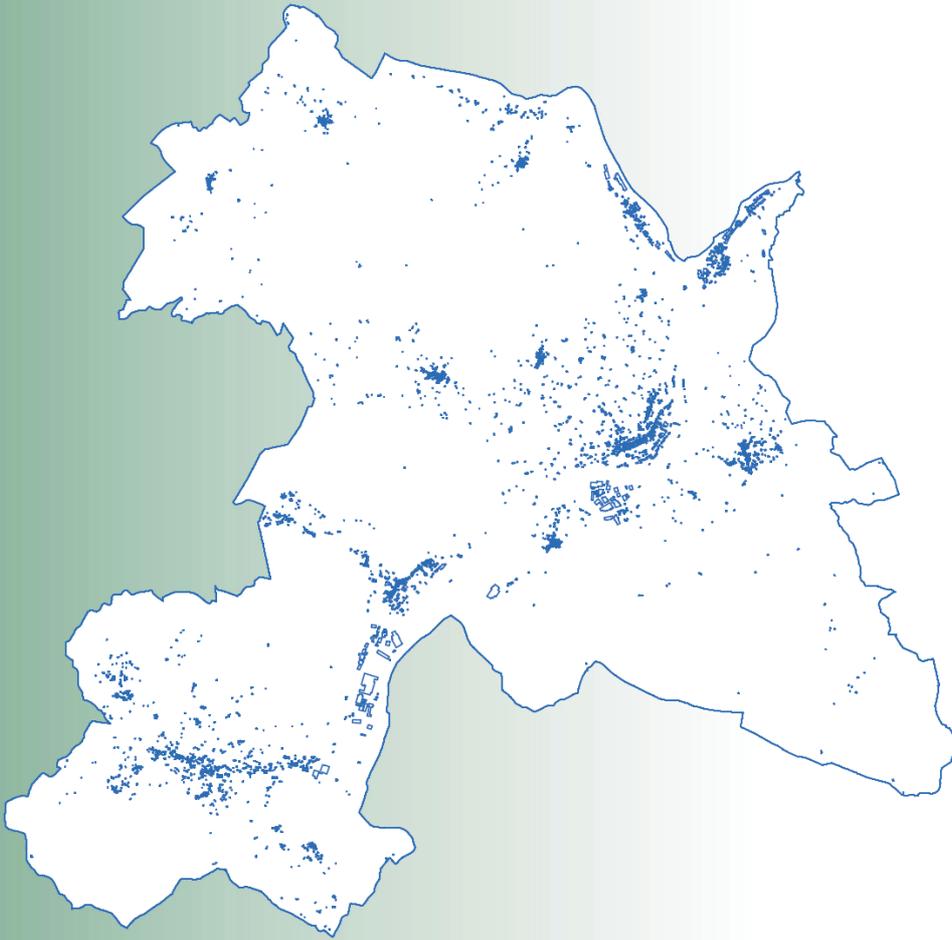




**Comune di  
Borgo a Mozzano**

Provincia di Lucca



*Sindaco:*

**Patrizio Andreuccetti**

*Responsabile del procedimento:*

**Geom. Alessandro Brunini**

*Garante della comunicazione:*

**Geom. Massimo Vergamini**

*Redazione Variante a cura di:*

**Dott. Ing. Angela Piano**

*Gruppo di lavoro:*

**Dott. Ing. Paolo Amadio**

**Arch. Giuseppe Lazzari**

*Consulenza geologica:*

**Dott. Geol. Florindo Granucci**

# **Variante al Regolamento Urbanistico** **Allegato 1 Indagini geognostiche**



dott. geol. Florindo Granucci

- Geologia  
- Idrogeologia  
- Geologia ambientale

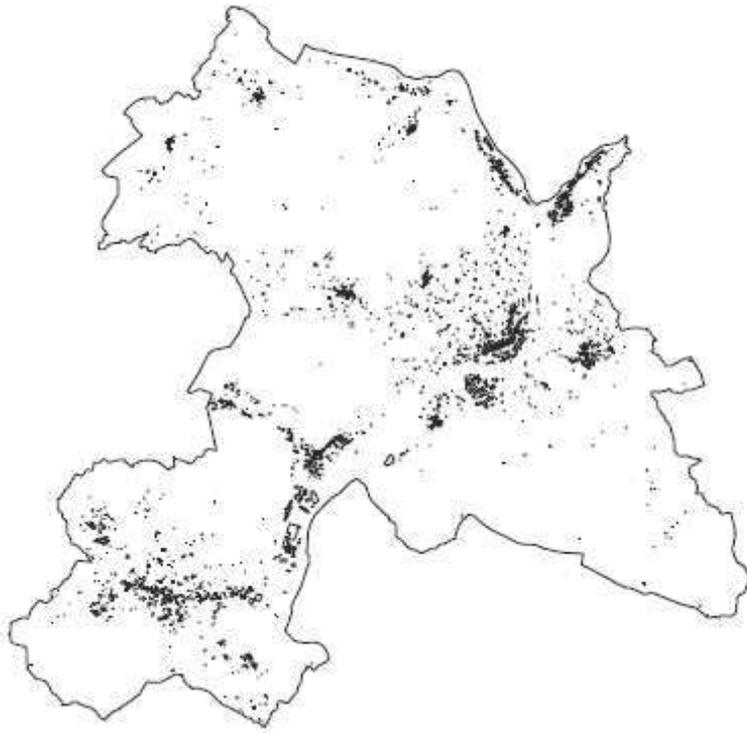
Corso Nazionale, 53

55025 Calavorno - Lucca

tel. 0583/739407

**COMUNE DI BORGO A MOZZANO**  
**Provincia di Lucca**

**VARIANTE AL RU**  
**INDAGINI GEOGNOSTICHE**



*Committente: Comune Borgo a Mozzano*

Febbraio 2018

Dott. Geol. Florindo Granucci

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>GIOVIANO – ER1-1</b> .....	<b>3</b>
2.1	<u>INDAGINE DI TERRENO</u> .....	3
2.2	<u>STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE LITOTECNICHE DEI TERRENI</u> .....	3
2.2.1	<i>Prova penetrometrica</i> .....	4
<b>3</b>	<b>ONETA – ER2-1</b> .....	<b>6</b>
3.1	<u>INDAGINE DI TERRENO</u> .....	6
3.2	<u>STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE LITOTECNICHE DEI TERRENI</u> .....	6
3.2.1	<i>Prova penetrometrica</i> .....	6
<b>4</b>	<b>ROCCA – ER2-1</b> .....	<b>10</b>
4.1	<u>INDAGINE DI TERRENO</u> .....	10
4.2	<u>STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE LITOTECNICHE DEI TERRENI</u> .....	10
4.2.1	<i>Prova penetrometrica</i> .....	10
<b>5</b>	<b>ALLEGATI</b> .....	<b>14</b>

I diritti del presente lavoro sono riservati, qualsiasi riproduzione, anche parziale, se non espressamente autorizzata, sarà perseguita a norma di legge

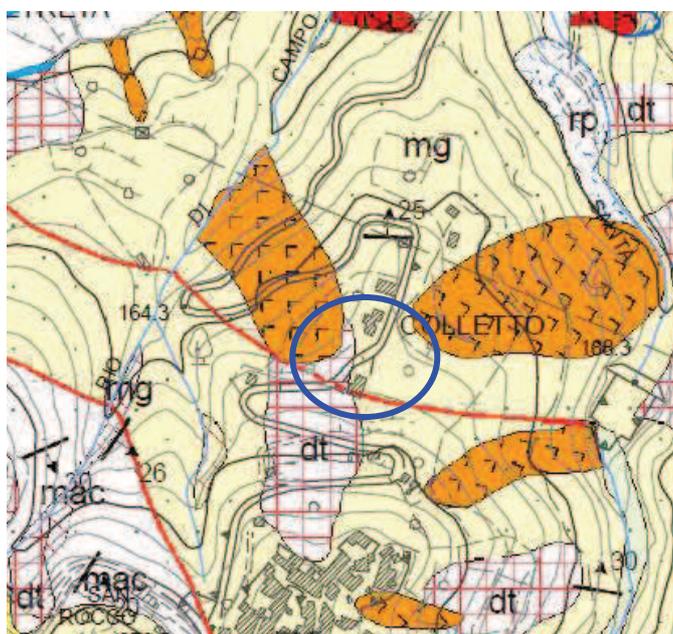
## 1 PREMESSA

Nell'ambito della Variante al RU del Comune di Borgo a Mozzano sono state eseguite delle indagini di approfondimento su alcune aree di interesse con lo scopo di valutare l'assetto geomorfologico e di fornire indicazioni su possibili interventi di miglioramento e bonifica dei terreni presenti.

Le aree prese in considerazione sono state la ER1-1 di Gioviano, la ER2-2 di Rocca e la ER2-1 di Oneta; tutte queste aree rientravano nella perimetrazione del detrito acclive e/o delle frane quiescenti del PAI e sono stati eseguiti approfondimenti volti a determinare lo spessore del detrito e le sue caratteristiche per poter fornire indicazioni circostanziate sugli interventi.

## 2 GIOVIANO – ER1-1

Si riporta di seguito lo stralcio della cartografia PAI (tav. 250150)



### 2.1 Indagine di terreno

L'indagine di terreno ha previsto un rilevamento di dettaglio dell'area di interesse, mentre per la definizione delle caratteristiche meccaniche dei terreni affioranti e della loro distribuzione verticale sono state eseguite:

- a) una prova penetrometriche dinamica pesante (DPSH)
- b) una prospezione sismica con metodo MASW per la definizione della categoria di suolo

### 2.2 Stratigrafia e caratteristiche litotecniche dei terreni

Il rilevamento di dettaglio ha messo in luce la presenza di sabbie e sabbie limose, di colore marrone ocraceo con ciottoli sparsi, che mantengono angoli di scarpata piuttosto sul lungo periodo.

### 2.2.1 Prova penetrometrica

Al fine di caratterizzare meccanicamente i litotipi affioranti, è stata eseguita n°1 prova penetrometrica; per l'indagine geognostica è stato impiegato un penetrometro statico - dinamico tipo Pagani TG63-200; per maggiori dettagli sul penetrometro si rimanda all'apposito allegato.

La prova è stata eseguita in modalità dinamica considerata la presenza fin dalla superficie di materiali grossolani.

L'indagine è stata effettuata nella piana posta subito a valle della viabilità comunale, all'incirca nella parte mediana del sito.

La prova ha raggiunto la seguente profondità:

Prova	Profondità (m)
P1	9.60

I parametri meccanici sono stati dedotti in base ai caratteri rilevati nelle prove e osservati e per altro ben noti in letteratura a cui si fa riferimento secondo quanto previsto all'art. 7 del *DPGR 9.07.2009 n° 36/R*.

La natura dei terreni della zona di interesse è stata quindi ricostruita sia in base a quanto osservato negli affioramenti che a quanto riportato in letteratura; secondo i dati raccolti e quelli desunti dalla prova si è ricostruita la stratigrafia riportata di seguito.

La prova penetrometrica ha fornito la seguente stratigrafia e parametri meccanici dei terreni identificati con **Rpd** = resistenza alla punta,  $\varphi$  = angolo di attrito interno, **cu** = coesione non drenata, **Dr** = densità relativa,  $\gamma_{\text{sat}}$  = peso di volume saturo, **mv** = coefficiente di compressibilità volumetrica.

