

**NUOVA S.S. 341 "GALLARATESE" - TRATTO DA SAMARATE A CONFINE  
CON LA PROVINCIA DI NOVARA - TRATTO NORD**

**STRALCIO FUNZIONALE DAL KM 6+500 (SVINCOLO S.S. 336 NORD)  
AL KM 8+844 (SVINCOLO AUTOSTRADA A8)  
"BRETELLA DI GALLARATE"**

**PROGETTO ESECUTIVO**

  <b>STUDIO CORONA</b>	  <b>Ingegneria del Territorio s.r.l.</b>  Ing. Valerio Bajetti Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-26211	<b>ING. RENATO DEL PRETE</b>  Ing. Renato Del Prete Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5073	  <b>ECOPLAN</b> S.r.l. Ingegneria e Architettura  Arch. Nicoletta Frattini Ordine degli Arch. di Torino e provincia n° A-8433	  <b>E&amp;G Engineering &amp; Graphics S.r.l.</b>  Ing. Gabriele Incecchi Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-12102
	Ing. Renato Vaira (Ordine degli Ingg. di Torino e Provincia n° 4663 W)	 Società designata: <b>GA&amp;M</b>  Prof. Ing. Matteo Ranieri Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1137	<b>SETAC</b> Srl Servizi & Engineering Trasporti Ambiente Costruzioni  Prof. Ing. Luigi Monterisi Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1771	<b>ARKE'</b> INGEGNERIA s.r.l. Via Francesco Testa n. 2 - 70124 Bari  Ing. Gioacchino Angarano Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5970

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  Dott. Ing. Giancarlo LUONGO	RESPONSABILE INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE   Ing. Renato DEL PRETE	IL PROGETTISTA FIRMATARIO DELLA PRESTAZIONE   Ing. Valerio BAJETTI	GEOLOGO   Prof. Ing. Geol. Luigi MONTERISI	COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE   Ing. Gaetano RANIERI
---	---	---	--	--

**BB 03**

**B-GEOLOGIA E GEOTECNICA**

**BB - GEOTECNICA**

Calcolo dei cedimenti

CODICE PROGETTO  PROGETTO      LIV. PROG.      N. PROG. <b>M</b>   <b>1533</b> <b>E</b> <b>1801</b>		NOME FILE BB03_T00GE00GETRE03_A.dwg	REVISIONE <b>A</b>	SCALA: -
CODICE ELAB. <b>P00GE00GETRE03</b>				
D				
C				
B				
A	EMISSIONE	LUGLIO 2020	PROF. ING. LUIGI MONTERISI	ING. VALERIO BAJETTI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO
				APPROVATO

## INDICE

<b>1. CEDIMENTI DEI TRATTI IN RILEVATO .....</b>	<b>2</b>
1.1 METODO DI CALCOLO.....	2
1.2 RISULTATI DEL CALCOLO.....	3
1.2.1 SEZIONE N.40_ASSE PRINCIPALE.....	3
1.2.2 SEZIONE N.42_ASSE PRINCIPALE.....	4
1.2.3 SEZIONE N.46_ASSE PRINCIPALE.....	5
1.2.4 SEZIONE N.50_ASSE PRINCIPALE.....	7
1.2.5 SEZIONE N.A-7_SVINCOLO SCIARE': RAMP A.....	7
1.2.6 SEZIONE N. B-27_SVINCOLO SCIARE': RAMP B.....	8
1.2.7 SEZIONE N. A-9_SVINCOLO A8/PEDEMONTANA: RAMP A.....	10
<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>11</b>

## 1. CEDIMENTI DEI TRATTI IN RILEVATO

Il tracciato della strada in oggetto si sviluppa per la maggior parte in rilevato, con altezze massime pari a 13.30 m circa, poggiante su terreni prevalentemente incoerenti, costituiti da sabbie e ghiaie. In base ai risultati delle indagini geotecniche eseguite nelle varie campagne, i terreni si presentano normal-consolidati o leggermente sovraconsolidati, caratterizzati da parametri di compressibilità medio-bassi.

