



Impresa: geostrati	
Committente: Luca Bianchi	
Località: Torino	Data: giovedì 13 marzo 2014
Prova: N°1	Posizione: x,y
Strumento: CPT	Operatore: Maario Rossi
Quota inizio foro: 0.00	Quota p.c.: 0.00



Software: IS GeoStrati di CDM Dolmen e omnia IS srl, Via Drovetti 9/F, 10138 Torino - 011.4470755 - www.omniais.it

Relazione di calcolo per la prova penetrometrica statica (C.P.T.)

In data giovedì 13 marzo 2014, in località Torino, per conto del committente Luca Bianchi, l'impresa geostrati ha condotto un'indagine geologica sui terreni, al fine di valutare gli aspetti geologici e geomorfologici che caratterizzano l'area oggetto d'intervento.

Il campionatore utilizzato per eseguire il sondaggio ha caratteristiche rappresentate dal modello in Figura 1.1

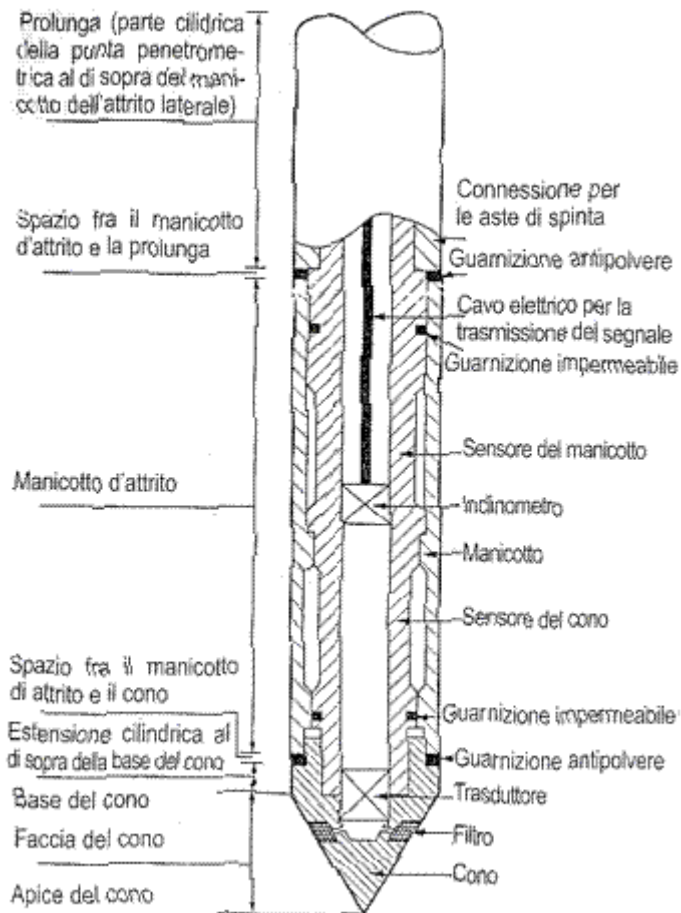


Figura 1.1: Campionatore per la prova Cone Penetration Test (C.P.T.).

Stratigrafia

La stratigrafia del sito è caratterizzata da 6 strati aventi le litologie raffigurate nelle immagini sottostanti (Figura 1.2 e Tabella 1.1).

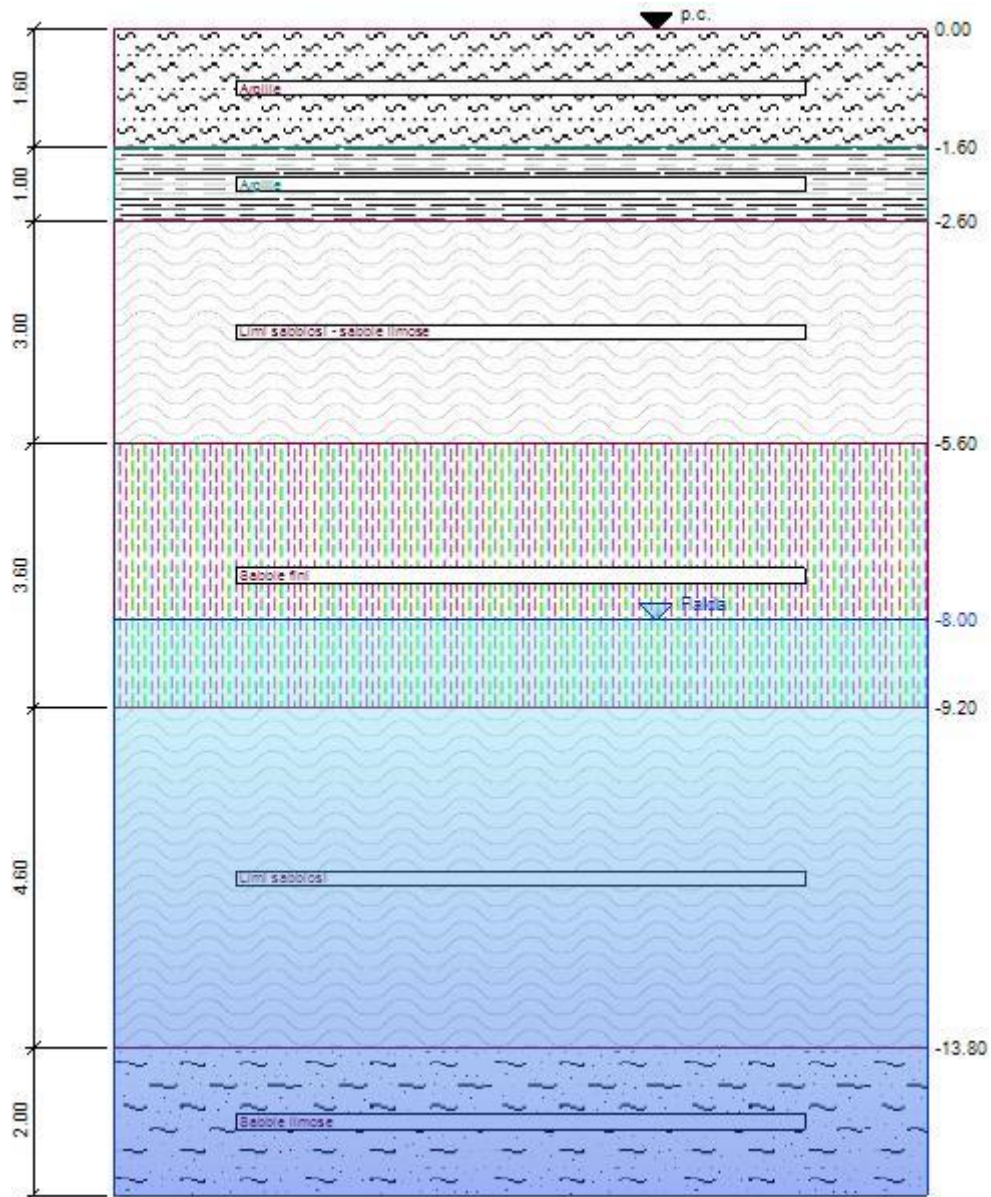


Figura 1.2: Stratigrafia del sito.