<i>Prova P1 DPSH</i>	
da 0.00 m a 5.80 m	<p><i>Sabbie limose con ciottoli sparsi</i> Livello abbastanza resistente, piuttosto uniforme con piccoli picchi che indicano ciottoli di dimensioni medio piccole; caratterizzato da un numero medio di colpi <b>N</b> pari a <b>4.0</b> (<math>N_{\text{SPT}} = 6</math>) con un valore medio di <b>Rpd</b> di <b>24.6 kg cm<sup>-2</sup></b>. I valori derivati attribuiti sono i seguenti:</p> <p>angolo di attrito <math>(\varphi) = 28.4^\circ</math>            coesione non drenata per frazione coesiva <math>(\text{cu}) = 0.38 \text{ kg cm}^{-2}</math>            densità relativa <b>Dr = 0.22</b>            peso di volume <math>(\gamma_{\text{sat}}) = 1.89 \text{ t m}^{-3}</math>            coefficiente compressibilità volumetrica <math>(\text{mv}) \cong 0.021 \text{ cm}^2 \text{ kg}^{-1}</math></p>
da 5.80 m a 8.00 m	<p><i>Sabbie limose con ciottoli</i> Livello con apprezzabile aumento della resistenza per maggiore addensamento e/o aumento della frazione litica. Caratterizzato da un numero medio di colpi <b>N</b> pari a <b>9.6</b> (<math>N_{\text{SPT}} = 15</math>) con valore medio di <b>Rpd</b> di <b>47.1 kg cm<sup>-2</sup></b>. I valori derivati attribuiti sono i seguenti:</p> <p>angolo di attrito <math>(\varphi) = 31.5^\circ</math>            coesione non drenata per frazione coesiva <math>(\text{cu}) = 0.94 \text{ kg cm}^{-2}</math>            densità relativa <b>Dr = 0.43</b>            peso di volume <math>(\gamma_{\text{sat}}) = 1.96 \text{ t m}^{-3}</math>            coefficiente compressibilità volumetrica <math>(\text{mv}) \cong 0.010 \text{ cm}^2 \text{ kg}^{-1}</math></p>

da 8.00 m a 9.40 m	<p><i>Sabbie limose con ciottoli molto addensate</i>  Livello con ulteriore aumento della resistenza, materiale molto addensato e/o ricco in litici. Caratterizzato da un numero medio di colpi <b>N</b> pari a <b>27.3</b> (<math>N_{SPT} = 41</math>) con valore medio di <b>Rpd</b> di <b>121.9 kg cm<sup>-2</sup></b>. I valori derivati attribuiti sono i seguenti:</p> <p>angolo di attrito <math>(\phi) = 38.8^\circ</math>  coesione non drenata per frazione coesiva <math>(cu) = 2.56 \text{ kg cm}^{-2}</math>  densità relativa <b>Dr = 0.76</b>  peso di volume <math>(\gamma_{sat}) = 2.10 \text{ t m}^{-3}</math>  coefficiente compressibilità volumetrica <math>(mv) \cong 0.004 \text{ cm}^2 \text{ kg}^{-1}</math></p>
da 9.40 m a 9.60 m	<p><i>Sabbie limose con ciottoli molto addensate</i>  Livello molto resistente alla base del quale si è raggiunto il rifiuto strumentale. Caratterizzato da un numero medio di colpi <b>N</b> pari a <b>51.0</b> (<math>N_{SPT} = 78</math>) con valore medio di <b>Rpd</b> di <b>222.2 kg cm<sup>-2</sup></b>. I valori derivati attribuiti sono i seguenti:</p> <p>angolo di attrito <math>(\phi) = 44.4^\circ</math>  coesione non drenata per frazione coesiva <math>(cu) = 4.88 \text{ kg cm}^{-2}</math>  densità relativa <b>Dr = 0.96</b>  peso di volume <math>(\gamma_{sat}) = 2.21 \text{ t m}^{-3}</math>  coefficiente compressibilità volumetrica <math>(mv) \cong 0.003 \text{ cm}^2 \text{ kg}^{-1}</math></p>

## DPSH1

n	Profondità (m)	N			N <sub>SPT</sub>	Rd (kg cm <sup>-2</sup> )			cu (kg cm <sup>-2</sup> )			φ (°)			Dr	mv (cm <sup>2</sup> kg <sup>-1</sup> )	γ (t m <sup>-3</sup> )
		min	max	media		min	max	media	min	max	media	min	max	media			
1	0.00 – 5.80	2	6	4.0	6	15	36	24.6	0.19	0.56	0.38	27.2	29.6	28.4	0.22	0.021	1.89
2	5.80 – 8.00	6	14	9.6	15	30	71	47.1	0.56	1.31	0.94	29.6	33.3	31.5	0.43	0.010	1.96
3	8.00 – 9.40	19	40	27.3	41	83	174	121.9	1.81	3.81	2.56	35.7	42.7	38.8	0.76	0.004	2.10
4	9.40 – 9.60	51	51	51.0	78	222	222	222.2	4.88	4.88	4.88	44.4	44.4	44.4	0.96	0.003	2.21

I dati e i grafici relativi alle prove eseguite sono riportati in allegato.

La prova ha messo in luce uno spessore piuttosto consistente di detrito con la resistenza che aumenta con la profondità; il tratto compreso fra la superficie e 5.80 m da p.c. appare piuttosto uniforme e con una resistenza medio bassa, con l'andamento della prova che suggerisce una granulometria a dominante granulare fine con piccoli ciottoli sparsi.

La resistenza aumenta poi nel tratto compreso fra 5.80 e 8.00 m dal p.c. per maggiore addensamento e/o aumento della frazione litica e aumenta ulteriormente nel tratto successivo fino a 9.40 m da p.c. dove presumibilmente attraversa la roccia alterata e decompressa, dopo di che si ha il rifiuto strumentale.

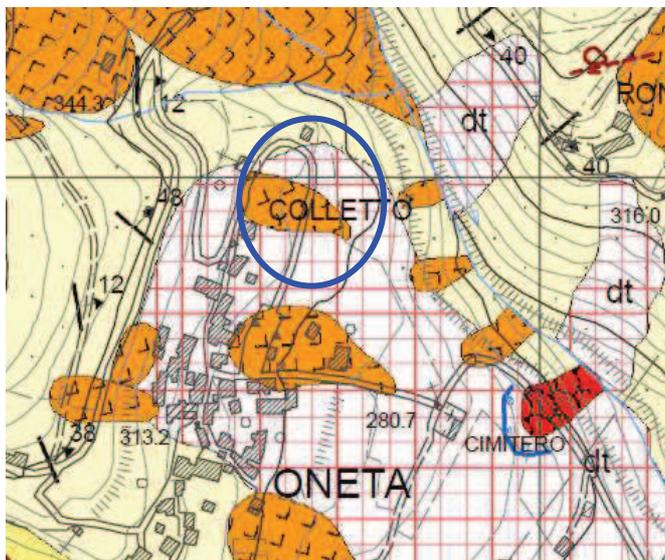
La falda è stata rilevata nel perforo ad una profondità di 5.50 m da p.c.

Si fa presente che i valori derivati dai risultati delle prove si basano su correlazioni empiriche e semiempiriche proposte da vari Autori, che comunque, sulla base delle esperienze fatte, consentono una sufficiente e cautelativa approssimazione.

In aggiunta si sottolinea che i valori dei livelli dove la prova è arrivata al rifiuto strumentale, sono solo indicativi del breve tratto che sono riusciti ad attraversare e non sono quindi attendibili per la caratterizzazione del substrato.

### 3 ONETA – ER2-1

Si riporta di seguito lo stralcio della cartografia PAI (tav. 261030)



#### 3.1 Indagine di terreno

L'indagine di terreno ha previsto un rilevamento di dettaglio dell'area di interesse, mentre per la definizione delle caratteristiche meccaniche dei terreni affioranti e della loro distribuzione verticale sono state eseguite:

- a) una prova penetrometrica dinamica pesante (DPSH)
- b) una prospezione sismica con metodo MASW per la definizione della categoria di suolo
- c) una prospezione sismica a rifrazione in Onde P

#### 3.2 Stratigrafia e caratteristiche litotecniche dei terreni

Il rilevamento di dettaglio ha messo in luce la presenza di sabbie e sabbie limose, di colore marrone ocreo con ciottoli sparsi.

##### 3.2.1 Prova penetrometrica

Al fine di caratterizzare meccanicamente i litotipi affioranti, è stata eseguita n°1 prova penetrometrica; per l'indagine geognostica è stato impiegato un penetrometro statico - dinamico tipo Pagani TG63-200; per maggiori dettagli sul penetrometro si rimanda all'apposito allegato.

La prova è stata eseguita in modalità dinamica considerata la presenza di materiali all'incirca nella parte mediana del sito.

La prova ha raggiunto la seguente profondità:

Prova	Profondità (m)
P2	12.20

I parametri meccanici sono stati dedotti in base ai caratteri rilevati nelle prove e osservati e per altro ben noti in letteratura a cui si fa riferimento secondo quanto previsto all'art. 7 del *DPGR 9.07.2009 n° 36/R*.

La natura dei terreni della zona di interesse è stata quindi ricostruita sia in base a quanto osservato negli affioramenti che a quanto riportato in letteratura; secondo i dati raccolti e quelli desunti dalla prova si è ricostruita la stratigrafia riportata di seguito.

La prova penetrometrica ha fornito la seguente stratigrafia e parametri meccanici dei terreni identificati con **Rpd** = resistenza alla punta,  $\varphi$  = angolo di attrito interno, **cu** = coesione non drenata, **Dr** = densità relativa,  $\gamma_{\text{sat}}$  = peso di volume saturo, **mv** = coefficiente di compressibilità volumetrica.

<i>Prova P2 DPSH</i>	
da 0.00 m a 1.00 m	<p><i>Sabbie limose con ciottoli sparsi</i>            Livello poco resistente, con piccoli picchi che indicano ciottoli di dimensioni medio piccole; caratterizzato da un numero medio di colpi <b>N</b> pari a <b>1.8</b> (<math>N_{\text{SPT}} = 3</math>) con un valore medio di <b>Rpd</b> di <b>13.1 kg cm<sup>-2</sup></b>. I valori derivati attribuiti sono i seguenti:</p> <p>angolo di attrito <span style="float: right;"><math>(\varphi) = 27.2^\circ</math></span>            coesione non drenata per frazione coesiva <span style="float: right;"><math>(cu) = 0.19 \text{ kg cm}^{-2}</math></span>            densità relativa <span style="float: right;"><b>Dr = 0.11</b></span>            peso di volume <span style="float: right;"><math>(\gamma_{\text{sat}}) = 1.86 \text{ t m}^{-3}</math></span>            coefficiente compressibilità volumetrica <span style="float: right;"><math>(mv) \cong 0.034 \text{ cm}^2 \text{ kg}^{-1}</math></span></p>
da 1.00 m a 3.20 m	<p><i>Sabbie limose</i>            Livello scarsamente resistente, tanto che lo strumento affonda a tratti per il solo peso. Caratterizzato da un numero medio di colpi <b>N</b> pari a <b>1.0</b> (<math>N_{\text{SPT}} = 2</math>) con valore medio di <b>Rpd</b> di <b>6.5 kg cm<sup>-2</sup></b>. I valori derivati attribuiti sono i seguenti:</p> <p>angolo di attrito <span style="float: right;"><math>(\varphi) = 26.8^\circ</math></span>            coesione non drenata per frazione coesiva <span style="float: right;"><math>(cu) = 0.13 \text{ kg cm}^{-2}</math></span>            densità relativa <span style="float: right;"><b>Dr = 0.08</b></span>            peso di volume <span style="float: right;"><math>(\gamma_{\text{sat}}) = 1.85 \text{ t m}^{-3}</math></span>            coefficiente compressibilità volumetrica <span style="float: right;"><math>(mv) \cong 0.042 \text{ cm}^2 \text{ kg}^{-1}</math></span></p>
da 3.20 m a 10.00 m	<p><i>Sabbie limose con ciottoli</i>            Livello con apprezzabile aumento della resistenza, che mostra un massimo nella zona centrale del livello e anche dei picchi per maggiore addensamento e/o presenza di litici che l'andamento della prova suggerisce di dimensioni medio piccole e medie. Caratterizzato da un numero medio di colpi <b>N</b> pari a <b>5.4</b> (<math>N_{\text{SPT}} = 8</math>) con valore medio di <b>Rpd</b> di <b>27.3 kg cm<sup>-2</sup></b>. I valori derivati attribuiti sono i seguenti:</p> <p>angolo di attrito <span style="float: right;"><math>(\varphi) = 29.2^\circ</math></span>            coesione non drenata per frazione coesiva <span style="float: right;"><math>(cu) = 0.50 \text{ kg cm}^{-2}</math></span>            densità relativa <span style="float: right;"><b>Dr = 0.28</b></span>            peso di volume <span style="float: right;"><math>(\gamma_{\text{sat}}) = 1.91 \text{ t m}^{-3}</math></span>            coefficiente compressibilità volumetrica <span style="float: right;"><math>(mv) \cong 0.017 \text{ cm}^2 \text{ kg}^{-1}</math></span></p>

