

GEOTEHNIČNO POROČILO

o možnostih skladiščenja polnih kontejnerjev
na pomolu II Luke Koper

Naročnik: LUKA KOPER d.d.
Vojkovo nabrežje 38
6000 KOPER

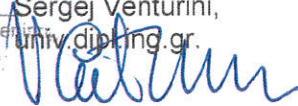
Objekt: PLATOJI A, B, C IN D
SKLADIŠČE POLNIH KONTEJNERJEV

Lokacija: LUKA KOPER

Poročilo št.: 2253/2007

Ljubljana, december 2007

i-n-i d.o.o. Direktor:
Podjetje za geotehnični & gradbeni inženiring d.o.o. Sergej Venturini,
Bravničarjeva 20, Ljubljana, univ. dipl. ing. gr.



VSEBINA POROČILA

a/ Plato A – kontejnerski terminal

1. Terenske raziskave
 - 1.1 Sondažno vrtanje
 - 1.2 Dinamične penetracije
2. Temeljna tla
3. Dopusna obremenitev površja, deformacije površja

priloga 1: situacija sond
priloga 2: geotehnični profil P-1 in P-2

b/ Plato B – parkirišča avtomobilov

1. Terenske raziskave
 - 1.1 Sondažno vrtanje
 - 1.2 Dinamične penetracije
2. Temeljna tla
3. Dopusna obremenitev površja, deformacije površja

priloga 1: situacija sond
priloga 2: geotehnični profil P-1

c/ Plato C – RR-01

1. Terenske raziskave
 - 1.1 Sondažno vrtanje
 - 1.2 Dinamične penetracije
2. Temeljna tla
3. Dopusna obremenitev površja, deformacije površja

priloga 1: situacija sond
priloga 2: geotehnični profil P-1 in P-2

d/ Plato D – lesni terminal

1. Terenske raziskave
 - 1.1 Sondažno vrtanje
 - 1.2 Dinamične penetracije
2. Temeljna tla
3. Dopusna obremenitev površja, deformacije površja

priloga 1: situacija sond
priloga 2: geotehnični profil P-1

a/ Plato A – kontejnerski terminal

1.0 TERENSKE RAZISKAVE

1.1 Sondažne vrtine

Severovzhodni del obstoječega kontejnerskega terminala smo preiskali s skupno tremi sondažnimi vrtinami. Z njimi smo hoteli ugotoviti le debelino zgornje nosilne skorje, oziroma skupno debelino nasutih zemljin.

Lpkacije vrtin so razvidne iz priložene situacije. Sestava izvrtanih tal je razvidna iz geotehničnih profilov P-1 in P-2-

Vrtalna dela smo izvajali dne 11.12.2007. Skupna metraža vrtanja je na tej lokaciji znašala 14,0 m.

1.2 Dinamični penetrometer

Namen raziskav z dinamičnim penetrometrom je bil ugotoviti debelino nasutih zemeljskih slojev in hkrati tudi gostoto, oziroma konsistenčno stanje nasutih zemljin.

Na lokaciji kontejnerskega terminala smo v dne 11.12.2007 izvedli skupno 4 sonde dinamičnega penetrometra v skupni dolžini 24,0 m. Več sond zaradi zasedenosti terminala s kontejnerji ni bilo mogoče izvesti.

2.0 TEMELJNA TLA

S sondiranjem tega površja smo ugotovili, da se na površju nahaja nasip v skupni debelini med 2,50 in 3,50 m. Pod nasipom se že nahajajo raščeni morski sedimenti,

Nasip je sestavljen iz naslednjih slojev:

pod do 10 cm debelim slojem asfalta smo v vseh sondah najprej registrirali tamponsko nasutje. Debelina tega nosilnega zgornjega cestnega ustroja znaša med 1,0 in 1,80 m. pod tamponom smo v vrtinah zasledili nasute flišne materiale, deloma že pomešane z morskimi glinami in melji. Flišno nasutje z občasnimi vložki posameznih samic apnenca poteka vse do pojava raščenih morskih sedimentov, to je do globine povprečno 3,0 m.

Pod zgornjim dvo slojnim nasipom se nahajajo mastne gline do zelo stisljivi melji, sive barve, srednje gnetne konsistence.