Quote [m]	Descrizione litologica	γ [daN/cm ³]	OCR
0.00	Argille	0.0019	1.00
-1.60	Argille	0.0019	1.00
-2.60	Limi sabbiosi - sabbie limose	0.0019	1.00
-5.60	Sabbie fini	0.0019	1.00
-9.20	Limi sabbiosi	0.0019	1.00
-13.80	Sabbie limose	0.0019	1.00

Tabella 1.1: Stratigrafia del sito.

La tabella seguente riporta l'andamento della tensione totale, della tensione efficace e della pressione idrostatica.

Quote [m]	Tensione totale [daN/cm ²]	Tensione efficace [daN/cm ²]	Pressione neutra [daN/cm ²]
0.00	0.000	0.000	0.000
-1.00	0.185	0.185	0.000
-2.00	0.372	0.372	0.000
-3.00	0.562	0.562	0.000
-4.00	0.752	0.752	0.000
-5.00	0.942	0.942	0.000
-6.00	1.132	1.132	0.000
-7.00	1.322	1.322	0.000
-8.00	1.512	1.512	0.000
-9.00	1.702	1.604	0.098
-10.00	1.892	1.696	0.196
-11.00	2.082	1.788	0.294
-12.00	2.272	1.880	0.392
-13.00	2.462	1.972	0.491
-14.00	2.652	2.063	0.589
-15.00	2.842	2.155	0.687

Tabella 1.2: Andamento pressioni.

E' presente una falda tra la quota -8.00 m e la quota -20.00 m.

Dati prova

L'operatore Mario Rossi ha infisso una punta nel terreno mediante batteria d'aste a velocità costante misurando la resistenza alla penetrazione della massa conica, in particolare la resistenza alla punta q_c e la resistenza laterale f_s .

La prova è stata eseguita secondo gli standard previsti:

- Area punta: 10 cm²
- Apertura punta: 60°
- Velocità di penetrazione: 20 mm/s

Il passo di prova è: 0.2 m.

Il tipo di penetrometro che è stato utilizzato per eseguire il sondaggio è meccanico.

Sono stati eseguiti 78 sondaggi nel terreno, i cui risultati, relativi alla resistenza alla punta qc ed alla resistenza laterale fs, sono riportati nella tabella sottostante (Tabella 1.3).

Quota [m]	qc [daN/cm²]	fs [daN/cm²]
-0.20	0.0000	2.6282
-0.40	0.0000	1.5789
-0.60	0.0000	1.3729
-0.80	0.0000	0.7845
-1.00	24.5166	1.1768
-1.20	19.6133	0.6865
-1.40	14.7100	0.6374
-1.60	12.7486	0.6865
-1.80	14.7100	0.5884
-2.00	19.6133	1.0493
-2.20	43.1493	0.7845
-2.40	53.9366	1.0493
-2.60	49.0333	0.7355
-2.80	58.8399	1.0493
-3.00	78.4532	1.4220
-3.20	86.2985	0.7845
-3.40	58.8399	1.1768
-3.60	43.1493	0.6865
-3.80	43.1493	0.6374
-4.00	39.2266	0.6570
-4.20	34.3233	0.6374
-4.40	29.4200	0.7355
-4.60	19.6133	0.6865
-4.80	14.7100	0.8336
-5.00	24.5166	0.9316
-5.20	29.4200	0.8336
-5.40	43.1493	0.5884
-5.60	49.0333	1.2749

Relazione prova penetrometrica C.P.T. eseguita con IS GeoStrati

-5.80	63.7432	0.7355
-6.00	49.0333	0.6865
-6.20	63.7432	0.8336
-6.40	29.4200	0.7845
-6.60	44.1299	1.1768
-6.80	19.6133	0.7845
-7.00	53.9366	1.0493
-7.20	56.8786	1.2749
-7.40	172.5970	1.8633
-7.60	215.7463	1.2749
-7.80	196.1330	1.2258
-8.00	98.0665	1.3729
-8.20	86.2985	0.8826
-8.40	93.1632	1.1278
-8.60	88.2599	0.9316
-8.80	90.2212	0.7845
-9.00	98.0665	0.8336
-9.20	86.2985	1.0493
-9.40	43.1493	0.7355
-9.60	49.0333	0.8336
-9.80	11.7680	0.8336
-10.00	14.7100	0.5884
-10.20	19.6133	0.2942
-10.40	17.6520	0.7355
-10.60	39.2266	0.7845
-10.80	29.4200	1.0493
-11.00	14.7100	0.8826
-11.20	29.4200	0.6865
-11.40	14.7100	0.3923
-11.60	4.9033	0.1961
-11.80	3.9227	0.3432
-12.00	4.9033	0.6374

-12.20	9.8067	0.5884
-12.40	9.8067	0.6865
-12.60	14.7100	1.0493
-12.80	13.7293	1.1278
-13.00	43.1493	0.6865
-13.20	32.3619	1.4710
-13.40	29.4200	0.8826
-13.60	29.4200	0.9316
-13.80	34.3233	1.7652
-14.00	58.8399	0.6865
-14.20	78.4532	0.6865
-14.40	78.4532	0.6865
-14.60	78.4532	0.6865
-14.80	78.4532	0.6865
-15.00	78.4532	0.6865
-15.20	78.4532	0.6865
-15.40	78.4532	0.6865
-15.60	78.4532	0.6865

Tabella 1.3: dati del sondaggio.