da 10.00 m a 11.0 m	<p><i>Sabbie limose con ciottoli addensate</i></p> <p>Orizzonte con aumento della resistenza per maggiore addensamento e/o aumento della frazione litica, piuttosto omogeneo. Caratterizzato da un numero medio di colpi <b>N</b> pari a <b>8.2</b> (<math>N_{SPT} = 12</math>) con valore medio di <b>Rpd</b> di <b>33.8 kg cm<sup>-2</sup></b>. I valori derivati attribuiti sono i seguenti:</p> <p>angolo di attrito <math>(\phi) = 30.6^\circ</math>          coesione non drenata per frazione coesiva <math>(cu) = 0.75 \text{ kg cm}^{-2}</math>          densità relativa <b>Dr = 0.38</b>          peso di volume <math>(\gamma_{sat}) = 1.94 \text{ t m}^{-3}</math>          coefficiente compressibilità volumetrica <math>(mv) \cong 0.012 \text{ cm}^2 \text{ kg}^{-1}</math></p>
da 11.00 m a 12.0 m	<p><i>Sabbie limose con ciottoli addensate</i></p> <p>Livello con ulteriore aumento della resistenza per maggiore addensamento e/o aumento della frazione litica, abbastanza omogeneo. Caratterizzato da un numero medio di colpi <b>N</b> pari a <b>17.2</b> (<math>N_{SPT} = 26</math>) con valore medio di <b>Rpd</b> di <b>68.0 kg cm<sup>-2</sup></b>. I valori derivati attribuiti sono i seguenti:</p> <p>angolo di attrito <math>(\phi) = 34.8^\circ</math>          coesione non drenata per frazione coesiva <math>(cu) = 1.63 \text{ kg cm}^{-2}</math>          densità relativa <b>Dr = 0.59</b>          peso di volume <math>(\gamma_{sat}) = 2.03 \text{ t m}^{-3}</math>          coefficiente compressibilità volumetrica <math>(mv) \cong 0.006 \text{ cm}^2 \text{ kg}^{-1}</math></p>
da 12.00 m a 12.2 m	<p><i>Sabbie limose con ciottoli molto addensate</i></p> <p>Livello molto resistente alla base del quale si è raggiunto il rifiuto strumentale. Caratterizzato da un numero medio di colpi <b>N</b> pari a <b>51.0</b> (<math>N_{SPT} = 78</math>) con valore medio di <b>Rpd</b> di <b>195.2 kg cm<sup>-2</sup></b>. I valori derivati attribuiti sono i seguenti:</p> <p>angolo di attrito <math>(\phi) = 44.4^\circ</math>          coesione non drenata per frazione coesiva <math>(cu) = 4.88 \text{ kg cm}^{-2}</math>          densità relativa <b>Dr = 0.96</b>          peso di volume <math>(\gamma_{sat}) = 2.21 \text{ t m}^{-3}</math>          coefficiente compressibilità volumetrica <math>(mv) \cong 0.003 \text{ cm}^2 \text{ kg}^{-1}</math></p>

## DPSH2

n	Profondità (m)	N			N <sub>SPT</sub>	Rd (kg cm <sup>-2</sup> )			cu (kg cm <sup>-2</sup> )			φ (°)			Dr	mv (cm <sup>2</sup> kg <sup>-1</sup> )	γ (t m <sup>-3</sup> )
		min	max	media		min	max	media	min	max	media	min	max	media			
1	0.00 – 1.00	1	3	1.8	3	7	21	13.1	0.06	0.31	0.19	26.4	28.0	27.2	0.11	0.034	1.86
2	1.00 – 3.20	1	1	1.0	1	6	7	6.5	0.06	0.06	0.06	26.4	26.4	26.4	0.11	0.034	1.86
3	3.20 – 10.00	2	15	5.4	8	8	76	27.3	0.19	1.44	0.50	27.2	33.9	29.2	0.28	0.017	1.91
4	10.00 – 11.00	6	9	8.2	12	25	38	33.8	0.56	0.88	0.75	29.6	31.2	30.6	0.38	0.012	1.94
5	11.00 – 12.00	14	19	17.2	26	56	76	68.0	1.31	1.81	1.63	33.3	35.7	34.8	0.59	0.006	2.03
6	12.00 – 12.20	51	51	51.0	78	195	195	195.2	4.88	4.88	4.88	44.4	44.4	44.4	0.96	0.003	2.21

I dati e i grafici relativi alle prove eseguite sono riportati in allegato.

La prova ha messo in luce uno spessore molto consistente di detrito con la resistenza che aumenta con la profondità; il tratto compreso fra la superficie e 3.20 m da p.c. appare piuttosto uniforme, con materiali scadenti a bassa resistenza, tanto che per ampi tratti lo strumento affonda in funzione del proprio peso senza l'azione del maglio.

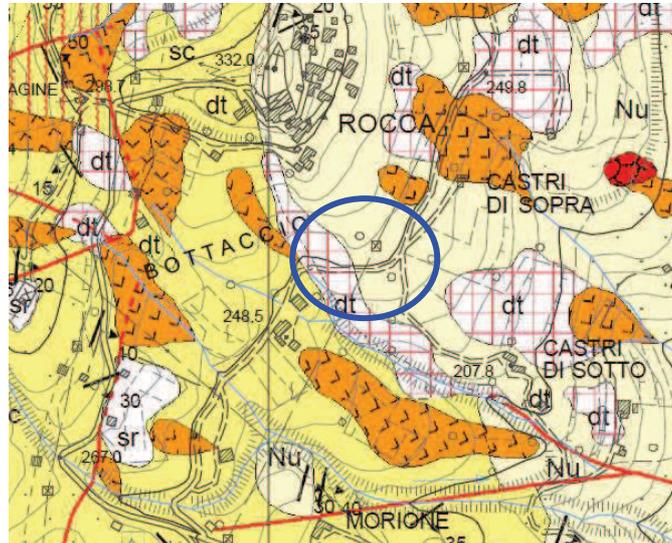
Al di sotto si ha un'alternanza di livelli detritici con sabbie limose con litici sparsi, alternati ad un livello relativamente meno resistente presumibilmente a dominante sottile e/o meno addensato. La resistenza aumenta poi nel tratto finale compreso fra 11.00 e 12.00 m dal p.c. dove presumibilmente attraversa la roccia alterata e decompressa, dopo di che si ha il rifiuto strumentale. La falda non è stata rilevata ed il perforo è risultato asciutto.

Si fa presente che i valori derivati dai risultati delle prove si basano su correlazioni empiriche e semiempiriche proposte da vari Autori, che comunque, sulla base delle esperienze fatte, consentono una sufficiente e cautelativa approssimazione.

In aggiunta si sottolinea che i valori dei livelli dove la prova è arrivata al rifiuto strumentale, sono solo indicativi del breve tratto che sono riusciti ad attraversare e non sono quindi attendibili per la caratterizzazione del substrato.

#### 4 ROCCA – ER2-1

Si riporta di seguito lo stralcio della cartografia PAI (tav. 261030)



##### 4.1 Indagine di terreno

L'indagine di terreno ha previsto un rilevamento di dettaglio dell'area di interesse, mentre per la definizione delle caratteristiche meccaniche dei terreni affioranti e della loro distribuzione verticale sono state eseguite:

- a) una prova penetrometrica dinamica pesante (DPSH)
- b) una prospezione sismica con metodo MASW per la definizione della categoria di suolo
- c) una prospezione sismica a rifrazione in Onde P

##### 4.2 Stratigrafia e caratteristiche litotecniche dei terreni

Il rilevamento di dettaglio ha messo in luce la presenza di sabbie e sabbie limose, di colore marrone rossiccio con uno scheletro litico diffuso, per lo più argillitico e con diffusi frammenti calcarei grigi.

###### 4.2.1 Prova penetrometrica

Al fine di caratterizzare meccanicamente i litotipi affioranti, è stata eseguita n°1 prova penetrometrica; per l'indagine geognostica è stato impiegato un penetrometro statico - dinamico tipo Pagani TG63-200; per maggiori dettagli sul penetrometro si rimanda all'apposito allegato.

La prova è stata eseguita in modalità dinamica considerata la presenza fin dalla superficie di materiali grossolani e l'indagine è stata effettuata, all'incirca nella parte mediana del sito.

La prova ha raggiunto la seguente profondità:

Prova	Profondità (m)
P3	6.00

I parametri meccanici sono stati dedotti in base ai caratteri rilevati nelle prove e osservati e per altro ben noti in letteratura a cui si fa riferimento secondo quanto previsto all'art. 7 del *DPGR 9.07.2009 n° 36/R*.

La natura dei terreni della zona di interesse è stata quindi ricostruita sia in base a quanto osservato negli affioramenti che a quanto riportato in letteratura; secondo i dati raccolti e quelli desunti dalla prova si è ricostruita la stratigrafia riportata di seguito.

La prova penetrometrica ha fornito la seguente stratigrafia e parametri meccanici dei terreni identificati con **Rpd** = resistenza alla punta,  $\phi$  = angolo di attrito interno, **cu** = coesione non drenata, **Dr** = densità relativa,  $\gamma_{\text{sat}}$  = peso di volume saturo, **mv** = coefficiente di compressibilità volumetrica.

