

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI CUNEO

PROGETTISTI

PIOVANO Ing. Mario

PIOVANO Ing. Mario

PRONINO Geom. Giorgio

PRONINO Geom. Giorgio

SCAGLIA Geol. Andrea



PROPRIETA'

INALPI S.p.a.
p./i.v.a. 00513800045
via Cuneo n. 38
Moretta (CN) - 12033

INALPI S.p.a.

COLLA Mario
c.f. CLL MRA 64D07 H727W
via Santuario n. 7
Moretta (CN) - 12033

COLLA Mario

COMUNE DI
MORETTA

PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO
IN AREA - In 12

Via Brasse Piccolo

Foglio 23 Mappali 69 - 72 - 206 - 281 - 283

Oggetto: RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA

Scala: /

Aggiornamento:

Data: 10 novembre 2020

TAVOLA

N. 12

INDICE

PREMESSA.....	1
1) NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	1
2) LOCALIZZAZIONE - VINCOLISTICA DI ORDINE GEOLOGICO.....	1
3) SEZ. A - CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA	4
3 - 1) INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO GENERALE.....	4
3 - 2) DATI DI PROFONDITA' DERIVANTI DA INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE STRUMENTALI	5
3 - 2 a) Prove penetrometriche ottobre 2020	5
3 - 2 b) Indagini strumentali eseguite nel 2016	5
3 - 3) ASSETTO MORFOLOGICO E STRATIGRAFICO ALLA SCALA DELL'AREA PEC.....	7
3 - 4) SISMICITÀ	9
3 - 4 a) Pericolosità sismica.....	9
3 - 4b) Accelerazione massima attesa al sito	9
3 - 5) IDROGEOLOGIA	12
3 - 6) PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA E IDRAULICA.....	13
4) SEZ. B –CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	16
4 - 1) CRITERI E METODI DI CORRELAZIONE PER LA STIMA DELLE CARATTERISTICHE FISICHE E GEOTECNICHE	16
4 - 2) MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO.....	18
4 - 3) ATTRIBUZIONE DEI VALORI AI PARAMETRI GEOTECNICI	18
4 - 3 a) Livello litotecnico 1.....	18
4 - 3 b) Livello litotecnico 2.....	19
4 - 3 c) Livello litotecnico 3.....	19
4 - 4) SUSCETTIBILITA' ALLA FLUIDIFICAZIONE DEI TERRENI DI FONDAZIONE IN CONDIZIONI SISMICHE ..	20
4 - 5) TIPOLOGIA FONDAZIONI	23
5) VALUTAZIONI CONCLUSIVE – NOTE DI SINTESI	24
5 a) Valutazioni d'ordine geologico	24
5 b) Valutazioni d'ordine geotecnico	24

ALLEGATI 1 ÷ 8

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA 1 ÷ 8

PREMESSA

Il presente documento espone i risultati dell'indagine geologica e della caratterizzazione geotecnica svolte sull'area PEC contrassegnata come "In12" nelle tavole di PRGC del comune Moretta (CN), di proprietà INALPI s.p.a. e M. Colla.

In ottemperanza a quanto disposto dalla normativa vigente in materia, sono stati definiti e presi in esame:

- ⇒ aspetti morfologici e geologici generali;
- ⇒ modello stratigrafico locale;
- ⇒ caratterizzazione sismica;
- ⇒ circolazione idrica sotterranea;
- ⇒ condizioni in merito alla pericolosità geomorfologica;
- ⇒ parametrizzazione geotecnica dei terreni di fondazione.

L'analisi svolta si è articolata attraverso:

- ⇒ sopralluoghi;
- ⇒ assistenza e interpretazione di indagini geognostiche/geotecniche strumentali eseguite a ottobre del corrente anno.

la finalità è verificare l'idoneità geologica dell'area alla destinazione d'utilizzo prevista.

Si puntualizza che conformemente a quanto indicato nella normativa del DM 14/01/2008 e dalla Circolare Ordine Geologi del Piemonte 09/11/2010 ("DM 14/01/2008 Nuove norme tecniche per le costruzioni, Puntualizzazione degli aspetti tecnici normativi e amministrativi concernenti le relazioni geologica, geotecnica e sismica"), gli argomenti di carattere geologico e geotecnico sono stati trattati separatamente in due distinte sezioni:

- Sez. A – Caratterizzazione Geologica (Modellazione geologica sottosuolo, secondo il § 6.2.1 del NTC 2008).
- Sez. B - Caratterizzazione Geotecnica (Caratterizzazione fisico-meccanica sottosuolo, secondo il § 6.2.2 del NTC 2008).

1) NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.G.R 30 dicembre 2019, n. 6-887. Presa d'atto e approvazione dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte, di cui alla D.G.R. del 21 maggio 2014, n. 65.
- DM 17/01/2018 - Ministero delle infrastrutture e dei Trasporti – Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" (NTC 2018).
- Nuova Classificazione sismica del Piemonte 12/02/2010.
- DM. 14/01/ 2008 "Norme Tecniche sulle costruzioni".
- Circolare Cons. Sup. Lavori Pubblici – Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14/01/2008 – Bozza aggiornata all'11 Aprile 2008.
- 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".
- L.U.R . Legge Urbanistica Regionale n 56/77 e s.m.i.

2) LOCALIZZAZIONE - VINCOLISTICA DI ORDINE GEOLOGICO

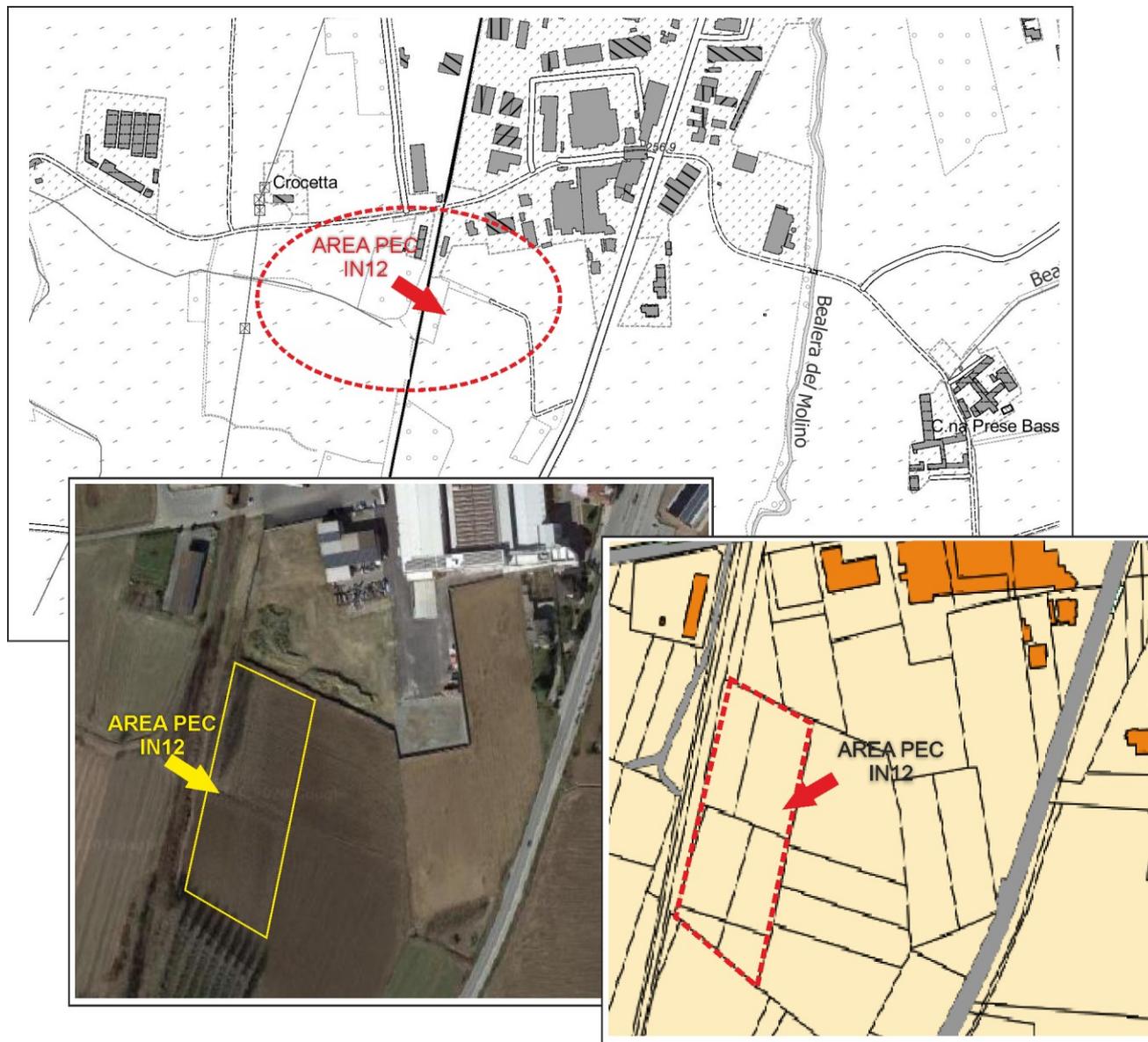
L'area PEC - In 12, che si estende su di una superficie di 12.697 mq ; si localizza immediatamente a sud dell'impianto produttivo IN.LPI., in prossimità della linea ferroviaria, dal quale risulta lambito il relativo limite ovest. I riscontri cartografici sono forniti da

- Sezioni 191130 - 170 della Carta Tecnica Regionale (BDTRE 2018);

- Particelle 69, 72, 206, 281 e 283 del foglio n°23 del Nuovo Catasto Terreni.

Sull'area, allo stato attuale coltivata per lo svolgimento dell'attività agricola, è in progetto la realizzazione di un fabbricato industriale in ampliamento all'impianto produttivo INALPI unitamente alle opere di urbanizzazione (viabilità, parcheggi a raso, ecc.)

Fig.1) Localizzazione dell'area PEC In12 . Carta Tecnica Regionale BDTRE alla scala 1:10.000, mappa catastale e ripresa aerea alla scala 1:5.000

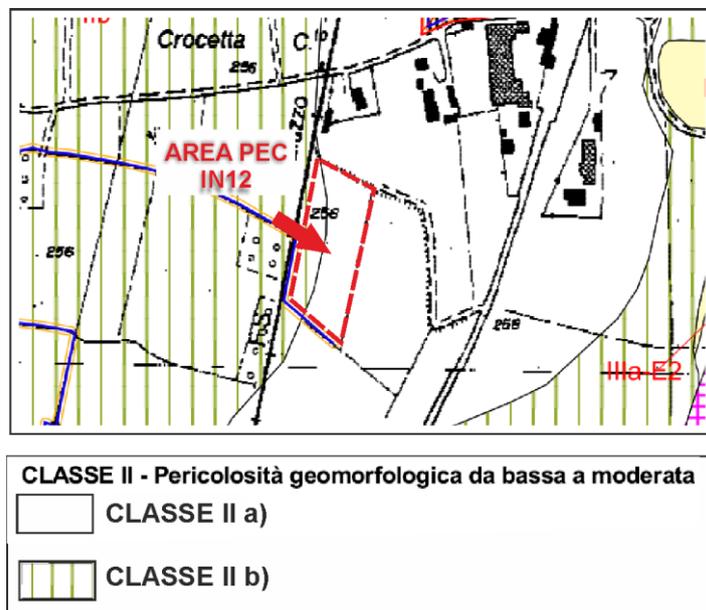


Rispetto alla vincolistica d'ordine geologico tecnico l'area risulta:

- ⇒ per poco più della metà, in Classe II a) sulla "Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzo urbanistico" a supporto del PRGC vigente (cfr. Fig. 2), ovvero in "Porzioni di territorio che non presentano situazioni di dissesto ma risultano caratterizzate dalla presenza di terreni a mediocri o scadenti caratteristiche geotecniche fino a profondità variabili dai 5 a 20 metri; specifiche indagini geognostiche e geotecniche, programmate in modo da caratterizzare il volume significativo di sottosuolo di ogni singola opera, saranno finalizzate ai sensi del DM 14/01/2008 a definire il modello geologico e geotecnico del singolo intervento e produrre la progettazione geotecnica delle opere di fondazioneomissis.....". Il settore relativamente più a ovest dell'area rientra in Classe II b), ovvero in "porzioni di territorio che non

presentano situazione di dissesto, ma sono potenzialmente soggette a ristagni e /o limitati allagamenti a causa di locali anomalie ... omissis ...”

Fig.2) Estratto “Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell’idoneità all’utilizzo urbanistico” a supporto del del PRGC vigente alla scala 1:10.000



⇒ esterna alle zone sottoposte a vincolo per scopi idrogeologici ai sensi del RDL 3267/1923 e pertanto non soggetta alle direttive della L.R. 09/08/1989 n°45.

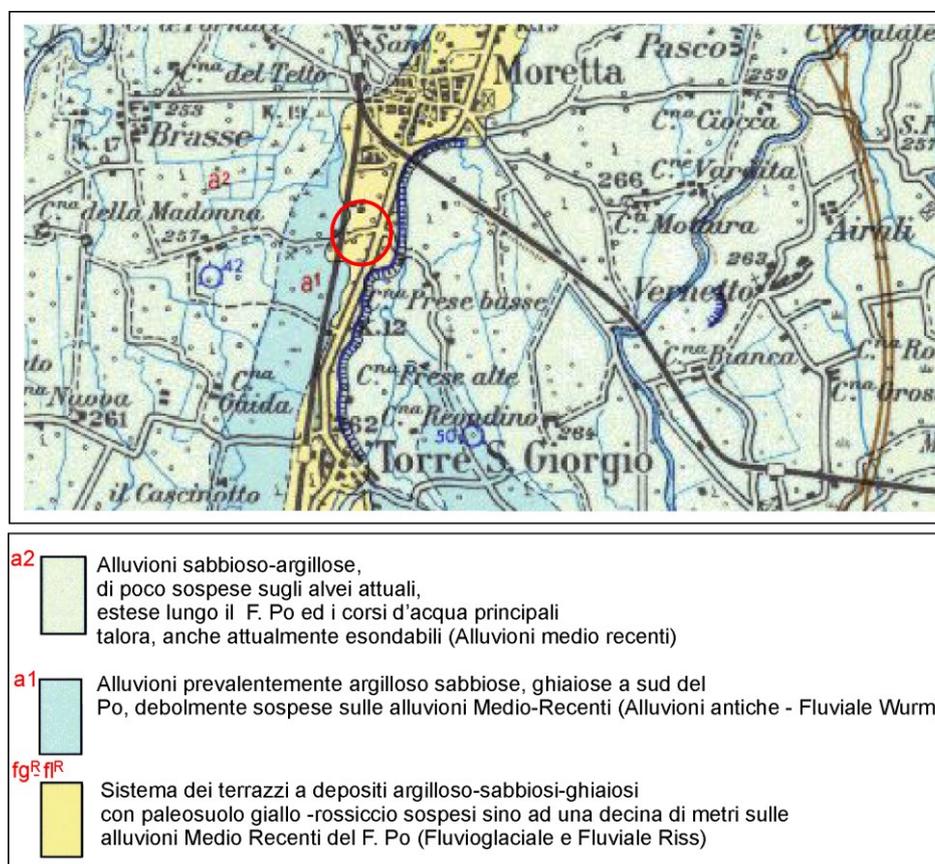
3) SEZ. A - CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA

3-1) INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO GENERALE

Sotto il profilo morfologico, l'area PEC insiste in gran parte sul lembo di terrazzo alluvionale del Pleistocene (Quaternario) su cui è impostato pressoché l'intero nucleo storico dell'abitato, allungato in direzione N-S e delimitato, rispetto ai settori di pianura circostanti (pianura olocenica), da una scarpata morfologica poco accentuata. La conformazione del territorio risulta caratterizzata da condizioni sub pianeggianti (debole pendenza verso N-W) e da sostanziale uniformità della superficie topografica con quote del piano campagna attestata tra 257 e 260 m. s.l.m. La rete idrografica superficiale della zona è costituita, oltre che dal fiume Po (2.500 m circa a ovest dal sito) e dal torrente Varaita (3.000 m circa a est), dalle bealere "Molino" e "Tagliata", che decorrono rispettivamente circa 500 m a est e 600 m a ovest dall'area PEC.

Relativamente all'assetto geologico stratigrafico, tenuto conto di quanto riportato sul F°68 *Carmagnola della Carta Geologica d'Italia*, nell'area si distribuiscono in superficie terreni d'origine alluvionale ($fg^R_{fl^R}$) d'età pleistocenica (Quaternario), con facies sabbiosa limosa e limoso argilloso cui s'intercalano con l'approfondimento orizzonti a granulometria più grossolana (sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose).

Fig. A-1) Estratto Carta Geologica d'Italia. F° 68 Carmagnola –(ingrandimento alla scala 1:25.000)



La geometria dei corpi sedimentari in cui sono organizzati tali depositi, in considerazione della loro origine fluviale è di tipo lentiforme, ossia caratterizzata da repentine variazioni della composizione granulometrica, sia laterali che verticali, che riflettono le fluttuazioni del regime idrodinamico tipiche dell'ambiente deposizionale fluviale. Il substrato su cui poggia la sequenza dei depositi continentali fluviali è costituito, nella zona, dal tetto della successione sedimentaria pliocenica in facies Villafranchiana, nella quale i termini litologici principali sono sabbie e sabbie ghiaiose giallo - brune. La quota cui si attesta il limite stratigrafico tra depositi continentali e sottostante sequenza di sedimenti villafranchiani è a circa 40 m di profondità, tenuto conto delle stratigrafie dei pozzi profondi perforati nella zona e della "Carta del tetto della base dell'acquifero superficiale", edita da Arpa Piemonte.

