazione degli acquiferi

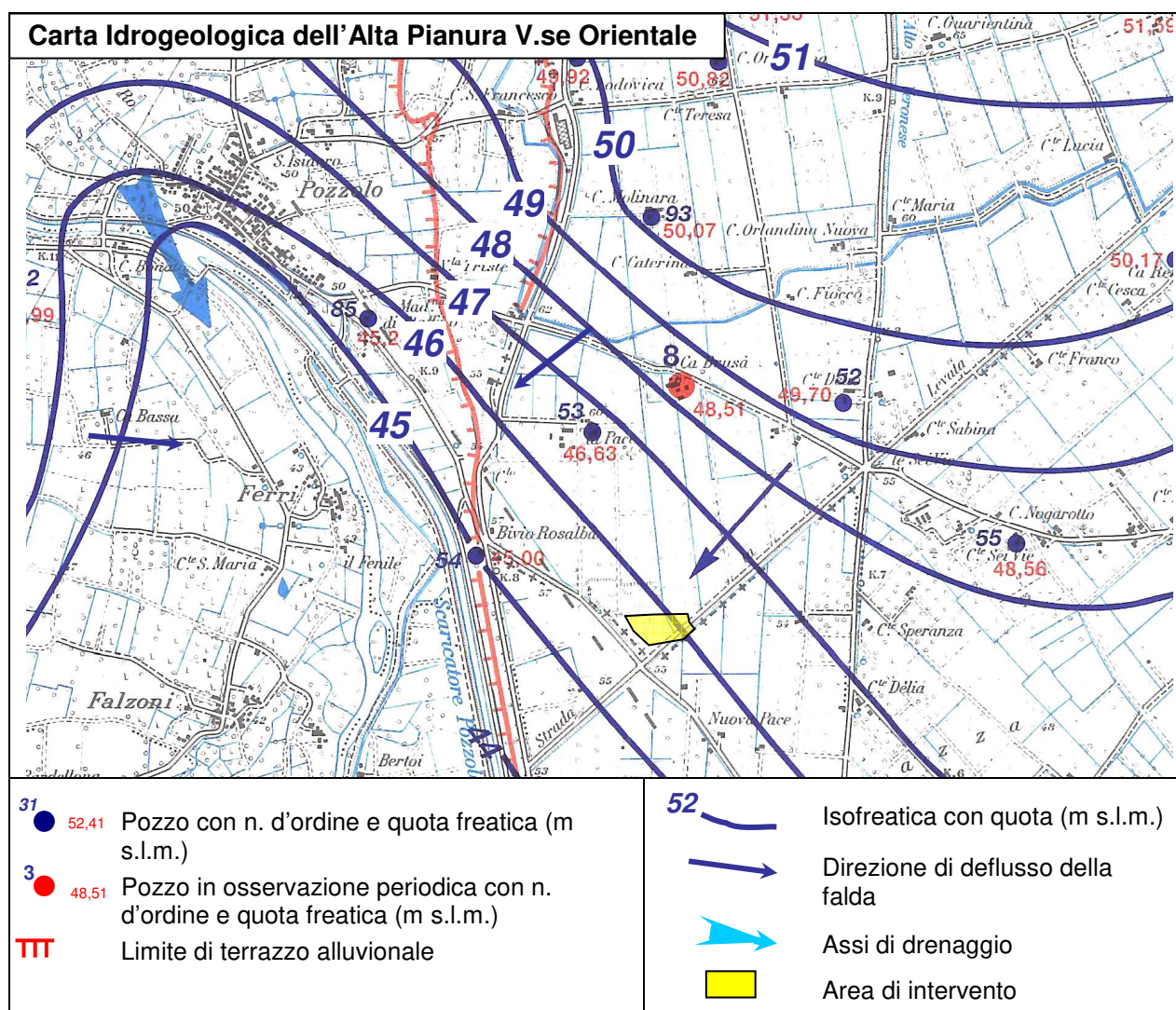
L'area di intervento si colloca in corrispondenza di un acquifero che già presenta caratteristiche di multiacquifero artesiano con una prima falda superficiale a pelo libero sovrapposta ad altre contenute in sedimenti grossolani e confinate a tetto e letto da potenti banchi argillosi impermeabili che le pongono in pressione.

Gli studi idrogeologici compiuti nelle aree di media e bassa pianura confermano che gli acquiferi profondi sono alimentati attraverso gli strati alluvionali ad alta permeabilità (ghiaie prevalenti) presenti nella fascia pedemontana e di alta pianura posta a Nord dell'area in esame.

Il complesso deposizionale dell'Alta Pianura rappresenta un serbatoio idrico sotterraneo di alta potenzialità; la ricarica degli acquiferi è assicurata da vari fattori, sia naturali che artificiali, fra i quali gli afflussi meteorici diretti (precipitazioni efficaci), gli apporti dai rilievi circostanti, le perdite in alveo dei corsi d'acqua superficiali, le infiltrazioni di acque irrigue.

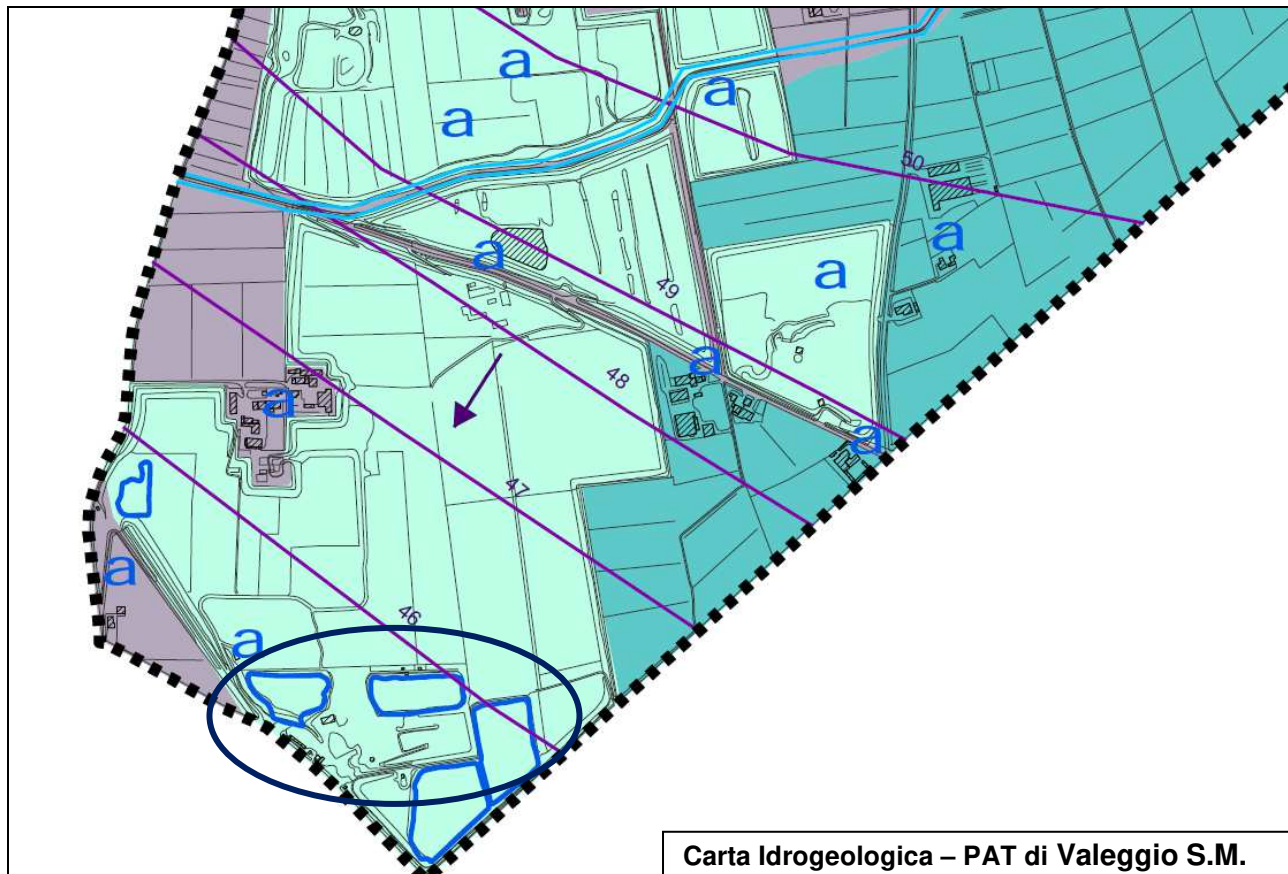
Dall'esame delle linee isofreatiche indicate nella CARTA IDROGEOLOGICA DELL'ALTA PIANURA VERONESE OCCIDENTALE – scala 1 : 30.000 (estratto a seguire) si osserva che la direzione locale di deflusso è all'incirca SE-NO ovvero convergenti verso l'asta fluviale del F. Mincio, ma si sottolinea che varia rapidamente anche in ambiti areali limitati; di fatto questa è fortemente influenzata dalla presenza del vicino terrazzo alluvionale e dalla variazione della proporzione tra le diverse classi granulometriche che costituiscono l'acquifero (% ghiaia/ sabbia/ matrice argillosa); il livello freatico risente nel corso dell'anno inoltre del regime delle precipitazioni, delle pratiche irrigue e dalle variazioni idrometriche del F. Mincio.

