



MINISTERO DELLA  
TRANSIZIONE ECOLOGICA



REGIONE PUGLIA



COMUNE di SAN SEVERO

Progettazione e Coordinamento	<b>Ing. Giovanni Cis</b> Tel. 349 0737323 E-Mail: giovanni.cis@ingpec.eu						
Studio Ambientale	<b>Arch. Antonio Demaio</b> Tel. 0881.756251 Fax 1784412324 E-Mail: info@studiovega.org						
Studio Naturalistico	<b>Dott. Forestale L. Lupo</b> Corso Roma, 110 71121 Foggia E-Mail: luigilupo@libero.it	Studio Archeologico					
Studio Geologico	<b>Studio di Geologia Tecnica &amp; Ambientale</b> <b>Dott.sa Geol. Giovanna Amedei</b> Via Pietro Nenni, 4 - 71012 Rodi Garganico (Fg) Tel./Fax 0884.965793   Cell. 347.6262259 E-Mail: giovannaamedei@iiscail.it					Progettazione Elettromeccanica	
Proponente	 Via Altinate, 120 - 35121 Padova - Tel. 049.8077466 - P.IVA 04175270711		EPC	<b>Ren Factory S.r.l.</b> Via Altinate, 120 - 35121 Padova Tel. 049.8077466 - Fax 049.7819659 E-Mail: info@renfactory.com  <b>Project Manager: Ing. Giovanni Cis</b> Tel. +39 349.0737323 - E-Mail: giovanni.cis@ingpec.eu			
Opera	<b>PROGETTO PER UN IMPIANTO DI PRODUZIONE AGRO-ENERGETICO INTEGRATO DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI SAN SEVERO (FG) IN LOCALITA' "MOTTA DELLA REGINA - CELENTANA"</b>						
Oggetto	Folder Elaborati di Progetto						
	Nome file IBUWV56_RelazioneGeotecnica						
	Descrizione elaborato Relazione Geotecnica						
03		Emissione per progetto definitivo	P.P.	Ing. G. Cis	MARCO POLO SOLAR		
Rev.	Ottobre 2021	Oggetto della revisione: presentazione V.I.A. statale	Elaborazione	Verifica	Approvazione		
Scala:	Varie Formato: A4 Codice Pratica <b>IBUWV56</b>						

**Provincia di FOGGIA**

**Comune di  
SAN SEVERO**

**RELAZIONE GEOTECNICA  
PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
SITA NEL COMUNE DI SAN SEVERO**

**RELAZIONE GEOTECNICA**

**SOMMARIO:**

- 1) Introduzione
- 2) Metodologia d'indagine e descrizione attrezzatura
- 3) Inquadramento territoriale
- 4) Inquadramento geologico
- 5) Legende e grandezze di riferimento
- 6) Definizioni e formulari
- 7) Interpretazione stratigrafico-geotecnica
- 8) Valutazioni geotecniche per la costruzione del corpo stradale
- 9) Dimensionamento fondazioni e fabbricati
- 10) Verifiche analitiche
- 11) Conclusioni

# 1) INTRODUZIONE

Su incarico della ditta: MARCO POLO SOLAR srl con sede  
in via Altinate 120  
nel Comune di Padova (3521)  
è stata svolta un'indagine geognostica  
nei Comuni di SAN SEVERO (FG).  
al foglio n°..... (vedi progetto)  
mappali n°.....(vedi progetto).  
su una superficie complessiva di circa m<sup>2</sup> 580.000.

Nel progetto si deve tener conto del tipo e delle finalità dell'intervento (provvisorio, definitivo) delle sollecitazioni prevedibili, della natura e delle caratteristiche del sottosuolo, nonché dei problemi esecutivi per l'installazione del cantiere.

In relazione al D.M. 11/03/1988, "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di fondazione", alla circolare G.R. 30/01/1990 n° 614 e alla normativa UNI ENV 1997-1 Eurocodice 7, è stata eseguita un'indagine geognostica al fine di verificare le caratteristiche stratigrafiche – geomeccaniche del sottosuolo sul quale graverà l'opera in progetto, la sua capacità portante il carico ammissibile sulle fondazioni ed in ultima analisi la verifica dei cedimenti teorici.

Le presenti norme comprendono i criteri di carattere geotecnico da adottare nell'elaborazione di piani urbanistici e nel progetto di insiemi di manufatti che interessano ampie superfici e che possono comportare variazioni significative nelle condizioni del sottosuolo, quali nuovi insediamenti urbani o civili o industriali.

Finalità della stessa è quindi l'individuazione delle caratteristiche stratigrafiche - geomeccaniche del sottosuolo per il dimensionamento e calcolo delle strutture di fondazione delle opere progettate.

A tale scopo è stata richiesta dalla committenza l'esecuzione delle seguenti prove :

- n°5 prove penetrometriche statiche (C.P.T.) con punta meccanica modello Begemann

spinta alla profondità di mt. 10,

- n°3 prove penetrometriche statiche (C.P.T.) con punta meccanica modello Begemann spinta alla profondità di mt. 20 dal piano campagna.
- n°3 carotaggi spinti alla profondità di mt. 10 da p.c.

## 2) METODOLOGIA D'INDAGINE E DESCRIZIONE ATTREZZATURA

La prova penetrometrica statica standard (Cone Penetration Test), consiste nell'infiggere nel terreno una punta mediante un dispositivo di spinta che agisce su una batteria doppia di aste, coassiali tra loro.

La penetrazione della punta nel terreno avviene ad una velocità costante di 2 cm/s e permette di rilevare, ogni 20 cm di discesa, il valore della resistenza del terreno alla penetrazione della punta stessa.

Il penetrometro usato ha una capacità massima di spinta di 100 KN.