3-2) DATI DI PROFONDITA' DERIVANTI DA INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE STRUMENTALI

Ai fini della definizione dell'assetto geologico stratigrafico e litotecnico dell'area si è fatto riferimento agli esiti di n° 3 prove penetrometriche eseguite a ottobre del corrente anno e a indagini strumentali pregresse (2016) realizzate nell'ambito dell'impianto produttivo INALPI.

3-2 a) Prove penetrometriche ottobre 2020

Le n° 3 prove penetrometriche dinamiche continue sono state eseguite con l'impiego del penetrometro dinamico pesante TECOP.SA TEC 10 (peso del maglio di 63,5 kg e altezza di caduta di 763 mm). La prova consiste nel registrare il numero di colpi necessari per l'approfondimento di tratti delle aste pari a 20 cm (N_{20}). Di seguito vengono riassunti i principali elementi desunti dalle n° 3 verticali d'indagine (la documentazione delle prove con relativa planimetria per l'ubicazione sono riportate in allegato).

Prova penetrometrica dinamica DP1 (termine prova a – 14,60 m da p.c.)

Da p.c. a – 4,20 m = il numero di colpi $N_{20} \leq 8$ indica terreni a granulometria fine da molto sciolti a sciolti.
Da – 4,20 a – 13,20 m = sensibile e progressivo aumento della resistenza alla penetrazione evidenziato da un numero di colpi $N_{20} \geq 8$ ad eccezione dell'intervallo di profondità compreso tra - 5,40 e 5,80m ($5 \geq N_{20} \leq 7$); i valori N_{20} risultano costantemente superiori a 10 da – 6,20 m (ad eccezioni di $N_{20} = 9$ tra – 7,00 m e 7,60 m) con valori massimi di $N_{20} = 25$.
Da – 13,20 m = il numero di colpi (N_{20}) si mantiene superiore a 25 aumentando progressivamente con l'approfondimento sino a registrare rifiuto all'avanzamento ($N_{20} \geq 50$) a - 15,60 m.

Prova penetrometrica dinamica DP2 (termine prova a – 15,60 m da p.c.)

Da p.c. a – 6,60 m = il numero di colpi N_{20} risulta in genere ≤ 8 a dimostrazione di terreni sabbiosi da molto sciolti a sciolti e di limi sabbiosi debolmente argillosi da molto poco consistenti a poco consistenti, con tuttavia alcune eccezioni tra - 4,80 e - 5,60 m da p.c. in cui $N_{20} = 9 \div 11$.
Da – 6,60 a – 14,50 m = sensibile aumento della resistenza alla penetrazione in quanto il numero di colpi N_{20} risulta ≥ 8 . Da - 7,40 m, N_{20} risulta costantemente superiore a 10, con valori massimi di 25 (a – 10,00 m da p.c.), indicanti un aumento progressivo dello stato di addensamento e della granulometria dei depositi alluvionali.
Da – 14,50 m a – 15,60 m (termine prova in quanto si registra rifiuto all'avanzamento) = marcato incremento del numero di colpi (N_{20}) sino a registrare rifiuto all'avanzamento ($N_{20} \geq 50$) a - 15,60 m da p.c.

Prova penetrometrica dinamica DP3 (termine prova a – 15,40 m da p.c.)

Da p.c. a – 6,00 m = il numero di colpi N_{20} risulta ≤ 8 a dimostrazione di terreni sabbiosi da molto sciolti a sciolti e di limi sabbiosi debolmente argillosi da molto poco consistenti a poco consistenti.
Da – 6,00 a – 14,40 m = si rileva in generale un aumento della resistenza alla penetrazione, evidenziato da numero di colpi N_{20} maggiore di 8 con valori massimi di $N_{20} = 22 \div 25$. tra -12,60 e – 13,00 m di profondità in corrispondenza di probabili lenti ghiaiose, correlabili a quelle intercettate dalla perforazione di sondaggio S1); da a – 12,40 il numero di colpi N_{20} aumenta mantenendosi costantemente superiore a 20 (a eccezione del $N_{20} = 19$ a -13,20 m).
Da – 14,40 a – 15,40 m (termine prova in quanto si registra rifiuto all'avanzamento) = Il numero di colpi aumenta progressivamente con l'approfondimento sino a registrare rifiuto all'avanzamento ($N_{20} \geq 50$) a - 15,40.

3-2 b) Indagini strumentali eseguite nel 2016

Nell'ambito della propaggine sud dell'impianto produttivo nel 2016 è stata effettuata una campagna di indagini geognostiche/geotecniche consistente in:

- ⇒ n° 1 sondaggio a carotaggio continuo sino alla profondità di – 25,00 m da p.c. Contestualmente alla perforazione sono state eseguite n°4 prove SPT (Standard Penetration Test) e sono stati prelevati n°3 campioni di terreno destinati a prove di laboratorio (analisi granulometriche/limiti Atterberg);
- ⇒ n° 2 prove penetrometriche dinamiche pesanti (SCPT 1-2) sino a profondità dell'ordine di 20,00 m da p.c;
- ⇒ n° 1 prospezione geofisica di tipo MASW (Multichannel Analysis Surface Waves).

Nel seguito si riporta il commento dei dati essenziali, mentre per i dettagli si rimanda agli allegati in calce.

S1 (sondaggio di perforazione a carotaggio continuo sino a – 25 m da p.c.)

Da p.c. a – 22,00 m = alternanze di livelli sabbiosi e sabbiosi limosi argillosi con sporadiche intercalazioni di livelli ghiaiosi, di potenza non superiore al metro, a profondità di -13,50 -17,70 e – 19,80 m. Tra – 21,80 e -22,00 m limo sabbioso torboso.

Da - 22,00 m a – 25,00 m = ghiaie eterometriche in abbondante matrice sabbiosa debolmente limosa.

Il numero di colpi registrato dalle prove SPT, eseguite contestualmente alla perforazione di sondaggio, è schematizzato nella tabella seguente unitamente alle relative profondità di indagine.

Tab. A-1) Risultati prove SPT sondaggio S1

Inizio prova (profondità da p.c.)	Nspt		
	15 cm	30 cm	40 cm
- 6,50 m	2	3	3
- 12,00 m	6	11	13
- 18,00 m	9	10	12
- 24,00 m	22	33	37

Prova penetrometrica dinamica SCPT1 (termine prova a – 22,80 m da p.c.)

Da p.c. a – 9,60 m = il numero di colpi N_{30} risulta ≤ 8 (a eccezione di isolati "picchi") a dimostrazione di terreni sabbiosi da molto sciolti a sciolti e di limi sabbiosi debolmente argillosi da molto poco consistenti a poco consistenti.

Da – 9,60 a – 22,00 m = sensibile aumento della resistenza alla penetrazione in quanto il numero di colpi N_{30} risulta ≥ 10 ; i valori massimi registrati negli intervalli di profondità tra -12,30 e -13,00 m da p.c. ($N_{30} = 26 - 28$), tra - 17,40 e -18,90 m ($N_{30} = 38 - 43$), sono imputabili alla presenza di probabili lenti ghiaiose (evidenziate anche nella perforazione di sondaggio S1). A -19,50 m il valore minimo rilevato ($N_{30} = 10$) è stratigraficamente correlabile a un livello torboso.

Da – 22,20 m a – 22,80 m (termine prova) = il numero di colpi (N_{30}) aumenta nettamente attestandosi su valori maggiori di 48.

Prova penetrometrica dinamica SCPT2 (termine prova – a 21,90 m da p.c.)

Da p.c. a – 8,00 m = si registra un numero di colpi N_{30} inferiore a 8, ad eccezione di sporadici "picchi" (a - 6,00 m da p.c.), indicante terreni sabbiosi limosi da molto sciolti a sciolti e limi argillosi da molto poco consistenti a poco consistenti.

Da – 8,00 a – 20,40 m = si rileva un sensibile aumento della resistenza alla penetrazione, evidenziato da numero di colpi N_{30} maggiore di 10, (valori massimi $N_{30}=26 - 28$. tra - 12 e - 13 m di profondità in corrispondenza di probabili lenti ghiaiose, correlabili a quelle intercettate dalla perforazione di sondaggio S1).

Da - 20,40 a – 21,90 m (termine prova) = il numero di colpi N_{30} aumenta nettamente attestandosi su valori maggiori di 40 evidenziando un passaggio a terreni ghiaiosi addensati.

Prospezione geofisica di tipo MASW

Tale metodologia d'indagine geofisica ha fornito indicazioni qualitative indirette sotto il profilo stratigrafico e litotecnico, in quanto i valori di velocità delle onde di taglio (V_{s30}), registrate sino a profondità di 30 m da p.c., sono in funzione dello stato di addensamento dei terreni che costituiscono il mezzo stratigrafico attraversato. Nello specifico caso viene configurata una sequenza di livelli stratigrafici formati da terreni sciolti o poco

addensati sino a -10,00 m circa di profondità, cui succedono con l'approfondimento facies litologiche relativamente più addensate. Le inversioni dei valori di velocità delle VS_{30} , rilevati in alcuni intervalli di profondità (- 13,00 m ÷ 15,60 m; -18,50 ÷ 20,70 m), indicano intercalazioni di terreni sciolti, interposte a orizzonti di terreni con densità relativamente più elevate.

Risultati prove di laboratorio

Gli accertamenti analitici di laboratorio, consistenti in analisi granulometriche e determinazione di alcune delle proprietà indice (Limiti di Atterberg), sono stati effettuati su n°3 campioni indisturbati prelevati alle profondità di:

- - 6,00÷6,50 m (C11);
- - 15,00÷15,50 m (C12);
- - 20,00÷20,40 m (C13).

In ragione della granulometria risultante dalle analisi, si tratta di sabbie limose (CI-1 e CI-3) e di limi sabbiosi debolmente argillosi a bassa plasticità (CI-2), correlabili ai gruppi SM e ML/CL della classificazione USCS,

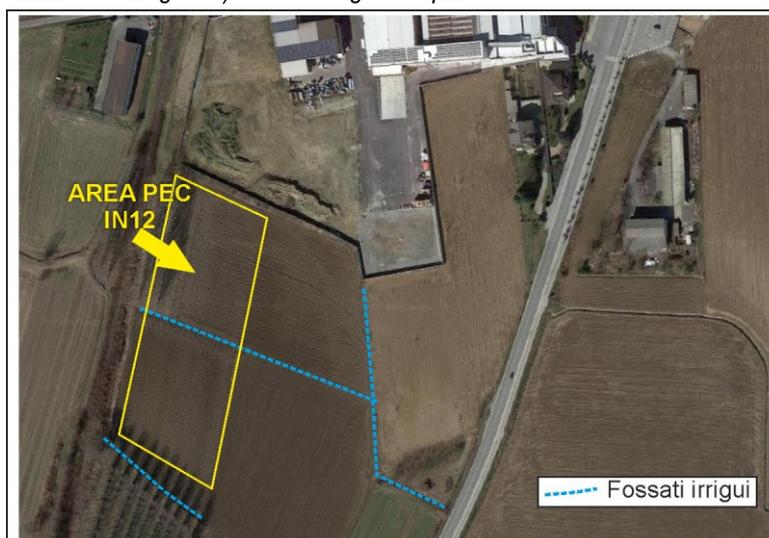
Tab. A-2) Risultati Analisi di laboratorio

Sigla Campione	Gruppo granulometrico classificazione USCS	Limite liquido (LL %)	Limite liquido (LP%)	Indice plastico (IP%)
(C11)	SM	18,8	NP	NP
(C12)	ML-CL	31	23,4	8,5
(C13)	SM	19,5	NP	NP

3-3) ASSETTO MORFOLOGICO E STRATIGRAFICO ALLA SCALA DELL'AREA PEC

Dal punto di vista morfologico, l'area PEC, caratterizzata da condizioni sub pianeggianti con debolissima pendenza verso nord ovest, si attesta a quote altimetriche di 256 m s.l.m circa, insistendo sul lembo del terrazzo pleistocenico su cui è impostato gran parte del nucleo storico del concentrico di Moretta. Per quanto riguarda l'idrografia, le bealere del Mulino e la Tagliata decorrono rispettivamente circa 500 m a est e 600 m a ovest dall'area PEC, che all'estremità sud è delimitata e al centro è attraversata da fossati irrigui con larghezza della sezione di circa 1,00 m.

Fig. A-2) Fossati irrigui – Ripresa aerea scala 1:5.000

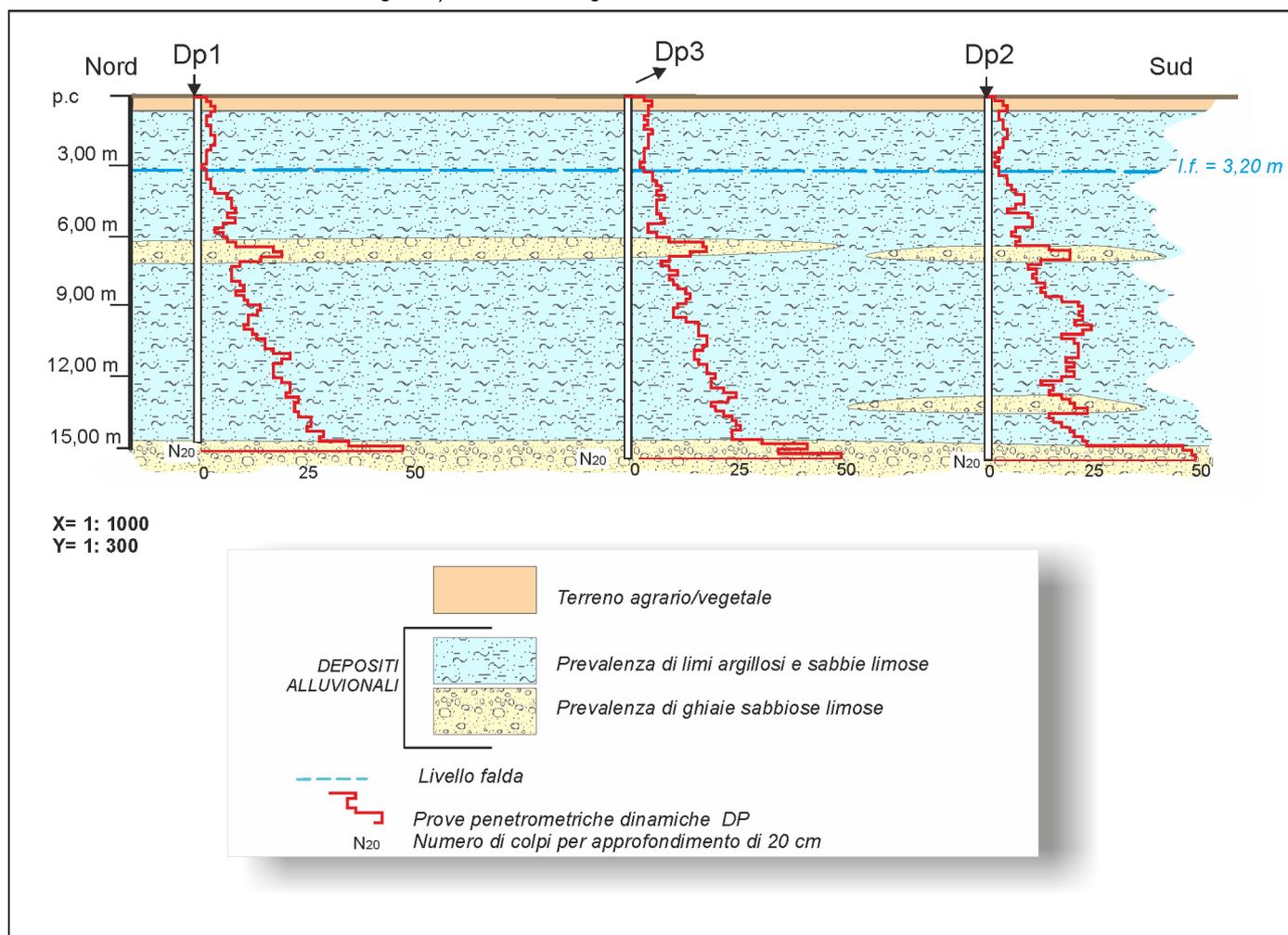


In merito allo specifico assetto litostratigrafico, tenuto conto dei risultati delle prove penetrometriche eseguite a ottobre del corrente anno, dei dati delle indagini strumentali pregresse realizzate nell'ambito del complesso produttivo nonché

della documentazione stratigrafica di pozzi idrici presenti nel significativo intorno (si confronti la documentazione in allegato), la sequenza litostratigrafica interpretativa alla scala dell'area in esame è così schematizzabile:

- da p.c. a - 13,00/14,00 m circa = depositi alluvionali caratterizzati da ripetute alternanze di livelli sabbiosi e limoso sabbiosi debolmente argillosi a geometria lenticolare, con rare intercalazioni di livelli ghiaiosi; al tetto terreno vegetale (livello stratigrafico 1);
- da - 13,00/14,00 m circa = depositi alluvionali costituiti in prevalenza da ghiaie eterometriche in abbondante matrice sabbiosa limosa (livello stratigrafico 2).

Fig. A-3) Sezione stratigrafica relativa all'area PEC In 12.



