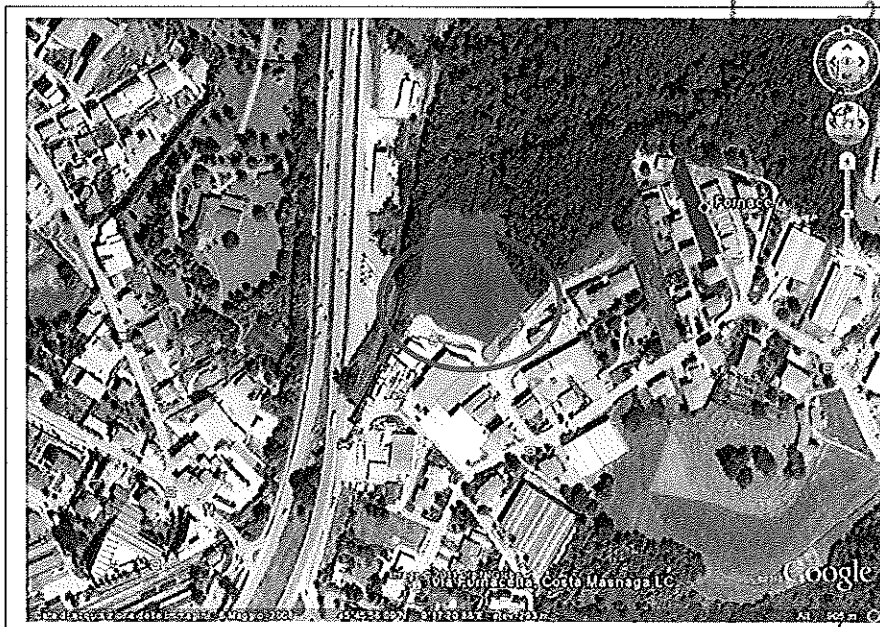


*Indagini, consulenze e calcolo di geologia applicata, geotecnica, idrogeologia, geologia
ambientale - Geoingegneria: consulenze, progetti, direzioni lavori*

Sig. FERRARINI Giuseppe

Via Fornacetta n° 3A – 23845 COSTA MASNAGA (Lc)

**PERIZIA GEOLOGICA e INDAGINE GEOTECNICA
PRELIMINARE ai SENSI del D.M. 14.01.08 per
REALIZZAZIONE NUOVO CAPANNONE INDUSTRIALE,
in COMUNE di COSTA MASNAGA (Lc)**



Ponte in Valtellina (So) – Aprile 2011

SEDE OPERATIVA: Via Chiuro, 3 – 23026 PONTE in VALTELLINA (So)
Tel. + Fax: 0342/483723 – 338/2583512
e-mail: brunovaccari@geologi.it – www.alpigeo-vaccari.it

RELAZIONE GEOLOGICA

INDICE

1. <i>PREMESSA</i>	2
2. <i>INQUADRAMENTO GENERALE</i>	3
2.1 <i>Caratteri geologici – morfologici - idrogeologici</i>	3
2.2 <i>Inquadramento idrografico - idrogeologico</i>	5
2.3 <i>Inquadramento sismico</i>	6
3. <i>ANALISI CARTOGRAFIA UFFICIALE</i>	11
4. <i>MODELLO STRATIGRAFICO INDICATIVO E CARATTERIZZAZIONE DI MASSIMA DEI TERRENI</i>	12
5. <i>PROGRAMMA INDAGINI GEOGNOSTICHE</i>	13
6. <i>NOTE CONCLUSIVE</i>	14

Allegati a fine testo:

Tav. 1	Ubicazione dell'area
Tav. 2	Carta geologica di dettaglio
Tav. 3	Carta geomorfologica di dettaglio
Tav. 4	Ubicazione indagini proposte
Tav. 5	Sezione stratigrafica indicativa

All. 1 Output NTC Sisma

All. 2 Documentazione fotografica

1. PREMESSA

Con incarico dello Studio Delta Engineering di Casatenovo (Lc), per conto del Sig Ferrarini di Costa Masnaga, si redige la presente relazione geologica ai sensi del D.M. 14.01.08 a supporto del progetto di realizzazione nuovo capannone industriale, sito nel comune di Costa Masnaga (Lc).

Da un punto di vista cartografico, l'area oggetto del presente studio risulta compresa all'interno del Foglio B5c1 della Carta Tecnica della Regione Lombardia (alla scala 1:10.000).

L'area si trova nelle vicinanze della superstrada S.S. 36 "dello Spluga", in una zona pianeggiante, relativamente distante dal nucleo abitato di Costa Masnaga, e più precisamente il loc. C.na Fornace; l'area si colloca in corrispondenza del margine orientale del confine comunale, verso Garbagnate Monastero, in corrispondenza di un settore del territorio comunale caratterizzato da una vocazione prettamente artigianale con la presenza di capannoni di recente edificazione, ma con settori con edifici ad uso residenziale.

L'area, posta alla quota media di 295 m s.l.m., attualmente è tenuta a prato e circondato, verso E, SE e SO, da edifici industriali, ad O da una scarpata che degrada verso la sede ferroviaria, mentre a N da un pendio boscato che degrada a pendenza costante con leggere balze, verso il settore del territorio comunale di Garbagnate Monastero.

Il progetto prevede la realizzazione di un capannone, costituito da un piano fuori terra e superficie di circa 1710 mq (25x68.5 m), ed annessa palazzina uffici\ magazzino costituita da due piani ad uso magazzino\locali di servizio al piano terra, e magazzino\spogliatoi al piano primo, il tutto coprente una superficie di circa 290 mq (11.5x25 m).

Lo studio si è articolato nelle seguenti fasi:

- ↳ ricerca e analisi bibliografica;
- ↳ rilievo geomorfologico dell'area di edificazione e circostanti;
- ↳ ricerca documentazione riguardanti gli eventuali rischi e vincoli gravanti sull'area;
- ↳ elaborazione e restituzione dati ai sensi del D.M. 14.01.08 (caratterizzazione e modellazione geologica del sito)

e si prefigge i seguenti obiettivi:

Per ulteriori informazioni relativamente ai caratteri geologici - morfologici dell'area in oggetto, si rimanda alla tavole 2 e 3, allegate a fine testo.

2.2 Inquadramento idrografico - idrogeologico

L'elemento idrografico principale dell'area esaminata è rappresentato dal T. Bevera che scorre, con direzione all'incirca E-W, a N del terreno in esame ad una distanza di circa 1.5 km.

Elementi idrografici minori sono rappresentati alcune rogge che scorrono a N del terreno in esame, con direzione all'incirca verso N, e si immettono nel T. Bevera; si tratta di corsi d'acqua a regime torrentizio, alimentati prevalentemente dalle precipitazioni meteoriche e caratterizzati da piene improvvise e lunghi periodi di magra.

Per quanto riguarda la circolazione idrica profonda, la carta isopiezometrica tratta da "Lineamenti idrogeologici del settore sub-lacuale della provincia di Como" - 1986 (G.P. Beretta, E. Denti, V. Francani, P. Sola) evidenzia come nell'area in esame sia assente una vera e propria falda idrica continua ed omogenea.



(Estratto della carta delle isopiezometriche de "Lineamenti idrogeologici del settore sublacuale della provincia di Como" - G. P. Beretta E. Denti V. Francani, P Sala)

Dal punto di vista idrogeologico si segnala la presenza di una sottile falda di contatto tra copertura e substrato roccioso nelle zone depresse intercollinari, e locali circolazioni all'interno degli orizzonti maggiormente grossolani.

Misure piezometriche eseguite in terreni limitrofi, hanno individuato la presenza di circolazione idrica ad una profondità variabile tra -1.5 e -3.0 m da p.c. naturale; è possibile che la quota riportata possa subire oscillazioni stagionali.

2.3 Inquadramento sismico

Il comune di Costa Masnaga si trova in un'area relativamente tranquilla dal punto di vista sismico; non sono disponibili osservazioni dirette per il territorio comunale, è possibile comunque fare riferimento agli eventi sismici registrati nel vicino comune di Erba (LC).

Storia sismica di Erba [45.708, 9.336]

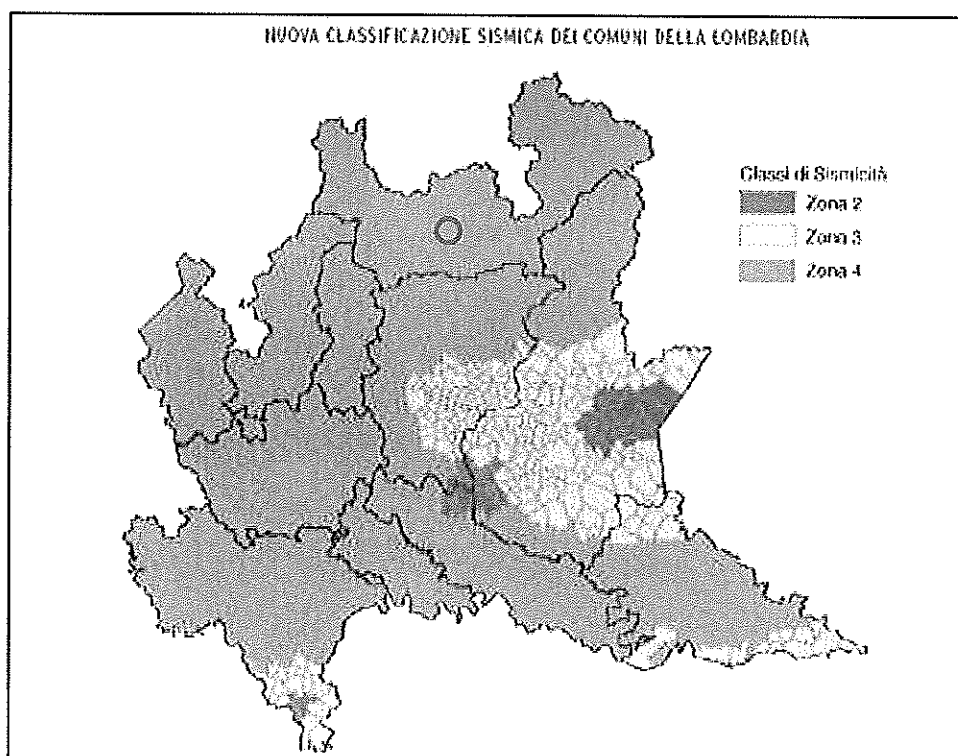
Data					Effetti	In occasione del terremoto di:		
Ye	Mo	Da	Ho	MI	Is (MCS)	Area epicentrale	Ix	Ms
1901	10	30	14	49	50	Salò	80	55
1914	10	27	09	22	50	Garfagnana	70	58
1914	10	26	03	45	35	Tavernette	70	49
1909	01	13	00	45	30	Bassa padana	65	54
1920	09	07	05	55	30	Garfagnana	100	65
1913	12	07	01	28	25	Novi Ligure	50	44

An	Tempo origine: anno
Me	Tempo origine: mese
Gi	Tempo origine: giorno
Or	Tempo origine: ora
MI	Tempo origine: minuti
Se	Tempo origine: secondi
AE	Denominazione dell'area dei maggiori effetti
Io	Intensità epicentrale nella scala MCS
Mw	Magnitudo momento
Is	Intensità al sito (scala MCS)

La massima intensità osservata nella zona comasca è pari al 5° grado della scala MCS (Mercalli, Cancani, Sieberg), relativa ai terremoti del 1901 e 1914.

La scala MCS (Mercalli Cancani Sieberg) ha 12 gradi che vanno da 1° ("impercettibile"), a 12° ("grandemente catastrofico"); il 7° grado è definito "fortissimo"; per quanto riguarda l'effetto sugli edifici, un terremoto del 7° grado può provocare danni trascurabili a edifici di buona progettazione e costruzione e da lievi a moderati per strutture ordinarie ben costruite.

In ottemperanza alla nuova normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica (ordinanza del Presidenza del Consiglio del Ministri n° 3274 del 20 Marzo 2003) l'intero territorio nazionale è suddiviso in zone sismiche, con grado di pericolosità crescente da 4 a 1 (vedi allegato A della normativa – "Classificazione Sismica dei Comuni Italiani"); sulla base della bibliografia esistente e della normativa vigente il comune di Costa Masnaga è stato classificato come caratterizzato da grado di pericolosità 4, mentre non era incluso in nessuna categoria di pericolosità secondo le classificazioni precedenti.



Fonte: Regione Lombardia

Come riportato di seguito, ciascuna zona è contraddistinta da un valore di accelerazione orizzontale A_g (accelerazione di gravità):

ALPIGEO

dott. Bruno VACCARI – geologo - Via Chiuro 3 23026 Ponte in Valt.na (So)
brunovaccari@geologi.it - www.alpigeo-vaccari.it

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a _g /g]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a _g /g]
1	> 0.25	0.35
2	0.15-0.25	0.25
3	0.05-0.15	0.15
4	<0.05	0.05

Zona 1: è la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti;

Zona 2: zona in cui possono verificarsi terremoti abbastanza forti;

Zona 3: zona in cui possono verificarsi scuotimenti modesti;

Zona 4: zona meno pericolosa; possibilità di danni sismici basse.

Il territorio di Costa Masnaga, quindi, è contraddistinto da un valore di **Ag pari a 0.05 g** (zona 4).

Più nello specifico, sulla base di quanto previsto nella normativa tecnica di riferimento, per il sito in oggetto, sulla base delle coordinate geografiche relative al centro dell'area, è possibile definire i parametri caratteristici relativi alla caratterizzazione sismica, ovvero:

Dati sul sito Latitudine: 45.763595 Longitudine: 9.288727

Dati sulla costruzione

Classe d'uso: 2 Vita Nominale: 50 anni

Coefficiente d'uso: 1.000000 Vita di riferimento: 50.000000 anni

Probabilità di superamento nella vita di riferimento: 0.100000 (SLV)

Periodo di ritorno: 474.561079 (anni)

Valori finali calcolati **ag = 0.0509 g Fo = 2.6308 Tc* = 0.28 sec**

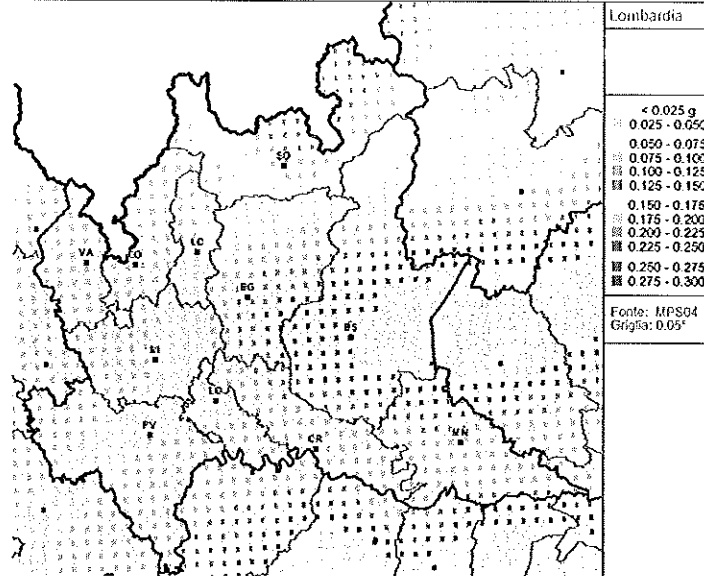
Di seguito si riporta invece la mappa di pericolosità del territorio Nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s).

Secondo tale carta, il territorio comunale di Costa Masnaga è posto al limite della zona 4, con valori di accelerazione massima attesa compresi fra 0.025 e 0.050.



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale
 (riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519, Al. 1b)
 espressi in termini di accelerazione massima del suolo
 con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
 riferita a suoli rigidi ($V_s > 800$ m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)



Dal punto di vista della normativa tecnica associata alla nuova classificazione sismica, è attualmente in vigore il D.M. 14 gennaio 2008 "Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le costruzioni", che sostituisce il precedente D.M. 14 settembre 2005; dal 1 luglio 2009, perciò, la progettazione antisismica, per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici è regolata dal D.M. 14 gennaio 2008.

Mappe interattive di pericolosità sismica

Strumenti

- Ritorna alla mappa iniziale
- Ridisegna mappa
- Zoom In
- Zoom Out
- Ricentra sul punto
- Grafico sul punto griglia
- Grafico di disaggregazione

Navigazione

Scala:
(Dati cartografici: 50 000 - 7.858 000)

Coordinate del centro della mappa

Latitudine:
 Longitudine:

Ricerca Comune

Il nome:
 la coord.:

Parametri di visualizzazione

Visualizza punti della griglia riferiti a:
 Ridisegna mappa

Parametro dello scuotimento:
 Probabilità in 50 anni:
 Percentile:
 Periodo spettrale (sec):

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Ai fini della definizione dell'azione sismica, deve essere valutata l'influenza delle azioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie mediante studi specifici di risposta sismica locale o, in mancanza di tali studi, mediante una classificazione dei terreni compresi tra il piano di imposta delle fondazioni degli edifici ed un substrato rigido di riferimento.