<u>Prova P3 DPSH</u>	
da 0.00 m a 1.80 m	<p><i>Sabbie limose con ciottoli sparsi</i>            Livello abbastanza resistente, piuttosto uniforme con piccoli picchi che l'andamento della prova suggerisce di piccole dimensioni; caratterizzato da un numero medio di colpi <b>N</b> pari a <b>2.7</b> (<math>N_{\text{SPT}} = 5</math>) con un valore medio di <b>Rpd</b> di <b>19.0 kg cm<sup>-2</sup></b>. I valori derivati attribuiti sono i seguenti:</p> <p>angolo di attrito <math>(\phi) = 28.0^\circ</math>            coesione non drenata per frazione coesiva <math>(\text{cu}) = 0.31 \text{ kg cm}^{-2}</math>            densità relativa <b>Dr = 0.18</b>            peso di volume <math>(\gamma_{\text{sat}}) = 1.88 \text{ t m}^{-3}</math>            coefficiente compressibilità volumetrica <math>(\text{mv}) \cong 0.024 \text{ cm}^2 \text{ kg}^{-1}</math></p>
da 1.80 m a 2.40 m	<p><i>Sabbie limose con ciottoli</i>            Livello con apprezzabile aumento della resistenza per maggiore addensamento e/o aumento della frazione litica. Caratterizzato da un numero medio di colpi <b>N</b> pari a <b>8.3</b> (<math>N_{\text{SPT}} = 12</math>) con valore medio di <b>Rpd</b> di <b>53.6 kg cm<sup>-2</sup></b>. I valori derivati attribuiti sono i seguenti:</p> <p>angolo di attrito <math>(\phi) = 30.6^\circ</math>            coesione non drenata per frazione coesiva <math>(\text{cu}) = 0.75 \text{ kg cm}^{-2}</math>            densità relativa <b>Dr = 0.38</b>            peso di volume <math>(\gamma_{\text{sat}}) = 1.94 \text{ t m}^{-3}</math>            coefficiente compressibilità volumetrica <math>(\text{mv}) \cong 0.012 \text{ cm}^2 \text{ kg}^{-1}</math></p>
da 2.40 m a 3.60 m	<p><i>Sabbie limose con ciottoli molto addensate</i>            Livello con ulteriore aumento della resistenza, materiale molto addensato e/o ricco in litici. Caratterizzato da un numero medio di colpi <b>N</b> pari a <b>26.7</b> (<math>N_{\text{SPT}} = 41</math>) con valore medio di <b>Rpd</b> di <b>163.9 kg cm<sup>-2</sup></b>. I valori derivati attribuiti sono i seguenti:</p> <p>angolo di attrito <math>(\phi) = 38.8^\circ</math>            coesione non drenata per frazione coesiva <math>(\text{cu}) = 2.56 \text{ kg cm}^{-2}</math>            densità relativa <b>Dr = 0.76</b>            peso di volume <math>(\gamma_{\text{sat}}) = 2.10 \text{ t m}^{-3}</math>            coefficiente compressibilità volumetrica <math>(\text{mv}) \cong 0.004 \text{ cm}^2 \text{ kg}^{-1}</math></p>

da 3.60 m a 4.20 m	<p><i>Sabbie limose con ciottoli</i></p> <p>Orizzonte che mostra una sensibile diminuzione della resistenza, piuttosto omogeneo. Caratterizzato da un numero medio di colpi <b>N</b> pari a <b>12.0</b> (<math>N_{SPT} = 18</math>) con valore medio di <b>Rpd</b> di <b>69.4 kg cm<sup>-2</sup></b>. I valori derivati attribuiti sono i seguenti:</p> <p>angolo di attrito <math>(\phi) = 32.4^\circ</math>          coesione non drenata per frazione coesiva <math>(cu) = 1.13 \text{ kg cm}^{-2}</math>          densità relativa <b>Dr = 0.47</b>          peso di volume <math>(\gamma_{sat}) = 1.98 \text{ t m}^{-3}</math>          coefficiente compressibilità volumetrica <math>(mv) \cong 0.009 \text{ cm}^2 \text{ kg}^{-1}</math></p>
da 4.20 m a 5.80 m	<p><i>Sabbie limose con ciottoli molto addensate</i></p> <p>Livello con nuovo aumento della resistenza, materiale molto addensato e/o ricco in litici. Caratterizzato da un numero medio di colpi <b>N</b> pari a <b>24.8</b> (<math>N_{SPT} = 38</math>) con valore medio di <b>Rpd</b> di <b>135.2 kg cm<sup>-2</sup></b>. I valori derivati attribuiti sono i seguenti:</p> <p>angolo di attrito <math>(\phi) = 38.0^\circ</math>          coesione non drenata per frazione coesiva <math>(cu) = 2.38 \text{ kg cm}^{-2}</math>          densità relativa <b>Dr = 0.73</b>          peso di volume <math>(\gamma_{sat}) = 2.09 \text{ t m}^{-3}</math>          coefficiente compressibilità volumetrica <math>(mv) \cong 0.004 \text{ cm}^2 \text{ kg}^{-1}</math></p>
da 5.80 m a 6.00 m	<p><i>Sabbie limose con ciottoli molto addensate</i></p> <p>Livello molto resistente alla base del quale si è raggiunto il rifiuto strumentale. Caratterizzato da un numero medio di colpi <b>N</b> pari a <b>51.0</b> (<math>N_{SPT} = 78</math>) con valore medio di <b>Rpd</b> di <b>257.9 kg cm<sup>-2</sup></b>. I valori derivati attribuiti sono i seguenti:</p> <p>angolo di attrito <math>(\phi) = 44.4^\circ</math>          coesione non drenata per frazione coesiva <math>(cu) = 4.88 \text{ kg cm}^{-2}</math>          densità relativa <b>Dr = 0.96</b>          peso di volume <math>(\gamma_{sat}) = 2.21 \text{ t m}^{-3}</math>          coefficiente compressibilità volumetrica <math>(mv) \cong 0.003 \text{ cm}^2 \text{ kg}^{-1}</math></p>

## DPSH3

n	Profondità (m)	N			N <sub>SPT</sub>	Rd (kg cm <sup>-2</sup> )			cu (kg cm <sup>-2</sup> )			φ (°)			Dr	mv (cm <sup>2</sup> kg <sup>-1</sup> )	γ (t m <sup>-3</sup> )
		min	max	media		min	max	media	min	max	media	min	max	media			
1	0.00 – 1.80	2	4	2.7	5	14	28	19.0	0.19	0.38	0.31	27.2	28.4	28.0	0.18	0.024	1.88
2	1.80 – 2.40	6	10	8.3	12	39	64	53.6	0.56	0.94	0.75	29.6	31.5	30.6	0.38	0.012	1.94
3	2.40 – 3.60	21	37	26.7	41	133	223	163.9	2.00	3.50	2.56	36.5	41.9	38.8	0.76	0.004	2.10
4	3.60 – 4.20	11	13	12	18	62	74	69.4	1.06	1.25	1.13	32.1	33.0	32.4	0.47	0.009	1.98
5	4.20 – 5.80	21	29	24.8	38	112	155	135.2	2.00	2.75	2.38	36.5	39.5	38.0	0.73	0.004	2.09
6	5.80 – 6.00	51	51	51.0	78	258	258	257.9	4.88	4.88	4.88	44.4	44.4	44.4	0.96	0.003	2.21

I dati e i grafici relativi alle prove eseguite sono riportati in allegato.

La prova ha messo in luce uno spessore detritico superficiale con spessore di circa 2.00 m con materiale a dominante sottile con resistenza media, al di sotto del quale si trovano alternanze detritiche piuttosto resistenti e livelli a resistenza apprezzabilmente inferiori, per minore addensamento e/o per minore frazione litica.

La falda è stata rilevata nel perforo ad una profondità di 1.90 m da p.c.

Si fa presente che i valori derivati dai risultati delle prove si basano su correlazioni empiriche e semiempiriche proposte da vari Autori, che comunque, sulla base delle esperienze fatte, consentono una sufficiente e cautelativa approssimazione.

In aggiunta si sottolinea che i valori dei livelli dove la prova è arrivata al rifiuto strumentale, sono solo indicativi del breve tratto che sono riusciti ad attraversare e non sono quindi attendibili per la caratterizzazione del substrato.

Calavorno, 14 Febbraio 2018

dott. geol. Florindo Granucci

**5 ALLEGATI**

Geotecnica

Geofisica

Monitoraggio idrogeologico



Indagini Ambientali

**Committenza:** Geol. Florindo Granucci

**località:** Gioviano/Oneta/Rocca - Borgo a Mozzano (LU)

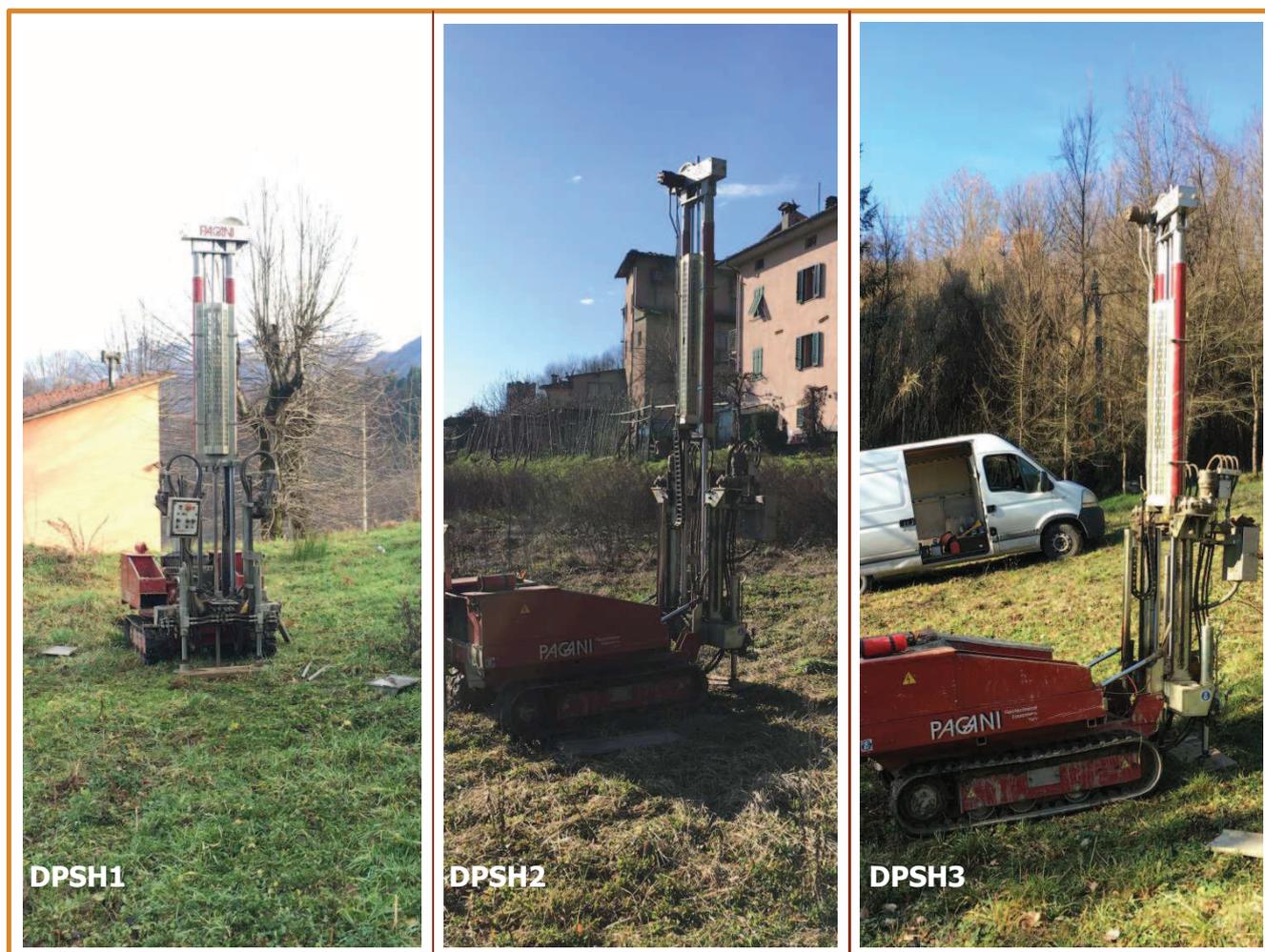
**data esecuzione indagine:** 12/01/2018