Si rimarca che :

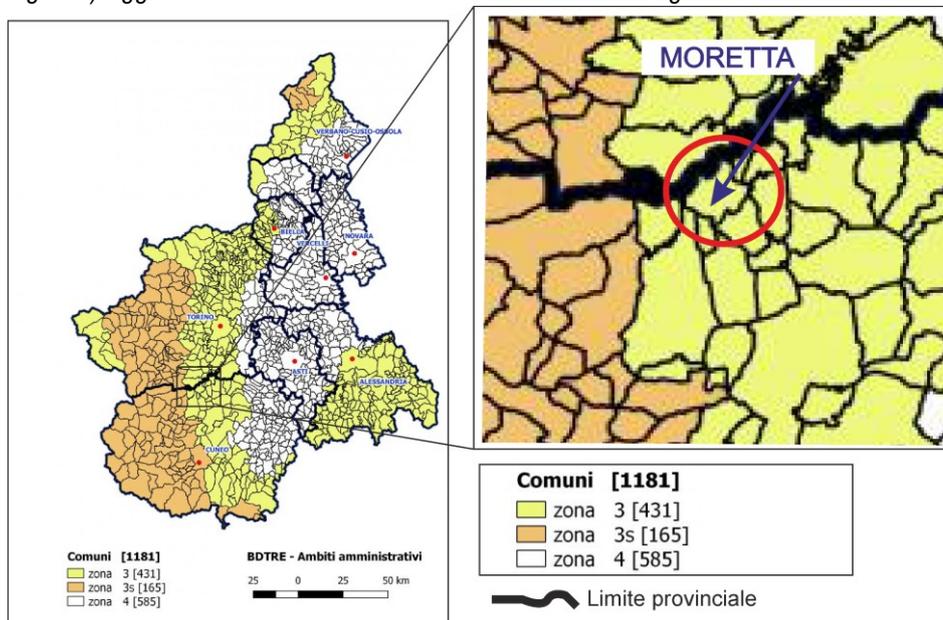
- l'intercalazione di ghiaie (cui si registra rifiuto con le prove penetrometriche dopo alcuni decimetri da 14,00/15,00 m) verosimilmente corrisponde all'orizzonte ghiaioso di base, dotato di potenza plurimetrica, intercettato con le indagini strumentali eseguite nell'ambito del complesso produttivo a quote relativamente più profonde (si consideri tuttavia il piano campagna del complesso industriale risulta relativamente più elevato rispetto all'area PEC di circa 2 m);
- la documentazione stratigrafica riguardante un pozzo idrico presente nelle vicinanze all'area PEC (200 m circa a est dell'area PEC) acquisita dalla Banca Dati di Ispra, sembrerebbe confermare che il tetto dell'orizzonte ghiaioso nella zona risulta relativamente più superficiale in quanto intercettato da - 10,00 m circa dal piano campagna.

3- 4) SISMICITÀ

3-4 a) Pericolosità sismica

L'area PEC In -12 e più in generale l'intero territorio comunale di Moretta rientrano in Zona 3 (pericolosità sismica medio bassa) secondo l' *Aggiornamento della Classificazione sismica del territorio regionale - approvato da parte della Giunta Regionale il 30 dicembre 2019*.

Fig. A-4) Aggiornamento della Classificazione sismica della regione Piemonte del dicembre 2019



Nelle tabelle seguenti sono indicati i parametri sulla base dei quali viene attuata la zonazione sismica a scala nazionale e della regione Piemonte, ossia i valori di accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag) con tempo di ritorno $T_r = 475$ anni.

Tab. A-3)

CRITERI NAZIONALI		Zone Piemonte	
ZONE	PGA 475 (ag)	ZONE	PGA 475 (ag)
1	$0,25g < ag \leq 0,35g$	3s	$0,125g < ag \leq 0,150g$
2	$0,15g < ag \leq 0,25g$	3	$0,05g < ag \leq 0,125g$
3	$0,05g < ag \leq 0,15g$	4	$\leq 0,05g$
4	$\leq 0,05g$		

3- 4b) Accelerazione massima attesa al sito

La stima dei parametri spettrali necessari per il calcolo dell'azione sismica di progetto deve essere effettuata secondo l'approccio "sito dipendente".

Più precisamente, i valori dei parametri spettrali ag (accelerazione espressa in $g/10$ dove g è l'accelerazione di gravità), F_0 (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e T^*C (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale), propri del sito in esame, vengono calcolati, secondo la procedura semplificata, mediante la media pesata con i 4 punti della griglia di accelerazioni delimitanti l'area tramite la seguente formula:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{P_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

P = valore dei parametri d'interesse nel punto in esame;

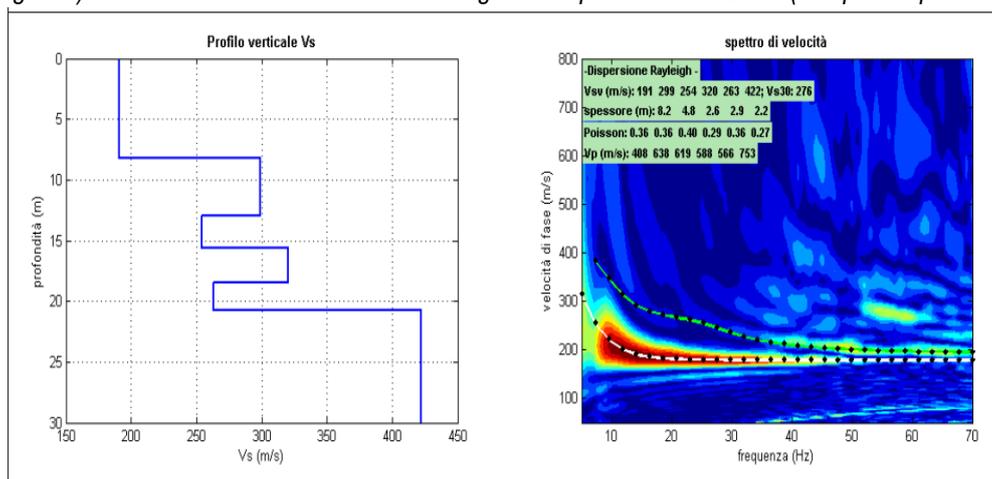
P_i = valore del parametro d'interesse nell'iesimo punto della maglia elementare contenete il punto in esame;

d_i = distanza del punto in esame dall'i-esimo punto della maglia suddetta

Il parametro d'interesse "Pi" si calcola sulla base della tabella dell'allegato B del DM 2008, mentre i valori della distanza del punto in esame "di" si ottengono misurando le distanze tra ognuno dei quattro nodi della griglia e il sito in esame. Nello specifico caso l'elaborazione è stata effettuata mediante l'impiego di apposito software, inserendo latitudine e longitudine dell'area in esame (è stato considerato il baricentro) nonché gli altri parametri necessari per il calcolo, ovvero: vita nominale (VN) e classe d'uso della struttura, amplificazione stratigrafica (Ss) e topografica (St). A tal riguardo si precisa che l'opera in progetto è stata ascritta alla Classe d'uso II) e che i parametri di risposta sismica sono stati calcolati per una "Vita Nominale (VN)" di 50 anni e un coefficiente d'uso (cu) pari a 1. In dettaglio i parametri considerati per il calcolo risultano:

- Latitudine e longitudine del sito di costruzione in valori decimali (ED 50), rispettivamente di 44,752713 e 7,530867.
- Classe d'uso II (Costruzioni il cui uso prevede normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente ...) cui corrisponde, secondo la tabella seguente un coefficiente d'uso (Cu)= 1.
- Vita Nominale (Numero di anni nel quale l'opera, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere utilizzata). Per il calcolo è stata considerata una vita nominale (VN) ≥50 anni.
- Periodo di riferimento per l'azione sismica VR = VN*cu= 50*1= 50 anni.
- Categoria del "profilo di suolo". Tenuto conto degli esiti della prova geofisica MASW eseguita nel 2016 nell'ambito del complesso industriale e in particolare del valore delle media pesata della velocità equivalenti (V_{s30}) delle onde di taglio che risulta pari a 276 m/sec , nello specifico caso i terreni di fondazione sono ascritti al "profilo C" della tab.3.2.II) del DM 17/01/2018 (depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30 metri, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e con valori delle velocità equivalenti compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec).

Fig. A-5) Profilo delle velocità delle onde di taglio della prova MASW 2016 (complesso produttivo)



□ Coefficiente di amplificazione Topografica (St)

Essendo il sito in ambito pressoché pianeggiante, si correla la categoria topografica "T1" della tabella 3.2.III del DM 17/01/2018 pertanto St= 1,0.

Dall'elaborazione effettuata per la categoria "fondazioni", il cui tabulato è riportato di seguito, risulta un'accelerazione orizzontale massima attesa su suolo rigido di riferimento (a_g) pari a 0,099 g per $T_r=475$ anni (SLV: stato limite salvaguardia vita).

Tenuto conto che nello specifico caso i fattori d'amplificazione stratigrafica e topografica sono rispettivamente $S_s= 1,5$ e $St= 1,0$, si ottengono per lo SLV i seguenti parametri sismici:

- accelerazione massima attesa al sito (a_{max})= $S_s*St*a_g= 1,5*1,0*0,099 g = 0,149 g$ ($1,5 m/sec^2$);
- coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito (β) = 0,200;
- coefficienti sismici orizzontale (K_h)= $(a_{max}/g)*\beta= 0,149*0,200= 0,030$ e verticale (K_v)= $K_h/2= 0,030/2=0,015$.

Di seguito si riporta il tabulato di calcolo dei parametri spettrali e dell'accelerazione sismica attesa al sito.

Tab. A-4) Tabulato di calcolo accelerazione massima attesa al sito e coefficienti sismici.

<i>Parametri sismici</i>				
<i>Tipo di elaborazione:</i>		<i>Fondazioni</i>		
<i>Muro rigido:</i>		0		
<i>Sito in esame.</i>				
<i>latitudine:</i>		44,752713		
<i>longitudine:</i>		7,530867		
<i>Classe:</i>		2		
<i>Vita nominale:</i>		50		
<i>Siti di riferimento</i>				
<i>Sito 1</i>	<i>ID: 15122</i>	<i>Lat: 44,7351</i>	<i>Lon: 7,5076</i>	<i>Distanza: 2687,190</i>
<i>Sito 2</i>	<i>ID: 15123</i>	<i>Lat: 44,7386</i>	<i>Lon: 7,5778</i>	<i>Distanza: 4023,304</i>
<i>Sito 3</i>	<i>ID: 14901</i>	<i>Lat: 44,7885</i>	<i>Lon: 7,5729</i>	<i>Distanza: 5176,134</i>
<i>Sito 4</i>	<i>ID: 14900</i>	<i>Lat: 44,7850</i>	<i>Lon: 7,5027</i>	<i>Distanza: 4222,058</i>
<i>Parametri sismici</i>				
<i>Categoria sottosuolo:</i>		C		
<i>Categoria topografica:</i>		T1		
<i>Periodo di riferimento:</i>		50anni		
<i>Coefficiente cu:</i>		1		
<i>Operatività (SLO):</i>				
<i>Probabilità di superamento:</i>		81	%	
<i>Tr:</i>		30	[anni]	
<i>ag:</i>		0,032 g		
<i>Fo:</i>		2,474		
<i>Tc*:</i>		0,200	[s]	
<i>Danno (SLD):</i>				
<i>Probabilità di superamento:</i>		63	%	
<i>Tr:</i>		50	[anni]	
<i>ag:</i>		0,041 g		
<i>Fo:</i>		2,522		
<i>Tc*:</i>		0,215	[s]	
<i>Salvaguardia della vita (SLV):</i>				
<i>Probabilità di superamento:</i>		10	%	
<i>Tr:</i>		475	[anni]	
<i>ag:</i>		0,099 g		
<i>Fo:</i>		2,539		
<i>Tc*:</i>		0,269	[s]	
<i>Prevenzione dal collasso (SLC):</i>				
<i>Probabilità di superamento:</i>		5	%	
<i>Tr:</i>		975	[anni]	
<i>ag:</i>		0,127 g		
<i>Fo:</i>		2,543		
<i>Tc*:</i>		0,278	[s]	
<i>Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii e fondazioni</i>				

SLO:	
Ss:	1,500
Cc:	1,790
St:	1,000
Kh:	0,010
Kv:	0,005
Amax:	0,476
Beta:	0,200
SLD:	
Ss:	1,500
Cc:	1,740
St:	1,000
Kh:	0,012
Kv:	0,006
Amax:	0,600
Beta:	0,200
SLV:	
Ss:	1,500
Cc:	1,620
St:	1,000
Kh:	0,030
Kv:	0,015
Amax:	1,463
Beta:	0,200
SLC:	
Ss:	1,500
Cc:	1,600
St:	1,000
Kh:	0,046
Kv:	0,023
Amax:	1,861
Beta:	0,240

3-5) IDROGEOLOGIA

In termini di permeabilità i terreni che costituiscono il sottosuolo dell'area, risultando caratterizzati da variabilità delle caratteristiche granulometriche, sono dotati di coefficiente di conducibilità idraulica (K) che rientra in ampio campo di valori; più precisamente, per litofacies prevalentemente limoso argillose (livello stratigrafico 1), sulla base della seguente tabella si stimano valori del coefficiente di permeabilità bassi (10^{-9} m/s < K < di 10^{-4}); per i termini litologici a granulometria più grossolana, in cui prevale la frazione sabbiosa e ghiaiosa, la permeabilità medio elevata è contraddistinta da coefficienti di conducibilità idraulica maggiori di 10^{-4} m/s e inferiori di 10^{-2} m/s.

Tab. A-5) Valori indicativi dei coefficienti di permeabilità dei principali tipi di terre

Grado di permeabilità	Coefficiente di permeabilità (m/s)	litotipi
Alto	$K > 10^{-2}$	Ghiaie
Medio	$10^{-2} > K > 10^{-4}$	Sabbie
Basso	$10^{-4} > K > 10^{-9}$	Sabbie fini; limi
Impermeabile	$10^{-9} > K$	Argille

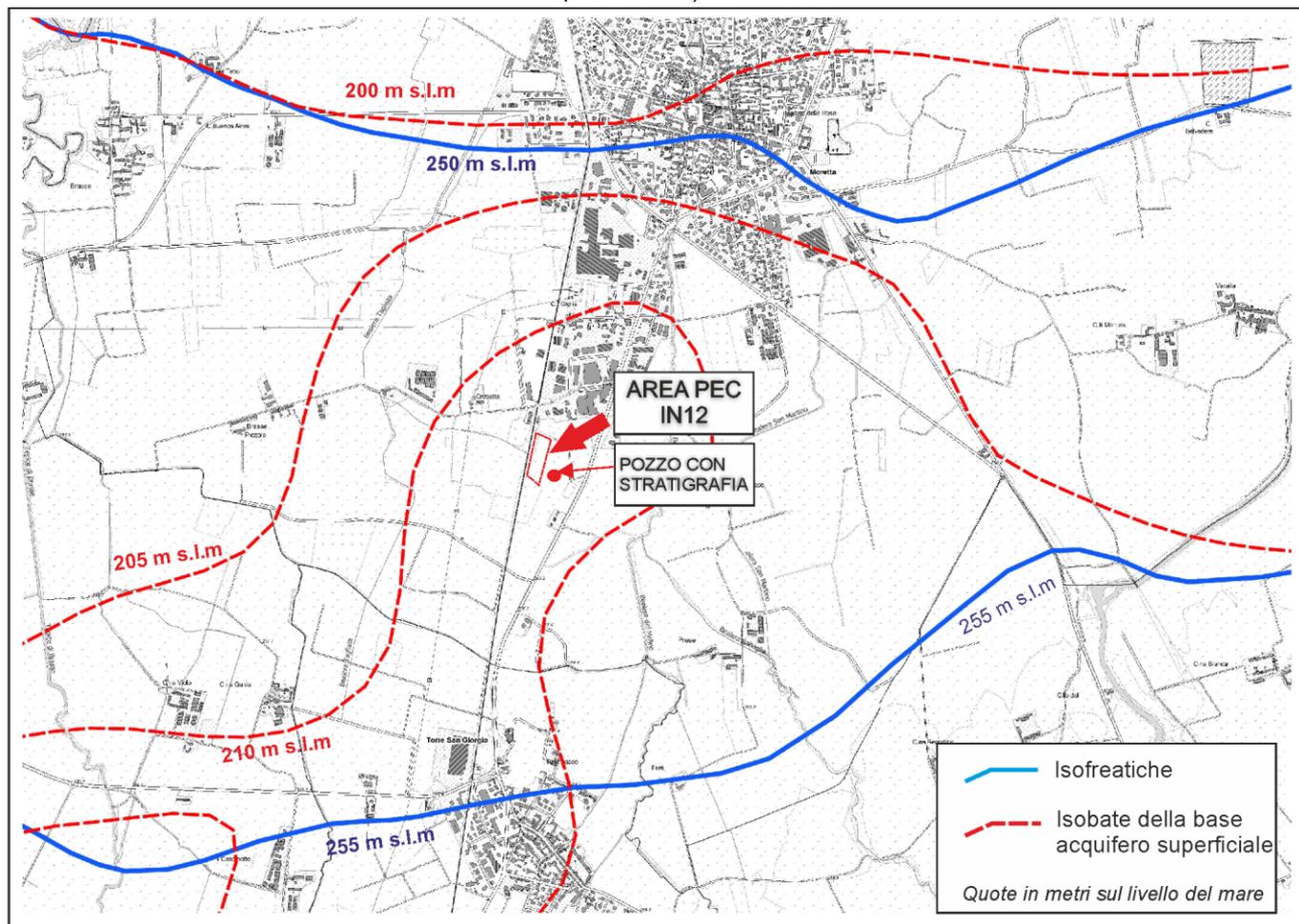
Per quanto concerne l'assetto idrogeologico, nell'ambito della successione dei depositi continentali è ospitata la falda freatica caratterizzata da valori di soggiacenza nella zona di - 3,00/4,00 m dal p.c., tenuto conto di quanto indicato sulla "Carta delle isofreatiche" di Arpa Piemonte, da direzione di deflusso orientata da sud verso nord e da gradiente idraulico dell'ordine dello 0,19%. Tali valori di soggiacenza sono confermati anche dai riscontri lungo le n° 3 verticali

penetrometriche eseguite a ottobre del corrente anno, in cui il livello della falda è stato intercetto a profondità variabili tra – 3,00 m e – 3,20 m.