Sono state esaminate le stesse sezioni esaminate nelle verifiche di stabilità dei rilevati (L0203D.1301.T00.GE00.GET.RE.02) per tenere conto della variabilità dell'altezza dei rilevati e della loro larghezza. Più in particolare sono stati verificati i seguenti casi (cfr. figg. 1.1-1.7):

Caso	$H_{max}$ [m]	$B_{testa}$ [m]	$B_{base}$ [m]	Sezione di riferimento	Asse di riferimento
1	4.80	L1max = 34.50 m	Lmax = 43.45 m	Sez.40	Asse principale
2	6.55	L1max = 32.93 m	Lmax = 47.05 m	Sez.42	Asse principale
3	10.60	L1max = 30.43 m	Lmax = 61.08m	Sez.46	Asse principale
4	13.30	L1max = 26.70 m	Lmax = 67.54 m	Sez.50	Asse principale
5	12.00	L1max = 44.20 m	Lmax = 80.69 m	Sez.A-7	Svincolo SCIARE <sup>1</sup> - Rampa A
6	12.03	L1max = 33.80 m	Lmax = 70.50m	Sez.B-27	Svincolo SCIARE <sup>1</sup> - Rampa B
7	7.05	L1max = 9.75 m	Lmax = 24.33 m	Sez.A-9	Svincolo A8/PEDEMONTANA - Rampa A

*N.B.: L'altezza massima è riferita al punto più alto della sezione ed è misurata a partire dal piano di fondazione posto alla profondità di 1 m da p.c.. Le sezioni prese in esame ricadono generalmente in prossimità di opere d'arte (ponti e viadotti) e sono le più critiche anche dal punto di vista delle caratteristiche geologiche e geotecniche del sottosuolo.*

### 1.1 METODO DI CALCOLO

Poiché i terreni di fondazione sono prevalentemente incoerenti, è stato utilizzato il metodo di Burland e Burbridge che consente di stimare il cedimento di fondazioni su sabbia normalmente consolidate o sovraconsolidate partendo dai risultati delle prove SPT. Il metodo risulta essere attendibile in quanto si basa su una analisi statistica di un gran numero di casi osservati.

Il cedimento della fondazione su sabbie NC, al termine della costruzione viene stimato con la seguente equazione:

$$S_i = f_s f_1 q B^{0.7} I_c$$

in cui:

$S_i$  cedimento medio immediato espresso in mm

$B$  larghezza della fondazione in m

$f_s$  fattore di forma:  $f_s = [(1.25 L/B) / (L/B+0.25)]^2$

che assume valore 1.25 per fondazioni a nastro

$f_1$  fattore di spessore:  $f_1 = (H_s/Z_i) (2 - H_s/Z_i)$  che assume valore 1.00 per  $H_s > Z_i$

essendo  $H_s$  lo spessore dello strato di sabbia sotto la fondazione

$Z_i = B^{0.763}$  è la profondità di influenza

$q$  pressione media trasmessa dalla fondazione in kPa

$I_c$  indice di compressibilità, funzione di un valore medio  $N_m$  di NSPT:  $I_c = 1,71 / N_m^{1.4}$

Nel caso di sabbie e ghiaie i valori misurati di NSPT vengono corretti secondo la relazione

$$Nm=1,25 \text{ NSPT}$$

Inoltre, se i valori di NSPT crescono o sono pressochè costanti con la profondità, la media Nm viene calcolata entro la profondità di influenza Zi, altrimenti entro la profondità 2B.

Infine, per tener conto degli effetti viscosi, Burland e Burbridge consigliano di moltiplicare il cedimento immediato per un fattore di correzione ft:

$$S = S_i \cdot f_t \quad f_t = 1 + R_3 + R_t \log_{10} t/3$$

in cui t è il tempo a partire dalla fine della costruzione espresso in anni ( $t \geq 3$ ) ed R3 e Rt sono coefficienti che dipendono dalle condizioni di carico (cfr. tabella).

Condizioni di carico	R3	Rt
Carichi statici	0.3	0.2
Carichi ciclici	0.7	0.8

## 1.2 RISULTATI DEL CALCOLO

Venendo ai casi in esame, dall'esame dei risultati delle prove SPT si evince che i valori più frequenti di Nspt ricadono nell'intervallo 20-40. Assunto, pertanto, a vantaggio di sicurezza un numero di colpi pari a 20, segue  $Nm=25$  e  $I_c = 1,71/Nm^{1.4} = 0.01887$ .

Nelle figure 1.1-1.7 sono riportati gli schemi di calcolo utilizzati; nelle figure 2.1-2.7 sono riportati in diagramma gli andamenti dei cedimenti calcolati (cfr. tabelle allegate).