**tipologia di indagine:** 3 DPSH

**strumentazione:** Pagani TG 63/200

**software elaborazione:** WinDin

**data produzione elaborati:** 17/01/2018



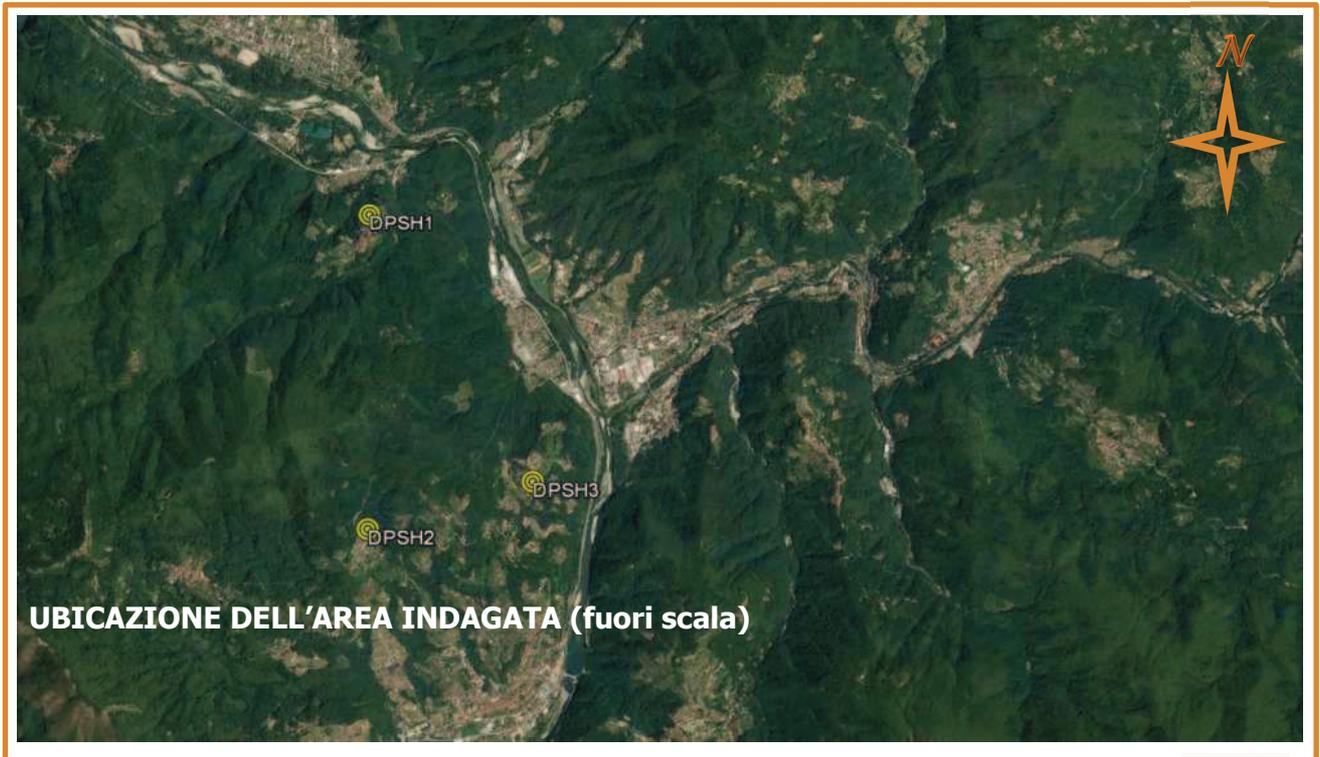
SEDE OPERATIVA E SEDE LEGALE: VIA PESCIATINA, 1560/A - 55100 LUCCA

CODICE FISCALE E NUMERO DI ISCRIZIONE AL REGISTRO DELLE IMPRESE DI LUCCA: 02069440465

R.E.A. LUCCA N. 194371 - CAPITALE SOCIALE € 10.000,00 I.V.

TEL 393 9371580 - FAX 0583 469588 - [www.geoluk.com](http://www.geoluk.com) - [info@geoluk.com](mailto:info@geoluk.com) - [geoluk@pec.it](mailto:geoluk@pec.it)

## CARTOGRAFIA



## REPORT DI CANTIERE

*\* informazioni complementari all'indagine geognostica eseguita \**

### Generalità della commessa n. 7-2018

- Data esecuzione indagine: 12/01/2018
- ubicazione: loc. Gioviano, loc. Oneta, loc. Rocca – Borgo a Mozzano (LU)
- oggetto dell'indagine: esecuzione di indagini penetrometriche a supporto di indagini geognostiche
- committenza: Geol. Florindo Granucci
- riferimento ns preventivo: nessuno
- assistenza tecnica di cantiere: Geol. Florindo Granucci
- numero e tipologia di indagini eseguite: esecuzione di n.3 prove penetrometriche di tipo dinamico superpesante non rivestite (DPSH) con penetrometro Pagani TG 63/200

### Descrizione delle indagini eseguite:

- indagine n.1
  - ◆ ID (cfr. Mappa di riferimento): DPSH1
  - ◆ coordinate indicative - 44,013637N - 10,528445E (WGS84)
  - ◆ tipologia - penetrometria di tipo dinamico superpesante non rivestita (DPSH)
  - ◆ contesto - contesto morfologico di versante collinare a balze, terreno superficiale naturale a manto erboso
  - ◆ breve descrizione della prova – da piano campagna fino a -9.4m la prova è stata eseguita in modalità dinamica, rilevando un numero variabile di colpi necessari all'approfondimento. Nei 20 cm successivi si è avuto il rifiuto strumentale, con rimbalzo del sistema di battuta. Prova interrotta su indicazione del tecnico di assistenza al cantiere. Recupero lineare.
  - ◆ misurazioni - In fase di recupero, il sistema di aste statico e dinamico e le punte hanno evidenziato la presenza di acqua, ma a profondità non certa. Misurato con freatimetro il livello idrico a -5.5m
  - ◆ software elaborazione – WinDin
  - ◆ n. archiviazione indagine – 7-2018 DIN1
  
- indagine n.2
  - ◆ ID (cfr. Mappa di riferimento): DPSH1
  - ◆ coordinate indicative - 43,990552N - 10,530924E (WGS84)
  - ◆ tipologia - penetrometria di tipo dinamico superpesante non rivestita (DPSH)
  - ◆ contesto - contesto morfologico di versante collinare, terreno superficiale naturale a manto erboso

- ◆ **breve descrizione della prova** – da piano campagna fino a -12.0m la prova è stata eseguita in modalità dinamica, rilevando un numero variabile di colpi necessari all'approfondimento. Nei 20 cm successivi si è avuto il rifiuto strumentale, con rimbalzo del sistema di battuta. Prova interrotta su indicazione del tecnico di assistenza al cantiere. Recupero lineare.
- ◆ **misurazioni** - In fase di recupero, il sistema di aste statico e dinamico e le punte non hanno evidenziato la presenza di acqua.
- ◆ **software elaborazione** – WinDin
- ◆ **n. archiviazione indagine** – 7-2018 DIN2

➤ indagine n.3

- ◆ **ID (cfr. Mappa di riferimento):** DPSH3
- ◆ **coordinate indicative** - 43,994398N - 10,54675E (WGS84)
- ◆ **tipologia** - penetrometria di tipo dinamico superpesante non rivestita (DPSH)
- ◆ **contesto** - contesto morfologico di versante collinare, terreno superficiale naturale a manto erboso
- ◆ **breve descrizione della prova** – da piano campagna fino a -5.8m la prova è stata eseguita in modalità dinamica, rilevando un numero variabile di colpi necessari all'approfondimento. Nei 20 cm successivi si è avuto il rifiuto strumentale, con rimbalzo del sistema di battuta. Prova interrotta su indicazione del tecnico di assistenza al cantiere. Recupero lineare.
- ◆ **misurazioni** - In fase di recupero, il sistema di aste statico e dinamico e le punte hanno evidenziato la presenza di acqua, ma a profondità non certa. Misurato con freatimetro il livello idrico a -1.9m
- ◆ **software elaborazione** – WinDin
- ◆ **n. archiviazione indagine** – 7-2018 DIN3



Lucca, 12/01/2018

per la Geoluk srl  
 Geol. Paolo Domenico Mario Masini

## PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DPSH (S. Heavy)**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

## CARATTERISTICHE TECNICHE : **DPSH (S. Heavy)**

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 30,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50,50 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,00 cm <sup>2</sup>
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 8,00 kg
PROF. GIUNZIONE 1 <sup>a</sup> ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A $\delta$ ) = 11,91 kg/cm <sup>2</sup> ( prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm <sup>2</sup> )
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,521$ ( teoricamente : Nspt = $\beta_t$ N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [ area A]  
e = infissione per colpo =  $\delta / N$

M = peso massa battente (altezza caduta H)  
P = peso totale aste e sistema battuta

### UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm<sup>2</sup> = 0.098067 MPa  
1 MPa = 1 MN/m<sup>2</sup> = 10.197 kg/cm<sup>2</sup>  
1 bar = 1.0197 kg/cm<sup>2</sup> = 0.1 MPa  
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

**DIN 1**

- committente : Geol. Florindo Granucci  
- lavoro : indagini geognostiche  
- località : Gioviano - Borgo a Mozzano (LU)  
- note : -9.6m rifiuto strumentale

- data : 12/01/2018  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : 5,50 m da quota inizio  
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	2	14,9	----	1	4,80 - 5,00	6	32,1	----	6
0,20 - 0,40	3	22,3	----	1	5,00 - 5,20	6	32,1	----	6
0,40 - 0,60	3	22,3	----	1	5,20 - 5,40	4	21,4	----	6
0,60 - 0,80	3	22,3	----	1	5,40 - 5,60	5	26,7	----	6
0,80 - 1,00	3	20,7	----	2	5,60 - 5,80	4	21,4	----	6
1,00 - 1,20	5	34,5	----	2	5,80 - 6,00	6	30,3	----	7
1,20 - 1,40	3	20,7	----	2	6,00 - 6,20	7	35,4	----	7
1,40 - 1,60	4	27,6	----	2	6,20 - 6,40	8	40,5	----	7
1,60 - 1,80	4	27,6	----	2	6,40 - 6,60	9	45,5	----	7
1,80 - 2,00	4	25,7	----	3	6,60 - 6,80	14	70,8	----	7
2,00 - 2,20	3	19,3	----	3	6,80 - 7,00	12	57,6	----	8
2,20 - 2,40	4	25,7	----	3	7,00 - 7,20	14	67,2	----	8
2,40 - 2,60	3	19,3	----	3	7,20 - 7,40	10	48,0	----	8
2,60 - 2,80	4	25,7	----	3	7,40 - 7,60	9	43,2	----	8
2,80 - 3,00	6	36,1	----	4	7,60 - 7,80	9	43,2	----	8
3,00 - 3,20	4	24,1	----	4	7,80 - 8,00	8	36,5	----	9
3,20 - 3,40	4	24,1	----	4	8,00 - 8,20	19	86,8	----	9
3,40 - 3,60	5	30,1	----	4	8,20 - 8,40	20	91,4	----	9
3,60 - 3,80	4	24,1	----	4	8,40 - 8,60	29	132,5	----	9
3,80 - 4,00	3	17,0	----	5	8,60 - 8,80	33	150,8	----	9
4,00 - 4,20	4	22,7	----	5	8,80 - 9,00	31	135,1	----	10
4,20 - 4,40	4	22,7	----	5	9,00 - 9,20	19	82,8	----	10
4,40 - 4,60	3	17,0	----	5	9,20 - 9,40	40	174,3	----	10
4,60 - 4,80	6	34,0	----	5	9,40 - 9,60	51	222,2	----	10

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,00** cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= **50,50** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [  $\delta$  = 20 cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

**DIN 2**

- committente : Geol. Florindo Granucci  
- lavoro : indagini geognostiche  
- località : Oneta - Borgo a Mozzano (LU)  
- note : -12.2m rifiuto strumentale