In relazione all'area d'intervento si osserva che la medesima si colloca a ridosso dell'isofreatica quotata 46 m s.l.m. dal che, considerata una quota topografica originale dei luoghi si ca. 56-57 m s.l.m.m. si deduce la soggiacenza della falda a ca. 10 m dal p.c. naturale; tale dato è sostanzialmente confermato dai rilievi freaticometrici di campagna.



Nel pozzo aziendale a servizio degli impianti la quota statica della falda si attesta mediamente a – 13 m da p.c.

Di seguito si presenta anche un estratto dalla carta idrogeologica del PAT di Valeggio sul Mincio – scala 1 : 10.000 - che illustra con maggior dettaglio le linee isofreatiche che interessano l'area d'intervento; dalla visione dello stesso si osserva che nelle aree che sono state interessate da attività estrattive la falda si trova molto più prossima al p.c. (talora affiorante) di quanto non sarebbe in condizioni "naturali" (ante escavazione).



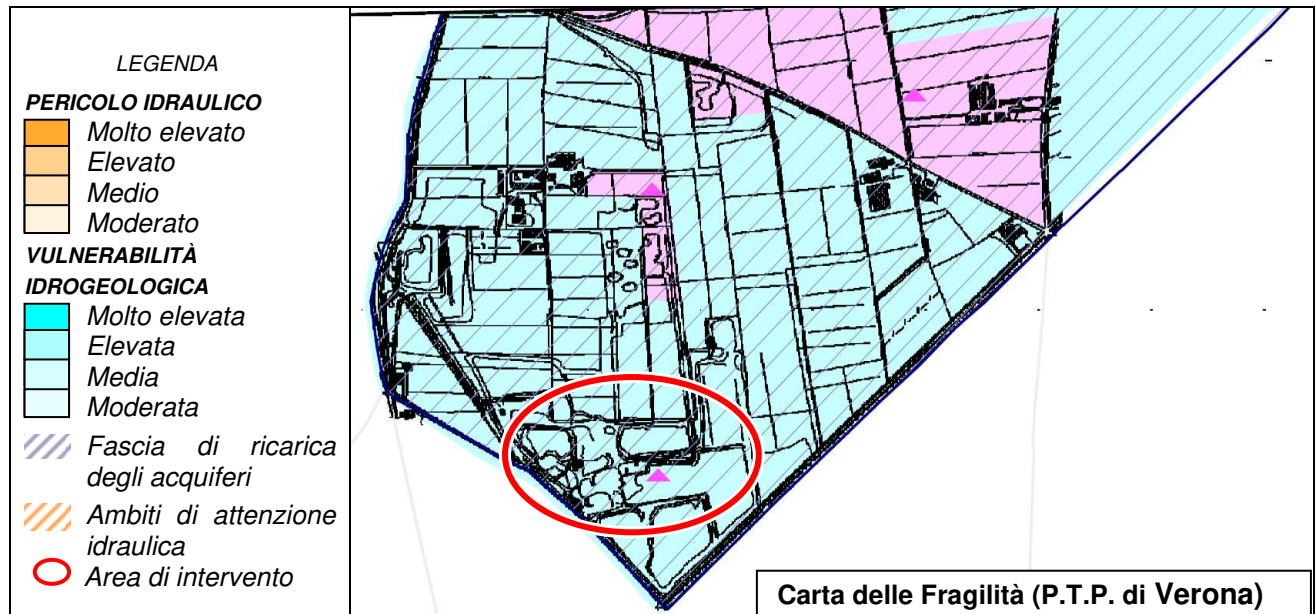
Carta Idrogeologica – PAT di Valeggio S.M.

Acque sotterranee

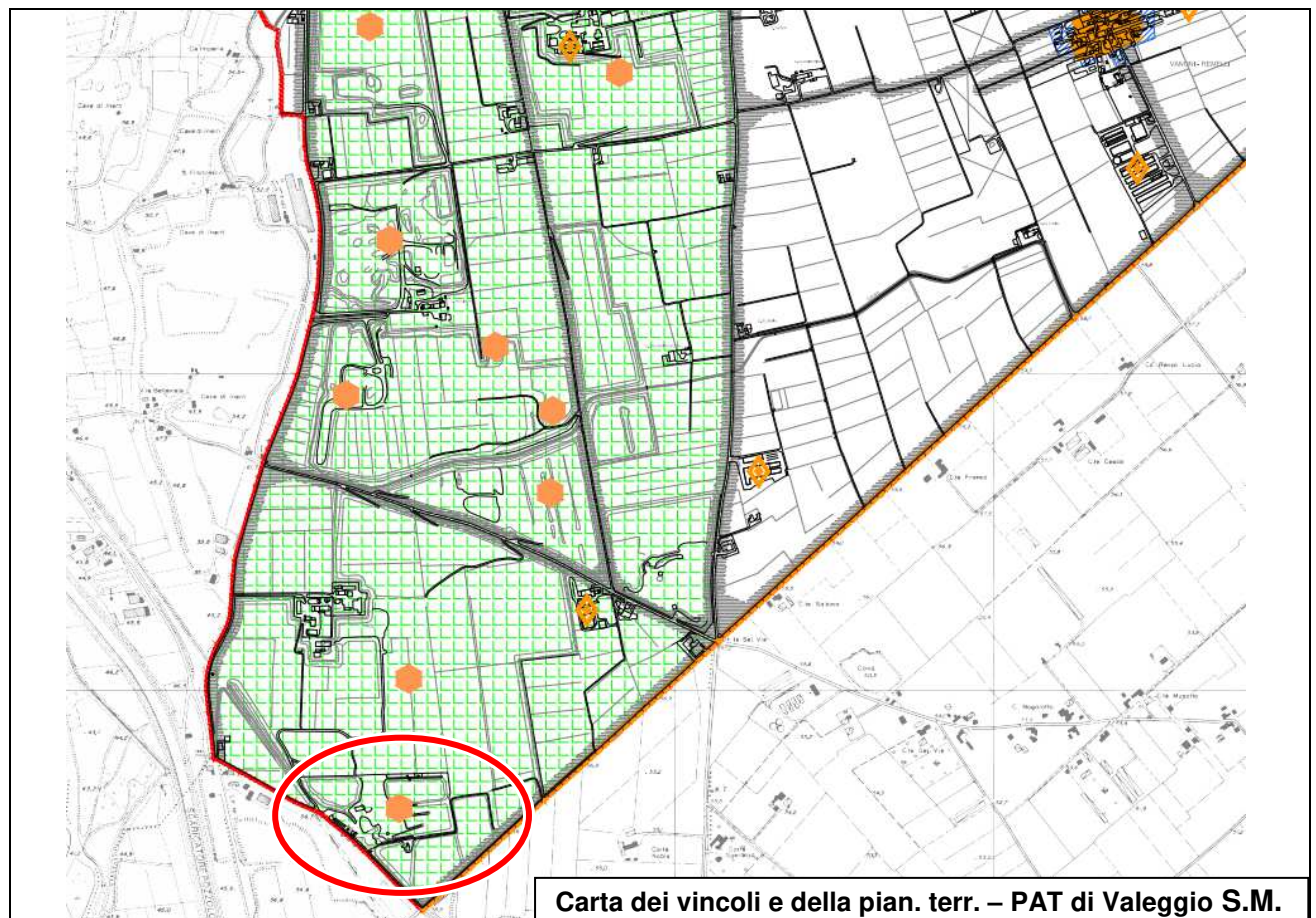
- Area con profondità falda freatica compresa tra 0 e 2 metri dal p.c.
- Area con profondità falda freatica compresa tra 2 e 5 metri dal p.c.
- Area con profondità falda freatica compresa tra 5 e 10 metri dal p.c.
- Area con profondità falda freatica maggiore di 10 metri dal p.c.
- Linea isofreatica e sua quota assoluta
- Direzione di deflusso
- a Pozzo freatico
- a_A Pozzo ad uso acquedottistico

1.7 Sicurezza idraulica e vincoli

Per quanto riguarda la sicurezza idraulica, la CARTA DELLE FRAGILITÀ relativa al P.T.P. (Piano Territoriale Provinciale) di Verona, indica che la parte di territorio comunale di Valeggio S.M. dove è previsto l'intervento in progetto, non ricade in aree di attenzione nè di pericolo idraulico; l'area è invece ad elevata vulnerabilità idrogeologica dovuta alla forte permeabilità dei sedimenti presenti.