Tamponsko nasutje v debelini 1,0 do 1,80 m

- prostorninska teža $\gamma=21,0 \text{ kN/m}^3$
- kot notranjega trenja $\phi=38 \text{ stopinj}$
- modul stisljivosti $M_s=60,0 \text{ MPa}$

Flišno nasutje v debelini 1,20 in do 2,50 m

- prostorninska teža $\gamma=19,0 \text{ kN/m}^3$
- kot notranjega trenja $\phi=30 \text{ stopinj}$
- modul stisljivosti $M_s=10,0 \text{ MPa}$

Obstoječa asfaltna površina je na večih mestih močno poškodovana. Poškodbe se kažejo pred vsem v posamznih udorinah, pred vsem v območju transpornih poti viličarjev. Nastanek poškodb je vezan pred vsem na neenakomerno debelino tampona, oziroma na pronicanje spodnjih morskih glin v tamponski nasip.

3.0 DOPUSTNA OBREMENITEV POVRŠJA, DEFORMACIJE POVRŠJA

Dopustno obremenitev površja po kriteriju dopustnega posedanja površja vrednotimo z naslednjimi predpostavkami:

teža polnega kontejnerja $G=270 \text{ kN (27 ton)}$
tloris kontejnerja $F=2,20 \times 12,0 \text{ m} = 26,4 \text{ m}^2$
specifična obremenitev tal pod kontejnerjem
 $q=Q/F = 270/26,4 = 10,22 \text{ kN/m}^2$

Pri višini 5-tih kontejnerjev bo specifična obremenitev površja
 $Q=5 \cdot 10,22 = 55,11 \text{ kPa}$

Deformacije površja, računanane po metodi končnih elementov (program Plaxis) dajo pri tamponskem nasipu debeline 1,50 m ($M_s=60,0 \text{ MPa}$) in ostalemu nasipu debeline tudi 1,50 m ($M_s=15 \text{ MPa}$), ter povprečnemu modulu raščeni morskih sedimentov $M_s=2000 \text{ kPa}$ vrednost $u=15,0 \text{ cm}$

Dopustna nosilnost tal pod nasipom je po kriteriju loma tal okoli $p_d=62 \text{ kPa}$.

Plato A lahko obremenimo s petimi višinami kontejnerjev, pri tem pa računamo s posedki površja med $u=12$ in 15 cm .

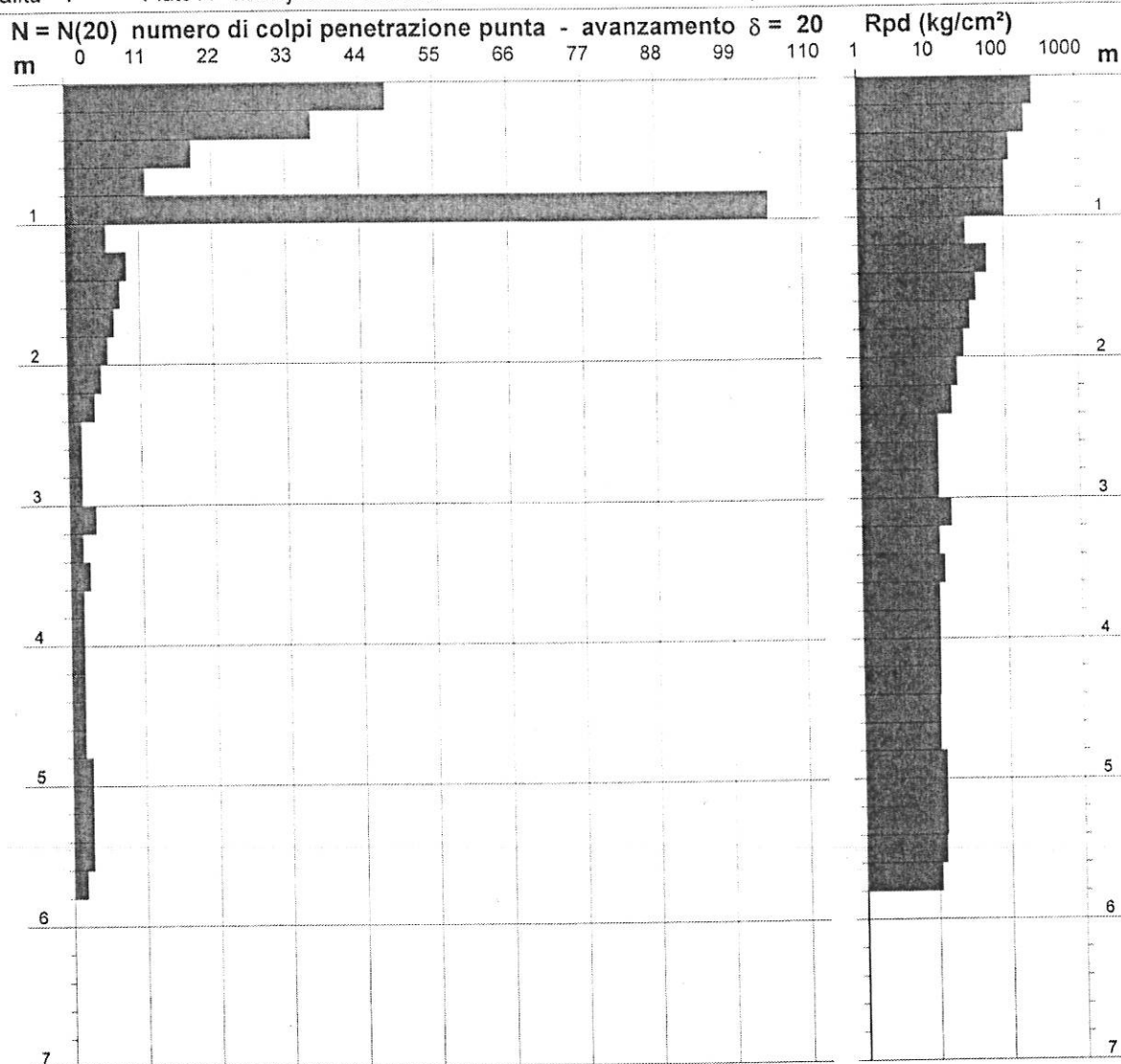
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 1

Scala 1: 50

- indagine : DP-6
- cantiere : Luka Koper d.d.
- località : Plato A - kontejnerski terminal

- data : 11.12.2007
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata



DINAMICHI PENETROMETER TG 63-100 ISM.C.

- M (teža bata)=63,50 kg - H (višina pada)= 0,75 m - A (presek sonde)=20,43 cm² - D (premer sonde)=51,0 mm
- N (število udarcev sonde) N = N(20 cm)

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 63-100 ISM.C
- 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(20) [$\delta = 20$ cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

- indagine : DP-6
- cantiere : Luka Koper d.d.
- località : Plato A - kontejnerski terminal
- note :

- data : 11.12.2007
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 0

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.00	nasip: tampon z vložki betona	66	91.0	43.4	700	2.18	1.90	4.13	2.58	03	0.078
2	1.00	2.40	flišno nasutje z glino	9	31.7	29.6	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34	0.918
3	2.40	5.80	CH-MH lg.kons.	3	----	----	----	----	----	0.19	1.78	44	1.194

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\bar{s}$ = 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

DR% = relativna gostota; ϕ (°) = kot notranjega trenja; E' = deformacijski modul; W% = naravna vlaga
e = delež praznih por; Cu = kohezijska trdnost; γ_{sat} , γ_d = prostorninska teža (vlažna in suha)

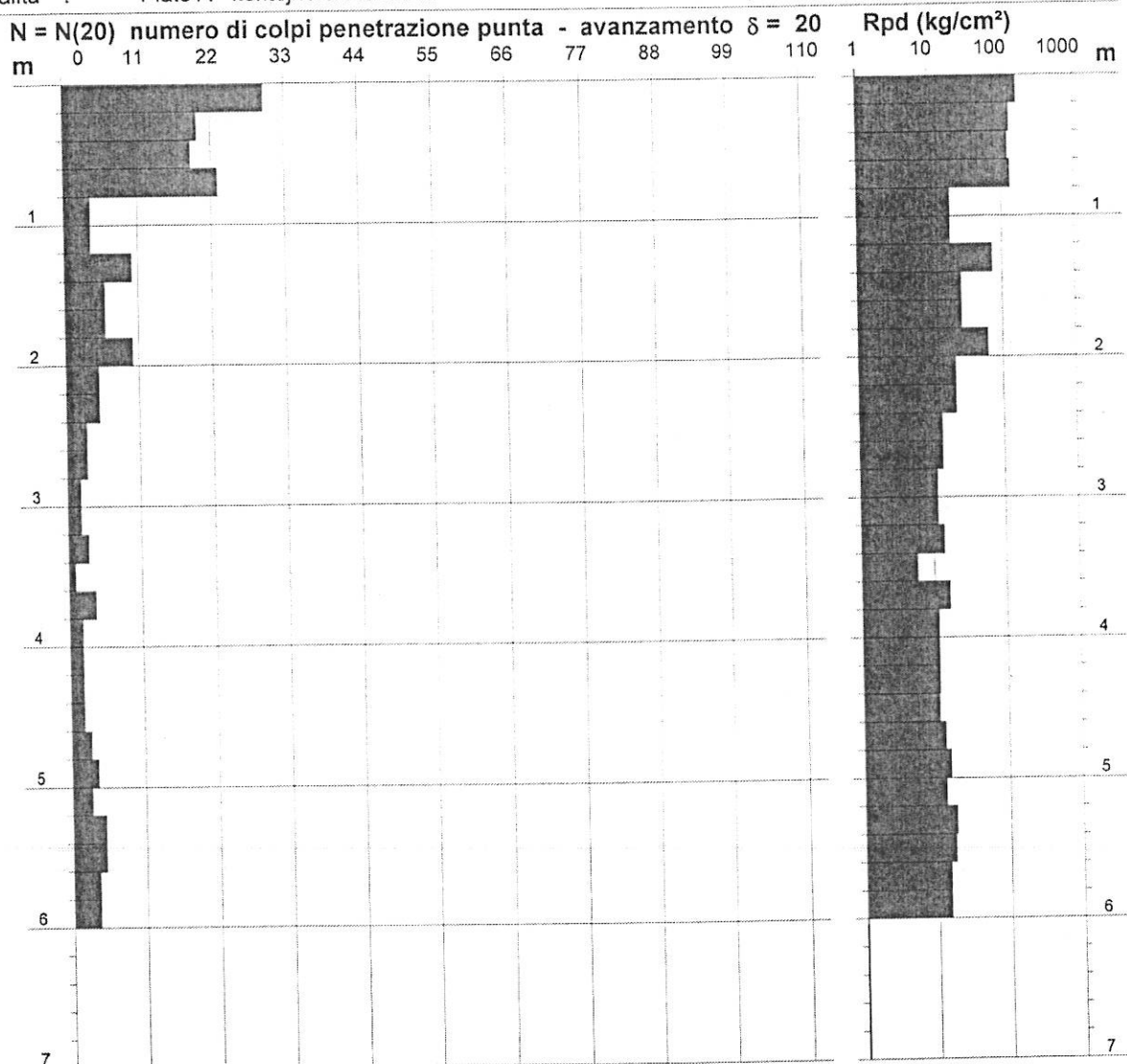
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 2

Scala 1: 50

- indagine : DP-7
 - cantiere : Luka Koper d.d.
 - località : Plato A - kontejnerski terminal

- data : 11.12.2007
 - quota inizio :
 - prof. falda : Falda non rilevata



DINAMIČNI PENETROMETER TG 63-100 ISM.C.

- M (teža bata)=63,50 kg - H (višina pada)= 0,75 m - A (presek sonde)=20,43 cm² - D (premer sonde)=51,0 mm
 - N (število udarcev sonde) N = N(20 cm)

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 63-100 ISM.C

- M (massa battente)= 63,50 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m

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

- A (area punta)= 20,43 cm² - D(diam. punta)= 51,00 mm
 - Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

- indagine : DP-7
 - cantiere : Luka Koper d.d.
 - località : Plato A - kontejnerski terminal
 - note :

- data : 11.12.2007
 - quota inizio :
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 0

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.80	nasip.tampon.flišno nasutje	34	69.0	37.0	453	2.07	1.72	2.13	2.19	16	0.429
2	0.80	2.40	flišno nasutje z meljem in glino	9	31.7	29.6	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34	0.918
3	2.40	6.00	CH-MH lg.-sg.k.	4	----	----	----	----	----	0.25	1.80	42	1.125

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento δ = 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

DR% = relativna gostota; ϕ (°) = kot notranjega trenja; E' = deformacijski modul; W% = naravna vlaga
 e = delež praznih por; Cu = kohezijska trdnost; γ_{sat} , γ_d = prostorninska teža (vlažna in suha)

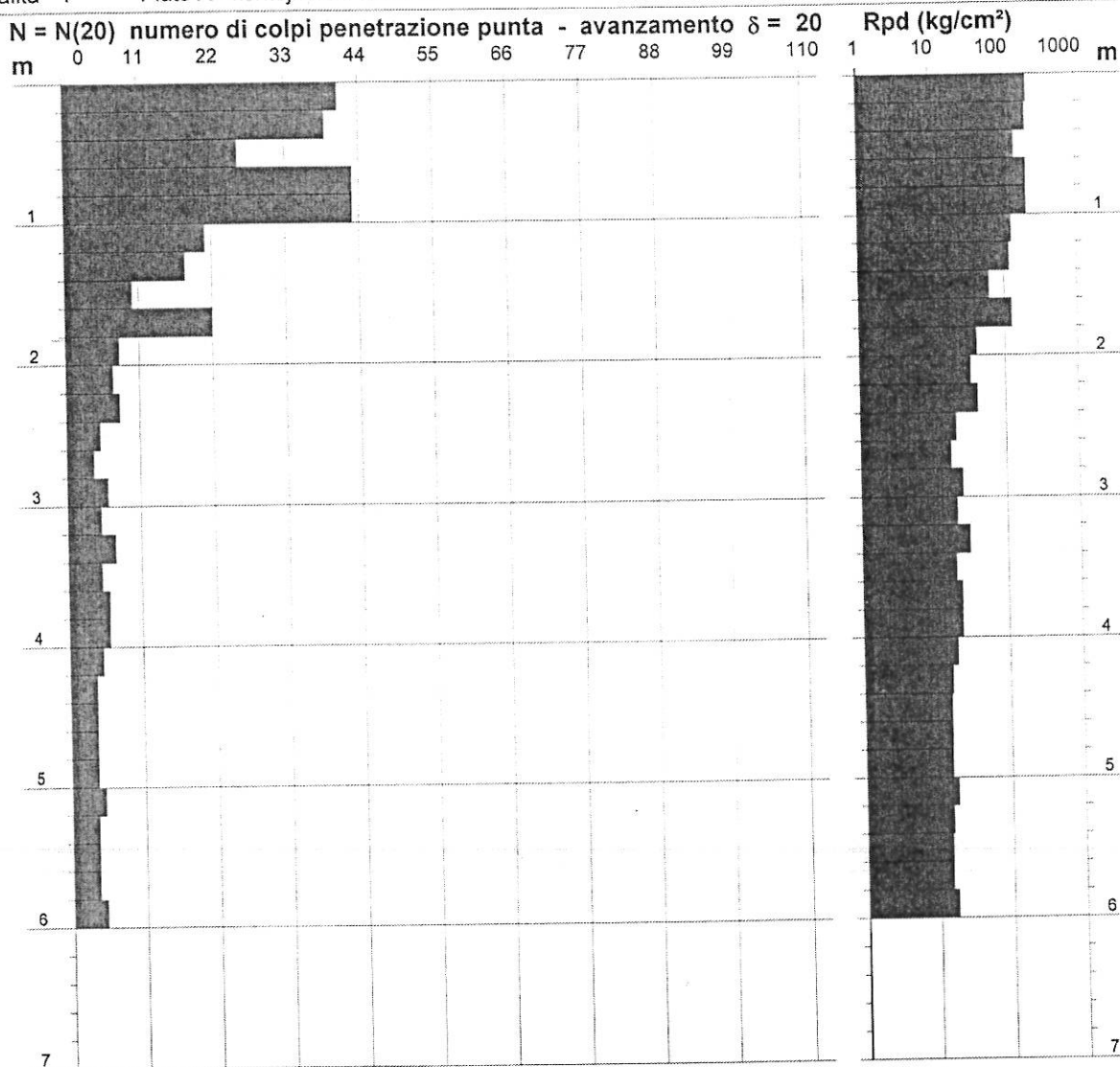
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 3

Scala 1: 50

- indagine : DP-8
- cantiere : Luka Koper d.d.
- località : Plato A - kontejnerski terminal

- data : 11.12.2007
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata



DINAMICHI PENETROMETER TG 63-100 ISM.C.

- M (teža bata)=63,50 kg - H (višina pada)= 0,75 m - A (presek sonde)=20,43 cm² - D (premer sonde)=51,0 mm
- N (število udarcev sonde) N = N(20 cm)

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 63-100 ISM.C

- M (massa battente)= 63,50 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m

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

- A (area punta)= 20,43 cm² - D(diam. punta)= 51,00 mm

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

- indagine : DP-8
- cantiere : Luka Koper d.d.
- località : Plato A - kontejnerski terminal
- note :

- data : 11.12.2007
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 0

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.80	nasip:tampon.vecje samice	43	78.0	39.3	523	2.11	1.79	2.69	2.30	12	0.309
2	1.80	3.40	nasip z meljem in glino	9	31.7	29.6	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34	0.918
3	3.40	6.00	CH-MH lg.-sg.kons.	7	----	----	----	----	----	0.44	1.86	36	0.972

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento δ = 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

DR% = relativna gostota; ϕ (°) = kot notranjega trenja; E' = deformacijski modul; W% = naravna vlaga
e = delež praznih por; Cu = kohezijska trdnost; γ_{sat} , γ_d = prostorninska teža (vlažna in suha)

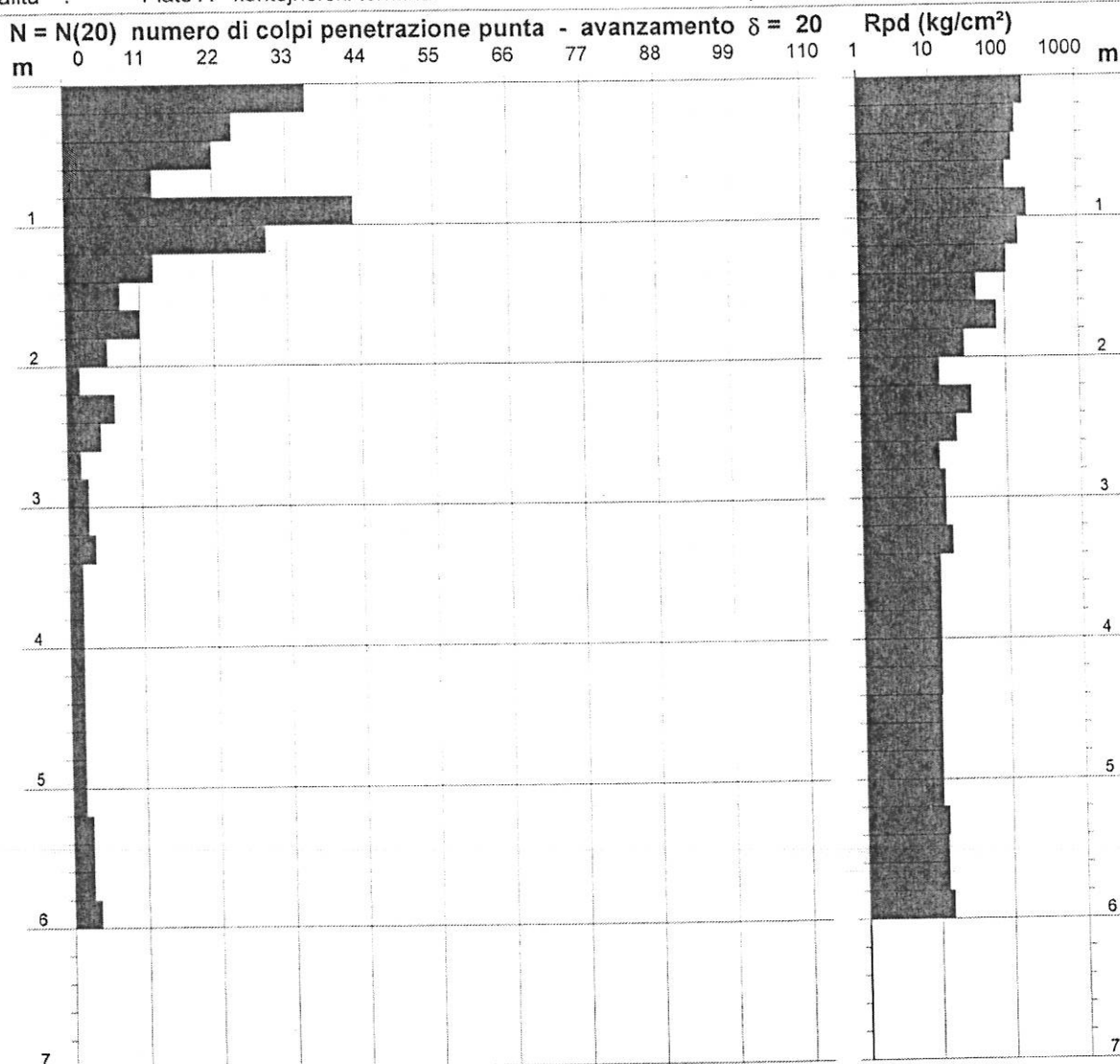
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 4

Scala 1: 50

- indagine : DP-9
- cantiere : Luka Koper d.d.
- località : Plato A - kontejnerski terminal

- data : 11.12.2007
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata



DINAMICNI PENETROMETER TG 63-100 ISM.C.

- M (teža bata)=63,50 kg - H (višina pada)= 0,75 m - A (presek sonde)=20,43 cm² - D (premer sonde)=51,0 mm
- N (število udarcev sonde) N = N(20 cm)

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 63-100 ISM.C

- M (massa battente)= 63,50 kg - H (altezza caduta)= 0,75 m

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

- A (area punta)= 20,43 cm² - D(diam. punta)= 51,00 mm

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : SI

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

- indagine : DP-9
- cantiere : Luka Koper d.d.
- località : Plato A - kontejnerski terminal
- note :

- data : 11.12.2007
- quota inizio :
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 0

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.20	nasip;tampon.vecje samice	42	77.0	39.0	515	2.11	1.78	2.63	2.29	12	0.322
2	1.20	2.60	nasip z meljem in glino	10	35.0	30.0	268	1.93	1.50	0.63	1.90	33	0.892
3	2.60	6.00	CH-MH lg.kons.	3	----	----	----	----	----	0.19	1.78	44	1.194

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

DR% = relativna gostota; ϕ (°) = kot notranjega trenja; E' = deformacijski modul; W% = naravna vlaga
e = delež praznih por; Cu = kohezijska trdnost; γ_{sat} , γ_d = prostorninska teža (vlažna in suha)

i-n-i, Podjetje za geotehnični nadzor in inženjering, d.o.o.
Bravničarjeva 20, LJUBLJANA, Tel: 43 66 882, fax: 01/43 66 883

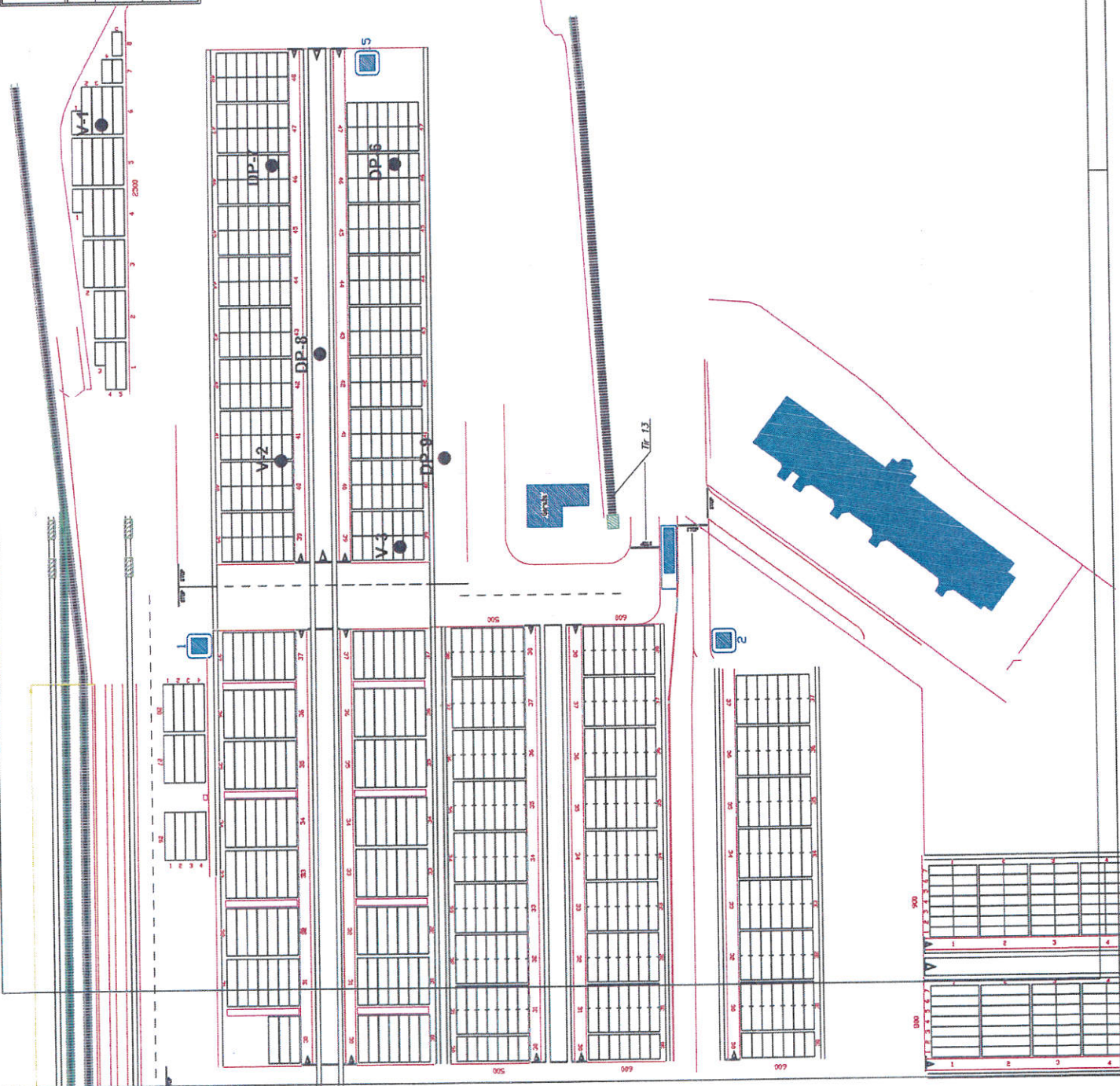
Naročnik: Luka Koper d.d.

Objekt: Plato "A" - kontejnerski terminal

Predmet: Situacija

Št.poroč. 2253/07 Datum: December 2007 Priloga: 1

Merilo: 1:1440



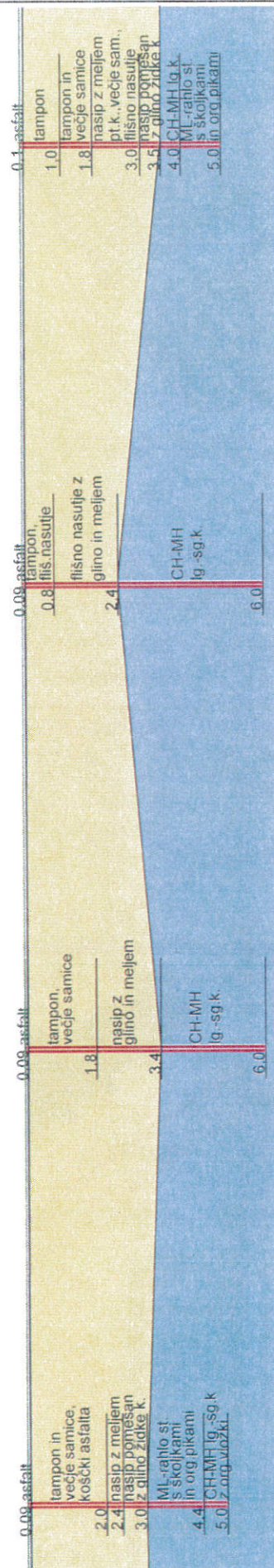
PROFIL - 1

V-1proj.

DP-7

DP-8

V-2



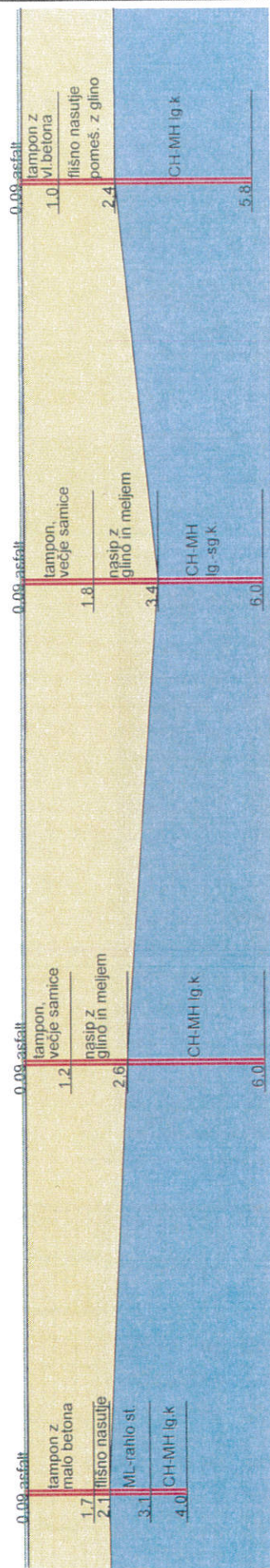
PROFIL - 2

V-3

DP-9

DP-8proj.

DP-6



i-n-i, Podjetje za geotehnični nadzor in inženiring d.o.o.
Bravničarjeva 20, LJUBLJANA, Tel: 43 66 882, fax: 01/43 66 883

Naročnik: Luka Koper d.d.

Objekt: Plato "A" - kontejnerski terminal

Predmet: Geotehnična profila - 1, 2 Merilo: 1:100

Št.poroč: 2253/07 Datum: December 2007 Priloga: 2