



Gamma Progettazione Territorio

MILANOSPORT S.p.A.

***Indagini geotecniche e chimiche sui
terreni di fondazione dei nuovi pali
di illuminazione della pista di atletica
c/o il Campo Sportivo “XXV Aprile”
Via Cimabue 24 - Milano***

Dicembre 2012

Ric. 12.30

GAMMA Progettazione Territorio s.r.l.

Tel: 02.70608201 - 02.2665439 - 02.2666675 - Fax: 02.70608214 - e-mail: segreteria@gammapi.it
Sede Legale e Operativa: Via Pascoli, 56 - 20133 Milano - P. IVA 12622820152

INDICE

1. PREMESSA

2. INDAGINI GEOTECNICHE

2.1 PROVE PENETROMETRICHE

2.1.1 Parametri ricavabili dalle prove penetrometriche dinamiche

2.1.2 Analisi dei dati geognostici

2.1.3 Stratigrafia e parametrizzazione geotecnica

3. INDAGINI CHIMICHE

ALLEGATI

1	<i>Ubicazione interventi</i>
2	<i>Figure e abachi prove penetrometriche</i>
3	<i>Dati e grafici penetrometrici</i>
4	<i>Certificati analisi chimiche</i>

1. PREMESSA

La presente indagine geotecnica e chimica è stata commissionata da MILANOSPORT S.p.A. al fine di accertare alcune caratteristiche geotecniche e lo stato ambientale dei terreni adiacenti la pista di atletica del Centro Sportivo XXV Aprile di Via Cimabue, 24 a Milano. Tali terreni sono interessati dal progetto di nuovi pali di illuminazione della pista stessa, per i quali dovranno essere opportunamente dimensionati i plinti di fondazione.

Al proposito sono stati effettuati i seguenti interventi:

- n° 2 prove penetrometriche dinamiche continue spinte fino al rifiuto del terreno;
- indagini chimiche su 4 campioni di terreno, prelevati in corrispondenza dei due punti ove sono state condotte le prove penetrometriche, per la determinazione dei contaminanti ex D.Lgs 152/06 (la prima analisi sul primo metro e la seconda analisi sul secondo metro di profondità). Sono stati analizzati i seguenti parametri: Arsenico, Cadmio, Cromo totale, Rame, Piombo, Zinco, Mercurio, Idrocarburi C<12, Idrocarburi C>12, IPA.

2. INDAGINI GEOTECNICHE

2.1 PROVE PENETROMETRICHE

Per l'esecuzione delle prove citate in premessa è stato utilizzato un penetrometro dinamico TG 63/100 KN della Ditta PAGANI motorizzato e cingolato le cui caratteristiche tecniche sono descritte nello schema allegato (all.2-fig.1).

Si precisa che i dati ricavati tramite lo strumento in questione sono in tutto paragonabili a quelli della prova SPT (Standard Penetration Test) in foro di sondaggio. La prova penetrometrica dinamica (DP) consiste nell'infingere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta d'acciaio, prolungabile con l'aggiunta di aste successive; l'infissione avviene per battitura, facendo cadere da un'altezza costante un maglio di dato peso.

Si contano i colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza stabilita; la resistenza del terreno è funzione inversa della penetrazione per ciascun colpo e funzione diretta del numero di colpi (N_{DP}) per una data penetrazione.

La prova penetrometrica dinamica per la sua semplicità di esecuzione ha una grande diffusione. Infatti, come è noto, la penetrazione dinamica di punte coniche battute nel terreno, in assenza di attrito laterale, consente una buona ricognizione dei terreni attraversati.

Il maggior ostacolo alla precisione del metodo deriva dalla difficoltà ad isolare la componente della resistenza dovuta all'attrito laterale del terreno lungo la batteria delle aste; per ovviare a questo inconveniente si utilizzano punte con diametro maggiore rispetto a quello delle aste.

Le caratteristiche del penetrometro utilizzato sono le seguenti:

- diametro della punta = 51 mm
- angolo della punta = 60°
- sezione della punta conica = 20 cmq
- diametro delle aste = 32 mm
- lunghezza delle aste = 90 cm
- peso delle aste = 5,6 kg
- peso del maglio = 63,5 kg
- altezza di caduta = 760 mm
- penetrazione di riferimento = 300 mm

La resistenza alla penetrazione è definita come il numero di colpi richiesto per infiggere la punta conica per un tratto definito.

L'energia cinetica propria di ciascun colpo è il prodotto della massa del maglio (M) per l'accelerazione di gravità (g) e per l'altezza di caduta (H).

I risultati di differenti prove penetrometriche dinamiche possono essere presentati (e/o paragonati) come valori di resistenza r_d secondo la seguente formula:

$$r_d = \frac{M \cdot g \cdot H}{A \cdot e}, \text{ dove:}$$

- A è l'area della sezione trasversale della base della punta conica
- e è la penetrazione media per colpo.

Il penetrometro utilizzato risulta standardizzato per cui è possibile utilizzare tutta la letteratura realizzata per la prova SPT; tuttavia per fare questo è però necessario effettuare due correzioni in funzione delle caratteristiche della macchina utilizzata.

La prima correzione è dovuta al rendimento della macchina: normalmente il rendimento dei dispositivi utilizzati per le prove SPT è pari al 60%, nel nostro caso il rendimento raggiunge valori pari al 80% e quindi si rende indispensabile effettuare una correzione secondo la relazione:

$$N_{60} = \frac{ER_{iM}}{60} \cdot N \text{ dove:}$$

N_{60} = numero di colpi corretto per riferirlo ad un rendimento del 60%

ER_{iM} = rendimento medio espresso in percentuale

N = numero di colpi misurato

nel nostro caso essendo $ER_{iM} = 80\%$ la formula diviene:

$$N_{60} = \frac{ER_{iM}}{60} \cdot N = 1,3 \cdot N$$

Con questa correzione sarà quindi possibile utilizzare la letteratura predisposta per la prova SPT.

2.1.1 Parametri ricavabili dalle prove penetrometriche dinamiche

Densità relativa (DR)

Usualmente si adotta la correlazione di *Gibbs e Holtz* (1957) (vedi all.2) valida per sabbie quarzose normal-consolidate, non cementate e che tiene conto dell'influenza della pressione verticale efficace.

Nell'utilizzo del grafico è necessario tener conto che per $D_R < 70\%$ la densità ricavata dal grafico risulta tendenzialmente più alta del valore reale, mentre per bassi valori di pressione efficace $\sigma'_{vo} < 5$ kPa la densità relativa ricavata dal grafico risulta tendenzialmente troppo alta.

Disponendo del valore normalizzato di NSPT [(N1)60] la migliore correlazione tra resistenza alla penetrazione e densità relativa, risulta quella proposta da Terzaghi e Peck (1948).

Di seguito vengono indicati i valori di Densità Relativa secondo Gibbs-Holtz (valori in percentuale) e Terzaghi-Peck (valori qualitativi):

DR %

0	15	35	50	65	85	100
Molto sciolta	Sciolta	Media	Addensata	Molto addensata		
0	3	8	15	25	42	58

(N1)60

Ai valori ottenuti è necessario apportare una riduzione di 55/60 nel caso di sabbie fini ed un incremento di 65/60 nel caso di sabbie grossolane.

Angolo di attrito efficace (Φ')

La correlazione proposta da *De Mello* (1971) consente la valutazione dell'angolo di attrito Φ' in base al valore di N_{SPT} e dello sforzo efficace σ'_{vo} , presentando le stesse condizioni di validità della relazione proposta per la D_R da Gibbs e Holtz.

Per bassi valori dello sforzo verticale efficace ($\sigma'_{vo} < 10$ kPa) l'angolo di attrito risulta sopravvalutato, così come per valori di $\Phi' > 38^\circ$.

Modulo elastico (E)

E' possibile utilizzare la formula proposta da *Schmertmann* (1970) per le sabbie in cui:

$$E = 8 \cdot N$$

Modulo di compressibilità edometrica (E_{ed})

Confronti tra il N_{SPT} ed il modulo di compressibilità $E_{ed} = 1/m_v$, sono stati condotti da *Shultze e Menzenbach* su numerosi provini di varia granulometria.

Essi hanno dato come risultato la seguente espressione:

$$E_{ed} = C_1 + (C_2 \cdot N_{SPT}) \pm S_E$$

dove C_1 e C_2 sono costanti che dipendono dal materiale ed S_E è la deviazione standard.

Modulo edometrico (M)

Può essere definito come un caso particolare del modulo elastico longitudinale in assenza di deformazioni laterali.

Per la valutazione del modulo è possibile fare riferimento alle relazioni proposte da *Farrent* e da *Menzebach e Malcev*

Farrent

Il metodo di Farrent è valido per le sabbie in genere. Il metodo non considera l'influenza della pressione efficace che porta, a parità di N_{SPT} , ad una diminuzione di M con la profondità.

$$M \text{ (Kg/cmq)} = 7,15 \times N_{SPT}$$

Menzebach e Malcev

Anche il metodo di Menzebach e Malcev è valido per le sabbie in genere. Il metodo non considera l'influenza della pressione efficace, che porta a parità di N_{SPT} ad una diminuzione di Ed con la profondità.

$$M \text{ (Kg/cmq)} = 3,45 N_{SPT} + 38 \text{ (Sabbia fine)}$$

$$M \text{ (Kg/cmq)} = 4,46 N_{SPT} + 38 \text{ (Sabbia media)}$$

$$M \text{ (Kg/cmq)} = 10,46 N_{SPT} + 38 \text{ (Sabbia + ghiaia)}$$

$$M \text{ (Kg/cmq)} = 4,46 N_{SPT} + 38 \text{ (Sabbia ghiaiosa)}$$

Stress ratio (τ/σ)

Rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio τ (tau) e la tensione verticale di consolidazione σ (sigma) per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie ed è stato definito da *Seed ed al.* (1985) come:

$$\frac{\tau_{av}}{\sigma'_o} = 0,65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \cdot r_d$$

dove:

a_{max} = accelerazione massima al piano campagna

σ_{vo} = pressione verticale totale agente alla profondità considerata

σ'_{vo} = pressione verticale efficace agente alla profondità considerata

r_d = fattore dello sforzo che decresce dal valore di 1 al piano campagna al valore di 0,9 a 10 m di profondità.

Nelle figure in all.2 è illustrata la relazione fra lo sforzo ciclico ed il valore N_{SPT} normalizzato, basata su siti sabbiosi con percentuale di fine $\leq 5\%$, che hanno mostrato o non mostrato fenomeni di liquefazione a seguito di terremoti di magnitudo dell'ordine di 7,5.

Le linee piene e quella tratteggiata indicano il limite di separazione fra i terreni liquefacibili e non liquefacibili, rispettivamente proposte da *Seed ed al.* (1985) e *Tokimatsu e Yoshimi* (1983).

2.1.2 Analisi dei dati geognostici

Nell'area in oggetto sono state eseguite n° 2 prove penetrometriche dinamiche (PPD), la cui ubicazione è riportata nella planimetria allegata (All.1).

Le prove mettono in luce la presenza di uno strato (fra 0-1,5/1,8 m dal p.c.) di terreno superficiale sabbioso limoso sciolto ($N_{spt} \leq 10$), cui seguono (fra 1,5/1,8 e 3,9/4,8 m dal p.c.) sabbie ghiaiose poco o mediamente addensate ($17 < N_{spt} < 24$) e, da 3,9/4,8 a 4,5/5,4 m dal p.c., ghiaie e sabbie addensate ($N_{spt} > 76$). Le prove sono andate a rifiuto a queste ultime profondità.

Per maggior chiarezza riguardo la stratigrafia riscontrata in corrispondenza di ciascun punto di prova, si faccia riferimento ai tabulati riportati in allegato 3.

Nei tabulati allegati è riportata la parametrizzazione geotecnica e, in particolare, i valori **calcolati** di D_R (densità relativa), di E' (modulo di deformazione drenato), Φ' (angolo di attrito efficace), γ_d (peso di volume secco) e γ_{sat} (peso di volume saturo), riassunti nella seguente tabella:

Materiale	Prof. (m da p.c.)	D_R (%)	E' (kg/cmq)	Φ' (°)	γ_d (t/mc)	γ_{sat} (t/mc)
Terreno superficiale sabbioso limoso sciolto	0,00÷1,5/1,8	28÷35	253÷268	29,2÷30,0	1,46÷1,50	1,91÷1,93
Sabbie ghiaiose poco o mediamente addensate	1,5/1,8÷3,9/4,8	45÷56	322÷376	32,1÷34,2	1,56÷1,63	1,97÷2,01
Ghiaie e sabbie addensate	3,9/4,8÷4,5/5,4	95÷96	777÷800	44,3÷44,5	1,94÷1,95	2,21

2.1.3 Stratigrafia e parametrizzazione geotecnica

Per la caratterizzazione stratigrafica del sito è stato fatto riferimento ai risultati delle prove penetrometriche realizzate.

La nuova normativa vigente “Norme Tecniche sulle Costruzioni”, definisce la necessità di fare riferimento non ai valori di picco ma ai valori di angolo di attrito e coesione caratteristici ($\Phi'K$ e $c'K$).

Per quanto riguarda la coesione, si è deciso cautelativamente di considerarla nulla, mentre i valori di angolo di attrito caratteristico ($\Phi'K$) vengono calcolati secondo la seguente formula:

$$\Phi'K = \Phi'm (1 - 1,645 \cdot V_0^\circ)$$

dove:

- $\Phi'm$: valore medio del parametro geotecnico;
- V_0° : coefficiente di variazione, ottenuto dal rapporto tra deviazione standard e parametro medio;
- 1,645: valore fissato dall'EC7, corrispondente a una probabilità di non superamento del 5% in una distribuzione Gaussiana.

Si ricorda che per valore caratteristico si intende “*quel valore a cui è fissata la probabilità di non superamento e rappresenta la soglia al di sotto della quale si colloca non più del 5% dei valori desumibili da una serie illimitata di prove*”.

Nella tabella seguente si riportano i dati ottenuti:

Materiale	Φ' (da prove penetrometriche)	Valore medio	Deviazione standard	$\Phi'K$
Terreno superficiale sabbioso limoso sciolto	29,2°-30,0°	29,60°	0,57	28,67°
Sabbie ghiaiose poco o mediamente addensate	32,1°-34,2°	33,15°	1,48	30,71°
Ghiaie e sabbie addensate	44,3°-44,5°	44,40°	0,14	44,17°

Nella tabella seguente vengono riassunti i parametri geotecnici utilizzabili:

MATERIALE	$\Phi'K$ [°]	$\gamma_{d \text{ nat}}$ [t/mc]	C [kg/cmq]
Terreno superficiale sabbioso limoso sciolto	28,5	1,70	0,0
Sabbie ghiaiose poco o mediamente addensate	30,7	1,80	0,0
Ghiaie e sabbie addensate	44,1	1,95	0,0

3. INDAGINI CHIMICHE

In corrispondenza dei due punti di esecuzione delle prove penetrometriche sono stati prelevati -con l'ausilio di una piccola pala meccanica- due campioni di terreno rappresentativi del primo metro superficiale (campioni A1-B1) e rappresentativi del secondo metro di profondità (campioni A2-B2).

I quattro campioni prelevati sono stati posti in contenitori di vetro da ½ kg dotati di chiusura ermetica e trasferiti al laboratorio analitico in cassette termiche dotate di pani congelanti, entro 1 ora dal loro prelievo.

Le analisi sono state affidate al Laboratorio "PASA s.r.l." di Milano, di cui si allegano i referti relativi ai risultati dell'indagine chimica.

Su ciascun campione sono stati analizzati i seguenti parametri:

- Arsenico
- Cadmio
- Cromo totale
- Rame
- Piombo
- Zinco
- Mercurio
- Idrocarburi C<12
- Idrocarburi C>12
- IPA

Le metodiche utilizzate sono state quelle ufficiali previste, ed in particolare le metodiche di analisi descritte da CNR-IRSA-ISO TR ed EPA. Il limite di rilevabilità analitica è in grado di soddisfare i limiti indicati dal D.Lgs. 152/2006.

I certificati analitici riportati alle pagine seguenti mostrano una buona situazione qualitativa dei terreni, sia al primo che al secondo metro di profondità: tutti i parametri analizzati rientrano nei limiti previsti dalle Colonne A e B della tabella 1 - All.5 - Titolo V del D.Lgs. 152/2006.

Gamma Progettazione
Territorio s.r.l.





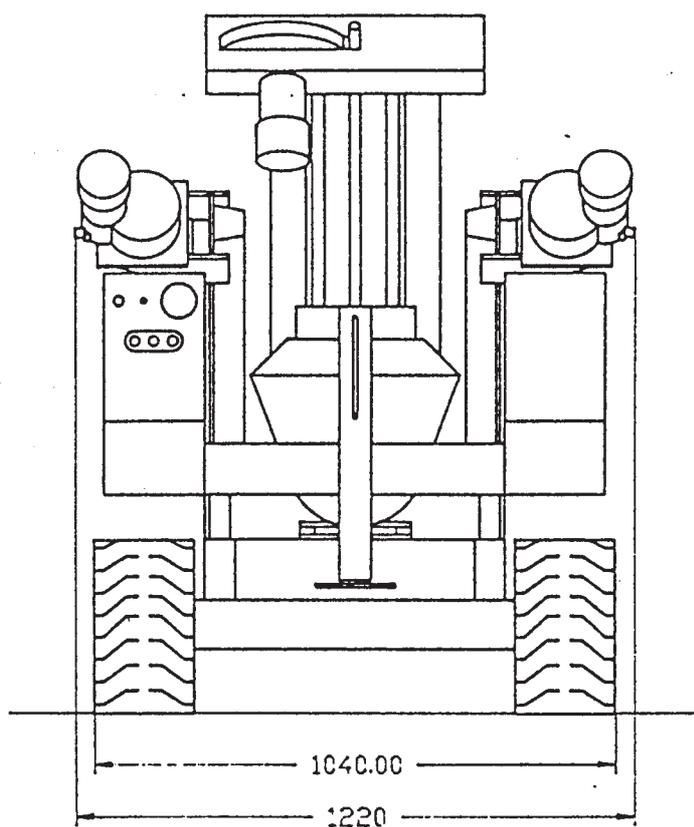
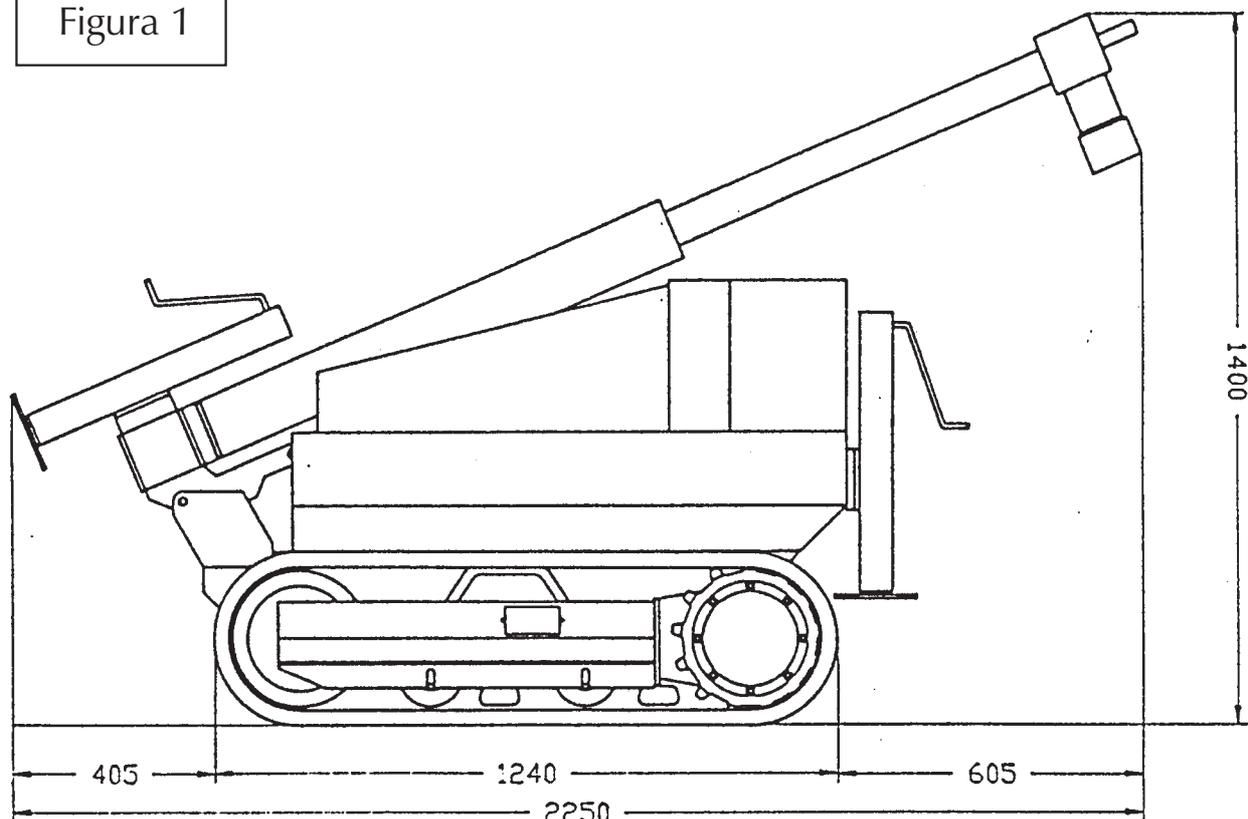
- P2 Prove penetrometriche
- B Prelievo campioni terreno

MILANOSPORT S.p.A.		RIC. 12.30	
UBICAZIONE INTERVENTI		 Gamma Progettazione Territorio s.r.l.	
		ALL. 1	
App.	Data DIC. 2012	Scala /	

Allegato 2

FIGURE E ABACHI PROVE PENETROMETRICHE

Figura 1

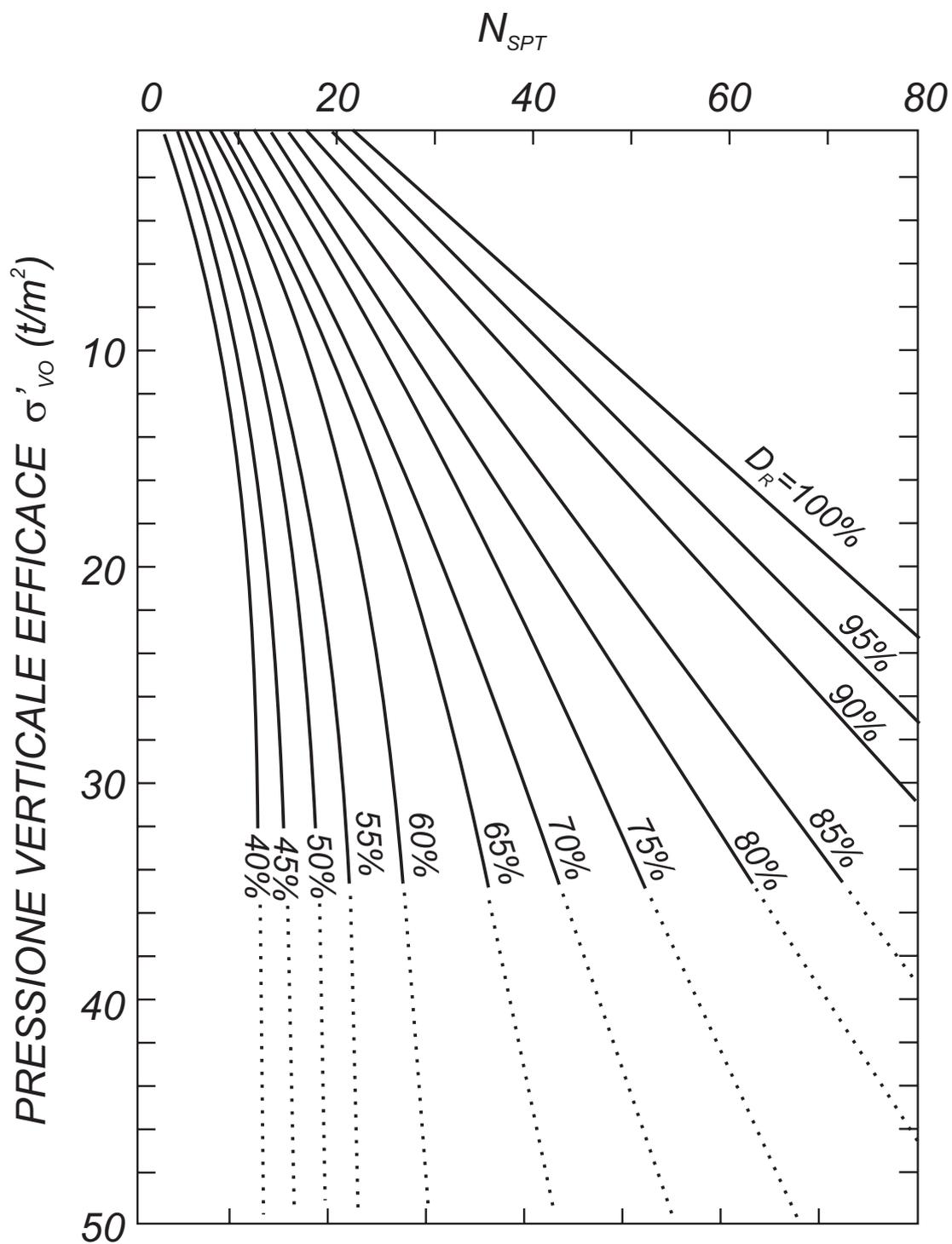


PENETROMETRO STATICO-DINAMICO

TIPO TG 63/100 KN

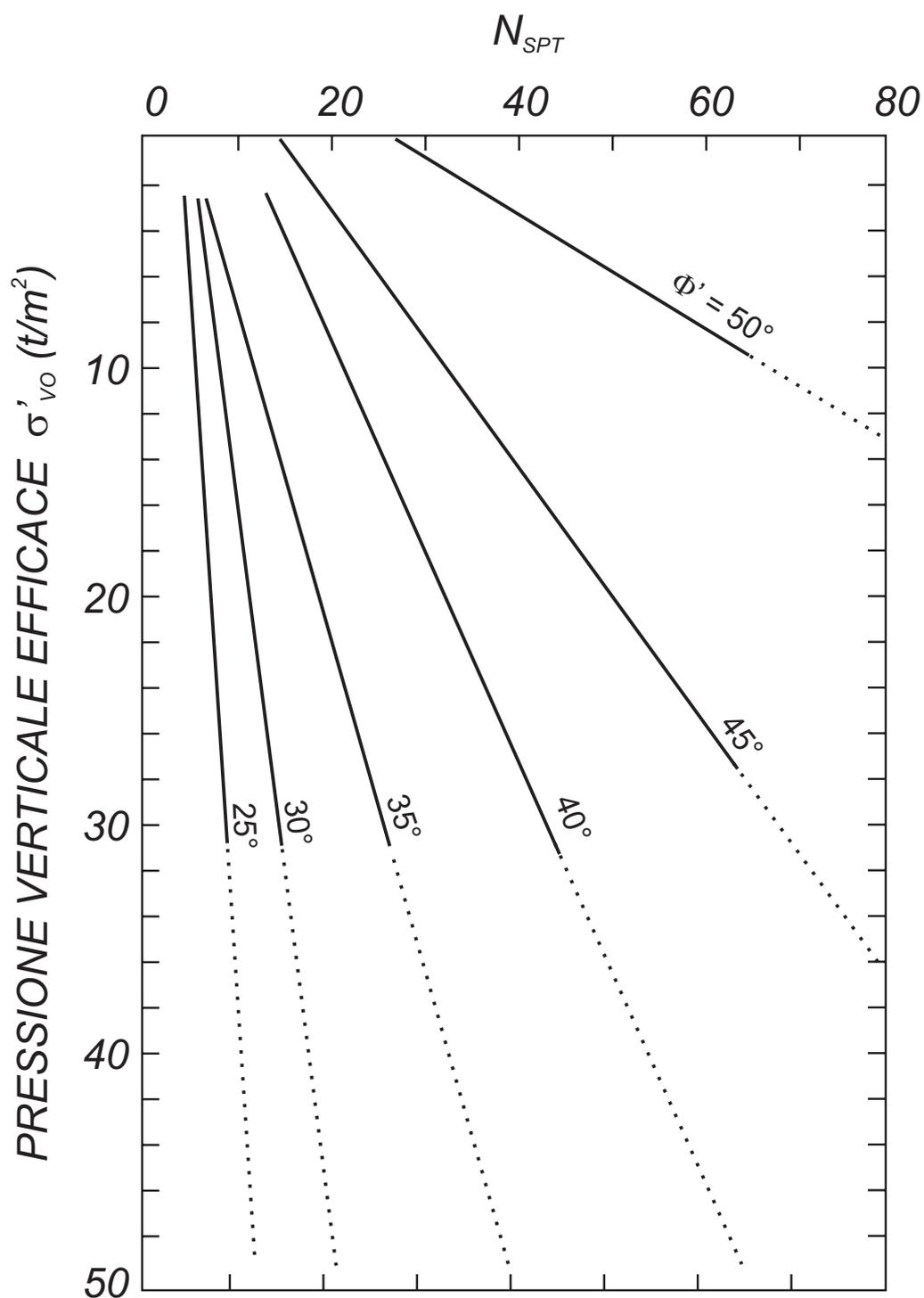
- Motore 16 HP
- Tiro in estrazione 10.000 kg
- Spinta in infissione 7.500 kg
- Corsa utile cilindri 1,25 mt
- Corsa maglio 0,75 mt (variabile)
- Peso maglio 63,5 kg (variabile)

Figura 2



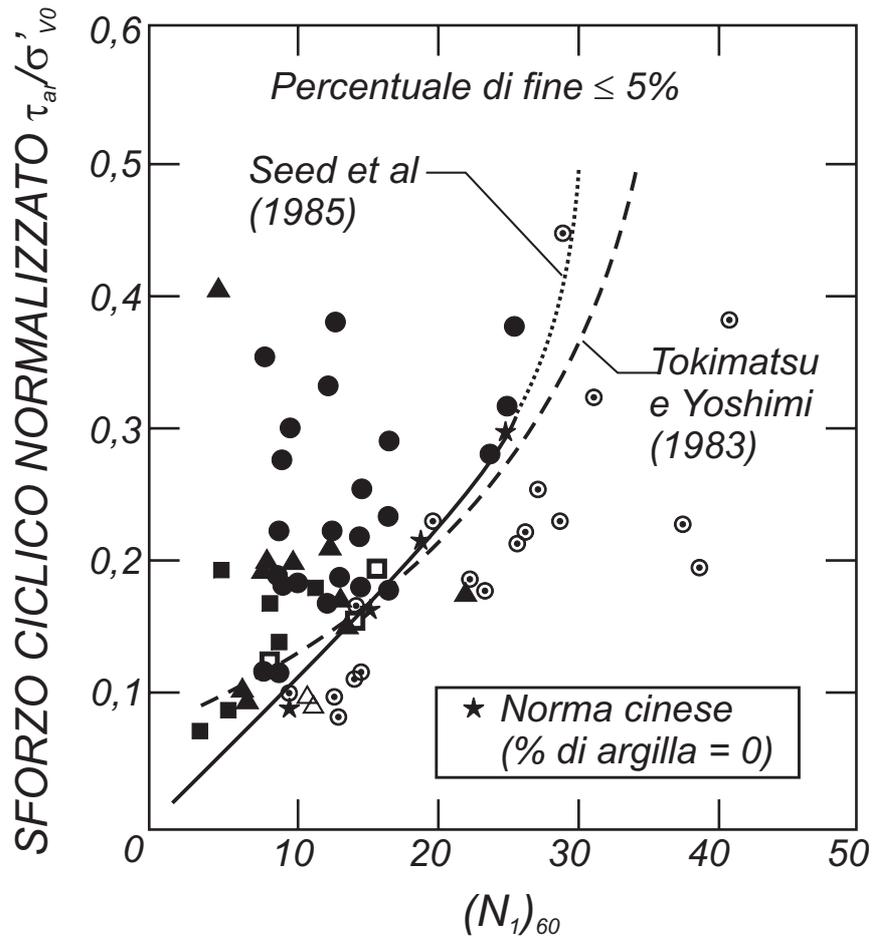
Relazione fra N_{SPT} e densità relativa (D_R) delle sabbie.
(Gibbs e Holtz, 1957)

Figura 3



Relazione fra angolo di attrito (Φ') delle sabbie e valori di NSPT, tenendo conto dell'influenza del peso del terreno sovrastante (σ'_{v0}) (De Mello, 1971)

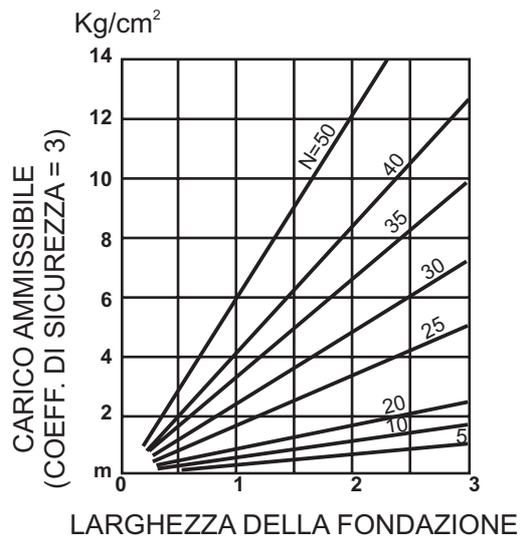
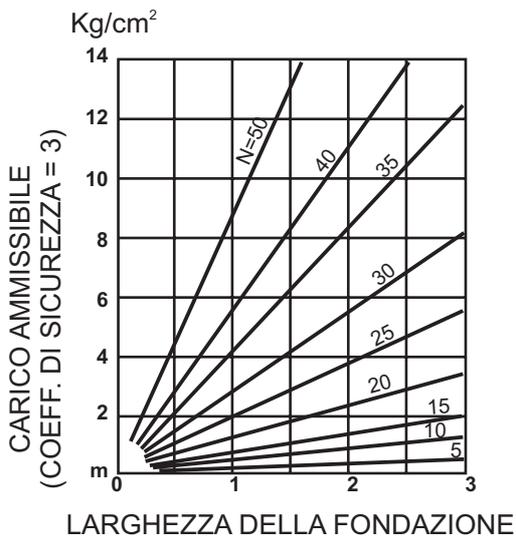
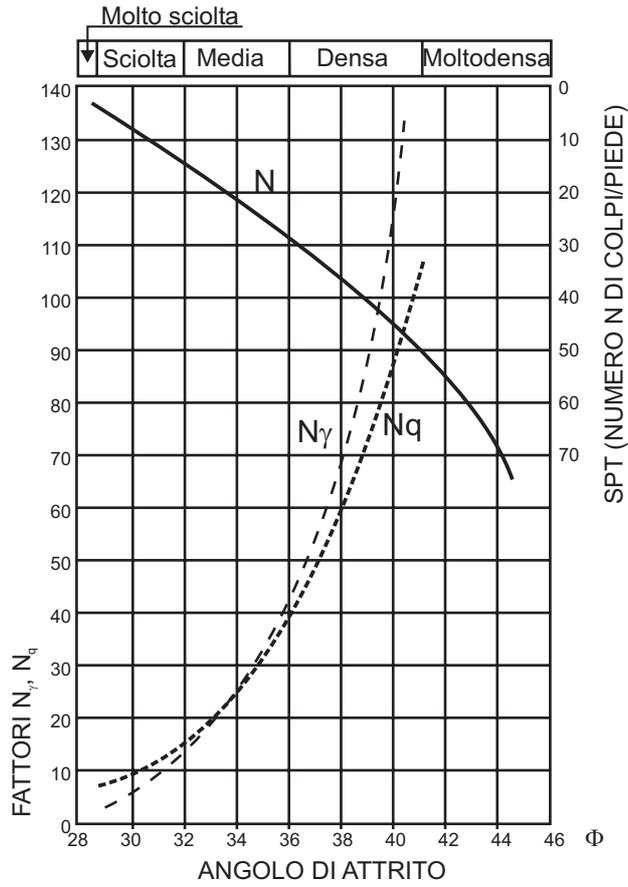
Figura 4



	Liquefazione		
	sì	marginale	no
Dati inter- americani	■	◼	□
Dati giapponesi	●	◐	○
Dati cinesi	▲	◀	△

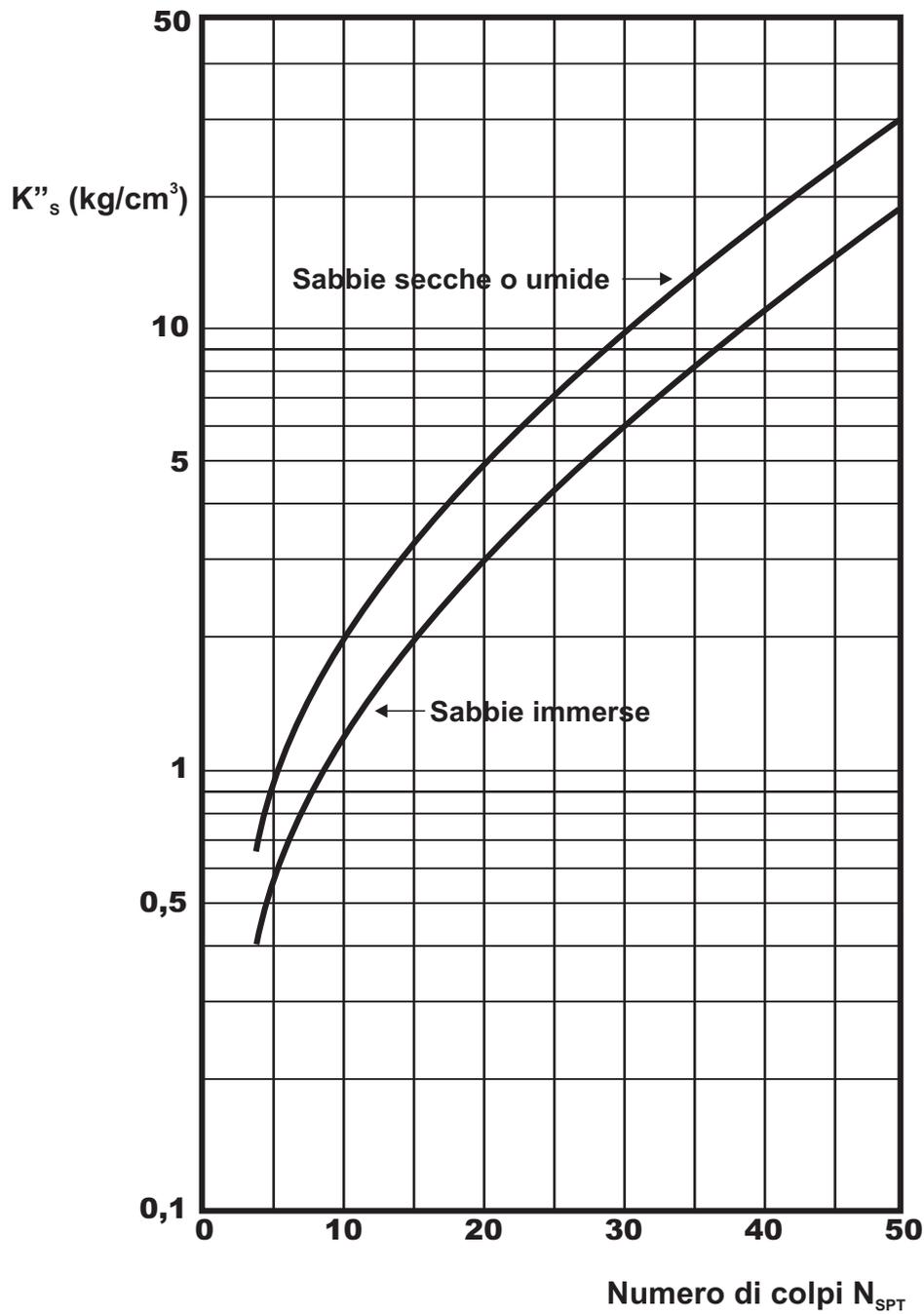
Stima della potenzialità alla liquefazione delle sabbie in base al valore N_{SPT} normalizzato $[(N_1)_{60}]$
 (Seed e al. 1985; Tokimatsu e Yoshimi, 1983)

Figura 5



Relazione fra i valori della prova SPT ed i coefficienti di portata (Peck)

Figura 6



Variazioni del coefficiente k''_s per terreni incoerenti in funzione del numero di colpi N per piede dell'S.P.T. (N_{SPT}) - (Terzaghi)

Allegato 3

DATI E GRAFICI PENETROMETRICI

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : Pagani TG63-100

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 : Pagani TG63-100

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 0,63 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 51,00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,43 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 0,90 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 5,68 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,30 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,30$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(30) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 30 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 7,77 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 0,992$ (teoricamente : Nspt = β_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 = δ / N

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

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm² = 0.098067 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 1

- indagine : MILANO SPORT
 - cantiere : Via Cimabue
 - località : Milano
 - note :

- data : 12/12/2012
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,30	3	21,4	----	1	2,70 - 3,00	18	105,0	----	4
0,30 - 0,60	12	79,6	----	2	3,00 - 3,30	15	82,5	----	5
0,60 - 0,90	9	59,7	----	2	3,30 - 3,60	10	55,0	----	5
0,90 - 1,20	4	26,5	----	2	3,60 - 3,90	11	60,5	----	5
1,20 - 1,50	7	43,5	----	3	3,90 - 4,20	10	52,0	----	6
1,50 - 1,80	12	74,5	----	3	4,20 - 4,50	14	72,9	----	6
1,80 - 2,10	10	62,1	----	3	4,50 - 4,80	26	135,3	----	6
2,10 - 2,40	13	75,8	----	4	4,80 - 5,10	51	251,9	----	7
2,40 - 2,70	12	70,0	----	4	5,10 - 5,40	75	370,4	----	7

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **Pagani TG63-100**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**30**) [δ = 30 cm]

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

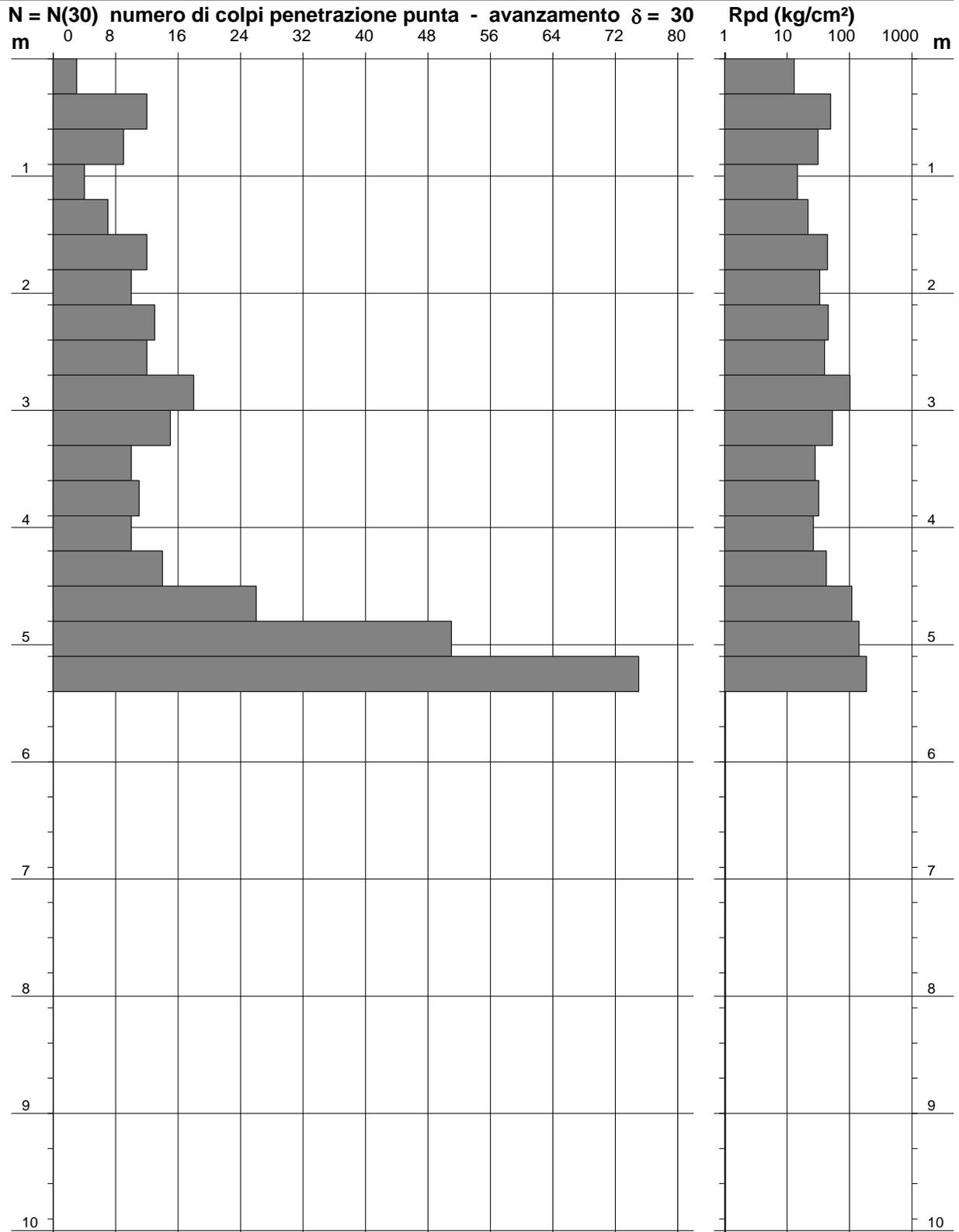
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 1

Scala 1: 50

- indagine : MILANO SPORT
 - cantiere : Via Cimabue
 - località : Milano

- data : 12/12/2012
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **Pagani TG63-100**
 - M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**
 - Numero Colpi Punta N = N(30) [$\delta = 30$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

n° 1

- indagine : MILANO SPORT
- cantiere : Via Cimabue
- località : Milano
- note :

- data : 12/12/2012
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

n°	Profondità (m)	PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
			M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00 1,50	N	7,0	3	12	5,0	----	----	----	7	1,20	8
		Rpd	46,1	21	80	33,8	----	----	----			
2	1,50 4,80	N	13,7	10	26	11,9	4,8	9,0	18,5	14	1,20	17
		Rpd	76,9	52	135	64,5	24,3	52,6	101,2			
3	4,80 5,40	N	63,0	51	75	57,0	----	----	----	63	1,20	76
		Rpd	311,1	252	370	281,5	----	----	----			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 30$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²) β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,99$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)	LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
				DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00 1.50	Sabbia limosa sciolta	8	28.3	29.2	253	1.91	1.46	0.50	1.87	35	0.945
2	1.50 4.80	Sabbie ghiaiose poco o med. add.	17	45.5	32.1	322	1.97	1.56	1.06	1.98	27	0.729
3	4.80 5.40	Ghiaie e sabbie addensate	76	94.8	44.3	777	2.21	1.94	4.75	2.70	----	0.001

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficaceE' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato

W% = contenuto d'acqua

e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenataYsat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 2

- indagine : MILANO SPORT
 - cantiere : Via Cimabue
 - località : Milano
 - note :

- data : 12/12/2012
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,30	3	21,4	----	1	2,40 - 2,70	23	134,2	----	4
0,30 - 0,60	11	73,0	----	2	2,70 - 3,00	24	140,0	----	4
0,60 - 0,90	13	86,3	----	2	3,00 - 3,30	25	137,5	----	5
0,90 - 1,20	6	39,8	----	2	3,30 - 3,60	11	60,5	----	5
1,20 - 1,50	6	37,3	----	3	3,60 - 3,90	20	110,0	----	5
1,50 - 1,80	9	55,9	----	3	3,90 - 4,20	58	301,9	----	6
1,80 - 2,10	17	105,6	----	3	4,20 - 4,50	75	390,4	----	6
2,10 - 2,40	21	122,5	----	4					

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **Pagani TG63-100**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(**30**) [δ = 30 cm]

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

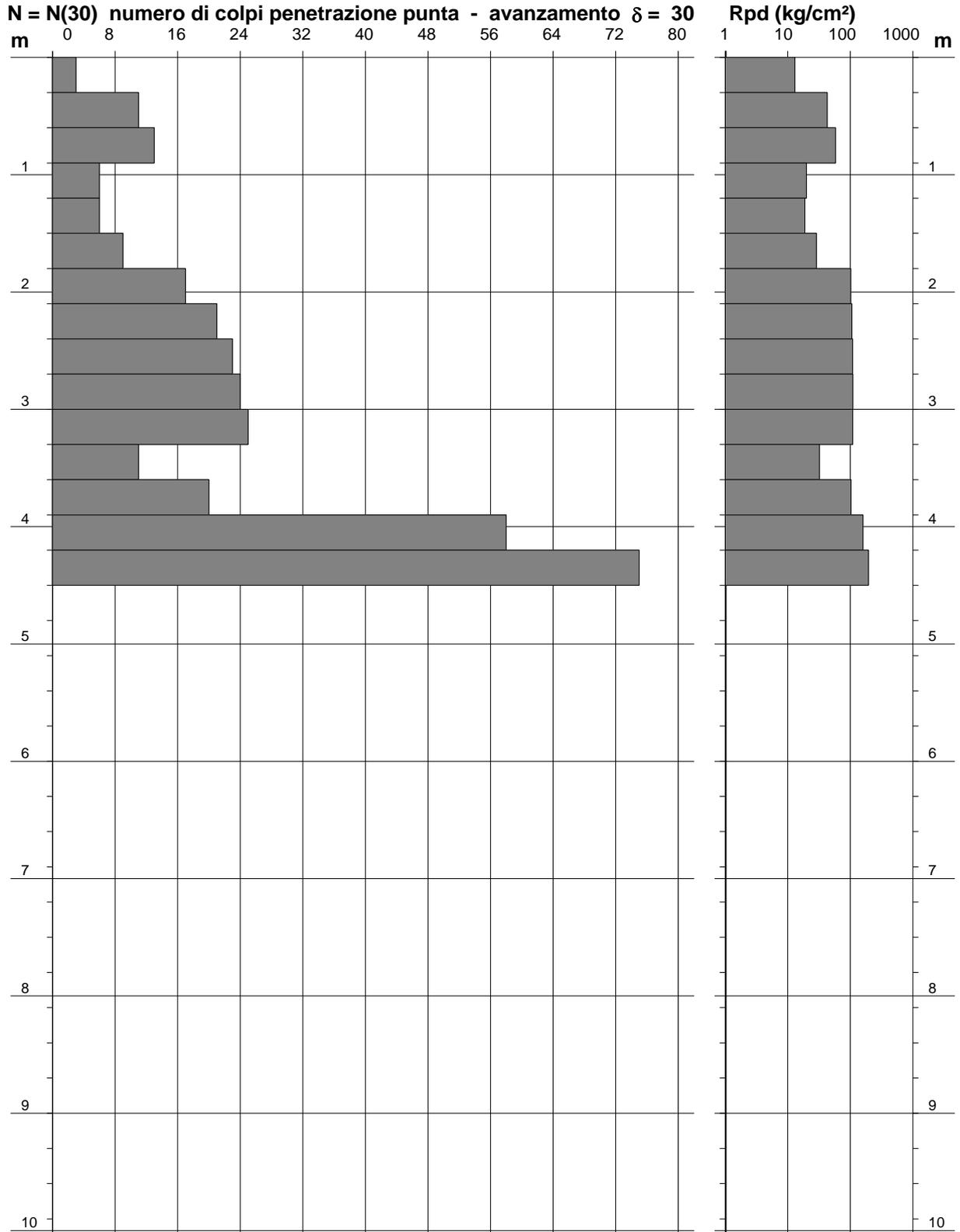
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 2

Scala 1: 50

- indagine : MILANO SPORT
 - cantiere : Via Cimabue
 - località : Milano

- data : 12/12/2012
 - quota inizio : piano campagna
 - prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **Pagani TG63-100**
 - M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**
 - Numero Colpi Punta N = N(30) [$\delta = 30$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

n° 2

- indagine : MILANO SPORT
- cantiere : Via Cimabue
- località : Milano
- note :

- data : 12/12/2012
- quota inizio : piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
				M	min	Max	$\frac{1}{2}(M+\min)$	s	M-s	M+s			
1	0,00	1,80	N	8,0	3	13	5,5	3,7	4,3	11,7	8	1,20	10
			Rpd	52,3	21	86	36,8	24,2	28,0	76,5			
2	1,80	3,90	N	20,1	11	25	15,6	4,8	15,3	25,0	20	1,20	24
			Rpd	115,8	61	140	88,1	27,8	88,0	143,6			
3	3,90	4,50	N	66,5	58	75	62,3	---	---	---	66	1,20	79
			Rpd	346,1	302	390	324,0	---	---	---			

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 30$ cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)

β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 0,99$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.80	Sabbia limosa sciolta	10	35.0	30.0	268	1.93	1.50	0.63	1.90	33	0.892
2	1.80	3.90	Sabbie ghiaiose poco o med. add.	24	56.0	34.2	376	2.01	1.63	1.50	2.07	22	0.591
3	3.90	4.50	Ghiaie e sabbie addensate	79	95.9	44.5	800	2.21	1.95	4.94	2.73	-01	-0.020

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

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrito efficace

E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato

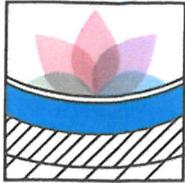
W% = contenuto d'acqua

e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata

Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

Allegato 4

**CERTIFICATI
ANALISI CHIMICHE**



PASA
SRL

SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ
UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO
DA SQS - N° CH-37095

20134 MILANO
VIALE DELLE RIMEMBRANZE DI LAMBRATE, 16
TEL. 02.21711583/02.21591365 - FAX 02.21711573
E-MAIL: pasamilano@gmail.com
C.F. E P.IVA: 06740260960
R.E.A. MI 1911539
CAPITALE SOCIALE € 10.000 I.V.

Milano 07/01/2013

Spett. le
Gamma Progettazione Territorio Srl
Via Pascoli 56
20133 Milano

Campione n°	2672	Certificato	2672/12
--------------------	-------------	--------------------	----------------

Matrice	Terreno		
Identificazione	Milano Sport S.p.A. - Centro Sportivo XXV Aprile		
Luogo del Monitoraggio	Milano Sport S.p.A. - Centro Sportivo XXV Aprile		
Punto di Prelievo	A1 - 1° m profondità		
Analisi effettuata per	Gamma Progettazione Territorio Srl		
Prelevatore	Gamma Progettazione Territorio Srl		
Data Prelievo	20/12/12	Rif. Interno	2672/12/ GAMMA
Data Ingresso	20/12/12		

Parametri	Unità di misura	Risultati	CSC Colonna A Tab. 1 All.5 Titolo V D.Lgs. 152/06	CSC Colonna B Tab. 1 All.5 Titolo V D.Lgs. 152/06	Metodo
Vagliato 2 mm	%	50,0			-
Arsenico	mg/kg	<2	20	50	CNR-IRSA 3020
Cadmio	mg/kg	<0,5	2	15	CNR-IRSA 3020
Cromo totale	mg/kg	21,9	150	800	CNR-IRSA 3020
Mercurio	mg/kg	<0,1	1	5	CNR-IRSA 3020
Piombo	mg/kg	4,02	100	1000	CNR-IRSA 3020
Rame	mg/kg	6,88	120	600	CNR-IRSA 3020
Zinco	mg/kg	11,9	150	1500	CNR-IRSA 3020
Idrocarburi C>12	mg/kg	<1	50	750	ISO TR 16703
Idrocarburi C<12	mg/kg	<0,1	10	250	EPA 8015D
IPA:					
• Benzo (a) antracene	mg/kg	<0,001	0,5	10	EPA 8100
• Benzo (a)pirene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Benzo (b)fluorantene	mg/kg	<0,001	0,5	10	EPA 8100
• Benzo (k) fluorantene	mg/kg	<0,001	0,5	10	EPA 8100
• Benzo (g,h,i) perilene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Crisene	mg/kg	<0,001	5	50	EPA 8100
• Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Dibenzo (a,h)antracene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Indenopirene	mg/kg	<0,001	0,1	5	EPA 8100
• Pirene	mg/kg	<0,001	5	50	EPA 8100
• Naftalene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100
• Acenaftilene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100
• Acenaftene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100
• Fluorene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100
• Fenantrene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100
• Antracene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100
• Fluorantene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100

I risultati analitici sopra esposti si riferiscono esclusivamente al campione prelevato ed identificato come sopra esposto.

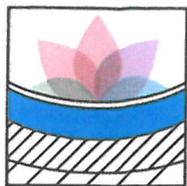
A. Campanino

I tecnici di laboratorio
L. Moroni

L. Pascarella

Il Coordinatore del Laboratorio
(Dott. Gian-Franco Gaggino)





PASA
SRL

SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ
UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO
DA SGS - N° CH-37095

20134 MILANO
VIALE DELLE RIMEMBRANZE DI LAMBRATE, 16
TEL. 02.21711583/02.21591365 - FAX 02.21711573
E-MAIL: pasamilano@gmail.com
C.F. E P.IVA: 06740260960
R.E.A. MI 1911539
CAPITALE SOCIALE € 10.000 I.V.

Milano 07/01/2013	Spett. le Gamma Progettazione Territorio Srl Via Pascoli 56 20133 Milano
-------------------	---

Campione n° 2673	Certificato 2673/12
-------------------------	----------------------------

Matrice	Terreno		
Identificazione	Milano Sport S.p.A. – Centro Sportivo XXV Aprile		
Luogo del Monitoraggio	Milano Sport S.p.A. – Centro Sportivo XXV Aprile		
Punto di Prelievo	A2 – II° m profondità		
Analisi effettuata per	Gamma Progettazione Territorio Srl		
Prelevatore	Gamma Progettazione Territorio Srl		
Data Prelievo	20/12/12	Rif. Interno	2673/12/ GAMMA
Data Ingresso	20/12/12		

Parametri	Unità di misura	Risultati	CSC Colonna A Tab. 1 All.5 Titolo V D.Lgs. 152/06	CSC Colonna B Tab. 1 All.5 Titolo V D.Lgs. 152/06	Metodo
Vagliato 2 mm	%	57,2			-
Arsenico	mg/kg	<2	20	50	CNR-IRSA 3020
Cadmio	mg/kg	<0,5	2	15	CNR-IRSA 3020
Cromo totale	mg/kg	14,3	150	800	CNR-IRSA 3020
Mercurio	mg/kg	<0,1	1	5	CNR-IRSA 3020
Piombo	mg/kg	14,5	100	1000	CNR-IRSA 3020
Rame	mg/kg	8,55	120	600	CNR-IRSA 3020
Zinco	mg/kg	20,1	150	1500	CNR-IRSA 3020
Idrocarburi C>12	mg/kg	25,2	50	750	ISO TR 16703
Idrocarburi C<12	mg/kg	<0,1	10	250	EPA 8015D
IPA:					
• Benzo (a) antracene	mg/kg	<0,001	0,5	10	EPA 8100
• Benzo (a) pirene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Benzo (b) fluorantene	mg/kg	<0,001	0,5	10	EPA 8100
• Benzo (k) fluorantene	mg/kg	<0,001	0,5	10	EPA 8100
• Benzo (g,h,i) perilene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Crisene	mg/kg	<0,001	5	50	EPA 8100
• Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Dibenzo (a,h) antracene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Indenopirene	mg/kg	<0,001	0,1	5	EPA 8100
• Pirene	mg/kg	<0,001	5	50	EPA 8100
• Naftalene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100
• Acenaftilene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100
• Acenaftene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100
• Fluorene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100
• Fenantrene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100
• Antracene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100
• Fluorantene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100

I risultati analitici sopra esposti si riferiscono esclusivamente al campione prelevato ed identificato come sopra esposto.

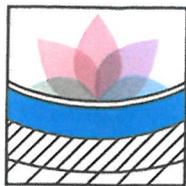
A. Campano

I tecnici di laboratorio
L. Moroni

L. Pascarella



Il Coordinatore di Laboratorio
(Dott. Gianfranco Gaggioli)



PASA
SRL

SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ
UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO
DA SGS - N° CH-37095

20134 MILANO
VIALE DELLE RIMEMBRANZE DI LAMBRATE, 16
TEL. 02.21711583/02.21591365 - FAX 02.21711573
E-MAIL: pasamilano@gmail.com
C.F. E P.IVA: 06740260960
R.E.A. MI 1911539
CAPITALE SOCIALE € 10.000 I.V.

Milano 07/01/2013	Spett. le Gamma Progettazione Territorio Srl Via Pascoli 56 20133 Milano
-------------------	---

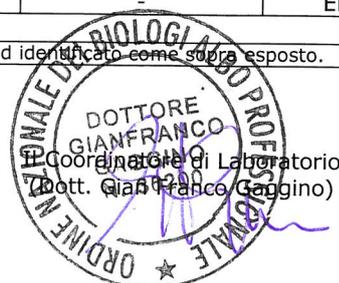
Campione n° 2674	Certificato 2674/12
-------------------------	----------------------------

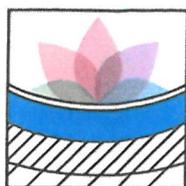
Matrice	Terreno		
Identificazione	Milano Sport S.p.A. - Centro Sportivo XXV Aprile		
Luogo del Monitoraggio	Milano Sport S.p.A. - Centro Sportivo XXV Aprile		
Punto di Prelievo	B1 - I° m profondità		
Analisi effettuata per	Gamma Progettazione Territorio Srl		
Prelevatore	Gamma Progettazione Territorio Srl		
Data Prelievo	20/12/12	Rif. Interno	2674/12/ GAMMA
Data Ingresso	20/12/12		

Parametri	Unità di misura	Risultati	CSC Colonna A Tab. 1 All.5 Titolo V D.Lgs. 152/06	CSC Colonna B Tab. 1 All.5 Titolo V D.Lgs. 152/06	Metodo
Vagliato 2 mm	%	45,0			-
Arsenico	mg/kg	<2	20	50	CNR-IRSA 3020
Cadmio	mg/kg	<0,5	2	15	CNR-IRSA 3020
Cromo totale	mg/kg	21,5	150	800	CNR-IRSA 3020
Mercurio	mg/kg	<0,1	1	5	CNR-IRSA 3020
Piombo	mg/kg	3,00	100	1000	CNR-IRSA 3020
Rame	mg/kg	7,40	120	600	CNR-IRSA 3020
Zinco	mg/kg	9,59	150	1500	CNR-IRSA 3020
Idrocarburi C>12	mg/kg	<1	50	750	ISO TR 16703
Idrocarburi C<12	mg/kg	<0,1	10	250	EPA 8015D
IPA:					
• Benzo (a) antracene	mg/kg	<0,001	0,5	10	EPA 8100
• Benzo (a) pirene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Benzo (b) fluorantene	mg/kg	<0,001	0,5	10	EPA 8100
• Benzo (k) fluorantene	mg/kg	<0,001	0,5	10	EPA 8100
• Benzo (g,h,i) perilene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Crisene	mg/kg	<0,001	5	50	EPA 8100
• Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Dibenzo (a,h) antracene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Indenopirene	mg/kg	<0,001	0,1	5	EPA 8100
• Pirene	mg/kg	<0,001	5	50	EPA 8100
• Naftalene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100
• Acenaftilene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100
• Acenaftene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100
• Fluorene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100
• Fenantrene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100
• Antracene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100
• Fluorantene	mg/kg	0,02	-	-	EPA 8100

I risultati analitici sopra esposti si riferiscono esclusivamente al campione prelevato ed identificato come sopra esposto.

I tecnici di laboratorio
A. Campanino L. Moroni L. Pasquarella





PASA
SRL

SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ
UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO
DA SGS - N° CH-37095

20134 MILANO
VIALE DELLE RIMEMBRANZE DI LAMBRATE, 16
TEL. 02.21711583/02.21591365 - FAX 02.21711573
E-MAIL: pasamilano@gmail.com
C.F. E P.IVA: 06740260960
R.E.A. MI 1911539
CAPITALE SOCIALE € 10.000 I.V.

Milano 07/01/2013	Spett. le Gamma Progettazione Territorio Srl Via Pascoli 56 20133 Milano
-------------------	---

Campione n° 2675	Certificato 2675/12
-------------------------	----------------------------

Matrice	Terreno		
Identificazione	Milano Sport S.p.A. – Centro Sportivo XXV Aprile		
Luogo del Monitoraggio	Milano Sport S.p.A. – Centro Sportivo XXV Aprile		
Punto di Prelievo	B2 – II° m profondità		
Analisi effettuata per	Gamma Progettazione Territorio Srl		
Prelevatore	Gamma Progettazione Territorio Srl		
Data Prelievo	20/12/12	Rif. Interno	2675/12/ GAMMA
Data Ingresso	20/12/12		

Parametri	Unità di misura	Risultati	CSC Colonna A Tab. 1 All.5 Titolo V D.Lgs. 152/06	CSC Colonna B Tab. 1 All.5 Titolo V D.Lgs. 152/06	Metodo
Vagliato 2 mm	%	39,4			-
Arsenico	mg/kg	<2	20	50	CNR-IRSA 3020
Cadmio	mg/kg	<0,5	2	15	CNR-IRSA 3020
Cromo totale	mg/kg	13,8	150	800	CNR-IRSA 3020
Mercurio	mg/kg	<0,1	1	5	CNR-IRSA 3020
Piombo	mg/kg	2,49	100	1000	CNR-IRSA 3020
Rame	mg/kg	5,61	120	600	CNR-IRSA 3020
Zinco	mg/kg	9,41	150	1500	CNR-IRSA 3020
Idrocarburi C>12	mg/kg	<1	50	750	ISO TR 16703
Idrocarburi C<12	mg/kg	<0,1	10	250	EPA 8015D
IPA:					
• Benzo (a) antracene	mg/kg	<0,001	0,5	10	EPA 8100
• Benzo (a)pirene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Benzo (b)fluorantene	mg/kg	<0,001	0,5	10	EPA 8100
• Benzo (k) fluorantene	mg/kg	<0,001	0,5	10	EPA 8100
• Benzo (g,h,i) perilene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Crisene	mg/kg	<0,001	5	50	EPA 8100
• Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Dibenzo (a,h)antracene	mg/kg	<0,001	0,1	10	EPA 8100
• Indenopirene	mg/kg	<0,001	0,1	5	EPA 8100
• Pirene	mg/kg	<0,001	5	50	EPA 8100
• Naftalene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100
• Acenaftilene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100
• Acenaftene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100
• Fluorene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100
• Fenantrene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100
• Antracene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100
• Fluorantene	mg/kg	<0,001	-	-	EPA 8100

I risultati analitici sopra esposti si riferiscono esclusivamente al campione prelevato ed identificato come sopra esposto.

A. Campanino
L. Moroni
L. Pasquarella

Il Coordinatore di Laboratorio
(Dott. Gian Franco Gaggioli)
GAGGIOLI
N. 36200
ORDINE NAZIONALE DEI BIOLOGI ALBO PROFESSIONISTICO