### 1.2.1 Sezione n.40\_Asse principale

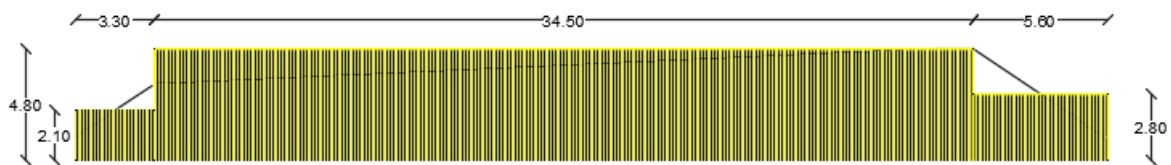


Fig.1.1 - Sezione n.40 - Schema di calcolo

Sez. 40	q (kPa)	B (m)	fs	f1	Ic	Si (mm)	S (mm)
Zona 1	39.9	3.30	1.25	0.98	0.01887	2.12	3.60
Zona 2	91.2	34.5	1.25	0.54	0.01887	13.87	23.57
Zona 3	53.2	5.60	1.25	0.94	0.01887	3.93	6.69

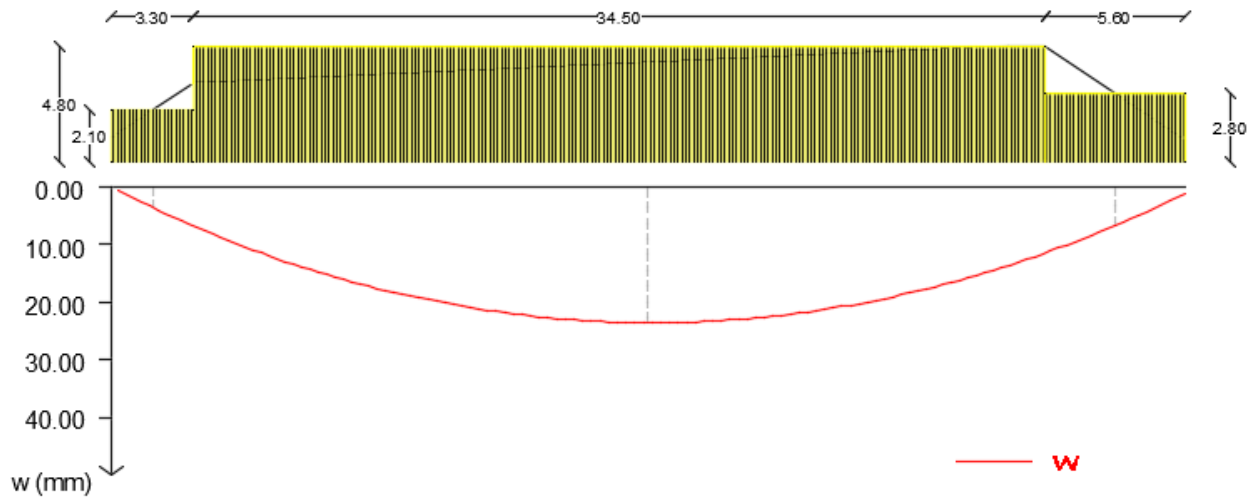


Fig.2.1 - Sezione n.40 - Diagramma cedimenti (mm)

### 1.2.2 Sezione n.42\_Asse principale

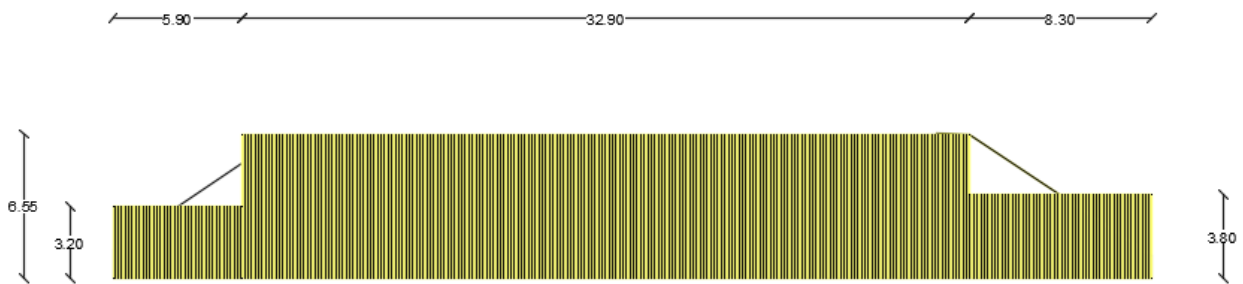


Fig.1.2 - Sezione n.42 - Schema di calcolo

Sez. 42	q (kPa)	B (m)	fs	f1	lc	Si (mm)	S (mm)
Zona 1	60.8	5.90	1.25	0.97	0.01887	4.82	8.19
Zona 2	124.45	32.90	1.25	0.70	0.01887	23.83	40.52
Zona 3	72.2	8.30	1.25	0.94	0.01887	7.05	11.98

