

COMUNE DI MALO  
PROVINCIA DI VICENZA  
REGIONE VENETO

**DITTA SCAPIN BRUNO**

**PROGETTO DI AMPLIAMENTO AREA DEPOSITO MEZZI  
BONIFICATI**

**ALLEGATO n. 3 ALLA  
RELAZIONE TECNICO – DESCRITTIVA  
RELAZIONE GEOLOGICA 2008**

*(D.lgs n. 152/2006, D.lgs n. 4/2008, L.R. n.10/1999, D.G.R.V. n.327/2009)*

Ottobre 2018

Il richiedente: **SCAPIN BRUNO**

**SEDE LEGALE:**  
Via Pisa, 24 Malo (VI)

**SEDE OPERATIVA:**  
Via Keplero, 22 Malo (VI)



Elaborato n. 1  
Allegato n.

**3**



Provincia di Vicenza

Comune di Malo

**COSTRUZIONE  
FABBRICATO ARTIGIANALE  
- Via G. Keplero -**

**RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA**

Committente

**SCAPIN BRUNO**

Gennaio 2008

**Bertolin dr. Andrea**

36015 SCHIO (VI) - STRADA POZZATO 46

☎ 0445523486 ☎ 335257574

✉ [bertolingeo@interfree.it](mailto:bertolingeo@interfree.it)

P. IVA 02453360246

**Geologo**



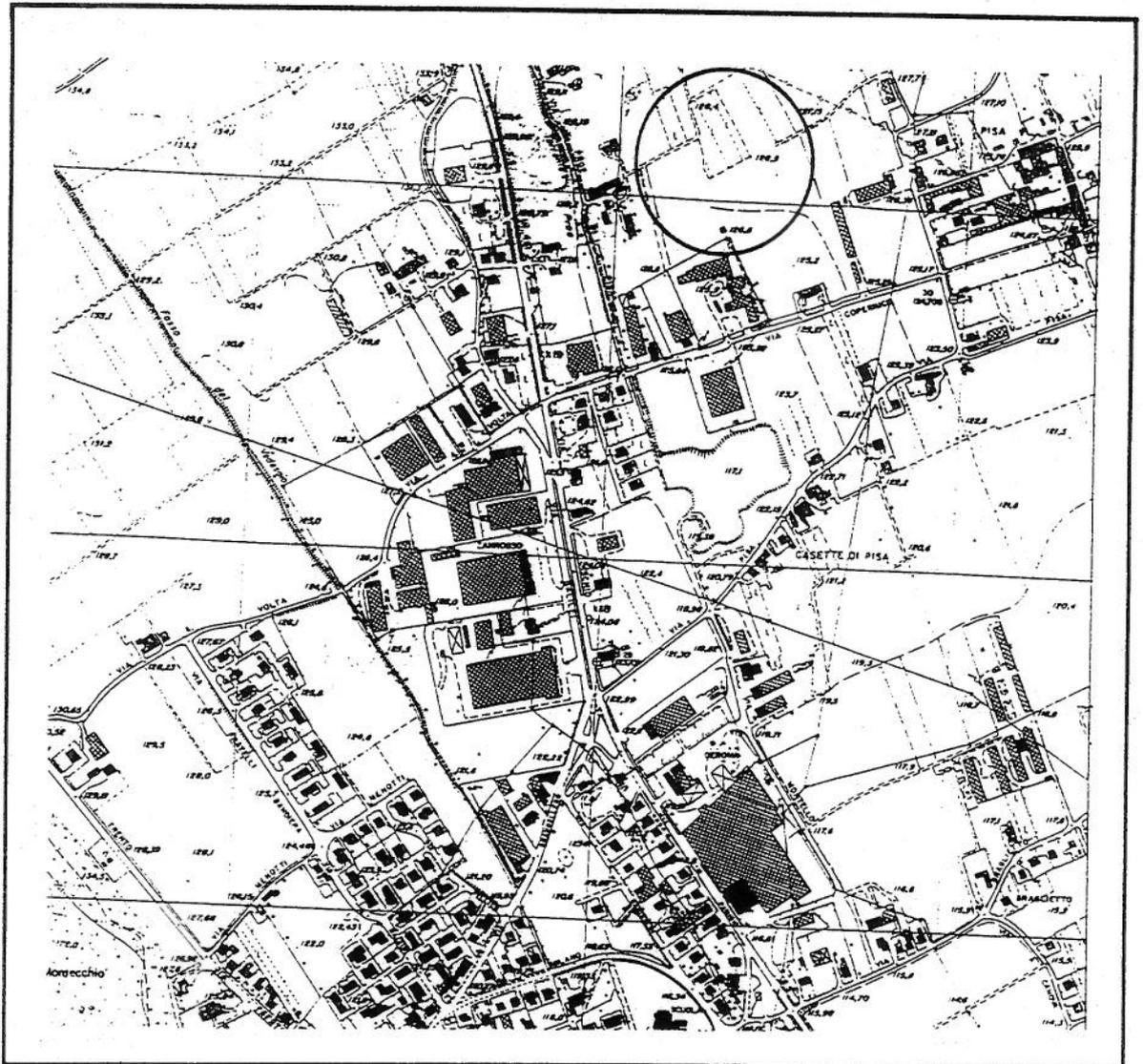
## **PREMESSA**

Per conto del Sig. Scapin Bruno è stata redatta la presente relazione geologico-geotecnica relativa al terreno interessato dalla realizzazione dell'intervento di progetto.