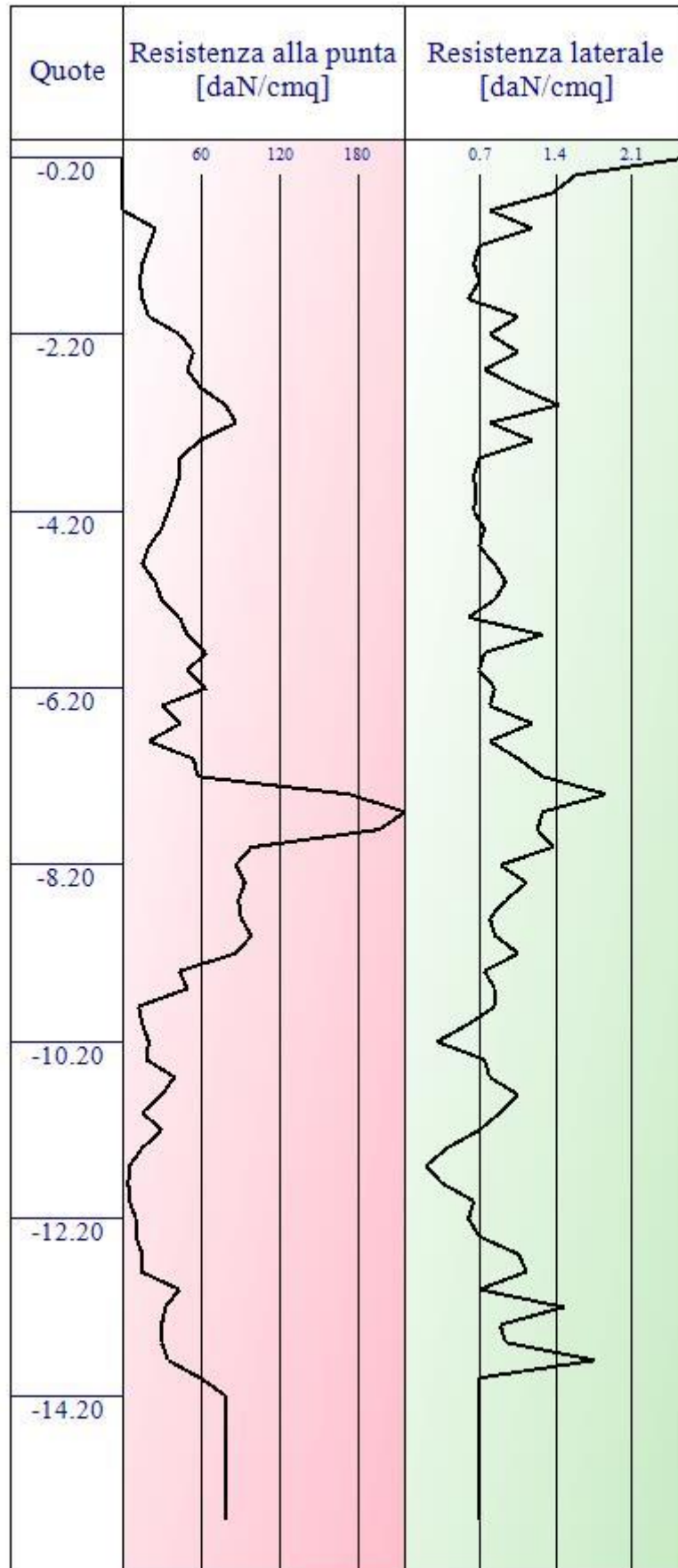


Figura 1.3: andamento resistenza alla punta e laterale.

Risultati

Le caratteristiche geotecniche dei terreni sono state determinate attraverso le correlazioni proposte da diversi autori (tra cui Terzaghi, Meyerhof, Lancellotta,...) a partire dalle caratteristiche stratigrafiche dei terreni.

Di seguito sono riportati i parametri del terreno ricavati dai calcoli eseguiti.

DENSITA' RELATIVA D_r

La densità relativa è stata calcolata con:

- Baldi (1986)
- Jamiolkoski (1985)
- Harman
- Schmertmann
- Lancellotta (1983)

DENSITA' RELATIVA [%]						
Quota [m]	Baldi	Jamiolkoski	Harman	Schmertmann	Lancellotta	Media
0.00	0	0	0	0	0	0
-1.00	0	51	64	65	51	58
-2.00	0	35	0	38	34	36
-3.00	70	69	78	78	69	73
-4.00	30	45	47	44	45	42
-5.00	20	28	25	21	27	24
-6.00	20	45	45	42	45	39
-7.00	30	46	44	41	46	41
-8.00	0	61	62	59	61	61
-9.00	50	60	60	58	60	58
-10.00	0	5	0	0	4	4
-11.00	0	4	0	0	3	4
-12.00	0	0	0	0	0	0
-13.00	20	33	27	22	33	27
-14.00	20	42	37	32	42	35
-15.00	30	49	45	41	49	43

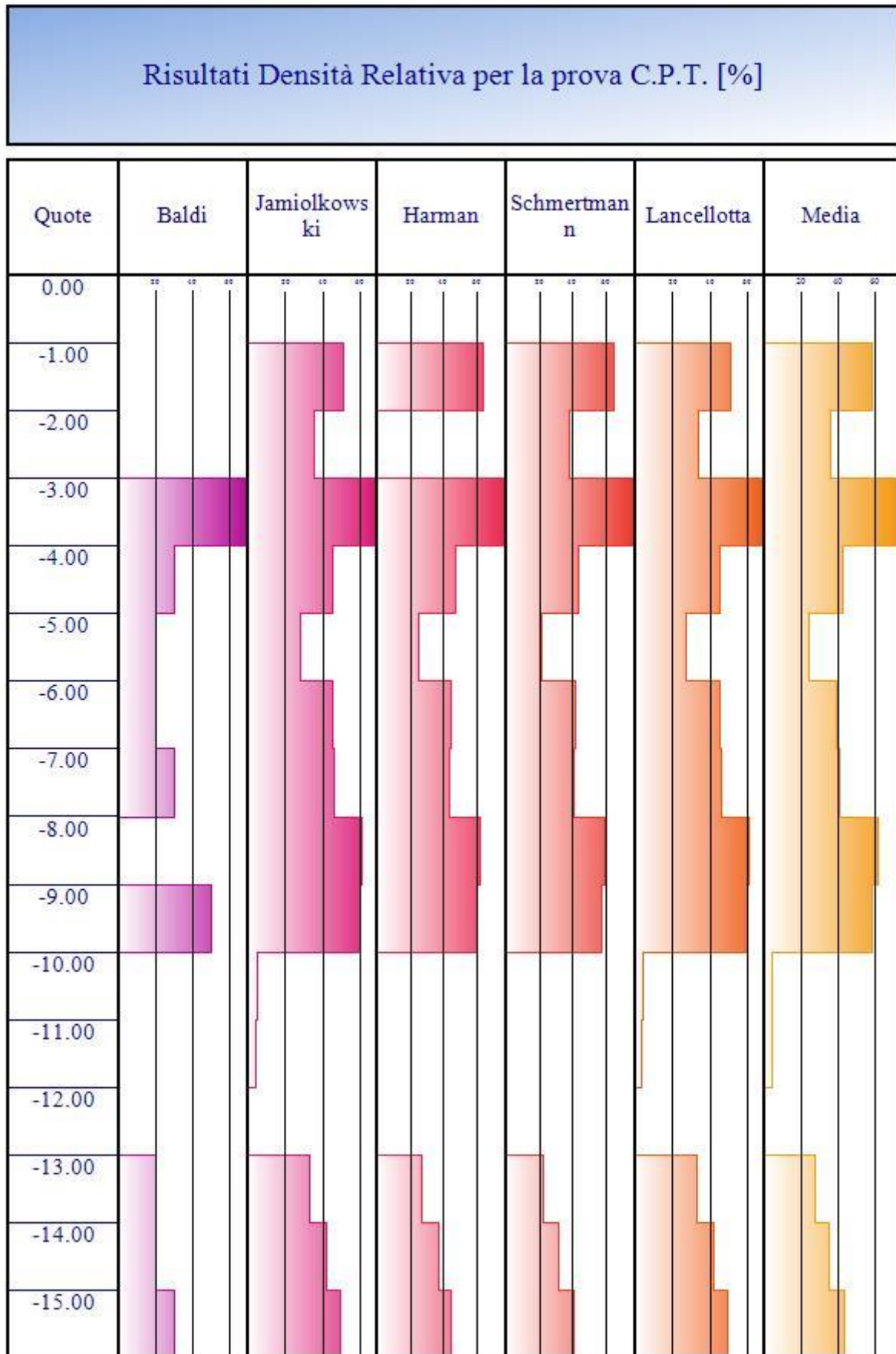


Tabella 1.4: risultati del calcolo per la Densità relativa.

ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO ϕ_i

L'angolo di resistenza al taglio è stato calcolato con:

- Kleven (1986)
- Schmertmann (1978)
- Roberson e Campanella (1983)
- Durgunouglu e Mitchell
- Caquot
- Koppejan
- De Beer

ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO [°] - Tabella 1 -				
Quota [m]	Kleven	Schmertmann	Robertson & Campanella	Durgunouglu & Mitchell
0.00	0	0	0	0
-1.00	36	0	0	37
-2.00	32	0	0	0
-3.00	39	39	48	38
-4.00	33	35	30	33
-5.00	29	34	32	30
-6.00	33	29	30	33
-7.00	33	29	0	32
-8.00	36	0	48	35
-9.00	35	30	48	34
-10.00	24	0	30	25
-11.00	24	0	30	25
-12.00	23	0	0	19
-13.00	30	34	32	29
-14.00	31	34	0	31
-15.00	33	35	48	32

ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO [°] - Tabella 2 -				
Quota [m]	Caquot	Koppejan	De Beer	Media
0.00	0	0	0	0
-1.00	34	31	29	33

Relazione prova penetrometrica C.P.T. eseguita con IS GeoStrati

-2.00	0	0	0	32
-3.00	34	32	29	37
-4.00	29	26	25	30
-5.00	26	23	21	28
-6.00	28	25	24	29
-7.00	28	25	24	28
-8.00	30	28	26	34
-9.00	30	27	25	33
-10.00	21	17	16	22
-11.00	20	17	16	22
-12.00	15	11	10	16
-13.00	25	22	21	28
-14.00	26	23	22	28
-15.00	28	25	23	32

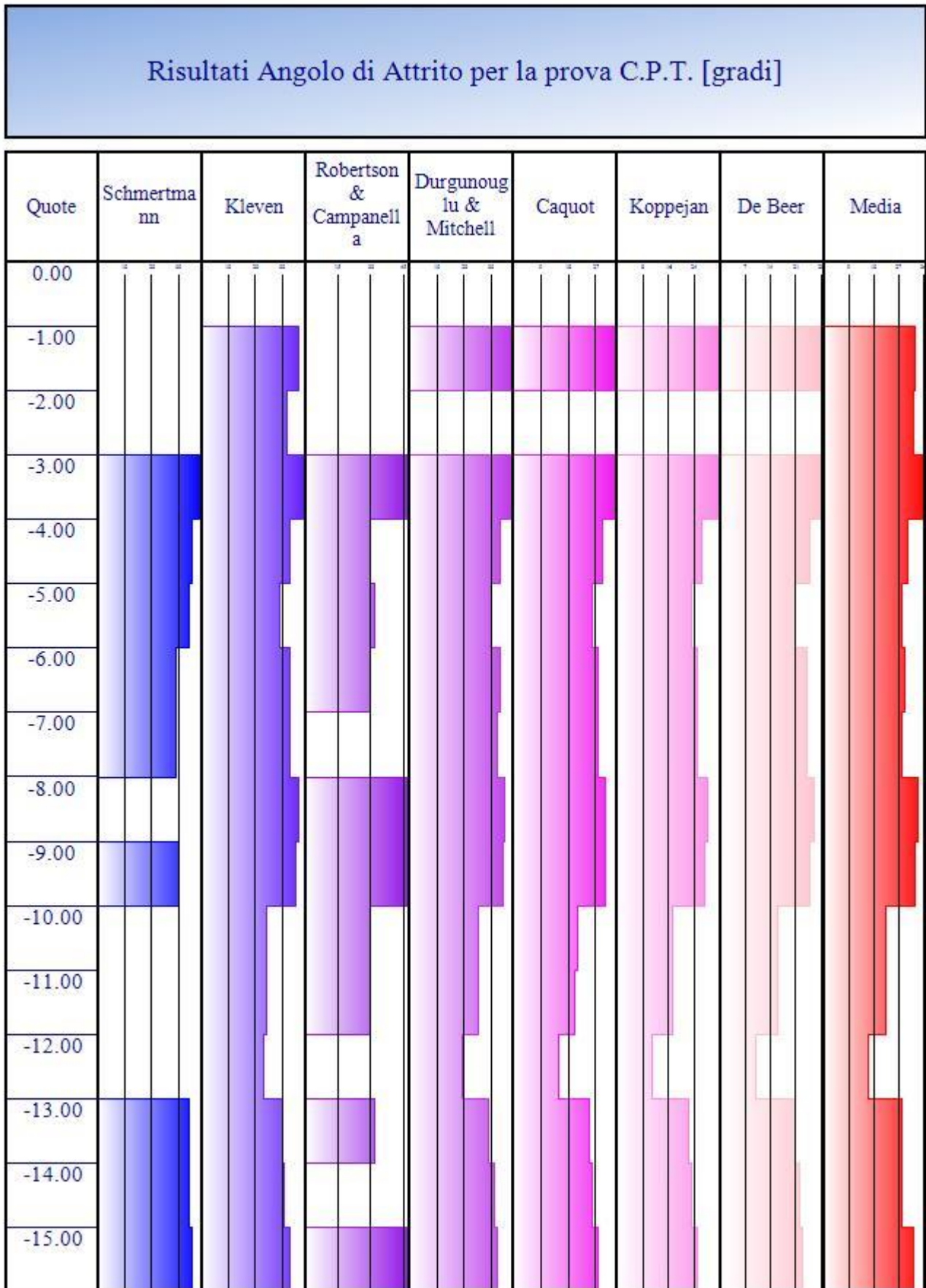


Tabella 1.5: risultati del calcolo per l'Angolo di Resistenza al taglio.