- data : 12/01/2018  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	2	14,9	----	1	6,20 - 6,40	7	35,4	----	7
0,20 - 0,40	1	7,4	----	1	6,40 - 6,60	5	25,3	----	7
0,40 - 0,60	2	14,9	----	1	6,60 - 6,80	5	25,3	----	7
0,60 - 0,80	1	7,4	----	1	6,80 - 7,00	6	28,8	----	8
0,80 - 1,00	3	20,7	----	2	7,00 - 7,20	8	38,4	----	8
1,00 - 1,20	1	6,9	----	2	7,20 - 7,40	6	28,8	----	8
1,20 - 1,40	1	6,9	----	2	7,40 - 7,60	2	9,6	----	8
1,40 - 1,60	1	6,9	----	2	7,60 - 7,80	4	19,2	----	8
1,60 - 1,80	1	6,9	----	2	7,80 - 8,00	4	18,3	----	9
1,80 - 2,00	1	6,4	----	3	8,00 - 8,20	3	13,7	----	9
2,00 - 2,20	1	6,4	----	3	8,20 - 8,40	3	13,7	----	9
2,20 - 2,40	1	6,4	----	3	8,40 - 8,60	5	22,8	----	9
2,40 - 2,60	1	6,4	----	3	8,60 - 8,80	6	27,4	----	9
2,60 - 2,80	1	6,4	----	3	8,80 - 9,00	3	13,1	----	10
2,80 - 3,00	1	6,0	----	4	9,00 - 9,20	2	8,7	----	10
3,00 - 3,20	1	6,0	----	4	9,20 - 9,40	3	13,1	----	10
3,20 - 3,40	3	18,1	----	4	9,40 - 9,60	3	13,1	----	10
3,40 - 3,60	4	24,1	----	4	9,60 - 9,80	4	17,4	----	10
3,60 - 3,80	4	24,1	----	4	9,80 - 10,00	2	8,3	----	11
3,80 - 4,00	5	28,3	----	5	10,00 - 10,20	8	33,3	----	11
4,00 - 4,20	3	17,0	----	5	10,20 - 10,40	6	25,0	----	11
4,20 - 4,40	4	22,7	----	5	10,40 - 10,60	9	37,5	----	11
4,40 - 4,60	5	28,3	----	5	10,60 - 10,80	9	37,5	----	11
4,60 - 4,80	6	34,0	----	5	10,80 - 11,00	9	35,9	----	12
4,80 - 5,00	6	32,1	----	6	11,00 - 11,20	19	75,8	----	12
5,00 - 5,20	5	26,7	----	6	11,20 - 11,40	16	63,8	----	12
5,20 - 5,40	11	58,8	----	6	11,40 - 11,60	19	75,8	----	12
5,40 - 5,60	7	37,4	----	6	11,60 - 11,80	14	55,9	----	12
5,60 - 5,80	9	48,1	----	6	11,80 - 12,00	18	68,9	----	13
5,80 - 6,00	15	75,9	----	7	12,00 - 12,20	51	195,2	----	13
6,00 - 6,20	14	70,8	----	7					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,00 cm<sup>2</sup>** - D(diam. punta)= **50,50 mm**

- Numero Colpi Punta N = **N(20)** [  $\delta$  = 20 cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

**DIN 3**

- committente : Geol. Florindo Granucci  
- lavoro : indagini geognostiche  
- località : Rocca - Borgo a Mozzano (LU)  
- note : -6.0m rifiuto strumentale

- data : 12/01/2018  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : 1,90 m da quota inizio  
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	2	14,9	----	1	3,00 - 3,20	30	180,7	----	4
0,20 - 0,40	2	14,9	----	1	3,20 - 3,40	37	222,9	----	4
0,40 - 0,60	3	22,3	----	1	3,40 - 3,60	22	132,5	----	4
0,60 - 0,80	2	14,9	----	1	3,60 - 3,80	12	72,3	----	4
0,80 - 1,00	3	20,7	----	2	3,80 - 4,00	11	62,3	----	5
1,00 - 1,20	2	13,8	----	2	4,00 - 4,20	13	73,6	----	5
1,20 - 1,40	3	20,7	----	2	4,20 - 4,40	24	135,9	----	5
1,40 - 1,60	3	20,7	----	2	4,40 - 4,60	25	141,6	----	5
1,60 - 1,80	4	27,6	----	2	4,60 - 4,80	26	147,2	----	5
1,80 - 2,00	6	38,6	----	3	4,80 - 5,00	29	154,9	----	6
2,00 - 2,20	9	57,9	----	3	5,00 - 5,20	26	138,9	----	6
2,20 - 2,40	10	64,3	----	3	5,20 - 5,40	23	122,9	----	6
2,40 - 2,60	21	135,1	----	3	5,40 - 5,60	21	112,2	----	6
2,60 - 2,80	26	167,3	----	3	5,60 - 5,80	24	128,2	----	6
2,80 - 3,00	24	144,6	----	4	5,80 - 6,00	51	257,9	----	7

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,00** cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= **50,50** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [  $\delta$  = 20 cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

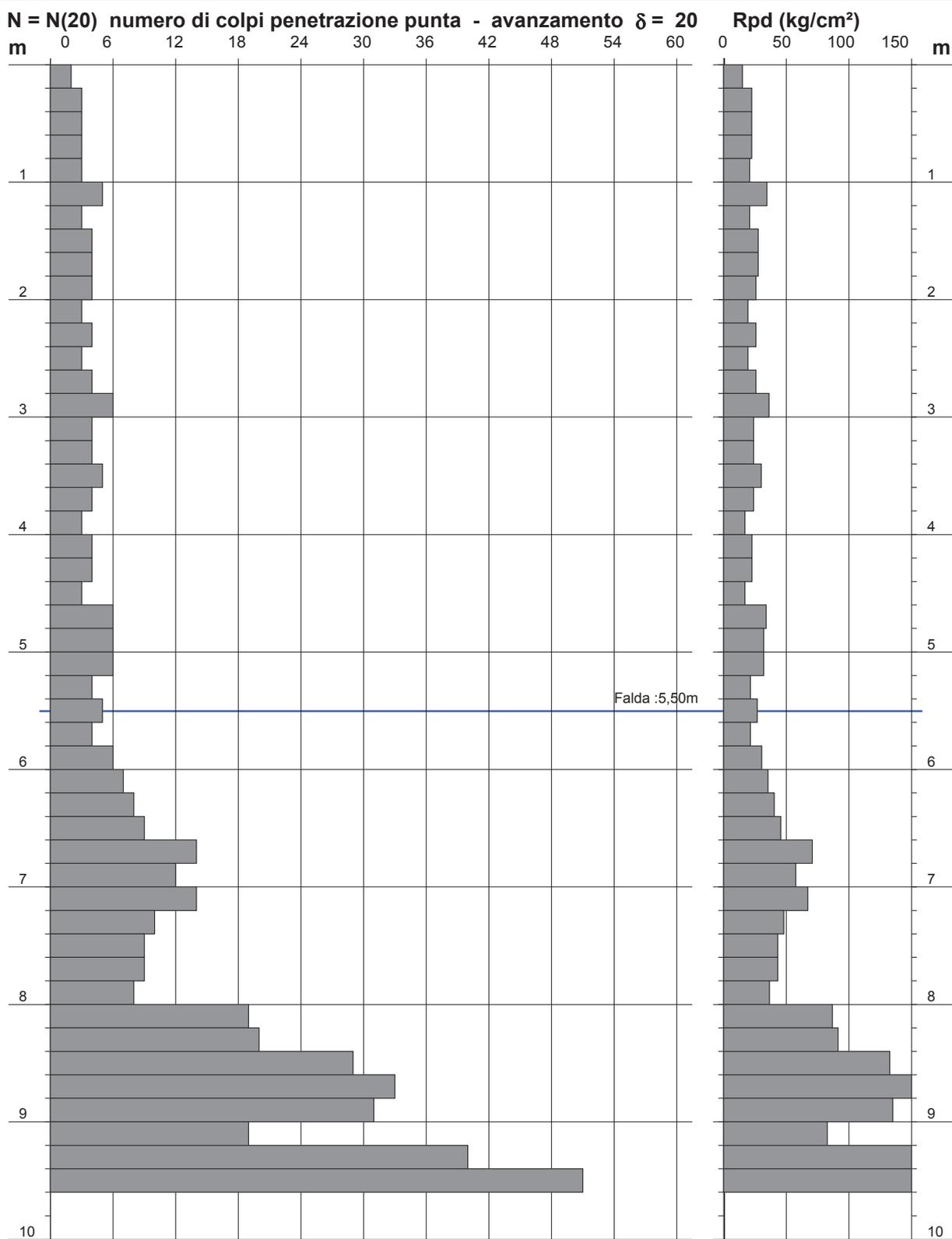
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

**DIN 1**

Scala 1: 50

- committente : Geol. Florindo Granucci  
- lavoro : indagini geognostiche  
- località : Gioviano - Borgo a Mozzano (LU)  
- note : -9.6m rifiuto strumentale

- data : 12/01/2018  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : 5,50 m da quota inizio  
- pagina : 1



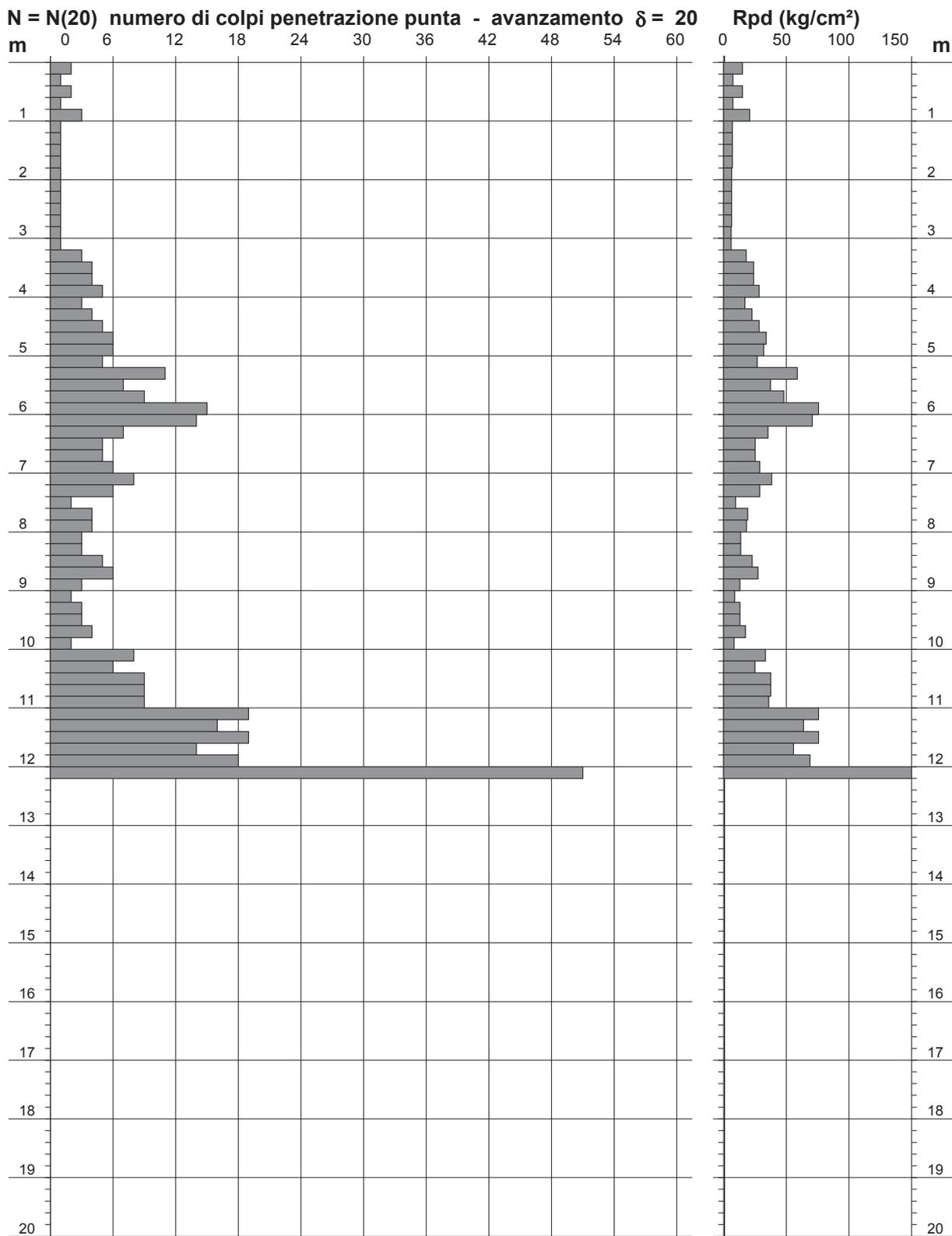
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