Il regime della falda, e in particolare le relative oscillazioni massime sia positive che negative del livello piezometrico, sono dell'ordine di 1,00 m.

In merito alla base dell'acquifero superficiale la cartografia ufficiale (Carta della base dell'acquifero superficiale- Arpa Piemonte) indica profondità dell'ordine di – 40,00 m da p.c.

Fig. A-6) Carta delle isofreatiche e delle isobate della base dell'acquifero superficiale scala 1:30.000 (Da cartografia Arpa Piemonte)



3-6) PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA E IDRAULICA

In termini di pericolosità idraulica l'area PEC In 12 risulta esterna alle fasce potenzialmente esondabili della rete idrografica superficiale relativamente più vicina in quanto mai coinvolta in processi di dissesto nel corso degli eventi alluvionali che hanno interessato il territorio comunale in passato.

L'assenza di elementi di pericolosità idraulica relativamente alla zona è confermata dagli elaborati geologici in materia di pianificazione territoriale a scala comunale (*Verifiche di compatibilità idraulica e idrogeologica dello strumento urbanistico - marzo 2008, recepite nella variante urbanistica*) e regionale (Piano Gestione Rischio Alluvioni PGRA), rappresentati da:

- "Carta geomorfologica e dei dissesti – PRGC Elaborato E-1";
- "Carta delle pericolosità di inondazione" e "Carta delle rischio di inondazione" – Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA).

In entrambi i documenti non sono segnalate problematiche geomorfologiche e idrauliche per l'ambito in esame e per il suo significativo intorno (si confrontino le figure seguenti).

Fig. A-7) Estratto della "Carta geomorfologica e dei dissesti" a supporto del PRGC vigente. Scala 1:10.000

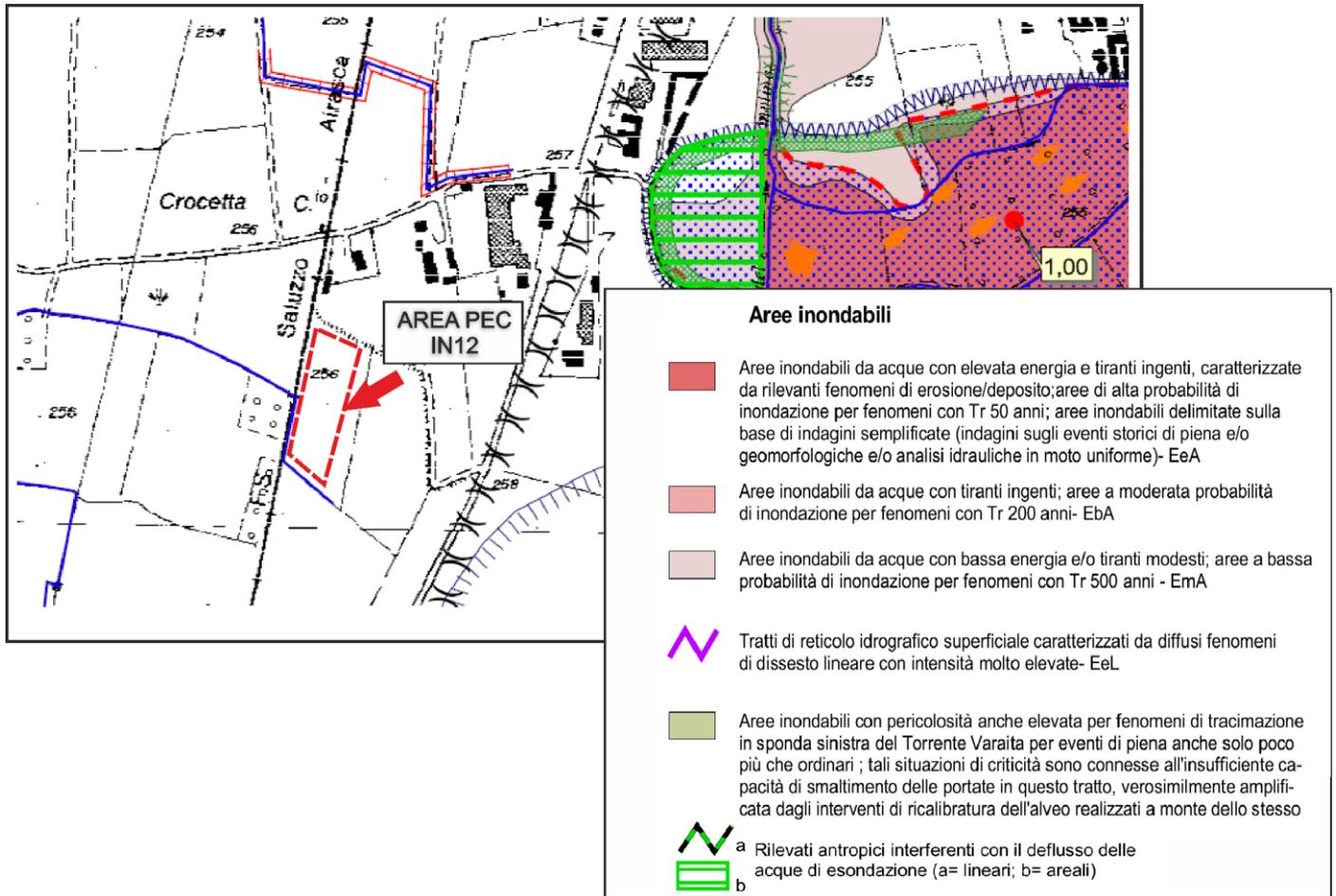


Fig. A-8) Estratto della "Carta della pericolosità di inondazione" (PGRA). Scala 1:5.000

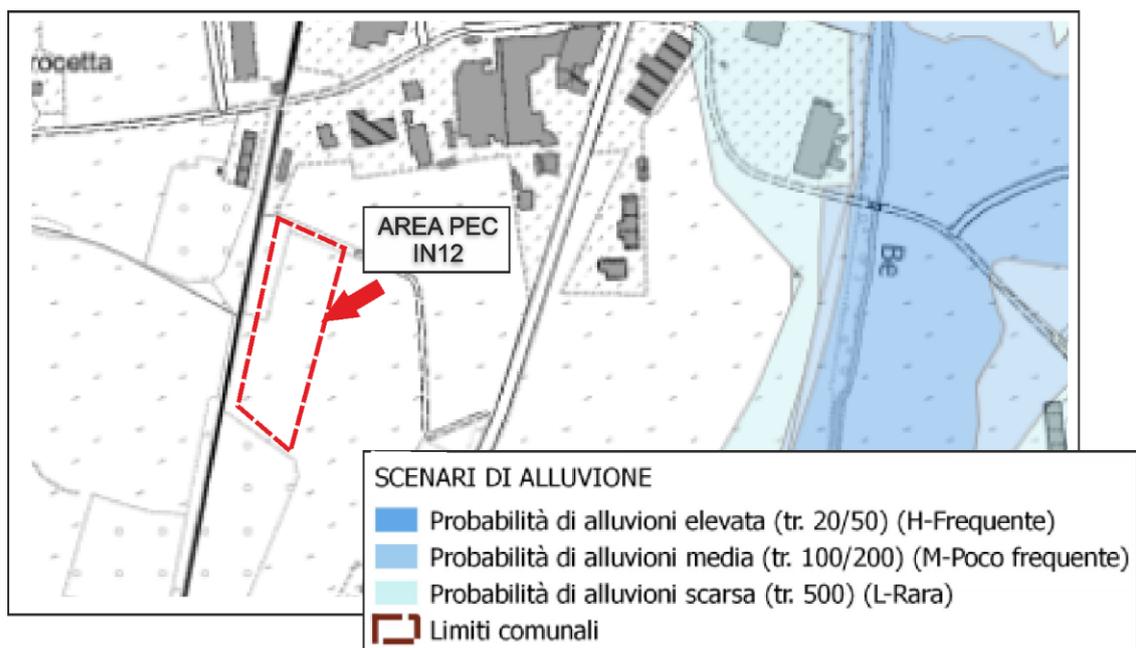
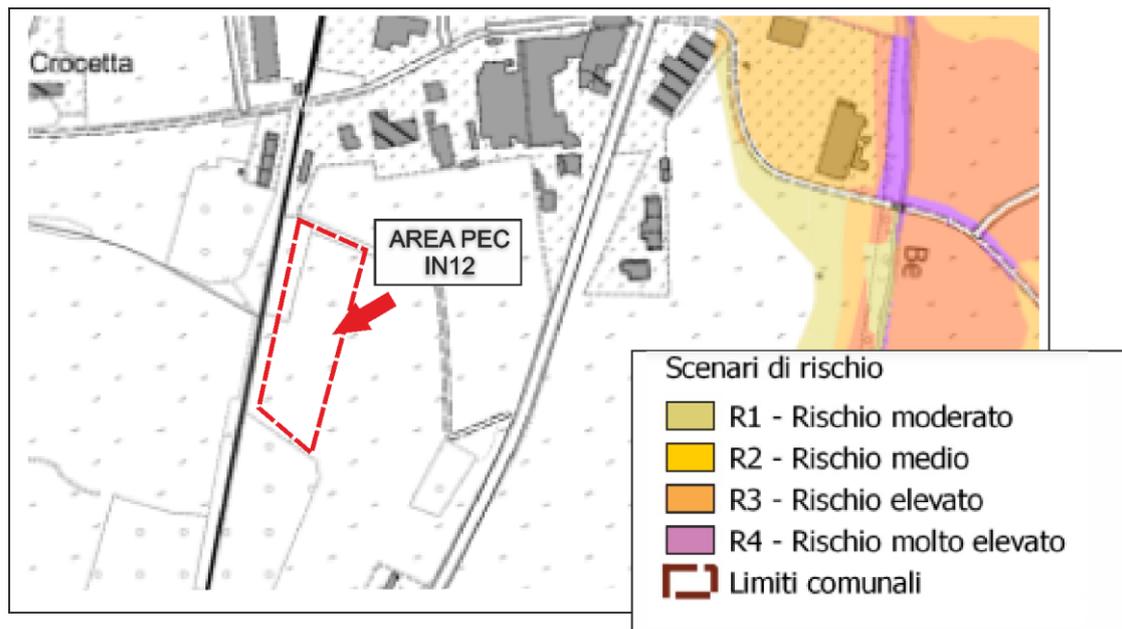


Fig. A-9) Estratto della "Carta del rischio di inondazione" (PGRA). Scala 1:5.000



4) SEZ. B - CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

4-1) CRITERI E METODI DI CORRELAZIONE PER LA STIMA DELLE CARATTERISTICHE FISICHE E GEOTECNICHE

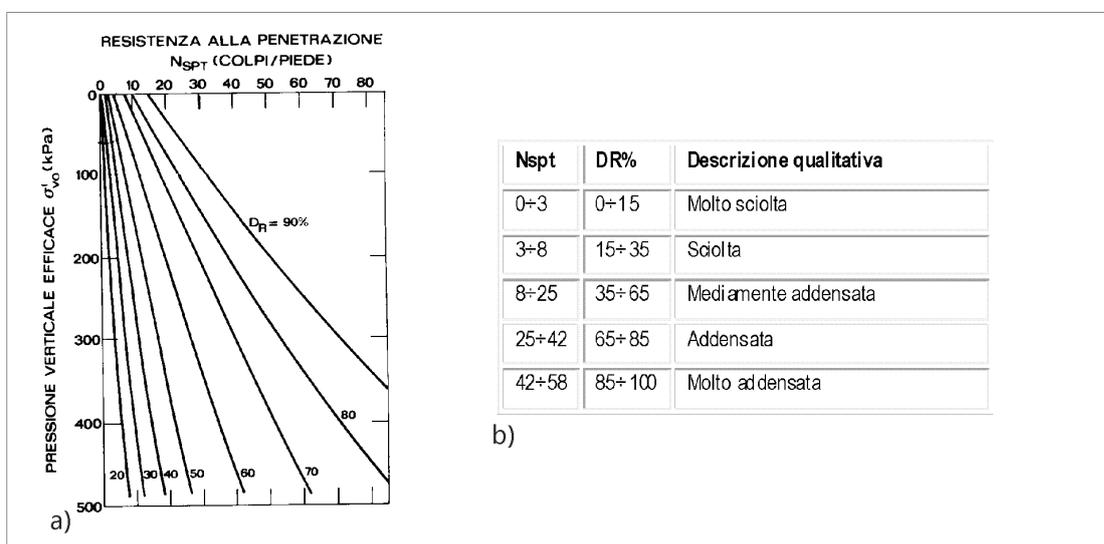
La definizione dello stato d'addensamento dei terreni del sottosuolo dell'area e l'attribuzione dei valori di riferimento ai parametri geotecnici è stata basata sugli esiti delle prove penetrometriche dinamiche DP 1÷3, convertendo il numero di colpi N_{20} in N_{spT} (Numero colpi delle standard penetration test) mediante la relazione $N_{spT} = 1,0 * N_{20}$ e successivamente impiegando le correlazioni comunemente utilizzate nella pratica geotecnica (è inteso che il valore N_{spT} è stato normalizzato in $N_{1(60)} = NSPT \cdot 1,08 * Cr * Cd * CN$ per tenere conto dell'energia e della profondità).

È stato inoltre fatto riferimento ai risultati delle n°4 prove NSPT contestuali alla perforazione di sondaggio S1 realizzato nel 2016 nell'ambito del complesso produttivo INALPI, apportando anche per esse la correzione suddetta.

In dettaglio sono stati calcolati:

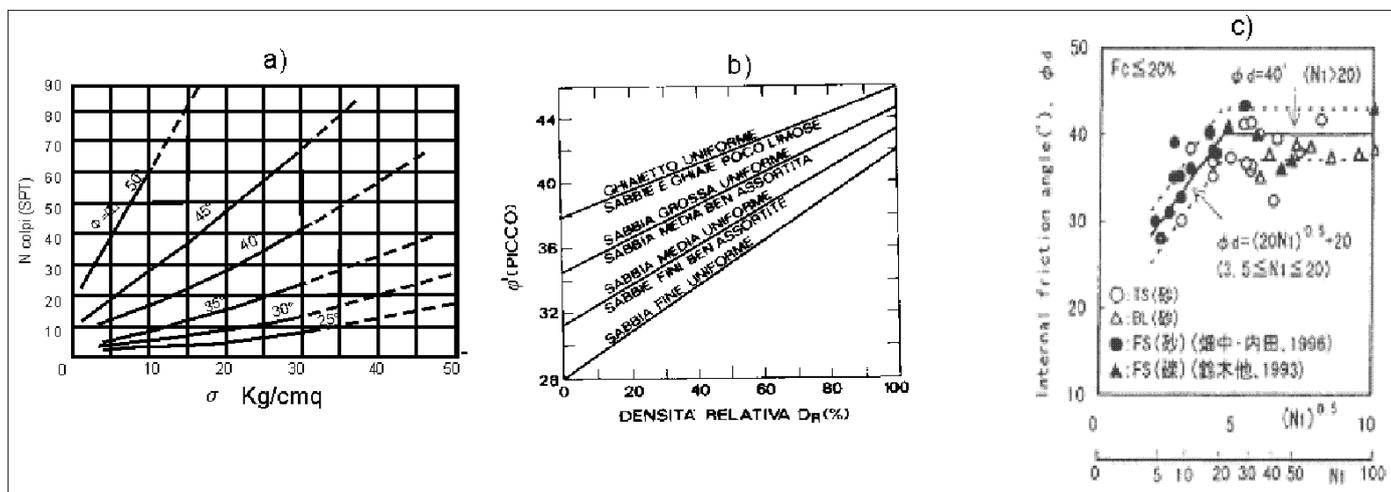
- stato di addensamento relativo (dr %) secondo il criterio Gibbs- Holtz e Terzaghi-Peck- Skempton. (cfr. figura seguente)

Fig. B-1) Correlazione tra N_{spT} e densità relativa



- angolo d'attrito interno (ϕ) con i metodi di De Mello, Schmertmann e Hatanaka Uchida, espressi rispettivamente dai diagrammi di fig. B-2 a, b e c).

Fig. B-2) Diagrammi correlativi per la stima dell' angolo d'attrito interno (ϕ).

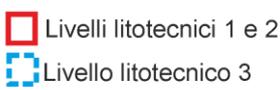


- modulo di deformazione (E) con le soluzioni analitiche [E (MPa)= 0,756 *N1 60+18,75] (D'Apollonia e alt, 1970) per le litofacies ghiaiose (livello litotecnico 3), $E = 7 * (N1\ 60)^{1/2}$ (Lancellotta e alt, 1983) per i terreni del livello litotecnico 2. Per quanto riguarda i terreni del livello litotecnico 1) si è fatto riferimento a valori tabellari e alla relazione $E = 0,316 * N160$ (Webb , 1970) valida per limi argillosi.