La classificazione può essere basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio V_s , o sul numero medio di colpi N_{SPT} ottenuti in una prova penetrometrica dinamica, o sulla coesione non drenata media c_u ; in base alle grandezze sopra definite s'identificano le seguenti categorie del suolo di fondazione:

- A. *Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi*, caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m;
- B. *Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti*, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $N_{SPT} > 50$, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa);
- C. *Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza*, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < N_{SPT} < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa);
- D. *Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti*, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 180$ m/s ($N_{SPT} < 15$, $c_u < 70$ kPa);
- E. *Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali*, con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C e D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s.

a cui si aggiungono:

- S1) Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_u < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche;

La tipologia del terreno di fondazione in oggetto è verosimilmente ascrivibile alla **Categoria D**.

3. ANALISI CARTOGRAFIA UFFICIALE

Il terreno in esame è stabile dal punto di vista geologico - geomorfologico - idrogeologico, come indicato dall'analisi della cartografia seguente; il progetto è compatibile con l'assetto dei luoghi.

Carta geomorfologica della Regione Lombardia

Per l'area in esame non ci sono segnalazioni di dissesto morfologico.

Centri abitati instabili della Provincia di Lecco

Non è segnalato alcun dissesto geologico - geomorfologico nell'area in esame e nelle sue immediate vicinanze.

Carta di inventario delle frane e dei dissesti della Provincia di Lecco

Non è segnalato alcun dissesto geologico - geomorfologico nell'area in esame e nelle sue immediate vicinanze.

Carta di inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia

Nell'area d'intervento non è evidenziato alcun dissesto geologico - idrogeologico.

Pubblicazione del PAI (piano stralcio per l'assetto idrogeologico, Magistrato del Po' e Regione Lombardia)

Non ci sono segnalazioni di dissesto idrogeologico nell'area in esame e nelle aree limitrofe.

Studio Geologico di supporto al P.R.G. del Comune di Costa Masnaga

Al momento della stesura della presente relazione non si è potuto visionare/recuperare la documentazione tecnica relativa alla Carta della Fattibilità Geologica allegata al Piano regolatore comunale vigente, ma verosimilmente l'area di edificazione dovrebbe rientrare in classe II, classe di fattibilità con modeste limitazioni, dove, per le aree di nuova edificazione ricadenti in questa classe è richiesto un accertamento geotecnico puntuale, oppure più cautelativamente in classe III, classe di fattibilità con consistenti limitazioni, dove, per le aree di nuova edificazione ricadenti in questa classe sono richiesti studi e verifiche delle condizioni di stabilità e delle misure di protezione e di mitigazione da adottare.

Sulla base dei rilievi effettuati, non si evincono particolari problematiche relative all'area in oggetto, ad eccezione delle scarse caratteristiche geotecniche dei terreni.

Non sono stati riscontrati comunque processi geomorfici potenziali o in atto che possano compromettere la sicurezza della zona in oggetto.

4. MODELLO STRATIGRAFICO INDICATIVO E CARATTERIZZAZIONE DI MASSIMA DEI TERRENI

La stratigrafia locale è stata dedotta dalle evidenze geologiche di superficie presenti nell'area e nell'intorno, e dai risultati delle indagini effettuate dallo scrivente in zone limitrofe, e dai dati presenti in bibliografia.

Di seguito si schematizza la stratigrafia ed i parametri geotecnici di massima per l'area di futuro intervento:

Profondità (m da p.c.)	Litologia indicativa Stato di addensamento
da 0.0 a -2.0/ 4.0	Depositi sabbiosi medio-fini e sabbiosi grossolani molto sciolto/sciolto
da - 2.0/- 4.0 a - 5.0/- 7.0	Depositi sabbiosi medio-fini e sabbiosi grossolani con locali lenti più grossolane sciolto con lenti mod. addensato
Oltre - 5.0/- 7.0	Depositi sabbiosi medio-fini e sabbiosi grossolani con locali lenti più grossolane moderatamente addensato con livelli sciolti

Profondità(m da p.c.)	γ_t	γ'_t	φ	E	K_w
da 0.0 a -2.0/ 4.0	1.6 ÷ 1.65	0.7 ÷ 0.75	23° ÷ 25°	10 ÷ 25	0.4 ÷ 1
da - 2.0/- 4.0 a - 5.0/- 7.0	1.65 ÷ 1.7	0.75 ÷ 0.8	26° ÷ 28°	45 ÷ 70	1.8 ÷ 2.8
Oltre - 5.0/- 7.0	1.7 ÷ 1.8	0.8 ÷ 0.9	29° ÷ 31°	100 ÷ 180	4 ÷ 7.2

dove:

γ_t = peso naturale terreno (t/m^3)

γ'_t = peso naturale terreno immerso (t/m^3)

φ = angolo di attrito (°)

E = modulo elastico (kg/cm^2)

K_w = coefficiente di reazione del terreno per una fondazione con $B = 0.3$ m (kg/cm^3)

La natura dei terreni dovrebbe essere essenzialmente sabbiosa e sabbioso-limosa, localmente con lenti ghiaiosa, di origine fluvioglaciale, con disomogeneità sia in senso orizzontale che verticale.

5. PROGRAMMA INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per la verifica diretta della stratigrafia e delle caratteristiche geotecniche locali e la redazione della relazione geotecnica ai sensi del D.M. 14/01/08, si dovrà provvedere alla realizzazione di una campagna di indagine con prove e rilievi diretti.

A parere dello scrivente, in base all'accessibilità dei luoghi e alle ipotesi stratigrafiche, sono da realizzarsi, come programmi geognostici, in ordine di approfondimento, le seguenti prove in situ:

programma minimo:

- minimo n° 3, massimo n° 5 scavi d'assaggio con escavatore meccanico di adeguata dimensione e potenza per raggiungere profondità minime di 3 ÷ 4 m da p.c. attuale, con rilievo stratigrafico di dettaglio, eventuale prelievo di campioni per analisi granulometriche;

programma intermedio:

- minimo n° 2, massimo n° 3 scavi d'assaggio con escavatore meccanico di adeguata dimensione e potenza per raggiungere profondità minime di 3 ÷ 4 m da p.c. attuale, con rilievo stratigrafico di dettaglio, eventuale prelievo di campioni per analisi granulometriche;
- minimo n° 5, massimo n° 8 prove penetrometriche dinamiche continue pesanti Scpt, da spingersi sino a rifiuto ($N \geq 100$), od almeno sino a -10 m da p.c. attuale, per determinare le caratteristiche geotecniche dei terreni di copertura e lo spessore dei diversi orizzonti stratigrafici e la determinazione del livello piezometrico locale, mediante installazione in almeno 1-2 foro di prova, di piezometri microfessurati a tubo aperto, in PVC o durvinil, diametro $\geq \frac{3}{4}$ ";
- esecuzione di minimo n° 1, massimo n° 2 stendimenti sismici tipo MAVS, eseguiti in corrispondenza del sedime del fabbricato in progetto, per la determinazione del parametro VS30, o meglio, i valori delle onde di taglio Vs ed il suo andamento stratigrafico nel sottosuolo.

programma approfondito:

- minimo n° 3, massimo n° 6 prove penetrometriche dinamiche continue pesanti Scpt, da spingersi sino a rifiuto ($N \geq 100$), od almeno sino a -10\ -15 m da p.c. attuale, per determinare le caratteristiche geotecniche dei terreni di copertura e lo spessore dei diversi orizzonti stratigrafici;
- minimo n° 1, massimo n° 2 sondaggio a carotaggio continuo, da spingersi almeno fino a -15/20 m da p.c. naturale, con recupero continuo del materiale, da disporsi opportunamente in cassette catalogatrici per il rilievo stratigrafico, prelievo di campioni

indisturbati di terreno per opportune analisi di laboratorio, esecuzione di prove Spt in foro e posa, di tubo piezometrico microfessurato avente diam. 2" in almeno 1 foro, per la misurazione del livello freatico;

- esecuzione di minimo n° 1, massimo n° 2 stendimenti sismici tipo MAVS, eseguiti in corrispondenza del sedime del fabbricato in progetto, per la determinazione del parametro VS30, o meglio, i valori delle onde di taglio Vs ed il suo andamento stratigrafico nel sottosuolo.

A parere dello scrivente, data la discreta conoscenza stratigrafica e granulometrica dei terreni acquisita tramite l'esecuzione di campagne di indagini in zone limitrofe a quella in oggetto, e la tipologia di struttura in progetto, il programma intermedio, almeno nell'esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche continue, risulta sufficientemente adeguato, almeno inizialmente, per la caratterizzazione dei terreni ospitanti le strutture di fondazione.

6. NOTE CONCLUSIVE

Con incarico dello Studio Delta Engineering di Casatenovo (Lc), per conto del Sig Ferrarini di Costa Masnaga, si redige la presente relazione geologica ai sensi del D.M. 14.01.08 a supporto del progetto di realizzazione nuovo capannone industriale, sito nel comune di Costa Masnaga (Lc).

Il contesto geologico, geomorfologico e idrogeologico locale è stato analizzato con riferimento al progetto in esame. I sopralluoghi eseguiti hanno permesso di valutare e caratterizzare, in via qualitativa, le caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche di massima dei terreni di fondazione, che sono risultati compatibili sotto l'aspetto geologico – tecnico, anche sulla base dei dati in possesso allo scrivente relativamente a zone limitrofe.

Le caratteristiche geotecniche e l'assetto stratigrafico locale descritte, in via puramente indicativo, nel presente studio, dovranno essere verificate ed ottimizzate mediante indagini geognostiche quali prove penetrometriche dinamiche tipo SCPT o, ancora meglio, mediante la realizzazione di sondaggi geognostici, ed esecuzione di stendimenti sismici tipo MASV.

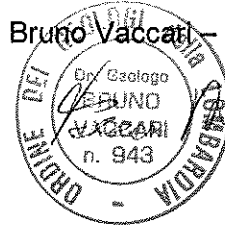
ALPIGEO

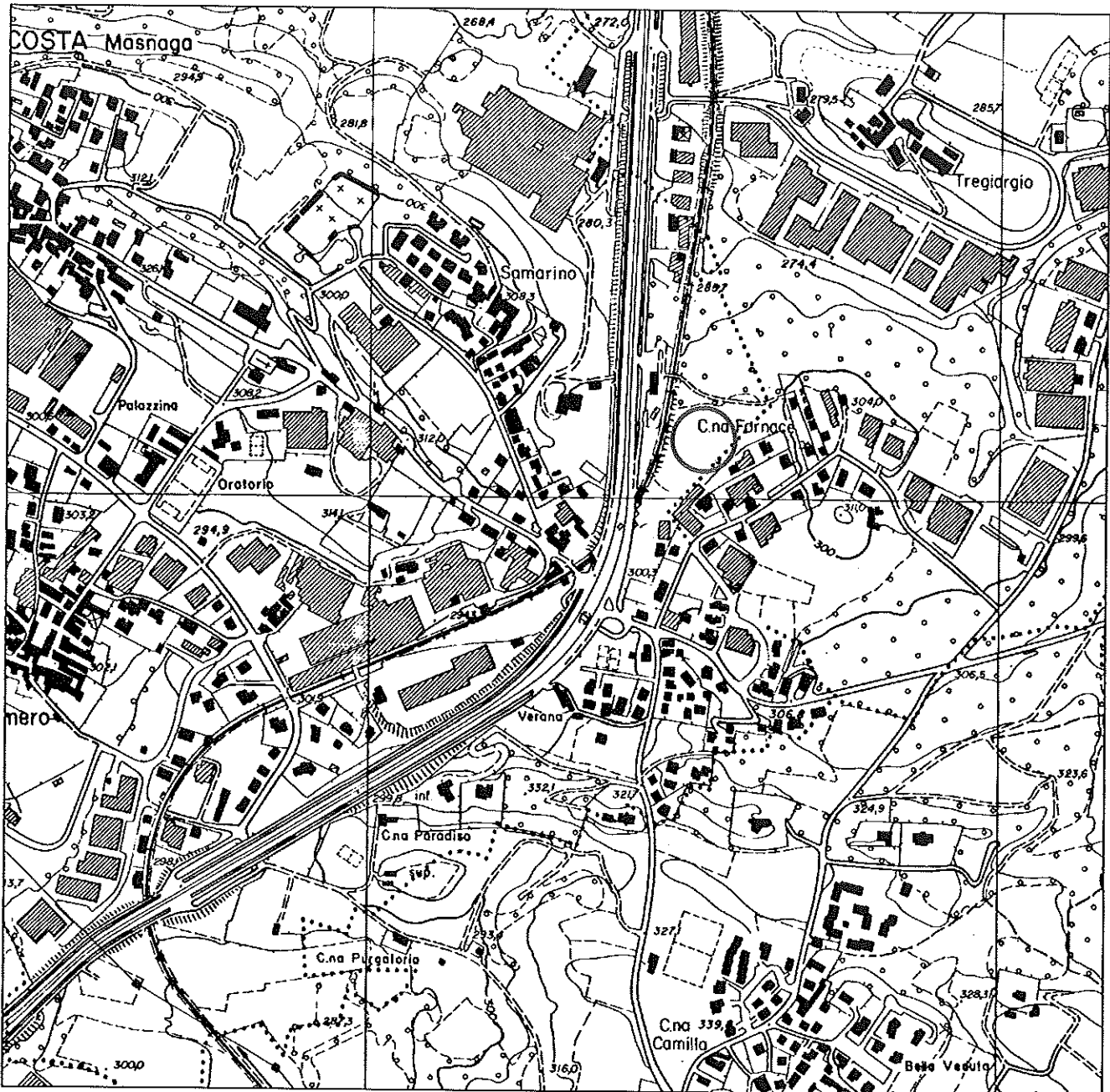
dott. Bruno VACCARI – geologo - Via Chiuro 3 23026 Ponte in Valt.na (So)
brunovaccari@geologi.it - www.alpigeo-vaccari.it

Allo stato attuale delle conoscenze si ritiene che l'intervento edilizio in progetto sia compatibile con la situazione geologica al contorno; si ritiene altresì che non arrechi variazioni all'equilibrio geomorfologico dei luoghi.

A cura di

dott. Bruno Vaccari – Geologo -

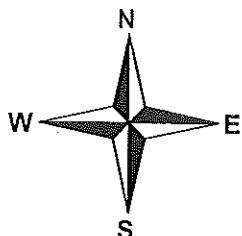




(estratto carta tecnica Regione Lombardia scal 1:10.000 – supporto CD-Rom)



Area in oggetto



Committente:		Sig. FERRARINI Giuseppe	
Oggetto:		Perizia geologica a supporto del progetto di realizzazione capannone industriale nel comune di Costa Masnaga (Lc)	
TAV.	1	Ubicazione area	
SCALA: 1 : 10.000		DATA: Aprile 2011	

- ✓ valutare la situazione geologico-morfologica locale, la dinamica degli eventuali processi morfologici ed i dissesti in atto o potenziali estesi ad un significativo intorno, per verificare la stabilità dell'area;
- ✓ definire la categoria del suolo di fondazione e la classe di zonazione sismica, ai sensi della nuova normativa sismica;
- ✓ definire la successione litostratigrafica locale, la descrizione della natura e distribuzione spaziali dei litotipi;
- ✓ definire i parametri geotecnici caratteristici dei litotipi individuati;
- ✓ definire lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea
- ✓ Indicare il piano di indagine consigliato per puntualizzare la stratigrafia e le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione e di scavo.

Per quanto riguarda l'ubicazione dell'area, si rimanda alla Tav. 1 allegata a fine testo.

2. INQUADRAMENTO GENERALE

2.1 Caratteri geologici – morfologici - idrogeologici

L'area in progetto si trova in corrispondenza di una zona pianeggiante, leggermente vergente verso SO, tenuta a prato, nel settore più orientale del territorio comunale di Costa Masnaga, alla quota media di circa 295 m s.l.m..

Dal punto di vista morfologico, il territorio comunale di Costa Masnaga si caratterizza per la presenza di zone pianeggianti e zone collinari.