In ottemperanza a quanto disposto dal D.M. 11/03/88 (e da: L.N. 64/74, Circ. Appl. 24.09.1988 n. 30483, Circ. Reg. del Veneto n. 9 del 04.05.2000), nonché dall'ordinanza n. 3274 del P.C.M. del 20.03.2003 "Nuove norme tecniche in zona sismica", l'indagine riporta le caratteristiche geomorfologiche, geologiche ed idrogeologiche dell'area, nonché la successione stratigrafica e le grandezze geotecniche dei terreni che costituiscono il substrato.

Si forniscono indicazioni circa le fondazioni (tipologia e dimensionamento in funzione del piano di posa e dei carichi di progetto), l'esecuzione di scavi ed altre valutazioni di tipo applicativo.





### **COROGRAFIA**

Estratto da C.T.R. alla scala 1:10.000

### **INQUADRAMENTO GENERALE**

**Ubicazione geografica** L'area oggetto dell'intervento si trova a nord-est del centro dell'abitato di Malo nella zona artigianale di via Pisa.

**Individuazione catastale** I mappali di proprietà interessati sono i n. 415 e 436 del Foglio 10° - Comune censuario di Malo.

**Morfologia** E' interessata la parte orientale del territorio comunale che insiste sull'alta pianura vicentina: l'area è pertanto pressoché pianeggiante.

**Geologia** Il substrato è costituito da un potente materasso alluvionale di natura prevalentemente granulare grossolana.

## INDAGINI IN SITO

Per conoscere la natura del sottosuolo interessato dall'intervento di progetto si è ricorso all'esecuzione di indagini in sito di tipo indiretto consistite in un profilo di tomografia elettrica.

### Tomografia elettrica

L'indagine effettuata è consistita in uno stendimento di tomografia elettrica (Electrical Resistivity Tomography – ERT). La resistività elettrica rappresenta una delle proprietà fisiche più utilizzate per l'esplorazione geofisica del sottosuolo, grazie soprattutto all'ampio spettro di valori che essa può assumere al variare della natura dei corpi investigati. Tra i metodi più conosciuti, il metodo geoelettrico è stato sviluppato allo scopo di rilevare la distribuzione della resistività elettrica nel sottosuolo, elettricamente disomogeneo, iniettando una corrente continua mediante due elettrodi conficcati nel terreno, detti convenzionalmente AB, e misurando contemporaneamente la differenza di potenziale (d.d.p.), associata al campo elettrico generato, tra due elettrodi distinti dai primi, detti convenzionalmente MN (fig. 1).

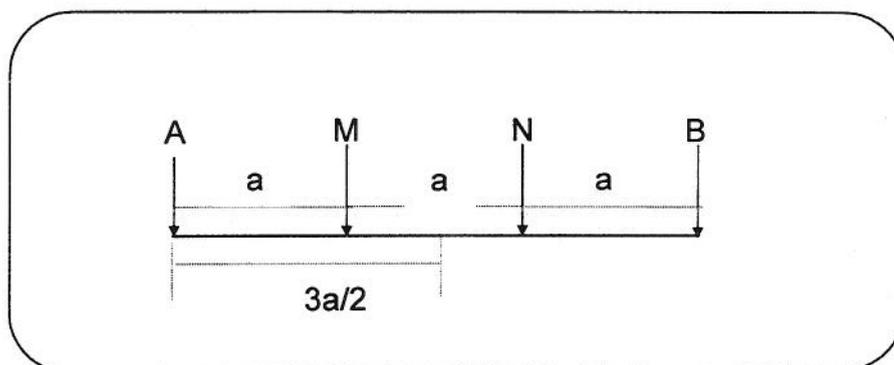


Fig. 1: schematizzazione del dispositivo quadripolare tipo WENNER utilizzato per l'acquisizione dei dati di resistività elettrica. AB: elettrodi di corrente; MN: elettrodi di potenziale.