Con riferimento alla classificazione USCS dei suoli e delle terre, sono stati inoltre definiti i gruppi granulometrici principali, tenuto conto dei documenti descrittivi relativi al sondaggio a carotaggio continuo effettuato nel 2016 all'interno del complesso produttivo e dei risultati delle analisi granulometriche di laboratorio pregresse.

Fig. B - 3) Classificazione USCS dei suoli e delle terre

Major Divisions (1)	Letter (2)	Symbols		Name (6)
		Letter (3)	Color (5)	
Coarse-Grained Soils	Gravel and Gravelly Soils	GW	Red	Well-graded gravels or gravel-sand mixtures, little or no fines
		GP	Red	Poorly graded gravels or gravel-sand mixtures, little or no fines
		GM	Yellow	Silty gravels, gravel-sand-silt mixtures
		GC	Yellow	Clayey gravels, gravel-sand-clay mixtures
	Sand and Sandy Soils	SW	Red	Well-graded sands or gravelly sands, little or no fines
		SP	Red	Poorly graded sands or gravelly sands, little or no fines
		SM	Yellow	Silty sands, sand-silt mixtures
		SC	Yellow	Clayey sands, sand-silt mixtures
Fine-Grained Soils	Silts and Clays LL < 50	ML	Green	Inorganic silts and very fine sands, rock flour, silty or clayey fine sands or clayey silts with slight plasticity
		CL	Green	Inorganic clays of low to medium plasticity, gravelly clays, sandy clays, silty clays, lean clays
		OL	Green	Organic silts and organic silt-clays of low plasticity
	Silts and Clays LL ≥ 50	MH	Blue	Inorganic silts, micaceous or diatomaceous fine sandy or silty soils, elastic silts
		CH	Blue	Inorganic clays of high plasticity, fat clays
		OH	Blue	Organic clays of medium to high plasticity, organic silts
Highly Organic Soils	Pt	Orange	Peat and other highly organic soils	



■ Livelli litotecnici 1 e 2
■ Livello litotecnico 3

4-2) MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO

Alla situazione stratigrafica discussa nella “sezione A” del presente documento (caratterizzazione geologica), tenuto conto degli esiti delle prove penetrometriche eseguite a ottobre del corrente anno, si correla un assetto geotecnico contraddistinto da n° 3 livelli litotecnici principali distinti in ragione dello stato d'addensamento e delle caratteristiche granulometriche. Tale assetto è così configurato:

Tab. B-1) Assetto litotecnico schematico

LIVELLO LITOTECNICO	PROFONDITA	CARATTERISTICHE LITOLOGICHE/GRANULOMETRICHE	DENSITÀ RELATIVA
Livello litotecnico 1	Da p.c. a – -6,0 m circa	Terreni limosi debolmente argillosi Terreni sabbioso limosi	10<Dr%<35 Terreni da molto sciolti a sciolti
Livello litotecnico 2	Da - 6,0 m circa a -13,0/-15,0 m circa	Terreni limosi debolmente argillosi Terreni sabbioso limosi	35<Dr%<65 Terreni mediamente addensati
Livello litotecnico 3	Da – 13,0/15,0 circa	Ghiaie sabbiose limose	Dr%>65 Terreni addensati

Nell'ambito dei livelli litotecnici 1 e 2), formati da limi sabbiosi argillosi cui s'intercalano sporadici corpi lenticolari ghiaiosi, la differenziazione geotecnica è basata sostanzialmente sullo stato d'addensamento in quanto dal punto di vista granulometrico si tratta delle medesime litofacies per entrambi. In merito al livello litotecnico 3) si registra oltre che a un incremento della densità relativa anche a un cambio delle caratteristiche granulometriche (ghiaie sabbiose limose). In ogni caso, ai fini di semplificare la reale situazione litotecnica, la quale risulta complicata dalle ripetute intercalazioni di facies granulometriche differenti, si è fatto riferimento a un modello geotecnico a “tre strati”, distinti sulla base dei valori di densità relativa.

4-3) ATTRIBUZIONE DEI VALORI AI PARAMETRI GEOTECNICI

Per i terreni di ognuno dei n°3 livelli litotecnici individuati (livelli litotecnici 1÷3), sono stati determinati i valori dei parametri geotecnici di resistenza e deformabilità sulla base dei criteri esposti nei paragrafi precedenti. Si rimarca che i valori caratteristici (X_k) non sono stati valutati mediante elaborazioni geostatiche bensì attraverso una stima ragionata e cautelativa; più precisamente, nello specifico caso si è fatto riferimento a valori prossimi a quelli minimi in quanto la normativa del DM 17/01/2018 suggerisce tale approssimazione qualora nello “stato limite” considerato sia coinvolto un limitato volume di terreno (ad esempio fondazioni indirette su pali).

4-3 a) Livello litotecnico 1

La frazione granulometrica dominante è rappresentata da sabbie limose e limi sabbiosi debolmente argillosi correlabili rispettivamente ai gruppi SM e ML-CL della Classificazione USCS (Unified Soil Classification System) riportata nella figura B-4), come confermano gli esiti delle analisi granulometriche di laboratorio pregresse relative al campione Cl-1 (gruppo SM) prelevato lungo la verticale di sondaggio eseguita nell'ambito del complesso produttivo nel 2016. Al tetto del livello si sviluppa terreno vegetale e suolo con potenza di circa 0,80 m. Per il gruppo granulometrico SM, l'indice di plasticità (IP%) risulta nullo e il peso di volume (γ) è di 17-18 KN/mc.

Il comportamento geotecnico dei terreni di tale livello, nonostante sia di transizione tra l'incoerente e il coesivo, in condizioni drenate e a lungo termine è più corretto considerarlo di tipo granulare. Dall'elaborazione delle verticali penetrometriche (cfr. tabulati allegati), considerato un valore del numero di colpi di progetto $N_{20} = 3$ (a favore della cautela sono stati considerati i valori relativamente più bassi cui corrisponde $N_{spt\ corretto} = N_{160} = 3,20$) si perviene a uno stato d'addensamento compreso tra 15 - 35% (terreni da molto sciolti a sciolti) e a valori dell'angolo d'attrito interno (ϕ) di 26° – 27°. La coesione (c') in condizione drenate è nulla. Per quanto riguarda il modulo di deformazione E , dalla relazione di Webb (1970) si stima un valore di 2,5 MPa ($E = 0,316 \cdot N_{160} + 1,58$ MPa).

Su tali basi i valori caratteristici (X_k) dei parametri geotecnici di riferimento del livello litotecnico 1) sono schematizzati nella tabella seguente (quali valori caratteristici si è fatto riferimento ai valori più bassi).

Tab. B-2) Valori caratteristici (X_k) parametri geotecnici del livello litotecnico 1

Peso di volume (γ_k)	Angolo d'attrito interno (ϕ_k)	Coesione (c_k)	Modulo di deformazione (E_k)
17 KN/mc	26°	0°	2,5 MPa

4-3 b) Livello litotecnico 2

Anche per il livello litotecnico 2 la frazione granulometrica prevalente è costituita da sabbie limose e limi sabbiosi debolmente argillosi ascrivibili ai gruppi SM, ML e, subordinatamente, CL della Classificazione USCS, come confermano gli esiti delle analisi granulometriche di laboratorio pregresse relative al campione CI-2 (gruppo ML-CL). L'indice di plasticità (IP%) pari a 8% risulta indicativo di terreni a bassa plasticità. Il peso di volume (γ) è valutato in 17,5 KN/mc.

In termini di resistenza al taglio a lungo termine, si considera un comportamento geotecnico granulare in condizioni drenate, nonostante siano presenti ripetute intercalazioni di terreni con comportamento di transizione tra l'incoerente e il coesivo. Considerato un valore N_{20} di progetto = 14 (N_{spt} corretto = N_{160} = 14,8) si correlano valori di densità relativa (d_r %) e dell'angolo d'attrito interno (ϕ) rispettivamente di 35-65% (terreni mediamente addensati) e di 30° - 32°. La coesione in condizione drenate (c') è nulla. In merito al modulo di deformazione E si determina un valore di 27,0 MPa dalla relazione analitica $E = 7 * (N_{160})^{1/2} = 7 * 3,84$ (Lancellotta e alt, 1983).

Tab. B-3) Valori caratteristici (X_k) parametri geotecnici del livello litotecnico 2

Peso di volume (γ_k)	Angolo d'attrito interno (ϕ_k)	Coesione (c_k)	Modulo di deformazione (E_k)
17,5 KN/mc	30°	0°	27,0 MPa

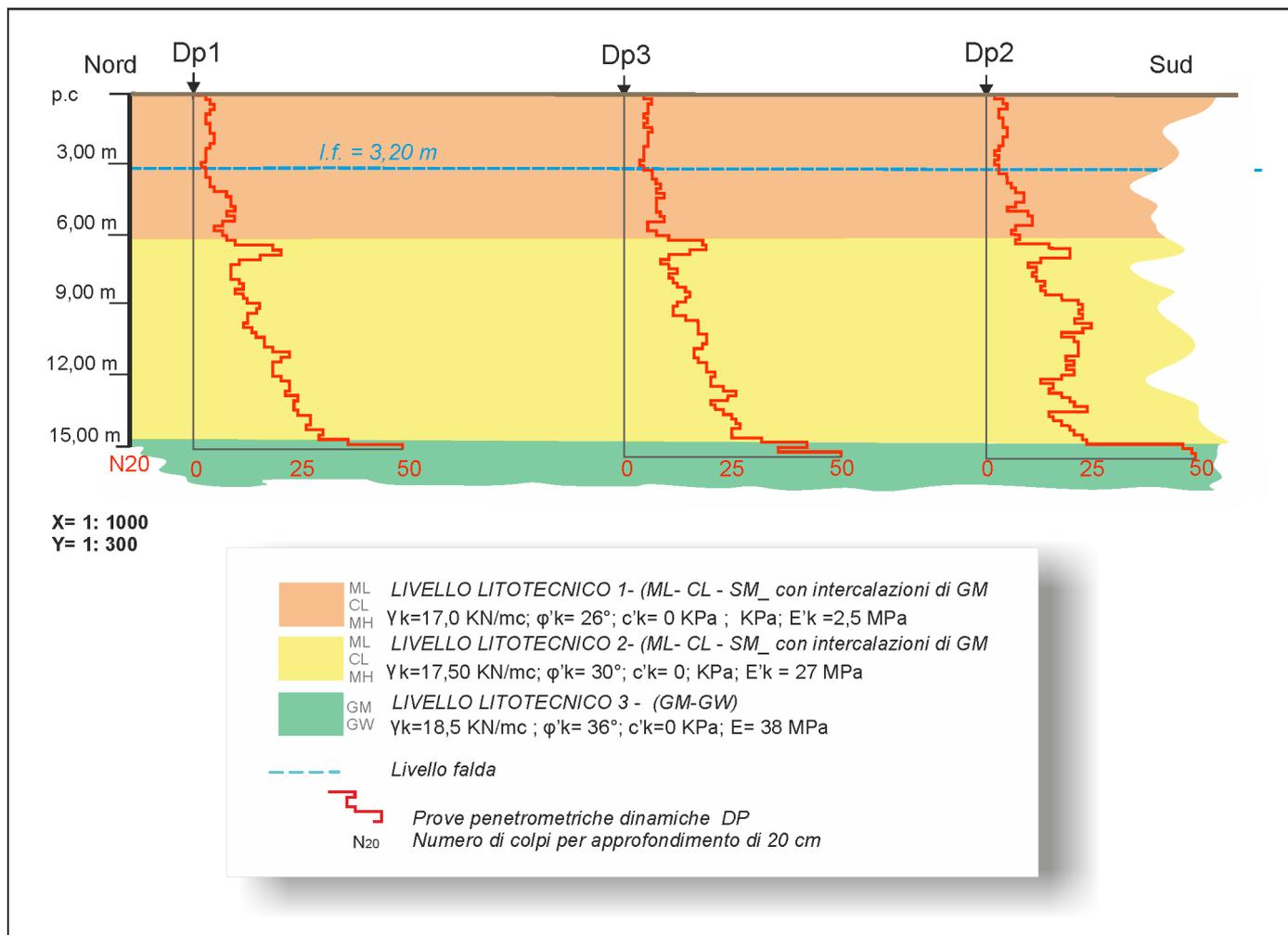
4-3 c) Livello litotecnico 3

I terreni di tale livello, contraddistinti dalla prevalenza della frazione ghiaiosa, sono correlabili ai gruppi GW e GM della classificazione USCS (cfr.fig.B-4), ovvero a ghiaie inglobate in abbondante matrice sabbiosa debolmente limosa. Il peso di volume (γ) è stimato 18,5 KN/mc. I risultati delle prove penetrometriche con $N_{20} > 30$ sino a rifiuto indicano geomateriali "addensati" caratterizzati da densità relativa (d_r %) = 65-85%, cui corrispondono valori minimi dell'angolo d'attrito interno (ϕ) di 36°. Il modulo di deformazione (E) risulta dell'ordine 38 MPa impiegando la relazione di D'Apollonia e considerando un numero di colpi di riferimento $N_{20} = 30 = N_{spt}$ corretto (N_{160}) = 25,6 ($E = 0,756 * 25,6 + 18,75 = 38,1$). Nella tabella successiva si schematizzano i valori caratteristici (X_k) che meglio sembrano approssimare il comportamento geotecnico dei terreni di tale livello.

Tab. B-4) Valori caratteristici (X_k) parametri geotecnici del livello litotecnico 3

Peso di volume (γ_k)	Angolo d'attrito interno (ϕ_k)	Coesione (c_k)	Modulo di deformazione (E_k)
18,5 KN/mc	36°	0°	38 MPa

Fig. B - 4) Sezione geotecnica schematica di riferimento relativa all'area PEC IN 2



4-4) SUSCETTIBILITA' ALLA FLUIDIFICAZIONE DEI TERRENI DI FONDAZIONE IN CONDIZIONI SISMICHE

Con "liquefazione" viene intesa la diminuzione della resistenza al taglio causata, in un terreno sabbioso saturo durante le sollecitazioni sismiche, da un aumento delle pressioni neutre tale da produrre deformazioni significative o addirittura l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

Esprimendo la resistenza al taglio attraverso la relazione di Coulomb:

$t = c + (P_{tot} - U) \tan j$, con

- c = coesione del terreno;
- P_{tot} = pressione litostatica totale agente alla profondità d'indagine;
- U = pressione interstiziale dell'acqua;
- j = angolo di resistenza al taglio del terreno.

è evidente che la grandezza $\langle t \rangle$ si può annullare solo nel caso in cui siano verificate le condizioni in $c = 0$ e $(P_{tot} - U) = 0$.

Il fenomeno della liquefazione non si verifica in terreni coesivi o incoerenti ma con una significativa frazione argillosa o limosa plastica. La condizione b) si verifica quando la pressione interstiziale uguaglia la pressione totale esercitata a una data profondità dalla colonna di terreno sovrastante e dagli eventuali sovraccarichi presenti in superficie ($P_{tot} = U$). Pertanto il fenomeno della liquefazione si può manifestare preferibilmente in depositi sciolti superficiali non coesivi posti sotto falda, in seguito a eventi che producano un forte aumento della pressione interstiziale dell'acqua. Nello

specifico caso è stata svolta un calcolo di verifica alla suscettibilità alla liquefazione per un livello sabbioso attestato a ridotta profondità (3,50 m), con il metodo semplificato di Iwasaki et al (1984), inserendo quali dati di ingresso:

- 1) Accelerazione massima attesa al sito pari a 0,0152 g, calcolata nel paragrafo in cui si è discusso il modello sismico (cfr. § 3-5).
- 2) Valore della Magnitudo Momento (Mw) pari a 5,68, cui si perviene applicando il “metodo delle zone sismogenetiche”. Più precisamente è stato fatto riferimento alla tabella n°6 (colonna 8) del “Rapporto conclusivo della redazione della mappa di pericolosità sismica- aprile 2004 - INGV” in quanto il sito di costruzione non rientra in nessuna delle zone sismogenetiche e la magnitudo calcolata seconda la relazione $M_{si} = 1 + 3 \log(R_i)$, dove R_i rappresenta la distanza tra il sito in esame e il limite della zona sismogenetica più vicina (nello specifico caso la zona 908), risulta dell'ordine di 3,5 e pertanto inferiore a quella della zona sismogenetica più prossima (ovvero la 908 che ha magnitudo $M_w = 5,68$) alla quale è necessario fare riferimento al verificarsi di tali condizioni.