MODULO ELASTICO E

Il modulo elastico è stato calcolato con:

- Schmertmann (1970, 1978)
- Jamiolkowski (1987)
- De Beer (1965)

MODULO ELASTICO [daN/cm²]				
Quota [m]	Schmertmann	Jamiolkoski	De Beer	Media
0.00	0.00	0.00 - 0.00	0.00	0.00
-1.00	61.29	61.29 - 147.10	36.77	67.42
-2.00	49.03	0.00 - 0.00	0.00	49.03
-3.00	196.13	196.13 - 470.72	117.68	215.75
-4.00	98.07	98.07 - 235.36	58.84	107.87
-5.00	61.29	61.29 - 147.10	36.77	67.42
-6.00	122.58	122.58 - 294.20	98.07	143.01
-7.00	134.84	134.84 - 323.62	107.87	157.32
-8.00	245.17	245.17 - 588.40	196.13	286.03
-9.00	245.17	245.17 - 588.40	196.13	286.03
-10.00	36.77	36.77 - 88.26	22.06	40.45
-11.00	36.77	36.77 - 88.26	22.06	40.45
-12.00	12.26	12.26 - 29.42	7.35	13.48
-13.00	107.87	107.87 - 258.90	64.72	118.66
-14.00	147.10	147.10 - 353.04	88.26	161.81
-15.00	196.13	196.13 - 470.72	117.68	215.75

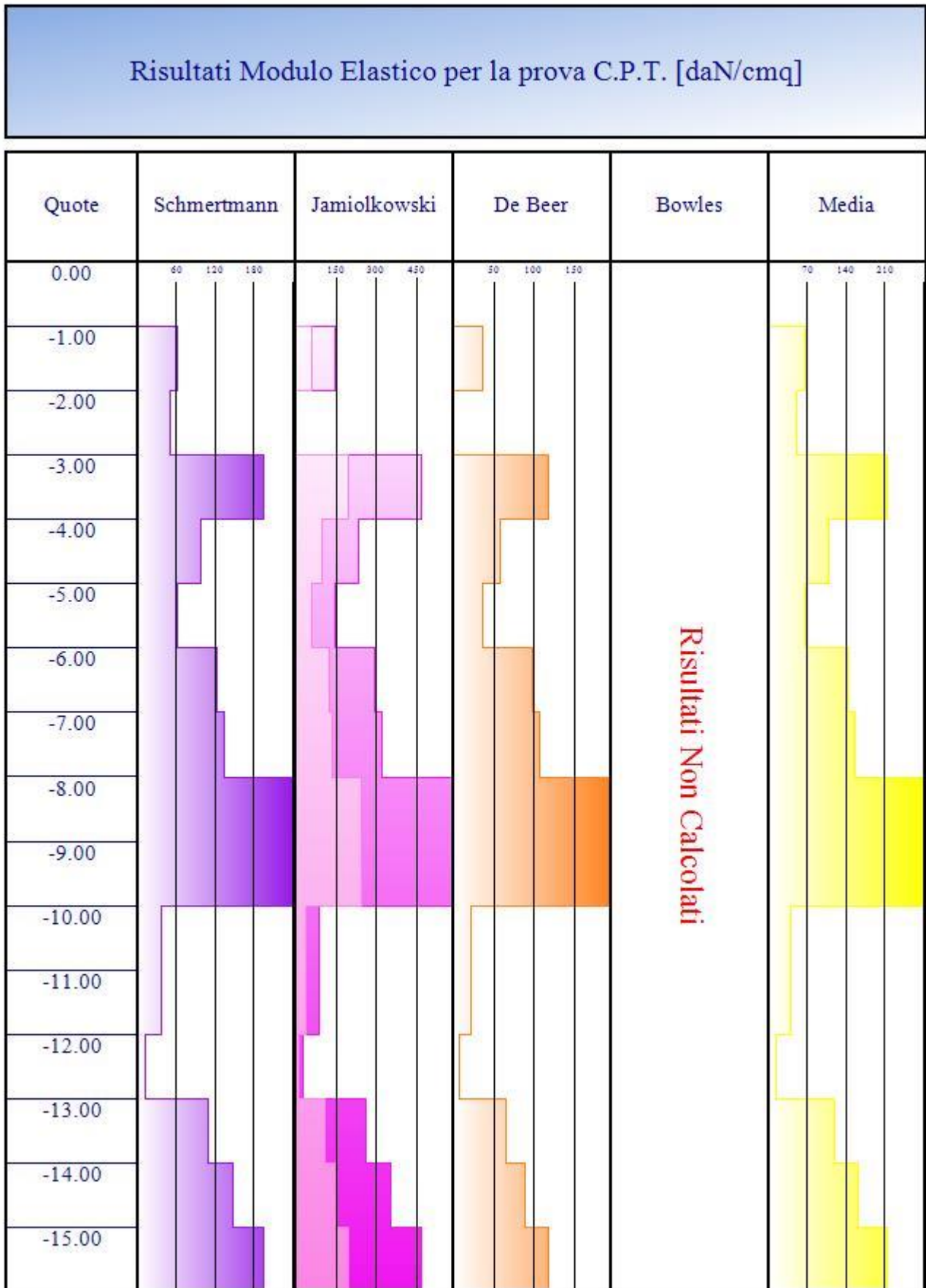


Tabella 1.6: risultati del calcolo per il Modulo Elastico.

MODULO DI TAGLIO G

Il modulo di taglio è stato calcolato con:

- Mayne e Rix (1993)
- Imai e Tomaichi (1990)

MODULO DI TAGLIO [daN/cm²]			
Quota [m]	Mayne & Rix	Imai & Tomaichi	Media
0.00	0	0	0
-1.00	207	196	202
-2.00	154	171	162
-3.00	977	399	688
-4.00	387	262	324
-5.00	207	196	202
-6.00	522	300	411
-7.00	593	318	456
-8.00	1 316	458	887
-9.00	1 316	458	887
-10.00	105	144	124
-11.00	105	144	124
-12.00	24	73	48
-13.00	440	277	358
-14.00	666	335	500
-15.00	977	399	688