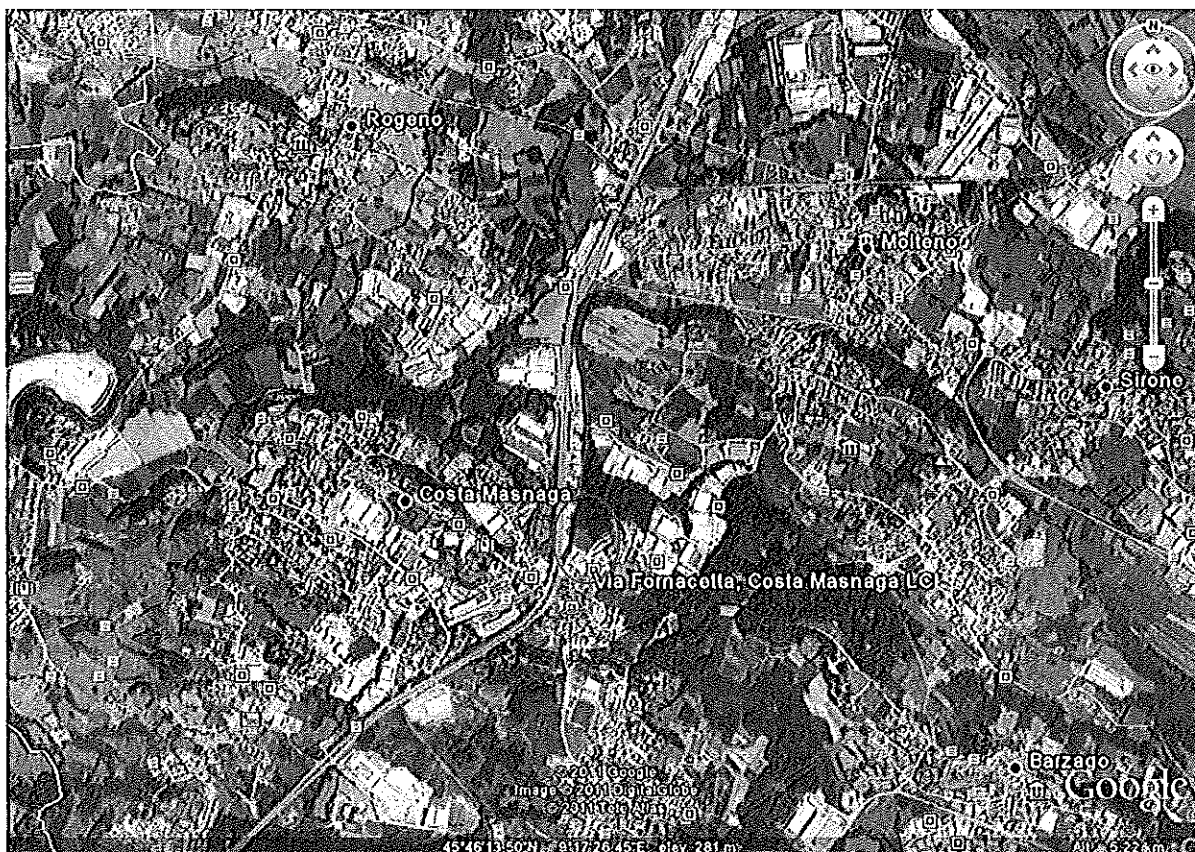
Dal punto di vista della dinamica morfologica, l'area di intervento appare tranquilla: non sono stati rilevati fenomeni geomorfologici o morfodinamici (dissesti idrogeologici) in atto, quiescenti o potenziali, che possano compromettere la stabilità dei luoghi.

Dal punto di vista geologico, le zone pianeggianti depresse del territorio comunale sono colmate da depositi superficiali sciolti d'origine fluvio-lacustre; si tratta di terreni costituiti da limi debolmente sabbiosi e a tratti argillosi.

ALPIGEO

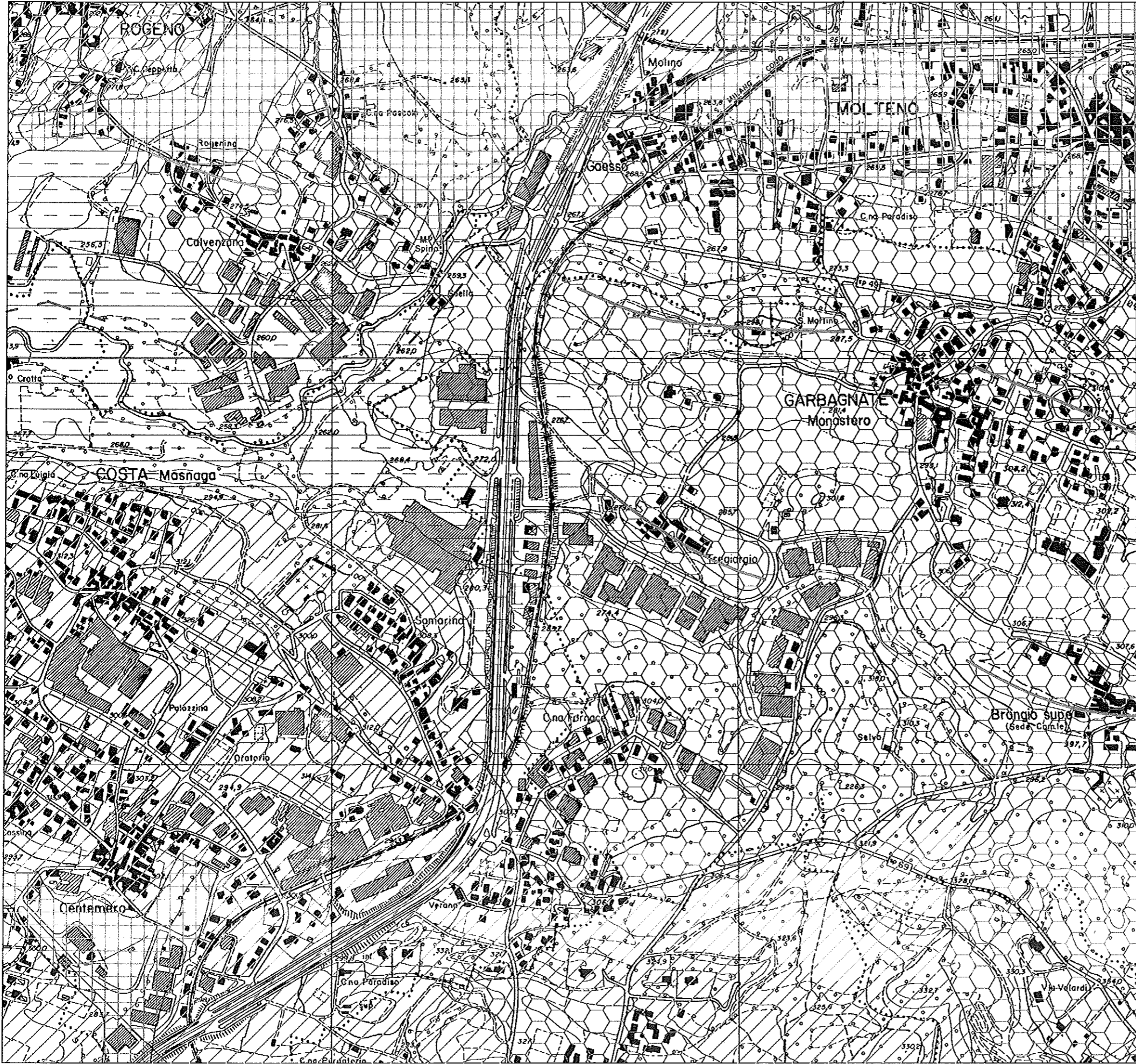
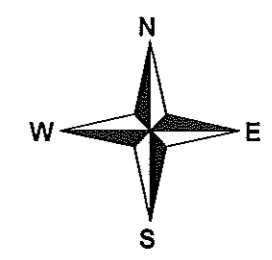
dott. Bruno VACCARI – geologo - Via Chiuro 3 23026 Ponte in Valt.na (So)
brunovaccari@geologi.it - www.alpigeo-vaccari.it

I versanti collinari invece sono ricoperti da depositi eluvio-colluviali misti a materiale glaciale, di natura limoso-sabbiosa con ciottoli e trovanti rocciosi sparsi. Questi depositi raggiungono gli spessori maggiori sulla sommità collinare, mentre sui fianchi più acclivi si assottigliano e su quelli meno acclivi s'ispessiscono per effetto del raccordo con i sottostanti depositi di fondovalle.










Gli affioramenti rocciosi accessibili, situati nelle vicinanze dell'area in esame, si presentano come costituiti da alternanze arenaceo-marnoso-pelitiche, di colore da rosso vinato a grigio-verde, sottilmente stratificate, con spessori medi compresi tra 10-15 cm; la giacitura principale immerge di circa 35-60° verso N con inclinazioni variabili da 40-90°.

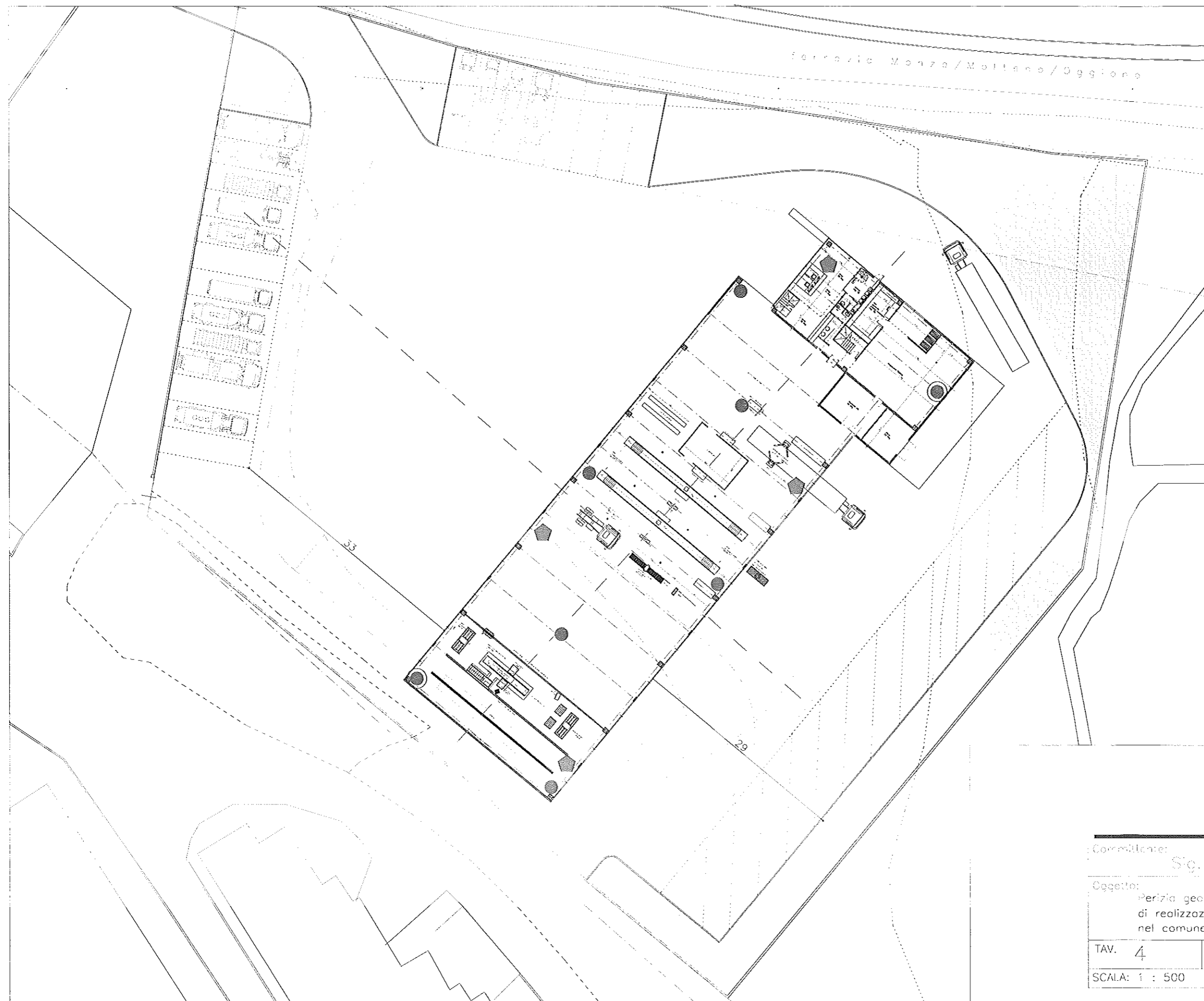
L'area nell'intorno dell'edificio in oggetto è caratterizzata da terreni di copertura di origine fluvioglaciale, glaciolacustre e fluviale, verosimilmente di spessore plurimetrico; l'insieme risulta quindi composto, prevalentemente, da depositi sabbiosi medio-grossolani, con locali intercalati livelli maggiormente fini, soprattutto superficialmente, mentre in profondità è sovente presente un'alternanza di livelli più grossolani ghiaioso-ciottolosi di spessore variabile.



LEGENDA

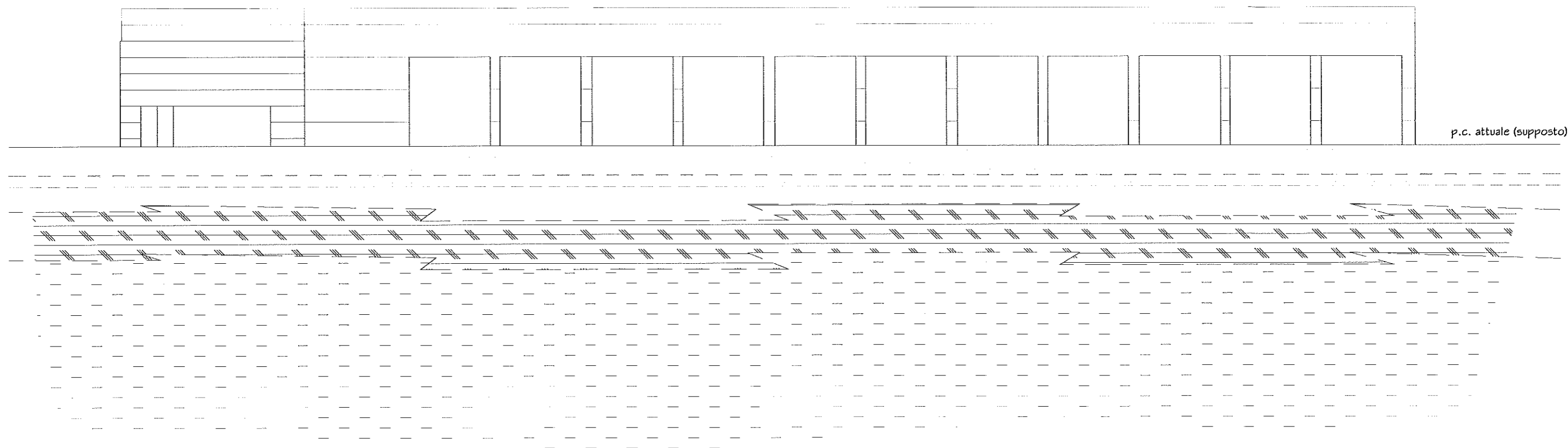
-  Area in oggetto
-  Rilievi alpini al bordo della pianura - Piano basale
-  Cordoni morenici recenti
-  Piane glaciali e retroglaciali
-  Fondovalli montani e intermorenici
-  Arco o cordone morenico
-  Tracce di scaricatori fluvio-glaciali

Committente:		Sig. FERRARINI Giuseppe	
Oggetto:		Perizia geologica a supporto del progetto di realizzazione capannone industriale nel comune di Costa Masnaga (Lc)	
TAV.	3	Carta geomorfologica di dettaglio	
SCALA:	1 : 10.000	DATA:	Aprile 2011



- ubicazione scpt
- ubicazione piezometri
- ⬠ scavi d'assaggio
- sondaggi geognostici
- stendimenti sismici MASV