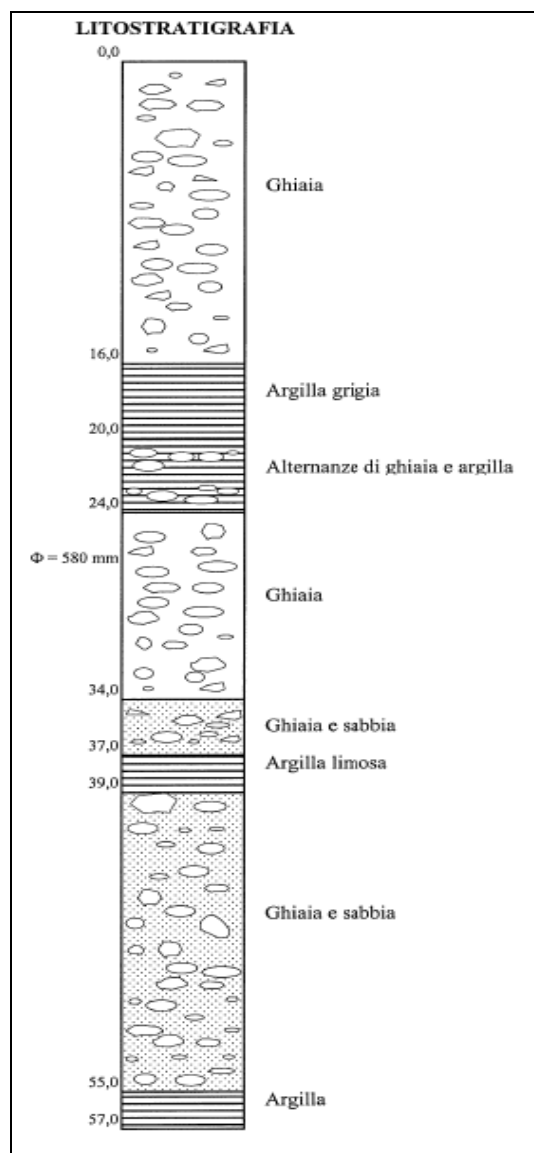
Nella CARTA DEI VINCOLI E DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE del PAT del Comune di Valeggio S.M. l'area d'intervento appartiene *all'ambito del piano cave comunale*.



2. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI PRESENTI

2.1 Parametri geotecnici – valori orientativi

Nell'area d'intervento non sono state eseguite indagini geognostiche puntuali, tuttavia la disponibilità della stratigrafia del pozzo aziendale unita all'osservazione dei fronti di scavo dell'area estrattiva consentono il riconoscimento delle litologie sedimentarie presenti almeno fino a ca. 57 m di profondità nel caso della stratigrafia del pozzo ed almeno fino a ca. 10 m di profondità nel caso dei fronti di scavo.



L'osservazione della stratigrafia del pozzo evidenzia la presenza superficiale e fino alla profondità di ca. 16 m di sedimenti grossolani ovvero ghiaie con ciottoli in matrice sabbiosa, talora limo-sabbiosa o argillo-sabbiosa; tale assetto deposizionale è certamente comune a tutta l'area interessata dal presente studio.

Sottostanti alle ghiaie si rinvengono banchi argillosi o di argilla/argilla limosa con ghiaia con potenza metrica dove le argille si trovano in genere in condizioni di forte compattazione e spesso sovraconsolidate a causa del peso delle sovrastanti coperture ghiaiose; detti livelli argillosi, certamente ascrivibili ad episodi di trasporto in condizioni di bassa energia, sono comunque interposti ai prevalenti sedimenti grossolani ghiaiosi che rappresentano il litotipo di gran lunga prevalente in questa parte di territorio di Valeggio S.M.

Le ghiaie sono sedimenti con elevati valori dei parametri geotecnici e di risposta sismica essendo sostanzialmente incompressibili e per definizione non liquefacibili in caso di evento sismico anche di magnitudo elevata.

Di seguito si forniscono alcuni valori che possono essere attribuiti ai parametri geotecnici più significativi nel caso di sedimenti ghiaiosi; i valori di detti parametri muovono da esperienze personali degli scriventi e sono il frutto di numerosissime indagini geognostiche (in particolare prove SCPT eseguite in fori di sondaggi a carotaggio continuo) effettuate su terreni con caratteristiche analoghe/confrontabili con quelli presenti nell'area in esame.

L'esecuzione della prova SCPT consiste nella registrazione del numero di colpi (N_{SCPT}) necessari ad un determinato avanzamento ($d=15$ cm) di un utensile di dimensioni standardizzate

Le caratteristiche tecniche della strumentazione impiegata sono le seguenti:

massa battente	63,5 kg
volata	76,2 cm
avanzamento	15 cm x 3
apertura punta conica	60°
diametro punta conica	50,8 mm

In base al numero di colpi necessari all'avanzamento stabilito è possibile risalire alla valutazione orientativa di alcuni parametri geotecnici caratteristici dei terreni granulari ovvero:

angolo di attrito efficace	ϕ [°]
modulo di deformazione drenato	E' [kg/cm ²]
peso di volume saturo	γ_{sat} [t/m ³]
peso di volume drenato	γ_d [t/m ³]
densità relativa	D_r %

In genere per terreni ghiaiosi si hanno numerazioni di colpi comprese fra 40 e 50 (ampiamente cautelative) dove detti numeri corrispondono alla somma dei colpi necessari per il secondo e terzo avanzamento di 15 cm durante la prova.

La procedura di determinazione dei parametri si basa su correlazioni empiriche e sui dati dedotti dalle esperienze di vari Autori; i valori dei parametri sono deducibili dalle correlazioni illustrate nelle tabelle proposte di seguito considerando $N_{spt} = N_{spt}$.

$N_{SPT} \rightarrow \phi'$ (ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE) (Terreni granulari)							
Riferimento: Peck – Hanson – Thorburn (1953–1974)							
N_{SPT}	ϕ' (°)	N_{SPT}	ϕ' (°)	N_{SPT}	ϕ' (°)	N_{SPT}	ϕ' (°)
5	28.0	30	36.0	55	41.8	80	44.5
10	30.0	35	37.3	60	42.5	85	44.8
15	31.5	40	38.5	65	43.3	90	45.0
20	33.0	45	39.8	70	44.0	95	45.0
25	34.5	50	41.0	75	44.3	100	45.0

$N_{SPT} \rightarrow E'$ (MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO) (Terreni granulari)							
Riferimento: D'Apollonia e altri (1970)				SABBIE e GHIAIE N.C. (normalmente consolidate)			
N_{SPT}	E' (kg/cm ²)	N_{SPT}	E' (kg/cm ²)	N_{SPT}	E' (kg/cm ²)	N_{SPT}	E' (kg/cm ²)
5	230	30	423	55	615	80	808
10	268	35	461	60	654	85	847
15	307	40	500	65	692	90	885
20	345	45	538	70	731	95	924
25	384	50	577	75	770	100	962

$N_{SPT} \rightarrow \gamma$ (PESO DI VOLUME) (Terreni granulari)								
Riferimento: Terzaghi & Peck (1948-1967)								
γ_{sat} [t/m ³] = peso di volume saturo γ_d [t/m ³] = peso di volume secco								
N_{SPT}	γ_{sat}	γ_d	N_{SPT}	γ_{sat}	γ_d	N_{SPT}	γ_{sat}	γ_d
0	1.83	1.33	25	2.02	1.64	50	2.15	1.85
5	1.88	1.41	30	2.05	1.69	55	2.16	1.87
10	1.93	1.50	35	2.08	1.73	60	2.17	1.88
15	1.96	1.54	40	2.10	1.77	65	2.18	1.90
20	1.99	1.59	45	2.13	1.81	70	2.19	1.92
						75	2.20	1.93
						80	2.21	1.95
						85	2.23	1.97
						90	2.24	1.99
						95	2.24	1.99

$N_{SPT} \rightarrow D_r$ (DENSITA' RELATIVA) (Terreni granulari)							
N_{SPT}	D_r (%)	N_{SPT}	D_r (%)	N_{SPT}	D_r (%)	N_{SPT}	D_r (%)
5	18	30	65	55	87	80	96
10	35	35	70	60	89	85	98
15	43	40	75	65	91	90	100
20	50	45	80	70	93	95	100
25	58	50	85	75	94	100	100
$N_{SPT} = 0 \div 4$	sabbia MOLTO SCIOLTA				$D_r = 0 \div 15$ %		
$N_{SPT} = 4 \div 10$	sabbia SCIOLTA				$D_r = 15 \div 35$ %		
$N_{SPT} = 10 \div 30$	sabbia MEDIAMENTE ADDENSATA				$D_r = 35 \div 65$ %		
$N_{SPT} = 30 \div 50$	sabbia ADDENSATA				$D_r = 65 \div 85$ %		
$N_{SPT} > 50$	sabbia MOLTO ADDENSATA				$D_r = 85 \div 100$ %		

Per le premesse fatte è evidente che quanto sopra ha carattere orientativo e nel caso di realizzazioni di opere significative per impatto sui terreni di appoggio si dovrà procedere ad indagini puntuali tarate sulla effettiva consistenza degli interventi da realizzare.

3. VALUTAZIONI CONCLUSIVE DI CARATTERE GEOLOGICO

Gli studi effettuati e la consultazione delle informazioni afferenti al comparto geologico e geotecnico relative all'area d'intervento, consentono di concludere quanto segue:

- i terreni presenti nell'area d'intervento sono rappresentati da sedimenti prevalentemente granulari con buone/elevate caratteristiche di resistenza (ghiaie in matrice sabbiosa);
- l'area appare stabile da un punto di vista geomorfologico e non presenta dissesti in atto o potenziali;
- l'area risulta sicura da un punto di vista idraulico ma ad elevata vulnerabilità delle falde in conseguenza della notevole permeabilità dei sedimenti affioranti;
- l'area non risulta gravata da vincoli geologici, idrogeologici, ambientali
- la falda, rispetto al p.c. naturale, si colloca a profondità di ca. 10-12 m mentre laddove sono state svolte attività estrattive, la falda può trovarsi a quote molto prossime al p.c. (fondo cave) e talvolta affiorante (laghetti di cava).

RELAZIONE SISMICA

(NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI D.M. 14.01.2008
- CIRCOLARE 2 FEBBRAIO 2009 N. 617, C.S.LL.PP.)

1. ASPETTI GEODINAMICI E SISMICITÀ

1.1 Zonazione sismica

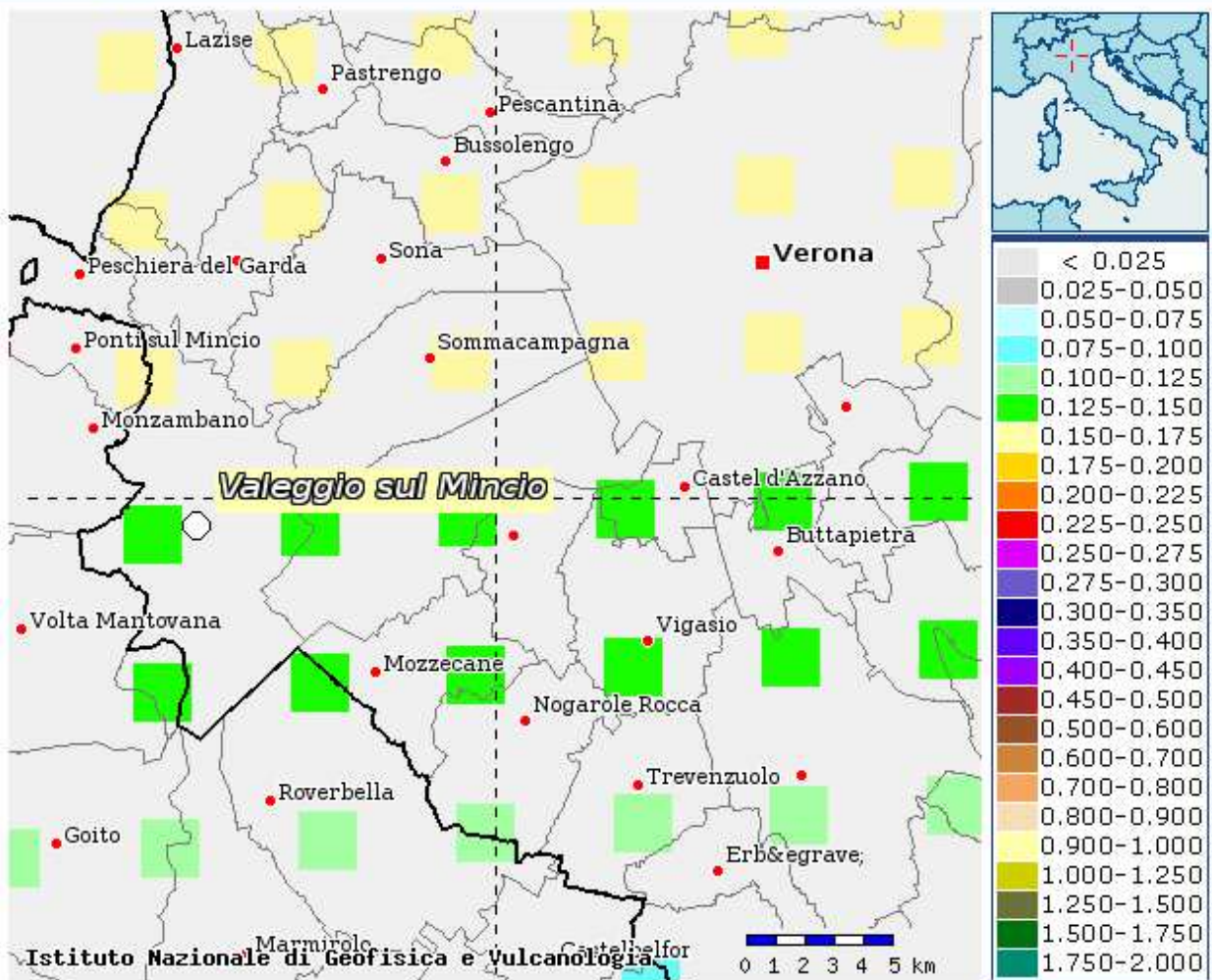
Secondo quanto disposto dall'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.03, e s.m.i. e da disposizioni normative regionali specifiche, i parametri sismici vengono calcolati puntualmente in base al valore dell'accelerazione massima attesa sul sito con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag).

Sito in esame:

- latitudine / longitudine : 45,290094 / 10,735975
- categoria topografica: T1, superficie pianeggiante (i media < 15°)
- ag: 0,128 g

La classificazione sismica nazionale attribuisce al Comune di Valeggio sul Mincio la classe sismica 3.

Mappe interattive di pericolosità



1.2 Indagine sismica per la determinazione della categoria del suolo di fondazione

Metodo di indagine

Gli obiettivi delle indagini erano:

- caratterizzazione del sito dal punto di vista sismico secondo il D.M. 14.01.2008 e s.m.i. (Norme Tecniche per le Costruzioni);
- misura della frequenza di risonanza del sito.

A tale scopo sono state eseguite le indagini utilizzando due tecniche diverse: MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*); H.V.S.R. (*Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio*).

Per una migliore definizione della stratigrafia sismica del sottosuolo è stata adottata la seguente procedura di indagine:

- sul terreno in analisi è stato predisposto uno stendimento sismico con 24 geofoni con interasse 2 m con energizzazione diretta e inversa; eseguendo l'interpretazione MASW da ambedue i lati dello stendimento vengono messe in luce eventuali anisotropie locali;
- misura dei microtremori nell'intorno dello stendimento sismico;
- analisi congiunta di tutte le indagini per la definizione del modello sismico del sottosuolo.

Nei risultati saranno riportati esclusivamente quelli delle analisi più significativi

Attrezzatura utilizzata

L'indagine è stata eseguita utilizzando un sismografo Sysmatrack della MAE - Advanced Geophysics Instruments dotato delle seguenti caratteristiche:

- convertitori: risoluzione 24 bit, tecnologia sigma-delta;
- range dinamico: 144 dB (teorico);
- distorsione massima: +/-0,0010%;
- banda passante: 2Hz-30KHz;
- common mode rejection: 110 dB a 60 Hz;
- diafonia: -120dB a 20 Hz;
- soglia di rumore dell'amplificatore programmabile: 27nV;
- precisione del trigger: 1/30 del tempo di campionatura.

I sensori utilizzati sono i seguenti:

- 24 geofoni verticali con frequenza di 4,5 Hz;
- geofono triassiale MAE S3S2 con frequenza di 2 Hz.



Fig. 1: Sysmatrack



Fig. 2: Geofono da 4,5 Hz



Fig. 3: Sensore triassiale MAE S3S2

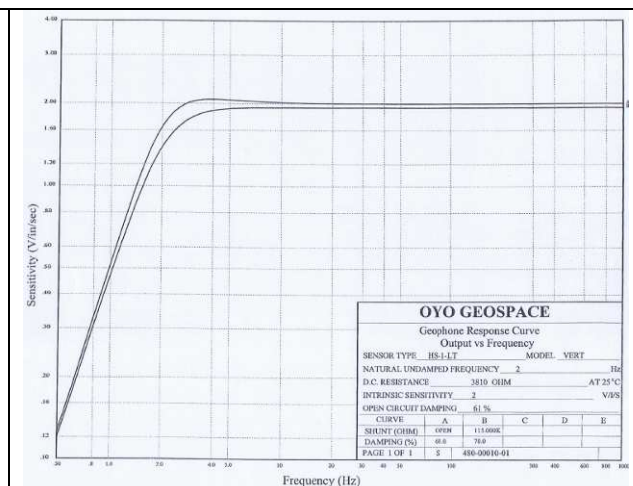


Fig. 4: Curva di risposta dei velocimetri del S3S2

Indagine MASW

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali.

Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga (dispersione).

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro.

Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times v$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda.

Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

L'obiettivo dell'indagine consiste nella ricostruzione sismostratigrafica del sottosuolo finalizzata all'assegnazione della categoria del sottosuolo di fondazione (Vs30) come richiesto dalla normativa vigente (Norme Tecniche sulle Costruzioni – D.M. 14/01/2008).

L'interpretazione dei dati viene eseguita utilizzando il software Easy Masw della Geostru e fogli elettronici autoprodotti.

Indagine H.V.S.R.

La tecnica a sismica passiva H.V.S.R, Horizontal to Vertical Spectral Ratio, è molto rapida, non invasiva e richiede pochissimo spazio a disposizione.

Attraverso la misura del rapporto spettrale H/V determinato da microtremiti (oscillazioni del suolo indotte da fattori naturali o antropici) è possibile valutare le frequenze proprie di vibrazione del sottosuolo.

Attraverso l'elaborazione dello spettro H/V, oltre alle frequenze di risonanza del terreno, è possibile ottenere dettagli stratigrafici e velocità delle onde di taglio Vs.

Per l'acquisizione dei dati viene usato un geofono triassiale a 2 Hz della ditta MAE srl.

In questo tipo di analisi, si pone l'attenzione sul fenomeno della *doppia risonanza* cioè la corrispondenza tra le frequenze fondamentali del segnale sismico trasmesso in superficie e quelle degli edifici in progetto, oppure esistenti.

In caso di evento sismico infatti ci potrebbe essere una notevole trasmissione di energia dal suolo all'edificio con importanti sollecitazioni strutturali.

La frequenza di risonanza di un edificio può essere stimata con la formula semplificata:

$$f_e = 10 \text{ Hz} / \text{numero piani}$$

Oppure può essere valutata con formule semplificate, quale quella indicata nel D.M. 14.01.2008, valida per edifici con Z non superiore ai 40 metri e massa distribuita, approssimativamente, in maniera uniforme lungo l'altezza

$$f_s = \frac{1}{C_1 Z^{\frac{3}{4}}}$$

Tipologia	C ₁
Costruzioni con struttura a telaio in acciaio	0,085
Costruzioni con struttura a telaio in calcestruzzo armato	0,075
Costruzioni con qualsiasi altro tipo di struttura	0,050

L'interpretazione dei dati viene eseguita utilizzando i software GEOPSY, HVIlab della MAE e fogli elettronici autoprodotti.

Risultati delle indagini

L'area in analisi è ubicata in territorio comunale di Valeggio sul Mincio, in via Pozzolo ed i punti prova si trovano ad una quota di ca. 52 m s.l.m.m.

Le coordinate del punto prova ED 50 sono le seguenti:

- Latitudine: 45,290199 N
- Longitudine: 10,235248 E

Segue una aerofoto con indicata la posizione di esecuzione delle indagini MASW e HVSR

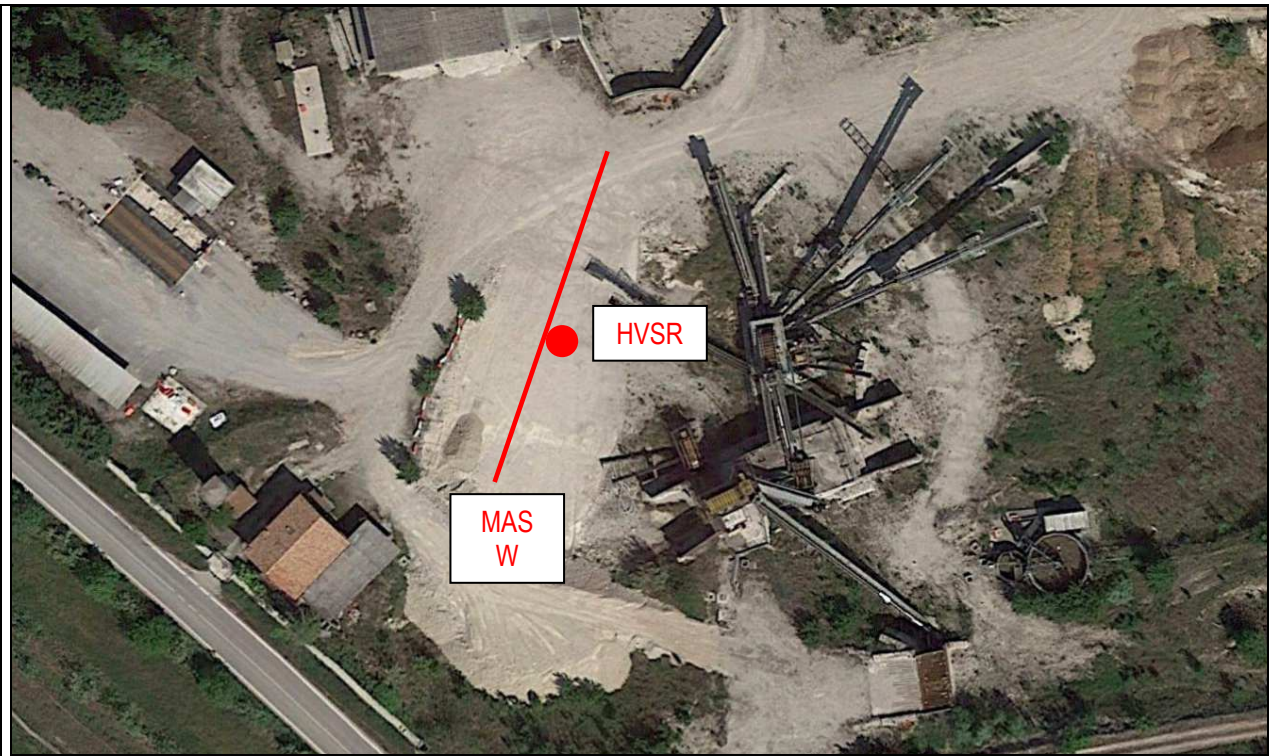


Foto aerea dell'area di intervento con ubicazione delle indagini

Risultati dell'indagine MASW

Tracce

N. tracce

24

Durata acquisizione [msec]

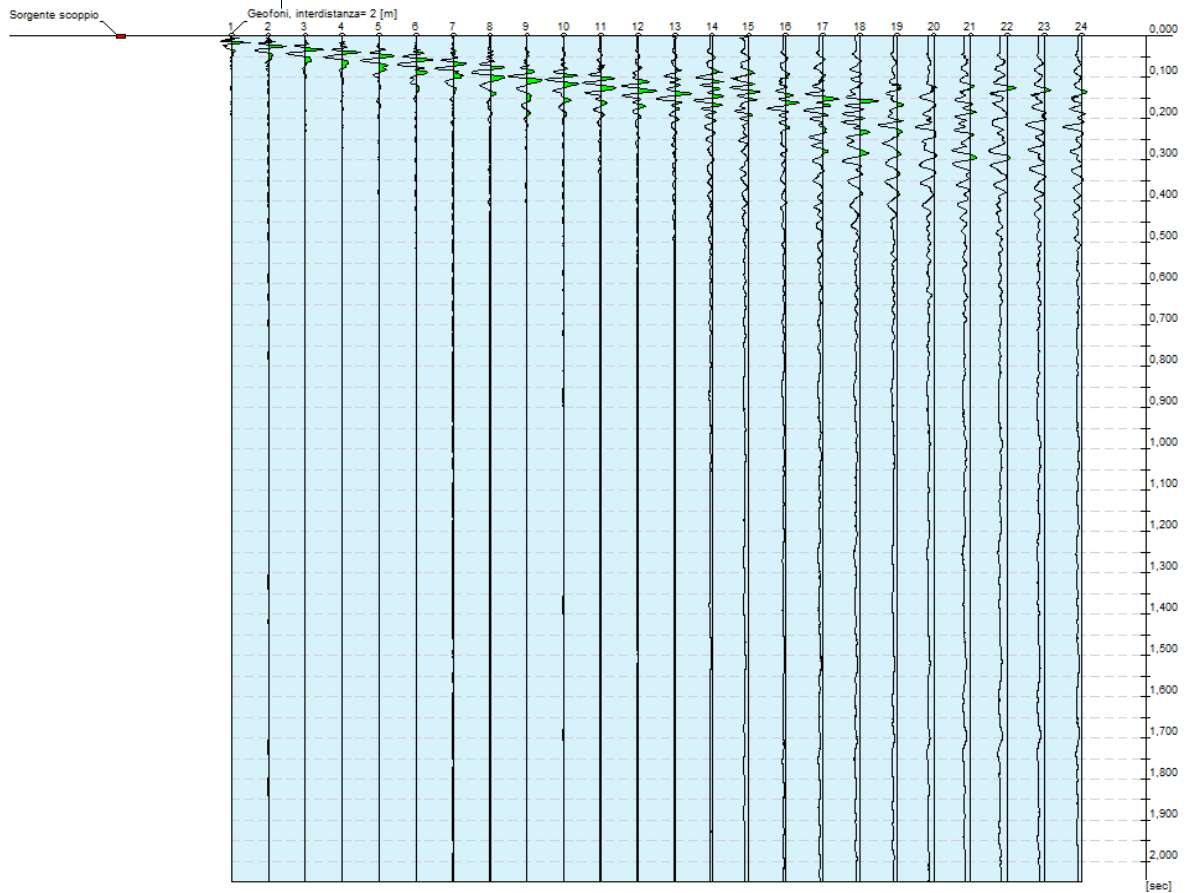
2048,0

Interdistanza geofoni [m]

2,0

Periodo di campionamento [msec]

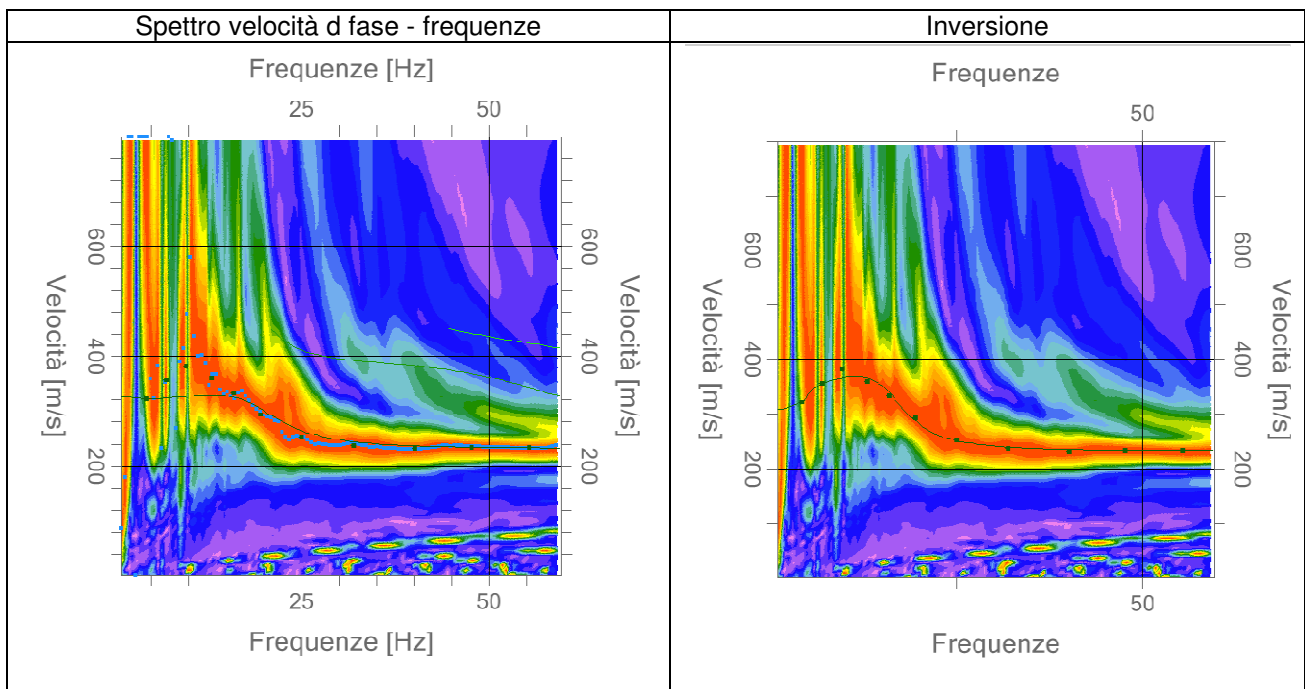
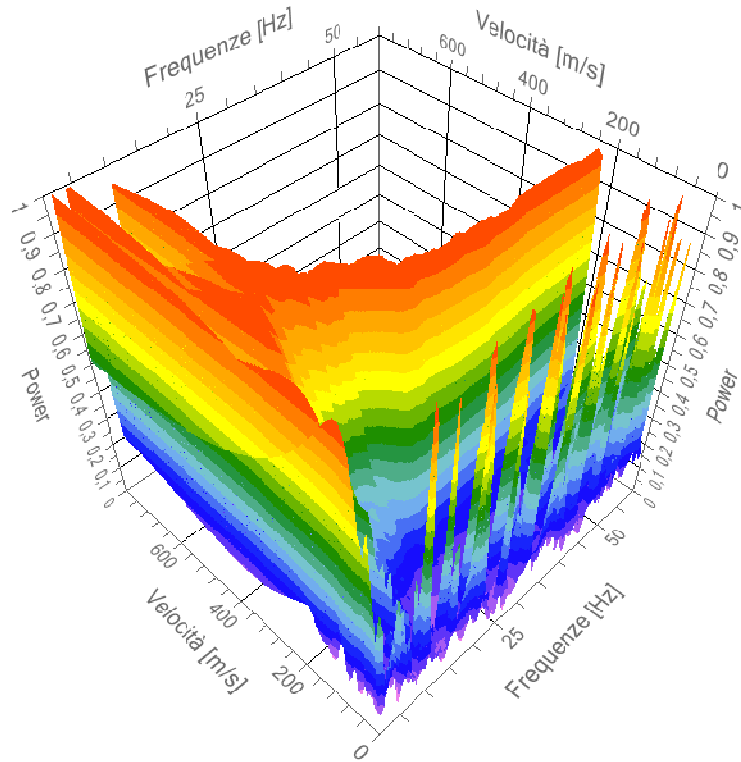
1,00



Analisi spettrale

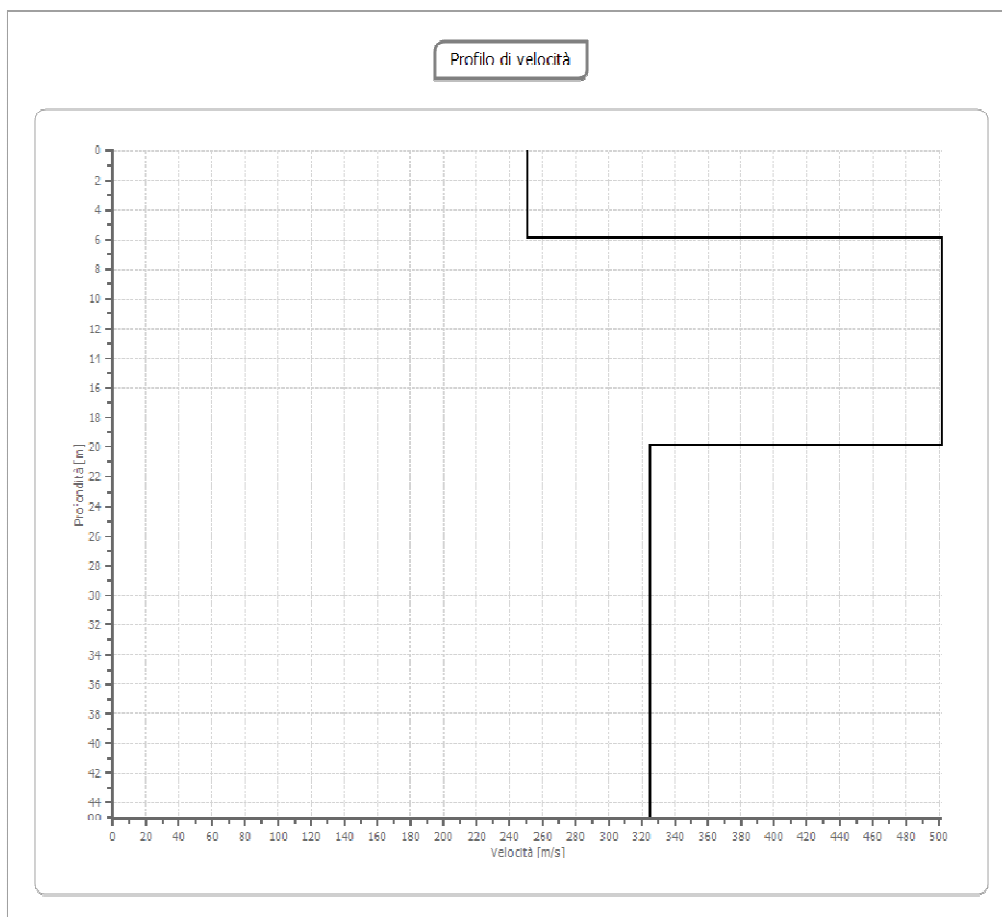
Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1

Spettro Velocità di fase - Frequenze



Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		5,90	5,90	1800,0	0,3	No	469,1	250,7
2		19,89	14,00	1800,0	0,3	No	938,7	501,7
3		oo	oo	1800,0	0,3	No	608,1	325,0



Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	5,90	5,90	250,75	469,11	1800,00	0,30	113,18	396,12	245,21	294,26	N/A	2369,23
2	19,89	14,00	501,73	938,66	1800,00	0,30	453,12	1585,94	981,77	1178,12	N/A	N/A
3	oo	oo	325,03	608,07	1800,00	0,30	190,16	665,55	412,01	494,41	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

Risultati indagine HVSR

Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1200 s
Frequenza di campionamento: 250,00Hz
Numero campioni: 300000
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 60
Numero finestre incluse nel calcolo: 13
Dimensione temporale finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento: 29,00 %

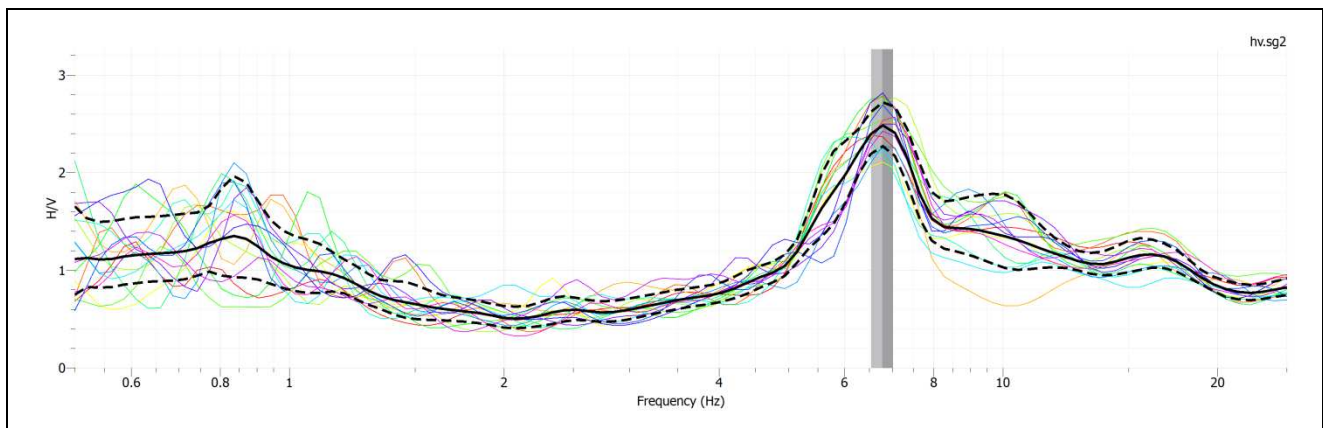
Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

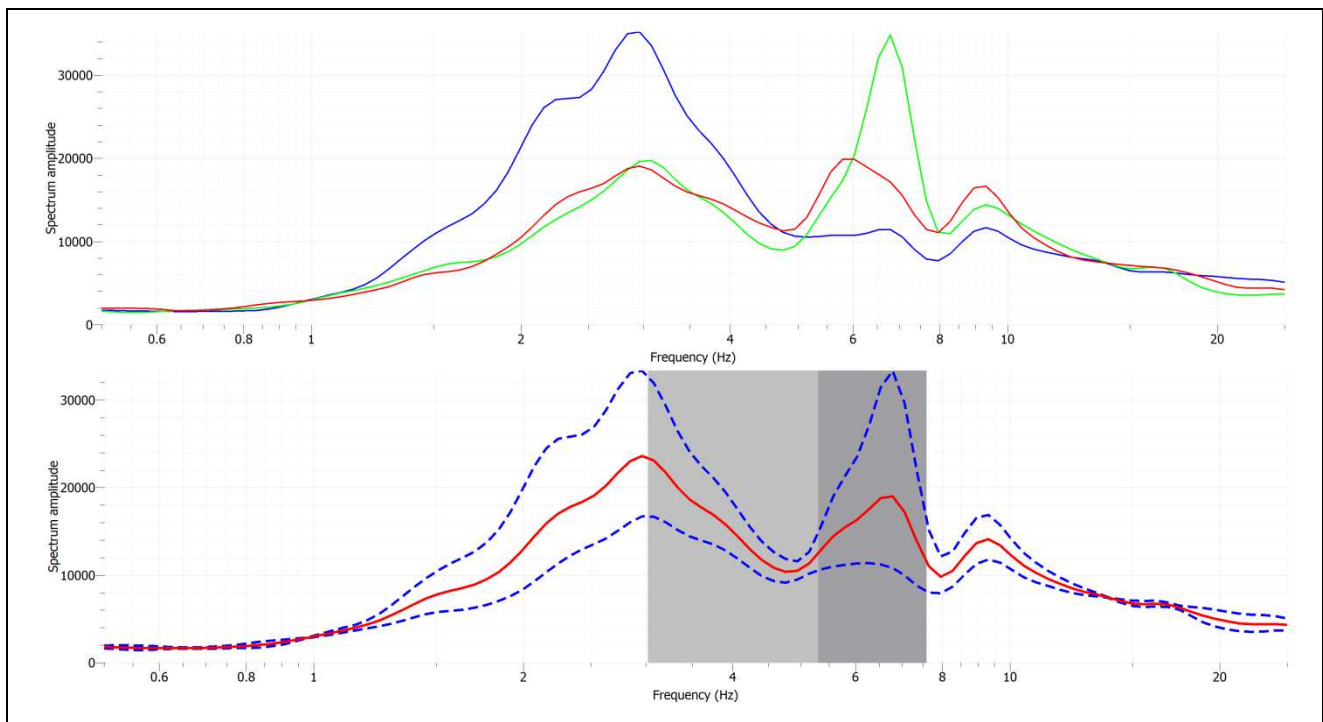
Frequenza massima: 25,00 Hz
Frequenza minima: 0,50 Hz
Passo frequenze: 0,10 Hz
Tipo lisciamento:: Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento: 29,00 %

Risultati:

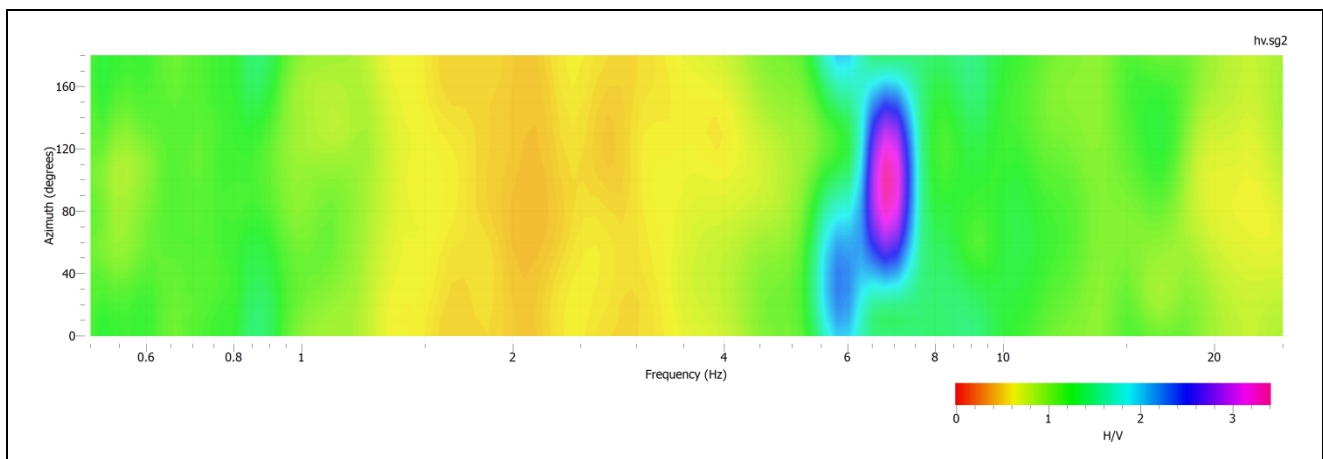
Frequenza del picco del rapporto H/V: **6.77 Hz \pm 0,24 Hz** **$A_0 = 2.48$**



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia



Spettri delle singole componenti (in blu la componente verticale)



Spettro di direzionalità delle frequenze del rapporto H/V

Conclusioni

La frequenza caratteristica di risonanza del sito, generata dalla discontinuità sismica a più elevato rapporto spettrale ($H/V=2,48$), è di circa 6,77 Hz.

Un altro picco di minore rilevanza si trova alla frequenza di circa 0.84 Hz.

Oltre a questi, nello spettro non si rilevano altri picchi significativi.

Categoria del suolo di fondazione

Per l'identificazione della categoria di sottosuolo la normativa raccomanda vivamente la misura della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s tramite metodi diretti, ed eventualmente desumerla dall'esecuzione di prove tipo SPT.

La categoria viene poi identificata attraverso le Tabelle 3.2.II e 3.2.III delle NTC 2008 ed in seguito riportate.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 3.2.III – Categorie aggiuntive di sottosuolo.

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Le indagini MASW e HVSR congiunte, hanno consentito di misurare la V_{s30} come riportato nella tabella sottostante.

Profondità piano di posa fondazioni	V_{s30}	Cat. sismica
0m da p.c.	$V_s(0-30) \sim 363$ m/s	B
1 m da p.c.	$V_s(1-31) \sim 367$ m/s	B
2 m da p.c.	$V_s(2-32) \sim 371$ m/s	B
3 m da p.c.	$V_s(3-33) \sim 376$ m/s	B

Come si vede, il calcolo analitico individua una categoria di sottosuolo di tipo B, ma essendo le velocità delle V_s al limite tra categoria C e B (360 m/s) e considerato il possibile errore intrinseco delle indagini sismiche si consiglia, come principio precauzionale, di fare riferimento ad una categoria di sottosuolo di tipo C, ovvero:

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < C_{u,30} < 250$ Kpa nei terreni a grana fine).

1.3 Dati sismici per le verifiche degli stati limite

A titolo informativo e con riferimento alla ipotetica realizzazione di edifici ascrivibili alla classe d'uso II (così come indicata nelle NTC di cui al D.M. 14.01.08) indicando la vita nominale degli edifici in 50 anni, è possibile, avvalendoci dei dati forniti dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, fornire i seguenti dati sismici propedeutici alla verifica progettuale agli stati limite intesi come condizione superata la quale la struttura in esame non soddisfa più i requisiti per i quali è stata progettata.

Secondo le Norme Tecniche delle Costruzioni gli stati limite sono quattro:

- SLO (stato limite operatività)
- SLD (stato limite danno)
- SLV (stato limite salvaguardia vita)
- SLC (stato limite prevenzione del collasso)

Seguono le tabelle riepilogative dei dati sismici

SLO (Stato Limite Operatività)		
	PARAMETRI SISMICI	COEFFICIENTI SISMICI
Prob. di superamento:	81 [%]	Ss: 1,500
Tr:	30 [anni]	Cc: 1,710
ag:	0,036 g	St: 1,000
Fo:	2,544	Kh: 0,011
Tc*:	0,228 [s]	Kv: 0,005
		Amax: 0,533
		Beta: 0,200
SLD (Stato Limite Danno)		
	PARAMETRI SISMICI	COEFFICIENTI SISMICI
Prob. di superamento:	63 [%]	Ss: 1,500
Tr:	50 [anni]	Cc: 1,640
ag:	0,046 g	St: 1,000
Fo:	2,499	Kh: 0,014
Tc*:	0,257 [s]	Kv: 0,007
		Amax: 0,681
		Beta: 0,200
SLV (Stato Limite salvaguardia della Vita)		
	PARAMETRI SISMICI	COEFFICIENTI SISMICI
Prob. di superamento:	10 [%]	Ss: 1,500
Tr:	475 [anni]	Cc: 1,600
ag:	0,128 g	St: 1,000
Fo:	2,455	Kh: 0,046
Tc*:	0,281 [s]	Kv: 0,023
		Amax: 1,880
		Beta: 0,240
SLC (Stato Limite prevenzione del Collasso)		
	PARAMETRI SISMICI	COEFFICIENTI SISMICI
Prob. di superamento:	5 [%]	Ss: 1,450
Tr:	975 [anni]	Cc: 1,600
ag:	0,168 g	St: 1,000
Fo:	2,472	Kh: 0,059
Tc*:	0,281 [s]	Kv: 0,029
		Amax: 2,393
		Beta: 0,240

1.4 Liquefazione dei terreni

La liquefazione denota una diminuzione di resistenza al taglio e/o di rigidità causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante uno scuotimento sismico tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno; in questo contesto il problema principale che si pone in fase di progettazione è la suscettibilità alla liquefazione quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa.

Nel caso dell'area in esame si osserva che i sedimenti prevalenti sono rappresentati da ghiaie in matrice sabbiosa ovvero sedimenti granulari grossolani sostanzialmente incompressibili e non liquefacibili per definizione anche in caso di evento sismico di magnitudo elevata

2. VALUTAZIONI CONCLUSIVE DI CARATTERE SISMICO

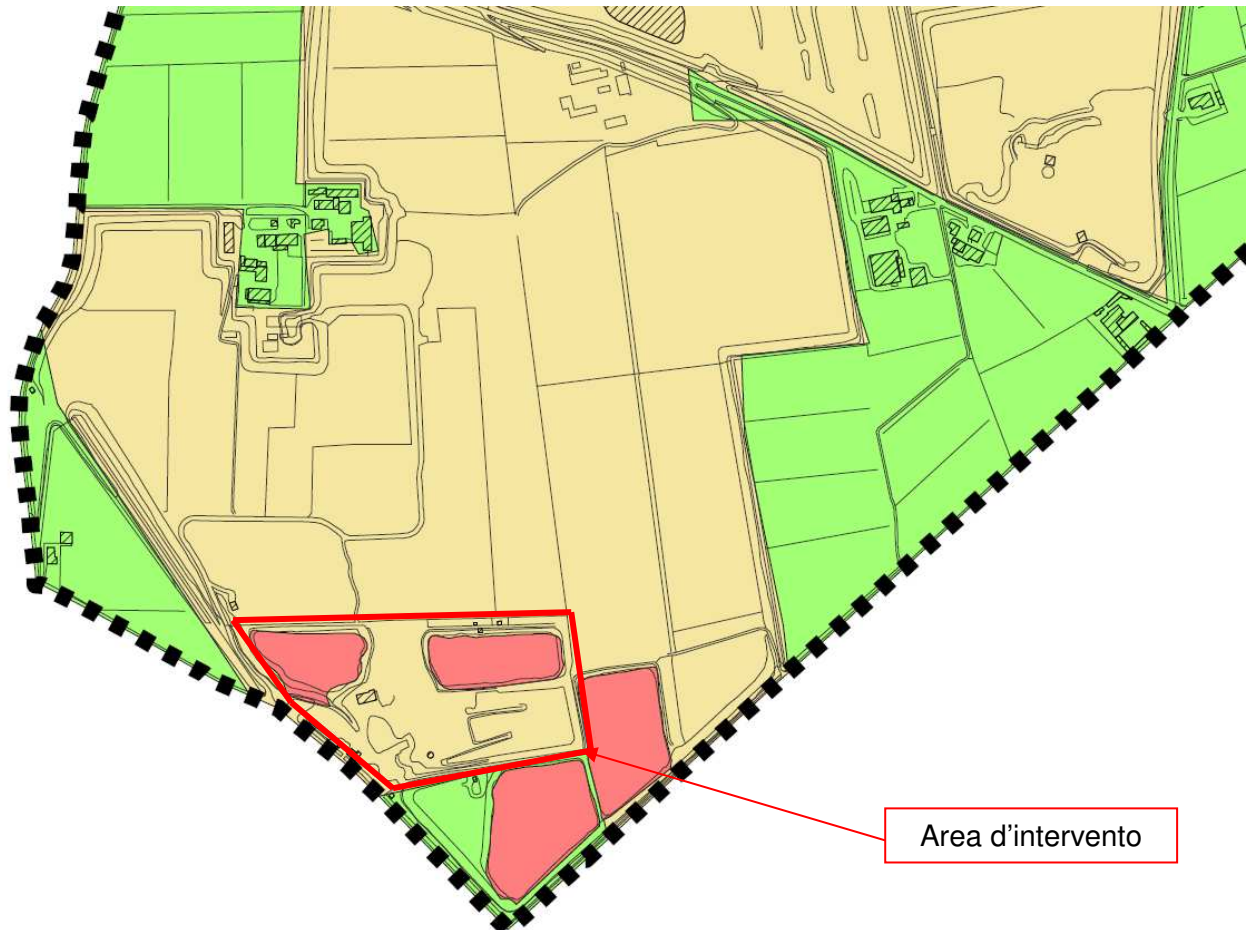
Le indagini svolte hanno permesso di trarre le conclusioni di seguito esposte:

- **la classificazione sismica nazionale attribuisce al territorio comunale di Valeggio sul Mincio la classe sismica 3**
- la categoria di sottosuolo è "C"
- i terreni di appoggio non sono a rischio di liquefazione in caso di evento sismico essendo costituiti da ghiaie in matrice sabbiosa.

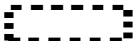
COMPATIBILITA' E FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO

Le indagini svolte e le informazioni di carattere geologico, sismico e geotecnico indicano la compatibilità degli interventi con il contesto naturale ospitante e la fattibilità degli stessi in relazione alle caratteristiche sitospecifiche dei luoghi d'intervento.

A tale proposito si osserva che sulla CARTA DELLA COMPATIBILITA' GEOLOGICA DEL PAT di Valeggio sul Mincio l'area d'intervento appartiene ad un ambito di *area idonea a condizione:attività estrattiva* dove appunto gli interventi edificatori o simili sono condizionati dalla presenza di attività estrattive in essere o dismesse ma non da lititazioni di carattere geologico e geotecnico; ovviamente laddove si individuano laghetti di cava si è in condizione di *non idoneità*.



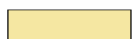
Legenda

 Confine comunale

Classi di compatibilità



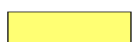
Area idonea



Area idonea a condizione: attività estrattiva



Area idonea a condizione: deflusso difficoltoso



Area idonea a condizione: consistente acclività



Area idonea a condizione: accumulo di frana stabilizzato



Area non idonea

Area d'intervento