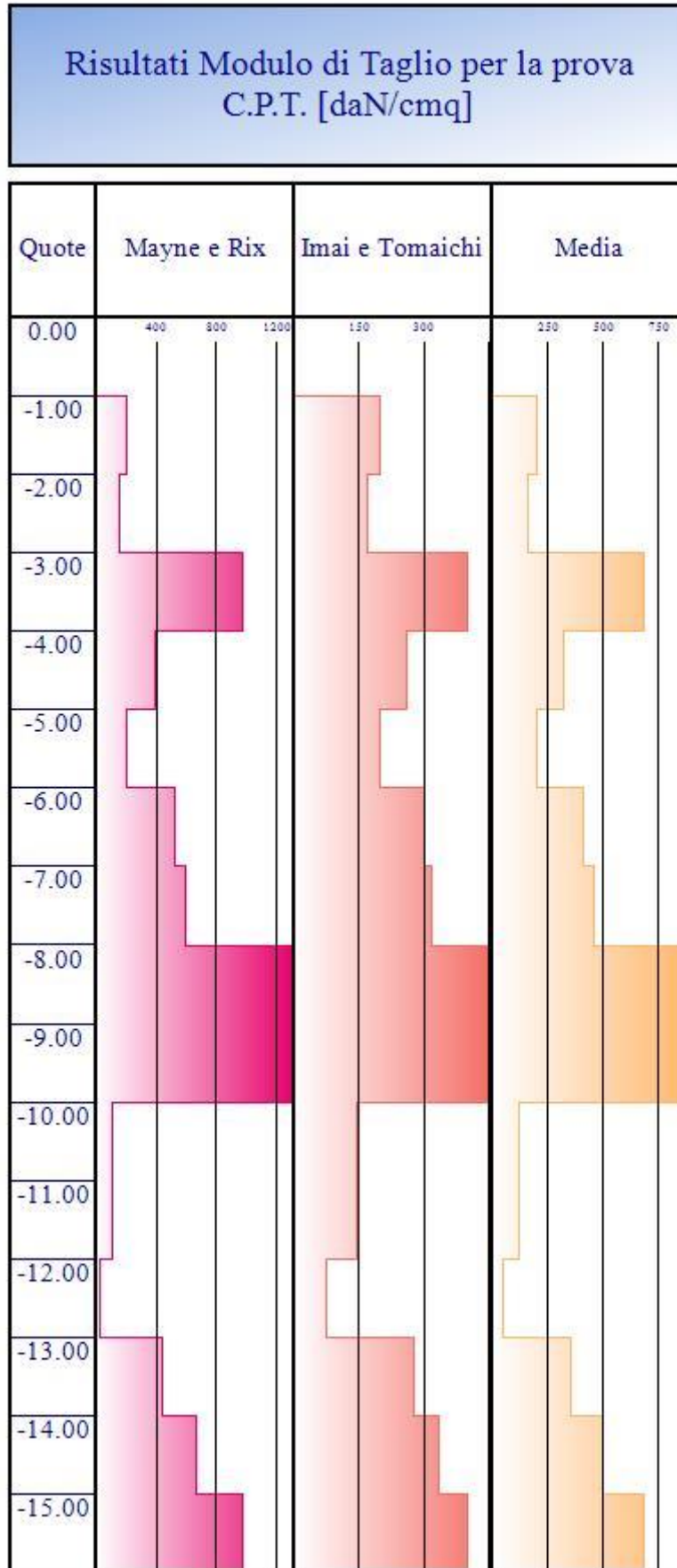


Tabella 1.7: risultati del calcolo per il Modulo di Taglio.

MODULO CONFINATO M

Il modulo confinato è stato calcolato con:

- Mitchell e Gardner (1975)
- Lumne e Christophersen (1983)

MODULO CONFINATO [daN/cm²]			
Quota [m]	Mitchell & Gardner	Lumne & Christophersen	Media
0.00	0	0	0
-1.00	49	98	74
-2.00	96	0	96
-3.00	157	314	236
-4.00	78	157	118
-5.00	49	98	74
-6.00	0	196	196
-7.00	0	216	216
-8.00	0	392	392
-9.00	0	392	392
-10.00	77	59	68
-11.00	77	59	68
-12.00	18	20	19
-13.00	86	173	130
-14.00	118	235	176
-15.00	157	314	236

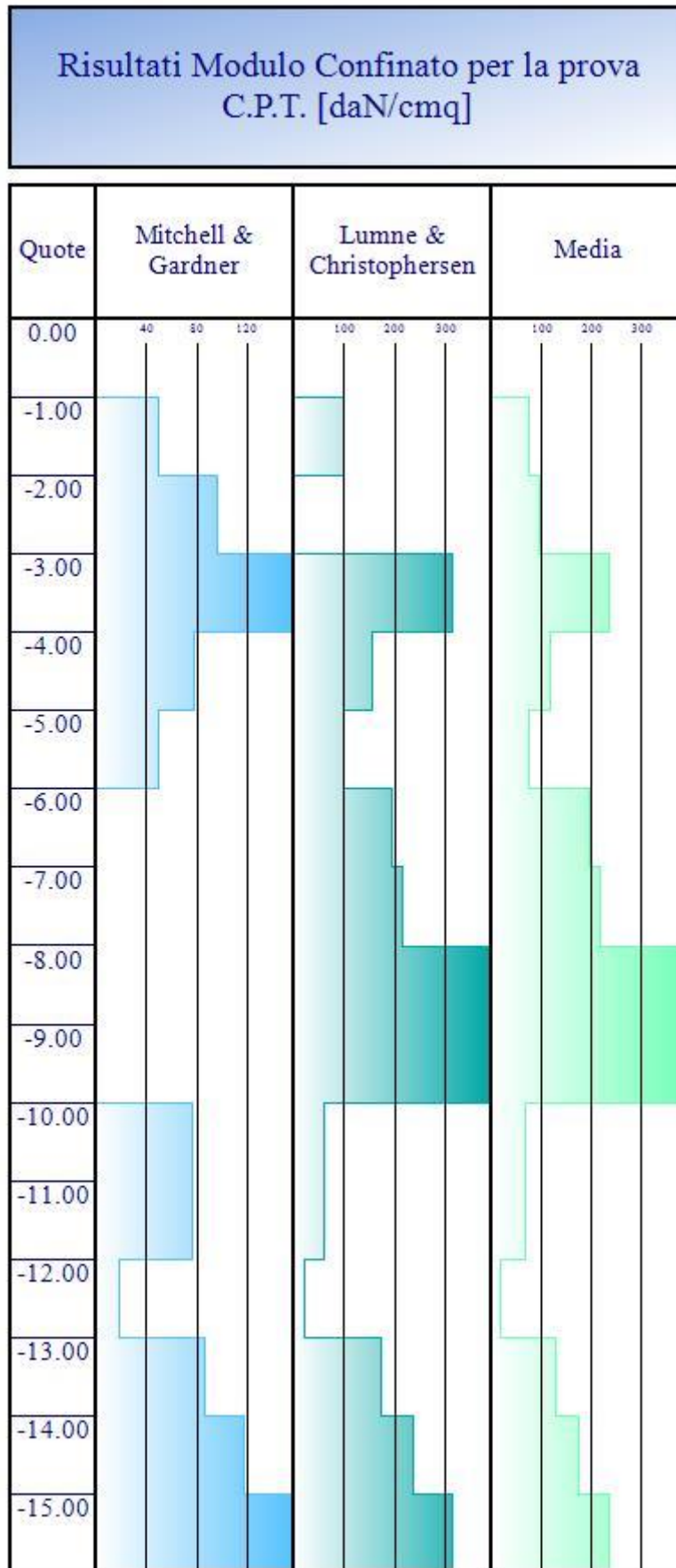


Tabella 1.8: risultati del calcolo per il Modulo Confinato.