Tab. B-5) Determinazione della Magnitudo momento (MW) sulla base del metodo delle zone sismogenetiche

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
nome ZS	N ZS	DISS2 MwMax	CPTI2 MwMax	CPTI2 MwMax (classe)	CPTI2 completo 04.2	Az1	Mw Max1	Az2	Mw Max2
Savoia	901		5.79	5.68	5.68	+1(a)	5.91	+2(d)	6.14
Vallese	902		6.10	6.14	6.14		6.14		6.14
Grigioni-Valtellina	903		5.79	5.68	5.22	+3(b)	5.91	+4(d)	6.14
Trieste -Monte Nevoso	904		5.71	5.68	5.68		5.68	+2(d)	6.14
Friuli -Veneto Orientale	905	6.4	6.66	6.60	6.60		6.60		6.60
Garda-Veronese	906	6.2	6.49	6.60	6.60		6.60		6.60
Bergamasco	907	5.9	5.67	5.68	5.68	G	5.91	+2(d)	6.14
Piemonte	908		5.67	5.68	5.68		5.68	+2(d)	6.14
Alpi Occidentali	909		5.54	5.45	5.45	+1(a)	5.68	+3(d)	6.14
Nizza-Sanremo	910	6.3	6.29	6.37	6.37		6.37		6.37
Tortona-Bobbio	911		5.67	5.68	5.68		5.68	+2(d)	6.14
Dorsale Ferrarese	912	6.2	5.88	5.91	5.91	G	6.14	G	6.14
Appennino Emiliano-Romagn.	913		5.85	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Forlivese	914		5.97	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Garfagnana-Mugello	915	6.4	6.49	6.60	6.60		6.60		6.60
Versilia-Chianti	916		5.52	5.45	5.45	+1(c)	5.68	+3(d)	6.14
Rimini-Ancona	917	6.1	5.94	5.91	5.91	G	6.14	G	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzz.	918		6.23	6.14	6.14	+1(a)	6.37	+1(a)	6.37
Appennino Umbro	919	6.0	6.33	6.37	6.37		6.37		6.37
Val di Chiana-Ciociaria	920		5.57	5.68	5.45	+1(b)	5.68	+3(d)	6.14
Etruria	921		5.91	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Colli Albani	922		5.53	5.45	5.45		5.45		5.45
Appennino Abruzzese	923	6.7	6.99	7.06	7.06		7.06		7.06
Molise-Gargano	924	6.7	6.73	6.83	6.83		6.83		6.83
Ofanto	925		6.72	6.83	6.83		6.83		6.83
Basento	926	5.8	5.84	5.91	5.91		5.91	+1(d)	6.14
Sannio-Irpinia -Basilicata	927	6.8	6.96	7.06	7.06		7.06		7.06
Ischia-Vesuvio	928		5.78	5.68	5.68	+1(a)	5.91	+1(a)	5.91
Calabria Tirrenica	929	7.0	7.24	7.29	7.29		7.29		7.29
Calabria Ionica	930	6.0	6.60	6.60	6.60		6.60		6.60
Canale d'Otranto	931		6.90	6.83	6.83		6.83		6.83
Eolie-Patti	932	6.1	6.06	6.14	6.14		6.14		6.14
Sicilia settentrionale	933		5.89	5.91	5.91	+1(c)	6.14	+1(c)	6.14
Belice	934		6.12	6.14	6.14		6.14		6.14
Iblei	935		7.41	7.29	7.29		7.29		7.29
Etna	936		5.30	5.22	5.22	+1(a)	5.45	+1(a)	5.45

- 3) Numero di colpi N20 =3 ovvero quello relativamente più basso registrato lungo le verticali d'indagine;

- 4) $d_{50} = 0,02$ (diametro del passante al setaccio delle prove granulometriche) desunto dalle curve granulometriche delle prove di laboratorio geotecnico eseguite su campioni prelevati nel corso delle indagini strumentali pregresse realizzate all'interno del complesso produttivo INALPI
- 5) Falda freatica a - 3,00 m da p.c.

Tab. B-6) Valutazione speditiva della suscettibilità alla liquefazione dei terreni

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE							
(da prove dinamiche SPT)							
Metodo semplificato							
Metodo di Iwasaki et al. (1978 1984) modificato come da D.M. 14/01/2008 e Circolare 617 del 02/02/2009							
PARAMETRI:							
Diametro Perforazione	=	101	mm				
γ	=	1,7	g/cm ³				
σ_{vo}	=	0,51	kg/cm ²				
σ'_{vo}	=	0,51	kg/cm ²				
profondità della prova	=	300	cm				
profondità falda	=	300	cm				
γ_{H_2O}	=	1	g/cm ³				
Pressione neutra	=	0	kg/cm ²				
z	=	3	m				
N_{SPT}	=	2					
C_N [Liao e Whitmann, 1968a]	=	1,41400557	Verificato				
Percentuale di Fine (FC)	=	8	%				
d_{50}	=	0,25					
M_w	=	5,68					
MSF	=	2,50	se $M \leq 7,5$				
		2,04	se $M > 7,5$				
				CRR= Resistenza al taglio mobilitata			
				CSR= Sforzo di taglio indotto dal sisma			
				d_{50} = Diametro della curva granulometrica corrispondente al passante al 50%			
				V_s = Velocità dell'onda di taglio S			
FORMULE:							
CRR	=	$0,0882 \cdot \text{RADQ}(E16/(E9+0,7)) + 0,225 \log(0,35/E17)$	se $0,04 \leq d_{50} \leq 0,6$	=	0,156393074	CRR	
CRR	=	$0,0882 \cdot \text{RADQ}(E16/(E9+0,7)) - 0,05$	se $0,6 < d_{50} \leq 1,5$	=	0,073514266		
CSR	=	$0,65 \cdot ((a_{max}/g) \cdot (\sigma_{vo}/\sigma'_{vo})) \cdot r_d \cdot 1/MSF$	se $M \leq 7,5$	=	0,037542112	CSR _{M=7,5}	
			se $M > 7,5$	=	0,046132087	CSR _{M>7,5}	
a_{max}/g	=	0,149					
r_d	=	0,97					
$F_s = \text{CRR}/\text{CSR}$	>	1,25	se $M \leq 7,5$	se $0,04 \leq d_{50} \leq 0,6$	=	4,165803864	Verificato F_s
				se $0,6 < d_{50} \leq 1,5$	=	1,958181432	Verificato F_s
			se $M > 7,5$	se $0,04 \leq d_{50} \leq 0,6$	=	3,390114899	Verificato F_s
				se $0,6 < d_{50} \leq 1,5$	=	1,593560394	Verificato F_s

Calcolo $N1(60)$	
$(N_{SPT} \cdot C_N \cdot C_E \cdot C_B \cdot C_R \cdot C_S)$	
Descrizione	Strato
Profondità Prova	3
σ_{vo}	0,51
N_{SPT}	2
C_N	1,414
C_E	1
C_B	1
C_R	0,75
C_S	1
$(N_1)_{60}$	2,12
$(N_1)_{60CS}$	2,37

La verifica alla suscettibilità a liquefazione dei terreni di fondazione in presenza di sollecitazioni sismiche ha fornito valori del coefficiente di sicurezza F_s maggiori di 1,25 (in particolare 1,95) ; pertanto essi non risultano liquefacibili in quanto i coefficienti di sicurezza risultano superiori a quelli indicati dalla normativa vigente.

4-5) TIPOLOGIA FONDAZIONI

La presenza di strati superficiali scarsamente addensati (sabbie limose) o poco consistenti (limi sabbiosi debolmente argillosi) cedevoli e deformabili, nonché le particolari condizioni idrogeologiche con falda freatica caratterizzata da soggiacenza ridotta e innalzamento del livello piezometrico di + 1,0, impone la scelta in via preliminare dell'impiego di fondazioni di tipo indiretto per gli edifici di nuova costruzione; ciò al fine di trasmettere i carichi a terreni dotati di requisiti di portanza relativamente migliori, ovvero in particolare al livello litotecnico 3). In considerazione della specifica situazione stratigrafica riscontrata, con pali di lunghezza dell'ordine di 16/18 m si realizzano condizioni favorevoli in termini di portanza in quanto:

- poggiano, mediante la propria base, su di un livello litotecnico sufficientemente addensato risultando immorsati nel livello litotecnico 3 per una lunghezza di almeno 3,00/4,00 m;
- attraversano per lunghezze di 7/8 m il livello litotecnico 2 costituito da terreni dotati, in linea generale, d'addensamento medio.

In merito alla tipologia dei pali di fondazione da impiegare, è preferibile una tecnologia di realizzazione che comporti il minor grado di disturbo e alterazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni impegnati.

5) VALUTAZIONI CONCLUSIVE – NOTE DI SINTESI

5 a) Valutazioni d'ordine geologico

L'area PEC In12 rientra in un ambito privo di elementi di pericolosità geomorfologica e idraulica secondo quanto indicato dalla documentazione geologica di pianificazione territoriale a scala comunale (Piano Regolatore) e regionale (Piano Gestione Rischio Alluvioni PGRA)

L'assetto stratigrafico è caratterizzato da una successione di depositi fluviali quaternari organizzati in corpi sedimentari per lo più a geometria lenticolare in cui le facies prevalenti sino a – 13/14 m di profondità da piano campagna esistente, sono rappresentate da ripetute alternanze di livelli di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi debolmente argillosi con subordinate intercalazioni ghiaiose; queste ultime costituiscono la facies granulometrica predominante da – 13/15 m, formando un orizzonte ghiaioso di “base” con potenza plurimetrica.

La falda libera si attesta a profondità medie dell'ordine di 3,00 m rispetto al piano campagna esistente, con fluttuazioni del relativo livello piezometrico di +/- 1,00 m circa.

La modellazione sismica ha fornito valori d'accelerazione massima attesa al sito su suolo rigido di riferimento dell'ordine di 0,15 g e fattore d'amplificazione stratigrafica $S_s = 1,5$ (profilo di suolo sismico C).

5 b) Valutazioni d'ordine geotecnico

Alla specifica situazione stratigrafica si correla un modello geotecnico in cui si configurano n°3 livelli litotecnici principali contraddistinti da addensamento relativo in generale crescente con l'approfondimento. L'orizzonte più superficiale compreso tra p.c. e – 6,0 m circa di profondità (livello litotecnico 1), risulta formato da terreni da molto sciolti a sciolti, con scarse proprietà di resistenza al taglio e deformabilità, appartenenti ai gruppi ML, SM e CL della classificazione USCS. Da – 6,0 m circa di profondità sino a – 13/15 m i terreni, in cui perdurano i gruppi granulometrici del livello sovrastante, risultano nell'insieme “mediamente addensati” (livello litotecnico 2). Da -13/-15 m circa le ghiaie e ghiaie sabbiose (gruppi GW e GM) costituiscono un orizzonte stratigrafico plurimetrico (sino a - 25 m) “addensato” (livello litotecnico 3).

In via preliminare si ribadisce che la tipologia fondazionale più idonea per le nuove costruzioni nell'ambito dell'area è rappresentata da fondazioni profonde, quali pali di grosso diametro con base attestata entro i livelli ghiaioso sabbiosi maggiormente addensati che si sviluppano a profondità di – 13/15 m da p.c. (livello litotecnico 3).

ALLEGATI

All. 1) Ubicazione prove penetrometriche DP1-DP3 ottobre 2020. Ripresa aerea a scala 1.5.000

All. 2÷4) Documentazione e diagrammi prove penetrometriche dinamiche ottobre 2020.

All. 5) Stratigrafia sondaggio geognostico S1 – 2016 (Indagini geognostiche strumentali pregresse nell'ambito del centro produttivo INALPI).

All. 6) Diagrammi prove penetrometriche SCPT1- 2 e documentazione prova MASW 2016 (Indagini geognostiche strumentali pregresse nell'ambito del centro produttivo INALPI).

All. 7) Curve granulometriche campioni di terreno 2016 (Indagini geognostiche strumentali pregresse nell'ambito del centro produttivo INALPI).

All. 8) Stratigrafia pozzo idrico (Documentazione banca dati ISPRA).



Prove penetrometriche ottobre 2020

■ **Dp1-3** Prove penetrometriche dinamiche pesanti

▭ Area Pec In12

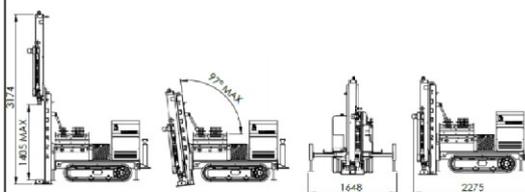
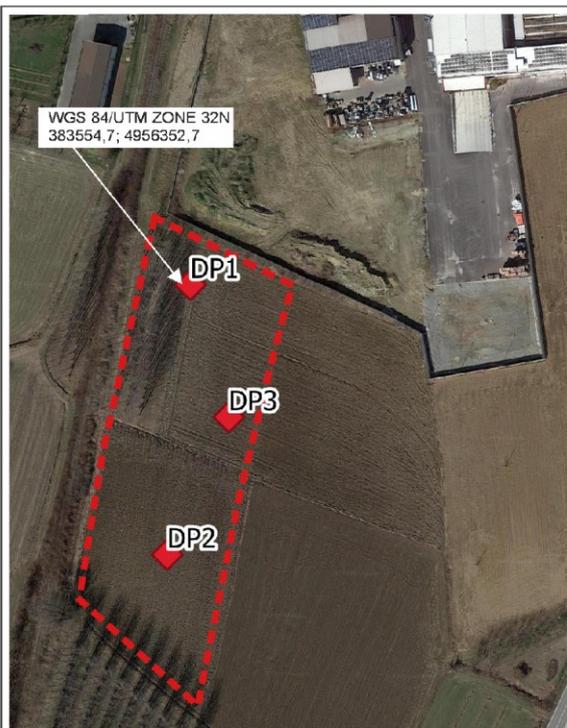
Indagini strumentali pregresse (2016)

- ⚙️ **S1** - Sondaggio a carotaggio continuo
- ★ **SCPT** - Prova penetrometrica dinamica pesante
- ↗️ Stendimento prova geofisica MASW

● Pozzo con stratigrafia (Banca Dati ISPRA)

Prova penetrometrica dinamica
Strumentazione: TECOP.SA TEC 10
Località: MORETTA
Cantiere: AREA PEC In 2
Data: 27/10/2020

PROVA DP 1



CARATTERISTICHE TECNICHE

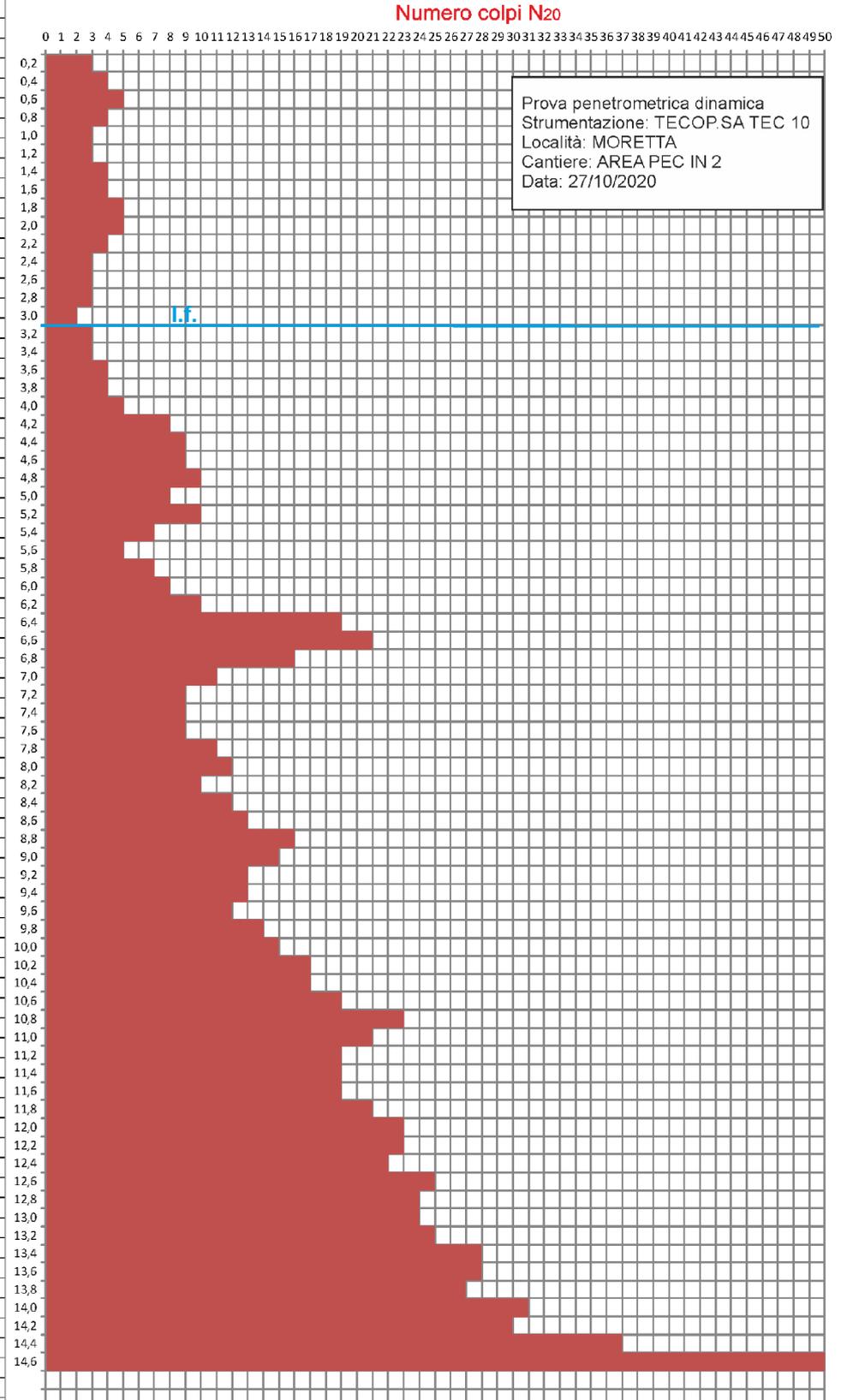
Motore	Yanmar L100AE
Potenza	13 CV a 600 rpm
Cingolato	3,4 Km/h
Pendenze superabili	20°
Mazza battente	63,5 Kg.
Altezza di caduta	763 mm.
Peso totale sistema infissione	15 Kg.