Variando la distanza tra gli elettrodi A e B, o tra M e N, o tra AB e MN, e misurando ogni volta la corrente immessa agli AB e la differenza di potenziale risultante agli MN, si ottiene la resistività detta apparente (in  $\Omega\text{m}$ ), secondo la nota formula:

$$\rho_a = k \frac{\Delta V}{I} \text{ dove } k = \pi \frac{AM * AN}{MN}$$

in cui k è la costante geometrica del dispositivo quadripolare e dipende soltanto dalle distanze interelettrodiche. La resistività apparente varia in funzione della posizione reciproca degli elettrodi A, B, M e N, (quadripolo elettrico) poiché di volta in volta parti diverse del terreno vengono investigate dal passaggio della corrente e dalla misura della risposta in termini di d.d.p. Per la loro maggiore convenienza in termini di tempi di

esecuzione delle misure, la pratica geofisica ha privilegiato alcune combinazioni dei 4 elettrodi A, B, M e N, come ad esempio quella di fig. 2, detta quadripolo "Wenner", dove gli elettrodi sono equidistanziati e sullo stesso asse.

A distanza interelettrodica costante corrisponde una profondità di investigazione all'interno del corpo all'incirca costante, mentre per ottenere un'informazione anche secondo la profondità occorre allargare progressivamente il passo del quadripolo.

La tomografia elettrica rappresenta la tecnica di indagine geoelettrica che permette di acquisire informazioni in simultanea dipendenza della profondità e della distanza orizzontale interelettrodica, e che quindi consente di ottenere informazioni reali sui valori di resistività sia in senso verticale che laterale (lungo cioè una sezione bidimensionale).

Questa metodologia di misura, che nella pratica geofisica costituisce l'evoluzione attuale della nota prospezione geoelettrica, è stata messa a punto alcuni anni fa, sfruttando i progressi dell'elettronica, sia per un'acquisizione automatica sul campo che per un'interpretazione dei dati in termini bi- e tri-dimensionali.

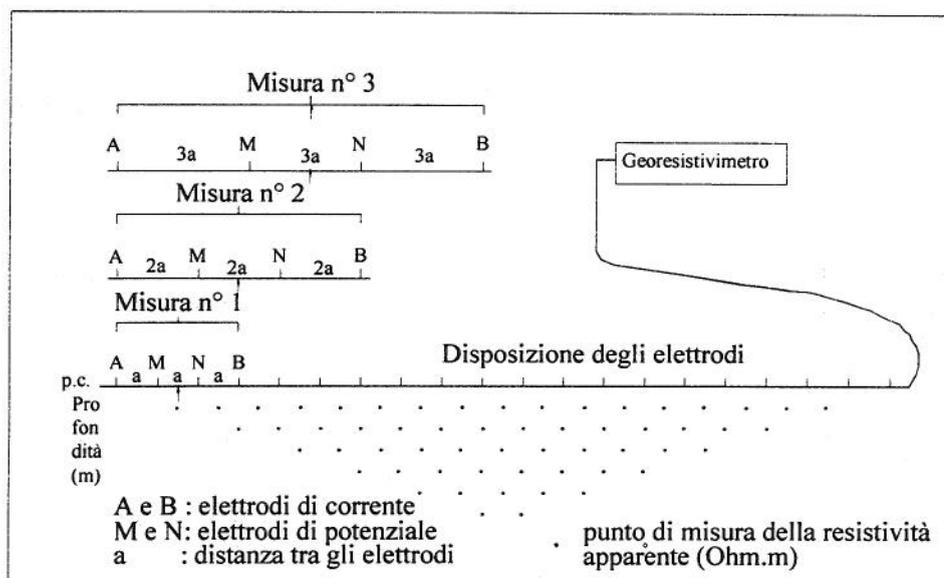


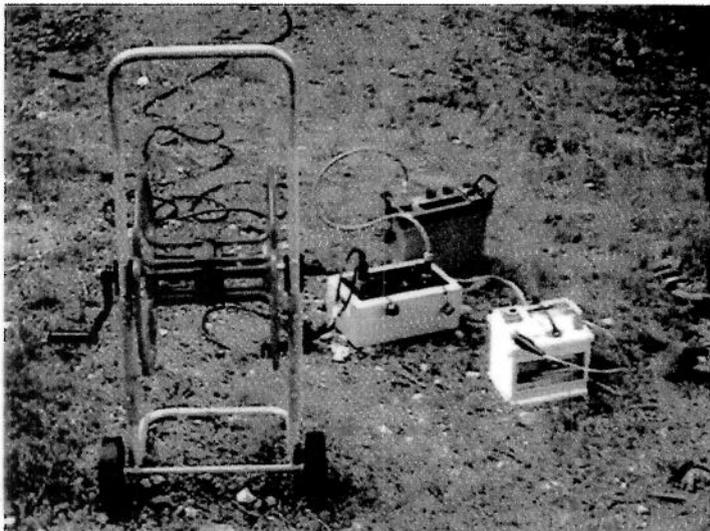
Fig. 2: sistema di acquisizione "tomografica" dei dati utilizzando il dispositivo Wenner.