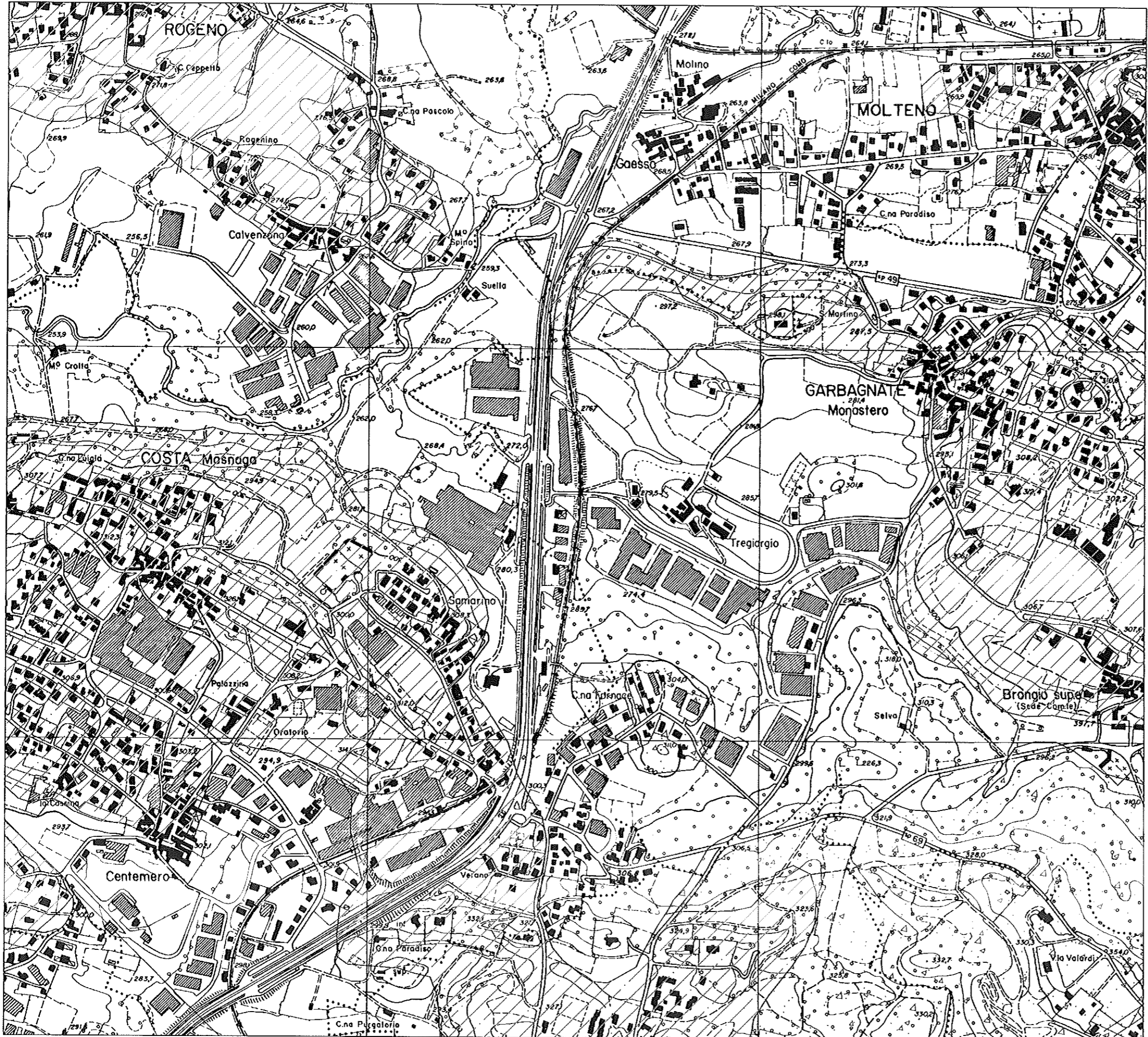
Committente:		Sig. FERRARI Giuseppe	
Oggetto:		Perizia geologica a supporto del progetto di realizzazione capannone industriale nel comune di Costa Masnaga (Lc)	
TAV.	4	Ubicazione indagini proposte	
SCALA:	1 : 500	DATA:	Aprile 2011







p.c. attuale (supposto)

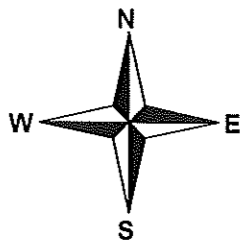
-  molto sciolto a sciolto
-  sciolto con lenti mod. addensate
-  moderatamente addensato con livelli sciolti
-  piano posa fondazioni (indicativo)
-  livello falda freatica (indicativo)
-  andamento indicativo livello stratigrafico

Committente:	
Sig. FERRARINI Giuseppe	
Oggetto:	
Perizia geologica a supporto del progetto di realizzazione capannone industriale nel comune di Costa Masnaga (Lc)	
TAV. 5	Sezione stratigrafica indicativa
SCALA: 1 : 250	DATA: Aprile 2011



LEGENDA

-  Area in oggetto
-  Substrato roccioso affiorante o subaffiorante
-  Depositi alluvionali terrazzati
-  Depositi fluvio-glaciali, glacialacustri, fluviali



Committente: Sig. FERRARINI Giuseppe	
Oggetto: Perizia geologica a supporto del progetto di realizzazione capannone industriale nel comune di Costa Masnaga (Lc)	
TAV. 2	Carta geologica di dettaglio
SCALA: 1 : 10.000	DATA: Aprile 2011

All. 1:
Output NTC Sisma

output NTC Sisma

NTC SISMA

| Copyright (c) 2009-2009 Castalia srl - All rights reserved -
| www.castaliaweb.com |

Dati sul sito

Latitudine: 45.763595 Longitudine: 9.288727

Dati sulla costruzione

Classe d'uso: 2
Vita Nominale: 50 anni
Coefficiente d'uso: 1.000000
Vita di riferimento: 50.000000 anni
Probabilità di superamento nella vita di riferimento: 0.100000 (SLV) Periodo di ritorno: 474.561079 (anni)

Punti impiegati sulla maglia di riferimento

Primo punto:	ID=10930	Lat.=45.761000	Long.=9.267100	Distanza=1.702302	Km
Secondo punto:	ID=10708	Lat.=45.811000	Long.=9.263500	Distanza=5.622436	Km
Terzo punto:	ID=10709	Lat.=45.814000	Long.=9.335000	Distanza=6.654813	Km
Quarto punto:	ID=10931	Lat.=45.764000	Long.=9.338600	Distanza=3.869005	Km

calcolo eseguito con interpolazione basata sulle distanze

Valori finali calcolati

ag = 0.0509 g
Fo = 2.6308
Tc* = 0.2800 sec

All. 2

Documentazione fotografica



Foto n 1: panoramica da SE dell'area dove verrà realizzato l'edificio



Foto n 2: panoramica verso N dell'area boscata confinante con quello in oggetto; si noti la morfologia differente rispetto a quella pianeggiante ospitante le opere in progetto



Foto n 3: panoramica verso N dell'area boscata che degrada con delle balze verso settentrione

INDAGINE GEOTECNICA
PRELIMINARE

INDICE

1. <i>PREMESSA</i>	2
2. <i>INDAGINI ESEGUITE</i>	4
2.1 <i>Prove penetrometriche</i>	4
3. <i>MODELLO STRATIGRAFICO DI RIFERIMENTO E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE MEDIE</i>	5
3.1 <i>Stratigrafia</i>	5
5.2 <i>Caratteristiche geotecniche medie</i>	6
4. <i>MODELLO STRATIGRAFICO CARATTERISTICO E PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO</i>	6
5. <i>CAPACITA' PORTANTE DEI TERRENI</i>	7
6. <i>NOTE CONCLUSIVE</i>	14

Tav. 1 Ubicazione indagini

Tav. 2 Sezioni stratigrafiche

All. 1 Prove Scpt: grafici e tabelle

All. 2 Documentazione fotografica

1. PREMESSA

Con incarico dello Studio Delta Engineering di Casatenovo (Lc), per conto del Sig Ferrarini di Costa Masnaga, è stata eseguita un'indagine geotecnica preliminare, ai sensi del D.M. 14.01.08 a supporto del progetto di realizzazione nuovo capannone industriale, sito nel comune di Costa Masnaga (Lc).

Il progetto prevede la realizzazione di un capannone, costituito da un piano fuori terra e superficie di circa 1710 mq (25x68.5 m), ed annessa palazzina uffici\ magazzino costituita da due piani ad uso magazzino\locali di servizio al piano terra, e magazzino\spogliatoi al piano primo, il tutto coprente una superficie di circa 290 mq (11.5x25 m).

Sulla base degli elaborati grafici (piante-prospetti-sezioni) avute dalla Committente, non si evince se la quota del pavimento sia coincidente con il p.c. attuale, e conseguentemente non è indicato quale sarà la quota del piano di posa delle fondazioni, anche se, non essendo previsti vani interrati, si suppone siano poste a circa -1.8\ -2.0 m da q. pavimento.

Le prove sono state ubicate dallo scrivente in, in relazione soprattutto alla geometria strutture portanti ed ai carichi previsti; le prove scpt sono state eseguite a p.c. attuale, discretamente pianeggiante e sopraelevato rispetto alla strada d'accesso al terreno di circa 40/50 cm.

La disposizione delle prove ha seguito la logica di distribuire uniformemente le indagini in modo tale da coprire l'area di intervento, e soprattutto investigare in modo sufficientemente adeguato il terreno in corrispondenza delle strutture in progetto.

L'indagine si è articolata nelle seguenti fasi:

- ↳ realizzazione di 6 prove penetrometriche dinamiche continue Scpt, spinte fino alla profondità massima di -10 m da p.c. attuale;
- ↳ installazione di 3+4 m tubo piezometrico nei fori delle prove scpt n. 1 e 4;
- ↳ interpretazione dei dati raccolti;
- ↳ elaborazione e restituzione dei dati ai sensi del D.M. 14.01.08 (relazione geotecnica).

e si prefigge i seguenti obiettivi:

- ✓ definire la natura e la stratigrafia dei terreni interessati dall'intervento;
- ✓ definire i parametri geotecnici medi dei terreni interessati dall'intervento;

- ✓ definire i parametri geotecnici caratteristici dei terreni necessari al dimensionamento delle strutture di fondazione;
- ✓ indicare i valori di portata ammissibile dei terreni per le possibili soluzioni di fondazione e i valori di cedimento attesi, ed eventualmente, se necessari, gli interventi migliorativi;
- ✓ indicare, se necessario, le possibili modalità di apertura degli scavi.

Il piano di indagine eseguito ha rispecchiato parzialmente quanto previsto nel programma d'indagine contenuto nella relazione geologica, e si ritiene sufficientemente adeguato, almeno in via preliminare, per la caratterizzazione geotecnica dei terreni ospitanti le strutture di fondazione; la tipologia d'indagine ed il numero delle prove eseguite è stato dettato dallo stato dei luoghi e dalle strutture in essere; per quanto riguarda la caratterizzazione sismica dell'area, non sono state eseguite indagini specifiche, come indicato dal Progettista, e si consiglia comunque l'esecuzione in una fase successiva.

Le opere in progetto si possono assimilare al tipo 2 con vita nominale $V_n \geq 50$ anni (tabella 2.4.1 articolo 2.4 comma 2.4.1 del D.M. 14 gennaio 2008).

Le opere in progetto si possono inoltre individuare in classe d'uso II (art 2.4 comma 2.4.2 del D.M. 14 gennaio 2008).

Le opere in oggetto inoltre si collocano in un sito ricadente in Zona 4 (zonazione sismica).

In funzione di quanto sopra detto, con riferimento all'articolo 2.7 del D.M. 14 gennaio 2008 che, per le costruzioni di tipo 1 e 2 e classe d'uso I e II, limitatamente a siti ricadenti in Zona 4, ammette il calcolo con metodi di verifica alle tensioni ammissibili (per tali verifiche si deve fare riferimento al D.M. 11.03.88 per le opere e i sistemi geotecnici).

Per la redazione della presente relazione, si applicherà dunque il metodo di verifica alle tensioni ammissibili riferendosi al D.M. 11.03.88.

Le azioni sismiche debbono essere valutate assumendo pari a 5 il grado di sismicità.

Per quanto riguarda l'inquadramento geologico-morfologico-idrogeologico generale dell'area, i vincoli esistenti e le relative tavole illustrative, si rimanda alla relazione geologica allegata.

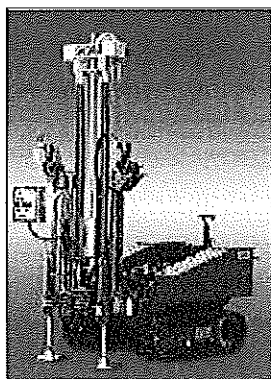
2. INDAGINI ESEGUITE

Per il presente studio, sono state eseguite 6 prove penetrometriche dinamiche continue per determinare lo stato di addensamento, valutare i relativi parametri geotecnici ed interpretare¹ la stratigrafia dei terreni in oggetto.

2.1 Prove penetrometriche

Le prove penetrometriche Scpt sono state eseguite con penetrometro dinamico pesante standard le cui caratteristiche sono rigorosamente conformi alla normativa geotecnica vigente in materia.

Se ne riassumono di seguito i dati tecnici salienti:



- punta conica:	apertura 5.1 cm conicità 60°
- peso del maglio:	63.5 kg
- altezza di caduta:	75 cm
- diametro aste:	3.6 cm
- diametro rivestimenti:	4.8 cm.
- lunghezza aste	100 cm
- lunghezza rivestimenti	100 cm

Si procede contando il numero di colpi (N) necessario per ottenere l'infissione della punta conica per tratti di 20 cm ciascuno.

Di seguito vengono riportate le profondità massime raggiunte dalle 6 prove penetrometriche eseguite:

Prova n.	Profondità (m da p.c.)	Rifiuto ²	piezometro (m.)	Quota acqua (m da p.c.)
1	- 10	no	//	- 1.61
2	- 10	no	//	//
3	- 10	no	//	//
4	- 10	no	4 m/	- 2.89
5	- 10	no	//	//
6	- 10	no	//	- 2.0*

* aste bagnate

¹ Dalle prove si determina direttamente lo stato di addensamento dei terreni e, tramite correlazioni, si risale alle caratteristiche geotecniche.

² Per rifiuto si intende l'interruzione della prova a causa del mancato avanzamento di 20 cm delle aste a seguito di 100 colpi del maglio

Nessuna delle prove eseguite è stata interrotta per rifiuto alla penetrazione.

Nei fori delle prove Scpt n. 1 e 4 sono stati posizionati 3+4 m di tubo piezometrico rilevando presenza di acqua rispettivamente a -1.61 e -2.89 m da p.c. naturale.

L'ubicazione delle prove è schematizzata nella Tav. 1 allegata a fine testo.

3. MODELLO STRATIGRAFICO DI RIFERIMENTO E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE MEDIE

3.1 Stratigrafia

La natura dei terreni è stata dedotta dal numero di colpi necessari per l'avanzamento della punta conica e dall'osservazione dei residui litologici sulle aste, durante la fase di recupero. Lo stato di addensamento è stato misurato direttamente, rilevando la resistenza all'avanzamento della punta nel terreno.

Di seguito vengono riportati i risultati delle indagini eseguite; le profondità sono riferite a partire da quota inizio prove:

Profondità in m dal p.c.	Nspt ³	Stato di addensamento
da - 0.0 a - 2.0/- 4.4	2 ÷ 4 (6 ÷ 7)	molto sciolto con lenti sciolte (prove 3-4-6)
da - 2.0/- 4.4 a - 4.4/- 6.4	6 ÷ 9	sciolto
oltre - 4.4/- 6.4	12 ÷ 19	moderatamente addensato

Come si può osservare dalla Tav. 2 e dalla tabella precedente, i terreni di futura edificazione sono caratterizzati da alternanze di orizzonti a diverso grado di addensamento, almeno superficialmente, e grado di addensamento crescente con la profondità, e composti, da strati sovrapposti di materiale fluvioglaciale limoso/sabbioso fine a matrice prevalentemente limosa superficialmente, sabbiosa o maggiormente addensata in profondità; in particolare è stata riscontrata la presenza di un orizzonte superficiale molto sciolto dallo spessore variabile tra 2.0/4.4, con lenti sciolte in corrispondenza delle prove n. 3-4-6, sciolto fino a - 4.4/- 6.4, e moderatamente addensato oltre tale profondità, fino a quella di massima investigazione (-10 m).

In corrispondenza della prova n. 5 superficialmente si è riscontrata la presenza di una lente sciolta.

³ Nspt=Nscpt*1.12

Le strutture di fondazione dovrebbero verosimilmente essere previste a circa -1.80 m da p.c. attuale, quindi all'interno dell'orizzonte molto sciolto superficiale, dalle scadenti caratteristiche geotecniche.

Al termine dell'esecuzione delle prove n. 1 e 4 sono stati installati 3+4 m di tubo piezometrico che ha permesso la misurazione della profondità del livello freatico, mediante sondino acustico, che è risultato posto rispettivamente a -1.61 e -2.89 m da p.c. attuale.

3.2 Caratteristiche geotecniche medie

Le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione sono state determinate attraverso le correlazioni proposte dagli Autori a partire dai valori di resistenza di punta registrati attraverso le prove S_{cpt}.

La tabella riportata di seguito riassume le principali caratteristiche geotecniche individuate, con riferimento agli orizzonti stratigrafici descritti nel precedente paragrafo:

Profondità in m. dal p.c.	N _{spt}	Y _t	Y' _t	φ	E	K _w
da - 0.0 a - 2.0/- 4.4	2 ÷ 4 (6 ÷ 7)	1.6 ÷ 1.65 (1.7 ÷ 1.75)	0.7 ÷ 0.75 (0.8 ÷ 0.85)	23° ÷ 25° (26° ÷ 27°)	10 ÷ 25 (65 ÷ 75)	0.6 ÷ 1 (2.3 ÷ 3)
da - 2.0/- 4.4 a - 4.4/- 6.4	6 ÷ 9	1.7 ÷ 1.75	0.8 ÷ 0.85	26° ÷ 28°	65 ÷ 95	2.3 ÷ 3.8
oltre - 4.4/- 6.4	12 ÷ 19	1.8 ÷ 1.85	0.9 ÷ 0.95	30° ÷ 32°	160 ÷ 260	6.4 ÷ 10.2

dove:

N_{spt} = numero di colpi medi in base alla correlazione della prova S_{cpt} con la S_{pt}

Y_t = peso naturale terreno (t/m³) Y'_t = peso naturale terreno immerso (t/m³)

φ = angolo di attrito (°) E = modulo elastico (kg/cm²)

K_w = coefficiente di reazione del terreno per una fondazione con B = 0.3 m (kg/cm³)

4. MODELLO STRATIGRAFICO CARATTERISTICO E PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO

Relativamente a quanto sopra, il modello stratigrafico e geotecnico caratteristico dei terreni di fondazione, da utilizzare per le verifiche geotecniche, è il seguente:

da 0.0 a – 3.8 m:

Nspt = 2

$$Y_n = 1.6 \text{ t/m}^3 \quad Y'_n = 0.7 \text{ t/m}^3 \quad \phi = 24^\circ$$

$$Cu = 0 \text{ t/m}^2 \quad E = 15 \text{ kg/m}^2 \quad K = 0.6 \text{ kg/cm}^3$$

Orizzonte 1

da -3.8 a - 5.8 m:

Nspt = 7

$$Y_n = 1.7 \text{ t/m}^3 \quad Y'_n = 0.8 \text{ t/m}^3 \quad \phi = 27^\circ$$

$$Cu = 0 \text{ t/m}^2 \quad E = 80 \text{ kg/m}^2 \quad K = 3.2 \text{ kg/cm}^3$$

Orizzonte 2

oltre - 5.8:

Nspt = 12

$$Y_n = 1.8 \text{ t/m}^3, \quad Y'_n = 0.9 \text{ t/m}^3 \quad \phi = 30^\circ$$

$$Cu = 0 \text{ t/m}^2 \quad E = 170 \text{ kg/m}^2 \quad K = 6.8 \text{ kg/cm}^3$$

Orizzonte 3

N.B. le profondità sono riferite al p.c. attuale – inizio prove

5. CAPACITA' PORTANTE DEI TERRENI

Come descritto nella premessa, il progetto prevede la realizzazione di un capannone costituito da un piano fuori terra e superficie di circa 1710 mq (25x68.5 m), ed annessa palazzina uffici\ magazzino costituita da due piani ad uso magazzino\locali di servizio al piano terra, e magazzino\spogliatoi al piano primo, il tutto coprente una superficie di circa 290 mq (11.5x25 m); anche se non specificatamente riportato nelle tavole progettuali, si ipotizza che la quota di imposta delle fondazioni è prevista, rispetto al p.c., attuale, a circa -1.80 m da p.c. attuale.

Il calcolo delle pressioni ammissibili\resistenze di progetto del terreno è effettuato alla quota media di imposta fondazioni, corrispondente a circa -1.8 m da p.c. attuale (naturale), coincidente con piano di inizio indagini, in corrispondenza dell'orizzonte litotecnico 1, dalle scadenti caratteristiche geotecniche; le calcolazioni sono state condotte considerando la presenza di circolazione sotterranea cautelativamente a partire da -1.6 m da p.c. attuale.

Poiché il complesso fondazionale è costituito da fondazioni dirette coinvolgenti un elevato volume di terreno, i VALORI CARATTERISTICI dei parametri di resistenza dei terreni sono assunti dai VALORI MEDI determinati con prove dirette e indicati al paragrafo precedente. In particolare le calcolazioni sono sviluppate utilizzando i valori riportati di seguito:

ORIZZONTE 1	Nspt ⁴	γ_t	γ'	ϕ	E	Kw
da 0.0	2	16	7	24°	15	0.6

⁴ Nspt=Nscpt*1.12

dove:

Nspt = Numero Spt

γ_t = peso del terreno naturale (kN/m³)

γ' = peso immerso (kN/m³)

ϕ = angolo d'attrito (°)

E = modulo elastico (daN/cm²)

Kw = coefficiente di reazione del terreno per una fondazione larga B = 0.3 m (daN/cm³)

Poichè, al momento della stesura della presente indagine, non sono stati forniti agli scriventi i carichi e le azioni previste agenti sulle strutture di fondazione, la presente indagine geotecnica è da ritenersi preliminare, e fornirà valutazioni in merito ai valori di portata ammissibile del terreno ed i relativi cedimenti indotti che sono da attendersi; come previsto dalla normativa (par. 2.7 delle NTC) le calcolazioni sono state condotte secondo il metodo di verifica delle tensioni ammissibili, essendo rispettate le condizioni previste (costruzioni di tipo 1 e 2 – classe d'uso I e II e siti ricadenti in Zona 4).

Si sono considerate due tipologie di fondazioni dirette:

- o isolate tipo plinto, a base quadrata, avente larghezza B variabile tra 2.0 e 4.0 m;
- o continue tipo trave rovescia, avente larghezza B variabile tra 0.7 e 2.0 m

I calcoli sono stati condotti nell'ipotesi di presenza di falda a partire da circa - 3.8 da p.c. naturale. I valori di pressione ammissibile sono stati valutati secondo le relazioni di Terzaghi e di Brinch&Hansen; gli assestamenti relativi del terreno di fondazione sono stati valutati applicando le teorie dell'elasticità, di Burland & Burdbridge e di Schmertmann.

Fondazioni isolate - tipo plinto

B	Qamm	Q tot	S Elast.	S B&B	Sch.
200*200	6.3 (0.63)	25.2	2.1	3.5	3.9
250*250	6.7 (0.67)	41.875	2.7	4.1	4.5
300*300	7.2 (0.72)	64.8	3.3	4.4	5.2
350*350	8.6 (0.86)	105.35	4.7	5.1	6.2
400*400	9.1 (0.91)	145.6	5.4	6.1	6.4

dove:

B = larghezza fondazione (m)

Qamm = Portata ammissibile (t/m²) (tra parentesi il valore in kg/cm²)

Qtot = Portata totale fondazione compreso peso proprio (t/plinto)

S = Cedimenti (cm) secondo le diverse teorie

Fondazioni continue - tipo trave

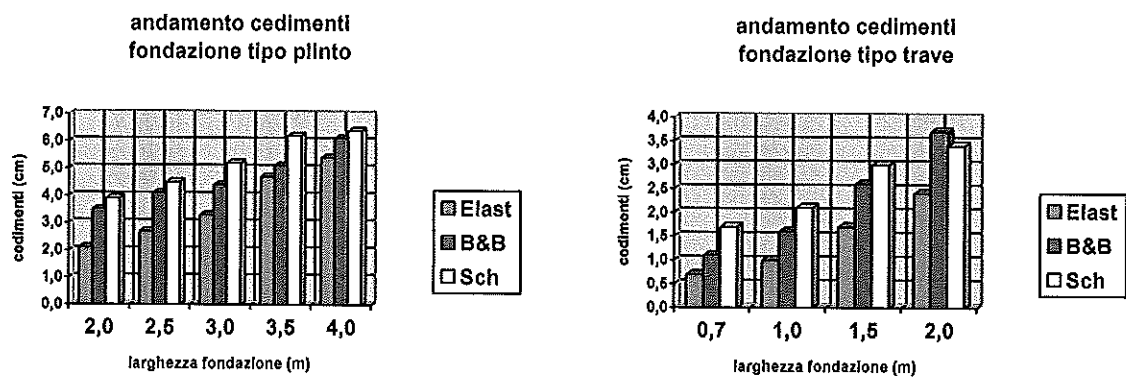
B	Q _{amm}	Q tot	S Elast.	S B&B	Sch.
0.70	3.8 (0.38)	2.66	0.7	1.1	1,7
1.00	4.1 (0.41)	4.1	1.0	1.6	2.1
1.50	4.7 (0.47)	7.05	1.7	2.6	3.0
2.00	5.2 (0.52)	10.4	2.4	3.7	3.4

dove:

B = larghezza fondazione (m)

Q_{amm} = Portata ammissibile (t/m²) (tra parentesi il valore in kg/cm²)Q_{tot} = Portata totale fondazione compreso peso proprio (t/m)

S = Cedimenti (cm) secondo le diverse teorie



Occorre precisare che la stima dei cedimenti è da ritenersi indicativa, data l'approssimazione del calcolo delle tensioni in un mezzo eterogeneo e anisotropo, delle variabili legate alla storia tensionale del terreno e della tipologia delle strutture in progetto. In pratica, si applicano modelli semplificati o empirici finalizzati alla stima dei cedimenti stessi, i quali sono soggetti ad un certo margine d'errore. Risultati differenti sono da attribuirsi al diverso approccio teorico delle varie relazioni, ma soprattutto per la non precisa caratterizzazione dei terreni componenti il bulbo di pressione generato.

Come è possibile vedere dalle tabelle riportate in precedenza, i valori delle pressioni ammissibili risultano molto bassi, con cedimenti elevati.

Quindi, a questa profondità, stante le condizioni stratigrafiche e di scarso addensamento rilevate dalle prove, si ritengono sconsigliabili fondazioni dirette, a meno di rigorose verifiche di carico agente e di cedimento.

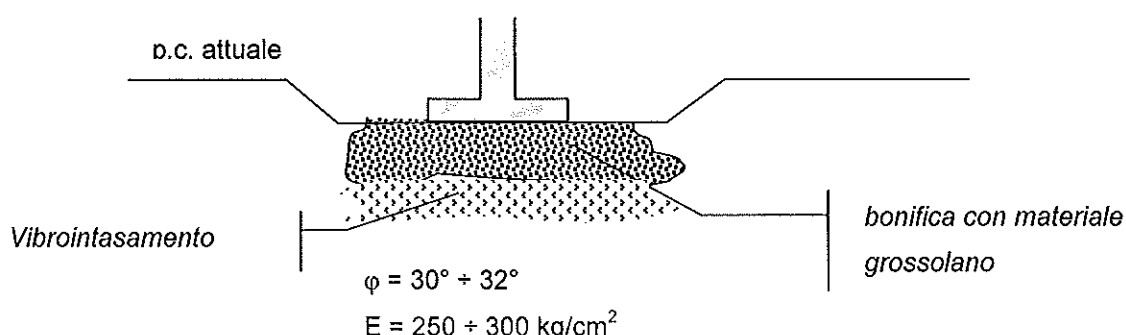
Dal momento che si ritiene verosimile, per esigenze di progetto uniformare e aumentare le portate ammissibili Q_{amm} e nel contempo contenere i cedimenti assoluti e differenziali, si potrà prevedere l'esecuzione dei seguenti interventi migliorativi:

- bonifica/vibrointamento sottofondale per il miglioramento delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione.

Il metodo di intervento sul terreno di fondazione è finalizzato al miglioramento delle caratteristiche meccaniche delle parti superficiali, compattando il terreno sciolto mediante immissione nel terreno di materiale grossolano (ad es. ciottoli tondeggianti di dimensione superiore a 3', oppure di materiale spigoloso privo di matrice fine) mediante rullo pesante vibrante, o mezzo simile, fino a rifiuto.

Il procedimento esecutivo consiste:

- esecuzione uno sbancamento continuo del terreno lungo l'allineamento principale delle strutture di fondazione per lo spessore ritenuto idoneo o possibile approfondendo eventualmente lo scavo sempre lungo l'impronta di fondazione, per larghezze pari almeno 1.5 volte le dimensioni massime di fondazione;
- stesa uno strato di materiale grossolano arido dallo spessore massimo di 15 cm da rullare con basse velocità (0.5 m/sec) e con bassa frequenza (circa 15 Hertz) fino all'assorbimento; la dimensione massima dei ciottoli deve essere < 20 cm;
- stesa uno strato successivo, senza sovrapposizione di materiale (monostrato) e ripetere l'operazione;
- prosecuzione in tal modo fino al raggiungimento del rifiuto⁵;
- non aggiungere materiale più fine fino al raggiungimento del rifiuto;
- riportarsi a quota fondazione stendendo ulteriore materiale riportato, eventualmente anche con matrice sabbioso/limosa, compattandola per strati, aventi spessore max di 30-40 cm.



In questo caso, ipotizzando una bonifica di circa 1.5 m a partire da fondo scavo, sarà possibile contare sulle seguenti portate ammissibili Q_{amm} :

⁵ Per rifiuto si intende un abbassamento del rullo fermo ma vibrante, inferiore a 5 mm in 2 minuti

Fondazioni isolate - tipo plinto

B	Qamm	Q tot	S Elast.	S B&B	Sch.
200*200	12.0 (1.2)	48	1.4	1.6	3.3
250*250	13.0 (1.3)	81.25	1.9	2.2	4.5
300*300	14.0 (1.4)	126	2.6	2.8	5.7
350*350	15.0 (1.5)	183.75	3.1	3.5	6.9
400*400	16.0 (1.6)	256	3.7	4.2	7.5

dove:

B = larghezza fondazione (m)

Qamm = Portata ammissibile (t/m²) (tra parentesi il valore in kg/cm²)

Qtot = Portata totale fondazione compreso peso proprio (t/plinto)

S = Cedimenti (cm) secondo le diverse teorie

Fondazioni continue - tipo trave

B	Qamm	Q tot	S Elast.	S B&B	Sch.
0.70	9.0 (0.9)	6.3	1.0	0.7	1.5
1.00	10.0 (1.0)	10	1.4	0.9	2.7
1.50	10.3 (1.03)	15.45	2.0	1.4	3.9
2.00	11.7 (1.17)	23.4	2.9	2.2	5.2

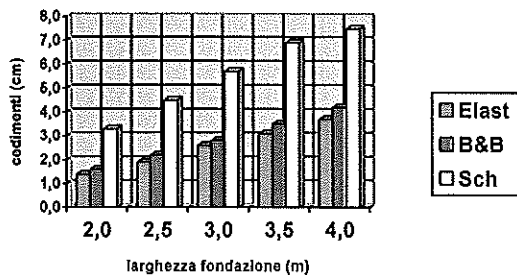
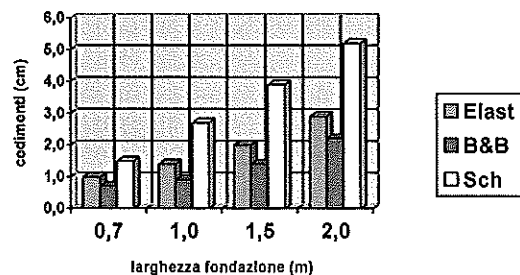
dove:

B = larghezza fondazione (m)

Qamm = Portata ammissibile (t/m²) (tra parentesi il valore in kg/cm²)

Qtot = Portata totale fondazione compreso peso proprio (t/m)

S = Cedimenti (cm) secondo le diverse teorie

andamento cedimenti
fondazione tipo plintoandamento cedimenti
fondazione tipo trave

Risulta chiaro che, se si optasse per aumentare lo spessore della bonifica sottofondale, i valori di pressioni ammissibili risulterebbero superiori a parità di cedimenti indotti; si ritiene che in corrispondenza dei pilastri maggiormente caricati, si dovrà procedere ad aumentare lo spessore della bonifica.

Quanto sopra è valido nell'ipotesi di realizzazione di una bonifica, secondo quanto previsto in precedenza, per la quale valgono i parametri geotecnici ipotizzati; a bonifica realizzata, per determinare le reali caratteristiche geotecniche, si consiglia di eseguire prove di carico su piastra PLT, nel numero ritenuto sufficiente (almeno 1 per ciascun allineamento dei pilastri), ad avvenuta esecuzione del riporto con spessore massimo di 0.7\1 m.

Dal momento che le misure piezometriche effettuate hanno evidenziato che le strutture di fondazione saranno poste ad una profondità superiore a quella della falda, almeno parzialmente, e ma non essendo possibile escludere oscillazioni stagionali, si consiglia l'utilizzo di un geotessile, meglio se accoppiato, da porsi alla sommità del primo strato di bonifica\ vibrointasamento, così da impedire\limitare la risalita capillare.

- impostare le fondazioni su pali tipo:

Si ritiene che i terreni possano essere palificati con differenti metodologie, non avendo riscontrato la presenza di trovanti rocciosi o livelli cementati o terreni molto grossolani. Si dovrà comunque verificare la presenza di fondazioni sensibili alle vibrazioni in prossimità dell'area di cantiere, in quanto trovandosi su terreni sabbiosi fini in falda non sono da escludersi possibili fenomeni di assestamento se non di liquefazione da vibrazioni intense.

Si possono considerare realizzabili pali sia di tipo gettato in opera senza asportazione del terreno, ad es. con tuboforma battuto o vibroinfisso, sia del tipo gettato in opera con asportazione del terreno tipo trivellato ad es. con elica continua. Si ritiene possibile ed adatta anche la palificazione con elementi prefabbricati sia cilindrici sia, meglio, troncoconici.

In relazione alla stratigrafia riscontrata dalle prove si sono considerate, in via puramente indicativa, l'esecuzione di pali battuti o vibroinfissi lunghezza 10 - 15 m diametri resi $\geq 0,3 + 0,4$ m, con portata ammissibile per singolo palo ($F_s \geq 2,5$) variabile tra 14.+ 26 t/palo e 24.+ 40 t/palo, e l'esecuzione di pali trivellati lunghezza 10 - 15 m diametri resi $\geq 0,4 + 0,5$ m, con portata ammissibile per singolo palo ($F_s \geq 2,5$) variabile tra 17.+ 27 t/palo e 25.+ 37 t/palo

Si ricorda che:

la portata di un singolo palo differisce dalla portata di un gruppo di pali (palificata); la portata del gruppo di pali, palificata ad esempio per singolo plinto, è solitamente inferiore alla semplice somma delle singole portate dei pali che la compongono, dipendendo anche dal numero dei pali, dalla loro disposizione e distanza reciproca.

La distanza tra i diversi pali dovrà essere non inferiore a 3D (D = diametro singolo) per evitare interazioni difficilmente quantificabili fra i pali stessi, sia in fase realizzativa che di esercizio.

La portata di esercizio del singolo palo potrà essere verificata effettivamente mediante prove di carico meglio se di progetto, (in ogni caso previste anche dalla normativa, DM 14.01.08).

Date le scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni superficiali rilevate dalle prove effettuate, si consiglia la bonifica almeno dello strato superficiale del terreno attuale di sottofondo del pavimento del p.t, e l'esecuzione di prove geotecniche (ad es. prove di carico su piastra) per la determinazione dello stato di consistenza dello stesso, al fine di minimizzare e/o contenere eventuali cedimenti che possono compromettere le strutture.

Per quanto riguarda l'apertura degli scavi e i sostegno dei fronti stessi, essendo previste altezze di modesta entità, non si ravvedono particolari problematiche e si potranno adottare, per altezze \leq 1.8 m, inclinazioni di 50-60° a breve\medio termine, e di 30-35° a lungo termine.

Gli scavi andranno comunque tenuti aperti per il minor tempo possibile e, se possibile, andranno protetti con teli impermeabili per evitare erosioni dovute agli agenti atmosferici e alla acque selvagge. se a scavi avvenuti e realizzazione delle opere di fondazione si dovessero riscontrare venute concentrate lungo i fronti di scavo, si dovrà prevedere l'installazione di sistemi di aggettamento ed allontanamento delle acque da fondo scavo ed intercettazione delle venute lungo i fronti, per garantire stabilità agli stessi e sicurezza alle maestranze.

Si ricorda inoltre, che in ogni modo dovrà essere rispettato quanto previsto dalla normativa vigente, e in particolare:

- **Art. 12 e 13 D.P.R. n 164 del 07/01/1956** norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni; **art. 12** "quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno" **art. 13** "Nello scavo di pozzi o trincee profondi più di 1,5 m, quando la consistenza del terreno non dia sufficientemente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno".
- **D.L.gs n 494 del 14/08/1996**, modificato dal **D.L.gs n 528 del 19/11/1999** Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili.
- **Decreto presidente Consiglio dei Ministri 14/10/1997, n. 412** – Regolamento recante l'individuazione delle attività lavorative comportanti rischi particolarmente elevati, per le quali l'attività di vigilanza può essere esercitata dagli ispettori del Lavoro dalle Direzioni Provinciali del Lavoro.

6. NOTE CONCLUSIVE

Con incarico dello Studio Delta Engineering di Casatenovo (Lc), per conto del Sig Ferrarini di Costa Masnaga, è stata eseguita un'indagine geotecnica preliminare, ai sensi del D.M. 14.01.08 a supporto del progetto di realizzazione nuovo capannone industriale, sito nel comune di Costa Masnaga (Lc).

E' stata valutata la situazione stratigrafica e geotecnica sulla base dei risultati delle indagini geognostiche eseguite, e sulle conoscenze derivanti da studi in aree limitrofe.

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni ospitanti le opere in progetto è stata condotta una campagna geognostica costituita da n. 6 prove penetrometriche pesanti scpt; le indagini penetrometriche hanno individuato terreni poco portanti almeno per i primi 5.5-6.5 m da piano campagna attuale (quota inizio prove), evidenziando la presenza di alternanze di strati di terreni a diverso grado di addensamento, oscillanti da molto sciolto, a sciolto, a moderatamente addensato fino alla massima profondità di investigazione (-8.4 m da p.c. attuale). I terreni si presentano saturi a partire da -1.6\2.9 m p.c. naturale.

La granulometria indicativa degli orizzonti attraversati è risultata sabbiosa e sabbioso - limosa superficialmente, più grossolana in profondità.

Per i calcoli geotecnici si è utilizzato un modello medio, sufficientemente cautelativo, e si è considerata la presenza di falda continua posta cautelativamente a -1.6 m da p.c. naturale; non si esclude oscillazioni stagionali.

Sono state valutate le portate ammissibili per fondazioni di tipo diretto, con valori bassi e cedimenti elevati. Le verifiche di cedimento di un terreno stratificato sono maggiormente approssimate rispetto alle verifiche di capacità portante per la maggiore estensione verticale ed orizzontale del volume di terreno ritenuto omogeneo anche se a strati, per questo i valori risultanti devono essere considerati come indicativi, anche in relazione alla tipologia delle indagini svolte (non sono stati prelevati campioni indisturbati per analisi di compressione lenta in laboratorio che porterebbero alla definizione più precisa dei moduli elastici dei vari orizzonti ritenuti coinvolti nel bulbo di pressione.

ALPIGEO

dott. Bruno VACCARI – geologo - Via Chiuro 3 23026 Ponte in Valt.na (So)
brunovaccari@geologi.it - www.alpigeo-vaccari.it

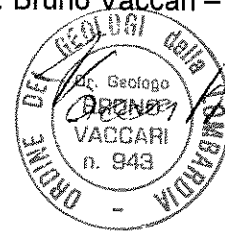
Per quanto sopra, si è valutata la possibilità di eseguire una bonifica/vibrointasamento dello strato superficiale avente spessore non inferiore ad 1.5 m con discreto aumento delle pressioni ammissibili e contenimento dei cedimenti; i valori risultano di Qamm sono riferiti a parametri geotecnici ipotizzati, tipici di un intervento migliorativo eseguito secondo le normali operazioni esecutive. Per verificare le reali caratteristiche geotecniche della bonifica, si consiglia l'esecuzione di prove PLT.

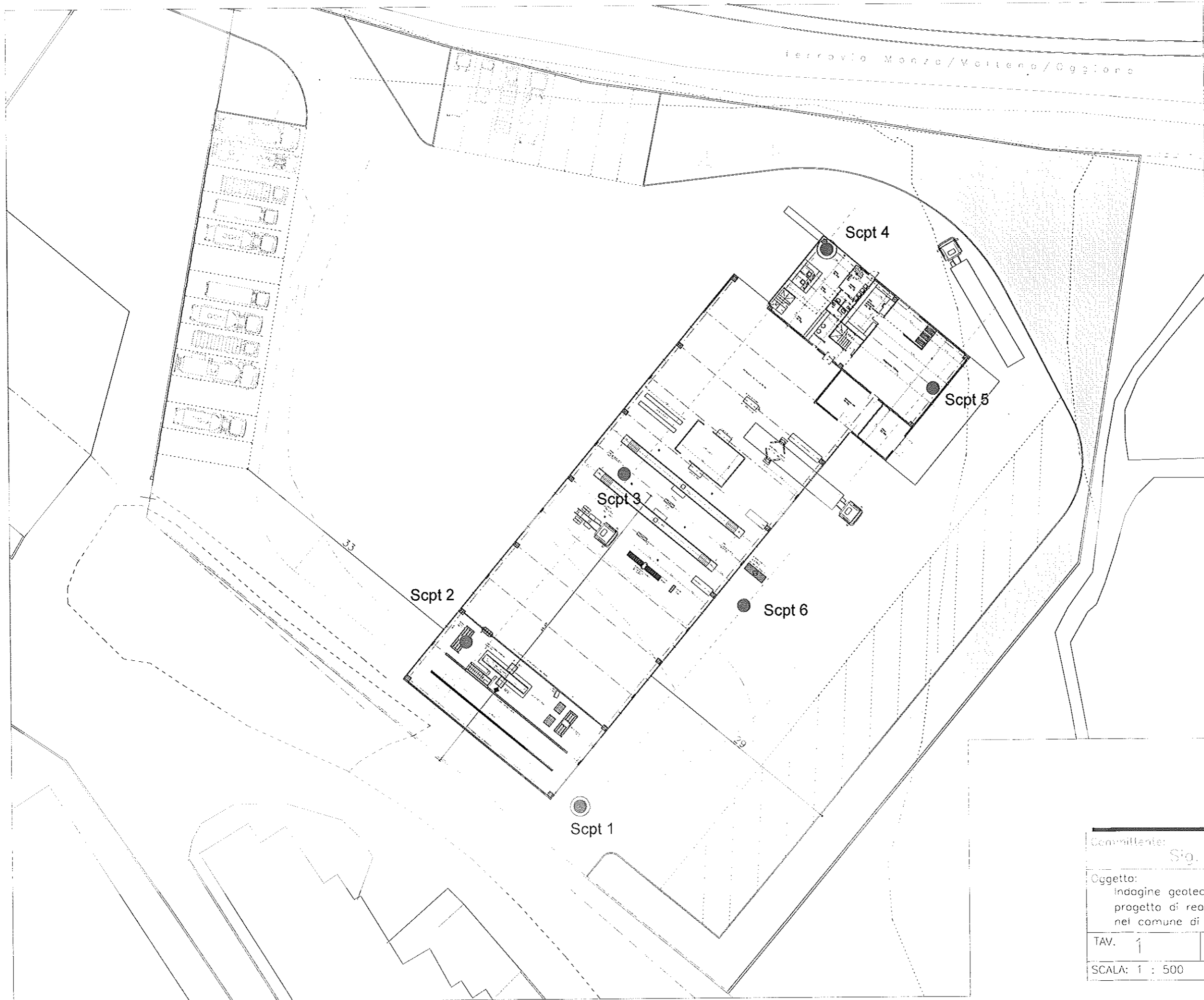
In relazione al modello stratigrafico dedotto dalle prove penetrometriche eseguite, si ritengono fattibili entrambe le tipologie di fondazioni dirette, ad intervento di miglioramento del terreno eseguito, se i carichi previsti trasmessi al terreno risultano compatibili; in corrispondenza delle prove n. 5 e 6 e probabilmente lungo il lato NE, si dovrà tuttavia porre particolare attenzione all'esecuzione della bonifica, aumentando sia lo spessore dello strato di bonifica che la larghezza.

In alternativa sono state date indicazioni relative a tipologie di pali di fondazione, se si optasse per fondazioni profonde. Sono state valutate le portate ammissibili di alcune tipologie di palificazione con diverse geometrie (lunghezze e diametri resi), utilizzando le formule cosiddette statiche di uso comune.

Si rimane comunque a disposizione per eventuale assistenza al momento dell'apertura degli scavi generali per la posa delle opere di fondazione, per verificare la corrispondenza di quanto riportato in precedenza.

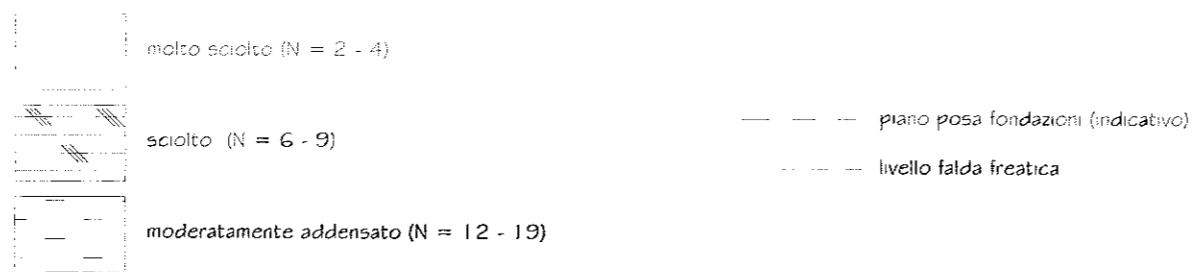
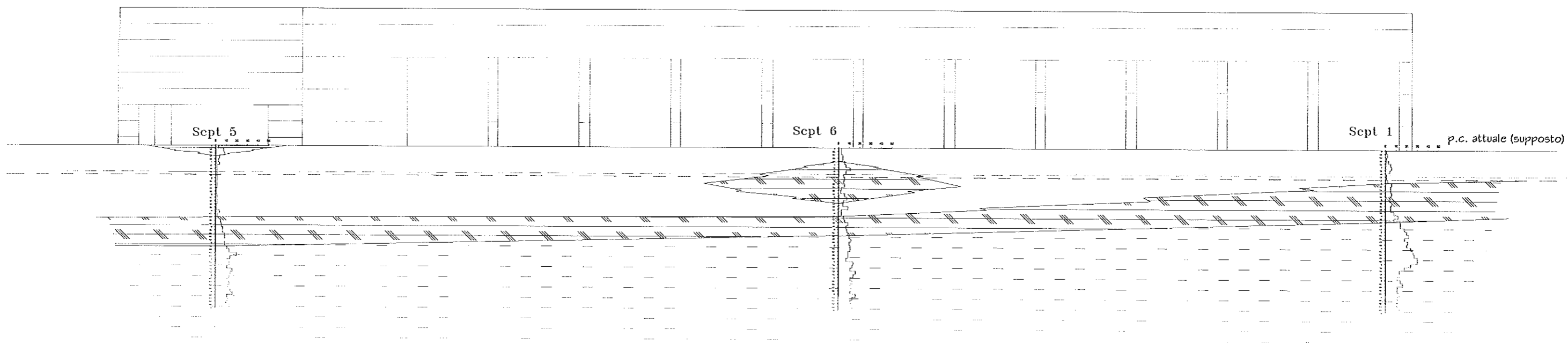
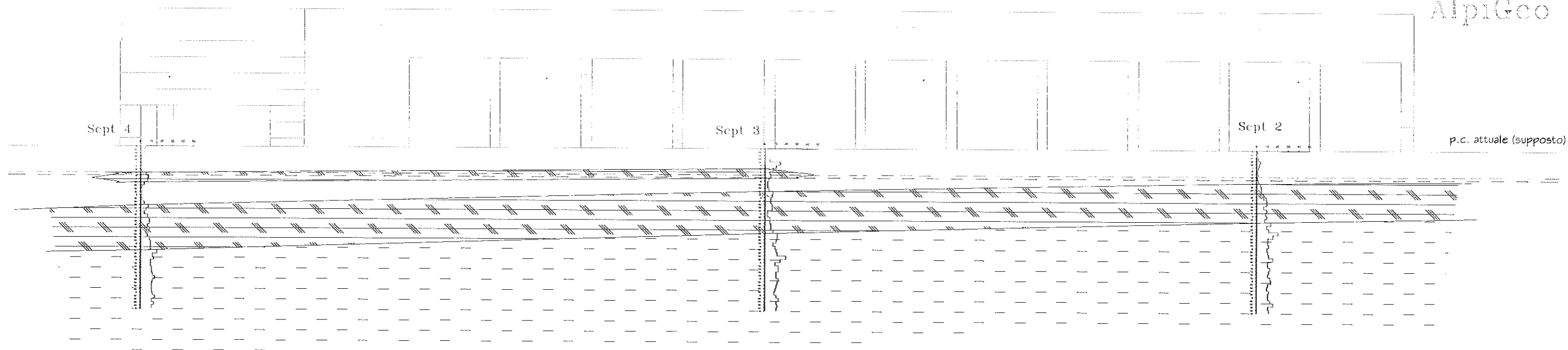
dott. Bruno Vaccari – Geologo –





- ubicazione scpt
- ubicazione piezometri
- - - traccia di sezione

Committente: Sig. FERRARINI Giuseppe	
Oggetto: Indagine geotecnica preliminare a supporto del progetto di realizzazione capannone industriale nel comune di Costa Masnaga (Lc)	
TAV. 1	Ubicazione indagini eseguite
SCALA: 1 : 500	DAIA: Aprile 2011



Committente:	
S.g. LERRARI Giuseppe	
Oggetto:	
indagine geotecnica preliminare a supporto del progetto di realizzazione capannone industriale nel comune di Costa Masnaga (Lc)	
TAV. 2	Sezioni stratigrafiche
SCALA: 1 : 250	DATA: Aprile 2011

All. 1 :

Prove Scpt: grafici e tabelle

Committente: Sig. FERRARINI
 Luogo: Costa Masnaga (Lc)
 Data: aprile 2011
 Numero prova: 1
 Quota: p.c.

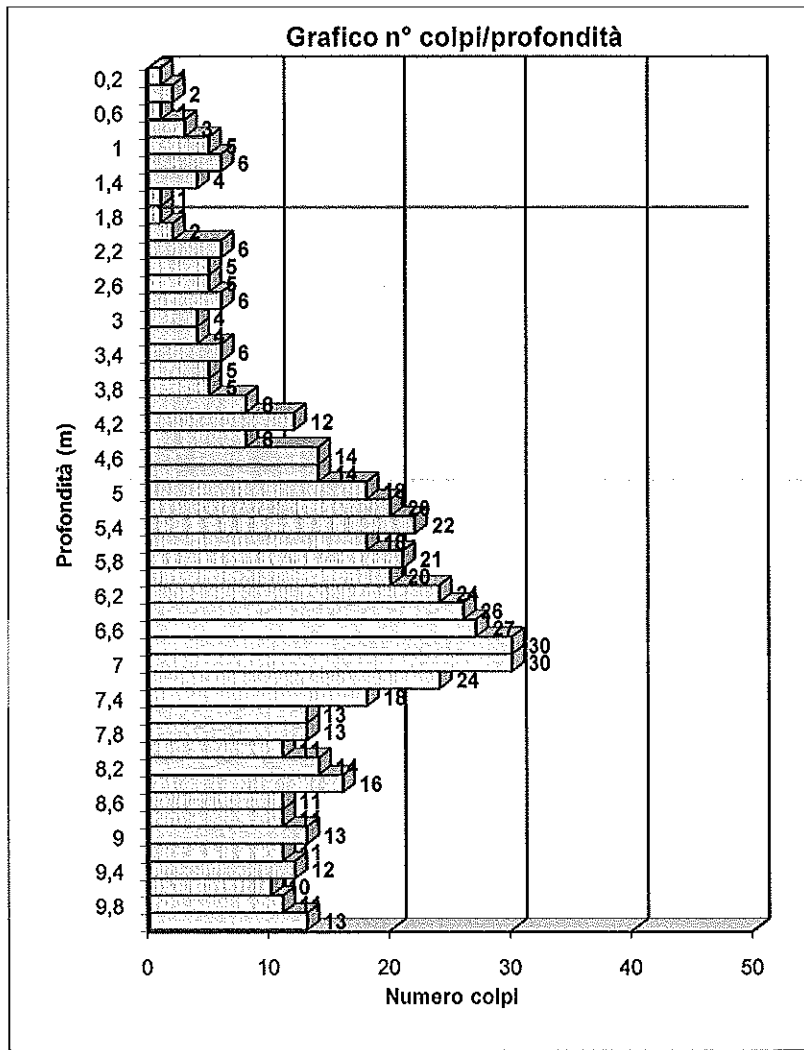
Falda: - 1,61 m da p.c.

Penetrometro: Meardi - Emilia

Note: 3 m tubo piezometrico

Caratteristiche Tecniche
 Peso massa battente: 63,5 kg
 Altezza caduta libera: 75 cm
 Diametro punta conica: 5,1 cm
 Area base punta conica: 20,43 cm²
 Angolo apertura punta: 60°
 Lunghezza aste: 1,0 m
 Avanzamento punta: 20 cm
 Rendimento / Scpt : 1

Profondità (m)	Numero colpi
0,2	1
0,4	2
0,6	1
0,8	3
1	5
1,2	6
1,4	4
1,6	1
1,8	1
2	2
2,2	6
2,4	5
2,6	5
2,8	6
3	4
3,2	4
3,4	6
3,6	5
3,8	5
4	8
4,2	12
4,4	8
4,6	14
4,8	14
5	18
5,2	20
5,4	22
5,6	18
5,8	21
6	20
6,2	24
6,4	26
6,6	27
6,8	30
7	30
7,2	24
7,4	18
7,6	13
7,8	13
8	11
8,2	14
8,4	16
8,6	11
8,8	11
9	13
9,2	11
9,4	12
9,6	10
9,8	11
10	13



Da (m)	A (m)	Granulometria prev.	Nspt	Φ	E (kg/cm ²)	Cu (kg/cm ²)
0	2	sabbia fine	2	24	16	//
2	4,4	sabbia media	6	28	61	//
4,4	6	sabbia grossolana	19	33	266	//
6	7,2	sabbia ghiaiosa	27	35	424	//
7,2	10	sabbia grossolana	13	30	175	//
Falda	Profondità (m)		1,61			

Committente: Sig. FERRARINI
 Luogo: Costa Masnaga (Lc)
 Data: aprile 2011
 Numero prova: 2
 Quota: p.c.

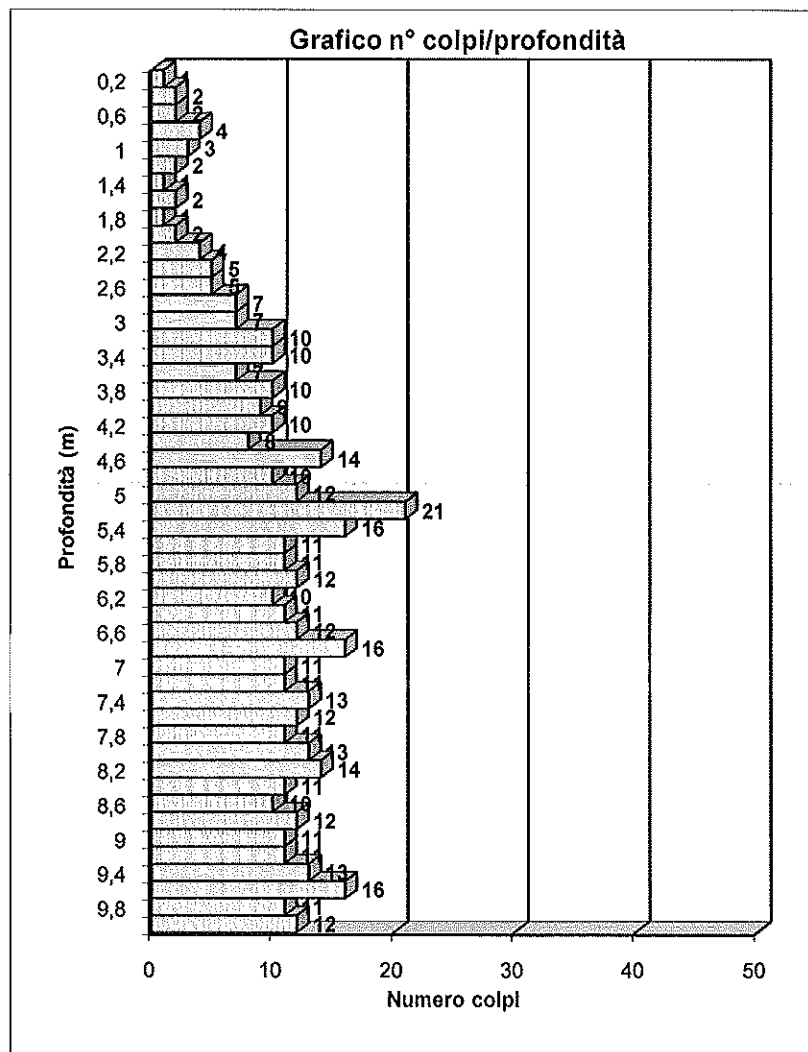
Falda: non rilevata

Penetrometro: Meardi - Emilia

Note:

Caratteristiche Tecniche
 Peso massa battente: 63,5 kg
 Altezza caduta libera: 75 cm
 Diametro punta conica: 5,1 cm
 Area base punta conica: 20,43 cm²
 Angolo apertura punta: 60°
 Lunghezza aste: 1,0 m
 Avanzamento punta: 20 cm
 Rendimento / Scpt : 1

Profondità (m)	Numero colpi
0,2	1
0,4	2
0,6	2
0,8	4
1	3
1,2	2
1,4	1
1,6	2
1,8	1
2	2
2,2	4
2,4	5
2,6	5
2,8	7
3	7
3,2	10
3,4	10
3,6	7
3,8	10
4	9
4,2	10
4,4	8
4,6	14
4,8	10
5	12
5,2	21
5,4	16
5,6	11
5,8	11
6	12
6,2	10
6,4	11
6,6	12
6,8	16
7	11
7,2	11
7,4	13
7,6	12
7,8	11
8	13
8,2	14
8,4	11
8,6	10
8,8	12
9	11
9,2	11
9,4	13
9,6	16
9,8	11
10	12



Da (m)	A (m)	Granulometria prev.	Nspt	Φ	E (1g/cm ²)	CU (1g/cm ²)
0	2	sabbia fine	2	24	16	//
2	4,4	sabbia media	8	29	83	//
4,4	10	sabbia grossolana	12	30	166	//

Committente: Sig. FERRARINI
 Luogo: Costa Masnaga (Lc)
 Data: aprile 2011
 Numero prova: 3
 Quota: p.c.

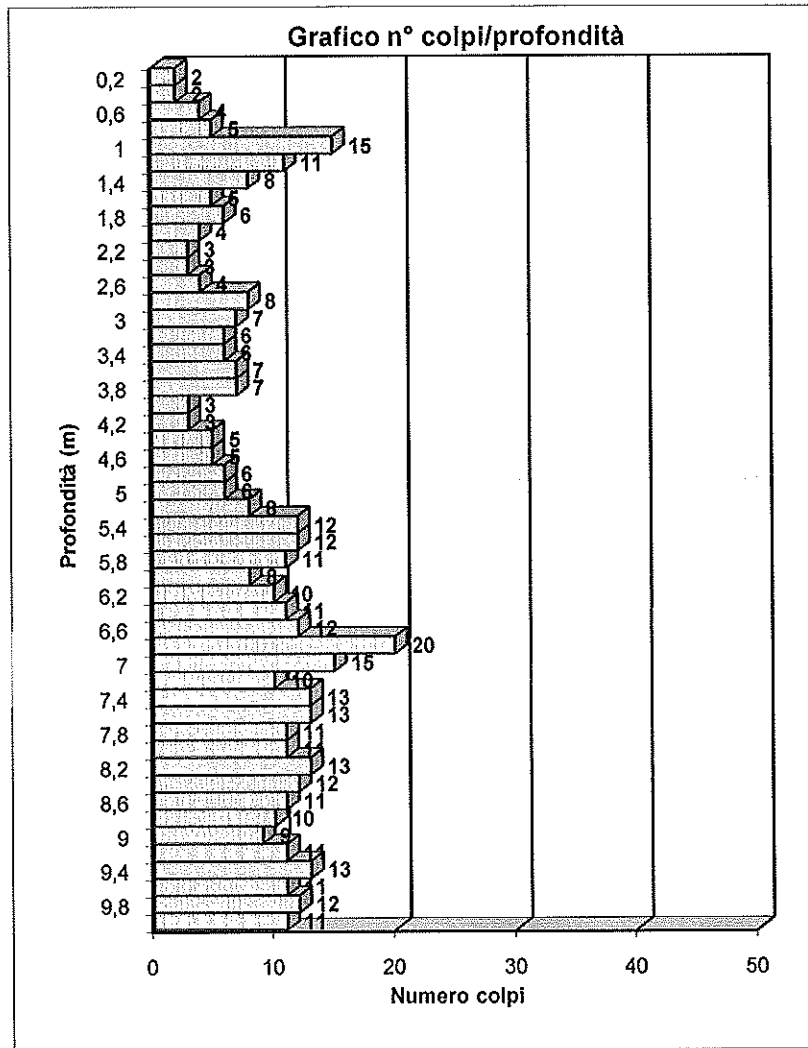
Falda: non rilevata

Penetrometro: Meardi - Emilia

Note:

Caratteristiche Tecniche
 Peso massa battente: 63,5 kg
 Altezza caduta libera: 75 cm
 Diametro punta conica: 5,1 cm
 Area base punta conica: 20,43 cm²
 Angolo apertura punta: 60°
 Lunghezza aste: 1,0 m
 Avanzamento punta: 20 cm
 Rendimento / Scpt : 1

Profondità (m)	Numero colpi
0,2	2
0,4	2
0,6	4
0,8	5
1	15
1,2	11
1,4	8
1,6	5
1,8	6
2	4
2,2	3
2,4	3
2,6	4
2,8	8
3	7
3,2	6
3,4	6
3,6	7
3,8	7
4	3
4,2	3
4,4	5
4,6	5
4,8	6
5	6
5,2	8
5,4	12
5,6	12
5,8	11
6	8
6,2	10
6,4	11
6,6	12
6,8	20
7	15
7,2	10
7,4	13
7,6	13
7,8	11
8	11
8,2	13
8,4	12
8,6	11
8,8	10
9	9
9,2	11
9,4	13
9,6	11
9,8	12
10	11



Da (m)	A (m)	Granulometria prev.	Nspt	Φ	E (kg/cm ²)	Cu (kg/cm ²)
0	0,8	sabbia fine	3	25	24	//
0,8	1,2	sabbia grossolana	13	31	182	//
1,2	1,8	sabbia media	6	28	66	//
1,8	2,6	sabbia fine	4	25	28	//
2,6	5,2	sabbia media	6	28	66	//
5,2	10	sabbia grossolana	12	30	161	//

Committente: Sig. FERRARINI
 Luogo: Costa Masnaga (Lc)
 Data: aprile 2011
 Numero prova: 4
 Quota: p.c.

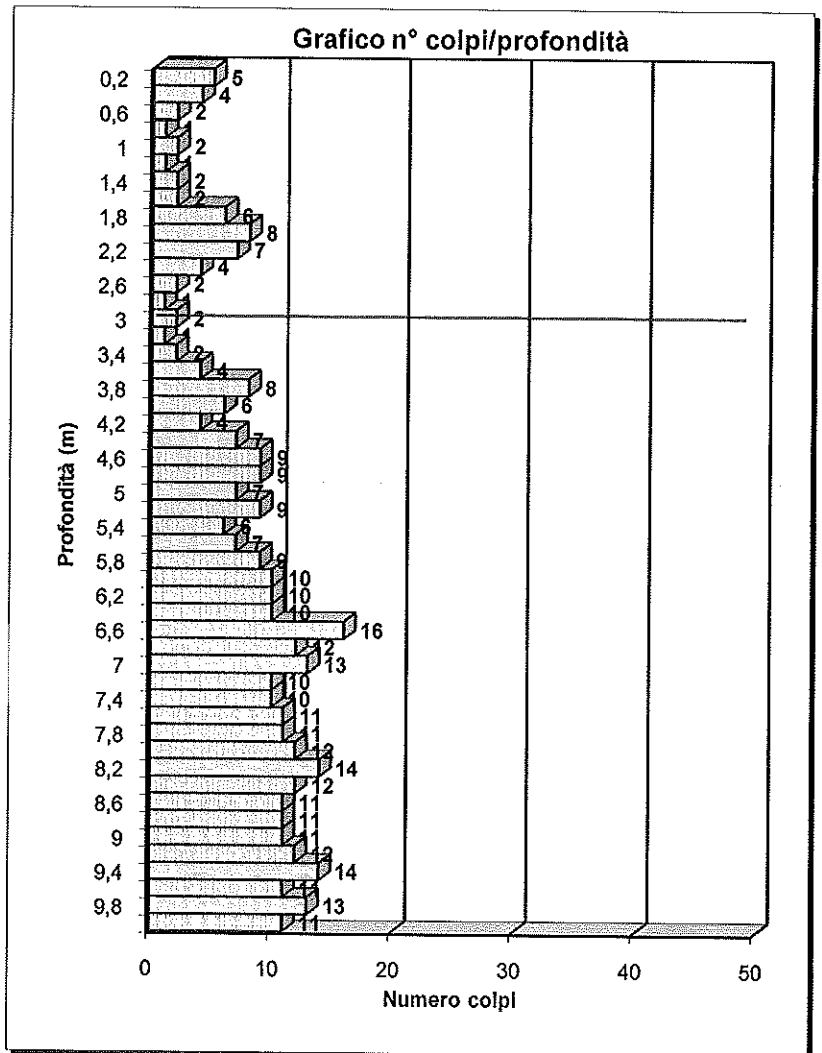
Falda: - 2,89 m da p.c.

Penetrometro: Meardi - Emilia

Note: 4 m tubo piezometrico

Caratteristiche Tecniche
 Peso massa battente: 63,5 kg
 Altezza caduta libera: 75 cm
 Diametro punta conica: 5,1 cm
 Area base punta conica: 20,43 cm²
 Angolo apertura punta: 60°
 Lunghezza aste: 1,0 m
 Avanzamento punta: 20 cm
 Rendimento / Scpt : 1

Profondità (m)	Numero colpi
0,2	5
0,4	4
0,6	2
0,8	1
1	2
1,2	1
1,4	2
1,6	2
1,8	6
2	8
2,2	7
2,4	4
2,6	2
2,8	1
3	2
3,2	1
3,4	2
3,6	4
3,8	8
4	6
4,2	4
4,4	7
4,6	9
4,8	9
5	7
5,2	9
5,4	6
5,6	7
5,8	9
6	10
6,2	10
6,4	10
6,6	16
6,8	12
7	13
7,2	10
7,4	10
7,6	11
7,8	11
8	12
8,2	14
8,4	12
8,6	11
8,8	11
9	11
9,2	12
9,4	14
9,6	11
9,8	13
10	11



Da (m)	A (m)	Granulometria prev.	Nspt	Φ	E (kg/cm ²)	Cu (kg/cm ²)
0	1,6	sabbia fine	2	24	16	//
1,6	2,2	sabbia media	7	28	77	//
2,2	3,6	sabbia fine	2	24	16	//
3,6	6,4	sabbia media	9	29	94	//
6,4	10	sabbia grossolana	12	30	163	//

Falda	Profondità (m)	2,89
-------	----------------	------

Committente: Sig. FERRARINI
 Luogo: Costa Masnaga (Lc)
 Data: aprile 2011
 Numero prova: 5
 Quota: p.c.

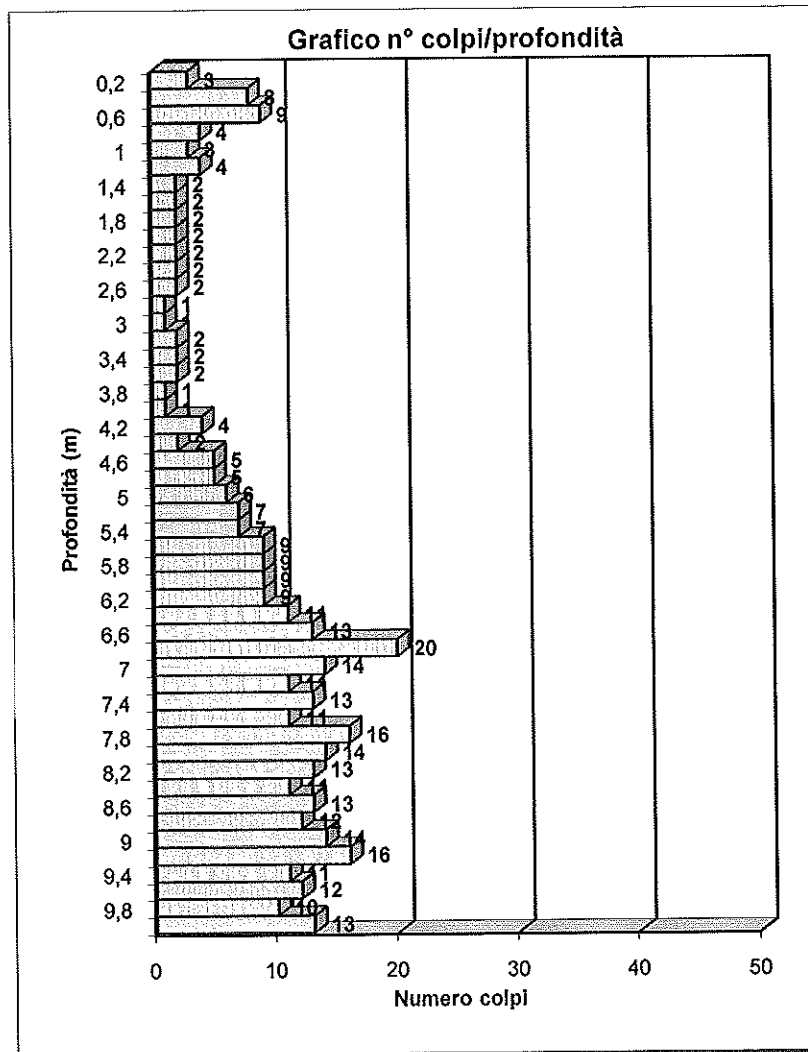
Falda: non rilevata

Penetrometro: Meardi - Emilia

Note:

Caratteristiche Tecniche
 Peso massa battente: 63,5 kg
 Altezza caduta libera: 75 cm
 Diametro punta conica: 5,1 cm
 Area base punta conica: 20,43 cm²
 Angolo apertura punta: 60°
 Lunghezza aste: 1,0 m
 Avanzamento punta: 20 cm
 Rendimento / Scpt : 1

Profondità (m)	Numero colpi
0,2	3
0,4	8
0,6	9
0,8	4
1	3
1,2	4
1,4	2
1,6	2
1,8	2
2	2
2,2	2
2,4	2
2,6	2
2,8	1
3	1
3,2	2
3,4	2
3,6	2
3,8	1
4	1
4,2	4
4,4	2
4,6	5
4,8	5
5	6
5,2	7
5,4	7
5,6	9
5,8	9
6	9
6,2	9
6,4	11
6,6	13
6,8	20
7	14
7,2	11
7,4	13
7,6	11
7,8	16
8	14
8,2	13
8,4	11
8,6	13
8,8	12
9	14
9,2	16
9,4	11
9,6	12
9,8	10
10	13



Da (m)	A (m)	Granulometria prev.	Nspt	Φ	E (t _g /cm ²)	CU (t _g /cm ²)
0	0,6	sabbia media	8	29	88	//
0,6	4,4	sabbia fine	2	24	16	//
4,4	6,2	sabbia media	7	28	77	//
6,2	10	sabbia grossolana	13	30	177	//

Committente: Sig. FERRARINI
 Luogo: Costa Masnaga (Lc)
 Data: aprile 2011
 Numero prova: 6
 Quota: p.c.

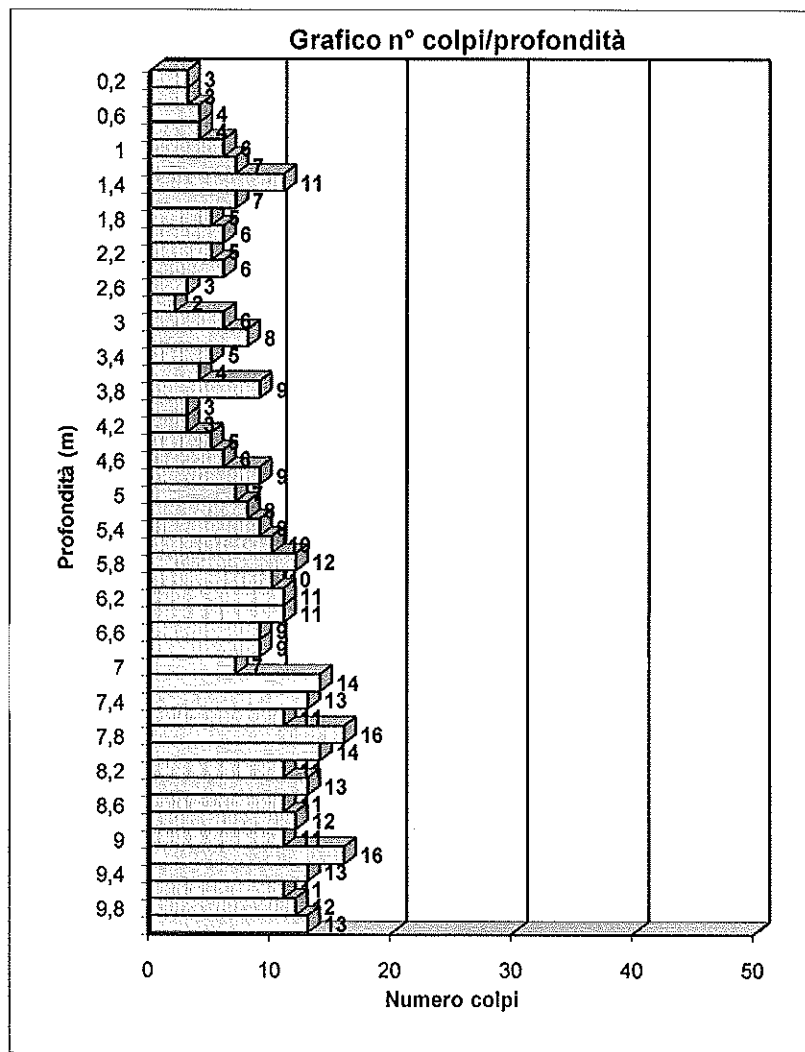
Falda: non rilevata

Penetrometro: Meardi - Emilia

Note: aste bagnate da -2 m circa da p.c.

Caratteristiche Tecniche
 Peso massa battente: 63,5 kg
 Altezza caduta libera: 75 cm
 Diametro punta conica: 5,1 cm
 Area base punta conica: 20,43 cm²
 Angolo apertura punta: 60°
 Lunghezza aste: 1,0 m
 Avanzamento punta: 20 cm
 Rendimento / Scpt : 1

Profondità (m)	Numero colpi
0,2	3
0,4	3
0,6	4
0,8	4
1	6
1,2	7
1,4	11
1,6	7
1,8	5
2	6
2,2	5
2,4	6
2,6	3
2,8	2
3	6
3,2	8
3,4	5
3,6	4
3,8	9
4	3
4,2	3
4,4	5
4,6	6
4,8	9
5	7
5,2	8
5,4	9
5,6	10
5,8	12
6	10
6,2	11
6,4	11
6,6	9
6,8	9
7	7
7,2	14
7,4	13
7,6	11
7,8	16
8	14
8,2	11
8,4	13
8,6	11
8,8	12
9	11
9,2	16
9,4	13
9,6	11
9,8	12
10	13



Da (m)	A (m)	Granulometria prev.	Nspt	Φ	E (kg/cm ²)	Cu (kg/cm ²)
0	0,8	sabbia fine ▼	4	25	28	//
0,8	3,4	sabbia media ▼	6	28	66	//
3,4	4,2	sabbia fine ▼	4	25	28	//
4,2	5,4	sabbia media ▼	8	29	83	//
5,4	10	sabbia grossolana ▼	12	30	163	//

All. 2:

Documentazione fotografica

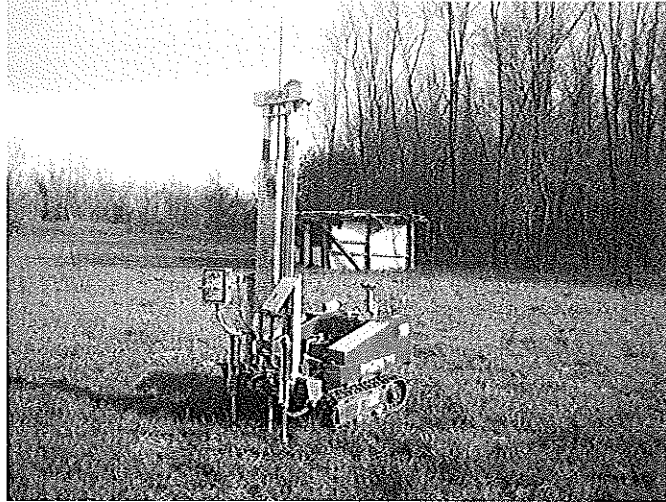


Foto n 1: esecuzione di prova scpt n. 1

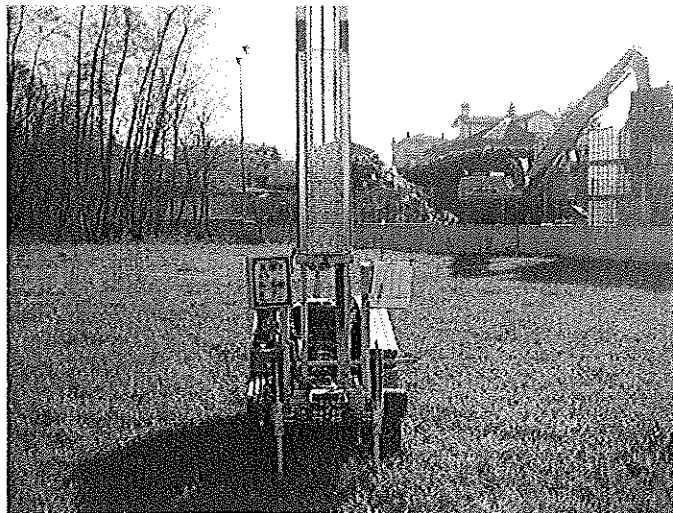


Foto n 2: esecuzione di prova scpt n. 2

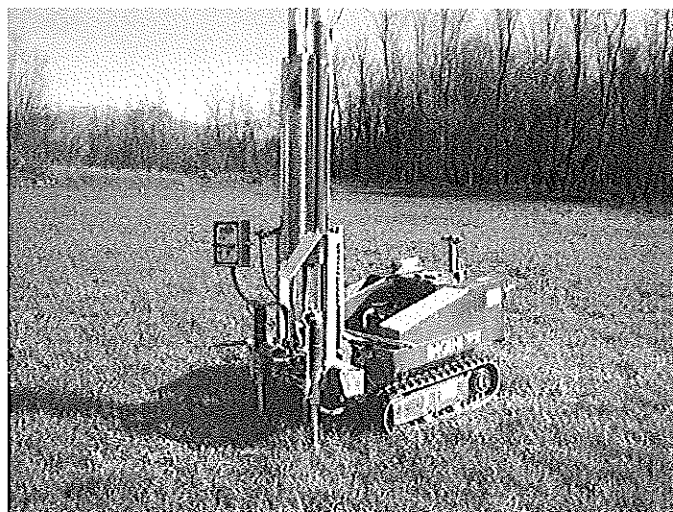


Foto n 3: esecuzione di prova scpt n. 3

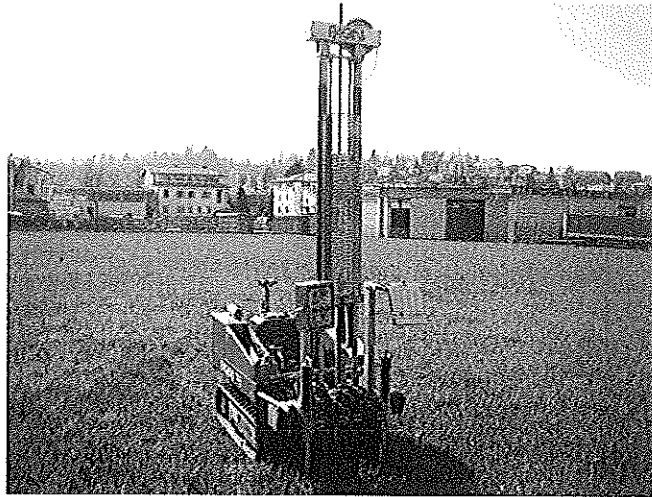


Foto n 4: esecuzione di prova scpt n. 4

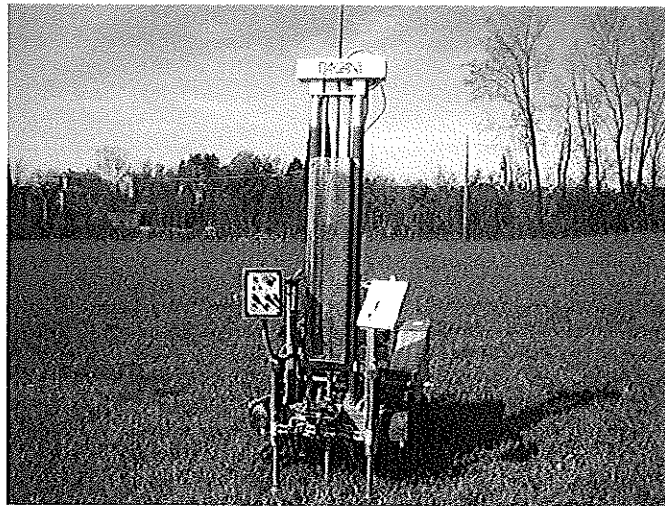


Foto n 5: esecuzione di prova scpt n. 5

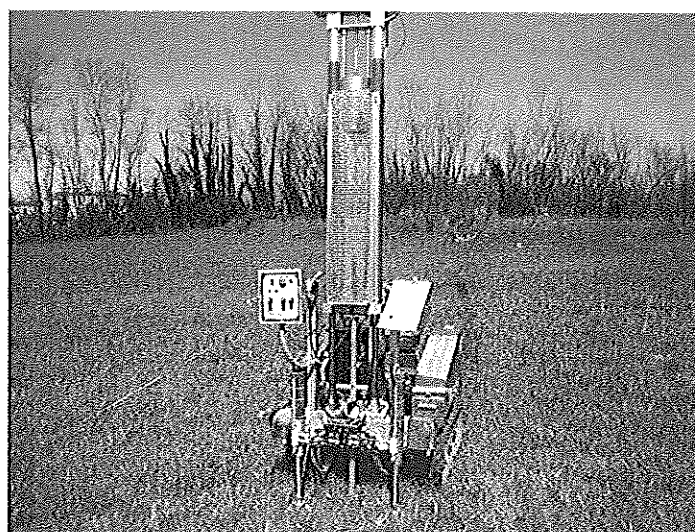


Foto n 6: esecuzione di prova scpt n. 6