**DIN 2**

Scala 1: 100

- committente : Geol. Florindo Granucci  
- lavoro : indagini geognostiche  
- località : Oneta - Borgo a Mozzano (LU)  
- note : -12.2m rifiuto strumentale

- data : 12/01/2018  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1



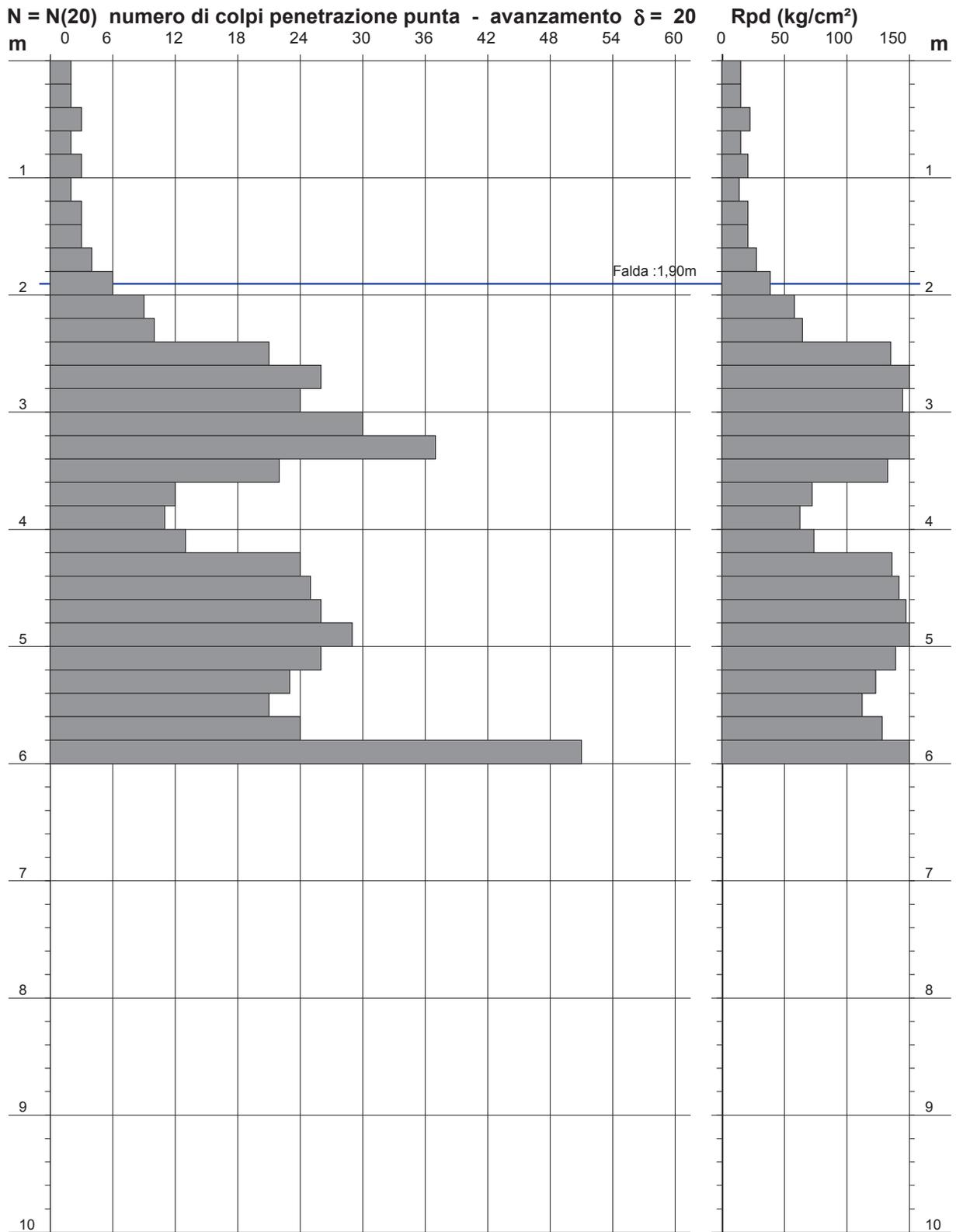
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**  
**DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

**DIN 3**

Scala 1: 50

- committente : Geol. Florindo Granucci  
- lavoro : indagini geognostiche  
- località : Rocca - Borgo a Mozzano (LU)  
- note : -6.0m rifiuto strumentale

- data : 12/01/2018  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : 1,90 m da quota inizio  
- pagina : 1



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

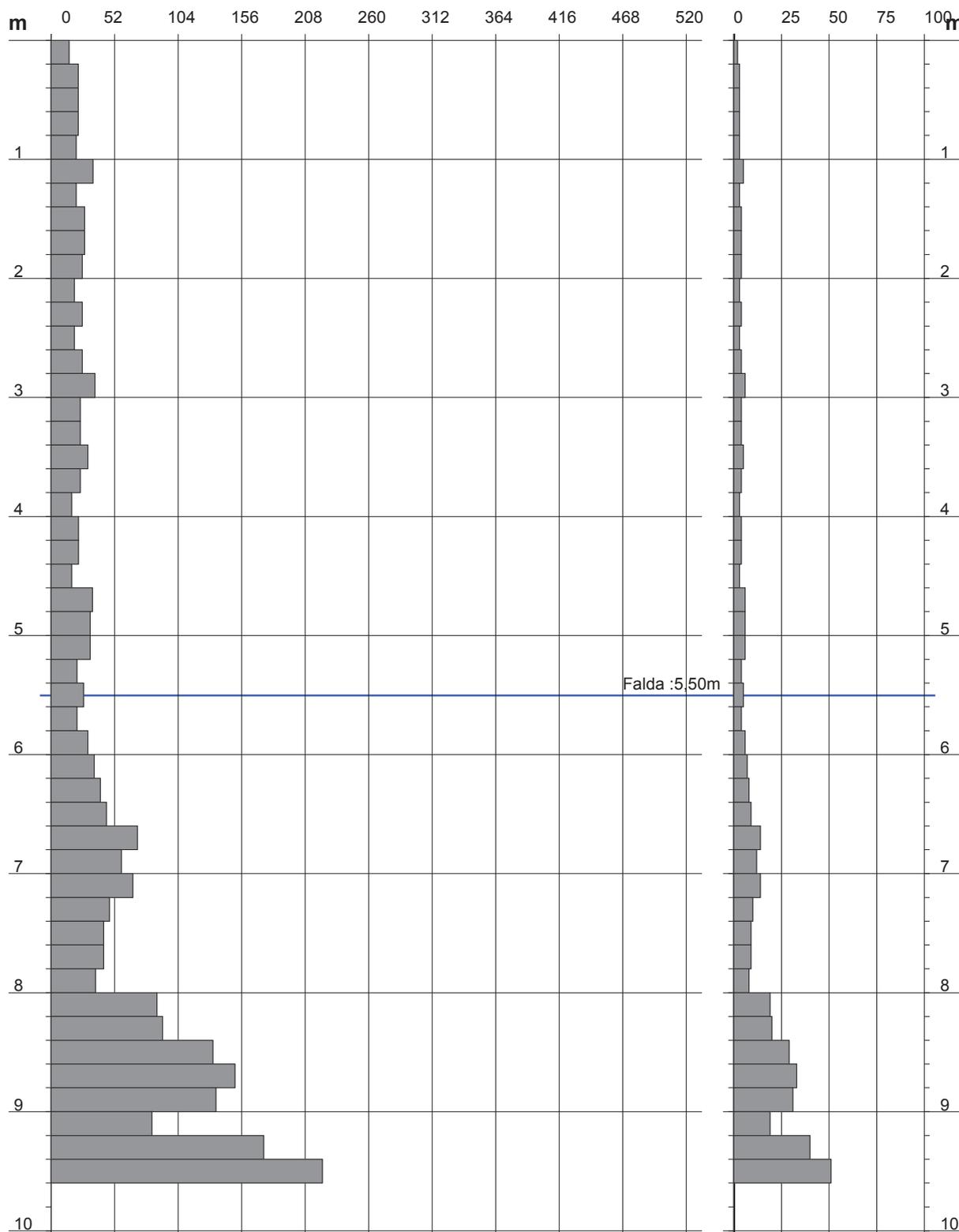
**DIN 1**  
Scala 1: 50

- committente : Geol. Florindo Granucci  
- lavoro : indagini geognostiche  
- località : Gioviano - Borgo a Mozzano (LU)

- data : 12/01/2018  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : 5,50 m da quota inizio