Tale tecnica permette di disporre sul terreno da investigare un numero elevato di elettrodi (32, 64 o più), con distanza reciproca dipendente dalla risoluzione e dalla profondità d'indagine richieste; attraverso gli elettrodi viene alternativamente inviata corrente o misurata la differenza di potenziale, in una sequenza pre-programmata. Si ottiene così l'andamento sia verticale che laterale della resistività apparente, che è usato per rappresentare in forma di pseudosezione, ossia come tabella di valori organizzati in un piano di riferimento dove sull'asse orizzontale si riporta un valore corrispondente alla distanza sul terreno tra gli elettrodi più esterni, e sull'asse verticale un'ordinata ricavata

dalla complessiva larghezza del quadripolo (elettrodi di corrente + elettrodi di potenziale). Ad esempio, nel caso del dispositivo Wenner tale parametro è solitamente la semidistanza AB (fig. 3). Il risultato è quindi una figura bidimensionale nella quale tutti i punti di eguale resistività apparente vengono collegati da una curva detta iso-resistiva. Questo quadro deve essere quindi opportunamente "interpretato" in modo da poter desumere dalle resistività apparenti i valori della resistività reale e la geometria della sua distribuzione.

#### Strumentazione impiegata e geometria dello stendimento

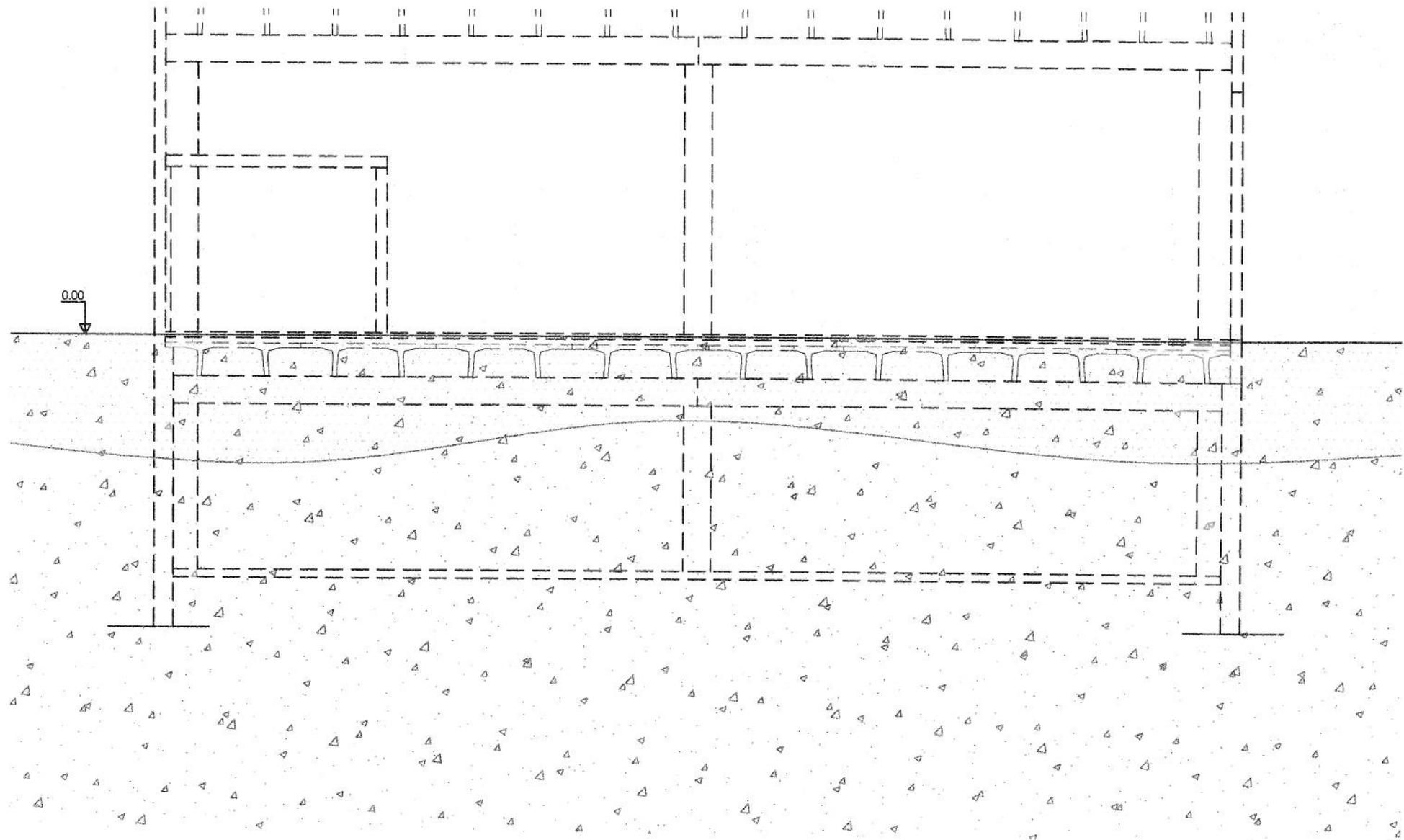
Lo stendimento è stato eseguito secondo quanto indicato nella tavola di seguito allegata "ubicazione prove in sito". L'orientamento è indicativamente N-S, ha una lunghezza di 48 m. E' stato utilizzato un interasse tra ciascun elettrodo di 3 m; la massima profondità di indagine raggiunta è di 9 m; la stazione di misura è stata posta nell'estremo posto a sud (nel punto indicato con il pallino).



Per le indagini è stato utilizzato un georesistivimetro mod. ABEM Terrameter SAS 1000 (la strumentazione riportata a fianco – foto da archivio) con compensazione automatica dei potenziali spontanei. Il trasmettitore di corrente opera con correnti da 0.2 a 1000 mA, con un voltaggio massimo di 400 V ed un impulso  $t$  di corrente

variabile da 0.1 a 4 sec. Il ricevitore, monocanale, ha un'impedenza min. di 10 M $\Omega$ , e acquisisce con un *range* massimo di  $\pm 400V$ . La precisione di  $\Delta V/I$  risulta superiore allo 0.5%. I dati sono stati elaborati e interpretati in termini di profilo di resistività mediante il software SensInv2D prodotto dalla *Geotomographie*.

Nel grafico di seguito riportato è riprodotta la pseudo-sezione ottenuta, ossia il modello di resistività reale del terreno ricavato dall'inversione dei dati di campagna. Sull'asse delle ascisse sono riportate le distanze fra gli elettrodi in metri, su quello delle ordinate la profondità, sempre in metri, all'interno si può osservare la distribuzione della resistività, l'unità di misura è l'Ohm/m.



**LEGENDA**

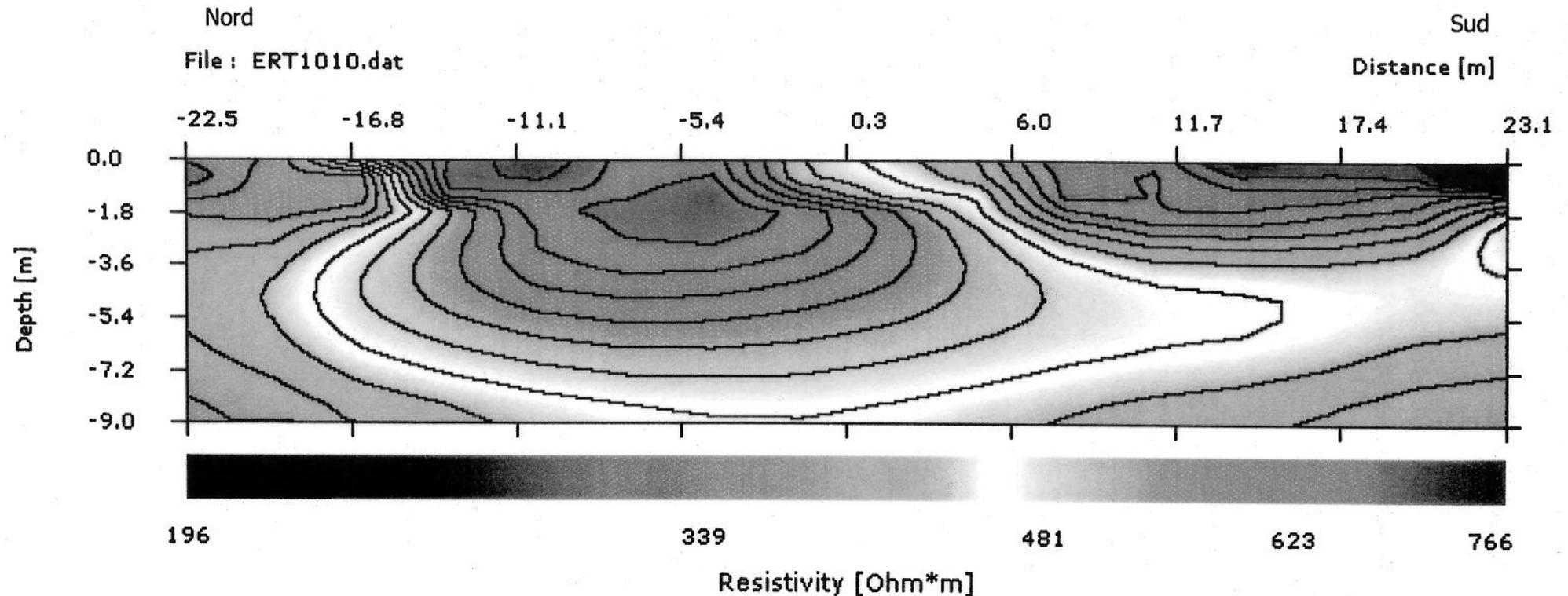


**A. terreni granulari grossolani moderatamente addensati di natura ghiaiosa con abbondanti ciottoli ed una matrice eterogenea di natura sabbioso-argillosa**



**B. terreni granulari grossolani addensati di natura ghiaiosa con abbondanti ciottoli ed una matrice prevalentemente sabbiosa**

## TOMOGRAFIA ELETTRICA ERT 1



I valori di resistività sono compresi fra poco più di 190 e quasi 800 Ohm/m. Il profilo è caratterizzato dalla presenza di un nucleo centrale che si spinge fino ad una profondità massima di 6 m, con resistività comprese fra 600 e 760 Ohm/m. Nel resto del profilo i valori sono compresi fra 190 e 600 Ohm/m.

Considerando la distribuzione ed i valori medio-alti di resistività del profilo, si può affermare che il sottosuolo in esame è costituito da depositi alluvionali, in prevalenza di natura granulare grossolana.

## **ASSETTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO**

### **Stratigrafia e Caratteristiche geotecniche**

Dall'interpretazione dei dati ricavati dalla tomografia elettrica, unitamente a quanto osservato di recente in vicini cantieri ed in scavi svolti nel lotto (spinti fino ad una profondità di 4 m circa), risulta che il sottosuolo è costituito dai tipici terreni granulari grossolani dell'alta pianura vicentina: si tratta di ghiaie, con abbondanti ciottoli, caratterizzate anche dalla presenza di una matrice intergranulare mista sabbiosa e limoso-argillosa che si spinge fino a non più di -2.0 m da piano campagna (si veda la sezione interpretativa di pagina seguente).

Le caratteristiche geotecniche dei terreni sopra descritti sono le seguenti:

#### ***A. terreni granulari grossolani moderatamente addensati di natura ghiaiosa caratterizzati dalla presenza di una matrice mista sabbiosa e limoso-argillosa***

- Distribuzione: da p.c. fino a massimo -2.0 m
- $\gamma \approx 1.8 \text{ t/m}^3$
- $\Phi \approx 35^\circ \div 36^\circ$
- densità relativa  $\approx 0.6$
- $c_u \approx 0.6 \div 0.8 \text{ kg/cm}^2$
- K (coeff. di Winkler)  $\approx 5 \div 6 \text{ kg/cm}^3$
- permeabilità: medio-bassa ( $10^{-5} \leq k \leq 10^{-6} \text{ m/s}$ )

#### ***B. terreni granulari grossolani addensati di natura ghiaiosa, caratterizzati dalla presenza di abbondanti ciottoli e da una matrice interstiziale prevalentemente sabbiosa***

- Distribuzione: oltre -2.0 m da p.c.
- $\gamma \approx 2.0 \text{ t/m}^3$
- $\Phi \approx 39^\circ \div 40^\circ$
- densità relativa  $\approx 0.7 \div 0.8$
- K (coeff. di Winkler)  $\approx 8 \div 10 \text{ kg/cm}^3$
- permeabilità: elevata ( $k \geq 10^{-3} \text{ m/s}$ )

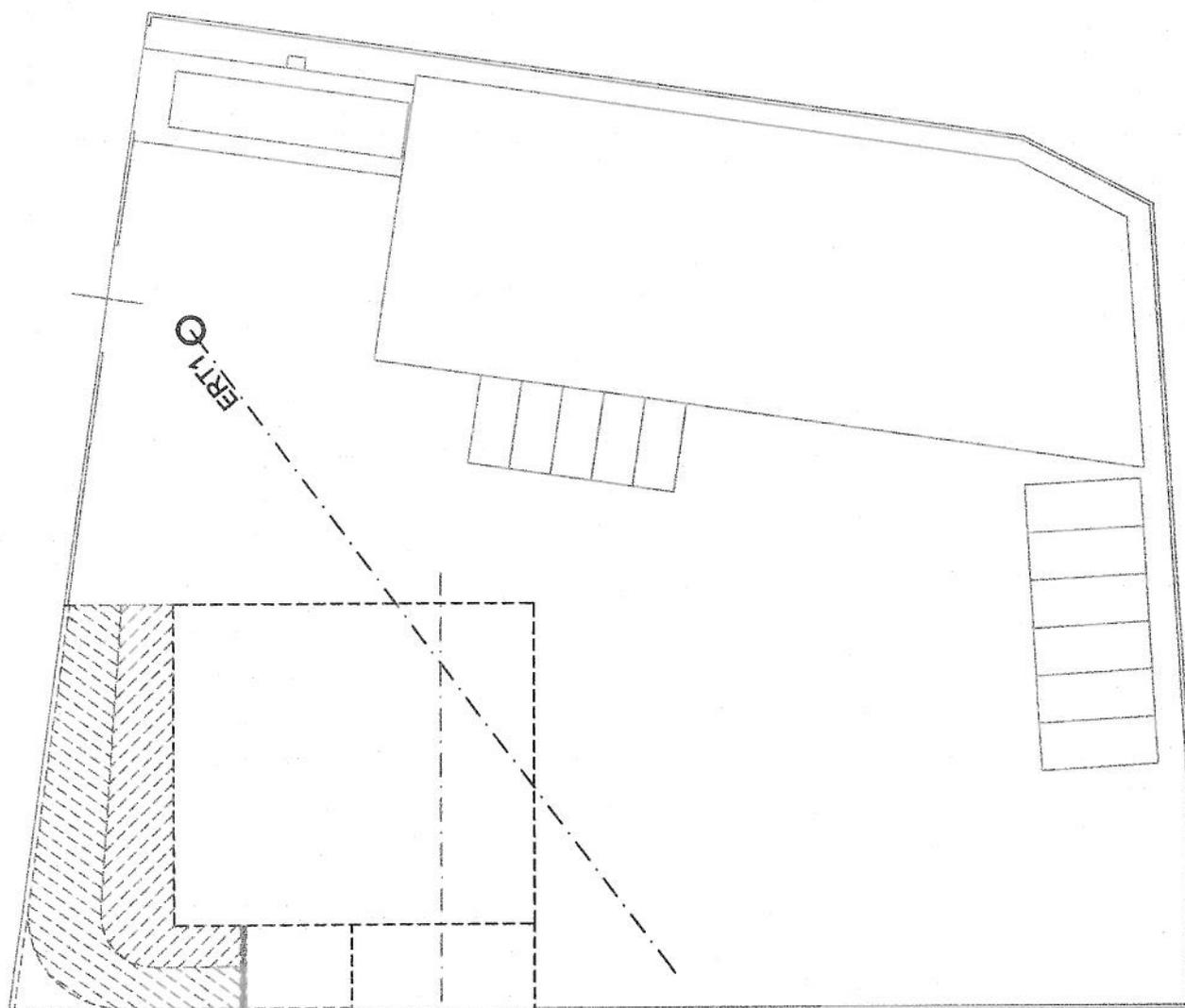
Ai fini edificatori i terreni che costituiscono il substrato si possono ritenere dotati di caratteristiche geotecniche da buone - tipo A - ad ottime - tipo B.

### **Acque superficiali e sotterranee**

Durante lo svolgimento delle prove in sito non è stata riscontrata la presenza di acque sotterranee. La falda freatica satura il materasso alluvionale a parecchie decine di metri (circa 30) da piano campagna.

Il lotto non è lambito né attraversato da corsi d'acqua.

UBICAZIONE  
Scala 1:200



Sezione interpretativa

LEGENDA



Stendimento di tomografia elettrica



### **Nuove Norme Tecniche in Zona Sismica**

La nuova classificazione sismica nazionale (ordinanza n. 3274 del P.C.M. del 20.03.2003) suddivide il territorio nazionale in 4 zone, il Comune di Malo ricade in zona 3.

Il valore di  $a_g$  (accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A (roccia) per un sisma che ha la probabilità del 10% di avvenire in 50 anni (ossia con un tempo di ritorno di 475 anni) è di 0.15 g.

Sulla base delle indagini sopra descritte, e dalla consultazione di bibliografia tematica, si può affermare che il substrato dell'area oggetto dell'intervento è di tipo 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 fra 360m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica  $N_{SPT} > 50$ , o coesione non drenata  $> 250$  kPa).*

Il fattore del sito  $S$  dovuto all'assetto geologico locale che amplifica l'intera forma spettrale standard è pari a 1.25.

Dati riassuntivi:

- Zona sismica n. 3
- $a_g = 0.15 g$
- il substrato è costituito da terreni tipo B
- $S$  (fattore amplificazione del sito) = 1.25

## VALUTAZIONI GEOLOGICO-APPLICATE

### Descrizione sommaria dell'intervento

Il progetto propone la realizzazione di un capannone in c.a. precompresso con una pianta di circa 360 m<sup>2</sup>, composto da due piani fuori terra ed uno interrato (si vedano gli elaborati di progetto).

### Fondazioni e Cedimenti

Tenuto conto delle caratteristiche geotecniche del substrato, della successione stratigrafica dei terreni, nonché della natura dell'immobile di progetto, si potranno adottare normali fondazioni di tipo superficiale.

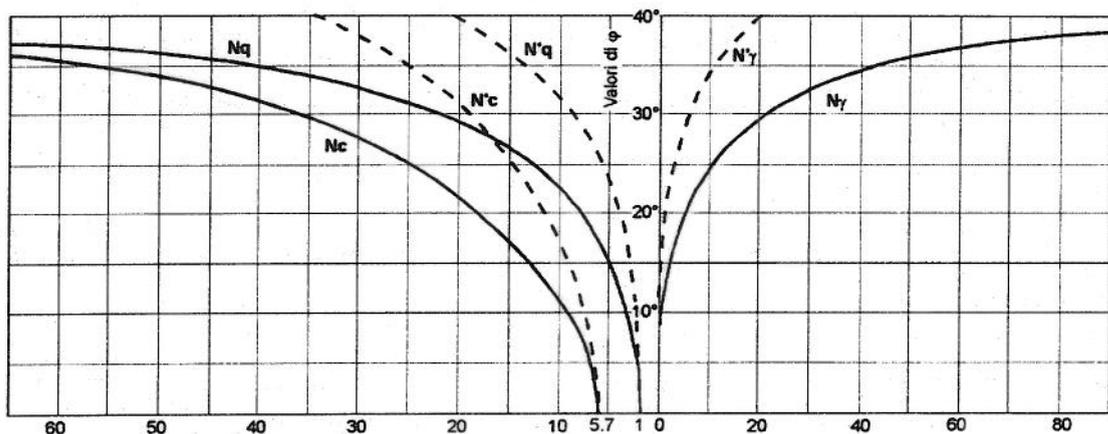
Per il dimensionamento di quest'ultime è stata utilizzata la formula di Terzaghi per fondazioni superficiali:

$$q_d \text{ (carico limite)} = (1 + 0.2B/L) c N_c + \gamma D N_q + (1-0.2B/L) \gamma B N_\gamma$$

dove:

- c = coesione
- B = larghezza fondazione
- D = profondità fondazione
- $\gamma$  = peso di volume
- $N_c$   $N_q$   $N_\gamma$  coefficienti adimensionali funzione di  $\Phi$  (angolo d'attrito) ricavati dal grafico sotto riportato.

Il carico ammissibile unitario si ottiene dividendo il carico limite per 3 (coefficiente di sicurezza).



Parametri  $N_q$ ,  $N_c$  e  $N_\gamma$  di Terzaghi

Le fondazioni dell'immobile di progetto interesseranno i terreni tipo *B*. Inserendo nella formula sopra riportata le caratteristiche geotecniche di quest'ultimi, si ottiene un carico ammissibile pari ad almeno 3.5 kg/cm<sup>2</sup>, con piano di posa alla quota di progetto.

Adottando i carichi sopra indicati, le fondazioni non potranno che essere soggette a cedimenti di entità trascurabile e, comunque, non di tipo differenziale: il piano di posa è comunque costituito da terreni granulari omogenei, dotati di buone caratteristiche geotecniche.

### **Scavi**

Secondo la teoria di Rankine<sup>1</sup> della spinta attiva delle terre contro muri di contenimento, la pressione totale su di un muro di altezza H si annulla quando è soddisfatta la seguente equazione:

$$H = H_c = 4 c/\gamma N_\phi^{1/2}$$

che per terreni coesivi (dove  $\Phi=0$  e quindi  $N_\phi=1$ ) diventa:

$$H_c = 4 c/\gamma$$

Pertanto, se l'altezza dello sbancamento verticale è minore di  $H_c$ , la sollecitazione normale sulla superficie verticale di un terreno privo di supporto è nulla. Per tale ragione la profondità maggiore cui è possibile scavare senza supporto laterale è leggermente minore di  $H_c$ .

I valori di  $H_c$  per terreni argillosi sono funzione della coesione e del peso di volume. Per terreni molli non si possono superare valori di 2.5 m di altezza, per terreni da poco a moderatamente consistenti si passa da 2 a 5 m, per terreni consistenti si possono raggiungere anche i 5÷10 m; per quest'ultimi, però, essendo presente una certa fessurazione, l'altezza critica  $H_c$ , si riduce a 3 m. Per quanto riguarda i terreni sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi caratterizzati dalla presenza di una matrice fine coesiva,  $H_c$  è generalmente compreso fra 3 e 4.5 m, ma può essere anche molto maggiore.

In realtà quando le pareti verticali di una trincea sono completamente prive di sostegno, è probabile che alcune ore, o alcuni giorni dopo lo scavo, appaiono sulla superficie del terreno circostante delle fessurazioni. Questo fenomeno riduce notevolmente l'altezza critica e può essere in parte superato conferendo alla scarpata un angolo dalla verticale, che può oscillare fra 15° e 25°, a seconda dei terreni presenti e dell'altezza dello scavo.

Per quanto riguarda i lavori di esecuzione dell'immobile di progetto, sarà necessario eseguire scavi con altezze che non superano i 5 m; saranno interessati entrambe i terreni. I fronti si manterranno stabili senza predisporre opere di sostegno provvisori: sarà sufficiente conferire loro una inclinazione pari a 25° dalla verticale. Le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti permettono di assumere delle  $H_c$  di questa altezza, su sbancamenti con le dimensioni in esame.

---

<sup>1</sup> Le valutazioni che seguono sono tratte dal testo Geotecnica – Terzaghi Peck.

**Infiltrazione acque meteoriche**

I terreni ghiaiosi tipo *B* sono dotati di una permeabilità sufficientemente elevata, tale da garantire l'infiltrazione delle acque meteoriche attraverso pozzi disperdenti.

Schio, li 29 gennaio 2008

Bertolin Andrea - *geologo*

A circular professional stamp of the geologist Andrea Bertolin. The stamp contains the text: "ORDINE DEI GEOLOGI", "D. Geol.", "ANDREA BERTOLIN", "N° 415", and "REGIONE DEL VENETO". The stamp is partially obscured by a handwritten signature and a vertical line.