Il sistema di misura è così composto:

- Punta meccanica tipo Begemann con un diametro del cono di punta di 35,7 mm; un'area trasversale della punta conica di 10 cm<sup>2</sup>; un angolo di apertura del cono di 60°; un'area laterale del manicotto per la misura dell'attrito laterale di 150 cm<sup>2</sup>;
- Batteria di aste di spinta doppie coassiali lunghe 1 mt. ciascuna (l'asta sulla quale è avviata la punta meccanica presenta un anello allargatore posizionato ad 1 mt. dalla base della punta conica);
- Corpo cella idrostatica con innesto a baionetta e selettore (otturatore);
- Lettore digitale per la lettura diretta del carico;

La prova statica (CPT) con punta meccanica Begemann consiste nel rilevare ogni 20 cm di profondità le seguenti misure:

- Resistenza alla punta  $R_p$  (rapporto tra la forza  $R_p$  agente sulla punta e l'area  $A_c$  del cono di punta):

$$R_p = R_p/A_c$$

- Resistenza all'attrito laterale  $R_l$  (rapporto tra la forza  $Q_s$  necessaria ad infliggere il manicotto e l'area  $A_s$  del manicotto):

$$RI = Q_s/A_s$$

- Pressione per produrre la penetrazione dell'intera batteria di sondaggio (punta, manicotto, aste di spinta).

Mediante l'elaborazione dei valori di  $R_p$  e  $RI$ , è possibile determinare i principali parametri geotecnici con l'utilizzo di formule empiriche e semiempiriche

### **3) INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

L'area oggetto dell'indagine geognostica è ubicata nel comune di SAn Severo (FG)

L'area è contraddistinta al N.C.T.

fogli n° ..... (vedi progetto)

mappali n° ..... (vedi progetto)

Morfologicamente la zona è sub-pianeggiante con quote del piano campagna leggermente variabili.

#### **4) INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

La litologia della superficie è caratterizzata da una zona prevalentemente argilloso-limosa con presenza di torba in minori quantità e da una zona prevalentemente sabbioso-limosa.

La litostratigrafia del sottosuolo è caratterizzata, almeno generalmente, da depositi sedimentari terrigeni sabbiosi, limosi, argillosi, torbosi, di origine alluvionale.

La tessitura dei depositi è in relazione al tipo di meccanismo del processo di sedimentazione fluviale, mentre la geometria degli stessi è in relazione sia al tipo di processo deposizionale avvenuto, che alle caratteristiche geomeccaniche del sedimento. Pertanto i depositi sedimentari sono caratterizzati da strutture lenticolari e strutture sub-orizzontali debolmente inclinate che determinano una rapida variazione dei litotipo sia lateralmente che verticalmente.

In funzione dell'assetto litostratigrafico estremamente variabile arealmente ed in profondità e dell'articolata geomorfologia della zona, la risposta del terreno, come reazione all'aggiunta di sovraccarichi che inducono tensioni nel sottosuolo, può essere molto diversificata.

In allegato, inoltre, viene riportata l'ubicazione delle prove penetrometriche e dei sondaggi (estratto su fotopiano) e i risultati ottenuti.

## 5) LEGENDE E GRANDEZZE DI RIFERIMENTO

### □ SIMBOLOGIA

Z	profondità [cm]
Lrp	lettura resistenza della punta
Lrt	lettura resistenza totale
RP	resistenza punta [kg/cm <sup>2</sup> ]
RL	resistenza laterale [kg/cm <sup>2</sup> ]

**Ir = RP/RL rapporto tra resistenza della punta e la resistenza laterale (vedi tab. 1)**

K	k=12 se RP<10 k=15 se 10<RP<30 k=18 se RP>30
Q <sub>amm</sub>	è dato dal rapporto tra RP e il coefficiente K
RPm	resistenza di punta media [kg/cm <sup>2</sup> ]
γ	peso specifico del tipo di terreno (vedi tab. 2) [kg/m <sup>3</sup> ]
φ	angolo d'attrito (vedi tab. 3)
D <sub>R</sub>	densità relativa (vedi tab. 3)
Cu	resistenza al taglio non drenata (vedi tab. 4)
Ec	modulo di elasticità (vedi tab. 5) [kg/cm <sup>2</sup> ]
H <sub>2</sub> O	profondità della falda [cm]
Nc, Nq, Nγ	fattori di capacità portante
σ	tensione di compressione [kg/cm <sup>2</sup> ]
δ	cedimento relativo [cm]
δ <sub>am</sub>	cedimento ammissibile (vedi tab. 6) [cm]

### □ CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI

A0	Argille organiche e terreni torbosi
A1	Argilla inorganica – consistenza molto bassa
A2	Argilla inorganica – consistenza bassa
A3	Argilla inorganica – consistenza media
A4	Argilla inorganica – compatta
A5	Argilla inorganica – molto compatta
ASL	Argille e sabbie limose
SAL	Sabbie argillose e limi
LS	Terre limo sabbiose
S0	Sabbia sciolta
S1	Sabbia mediamente addensata
S2	Sabbia addensata
S3	Sabbia molto densa
GS	Sabbie e ghiaie

G Ghiaia

**Tabella 1: CORRISPONDENZA DELL'INDICE DI RESISTENZA (BEGEMAN 1965)**

<b>TIPO DI TERRENO</b>	<b>RP/RL</b>
Torbe e Argille organiche	< 15
Argille e limi	15 - 30
Limi sabbiosi	30 - 60
Sabbie	> 60

**Tabella 2: PESO SPECIFICO DEI TERRENI**

<b>TERRENO</b>	<b>Peso specifico [Kg/m<sup>3</sup>]</b>
Detriti rocciosi, ciottoli	1500
Ghiaie	1500
Sabbia grossa	1500
Sabbia fine	1525
Sabbia argillosa fine	1600
Terra vegetale	1600
Argilla in banco, marna fratturata	1900
Terre forti, argilla mista a sabbia o ghiaia	1800

**Tabella 3: DENSITA', ATTRITO E RESISTENZA PER TERRENI INCOERENTI**

<b>SABBIA</b>	<b>Angolo d'attrito <math>\Phi</math></b>	<b>Densità relativa <math>D_R</math></b>	<b>Resistenza di punta <math>R_p</math></b>
molto sciolta	<30°	< 0,2	< 20
Sciolta	30° - 35°	0,2 ÷ 0,4	20 ÷ 40
Compatta	35° - 40°	0,4 ÷ 0,6	40 ÷ 120
densa	40° - 45°	0,6 ÷ 0,8	120 ÷ 200
molto densa	>45°	> 0,8	> 200

**Tabella 4: DENSITA', COESIONE E RESISTENZA PER TERRENI COERENTI**

<b>ARGILLA</b>	<b>Coesione Cu</b>	<b>Poisson</b>	<b>Tensione ammissibile [Kg/cmq]</b>
Molle	Rp/25	0,40	> 0,5
Soffice	Rp/22	0,45	0,5 ÷ 1,5
Media	Rp/20	0,50	1,5 ÷ 2,5
Consistente	Rp/18	0,55	2,5 ÷ 4,0
Dura	Rp/15	0,60	> 4,0

**Tabella 5: MODULO DI ELASTICITA' DEI TERRENI**

<b>TIPO DI TERRENO</b>	<b>Ec [Kg/cmq]</b>
Torbe e Argille organiche	3,5 ÷ 28
Argille e limi	17 ÷ 42
Limi sabbiosi	42 ÷ 84
Sabbie	70 ÷ 175
Argilla sabbiosa	280 ÷ 420
Sabbia limosa	70 ÷ 210
Sabbia sciolta	105 ÷ 245
Sabbia densa	490 ÷ 840
Sabbia densa e ghiaia	980 ÷ 1970

**Tabella 6: FATTORI DI CAPACITA' PORTANTE**

$\Phi$	Nc	Nq	N $\gamma$
0°	5,7	1	0
25°	25	13	10
30°	37	22	20
35°	58	41	42
40°	96	81	100
45°	172	173	297
50°	358	415	1153

## 6) DEFINIZIONI E FORMULARIO

### **-Solido stradale**

Termine che indica il complesso di strati con i quali viene assicurata la trasmissione dei carichi transitanti al terreno di sedime.

### **-Piattaforma stradale**

Superficie superiore del solido stradale destinata al transito, alla sosta, e ai relativi servizi. Per il dimensionamento planimetrico della piattaforma (carreggiate, corsie, piste, marciapiedi, spartitraffico ecc.) si vedano le norme CNR-UNI 10004; 10005; 10015 "Costruzione e manutenzione delle strade".

### **-Materiali**

Il solido stradale viene costituito con:

- a) terre naturali o corrette granulometricamente o con leganti;
- b) misti granulari aridi naturali o corretti granulometricamente o con leganti,
- c) conglomerati granulari con leganti cementizi o bituminosi;
- d) costipamento meccanico dei materiali di cui in a), b), c).

L' idoneità di tali materiali all'impiego e la verifica del risultato ottenuto *in situ* si determina mediante prove di laboratorio e controlli semiempirici di cantiere.

### **-Rilevati e sottofondi**

Si tengano presenti le prescrizioni riportate nelle norme CNR UNI10006.

### **-Sovrastruttura**

Si tengano presenti le prescrizioni riportate nelle norme CNR UNI.

### **-Indice di gruppo**

Indice di qualificazione di una terra con portanza tanto maggiore quanto più basso è l'indice, variabile da 0 a 20.

### **-Granulometria**

Determinazione della composizione della terra mediante l'analisi dimensionale dei grani costituenti.

### **-Angolo di attrito interno**

E' definito dall'equazione di Coulomb per i terreni incoerenti:

$$\tau_{\max} = \sigma \tan \phi$$

nello stato di equilibrio limite.

### **-Coesione**

E' dovuta alla mutua attrazione molecolare dei grani del terreno; esprime la resistenza al taglio del terreno sul piano di scorrimento quando la pressione normale su detto piano è nulla.

### **-Modulo di compressibilità o edometrico o di elasticità**

Caratterizza la tendenza del terreno ad assestarsi sotto il carico e si ricava dalla curva di compressibilità (diagramma pressione-cedimenti) quale tangente trigonometrica dell'angolo formato dalla tangente geometrica alla curva con l'asse nel punto considerato. Va determinato sperimentalmente ogni volta che occorre valutare l'assestamento di una fondazione ed è ottenibile con prove su piastre con  $2R < 76$  cm.

### **-Costante elastica del suolo o modulo di reazione del terreno**

Rapporto costante tra pressione esercitata e cedimento corrispondente con prove di carico con  $2R > 76$  cm.

### **-CBR- California Bearing Ratio**

Misura convenzionale della capacità portante di una terra granulare; prova effettuabile in condizioni standard e dopo 4 g. di immersione in acqua, misurando la pressione necessaria a far penetrare un pistone nel provino.

### **-Modulo di deformazione**

Misura convenzionale della capacità portante di una terra mediante prova su piastra di diametro D; la formula:

$$MD = \frac{\Delta p}{\Delta s}$$

Fornisce per valori del cedimento corrispondente a incrementi di carico unitari, a pressioni diverse a seconda dello strato, il valore della portanza convenzionale in Kg/cm raggiunta in cantiere.

### **-Sovrastruttura**

Ultimo strato del solido stradale che riceve il contatto dei carichi transitanti.

Gli strati costituenti sono: a) fondazione

b) base

c) superficiale di usura

I tipi di sovrastruttura sono:

1) sovrastruttura *flessibile* -macadam

-conglomerati bituminosi

2) sovrastruttura *rigida* - pavimentazioni in calcestruzzo

### **Metodi di dimensionamento per Sovrastrutture flessibili**

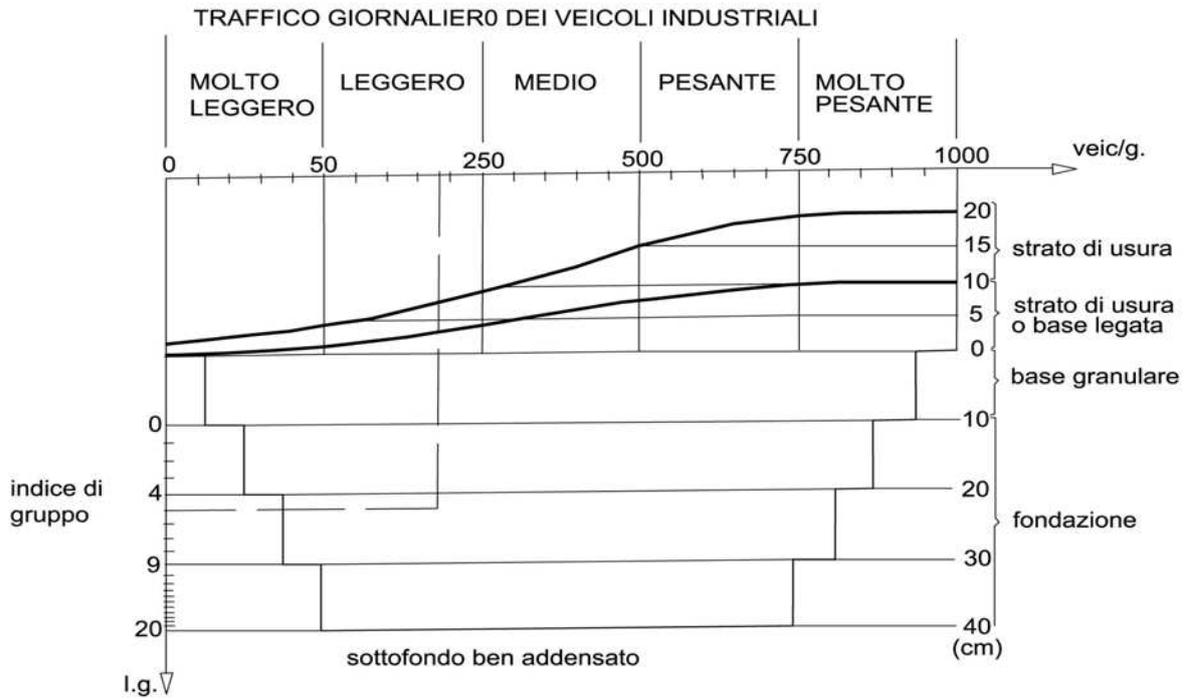
#### **-Metodo dell'indice di gruppo Ig**

Fornisce il dimensionamento della sovrastruttura in funzione dell'Ig della base e del sottofondo e del traffico giornaliero di veicoli industriali prevedibili.

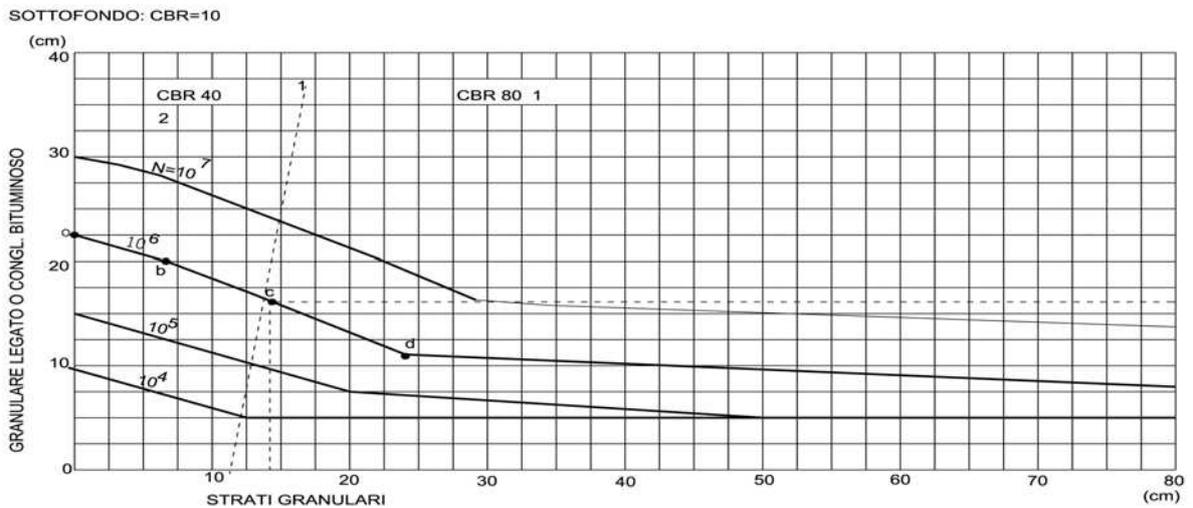
#### **-Metodo del CBR**

Fornisce il dimensionamento della sovrastruttura, noto il CBR del sottofondo e il numero N di assi da 10 t equivalenti al traffico prevedibile.

DIMENSIONAMENTO DELLE PAVIMENTAZIONI, BASE E FONDAZIONI, IN MATERIALE SELEZIONATO, CON METODO DELL'INDICE DI GRUPPO (I<sub>g</sub>)



DETERMINAZIONE DEGLI SPESSORI DELLE PAVIMENTAZIONI GRANULARI E BITUMINOSE



## 7) INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICO - GEOTECNICA

In questo paragrafo sarà sintetizzata la stratigrafia del sottosuolo, dell'area investigata, e la sua parametrizzazione geotecnica; tutti i valori, i dati, le relazioni e l'elaborazione stratigrafica sono riportati nell'allegata scheda: valutazioni prova penetrometrica.

La classificazione dei terreni, come riportata nelle allegate tabelle, è stata interpretata con i metodi Schmertmann e Begemman: il primo metodo classifica il tipo di terreno in funzione dei valori di  $R_p$  (resistenza alla punta) ed  $I_R$  (rapporto delle resistenze); il secondo metodo classifica il tipo di terreno in funzione dell'indice granulometrico  $F$  (rapporto tra la resistenza alla punta e resistenza laterale), confrontandolo però con il valore di  $R_p$  (resistenza alla punta) per verificare i casi dubbi in cui si hanno  $R_p > 20 \text{ kg/cm}^2$ .

I parametri geotecnici sono stati calcolati con l'utilizzo di relazioni empiriche e semiempiriche in funzione dei valori di  $R_p$ ,  $R_l$ ,  $I_R$ .

Sintesi dati prova c.p.t. n°1 (0 – 10 m) (vedi tabelle e diagrammi n° 1)

Zi	Zf	RP	RL	RP/RL	K	Qamm	LITOLOGIA	$\gamma$	C/Ø	Ec
60	280	4,6760	0,4382	12,4398	12	0,3752	Am/c	1800	0,55	50
300	520	16,3156	0,5173	50,0728	12	1,0877	Sc/d	1800	35	150
540	680	10,6260	0,4649	23,7623	12	0,8046	Ac/d	1900	0,65	75
700	880	12,6165	0,4463	40,2936	12	0,8558	Sc/d	1800	35	150
900	1000	7,6930	0,4275	20,1699	12	0,6411	Ac/d	1900	0,65	75

Sintesi dati prova c.p.t. n°2 (0 – 20 m) (vedi tabelle e diagrammi n° 2)

Zi	Zf	RP	RL	RP/RL	K	Qamm	LITOLOGIA	$\gamma$	C/Ø	Ec
80	100	18,8479	0,6413	40,3020	12	1,2565	Sc/d	1800	35	150
120	240	8,0777	0,2931	20,8710	12	0,7608	Ac/d	1900	0,65	75
260	340	5,5390	0,2975	20,8710	15	0,6493	Ac/d	1900	0,65	75
360	620	12,6385	0,5735	41,1850	12	0,8426	Sc/d	1800	35	150
640	1460	9,488	0,448	22,667	18	0,723	Ac/d	1900	0,65	75
1480	1580	32,952	0,599	71,541	18	1,900	Sc/d	1800	35	150
1600	2000	107,317	1,254	26,534	18	5,962	Ac/d	1900	0,65	75

Sintesi dati prova c.p.t. n°3 (0 – 10 m) (vedi tabelle e diagrammi n° 3)

Zi	Zf	RP	RL	RP/RL	K	Qamm	LITOLOGIA	$\gamma$	C/Ø	Ec
60	260	7,2692	0,5643	18,2541	12	0,5807	Am/c	1800	0,55	50
280	380	8,2700	0,5643	18,2245	12	0,6325	Am/c	1800	0,55	50
400	460	13,3666	0,6348	21,7178	12	0,8911	Ac/d	1900	0,65	75
480	1000	8,6190	0,5121	27,1879	12	0,6720	Ac/d	1900	0,65	75

Sintesi dati prova c.p.t. n°4 (0 – 10 m) (vedi tabelle e diagrammi n° 4)

Zi	Zf	RP	RL	RP/RL	K	Qamm	LITOLOGIA	$\gamma$	C/Ø	Ec
60	240	6,9960	0,5079	18,3220	12	0,5830	Am/c	1800	0,55	50
260	320	3,9427	0,3270	12,4968	12	0,3286	Am/c	1800	0,55	50
340	400	8,2700	0,5130	16,5957	12	0,6892	Am/c	1800	0,55	50
420	480	22,2135	0,7374	32,6969	12	1,4809	Sm/s	1900	30	100
500	560	12,6935	0,4745	37,7259	12	0,9071	Sm/s	1900	30	100
580	1000	4,2105	0,3241	16,7910	12	0,4356	Am/c	1800	0,55	50

Sintesi dati prova c.p.t. n°5 (0 – 20 m) (vedi tabelle e diagrammi n° 5)

Zi	Zf	RP	RL	RP/RL	K	Qamm	LITOLOGIA	$\gamma$	C/Ø	Ec
80	320	13,0781	0,3848	34,4910	12	0,9488	Sm/s	1900	30	100
340	1440	7,5488	0,4205	22,0373	12	0,6091	Ac/d	1900	0,65	75
1460	1560	73,3399	1,0688	75,3304	15	0,4442	Sc/d	1800	35	150
1580	2000	127,9486	1,5040	97,4729	12	4,0744	Sd/m	1700	40	300

Sintesi dati prova c.p.t. n°6 (0 – 10 m) (vedi tabelle e diagrammi n° 6)

Zi	Zf	RP	RL	RP/RL	K	Qamm	LITOLOGIA	$\gamma$	C/Ø	Ec
60	420	4,3947	7,1053	0,6247	12	0,3557	Am/s	1700	0,45	25
440	480	5,1333	6,9000	0,7953	12	0,3042	Am/s	1700	0,45	25
500	1000	3,5923	5,5923	0,6512	12	0,2994	Am/s	1700	0,45	25

Sintesi dati prova c.p.t. n°7 (0 – 10 m) (vedi tabelle e diagrammi n° 8)

Zi	Zf	RP	RL	RP/RL	K	Qamm	LITOLOGIA	$\gamma$	C/Ø	Ec
60	80	9,0000	12,5000	0,7083	12	0,6500	Am/s	1700	0,45	25
100	360	3,8214	6,6429	0,5951	12	0,3185	Am/s	1700	0,45	25
380	480	4,5667	6,2833	0,7511	12	0,3806	Am/s	1700	0,45	25
500	1000	3,5923	5,5923	0,6512	12	0,2994	Am/s	1700	0,45	25

Sintesi dati prova c.p.t. n°8 (0 – 20 m) (vedi tabelle e diagrammi n° 9)

Zi	Zf	RP	RL	RP/RL	K	Qamm	LITOLOGIA	$\gamma$	C/Ø	Ec
60	160	12,8217	1,0260	15,6378	12	0,8890	Am/c	1800	0,55	50
180	460	5,0261	0,4309	12,3249	12	0,4188	Am/c	1800	0,55	50
480	540	2,9810	0,3399	12,8626	15	0,2484	Am/c	1800	0,55	50
560	780	5,7698	4,3119	14,8720	12	0,4808	Am/c	1800	0,55	50
800	1200	58,9797	1,0382	64,0378	12	3,2950	Sc/d	1800	35	150
1220	1320	5,5133	1,0321	12,9728	12	0,4594	Am/c	1800	0,55	50
1340	1400	40,3883	1,0901	50,2369	12	2,3186	Sc/d	1800	35	150
1420	2000	102,8298	1,4877	87,1605	12	5,7128	Sd/m	1700	40	300

Sintesi dati prova c.p.t. n°9 (0 – 10 m) (vedi tabelle e diagrammi n° 5)

Zi	Zf	RP	RL	RP/RL	K	Qamm	LITOLOGIA	$\gamma$	C/Ø	Ec
60	280	9,4842	0,7973	19,1797	12	0,6899	Am/c	1800	0,55	50
300	520	11,7959	0,6199	23,5140	12	0,8211	Ac/d	1900	0,65	75
540	680	6,4910	0,4361	15,7307	12	0,5409	Am/c	1800	0,55	50
700	880	7,0776	0,3437	5,9161	12	0,5577	Am/s	1700	0,45	25
900	1000	5,8339	0,4232	14,8677	12	0,4862	Am/c	1800	0,55	50

Si riportano in allegato i dati completi rilevati nelle prove penetrometriche con annessi i rispettivi diagrammi.

## 8) VALUTAZIONI GEOTECNICHE PER LA COSTRUZIONE DEL CORPO STRADALE

### COSTRUZIONI STRADALI

#### La sovrastruttura stradale

La sovrastruttura stradale è l'insieme di quegli elementi stratificati che trasmettono i carichi in transito al terreno sul quale la strada stessa è appoggiata (*sottofondo*).

La sovrastruttura può essere appoggiata su un *rilevato* o sul terreno naturale: in ogni caso la realizzazione della sovrastruttura richiede preliminarmente la preparazione dei siti.

I carichi trasmessi dai veicoli sono verticali, dovuti al peso proprio incrementato degli effetti dinamici, ed orizzontali, causati dalla frenatura o dalle forze centrifughe che si manifestano in curva.

I carichi verticali generano nella sovrastruttura sollecitazioni di tipo flessionale, mentre a quelli orizzontali corrispondono azioni tangenziali. La sovrastruttura deve perciò essere in grado di sopportare i due tipi di sollecitazione.

#### Sovrastrutture flessibili

La sovrastruttura più diffusa in Italia, di tipo *flessibile*, consente adattamenti ai probabili e frequenti assestamenti del terreno; tale sovrastruttura è schematicamente rappresentata in figura.

Essa è costituita da uno strato di fondazione in misto granulare, di spessore 25÷30 cm, sul quale viene steso uno strato di base in misto bitumato o cementato; superiormente viene steso uno strato superficiale in conglomerato bituminoso, costituito da 6÷10 cm di *binder* e 3÷5 cm di *tappetino d'usura*. Gli strati di fondazione e di base hanno il compito di sopportare i carichi verticali, quello superficiale deve garantire la sicurezza nei confronti delle azioni tangenziali.



I materiali devono essere miscelati in modo tale che sia assicurata la massima rigidità, ossia la minor deformabilità possibile. La rigidità dipende sia dalla percentuale dei vuoti nelle miscele utilizzate, sia dalla sensibilità all'acqua.

## **9) DIMENSIONAMENTO FONDAZIONI DEI FABBRICATI**

### **Premesse**

È inoltre molto importante che il terreno su cui insiste la costruzione abbia caratteristiche fisiche uniformi, perché in caso contrario si possono avere dissesti per cedimenti differenziati del piano di fondazione.

Infine è bene evitare che sullo stesso terreno agiscano carichi ripartiti di intensità molto diversa, come può avvenire nel caso di due costruzioni adiacenti con altezze differenti.

Per evitare dissesti sulle murature è necessario inserire un giunto continuo di scorrimento.

### **Fondazioni a plinto**

Se il terreno offre una buona resistenza e la costruzione superiore è del tipo intelaiato, con travi e pilastri, si può adottare una fondazione a plinti; semplice ed economica; se il terreno ha una minore resistenza, si preferirà, per lo stesso tipo di struttura, una fondazione a travi rovesce o a platea, più complessa e costosa.

### **Fondazioni continue**

Quando il carico da trasmettere al terreno non è molto elevato e la struttura è costituita da muri di vario tipo, si ricorre alla fondazione continua.

Nel caso invece di muri discontinui per notevoli aperture, può essere indispensabile un'armatura nel calcestruzzo ottenendo fondazioni del tipo a trave rovescia.

### **Fondazioni a platea**

Nel caso di terreni di scarsa resistenza o consistenti carichi, adottare un tipo di fondazione diverso, chiamato a platea.

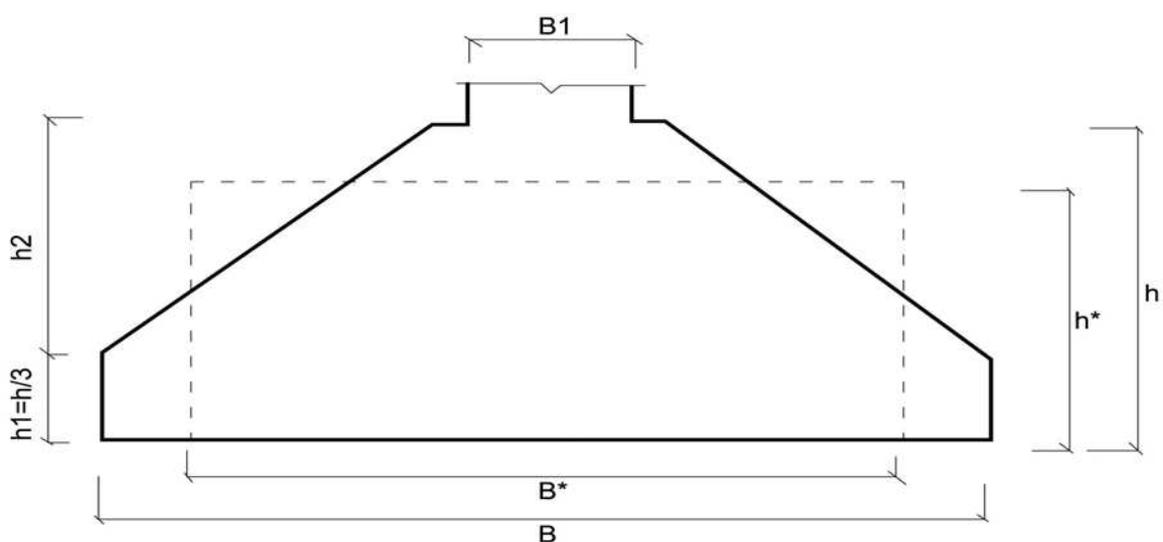
La scelta del tipo di fondazione dipenderà dal sistema costruttivo e dal carico ammissibile del terreno.

## Reazioni del terreno

Reazioni del terreno	Carico N verticale		Carico T orizzontale Scorrimento $T \leq N \times f/v$ $T \leq N \times 0,333$
	$e < B/6$	$\sigma_{tmax} = N/B \times H(1+6e/H) \leq \sigma_{tamm}$ $\sigma_{tmin} = N/B \times H(1-6e/H)$	
	$e \geq B/6$	$\sigma_{tmax} = 2N/3B_u$ $\sigma_{tmin} = 0$	

## Plinto elastico armato

Plinto elastico armato	<p>Calcolo della sezione in C.A. Con dimensioni "equivalenti"</p> <p><b><math>B^* \cong 7B + 2B_1/13,5</math></b> <b><math>h^* \cong 1,5h/B \times B^*</math></b></p> <p>per N centrato, e quindi con <math>\sigma_t = \text{costante}</math>, le sollecitazioni di calcolo sono:</p> <p style="text-align: right;"><math>M = \sigma_t \times B(H-H_1)^2</math> <math>T = \sigma_t \times B(H-H_1)/2</math></p>
------------------------	---



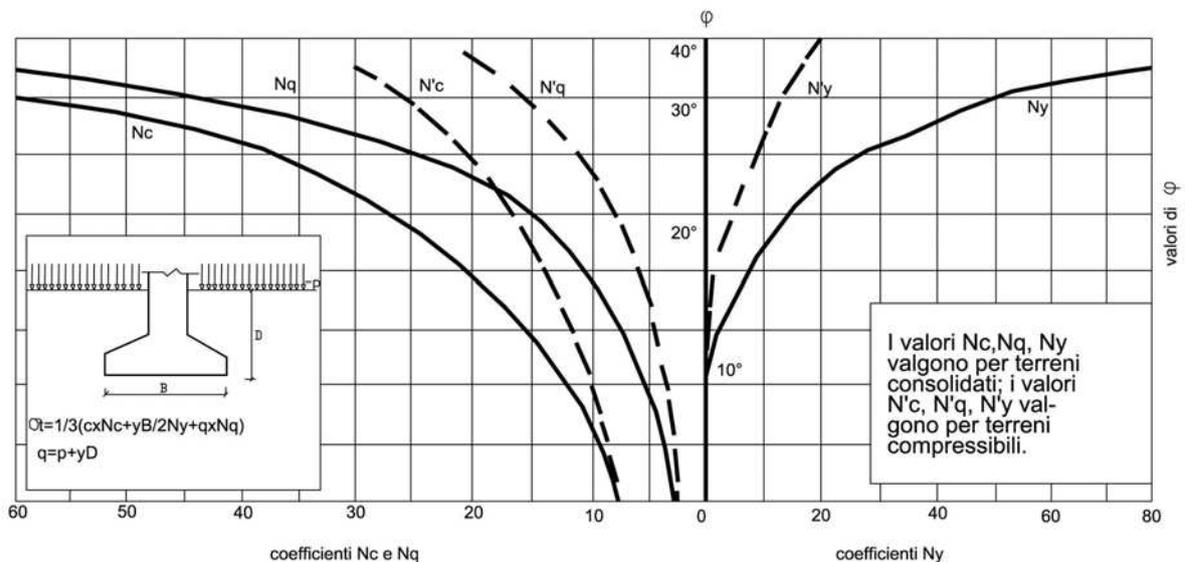
## Travi rovesce

Travi rovesce	Comportamento <b>rigido</b> della trave per: $J/B \geq l^4/n$  Dove: J= momento d'inerzia della trave rovescia in cm <sup>4</sup> B= larghezza di base della trave in cm l= massimo interasse tra due pilastri contigui in cm	<b>Coefficiente n</b>	
		Terreni incoerenti (ghiaia, sabbie ecc)	6500
		Terreni coerenti (limi, argille ecc)	15.500

## Pressioni massime ammissibili in kg/cm<sup>2</sup> secondo Terzaghi

Le tensioni massime ammissibili si possono calcolare mediante la formula di Terzaghi:

$$\sigma_t = 1/3(c \times N_c + g \times B/2 \times N_y + q \times N_q)$$

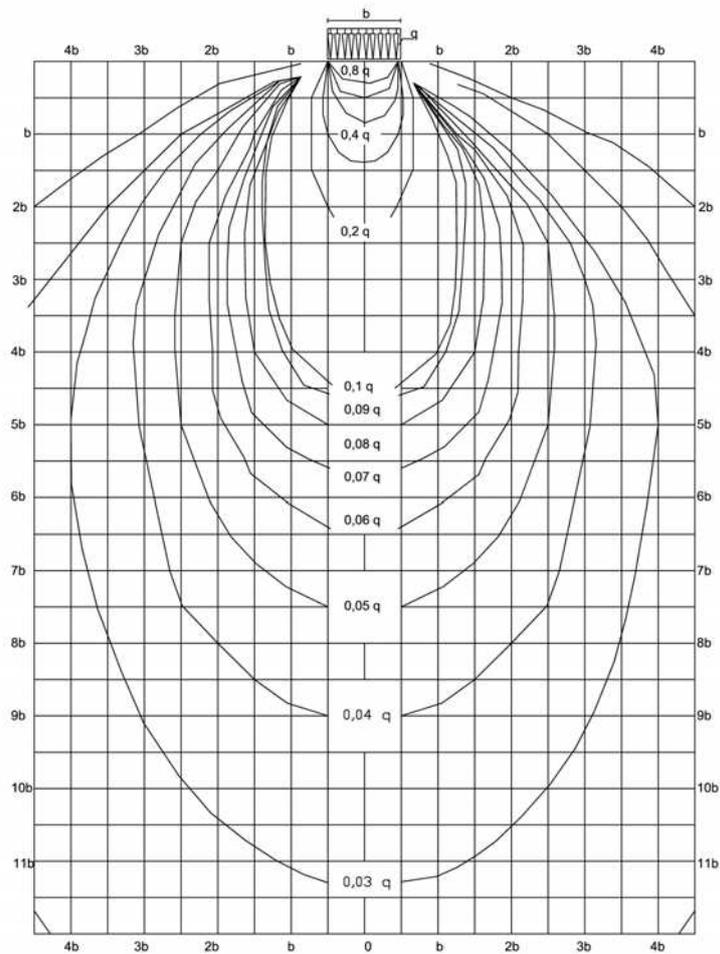


## Valori massimi del cedimento differenziale secondo Leonardt

Tipologia costruttiva	$\delta_{BA}$	Tipologia costruttiva	$\delta_{BA}$
-muro alto continuo di mattoni	$0,0005 \div 0,001 L$	-pareti in cemento armato	$0,003 L$
-intonaci e gessi	$0,001 L$	-struttura di cemento armato	$0,0025 \div 0,004 L$
-struttura continua in acciaio	$0,002 L$	-struttura a connessione semplice in acciaio	$0,005 L$

$L$  = distanza tra i punti A e B

## Carte di influenza di Westergaard



## 10) VERIFICHE ANALITICHE

In questo paragrafo vengono posti in relazione i parametri geotecnici del terreno di fondazione con alcune caratteristiche della tipologia di fondazione dell'opera di progetto. Lo scopo è di verificare alcuni degli "stati limite" tensionali del terreno oggetto di interventi:

- Rottura del terreno del carico limite
- Cedimento per consolidazione

Per quanto concerne una più esatta determinazione della tensione ammissibile e del cedimento si rinvia alla fase di calcolo delle strutture vere e proprie, allorquando sarà precisata l'esatta configurazione dei fabbricati e quindi dei carichi sulle fondazioni e di conseguenza del tipo di fondazione utilizzata (plinto, continua o a platea).

La relazione che usualmente viene adottata per le costruzioni civili è quella di Terzaghi:

$$q_{lim.} = (1+0.2*B/L)*c*Nc+\gamma*d*Nq+(1-0.2*B/L)*\gamma*B/2*N\gamma$$

dove:

c = coefficiente di coesione (Kg/cmq)

$\gamma$  = peso specifico del terreno (Kg/cm<sup>3</sup>)

B = larghezza della fondazione (cm)

L = lunghezza della fondazione (cm)

d = profondità (cm)

$q_{lim}$  = (Kg/cmq)

$N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$  = fattori di capacità portante

- Terreno granulare (sabbie ecc.)

$$c = 0 \quad q_{lim} = \gamma*d*Nq+(1-0.2*B/L)*\gamma*B/2*N\gamma$$

- Terreno coesivo e in genere

$$\phi = 0 \quad N_c = 5,7 \quad N_q = 1 \quad N_\gamma = 0$$

$$q_{lim.} = (1+0.2*B/L)*c*5,7+\gamma*d$$

Le relazioni che usualmente vengono adottate per le costruzioni stradali sono:

calcolo del cedimento:

$$\Delta h = \frac{h \times \partial h}{E_c}$$

ovvero  $\Delta h = \frac{p}{k}$

h = spessore

$\partial h$  = tensione

$E_c$  = modulo di compressibilità

k = costante elastica

p = carico

## 11) CONCLUSIONI

La presente relazione è parte integrante della documentazione progettuale relativa al progetto di cui all'oggetto, su una superficie complessiva di circa  $m^2$  :445.782

da realizzarsi nel Comune di San Severo

Fogli : (vedi progetto)

Mappali n°.....(vedi progetto)

In relazione al D.M. 11/03/1988, alla circolare G.R. 30/01/1990 n° 614 e dalla normativa UNI ENV 1997-1 Eurocodice 7, per la verifica delle condizioni geomeccaniche dell'area oggetto di interventi, sono state eseguite:

N° 8 prove penetrometriche statiche

N°3 sondaggi.

Dall'analisi dei dati rilevati e sulla base delle precedenti conoscenze, limitatamente al sito di indagine, si è constatata la presenza nel sottosuolo di due diverse zone. La prima risulta caratterizzata prevalentemente da terreni argilloso-limosi e lievemente torbosi (sondaggi S1e S2) , la seconda da terreni prevalentemente sabbiosi (sondaggio S3).

### **Per costruzioni civili:**

La pressione ammissibile alla rottura "qa" del terreno di fondazione per la struttura di progetto, calcolata nel livello prossimo nel piano di imposta della fondazione, è stata determinata con la formula di Mayerhof, con un'analisi in termini di tensioni efficaci.

Il carico esterno ammissibile in fondazione "qo" è penalizzata dalla presenza di:

livelli argillosi limosi compressibili, per cui esso sarà ridotto rispetto alla pressione ammissibile "qa".

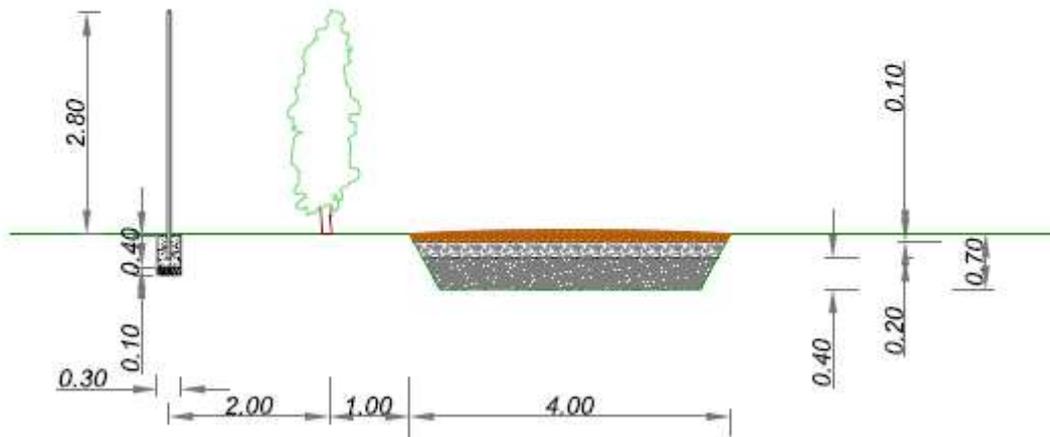
### **Per costruzioni stradali:**

Per cio' che riguarda la viabilità interna è prevista la realizzazione di un tracciato principale costituito da strade in ghiaia .

In seguito viene riportata la sezione tipo della strada prevista:

## PARTICOLARE SEZIONE STRADA DI GHIAIA

SCALA 1:100



La strada sarà costituita da uno scavo in trincea di circa 70-80 cm, e posa di un cassonetto stradale a tre strati:

- 40 cm strato di fondazione in sabbia
- 20 cm strato intermedio di tout-venant
- 10 cm di strato stabilizzato

Come sedime verrà utilizzato quello delle capezzagne esistenti.

Visti i risultati delle indagini geotecniche, la viabilità prevista e la sezione costruttiva sopra riportata risultano certamente idonee per il tipo di carico leggero corrispondente all'uso.