DIAGRAMMA NUMERO DI COLPI PUNTA

N= N (20)= Numero di colpi di penetrazione alla punta
Avanzamento = 20 cm

PROVA DP 1

Prof metri	n°colpi
0,2	3
0,4	4
0,6	5
0,8	4
1,0	3
1,2	3
1,4	4
1,6	4
1,8	5
2,0	5
2,2	4
2,4	3
2,6	3
2,8	3
3,0	2
3,2	3
3,4	3
3,6	4
3,8	4
4,0	5
4,2	8
4,4	9
4,6	9
4,8	10
5,0	8
5,2	10
5,4	7
5,6	5
5,8	7
6,0	8
6,2	10
6,4	19
6,6	21
6,8	16
7,0	11
7,2	9
7,4	9
7,6	9
7,8	11
8,0	12
8,2	10
8,4	12
8,6	13
8,8	16
9,0	15
9,2	13
9,4	13
9,6	12
9,8	14
10,0	15
10,2	17
10,4	17
10,6	19
10,8	23
11,0	21
11,2	19
11,4	19
11,6	19
11,8	21
12,0	23
12,2	23
12,4	22
12,6	25
12,8	24
13,0	24
13,2	25
13,4	28
13,6	28
13,8	27
14,0	31
14,2	30
14,4	37
14,6	50



Falda a -3,0 m circa

Prova penetrometrica dinamica
Strumentazione: TECOP.SA TEC 10
Località: MORETTA
Cantiere: AREA PEC In 2
Data: 27/10/2020

PROVA DP 2



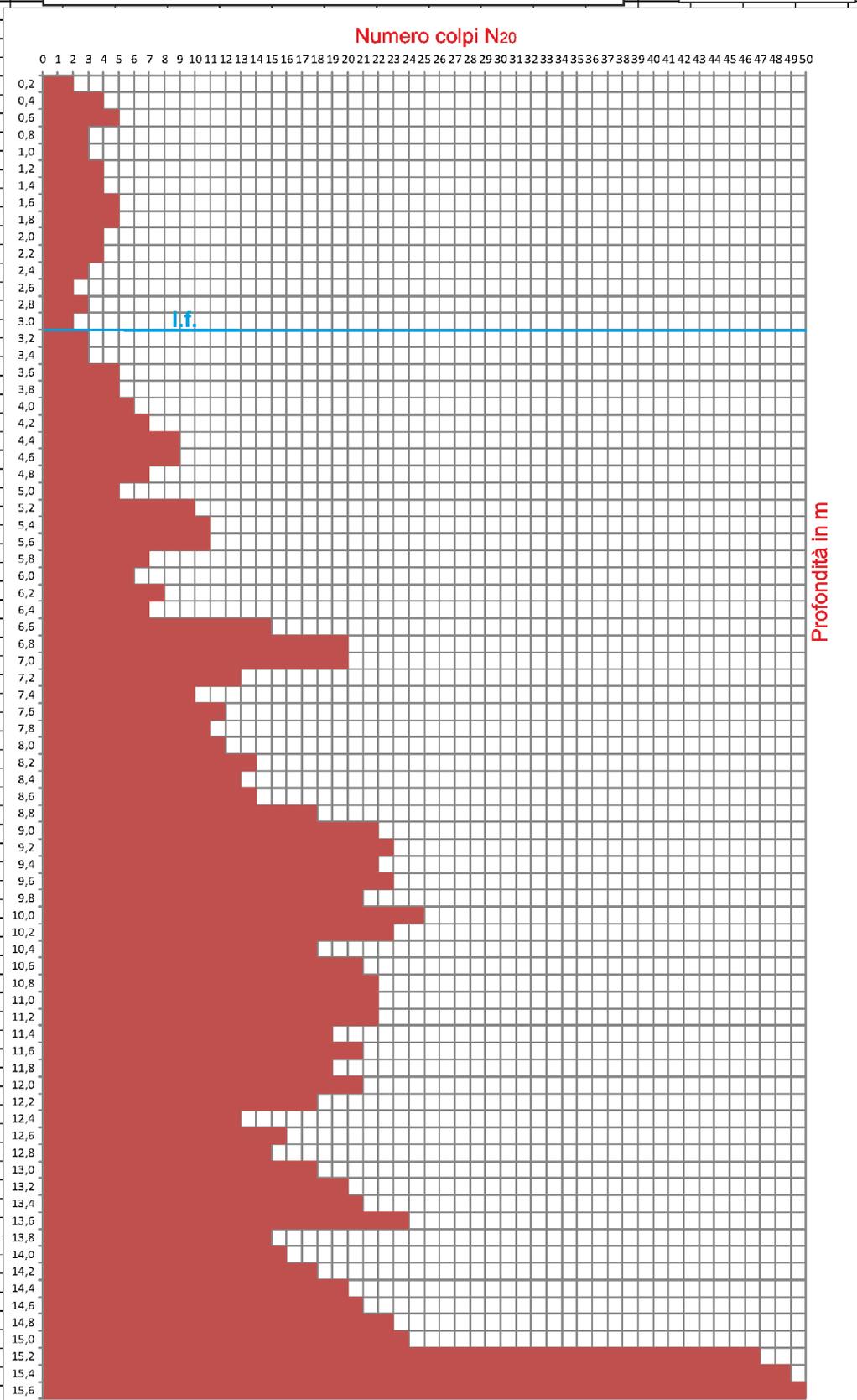
CARATTERISTICHE TECNICHE	
Motore	Yanmar L100AE
Potenza	13 CV a 600 rpm
Cingolato	3,4 Km/h
Pendenze superabili	20°
Mazza battente	63,5 Kg.
Altezza di caduta	763 mm.
Peso totale sistema infissione	15 Kg.

DIAGRAMMA NUMERO DI COLPI PUNTA

N= N (20)= Numero di colpi di penetrazione alla punta
Avanzamento = 20 cm

PROVA DP 2

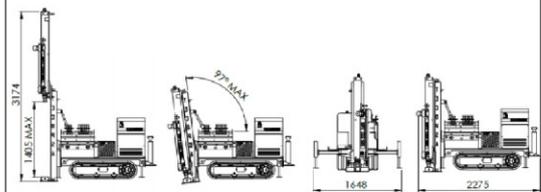
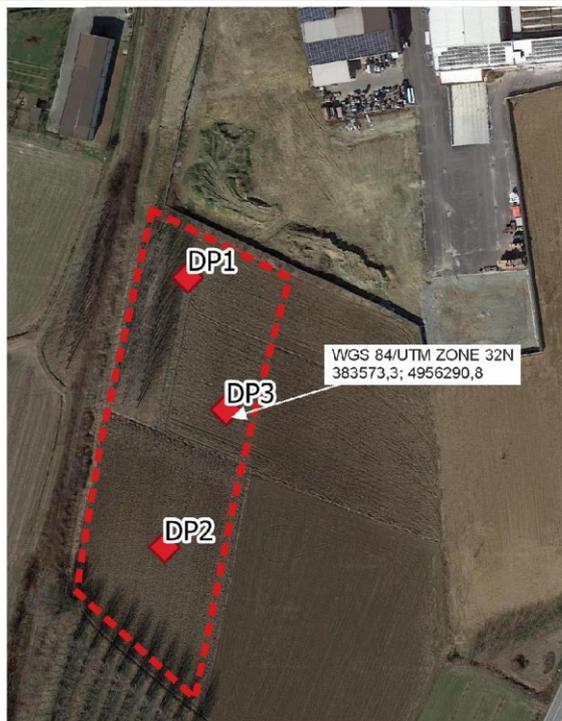
Prof metri	n°colpi
0,2	2
0,4	4
0,6	5
0,8	3
1,0	3
1,2	4
1,4	4
1,6	5
1,8	5
2,0	4
2,2	4
2,4	3
2,6	2
2,8	3
3,0	2
3,2	3
3,4	3
3,6	5
3,8	5
4,0	6
4,2	7
4,4	9
4,6	9
4,8	7
5,0	5
5,2	10
5,4	11
5,6	11
5,8	7
6,0	6
6,2	8
6,4	7
6,6	15
6,8	20
7,0	20
7,2	13
7,4	10
7,6	12
7,8	11
8,0	12
8,2	14
8,4	13
8,6	14
8,8	18
9,0	22
9,2	23
9,4	22
9,6	23
9,8	21
10,0	25
10,2	23
10,4	18
10,6	21
10,8	22
11,0	22
11,2	22
11,4	19
11,6	21
11,8	19
12,0	21
12,2	18
12,4	13
12,6	16
12,8	15
13,0	18
13,2	20
13,4	21
13,6	24
13,8	15
14,0	16
14,2	18
14,4	20
14,6	21
14,8	23
15,0	24
15,2	47
15,4	49
15,6	50



Falda a -3,0 m circa

Prova penetrometrica dinamica
Strumentazione: TECOP.SA TEC 10
Località: MORETTA
Cantiere: AREA PEC In 2
Data: 27/10/2020

PROVA DP 3



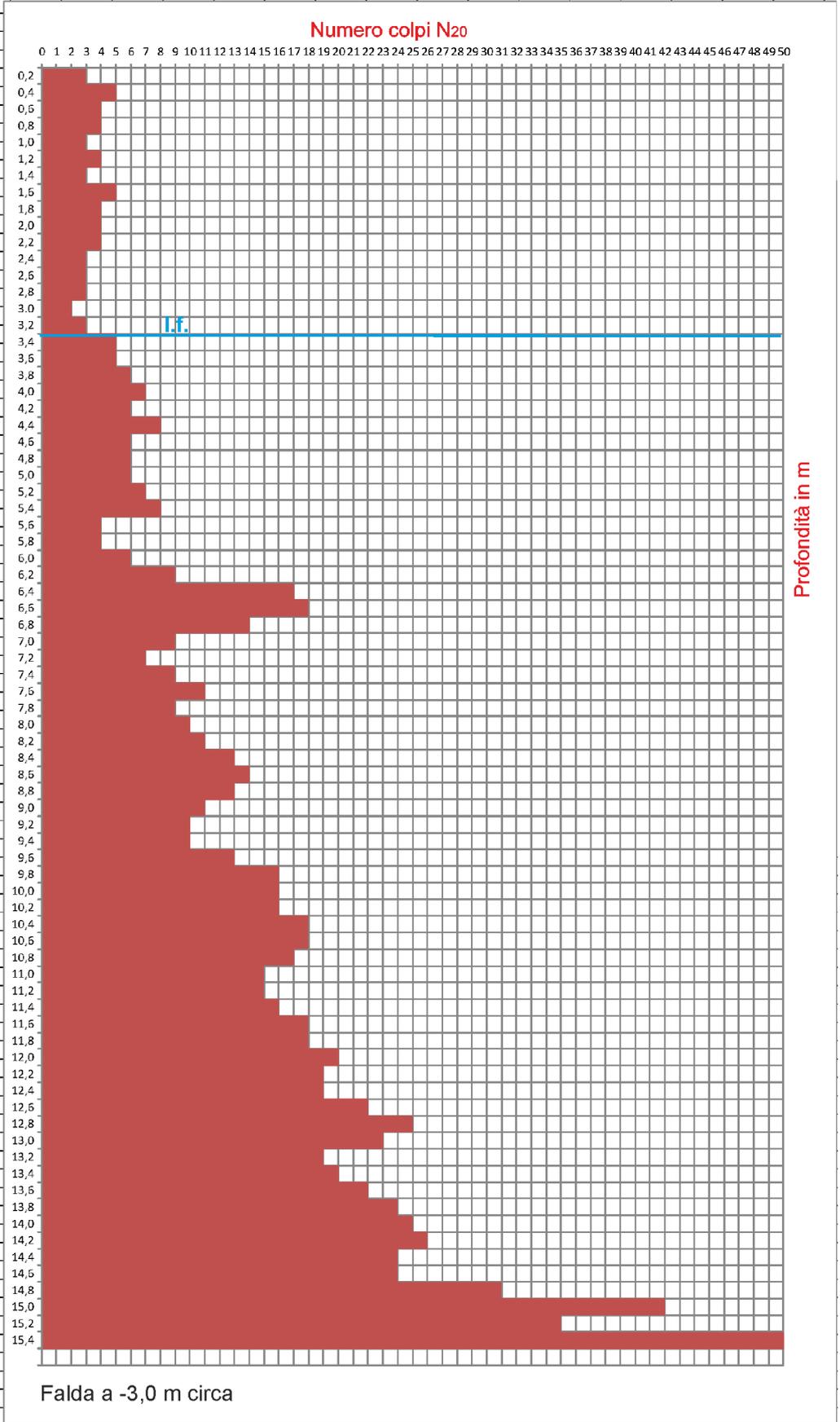
CARATTERISTICHE TECNICHE	
Motore	Yanmar L100AE
Potenza	13 CV a 600 rpm
Cingolato	3,4 Km/h
Pendenze superabili	20°
Mazza battente	63,5 Kg.
Altezza di caduta	763 mm.
Peso totale sistema infissione	15 Kg.

DIAGRAMMA NUMERO DI COLPI PUNTA

N= N (20)= Numero di colpi di penetrazione alla punta
Avanzamento = 20 cm

PROVA DP 3

Prof metri	n°colpi
0,2	3
0,4	5
0,6	4
0,8	4
1,0	3
1,2	4
1,4	3
1,6	5
1,8	4
2,0	4
2,2	4
2,4	3
2,6	3
2,8	3
3,0	2
3,2	3
3,4	5
3,6	5
3,8	6
4,0	7
4,2	6
4,4	8
4,6	6
4,8	6
5,0	6
5,2	7
5,4	8
5,6	4
5,8	4
6,0	6
6,2	9
6,4	17
6,6	18
6,8	14
7,0	9
7,2	7
7,4	9
7,6	11
7,8	9
8,0	10
8,2	11
8,4	13
8,6	14
8,8	13
9,0	11
9,2	10
9,4	10
9,6	13
9,8	16
10,0	16
10,2	16
10,4	18
10,6	18
10,8	17
11,0	15
11,2	15
11,4	16
11,6	18
11,8	18
12,0	20
12,2	19
12,4	19
12,6	22
12,8	25
13,0	23
13,2	19
13,4	20
13,6	22
13,8	24
14,0	25
14,2	26
14,4	24
14,6	24
14,8	31
15,0	42
15,2	35
15,4	50



STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO S1 - 2016
(AMBITO COMPLESSO PRODUTTIVO INALPI)

 <p>Decreto di autorizzazione n. 4965 del 04/05/2010 per esecuzione e certificazione di indagini geoprofilare e geovis in sito di sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/01</p>	Mod. 7.5.4 rev. 90	RILIEVO STRATIGRAFICO DI PERFORAZIONE	UNI EN ISO 22475-1:2007 UNI EN ISO 14693-1:2004 e 14693-1:2004	SONDAGGIO S1
	Committente <u>IN. AL. PI. S.p.A.</u>			Pagina 1 di 1
	Cantiere <u>Indagine geognostica per ampliamento stabilimento.</u>			Commissa n. <u>16001-23</u>
	Località <u>Stabilimento IN. AL. PI. - via Cuneo N° 38 - Moretta (CN)</u>			Lo Spennentatore Dr. A. Cantù
Perforazione inizio: <u>30/06/2016</u> fine: <u>01/07/2016</u> Sonda: <u>Com. MCT450P Unimog</u>			Il Direttore del Laboratorio Dr. Geol. Giorgio Sola	
Coordinate: <u>N= 44°45'6.46"</u> <u>E= 7°31'49.23"</u> Scala <u>1 : 85</u>				
Accettazione n. <u>16001-23</u> Certificato n. <u>16001-23/01</u> del <u>08/07/2016</u>				

profondità dal p.c. [m]	potenza dello strato [m]	sezione stratigrafica	descrizione litologica	falda	metodo e diam. di perforazione	diámetro rivestimenti	percentuale di carotaggio	piezometro tubo aperto	inclinometro	S.P.T.	pocket penetrometer	pocket vane test	campioni indisturbati	campioni rimaneggiati	permeabilità [m/s]
0.00	0.50		Terreno vegetale limoso-sabbioso.												
0.50	1.70		Limo debolmente sabbioso fine, poco consistente, colore nocciola-brunastro.		carotaggio continuo 101 mm semplice										
2.20	1.10		Sabbia molto fine debolmente limosa, poco addensata, colore nocciola.	3.30											
3.30	1.70		Sabbia prevalentemente medio-fine debolmente limosa, poco addensata, colore nocciola.												
5.00	0.30		Limo sabbioso fine con subordinate laminazioni sabbiose, discreta ossidazione, poco consistente, colore nocciola.												
5.30	0.40		Sabbia prevalentemente medio-fine con livelli siltosi, poco addensata, colore grigio.							6.50					
5.70	0.10		Limo sabbioso fine, poco consistente, colore nocciola.							2-3-3					6.00 6.50
7.50	1.70		Sabbia medio-fine in matrice limosa che tende a concentrarsi in livelli centimetrici, poco addensata, colore nocciola.												
8.50	1.50		Limo debolmente sabbioso fine con intercalati livelli pluricentimetrici sabbiosi, poco consistente, colore grigio.												
10.00	2.00		Sabbia prevalentemente medio-fine limosa con subordinati livelli pluricentimetrici limoso-siltosi, poco addensata, colore grigio.												
12.00	1.50		Limo debolmente sabbioso fine con intercalati subordinati livelli centimetrici sabbioso fini, poco consistente, colore grigio.							12.00					
13.50	0.80		Sabbia eterometrica limosa, moderatamente addensata, colore grigio.		carotaggio continuo 101 mm semplice	127 mm	90-100 %			6-11-13					
14.30	0.70		Ghiaia medio-fine con sabbia debolmente limosa, moderatamente addensata, colore grigio.												
15.00	2.00		Sabbia molto fine limosa con intercalate laminazioni limoso-siltose, moderatamente addensata, colore grigio.												
17.00	0.70		Limo debolmente sabbioso fine con sporadiche laminazioni sabbiose, moderatamente consistente, colore grigio.												15.00 15.50
17.70	0.60		Limo debolmente sabbioso fine con sporadiche laminazioni sabbiose, moderatamente consistente, colore grigio.												
18.30	0.60		Alternanza di livelli centimetrici sabbioso fini con analoghi limoso-siltosi, moderatamente consistente, colore grigio; (presenza di frammenti lignei lignizzati a fondo strato).							18.00					
18.90	0.70		Ghiaia medio-fine in matrice sabbioso-limosa, moderatamente addensata, colore nocciola.							9-10-12					
19.60	2.10		Limo debolmente sabbioso fine a tratti debolmente argilloso, poco consistente, colore grigio.												
21.70	0.30		Ghiaia medio-fine in abbondante e/o prevalente matrice sabbioso-debolmente limosa, moderatamente addensata, colore nocciola.												
22.00	3.00		Sabbia medio-fine siltosa con intercalati subordinati livelli limoso-siltosi, da moderatamente addensata ad addensata, colore nocciola.												22.00 22.40
25.00			Limo debolmente sabbioso fine, torboso, colore grigio scuro.												
			Ghiaia eterometrica in abbondante e/o prevalente matrice fine sabbioso-debolmente limosa che tende a concentrarsi in livelli centimetrici, da addensata a molto addensata, colore nocciola.							24.00					
										22-33-37					

DIAGRAMMI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SCPT 1 - 2
E PROFILI VELOCITÀ ONDE DI TAGLIO PROVA MASW - 2016
(AMBITO COMPLESSO PRODUTTIVO INALPI)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA DPSH (AGI 1977)

Mod. 7.514 rev. 00

Comittente: INAL.PI S.p.A.

Cantiere: Indagine geognostica per ampliamento stabilimento

Località: Stabilimento INAL.PI Spa - Via Cuneo n. 38 - Moretta (CN)

Coordinate: N=44°43'6.50" E=7°31'49.30"

Accettazione n. 16001-23 - Certificato n. 16001-23/04 del 08/07/2016 - Connesso n. 16001-23

PROVA n. SCPT1

Eseguita il 30/06/2016

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA CONTINUA DPSH (AGI 1977)

Mod. 7.514 rev. 00

Comittente: INAL.PI S.p.A.

Cantiere: Indagine geognostica per ampliamento stabilimento

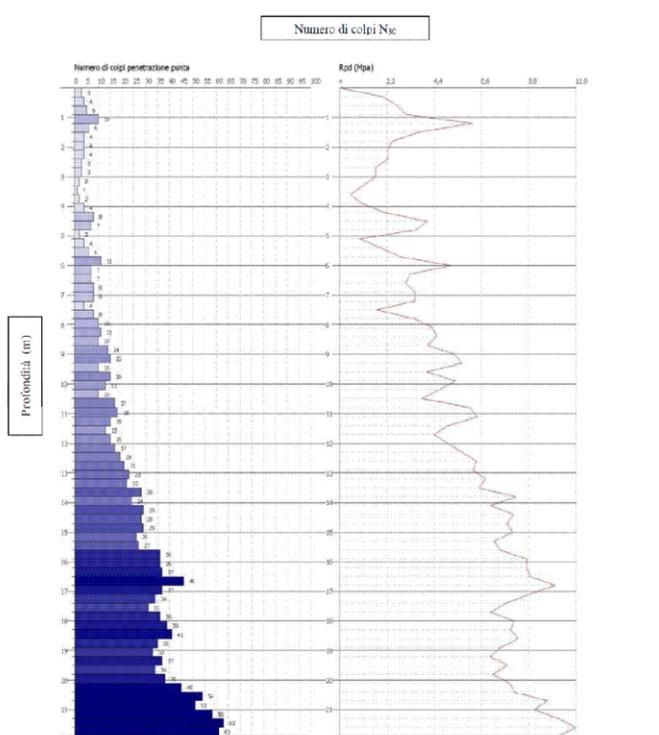
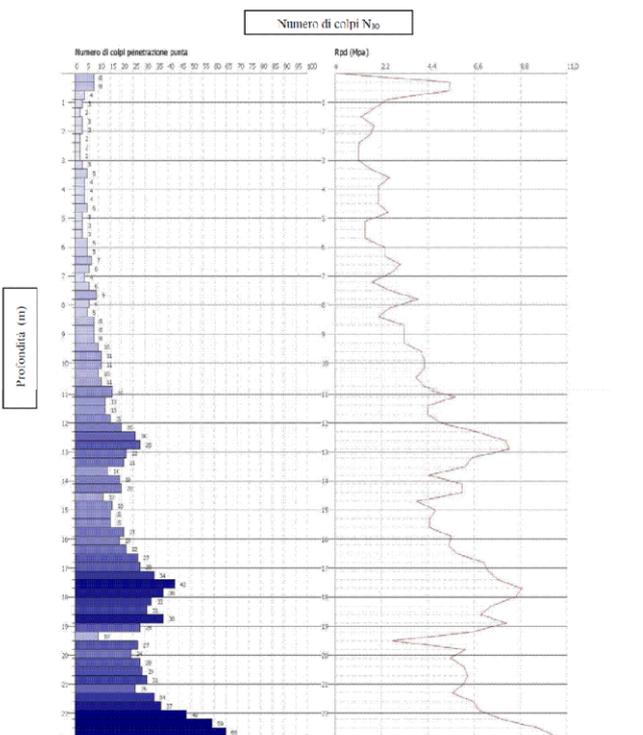
Località: Stabilimento INAL.PI Spa - Via Cuneo n. 38 - Moretta (CN)

Coordinate: N=44°45'9.30" E=7°31'49.90"

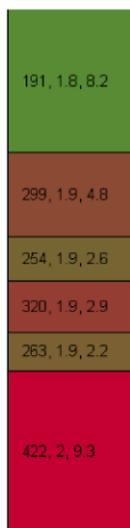
Accettazione n. 16001-23 - Certificato n. 16001-23/05 del 08/07/2016 - Connesso n. 16001-23

PROVA n. SCPT2

Eseguita il 30/06/2016



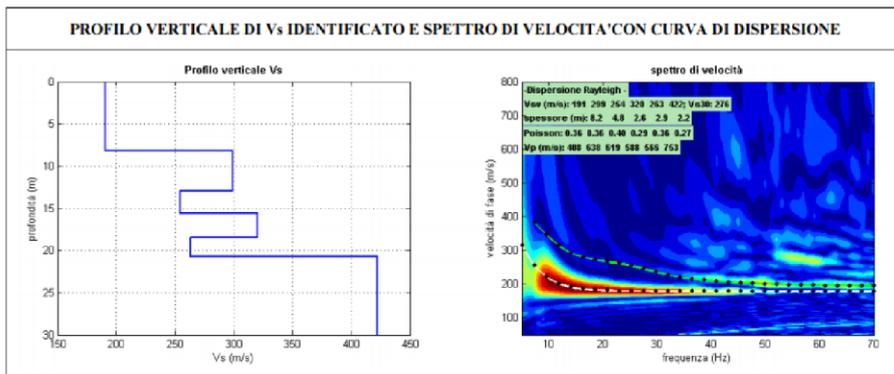
PROFILO VERTICALE VELOCITÀ ONDE DI TAGLIO Vs30 PROVA GEOFISICA MASW



MODELLO INDIVIDUATO

Profondità	Vs (m/s)
8.2	191
13.0	299
15.6	254
18.5	320
20.7	263
30	422

Vs 30	276 m/s
--------------	----------------



Velocità (m/s) Densità (g/cm³) Spessore (m)

ALL. 7)
CURVE GRANULOMETRICHE CAMPIONI PRELEVATI
CON SONDAGGIO S1 - 2016
(AMBITO COMPLESSO PRODUTTIVO INALPI)

ANALISI GRANULOMETRICA

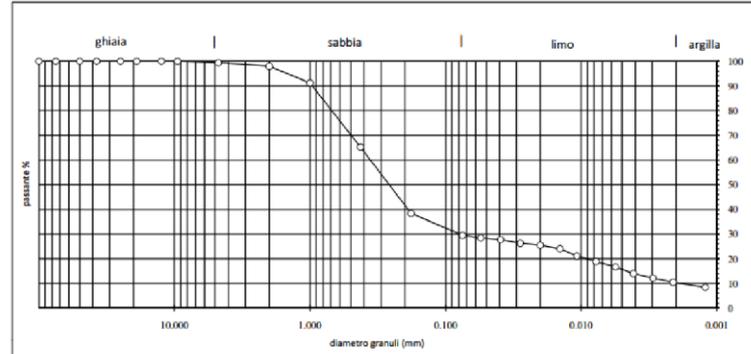
Data emissione: 14/07/2016

Certificato n° 1994

Committente: IN.AL.PI. S.p.A.
 Cantiere: Ampliamento stabilimento IN.AL.PI.
 Località: Moretta (CN)
 Verbale di accettazione n°: 97
 Data verbale: 04/07/16
 Note:

Sondaggio: S1
 Campione: C11
 Profondità: 6.00-6.50 m
 Data esecuzione prova: 08-11/07/2016
 Specifica di prova: ASTM D421-07/D422-07
 Rep: 16/107

Classificazione	USCS SM	CNR-UNI	% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
			0.64	69.88	19.21	10.27



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
 Dr. Dario Filippi

ANALISI GRANULOMETRICA

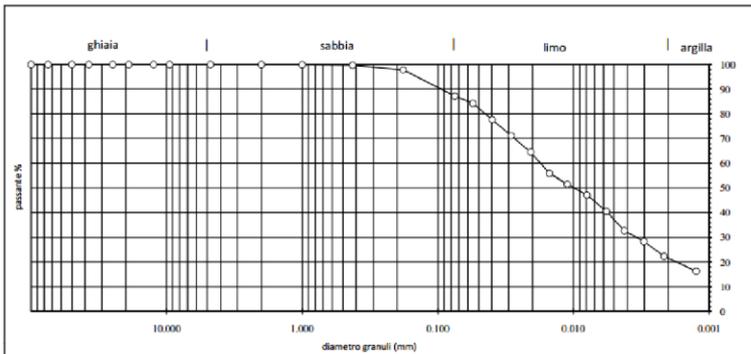
Data emissione: 14/07/2016

Certificato n° 1997

Committente: IN.AL.PI. S.p.A.
 Cantiere: Ampliamento stabilimento IN.AL.PI.
 Località: Moretta (CN)
 Verbale di accettazione n°: 97
 Data verbale: 04/07/16
 Note:

Sondaggio: S1
 Campione: C12
 Profondità: 15.00-15.50 m
 Data esecuzione prova: 08-11/07/2016
 Specifica di prova: ASTM D421-07/D422-07
 Rep: 16/107

Classificazione	USCS ML-CL	CNR-UNI	% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
			0.00	12.78	65.85	21.37



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
 Dr. Dario Filippi

ANALISI GRANULOMETRICA

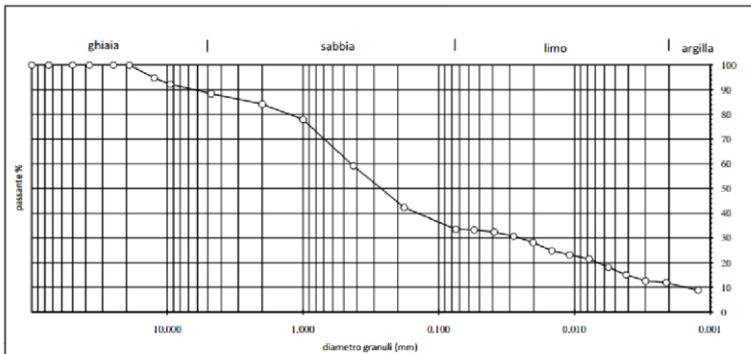
Data emissione: 14/07/2016

Certificato n° 2000

Committente: IN.AL.PI. S.p.A.
 Cantiere: Ampliamento stabilimento IN.AL.PI.
 Località: Moretta (CN)
 Verbale di accettazione n°: 97
 Data verbale: 04/07/16
 Note:

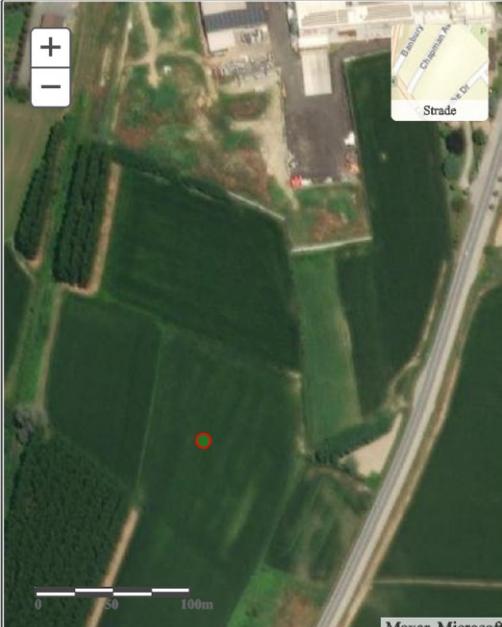
Sondaggio: S1
 Campione: C13
 Profondità: 22.00-22.40 m
 Data esecuzione prova: 08-11/07/2016
 Specifica di prova: ASTM D421-07/D422-07
 Rep: 16/107

Classificazione	USCS SM	CNR-UNI	% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
			11.61	54.86	21.96	11.58



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
 Dr. Dario Filippi

 	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale																																										
Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)																																											
Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine																																										
<p> Codice: 10751 Regione: PIEMONTE Provincia: CUNEO Comune: MORETTA Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 50,00 Quota pc slm (m): 260,00 Anno realizzazione: 1989 Numero diametri: 2 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 100,000 Portata esercizio (l/s): ND Numero falde: 0 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 6 Longitudine WGS84 (dd): 7,529586 Latitudine WGS84 (dd): 44,749597 Longitudine WGS84 (dms): 7° 31' 46.51" E Latitudine WGS84 (dms): 44° 44' 58.55" N </p> <p>(*Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia)</p>																																											
DIAMETRI PERFORAZIONE																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90EE90;"> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> <th>Diametro (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>15,00</td> <td>15,00</td> <td>820</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>15,00</td> <td>50,00</td> <td>35,00</td> <td>720</td> </tr> </tbody> </table>		Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	1	0,00	15,00	15,00	820	2	15,00	50,00	35,00	720																											
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)																																							
1	0,00	15,00	15,00	820																																							
2	15,00	50,00	35,00	720																																							
POSIZIONE FILTRI																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90EE90;"> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Lunghezza (m)</th> <th>Diametro (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>15,00</td> <td>45,00</td> <td>30,00</td> <td>450</td> </tr> </tbody> </table>		Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	1	15,00	45,00	30,00	450																																
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)																																							
1	15,00	45,00	30,00	450																																							
MISURE PIEZOMETRICHE																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90EE90;"> <th>Data rilevamento</th> <th>Livello statico (m)</th> <th>Livello dinamico (m)</th> <th>Abbassamento (m)</th> <th>Portata (l/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>mag/1989</td> <td>3,00</td> <td>20,00</td> <td>17,00</td> <td>100,000</td> </tr> </tbody> </table>		Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)	mag/1989	3,00	20,00	17,00	100,000																																
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)																																							
mag/1989	3,00	20,00	17,00	100,000																																							
STRATIGRAFIA																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90EE90;"> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Spessore (m)</th> <th>Età geologica</th> <th>Descrizione litologica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td></td> <td>TERRENO VEGETALE</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1,00</td> <td>8,00</td> <td>7,00</td> <td></td> <td>GHIAIA E TERRICCIO</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>8,00</td> <td>10,00</td> <td>2,00</td> <td></td> <td>LIMO</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>10,00</td> <td>21,00</td> <td>11,00</td> <td></td> <td>GHIAIA ARGILLOSA</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>21,00</td> <td>44,00</td> <td>23,00</td> <td></td> <td>GHIAIA A GRANULOMETRIA FINE</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>44,00</td> <td>50,00</td> <td>6,00</td> <td></td> <td>GHIAIA ARGILLOSA</td> </tr> </tbody> </table>		Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica	1	0,00	1,00	1,00		TERRENO VEGETALE	2	1,00	8,00	7,00		GHIAIA E TERRICCIO	3	8,00	10,00	2,00		LIMO	4	10,00	21,00	11,00		GHIAIA ARGILLOSA	5	21,00	44,00	23,00		GHIAIA A GRANULOMETRIA FINE	6	44,00	50,00	6,00		GHIAIA ARGILLOSA
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica																																						
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO VEGETALE																																						
2	1,00	8,00	7,00		GHIAIA E TERRICCIO																																						
3	8,00	10,00	2,00		LIMO																																						
4	10,00	21,00	11,00		GHIAIA ARGILLOSA																																						
5	21,00	44,00	23,00		GHIAIA A GRANULOMETRIA FINE																																						
6	44,00	50,00	6,00		GHIAIA ARGILLOSA																																						

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Foto 1) Ripresa dell'area PEC dall'estremità nord nei pressi della recinzione dell'impianto IN ALPI

Foto 2) Estremità nord e settore nord est dell'area.

Foto 3 - 4) Visione panoramica rispettivamente del settore sud ovest (ripresa dal est) e dell'intera area PEC (ripresa dall'estremità sud).

Foto 5 - 6) Riprese del settore centrale e nord dell'area PEC con sullo sfondo l'impianto produttivo IN ALPI

Foto 7 - 8) Fossato irriguo che lambisce l'estremità sud dell'area PEC7