COEFFICIENTE DI SPINTA A RIPOSO k_0

Il coefficiente di spinta a riposo è stata calcolato con:

- Kulhawy e Mayne (1990)

COEFFICIENTE DI SPINTA A RIPOSO [MPa]	
Quota [m]	Kulhawy e Mayne
0.00	0
-1.00	13
-2.00	5
-3.00	14
-4.00	5
-5.00	3
-6.00	4
-7.00	4
-8.00	6
-9.00	6
-10.00	1
-11.00	1
-12.00	0
-13.00	2
-14.00	3
-15.00	4

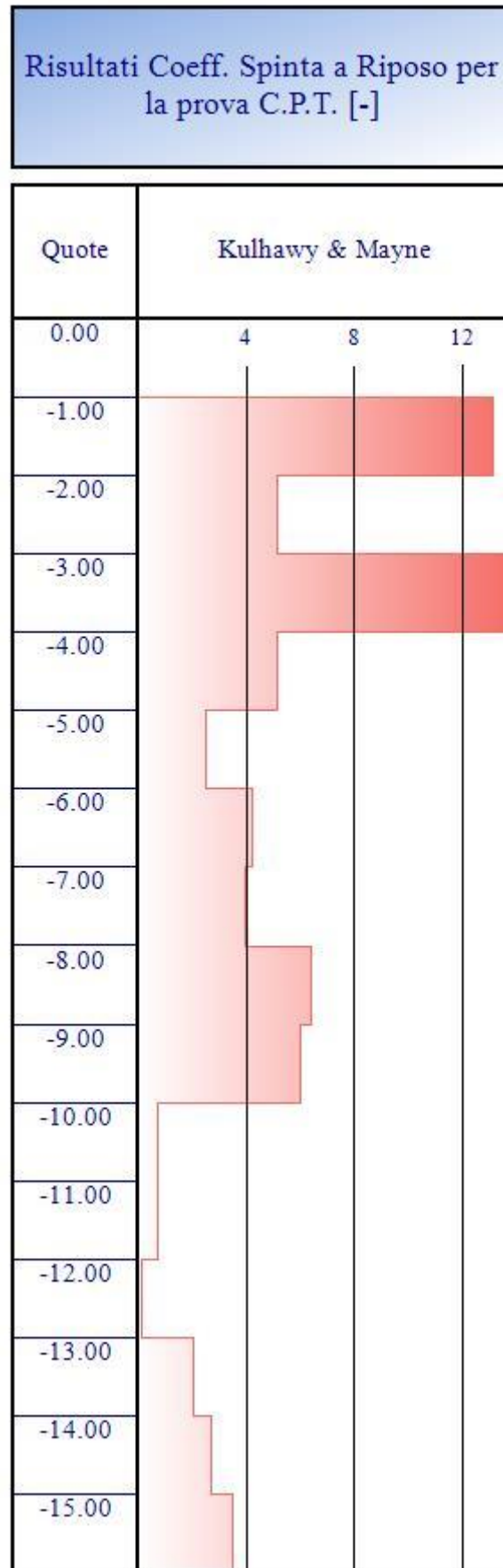


Tabella 1.10: risultati del calcolo per il Coefficiente di spinta a riposo.

Classificazioni

Quota [m]	qc [MPa]	fs [MPa]	Classificazione	Begemann	Schmertmann
-0.20	0.00	0.26	Argilla	Torbe e argil. org.	Non identificata
-0.40	0.00	0.16	Argilla	Torbe e argil. org.	Non identificata
-0.60	0.00	0.14	Argilla	Torbe e argil. org.	Non identificata
-0.80	0.00	0.08	Argilla	Torbe e argil. org.	Non identificata
-1.00	2.45	0.12	Sabbia	Limi ed argille	ArgInorgMCompatto
-1.20	1.96	0.07	Argilla	Limi ed argille	ArgSabbELimose
-1.40	1.47	0.06	Argilla	Limi ed argille	ArgInorgCompatto
-1.60	1.27	0.07	Argilla	Limi ed argille	ArgInorgCompatto
-1.80	1.47	0.06	Argilla	Limi ed argille	ArgSabbELimose
-2.00	1.96	0.10	Argilla	Limi ed argille	ArgInorgMCompatto
-2.20	4.31	0.08	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-2.40	5.39	0.10	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-2.60	4.90	0.07	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-2.80	5.88	0.10	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-3.00	7.85	0.14	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-3.20	8.63	0.08	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-3.40	5.88	0.12	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-3.60	4.31	0.07	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-3.80	4.31	0.06	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-4.00	3.92	0.07	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-4.20	3.43	0.06	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-4.40	2.94	0.07	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgilleLimi
-4.60	1.96	0.07	Argilla	Limi ed argille	ArgSabbELimose
-4.80	1.47	0.08	Argilla	Limi ed argille	ArgInorgCompatto
-5.00	2.45	0.09	Sabbia	Limi ed argille	ArgSabbELimose
-5.20	2.94	0.08	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgilleLimi
-5.40	4.31	0.06	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-5.60	4.90	0.13	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgilleLimi
-5.80	6.37	0.07	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-6.00	4.90	0.07	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia

Relazione prova penetrometrica C.P.T. eseguita con IS GeoStrati

-6.20	6.37	0.08	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-6.40	2.94	0.08	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgilleLimi
-6.60	4.41	0.12	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgilleLimi
-6.80	1.96	0.08	Argilla	Limi ed argille	ArgSabbELimose
-7.00	5.39	0.10	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-7.20	5.69	0.13	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgilleLimi
-7.40	17.26	0.19	Sabbia	Sabbie con ghiaia	SabbDensaOCement
-7.60	21.57	0.13	Sabbia	Sabbie con ghiaia	SabbieFossilRocce
-7.80	19.61	0.12	Sabbia	Sabbie con ghiaia	SabbDensaOCement
-8.00	9.81	0.14	Sabbia	Sabbie con ghiaia	SabbDensaOCement
-8.20	8.63	0.09	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-8.40	9.32	0.11	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-8.60	8.83	0.09	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-8.80	9.02	0.08	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-9.00	9.81	0.08	Sabbia	Sabbie con ghiaia	SabbDensaOCement
-9.20	8.63	0.10	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-9.40	4.31	0.07	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-9.60	4.90	0.08	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-9.80	1.18	0.08	Argilla	Torbe e argil. org.	Non identificata
-10.00	1.47	0.06	Argilla	Limi ed argille	ArgSabbELimose
-10.20	1.96	0.03	Argilla	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-10.40	1.77	0.07	Argilla	Limi ed argille	ArgSabbELimose
-10.60	3.92	0.08	Sabbia	Limi sabbiosi	Sabbia
-10.80	2.94	0.10	Sabbia	Limi ed argille	ArgSabbELimose
-11.00	1.47	0.09	Argilla	Limi ed argille	ArgInorgCompatto
-11.20	2.94	0.07	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgilleLimi
-11.40	1.47	0.04	Argilla	Limi sabbiosi	SabbieArgilleLimi
-11.60	0.49	0.02	Argilla	Limi ed argille	ArgInorgTenero
-11.80	0.39	0.03	Argilla	Torbe e argil. org.	Non identificata
-12.00	0.49	0.06	Argilla	Torbe e argil. org.	Non identificata
-12.20	0.98	0.06	Argilla	Limi ed argille	ArgOrgETerreni
-12.40	0.98	0.07	Argilla	Torbe e argil. org.	Non identificata

-12.60	1.47	0.10	Argilla	Torbe e argil. org.	Non identificata
-12.80	1.37	0.11	Argilla	Torbe e argil. org.	Non identificata
-13.00	4.31	0.07	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-13.20	3.24	0.15	Sabbia	Limi ed argille	ArgSabbELimose
-13.40	2.94	0.09	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgilleELimi
-13.60	2.94	0.09	Sabbia	Limi sabbiosi	SabbieArgilleELimi
-13.80	3.43	0.18	Sabbia	Limi ed argille	ArgInorgMCompatto
-14.00	5.88	0.07	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-14.20	7.85	0.07	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-14.40	7.85	0.07	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-14.60	7.85	0.07	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-14.80	7.85	0.07	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-15.00	7.85	0.07	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-15.20	7.85	0.07	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-15.40	7.85	0.07	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia
-15.60	7.85	0.07	Sabbia	Sabbie con ghiaia	Sabbia

Tabella 1.11: classificazione strati.

Di seguito (v. Figura 1.3) è riportata la carta di classificazione di H. Begemann (1965), che consente una valutazione del tipo di terreno sulla base dei valori della resistenza alla punta (q_c) e dell'attrito laterale (f_s).

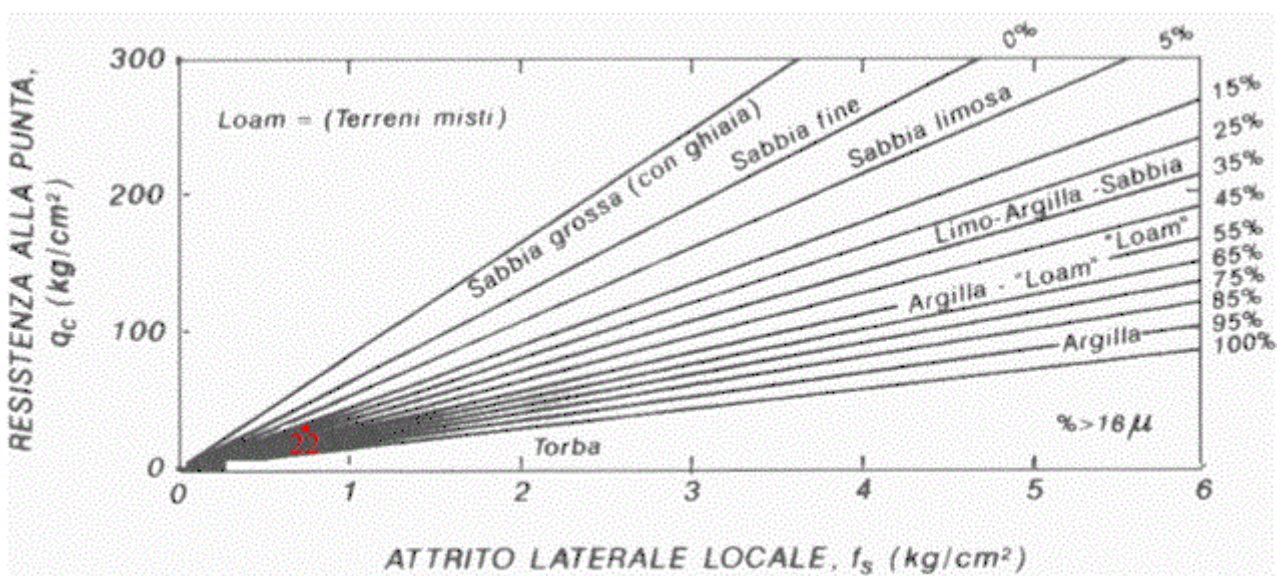


Figura 1.3: identificazione del terreno da prove CPT eseguite con punta meccanica (H. Begemann, 1965).

Nella ricerca del prof. Schmertmann (1978) è riportata una carta (Figura 1.4) per la valutazione del tipo di terreno da prove C.P.T. eseguite con punta meccanica, basata sui valori della q_c e della f_s . Si entra sull'asse delle ascisse con:

$$r_f = 100 * f_s / q_c$$

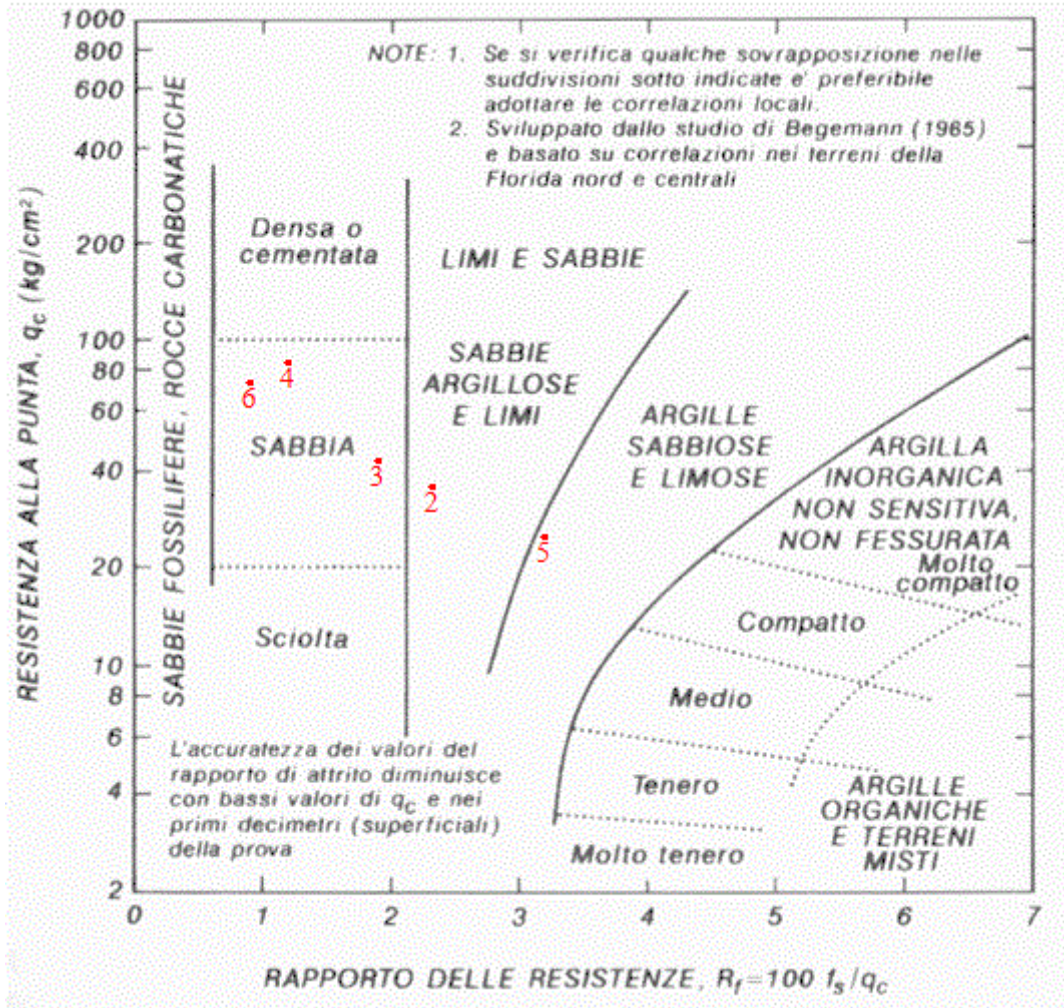


Figura 1.4: identificazione del terreno da prove CPT eseguite con punta meccanica (J.H. Schmertmann, 1978).