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"**

**N = N(20) n° colpi  $\delta = 20$**



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

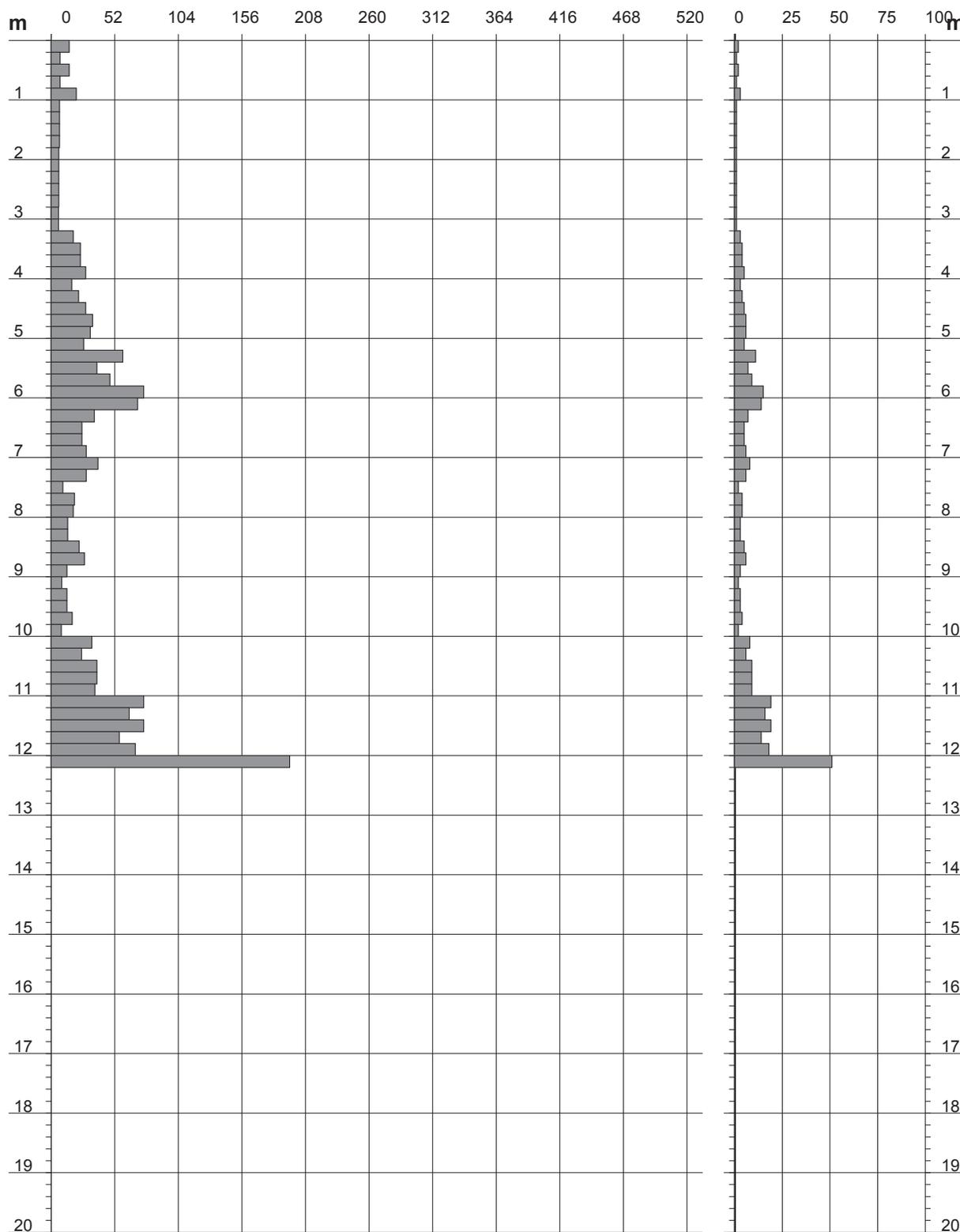
**DIN 2**  
Scala 1: 100

- committente : Geol. Florindo Granucci  
- lavoro : indagini geognostiche  
- località : Oneta - Borgo a Mozzano (LU)

- data : 12/01/2018  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"**

**N = N(20) n° colpi  $\delta = 20$**



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

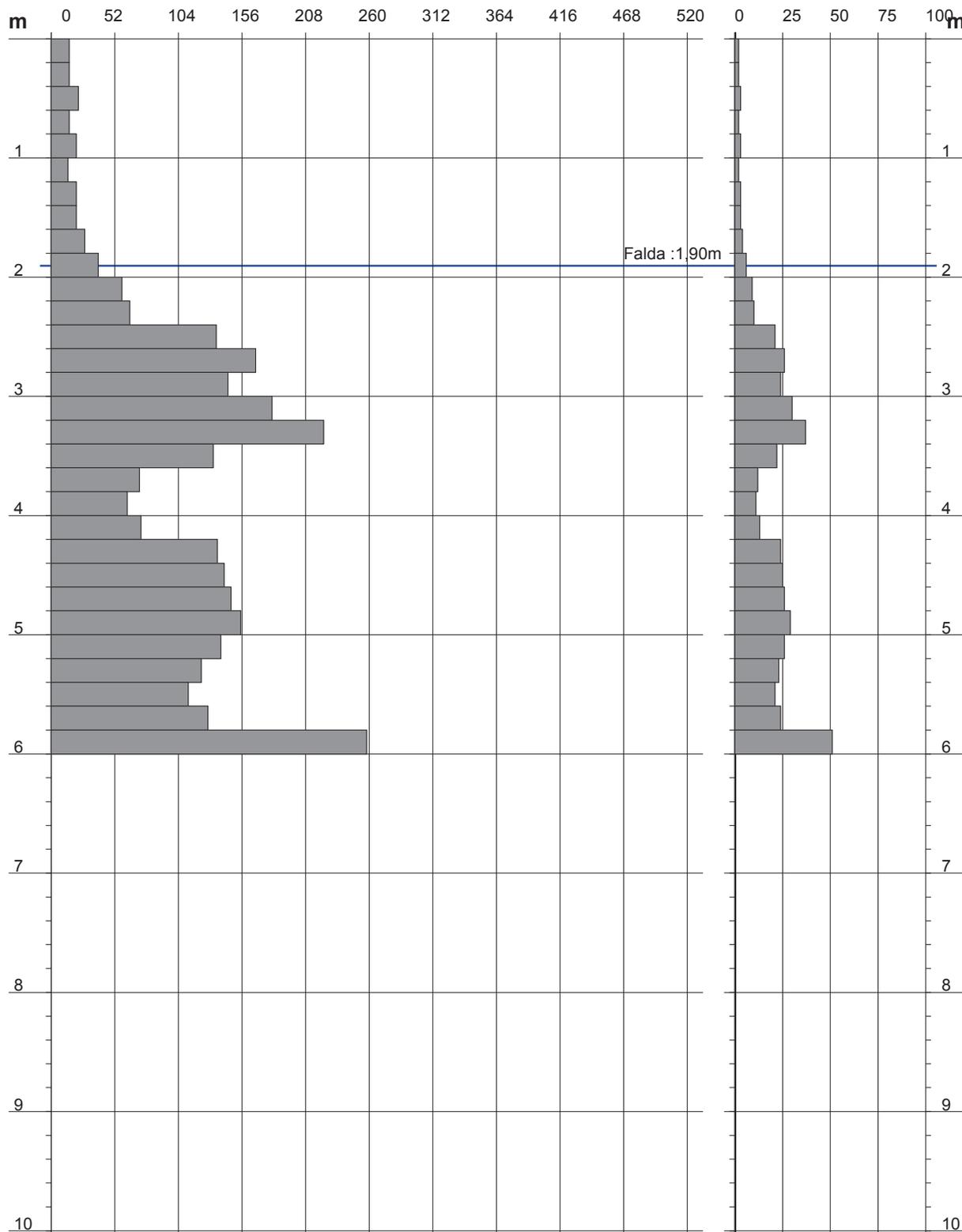
**DIN 3**  
Scala 1: 50

- committente : Geol. Florindo Granucci  
- lavoro : indagini geognostiche  
- località : Rocca - Borgo a Mozzano (LU)

- data : 12/01/2018  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : 1,90 m da quota inizio

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"**

**N = N(20) n° colpi  $\delta = 20$**



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

**DIN 1**

- committente : Geol. Florindo Granucci  
- lavoro : indagini geognostiche  
- località : Gioviano - Borgo a Mozzano (LU)  
- note : -9.6m rifiuto strumentale

- data : 12/01/2018  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : 5,50 m da quota inizio  
- pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	$\beta$	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	5,80	N	4,0	2	6	3,0	1,1	2,9	5,1	4	1,52	6
			Rpd	24,6	15	36	19,8	5,4	19,2	30,1	25		
2	5,80	8,00	N	9,6	6	14	7,8	2,7	7,0	12,3	10	1,52	15
			Rpd	47,1	30	71	38,7	13,0	34,1	60,1	49		
3	8,00	9,40	N	27,3	19	40	23,1	8,2	19,1	35,5	27	1,52	41
			Rpd	121,9	83	174	102,4	35,5	86,4	157,4	121		
4	9,40	9,60	N	51,0	51	51	51,0	----	----	----	51	1,52	78
			Rpd	222,2	222	222	222,2	----	----	----	222		

M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 20$  cm)    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,52$ )    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 20$  cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESIVA				
					DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	5.80		6	21.7	28.4	238	1.89	1.43	0.38	1.85	37	1.000
					42.5	31.5	307	1.96	1.54	0.94	1.96	29	0.773
3	8.00	9.40		41	76.0	38.8	507	2.10	1.77	2.56	2.27	12	0.334
					95.5	44.4	793	2.21	1.94	4.88	2.72	-01	-0.013

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa     $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace    E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato    W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti    Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata    Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

**DIN 2**

- committente : Geol. Florindo Granucci  
- lavoro : indagini geognostiche  
- località : Oneta - Borgo a Mozzano (LU)  
- note : -12.2m rifiuto strumentale

- data : 12/01/2018  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	$\beta$	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 1,00	N	1,8	1	3	1,4	----	----	----	2	1,52	3
		Rpd	13,1	7	21	10,3	----	----	----			
2	1,00 3,20	N	1,0	1	1	1,0	----	1,0	1,0	1	1,52	2
		Rpd	6,5	6	7	6,3	----	6,2	6,9			
3	3,20 10,00	N	5,4	2	15	3,7	3,1	2,3	8,4	5	1,52	8
		Rpd	27,3	8	76	17,8	16,1	11,2	43,3			
4	10,00 11,00	N	8,2	6	9	7,1	----	----	----	8	1,52	12
		Rpd	33,8	25	38	29,4	----	----	----			
5	11,00 12,00	N	17,2	14	19	15,6	----	----	----	17	1,52	26
		Rpd	68,0	56	76	61,9	----	----	----			
6	12,00 12,20	N	51,0	51	51	51,0	----	----	----	51	1,52	78
		Rpd	195,2	195	195	195,2	----	----	----			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 20$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,52$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 20$  cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 1.00		3	11.3	27.2	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
2	1.00 3.20		2	7.5	26.8	207	1.85	1.36	0.13	1.75	47	1.267
3	3.20 10.00		8	28.3	29.2	253	1.91	1.46	0.50	1.87	35	0.945
4	10.00 11.00		12	38.0	30.6	284	1.94	1.52	0.75	1.92	31	0.842
5	11.00 12.00		26	59.0	34.8	392	2.03	1.65	1.63	2.09	21	0.556
6	12.00 12.20		78	95.5	44.4	793	2.21	1.94	4.88	2.72	-01	-0.013

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA**

**DIN 3**

- committente : Geol. Florindo Granucci  
- lavoro : indagini geognostiche  
- località : Rocca - Borgo a Mozzano (LU)  
- note : -6.0m rifiuto strumentale

- data : 12/01/2018  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : 1,90 m da quota inizio  
- pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA						VCA	$\beta$	Nspt	
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+min)$	s	M-s				M+s
1	0,00	1,80	N	2,7	2	4	2,3	----	2,0	3,4	3	1,52	5
			Rpd	19,0	14	28	16,4	4,6	14,3	23,6			
2	1,80	2,40	N	8,3	6	10	7,2	----	----	----	8	1,52	12
			Rpd	53,6	39	64	46,1	----	----	----			
3	2,40	3,60	N	26,7	21	37	23,8	6,0	20,7	32,7	27	1,52	41
			Rpd	163,9	133	223	148,2	34,5	129,3	198,4			
4	3,60	4,20	N	12,0	11	13	11,5	----	----	----	12	1,52	18
			Rpd	69,4	62	74	65,8	----	----	----			
5	4,20	5,80	N	24,8	21	29	22,9	2,4	22,4	27,1	25	1,52	38
			Rpd	135,2	112	155	123,7	13,7	121,5	149,0			
6	5,80	6,00	N	51,0	51	51	51,0	----	----	----	51	1,52	78
			Rpd	257,9	258	258	257,9	----	----	----			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio  
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 20$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,52$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 20$  cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI**

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE				NATURA COESIVA				
					DR	$\phi'$	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.80		5	18.3	28.0	230	1.88	1.41	0.31	1.83	39	1.061
2	1.80	2.40		12	38.0	30.6	284	1.94	1.52	0.75	1.92	31	0.842
3	2.40	3.60		41	76.0	38.8	507	2.10	1.77	2.56	2.27	12	0.334
4	3.60	4.20		18	47.0	32.4	330	1.98	1.57	1.13	2.00	26	0.708
5	4.20	5.80		38	73.0	38.0	484	2.09	1.75	2.38	2.24	14	0.373
6	5.80	6.00		78	95.5	44.4	793	2.21	1.94	4.88	2.72	-01	-0.013

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno