

Il contributo delle analisi geologiche applicate alla pianificazione territoriale:

L'esempio nel sistema collinare empoiese

Relatore: Prof. Carlo Alberto Garzonio

Laureando: Carlo Pagliai

TAVOLA N° 14

GEOTECNICA

Legend

Analisi geognostiche discrete

- n° Prove penetrometriche dinamiche
- ◇ n° Prove penetrometriche statiche
- ◇ Sondaggi geognostici

Caratterizzazione geotecnica e per compressibilità

- Ambito di collina - A1 - Buono (Rp > 20 Kg/cm²) - Scarsa compr.
- Ambito di collina - A2 - Livello da Discreto a Medio (Rp = 10-20 Kg/cm²) - Media compr.
- Ambito di collina - A3 - Livello da Medio a Scadente (Rp < 10 Kg/cm²) - Alta compr.
- Ambito di pianura - B1 - Livello Buono (Rp > 20 Kg/cm²) - Scarsa compr.
- Ambito di pianura - B2 - Livello Medio (Rp = 10-20 Kg/cm²) - Media compr.
- Ambito di pianura - B3 - Livello Scadente (Rp < 10 Kg/cm²) - Alta compr.
- Discarica r.s.u. (sottosuolo) - B1 - Livello Buono (Rp > 20 Kg/cm²) - Scarsa compr.

Tipologia tecnica di viabilità

- Crinale
- Controcrinale
- Mezzacosta
- Pedecollinare

Nel territorio oggetto di studio non erano disponibili sufficienti dati di analisi geognostiche, per cui si è supportato a questa carenza di dati geotecnici attendibili, revisionando e integrando il precedente tematismo dei dati litotecnici con i dati geognostici. Da ciò emerge una contraddizione tra la resistenza meccanica determinata dalla litotecnica e i dati derivanti dalle prove eseguite in loco. Alla luce di quanto sopra, appare evidente come il sottosuolo di queste colline piombicche sia caratterizzato da una notevole complessità stratigrafica, e quindi, risulta confermata la limitata attendibilità della quantificazione meccanica su base litotecnica, come descritto sulla relativa Carta.

Premesso tutto ciò, si procede alla descrizione metodologica adottata per redigere la presente cartografia. Si sono integrati tra loro i valori di resistenza meccanica ottenibili mediante i due criteri, ovvero:

- 1) la resistenza geotecnica dei terreni, determinata mediante i valori numerici derivanti dalle prove statiche e dinamiche e, in misura subordinata, a sondaggi geognostici effettuati, i cui valori sono depositati nelle cartografie dell'U.T.C. di Empoli;
- 2) la resistenza litotecnica dei terreni, determinata ipotizzando che le diverse classi litologiche dei terreni siano caratterizzate da comportamento meccanico omogeneo, indipendentemente dalla posizione stratigrafica, dai rapporti geometrici e dall'età.

La caratterizzazione geotecnica dei terreni di collina è stata quindi prodotta in funzione sia della resistenza litotecnica-mechanica all'infissione penetrometrica (Rp) media per classe litologica (UNI 10008) e sia della reale resistenza geotecnica-mechanica all'infissione penetrometrica (Rp), considerata un parametro geotecnico idoneo ad esprimere la deformabilità laterale e verticale e delle caratteristiche meccaniche dei terreni. Il criterio complessivo pertanto è stato quello di individuare intervalli nel sottosuolo aventi comportamento geotecnico medio affine, espresso da valori di Rp dello stesso ordine di grandezza.

Prendendo come riferimento il valore di Rp = 20 kg/cm², sono stati individuati gli intervalli omogenei caratterizzati da valori di Rp che si mantengono mediamente entro un campo di valori ben definito. A tali intervalli è stata associata una classe geotecnica secondo il seguente schema:

CLASSE A1 - I terreni di questa classe sono caratterizzati da valori di Rp sempre superiori a 20 kg/cm² e che raggiungono spesso valori di rifiuto all'infissione della punta. Tale valore esprime caratteristiche meccaniche buone (Resistenza meccanica elevata e scarsa compressibilità) ed è riferibile a terreni sabbiosi e limi adensati, a livelli di ghiaia e talvolta a livelli di argille molto compatte e in genere sovracosolidate.

CLASSE A2 - Questa classe include terreni caratterizzati da strati con Rp comprese mediamente tra 10 e 20 kg/cm². Le caratteristiche meccaniche medie sono generalmente discrete (Resistenza meccanica da media a bassa e compressibilità da media ad elevata) e possono peggiorare o migliorare in funzione dell'incidenza dei livelli con Rp intorno a 10 kg/cm² su quelli con Rp intorno a 20 kg/cm². Questi terreni sono riferibili ad argille mediamente compatte normalconsolidate, limi più o meno adensati e sabbie fini sciolte.

CLASSE A3 - I terreni di questa classe sono caratterizzati da valori di Rp che si mantengono mediamente intorno a 10 kg/cm² o minori. Le caratteristiche meccaniche sono scadenti (Bassa resistenza a rottura e compressibilità elevata) e sono riferibili ad argille molli e limi sciolti.

Come si può agevolmente osservare nella zona collinare la classe più diffusa è la A3 e in subordine la A1.

Nel terreno di pianura, prendendo come parametro di riferimento la resistenza alla penetrazione (Rp - kg/cm²), sono stati individuati in ciascun diagramma penetrometrico intervalli omogenei caratterizzati da un valore costante di Rp.

A tali intervalli è stata associata una classe geotecnica:

- la classe B1, con Rp sempre superiore a 20 kg/cm² presenta buone caratteristiche meccaniche;
- la classe B2, con Rp compreso tra 10 e 20 kg/cm² presenta caratteristiche meccaniche discrete;
- la classe B3, con Rp mediamente intorno a 10 kg/cm² o meno presenta caratteristiche meccaniche scadenti.

Anche per i terreni di pianura, per la definizione della resistenza litotecnica media per classe litologica, non si sono stati considerati i parametri stratigrafici, geometrici e di età in quanto quelli in possesso si sono dimostrati insufficienti per lo scopo.

Cartografia elaborata ed interpretata dai valori ed elaborati allegati al Reg. Urb. del Comune di Empoli e realizzati dalla ditta Getas di Pisa

SCALA DI RAPPRESENTAZIONE 1:10.000



QUADRO DELLE ANALISI GEOGNOSTICHE DISCRETE

Pen. n°	1° STRATO		2° STRATO		3° STRATO		4° STRATO	
	Res. Pen. (Rp) e Spes.							
1	10-20 11,40	>20 3,00	>20 3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
2	10-20 6,80	<10 2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
3	10-20 10,00	>20 3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
4	10-20 5,50	10 5,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
5	>20 3,20	10-20 5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
6	>20 2,80	10-20 4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
7	10-20 4,40	10 2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
8	10-20 8,80	>20 5,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
9	>20 8,00	10-20 6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
10	>20 17,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
11	10-20 12,00	<10 14,50	10-20 1,00	>20 2,50	0,00	0,00	0,00	
12	10-20 8,80	<10 14,50	10-20 9,00	>20 3,00	0,00	0,00	0,00	
13	<10 5,00	<10 5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
14	<10 12,00	10-20 9,00	<10 5,00	>20 4,00	0,00	0,00	0,00	
16	10-20 6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
22	>20 5,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
24	>20 3,50	10-20 2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
25	10-20 6,40	<10 2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
29	10-20 5,00	<10 4,00	10-20 1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
31	>20 7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
33	>20 5,80	10-20 6,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
35	10-20 0,80	>20 6,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
42	<10 29,00	>20 5,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
43	<10 29,00	>20 9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
44	10-20 9,00	<10 6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
46	10-20 4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
47	10-20 15,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
49	10-20 3,60	>20 1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
50	10-20 5,20	10 4,80	10-20	0,00	0,00	0,00	0,00	
53	>20 3,40	10-20 10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
54	10-20 10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
56	10-20 4,70	>20 5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
57	>20 2,70	<10 4,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
67	<10 9,40	10-20 2,70	>20 7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
68	>20 14,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
69	>20 15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
70	10-20 5,40	10 6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
71	10-20 6,00	<10 13,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
73	>20 3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
74	10-20 7,50	>20 7,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
77	>20 3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
78	10-20 1,80	>20 0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
82	10-20 4,00	>20 11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
84	>20 6,00	10-20 3,20	>20 3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
85	<10 3,00	10-20 10,00	10 6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
86	<10 14,00	>20 1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
87	<10 13,60	10-20 5,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
88	<10 13,00	10-20 3,00	>20 3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
89	<10 19,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
91	>20 4,30	10-20 5,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
98	>20 7,00	10-20 9,00	>20 20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
99	10-20 7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
102	>20 4,20	10-20 8,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
103	>20 9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
108	10-20 11,50	>20 13,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
109	10-20 4,80	<10 2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
110	>20 2,90	10-20 4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
111	<10 16,00	10-20 10,00	>20 3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
117	>20 3,00	10-20 7,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
119	10-20 11,50	<10 6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
120	10-20 10,00	<10 6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
121	10-20 10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
123	10-20 16,50	>20 1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
126	10-20 5,50	>20 4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
127	10-20 5,00	>20 12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
129	10-20 10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
132	10-20 8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
134	10-20 3,80	>20 6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
135	10-20 5,30	<10 2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
138	10-20 9,00	<10 4,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
139	10-20 5,20	>20 3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
140	10-20 3,00	>20 4,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
149	10-20 3,30	10 3,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
150	10-20 3,80	>20 3,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
158	10-20 3,00	>20 12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
159	>20 14,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
160	10-20 2,00	>20 11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
162	10-20 5,40	>20 4,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
165	>20 15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
166	10-20 6,50	<10 1,70	>20 1,80	0,00	0,00	0,00	0,00	
167	10-20 6,00	<10 3,20	>20 0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	
168	10-20 7,00	<10 3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
169	10-20 7,00	<10 3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
170	10-20 3,00	<10 7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
172	10-20 20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
173	10-20 8,50	>20 11,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
178	10-20 10,00	>20 10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
179	10-20 7,80	<10 2,00	10-20 8,20	>20 2,00	0,00	0,00	0,00	
181	10-20 8,80	<10 0,10	>20 9,20	0,00	0,00	0,00	0,00	
182	>20 6,40	<10 2,20	>20 11,40	0,00	0,00	0,00	0,00	

TABELLA MCT.1 - CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DELLE TERRE

Angolo di attrito interno φ	gradi
Ghiaia compatta	35° - 37°
Ghiaia sciolta	34° - 36°
Sabbia compatta siccita	30° - 32°
Sabbia compatta impregnata	29° - 31°
Sabbia sciolta siccita	25° - 27°
Sabbia sciolta impregnata	22° - 24°
Limite sabbioso	12° - 14°
Limite argilloso	10° - 12°
Argilla sabbiosa	10° - 12°
Limite compatto	20° - 22°

TABELLA MCT.3 - PROPRIETA VOLUMETRICHE DI ALCUNI TERRENI COESIVI

Tipo di terreno	γ (t/m ³)	Consistenza dei terreni			
		duro	medio	molle	da molle
sabbia dolcemente limosa	2,25	102,20	132,15	162,10	192,05
limo sabbioso	2,66	142,15	172,10	202,05	232,00
limo	2,67	182,05	212,00	242,00	272,00
sabbia argillosa	2,67	102,20	132,15	162,10	192,05
limo argilloso e sabbioso	2,67	182,05	212,00	242,00	272,00
limo argilloso	2,68	202,10	232,05	262,00	292,00
sabbia argilla	2,68	142,15	172,10	202,05	232,00
sabbia limo argilla	2,69	182,05	212,00	242,00	272,00
argilla sabbiosa	2,72	202,10	232,05	262,00	292,00
argilla limosa	2,72	202,10	232,05	262,00	292,00

TABELLA MCT.2 - PROPRIETA VOLUMETRICHE DI ALCUNI TERRENI NON COESIVI

Tipo di terreno	Stato di saturazione	Stato di compattazione dei terreni			
		γ (t/m ³)	densità	medio	sciolto
ghiaie, ciottoli, frammenti di rocce, ecc.	poco umido	3,18	41,75	51,75	61,75
limo sabbioso	umido	2,65	102,20		