



**INDICE**

PREMESSA .....	3
NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
1 RELAZIONE GEOLOGICA.....	5
1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	5
1.2 LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI E LITOLOGICI.....	7
1.3 IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA .....	9
1.4 PIANIFICAZIONE COMUNALE: PGT DEL COMUNE DI LONATO .....	12
1.5 VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO .....	14
1.6 INDAGINE GEOGNOSTICA .....	15
1.6.1 Sondaggi a carotaggio continuo.....	16
1.6.1.1 Prove SPT in foro .....	16
1.6.2 Indagine geofisica.....	18
1.7 MODELLO GEOLOGICO LOCALE.....	21
1.8 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE.....	22
1.9 AZIONE SISMICA LOCALE .....	23
2 INDICAZIONI PRELIMINARI DI CARATTERE GEOTECNICO .....	25
2.1 MODELLO GEOTECNICO LOCALE.....	25
3 CONCLUSIONI .....	26
ALLEGATI.....	27





## PREMESSA

La presente relazione riguarda la caratterizzazione geologica, geomorfologica, idrogeologica dei luoghi e risulta il supporto conoscitivo alla progettazione per il riposizionamento dei fabbricati ed impianti a servizio della ditta FERALPI Siderurgica, ubicata nel comune di Lonato (BS), in conseguenza della loro interferenza con il tracciato della nuova galleria artificiale Lonato, a servizio dei due assi ferroviari della linea AV/AC Milano-Verona

Lo scopo del presente documento è definire il modello geologico del sito, oltre a "costituire un elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici" in ottemperanza al **D.M. 17 gennaio 2018 (N.T.C.)**, che al punto 6.2.1 indica che "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."

Lo studio si è articolato nei seguenti punti:

- ✓ raccolta ed analisi della Letteratura geologica esistente;
- ✓ esecuzione di n. 4 sondaggi a carotaggio continuo con prove SPT in foro;
- ✓ esecuzione di n° 1 stendimento sismico (Re.Mi. + MASW) e n° 1 Test HVSR di Nakamura;
- ✓ stesura della presente relazione tecnica a cui sono allegati:
  - stratigrafie sondaggi geognostici;
  - documentazione fotografica;



## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella redazione della presente relazione ci si è attenuti alle prescrizioni della Normativa vigente, in particolare:

- **D.M. LL.PP. 11/03/1988:** "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- **Circ. Min. LL.PP. 24/09/1988 n. 30483:** "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce; la stabilità dei pendii e delle scarpate, e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione";
- **Circ. Min. LL.PP. 09/01/1996 n. 218/24/3:** "Legge 2 febbraio 1974 n. 64. Decreto Min. LL.PP. 11 marzo 1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica";
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) n° 3274 del 20/03/2003:** "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) n° 3519 del 28/04/2006:** "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone";
- **D. Min. Infrastrutture e Trasporti del 14/09/2005:** "Norme tecniche per le costruzioni 'Testo Unico'";
- **D. Min. Infrastrutture e trasporti del 14/01/2008:** "Nuove norme tecniche per le costruzioni";
- **Circ. Cons. Sup. LL.PP. n. 617 del 2 febbraio 2009:** "Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al D.M. 14 gennaio 2008";
- **D.G.R. 30 marzo 2016 - n. X/5001:** "Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. 33/2015)";
- **D. Min. Infrastrutture e trasporti del 17/01/2018:** "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni (NTC)".



## 1 RELAZIONE GEOLOGICA

### 1.1 Inquadramento geografico

La zona in studio è ubicata all'interno dello stabilimento della Ditta FERALPI Siderurgica S.p.a., nel territorio comunale di Lonato del Garda (BS), circa 1,6 Km ad Ovest rispetto al centro storico del capoluogo, in località Campagna Sopra; l'area è compresa tra l'autostrada A4 "Brescia - Padova" (a Sud), e la linea ferroviaria Milano - Venezia (a Nord) e si sviluppa ad una quota di circa 143 m s.l.m.

Dal punto di vista cartografico il luogo è compreso nel Foglio n. 47 II N.E. "Calcinato" della Carta Topografica d'Italia alla scala 1:25.000 (cfr. fig.1).

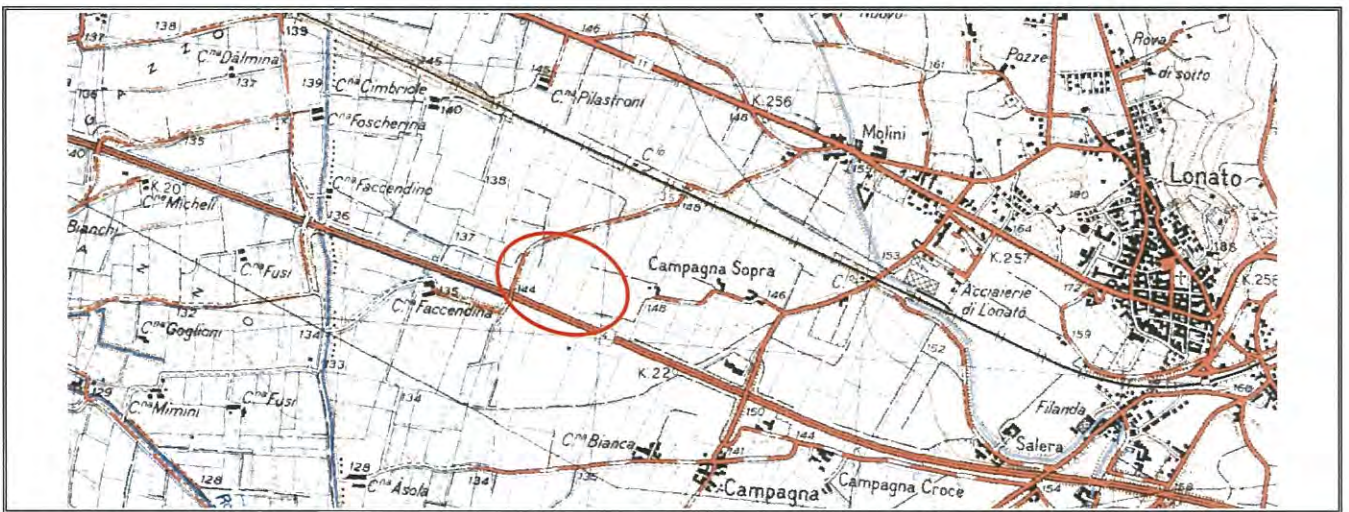


Figura 1 – Estratto Carta Topografica d'Italia – IGMI Fg. 47 II N.E. "Calcinato"

A scala maggiore, l'area in esame ricade all'interno della sezione n. D6e2 "Lonato" della Carta Tecnica della Regione Lombardia (scala 1:10.000).



Figura 2 – Estratto CTR della Lombardia alla scala 1:10.000 – sezioni D6e2 e D6e3





Figura 3 – Individuazione dell'area di indagine – fonte Google Maps.

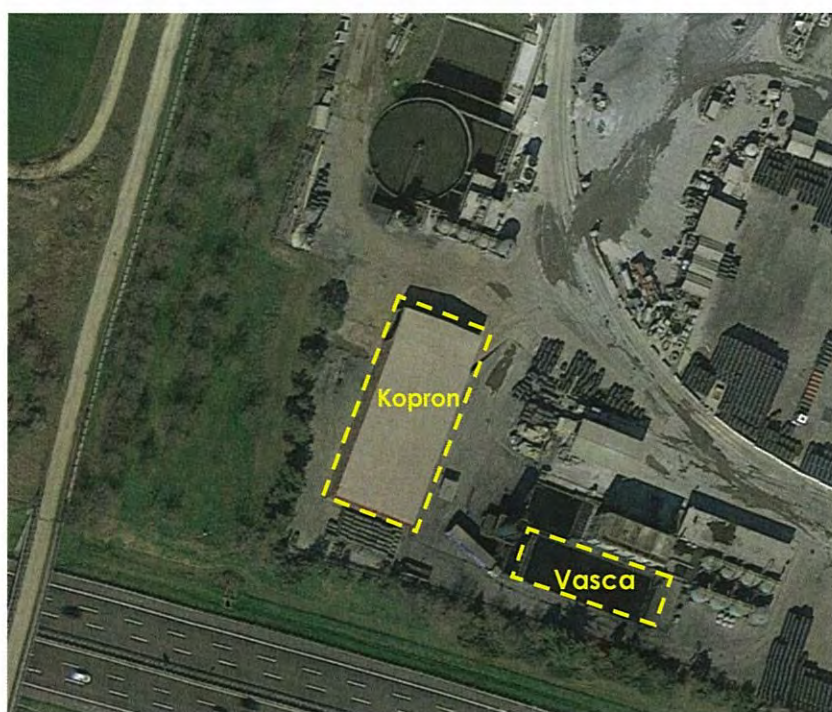


Figura 4 – Ingrandimento area di indagine e strutture principali da delocalizzare – fonte: Google Earth





## 1.2 Lineamenti geomorfologici e litologici

Dal punto di vista **geomorfologico**, l'area in esame si inserisce nell'ambito denominato "piana fluvioglaciale occidentale di Lonato", caratterizzata da un ampio settore da pianeggiante a subpianeggiante, formatosi a seguito del ritiro dei ghiacciai più antichi (Fase di Carpenedolo) e successivamente recettore delle acque di scioglimento dei ghiacciai delle fasi più recenti, nonché della successiva rete idrografica olocenica.

Dal punto di vista **litologico** nell'area in esame prevalgono i depositi fluvioglaciali frontali alle cerchie moreniche: questi sedimenti, depositi in un ambiente ad elevata energia non presentano, di norma, la tipica coltre superficiale limoso-sabbiosa. Sono costituiti da ghiaie a supporto clastico con matrice sabbiosa; i ciottoli sono da arrotondati a subangolari e si presentano talora stratificati.

Secondo quanto riportato nella "Carta Geologica d'Italia, Foglio n. 48 – PESCHIERA DEL GARDA, scala 1:100.000" (cfr. Fig. 5), l'area in oggetto è posta entro le *alluvioni fluvio-glaciali e fluviali da molto grossolane a ghiaiose con strato di alterazione superficiale argilloso di ridotto spessore*, di età rissiana (fg<sup>R2</sup>).

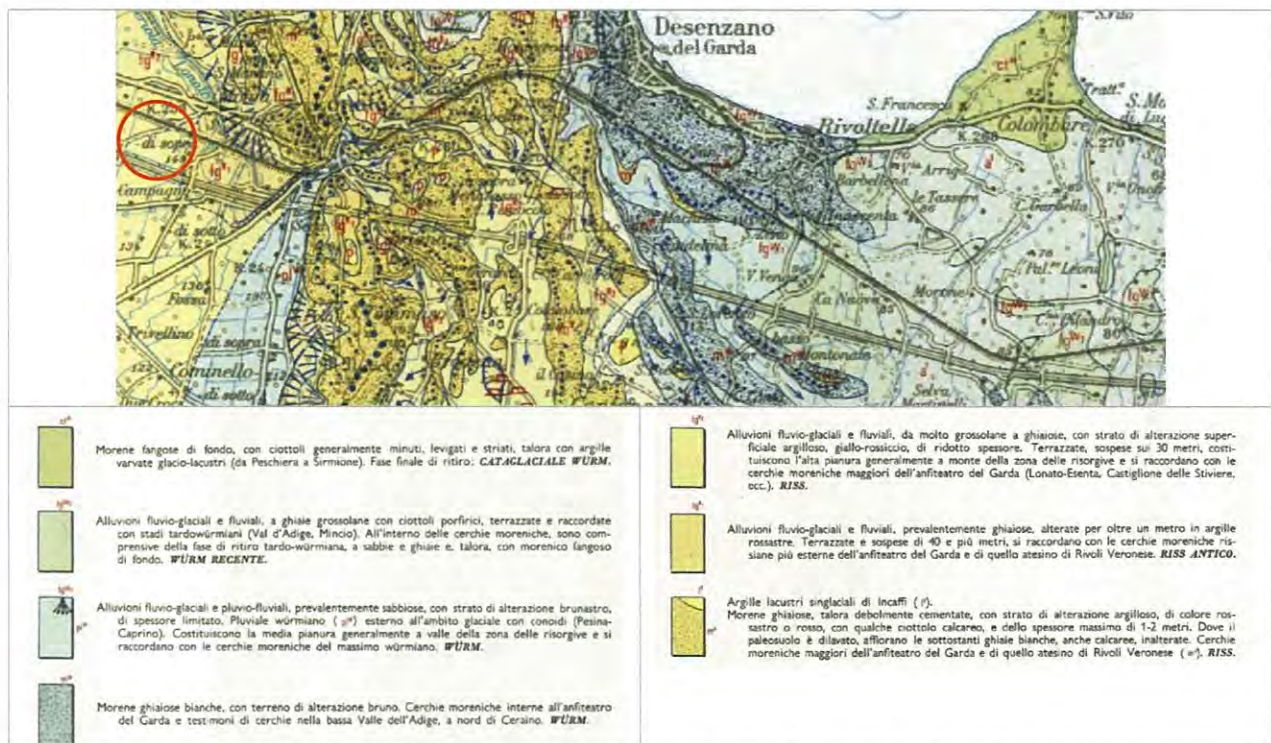


Figura 5 - Estratto dalla Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000 – Foglio n. 48 "Peschiera del Garda" (fuori scala)

La Relazione Geologica, facente parte degli elaborati relativi alla componente geologica del PGT di Lonato, definiscono le litologie presenti come:



- Depositi fluvioglaciali frontali alle cerchie interne (Uslf5): questi sedimenti, depositi in un ambiente ad elevata energia non presentano, di norma, la coltre superficiale limoso-sabbiosa. Sono costituiti da ghiaie a supporto clastico con matrice sabbiosa; i ciottoli sono da arrotondati a subangolari e si presentano talora stratificati. Essi costituiscono l'estesa piana fluvioglaciale occidentale, costituendo un potente corpo ghiaioso sabbioso.

Nel seguito riportiamo uno stralcio della Carta Geologica associata al PGT sopraccitato.

Si tenga presente che tale cartografia individua la presenza, nella zona di interesse, di porzioni interessate da riporti.



Figura 6 - Estratto dalla Carta Geologica di PGT di Lonato



### 1.3 Idrografia ed idrogeologia

Nell'area della piana occidentale di Lonato, l'**assetto stratigrafico e quindi idrogeologico**, risulta riferibile ai sistemi acquiferi della pianura padana, in funzione dello spessore e della tipologia dei depositi fluvioglaciali, nonché della posizione esterna rispetto alle cerchie moreniche principali.

Il modello idrogeologico di riferimento per il settore di pianura è quello di un acquifero di tipo multistrato, circolante entro i depositi quaternari, in cui i diversi orizzonti acquiferi sono costituiti da livelli ghiaioso-sabbiosi e conglomeratici fessurati separati da intervalli argillosi, argilloso-limosi o conglomeratici compatti (*aquitard*).

La presenza di orizzonti a minore permeabilità determina un deflusso preferenziale dell'acqua nei litotipi più permeabili e di conseguenza una circolazione idrica sviluppata preferenzialmente in livelli sovrapposti e, su larga scala, in connessione idrogeologica ed in equilibrio.

Si può riconoscere un acquifero superficiale corrispondente per lo più alla falda freatica, di norma bene alimentata e con una buona potenzialità che si sviluppa entro l'unità ghiaioso sabbiosa ricca in ciottoli più recente; essa risulta captata da numerosi pozzi.

Localmente possono essere presenti dei livelli impermeabili che separano la falda freatica vera e propria rispetto a falde superficiali da libere a semiconfiniate.

L'alimentazione della falda freatica deriva essenzialmente dall'infiltrazione diretta delle acque meteoriche nelle zone di ricarica, che comprendono anche la pianura fluvioglaciale esterna alla cerchia di Lonato, e dall'apporto degli acquiferi circolanti negli ambiti collinari.

Un contributo è rappresentato dalle acque di dispersioni in subalveo, della rete idrica superficiale, compresa la rete artificiale irrigua.

La direzione di flusso si orienta da NNE verso SSW e da NE verso SW, con debole gradiente piezometrico. La soggiacenza della falda freatica subisce delle naturali oscillazioni stagionali in funzione della piovosità con valori massimi di norma posti in corrispondenza del periodo primaverile e minimi nel periodo autunnale.

Al sistema acquifero multistrato semiconfinato o confinato sono da riferire le falde medie e profonde presenti a partire da circa 60 ÷ 70 m dal p.c., al di sotto di un livello argilloso-limoso, talora discontinuo, che costituisce localmente la base del sovrastante acquifero freatico o superficiale.

Oltre tale profondità sono presenti, nel settore settentrionale e centrale, orizzonti conglomeratici compatti o fessurati alternati a lenti ghiaiose o ghiaioso-sabbiose e nel settore meridionale orizzonti limosi o limoso argillosi alternati ad intervalli ghiaioso-sabbiosi.





La Carta Idrogeologica allegata al PGT che segue, individua l'area di interesse come caratterizzata da depositi grossolani a permeabilità elevata, conseguentemente, le caratteristiche di vulnerabilità sono mediamente alte.



Figura 7 - Estratto dalla Carta Idrogeologica di PGT di Lonato

In Fig.8 che segue, riportiamo la stratigrafia, Tubaggio e Prova di Portata del Pozzo 3, asservito all'attività industriale di FERALPI Siderurgica Spa; essa, ben rappresenta le caratteristiche idrogeologiche dei luoghi, costituita da un'alternanza di ghiaie e conglomerati e base dell'acquifero in argille varicolori posto a -96,50. Si evince anche l'estrema produttività dell'acquifero captato, il cui livello statico è posto a -60,90 m. da p.c.; infatti, con una portata di 83,30 l/s si determina una depressione dell'acquifero di soli 2,60 m.



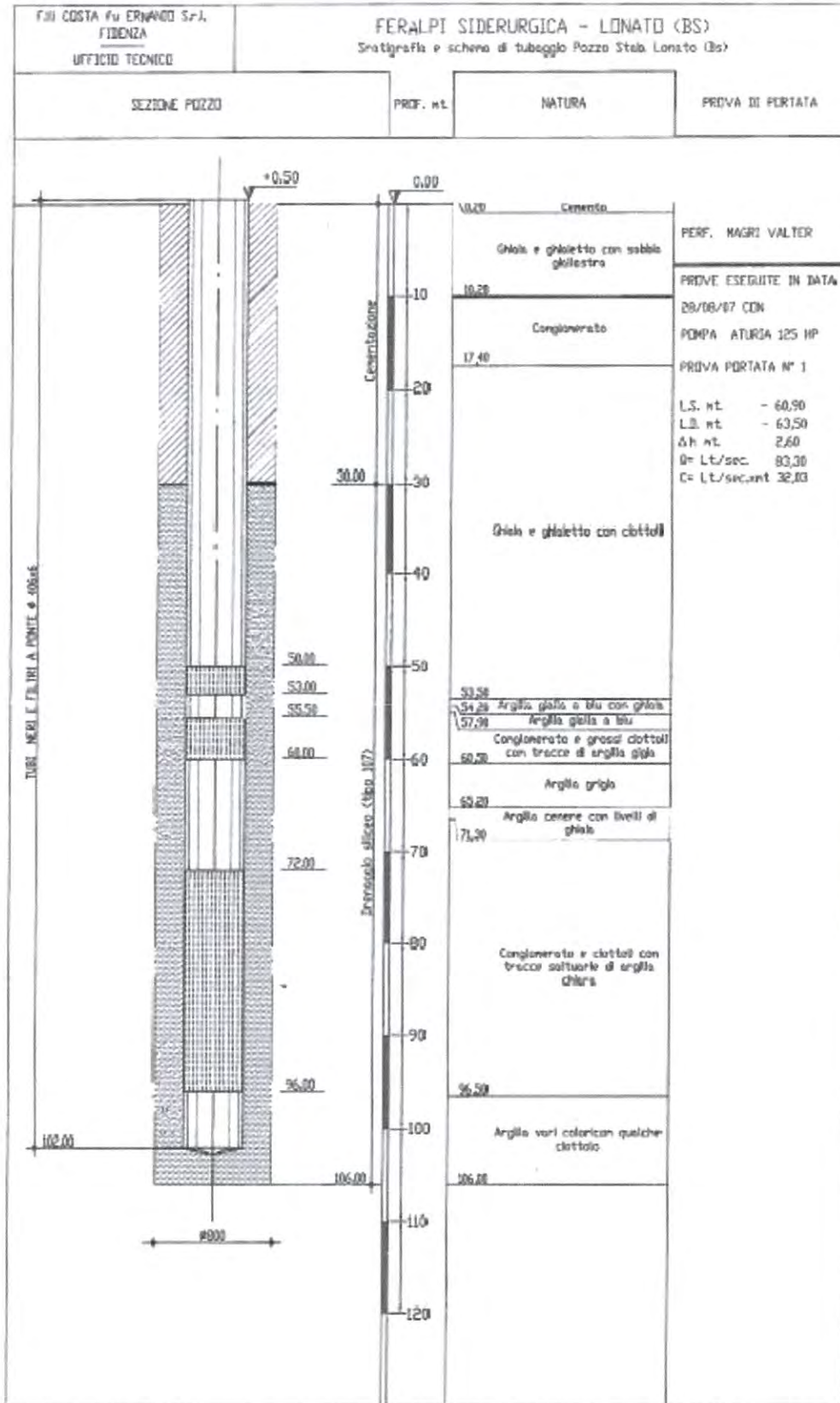


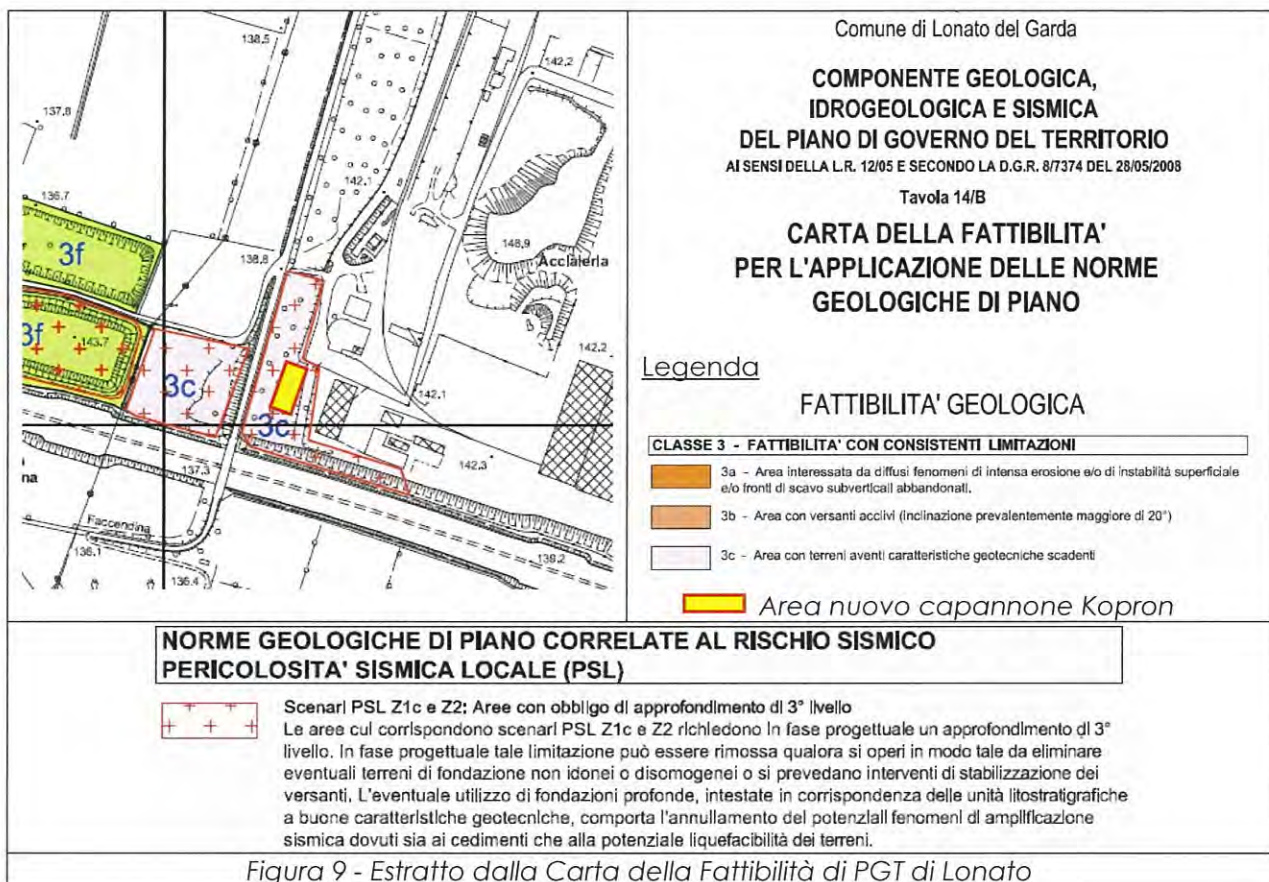
Figura 8 - Stratigrafia - Tubaggio e Prova di Portata Pozzo 3 FERALPI siderurgica Spa





#### 1.4 Pianificazione comunale: PGT del Comune di Lonato

La **fattibilità geologica** sintetizza le penalità ai fini edificatori in rapporto alle caratteristiche geologiche geomorfologiche e idrogeologiche dell'area, anche in considerazione dei dissesti in atto e potenziali. Tale tematismo è contenuto nella Carta della fattibilità geologica del P.G.T. del Comune di Lonato.



La zona di intervento con riferimento al tale tematismo ed in dipendenza dell'ubicazione delle opere previste, può essere distinta in due diverse "Classi":

- **Nuova vasca depuratore:** ricade entro la **Classe 1: Fattibilità senza particolari limitazioni** (aree prevalentemente pianeggianti o a debole pendenza con caratteristiche geotecniche dei terreni da buone a mediocri);
- **Nuovo capannone Kopron:** ricade entro la **Classe 3C: Aree con terreni aventi caratteristiche geotecniche scadenti**; Per quanto riguarda il la Pericolosità Sismica Locale (PSL) viene individuato uno scenario "Z1 e Z2" con obbligo di approfondimento di 3° livello.



Le Norme geologiche di Piano, per quest'ultima zona prescrivono quanto segue:

- Le aree cui corrispondono scenari PSL Z1c e Z2 richiedono in fase progettuale un approfondimento di 3° livello. In fase progettuale tale limitazione può essere rimossa qualora si operi in modo tale da eliminare eventuali terreni di fondazione non idonei o disomogenei o si prevedano interventi di stabilizzazione dei versanti. L'eventuale utilizzo di fondazioni profonde, intestate in corrispondenza delle unità litostratigrafiche a buone caratteristiche geotecniche, comporta l'annullamento dei potenziali fenomeni di amplificazione sismica dovuti sia ai cedimenti che alla potenziale liquefacibilità dei terreni.

Come vedremo in seguito, le indagini condotte in questa fase hanno consentito di escludere, nell'area destinata al nuovo capannone Kopron, la presenza di terreni di riporto o quantomeno a scadenti caratteristiche geomeccaniche, così come indicato nella Carta di Fattibilità Geologica del PGT di Lonato.

Al contrario, i riporti sono stati individuati nei sondaggi effettuati in corrispondenza del sedime destinato alla nuova vasca del depuratore.

Per quanto riguarda la **caratterizzazione sismica del territorio**, dall'analisi della carta del P.G.T. dedicata: *Carta della pericolosità sismica locale*, si ripropone la situazione anzidetta, dove:

- la Nuova vasca depuratore: ricadrebbe in una **zona PSL Z4a**: AREE A POTENZIALE AMPLIFICAZIONE MORFOLOGICA E/O LITOLOGICA CON VALORI DI Fa di sito > Fa di soglia - AREE CON OBBLIGO DI APPROFONDIMENTO DI 3° LIVELLO O DI UTILIZZO DELLO SPETTRO DI NORMA CARATTERISTICO DELLA CATEGORIA DI SUOLO SUPERIORE;
- il Nuovo capannone Kopron: ricadrebbe in una **Zona PSL Z2**: AREE CON OBBLIGO DI APPROFONDIMENTO DI 3° LIVELLO

Dall'analisi della carta del "Sistema dei Vincoli" del P.G.T. di Lonato, ossia la tavola ricognitiva di tutti i vincoli gravanti sul territorio, derivanti da leggi nazionali e regionali; non si evidenziano particolari limitazioni per l'area in studio, tuttavia, si segnala la presenza, di vincoli autostradali e ferroviari e si ricorda che il sito Feralpi è definito come sito a Rischio Incidente Rilevante (R.I.R.).



### 1.5 Valutazione del Rischio Idrogeologico

La Legge 3 Agosto 1998 n° 267 e successive modifiche ed integrazioni prevede che *"le autorità di bacino di rilievo nazionale e interregionale e le regioni per i restanti bacini adottano, ... piani stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico ... che contengano in particolare la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico e la perimetrazione delle aree da sottoporre a misure di salvaguardia..."*

Il metodo per la valutazione del rischio, dipendente dai fenomeni di carattere idrogeologico, viene indicato dal D.P.C.M. 29 settembre 1998, mentre la legge 11 dicembre 2000 n° 365, individua una nuova procedura per l'approvazione dei P.A.I. e sancisce una data limite per l'adozione degli stessi; quest'ultima deve avvenire entro e non oltre sei mesi dalla data di adozione del relativo progetto di piano.

In tale quadro normativo, l'AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO, ente competente per il territorio comunale di Lonato, ha elaborato il PROGETTO DI PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO.

**Per quanto riguarda la zona in studio, non sono segnalate né aree a rischio idraulico, evidenziate dalle fasce A, B e C, né aree di dissesto.**



## 1.6 Indagine geognostica

La campagna di indagine geognostica è stata svolta al fine di individuare le caratteristiche litologiche del sottosuolo e per determinare i principali parametri geotecnici dei terreni di fondazione, con riferimento alle tipologie di intervento previste. Le indagini effettuate sono state, pertanto, le seguenti.

- **n. 2 sondaggi** geognostici a carotaggio continuo (S1 – S2), spinti fino alla profondità massima di 15 m da p.c. – **Zona Nuovo Capannone Kopron;**
- **n. 2 sondaggi** geognostici a carotaggio continuo (S3 – S4), spinti fino alla profondità massima di 20 m da p.c. – **Zona Nuova Vasca depuratore;**
- esecuzione di n° 1 stendimento sismico (Re.Mi. + MASW) e n° 1 Test HVSR di Nakamura.

L'ubicazione delle indagini eseguite è riportata nella seguente figura.

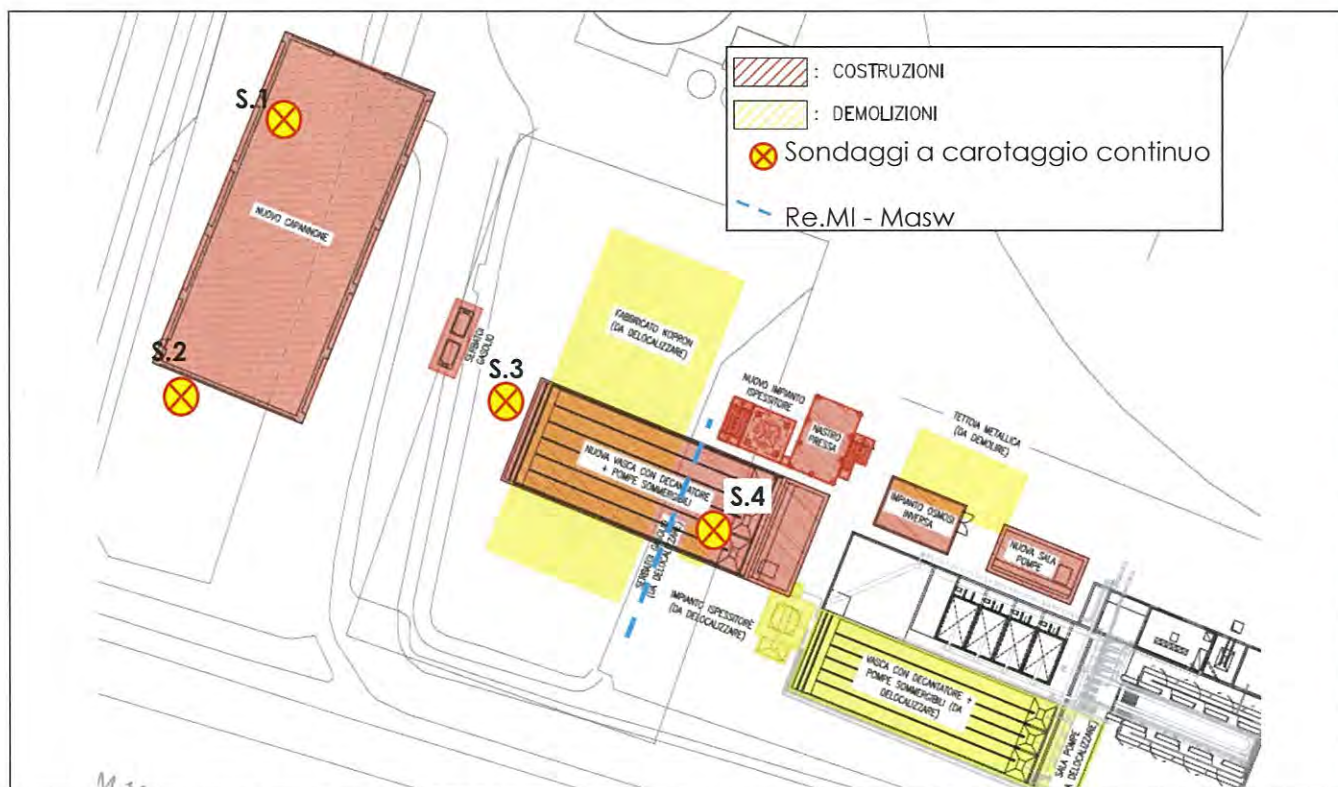


Figura 10 – ubicazione indagini su planimetria schematica di intervento demolizioni/ricostruzioni

### 1.6.1 Sondaggi a carotaggio continuo

In data 8-9-10 agosto 2018, sono stati effettuati n. 4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, con andamento verticale, impiegando una sonda idraulica Fraste FS 200 montata su autocarro IVECO EuroCargo. Il diametro di perforazione utilizzato è stato  $\varnothing = 127$  mm al fine di sostenere il perforo, e di  $\varnothing = 101$  mm per il recupero del campione. Le carote estratte dai fori di sondaggio, sono state collocate all'interno di cassette catalogatrici.

L'esame delle carote estratte ha evidenziato una situazione sostanzialmente differente per le due aree considerate, ossia:

- **Area Nuovo capannone Kopron:** sono state individuate ghiaie fluvioglaciali in abbondante matrice sabbioso limosa con caratteristiche geomeccaniche da discrete a buone;
- **Area Nuova vasca depuratore:** sono stati individuati riporti per uno spessore massimo di 10 metri, a volte con scadenti caratteristiche geomeccaniche (fanghi), posti al di sopra delle ghiaie fluvioglaciali tipiche della zona.

La descrizione dettagliata delle successioni stratigrafiche e relativa documentazione fotografica, è consultabile negli allegati 1 e 2.

#### 1.6.1.1 Prove SPT in foro

La prova SPT si effettua facendo penetrare nel terreno, a percussione, una punta aperta di tipo Raymond, montata all'estremità di una batteria di aste cave, attraverso una massa battente di peso e altezza di caduta standardizzate.

La prova SPT consiste nel rilevare il numero di colpi (rispettivamente N1, N2 e N3) necessari per infiggere la punta per tre tratti successivi di 15 cm ciascuno. La resistenza alla penetrazione è caratterizzata dal numero di colpi richiesti per l'attraversamento degli ultimi due tratti, per complessivi 30 cm ( $N_{SPT} = N2 + N3$ ). Il dispositivo di infissione è costituito da un maglio del peso di 63,5 Kg, che cade liberamente da un'altezza di 76 cm. La prova penetrometrica dinamica viene interrotta in presenza di una delle seguenti condizioni (rifiuto):

- $N1 > 50$  colpi
- $N2 + N3 > 100$  colpi

La prova SPT è, allo stato attuale, la più conosciuta e la più praticata al mondo e pertanto ha trovato un vastissimo campo di applicazione in geotecnica.

Il numero di colpi ottenuto per infiggere il campionatore ( $N_{SPT}$ ) permette di valutare lo stato di addensamento e/o la consistenza dei depositi attraversati dal sondaggio e, quindi, mediante le opportune correlazioni esistenti, di caratterizzare geotecnicamente gli stessi. La valutazione dei parametri geotecnici può essere affinata attraverso la normalizzazione dei risultati della prova con



l'introduzione di fattori correttivi che tengono conto della pressione efficace del terreno sovrastante, del dispositivo utilizzato per la prova, della lunghezza del dispositivo di prova e delle caratteristiche del foro e del campionatore.

L'insieme di questi fattori concorre a determinare il valore dell'effettiva energia trasmessa dal maglio al campionatore e, pertanto, l'esito della prova stessa; si assume, pertanto, un rendimento energetico medio dei macchinari pari al 60%.

Nella tabella che segue vengono riportati i risultati del numero di  $N_{SPT}$  registrati alle diverse quote, corretti per effetto della profondità e per il rendimento del dispositivo di misura  $(N_1)_{60}$ ; con le corrispondenti correlazioni al tipo litologico sulla base delle raccomandazioni AGI del 1977.

	Sondaggio	SPT	Prof. (m da p.c.)	$N_{SPT}$	$(N_1)_{60}$	Grado di addensamento e/o <i>consistenza</i> (Terzaghi e Peck-1948)	$\phi$ (°)	$C_u$ (kPa)	M (MPa)
Area Kopron	S1	1	1,5	15	15	Mediamente addensato	30	-	11
		2	3,0	23	23	Mediamente addensato	34	-	16
		3	6,0	R	-	-	-	-	-
		4	9,0	R	-	-	-	-	-
		5	12,0	R	-	-	-	-	-
	S2	1	1,5	54	54	Molto addensato	38	-	38
		2	3,0	17	17	Mediamente addensato	31	-	12
		3	6,0	60	57	Molto addensato	38	-	40
		4	9,0	83	62	Molto addensato	38	-	44
		5	12,0	R	-	-	-	-	-
Area Vasca	S3		3,0	4	4	Sciolto o <i>mediamente compatto</i>	23	27	2
			6,0	64	60	Molto addensato	38	-	40
			9,0	R	-	-	-	-	-
			12,0	R	-	-	-	-	-
			15,0	R	-	-	-	-	-
	S4		3,0	16	16	Mediamente addensato	30	-	11
			6,0	R	-	-	-	-	-
			9,0	20	15	Mediamente addensato	30	-	11
			12,0	R	-	-	-	-	-
			15,0	R	-	-	-	-	-

Dove:  $\phi$  = angolo di attrito interno  $C_u$  = coesione non drenata M = modulo edometrico

Tabella 1: Risultati prove SPT e parametrizzazione

Viene inoltre riportato il valore dell'angolo di attrito interno, così come calcolato in base alla formula indicata dalla Road Bridge Specification.

Invece, la coesione non drenata  $C_u$  viene calcolata con la formula di Terzaghi e Peck del 1948.

### 1.6.2 Indagine geofisica

Al fine di caratterizzare la velocità delle onde S e quindi definire la categoria di sottosuolo dell'area in studio, come richiesto dalla normativa vigente, sono stati realizzati n. 1 stendimento sismico con acquisizione del rumore di fondo (Re.Mi.) e registrazione di impatti programmati (MASW), integrato da n. 1 test HVSR di Nakamura per definire la frequenza di risonanza del sito.

L'immagine spettrale Re.Mi. è stata ottenuta partendo da una velocità minima di fase di 150 m/s e una frequenza di corner di 100 Hz.

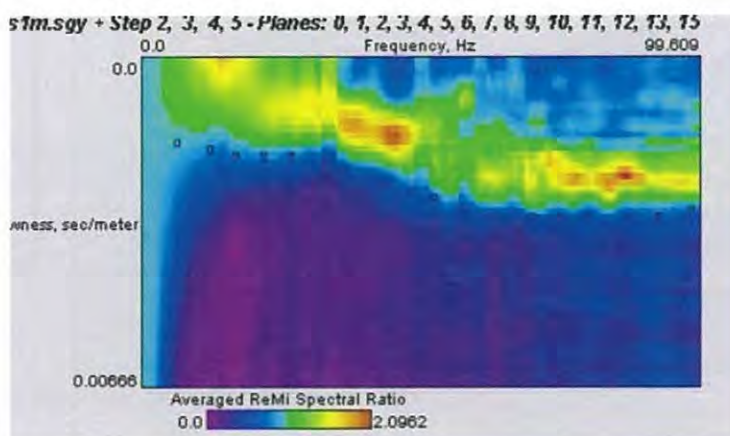


Figura 11 - Spettro p-f

La sismostratigrafia, derivata dalla modellazione diretta della curva di dispersione, propone, al di sotto di un piastrone rigido superficiale in cls, uno strato mediamente addensato con  $V_s=270$  m/s presente fino a 3 m circa. Esso poggia su sedimenti sovra consolidati ( $550 \text{ m/s} < V_s < 700 \text{ m/s}$ ) presenti fino alla base della sezione investigata.



## Vs Refraction Microtremor

Profondità piano di fondazione;  
Vs30;  
Categoria sottosuolo di  
fondazione

0m	572	B
1m	586	B
2m	612	B
3m	630	B

\*la prova è stata eseguita sul fondo  
vasca

### Spettro di potenza p-f

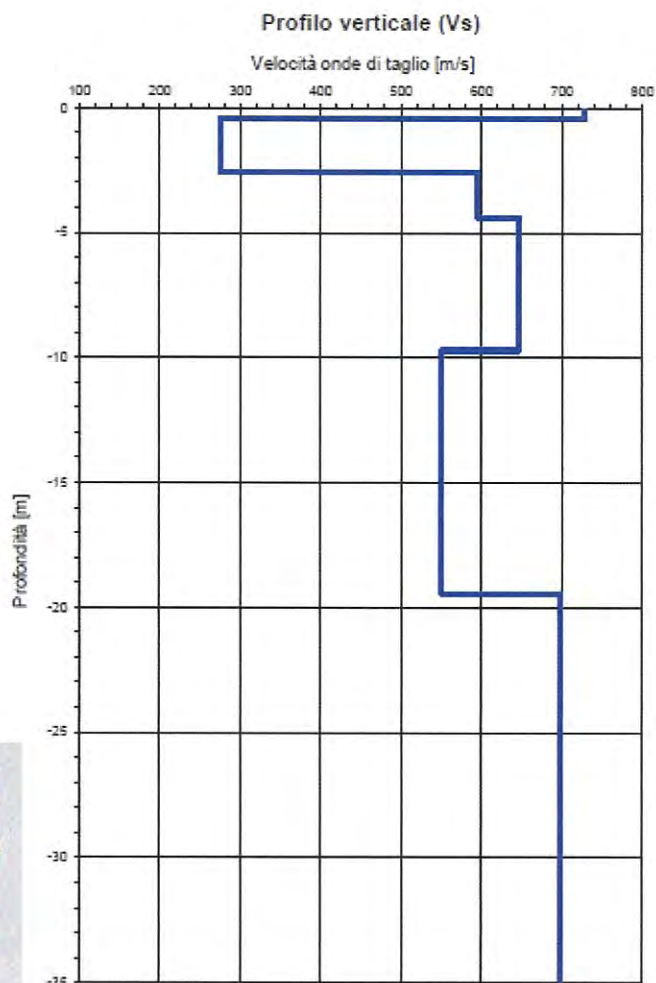
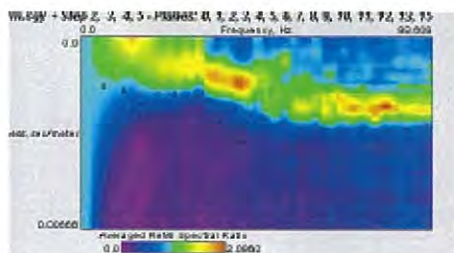


Figura 12 – sismostratigrafia

**La categoria del sottosuolo di fondazione**, dal momento che i valori di Vs30 sono  $> 360$  m/s ( $570$  m/s  $\div$   $630$  m/s per quattro profondità di incastro fondazionale tra  $0$  m e  $3$  m) **è quindi la B.**

Che i terreni siano ascrivibili alla categoria B lo dimostra anche l'esito della prova attiva Masw.



Doc. N.

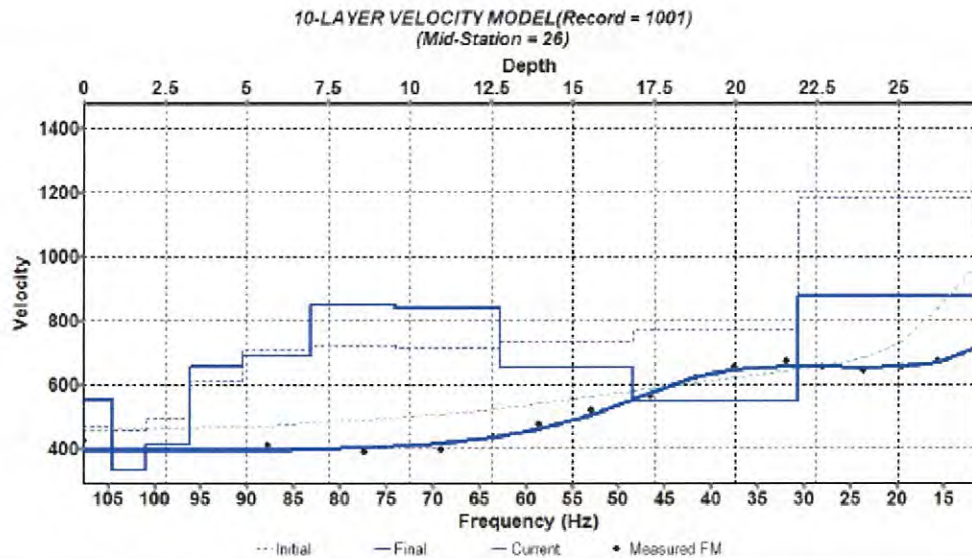
Progetto  
INORLotto  
11Codifica Documento  
E E2 RB OV 15A 0 001Rev.  
AFoglio  
20 di 42

Figura 13 – Modello di velocità onde di taglio Masw

Le Vs calcolate con l'approccio attivo sono leggermente sovrastimate rispetto a quanto eseguito per la prova passiva e questo può essere associato all'elevato rumore presente in sito e che al di sotto dei 40Hz appare poco focalizzato, dato che, probabilmente, l'impatto della mazza non domina sul rumore di fondo.

Il test HVSR di Nakamura ha fornito una curva del rapporto spettrale H/V dove non si evidenziano picchi significativi e un'ampiezza media inferiore a 2. L'esame delle curve spettrali delle componenti singole mostra una manifesta coerenza fino a 10 Hz. Oltre questo valore si registra una forte amplificazione della componente NS, che coinvolge anche la EW e la verticale.

Il centro di frequenza è di circa 17Hz ed è chiara l'origine antropica della sorgente generatrice (lato della vasca).

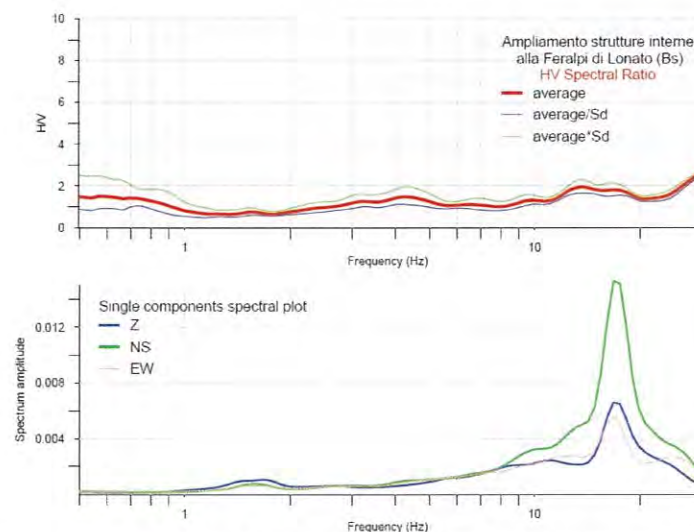


Figura 14 - Rapporto spettrale H/V



Una curva H/V di siffatta morfologia è compatibile con la struttura geologica dei luoghi caratterizzati dalla presenza di depositi glaciali sovraconsolidati che hanno un comportamento assimilabile a quello di un riflettore sismico.

Non è quindi possibile ricavare da quest'analisi la frequenza di risonanza del sito per la cui determinazione, in contesti di elevata rigidità, sono necessarie registrazioni di durata elevata o, preferibilmente, elaborazioni di serie temporali prodotte da un evento sismico.

### 1.7 Modello geologico locale

L'analisi dei dati raccolti consente di esprimere un modello geologico semplificato del sottosuolo per le due aree oggetto di intervento.

Come già detto, risulta necessarie distinguere le due aree con due distinti modelli geologici.

Le seguenti tabelle sintetizzano i due differenti modelli, considerando che taluni livelli, allo stato attuale delle conoscenze, non appaiono uniformi su tutta l'area.

#### Area nuovo Capannone Kopron

Strato	Prof.(m da p.c.)	Litologia	Livelli saturi
1	0,0 – 6,0	<b>Ghiaie</b> , sabbie e ciottoli poligenici in abbondante matrice sabbiosa limosa	assenti
2	6,0 – decine di metri	<b>Ghiaie</b> , sabbie e ciottoli poligenici in abbondante matrice sabbiosa limosa addensati	

Tabella 2.1 - Modello geologico locale

#### Area nuova vasca depuratore

Strato	Prof.(m da p.c.)	Litologia	Livelli saturi
1	0,0 – (7,2÷10,0)	<b>Riparti</b> antropici localmente a scadenti caratteristiche geomeccaniche	assenti
2	(7,2÷10,0) – decine di metri	<b>Ghiaie</b> , sabbie e ciottoli poligenici in abbondante matrice sabbiosa limosa addensati	

Tabella 2.2 - Modello geologico locale



### 1.8 Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche

Ai fini della definizione dell'**azione sismica** si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie del sottosuolo di riferimento.

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

Figura 15 - Tabella 3.2. Il Norme tecniche per le costruzioni: categorie di sottosuolo

Tale classificazione si esegue in base ai valori della velocità equivalente  $V_{s,30}$  di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità a partire dal piano di imposta delle fondazioni (nel caso di fondazioni superficiali). Per questo motivo è stata eseguita una indagine geofisica locale, mediante la tecnica della sismica passiva (descritta nel dettaglio nel paragrafo 1.6.2).

Il profilo Re.Mi. ha evidenziato  $V_{s,30}$  che permettono di attribuire il sottosuolo dell'area in oggetto alla: **categoria B - "rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti**, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s".

Per quanto riguarda le **condizioni topografiche** del sito, per configurazioni superficiali semplici, si può adottare la seguente classificazione:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
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 $i > 30^\circ$

Figura 16 - Tabella 3.2. III Norme tecniche per le costruzioni: categorie topografiche

Pertanto, si può affermare che i luoghi in esame ricadono entro la **categoria T1**.



## 1.9 Azione sismica locale

Le azioni sismiche di progetto, utilizzate nelle verifiche agli stati limite, si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito.

La pericolosità sismica è definita in termini di **accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$**  ed è descritta dalla probabilità che in un fissato lasso di tempo, in detto sito, si verifichi un evento sismico di entità almeno pari al valore prefissato.

Nell'intento di definire in modo puntuale la pericolosità sismica, le NTC fanno riferimento a n. 4 stati limite per l'azione sismica, ognuno definito da una "probabilità di eccedenza del periodo di riferimento"  $P_{VR}$  e da un periodo di ritorno  $T_R$ , espresso in anni. Si fa riferimento quindi ai seguenti stati limite:

<b>Stati Limite di Esercizio SLE</b>	Stato limite di immediata operatività <b>SLO</b>
	Stato limite di Danno <b>SLD</b>
<b>Stati Limite Ultimi SLU</b>	Stato limite di Salvaguardi della Vita <b>SLV</b>
	Stato Limite di prevenzione del Collasso <b>SLC</b>

Tabella 3

Il valore di  $a_g$  è desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento, attualmente fornito dallo INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), per ogni sito in base alla strategia di progettazione scelta per la singola costruzione.

Nel seguito si schematizzano i **presunti parametri di progetto** relativi all'opera in oggetto, che determinano il valore dell'azione sismica espressa in termini di accelerazione massima attesa  $a_g$ .

<b>Latitudine sito*</b>	<b>45.46020</b>
<b>Longitudine sito*</b>	<b>10.45422</b>
Vita nominale $V_N$	50 anni
Classe d'uso	II
Periodo di riferimento $V_R$	50 anni
Periodo di ritorno $T_R$ con $P_{VR} = 81\%$ (SLO)	30 anni
Periodo di ritorno $T_R$ con $P_{VR} = 63\%$ (SLD)	50 anni
Periodo di ritorno $T_R$ con $P_{VR} = 10\%$ (SLV)	475 anni
Periodo di ritorno $T_R$ con $P_{VR} = 5\%$ (SLC)	975 anni

(\*) coordinate espresse nel sistema ED50

Tabella 4

La figura 17 individua la pericolosità del sito di intervento in riferimento ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni ( $T_R = 475$  anni), attraverso una stima eseguita con il programma "Spettri di risposta - ver. 1.0.3" del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, mediante interpolazione per superficie rigata.

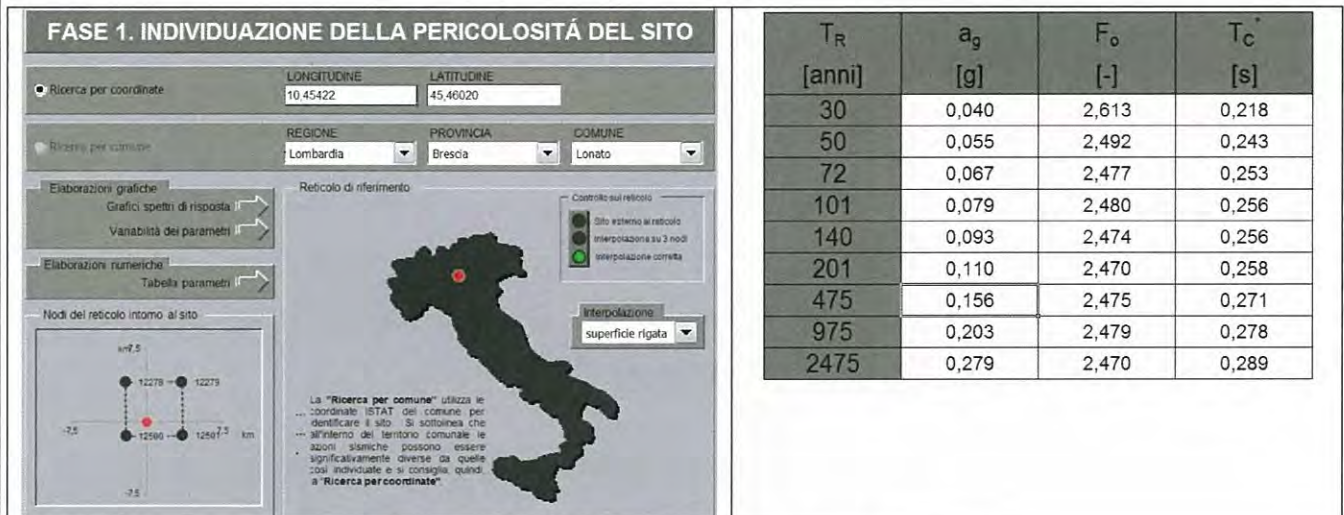


Figura 17 - Pericolosità di base del sito di intervento

In riferimento alla strategia progettuale sintetizzata nella tabella 6, di seguito vengono indicati il  $T_R$ , l'accelerazione orizzontale massima sul sito di riferimento rigido, il fattore di amplificazione spettrale e il periodo corrispondente al tratto iniziale dello spettro.

stato limite	$T_R$ (anni)	$a_g/g$	$F_0$	$T_c$ (sec)
SLO	30	0,040	2,613	0,218
SLD	50	0,055	2,492	0,244
<b>SLV</b>	<b>475</b>	<b>0,156</b>	<b>2,475</b>	<b>0,271</b>
SLC	975	0,203	2,479	0,278

Tabella 5

Dove:

$T_R$  = periodo di ritorno

$a_g/g$  = accelerazione orizzontale massima attesa.

$F_0$  = fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale ed ha valore minimo pari a 2.2.

$T_c$  = è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro.



## 2 INDICAZIONI PRELIMINARI DI CARATTERE GEOTECNICO

### 2.1 Modello geotecnico locale

Per modello geotecnico si intende uno schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche, del regime delle pressioni interstiziali e della caratterizzazione fisico meccanica dei terreni e delle rocce comprese nel volume significativo. I parametri geotecnici attribuibili a tali terreni, sono schematizzati nella successiva tabella, i cui valori sono stati desunti dall'elaborazione delle indagini eseguite e dalla letteratura geologica esistente.

Come già indicato nel paragrafo riguardante il modello geologico, risulta necessario distinguere le due aree con due distinti modelli geotecnici.

Le seguenti tabelle sintetizzano i due differenti modelli, considerando che taluni livelli, allo stato attuale delle conoscenze, non appaiono uniformi su tutta l'area.

#### Area nuovo Capannone Kopron

Strato	Prof. (m da p.c.)	Litologia	$\varphi$ (°)	$c_u$ (kPa)	$\gamma_{nat}$ (kN/m <sup>3</sup> )
1	0,0 – 6,0	<b>Ghiaie</b> , sabbie e ciottoli poligenici in abbondante matrice sabbiosa limosa	33	-	18
2	6,0 – decine di metri	<b>Ghiaie</b> , sabbie e ciottoli poligenici in abbondante matrice sabbiosa limosa addensati	38	-	19

$\varphi$  = angolo di attrito,  $c_u$  = coesione non drenata,  $\gamma_{nat}$  = peso di volume del terreno

#### Area nuova vasca depuratore

Strato	Prof. (m da p.c.)	Litologia	$\varphi$ (°)	$c_u$ (kPa)	$\gamma_{nat}$ (kN/m <sup>3</sup> )
1	0,0 – (7,2÷10,0)	<b>Riparti</b> antropici localmente a scadenti caratteristiche geomeccaniche	-	-	17-21
2	(7,2÷10,0) – decine di metri	<b>Ghiaie</b> , sabbie e ciottoli poligenici in abbondante matrice sabbiosa limosa addensati	38	-	19

$\varphi$  = angolo di attrito,  $c_u$  = coesione non drenata,  $\gamma_{nat}$  = peso di volume del terreno

Tabella 6 - Modello geotecnico locale

Lo strato 1 dell'area vasca (terreno di riporto) non è stato parametrizzato a causa dell'estrema eterogeneità compositiva.

### 3 CONCLUSIONI

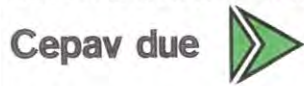
Con riferimento alle opere in progetto, alla luce delle considerazioni sopraesposte e delle indagini geognostiche effettuate, si ritiene di poter esprimere le seguenti considerazioni:

- ✓ l'area indagata è ubicata nell'ambito della "piana fluvioglaciale occidentale di Lonato", settore di pianura sub-pianeggiante posto a Sud del cordone morenico benacense più esterno;
- ✓ le indagini eseguite hanno evidenziato una situazione stratigrafica sostanzialmente differente per le due aree considerate, ossia:
  - **Area Nuovo capannone Kopron:** sono state individuate ghiaie fluvioglaciali in abbondante matrice sabbioso limosa con caratteristiche geomeccaniche da discrete a buone;
  - **Area Nuova vasca depuratore:** sono stati individuati riporti per uno spessore massimo di 10 metri, a volte con scadenti caratteristiche geomeccaniche (fanghi), posti al di sopra delle ghiaie fluvioglaciali tipiche della zona;
- ✓ l'indagine sismica ha permesso di classificare il sottosuolo nella categoria B; tuttavia, in considerazione di quanto indicato dalle norme geologiche del PGT e con riferimento ai contenuti della "Carta della Pericolosità Sismica", si dovrà utilizzare la **categoria di sottosuolo di tipo C**;
- ✓ le caratteristiche della superficie topografica inducono ad attribuire il sito alla **categoria T1**;
- ✓ il valore dell'azione sismica, espressa come valore di accelerazione di picco orizzontale del suolo ( $a_g$ ) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (tempi di ritorno pari a 475 anni), riferita a suoli rigidi, è pari a **0,156g**.

**Il quadro geologico risultante conferma la fattibilità delle opere previste in progetto.**



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RB OV 15A 0 001

Rev.  
A

Foglio  
27 di 42

## ALLEGATI

Allegato 1: Stratigrafie sondaggi geognostici

Allegato 2: Documentazione fotografica





Doc. N.

Progetto  
INORLotto  
11Codifica Documento  
E E2 RB OV 15A 0 001Rev.  
AFoglio  
29 di 42

Progetto:

**MODIFICHE DEL PIAZZALE FERALPI INTERFERENTE CON LA GALLERIA DI LONATO**

Luogo:

Stabilimento FERALPI in Lonato (BS)

Committente:

Studio Tecnico BAZZANI

Tipo attività:

Sondaggi a carotaggio continuo

Elaborato:

Relazione Geologica e Geotecnica sulle indagini

Ditta operatrice:

Progetti Servizi Verona S.r.l.

Via Osteria Grande, 61

37066 Sommacampagna VR

Tel. 045 510288 - Fax. 045 510514



Direzione di cantiere:

Dott. Geol. C. Leoncini

Data:























8 agosto 2018

Oggetto:

Log stratigrafico

Sondaggio:

**S. 2**

Φ mm	Profondità progressiva m	Profondità parziale m	% carot.	Litologie	Descrizione del terreno	Pocket Penetr. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Vane Test (Kg/cm <sup>2</sup> )	Prof. m	S.P.T.		Piezometro
									H (cm)	N	
127	0.5	0.5	100		Terreno vegetale						
	1.5	1.0	100		Ghiaietto e ciottoli piccoli poligenici in matrice sabbiosa medio-fine di colore nocciola			1.5	SPT 1		
		1.5	90		Ghiaietto e ciottoli poligenici in abbondante matrice sabbiosa fine, di colore nocciola				15	20	
101	3.0				Ghiaietto e ciottoli poligenici in abbondante matrice sabbiosa media limosa, di colore nocciola scuro - brunastro			3.0	15	33	
	3.5	0.5	100		Ghiaietto e ciottoli poligenici in abbondante matrice sabbiosa media limosa, di colore nocciola scuro - brunastro				15	21	
	4.0	0.5	100		Limo debolmente argilloso organico, con resti vegetali, poco consistente, plastico, di colore grigio scuro				15	17	
	4.1	0.1	100		Trovante				15	12	
									15	5	
	8.0				Ghiaietto e ciottoli poligenici in matrice sabbiosa medio grossolana, localmente debolmente limosa, di colore nocciola			6.0	SPT 3		
		3.9	100						15	20	
									15	28	
									15	32	
	8.7	0.7	100		Ghiaietto con sabbia grossa debolmente limosa, di colore nocciola			9.0	SPT 4		
									15	30	
									15	37	
									15	46	
											
		6.3	100		Ghiaietto e ciottoli poligenici in abbondante matrice sabbiosa grossolana, localmente debolmente limosa, di colore nocciola			12.0	SPT 5		
									15	R-8cm	
									15		
									15		
	15.0										





Doc. N.

Progetto  
INORLotto  
11Codifica Documento  
E E2 RB OV 15A 0 001Rev.  
AFoglio  
31 di 42

Progetto:

**MODIFICHE DEL PIAZZALE FERALPI INTERFERENTE CON LA GALLERIA DI LONATO**

Luogo:

Stabilimento FERALPI in Lonato (BS)

Committente:

Studio Tecnico BAZZANI

Tipo attività:

Sondaggi a carotaggio continuo

Elaborato:

Relazione Geologica e Geotecnica sulle indagini

Ditta operatrice:

**Progetti Servizi Verona S.r.l.**Via Osteria Grande,61  
37066 Sommacampagna VR  
Tel. 045.510288 – Fax. 045.510514

Direzione di cantiere:

Dott. Geol. C. Leoncini

Data:














10 agosto 2018

Oggetto:

Log stratigrafico

Sondaggio:

**S. 4**

Φ mm	Profondità		% carot.	Litologie	Descrizione del terreno	Pocket Penetr. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Vane Test (Kg/cm <sup>2</sup> )	Prof. m	S.P.T.		Piezometro
	progressiva m	parziale m							H (cm)	N	
127	0.3	0.3	100		Asfalto e soletta in calcestruzzo						
	1.7	1.4	90		Ripporto di ghiaietto in matrice sabbiosa con poche scorie di colore grigio scuro						
	2.5	0.8	100		Ripporto di ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso limosa color nocciola						
101		2.1	100		Ripporto di ghiaietti e ciottoli spigolosi con laterizi e rare scorie in abbondante matrice sabbiosa color grigio scuro			3.0	<b>SPT 1</b>		
	4.6								15	5	
									15	9	
									15	7	
	6.0	1.4	100		Ripporto di limi sabbiosi con scarsi ghiaietti e rari ciottoli colore bruno rossastro			6.0	<b>SPT 2</b>		
	6.2	0.2	90		Ripporto di scorie				15	7	
	7.0	0.8	100		Ripporto di limi sabbiosi con scarsi ghiaietti e rari ciottoli e scorie in matrice rossastra				15	R-13 cm	
	7.6	0.6			Ripporto di limo argilloso plastico color bruno rossastro				15	-	
	10.0	2.4	100		Ripporto di ghiaietto e ciottoli poligenici in matrice sabbiosa media e grossolana, debolmente limosa, di colore nocciola scuro			9.0	<b>SPT 3</b>		
									15	17	
									15	7	
									15	13	
	11.0	1.0	100		Ghiaietti e ciottoli in matrice sabbiosa localmente limosa color nocciola chiaro						
								12.0	<b>SPT 4</b>		
									15	R-13 cm	
									15	-	
									15	-	
		9.0	100		Ghiaia e ciottoli poligenici arrotondati in abbondante matrice sabbiosa debolmente limosa colore nocciola			15.0	<b>SPT 5</b>		
									15	35	
									15	R-4 cm	
									15	-	
	20.0										

Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RB OV 15A 0 001

Rev.  
A

Foglio  
32 di 42

**Allegato 2: documentazione fotografica**

**Cantiere: Feralpi Siderurgica SpA - Lonato (BS) — agosto 2018**

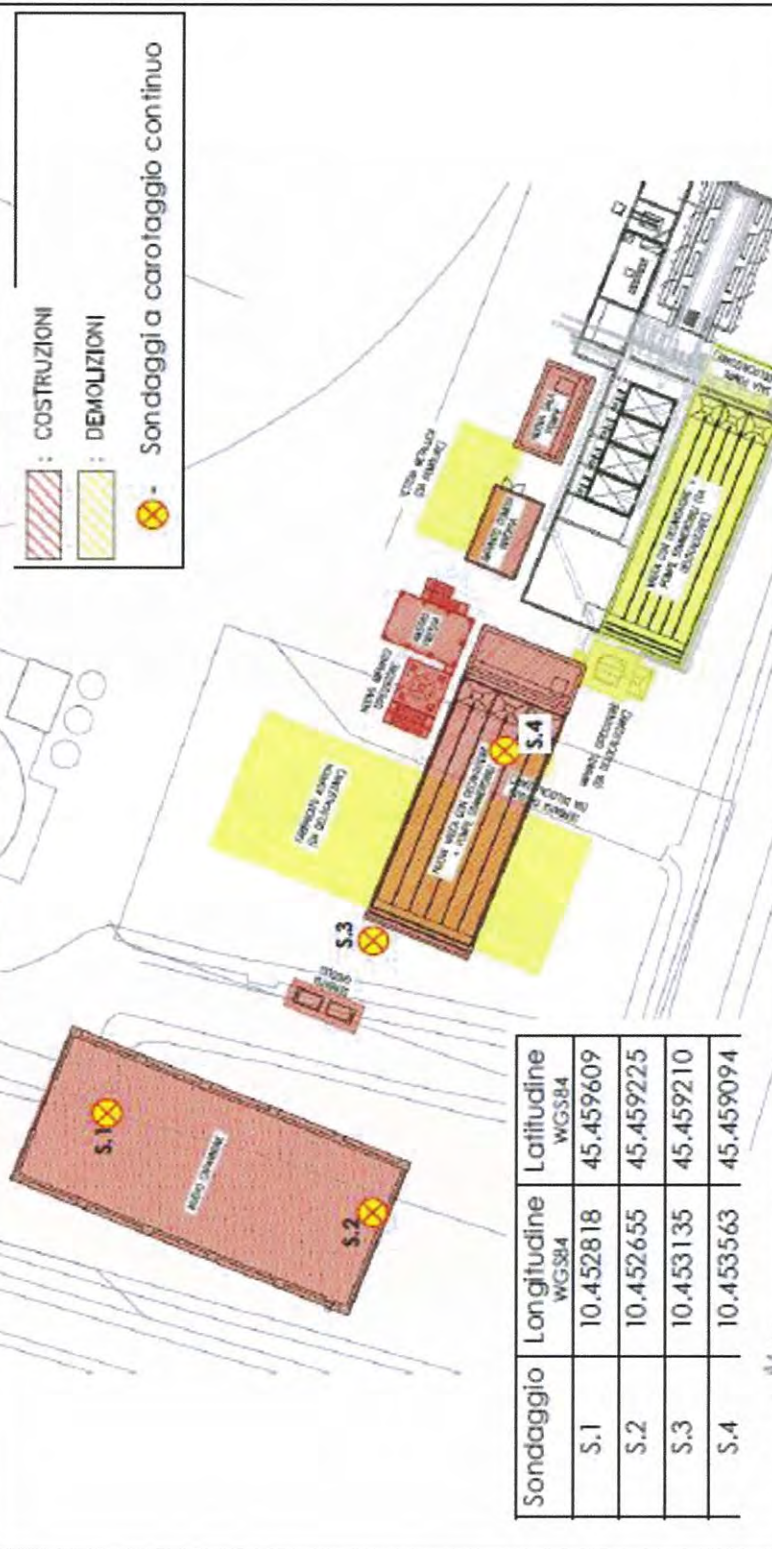
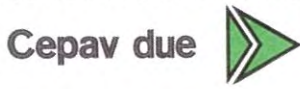


Foto n.1: Ubicazione sondaggi



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RB OV 15A 0 001

Rev.  
A

Foglio  
33 di 42

**Cantiere: Feralpi Siderurgica SpA - Lonato (BS) - Sondaggio S1 - 08 agosto 2018**



Foto n.2: Postazione del Sondaggio S1



Foto n.3: Vista delle carote estratte dal Sondaggio S1: da 0 - 5 m



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RB OV 15A 0 001

Rev.  
A

Foglio  
34 di 42

**Cantiere: Feralpi Siderurgica SpA - Lonato (BS) - Sondaggio S1 - 08 agosto 2018**



Foto n.4: Vista delle carote estratte dal Sondaggio S1: da 5 - 10 m



Foto n.5: Vista delle carote estratte dal Sondaggio S1: da 10 - 15 m



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RB OV 15A 0 001

Rev.  
A

Foglio  
35 di 42

**Cantiere: Feralpi Siderurgica SpA - Lonato (BS) – Sondaggio S2 – 08 agosto 2018**



Foto n.6: Postazione del Sondaggio S2



Foto n.7: Vista delle carote estratte dal Sondaggio S2: da 0 - 5 m

Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RB OV 15A 0 001

Rev.  
A

Foglio  
36 di 42

Cantiere: Feralpi Siderurgica SpA - Lonato (BS) - Sondaggio S2 - 08 agosto 2018



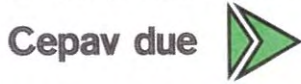
Foto n.8: Vista delle carote estratte dal Sondaggio S2: da - 5 - 10 m



Foto n.9: Vista delle carote estratte dal Sondaggio S2: da 10 - 15 m



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RB OV 15A 0 001

Rev.  
A

Foglio  
37 di 42

Cantiere: Feralpi Siderurgica SpA - Lonato (BS) - Sondaggio S3 - 09 agosto 2018



Foto n.10: Vista della postazione del Sondaggio S3 - look Sud



Foto n.11: Vista delle carote estratte dal Sondaggio S3: da 0 - 5 m



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RB OV 15A 0 001

Rev.  
A

Foglio  
38 di 42

**Cantiere: Feralpi Siderurgica SpA - Lonato (BS) - Sondaggio S3 - 09 agosto 2018**



Foto n.12: Vista delle carote estratte dal Sondaggio S3: da 5 - 10 m



Foto n.13: Vista delle carote estratte dal Sondaggio S3: da 10 - 15 m



GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RB OV 15A 0 001

Rev.  
A

Foglio  
39 di 42

Cantiere: Feralpi Siderurgica SpA - Lonato (BS) - Sondaggio S3 - 09 agosto 2018



Foto n.14: Vista delle carote estratte dal Sondaggio S3: da -15 - 20 m



Foto n.15: Vista postazione Sondaggio S3: look Nord

**Cantiere: Feralpi Siderurgica SpA - Lonato (BS) - Sondaggio S4- 10 agosto 2018**



**Foto n.16: Vista della postazione del Sondaggio S4 - look Nord**



**Foto n.17: Vista delle carote estratte dal Sondaggio S4: da 0 - 5 m**



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RB OV 15A 0 001

Rev.  
A

Foglio  
41 di 42

Cantiere: Feralpi Siderurgica SpA - Lonato (BS) - Sondaggio S4 - 10 agosto 2018



Foto n.18: Vista delle carote estratte dal Sondaggio S4: da - 5 - 10 m



Foto n.19: Vista delle carote estratte dal Sondaggio S4: da 10 - 15 m

Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
11

Codifica Documento  
E E2 RB OV 15A 0 001

Rev.  
A

Foglio  
42 di 42

Cantiere: Feralpi Siderurgica SpA - Lonato (BS) - Sondaggio S4 - 10 agosto 2018



Foto n.20: Vista delle carote estratte dal Sondaggio S4: da - 15 - 20 m

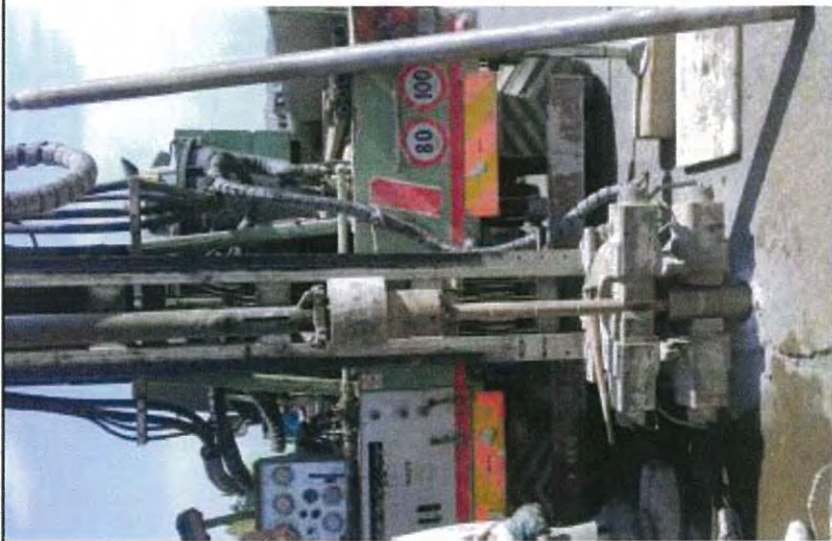


Foto n.21: Vista postazione Sondaggio S4: Esecuzione SPT Nenzi