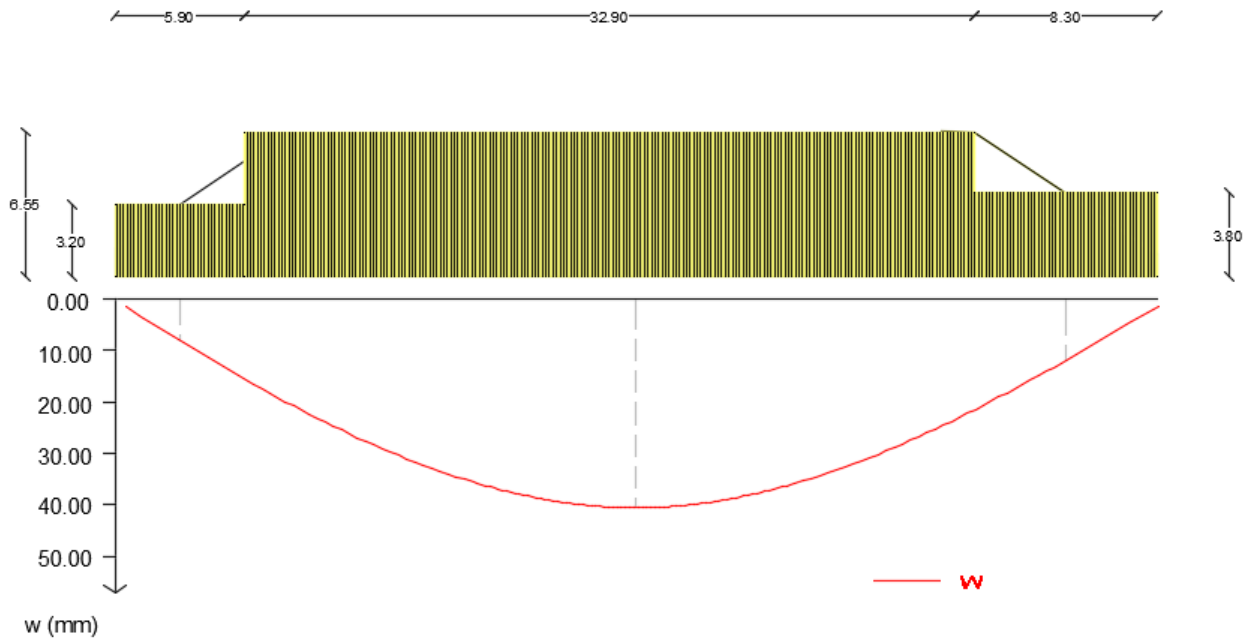


Fig.2.2 - Sezione n.42 - Diagramma cedimenti (mm)

### 1.2.3 Sezione n.46\_Asse principale

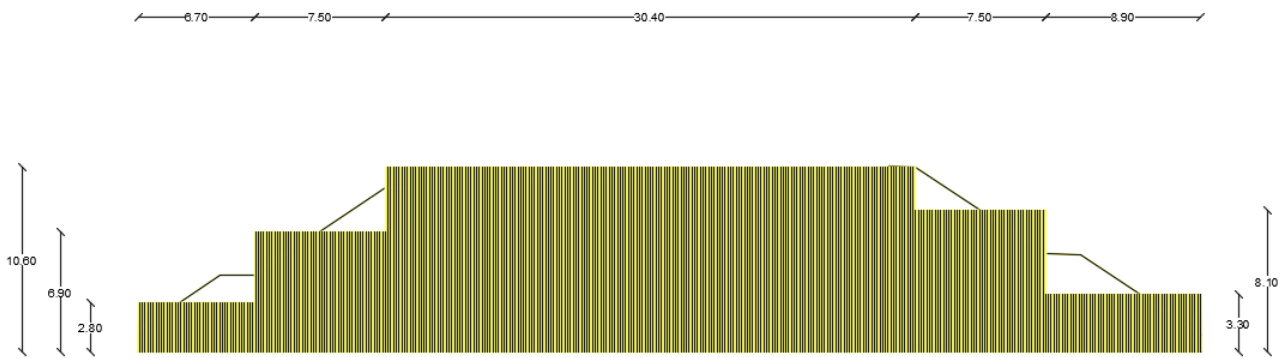


Fig.1.3 - Sezione n.46 - Schema di calcolo

Sez. 46	q (kPa)	B (m)	fs	f1	lc	Si (mm)	S (mm)
Zona 1	53.2	6.70	1.25	0.88	0.01887	4.19	7.12
Zona 2	131.1	7.50	1.25	0.77	0.01887	12.67	21.55
Zona 3	201.4	30.40	1.25	0.95	0.01887	49.43	84.02
Zona 4	153.9	7.5	1.25	1.00	0.01887	14.88	25.29
Zona 5	62.7	8.90	1.25	0.86	0.01887	5.86	9.96

CALCOLO CEDIMENTI

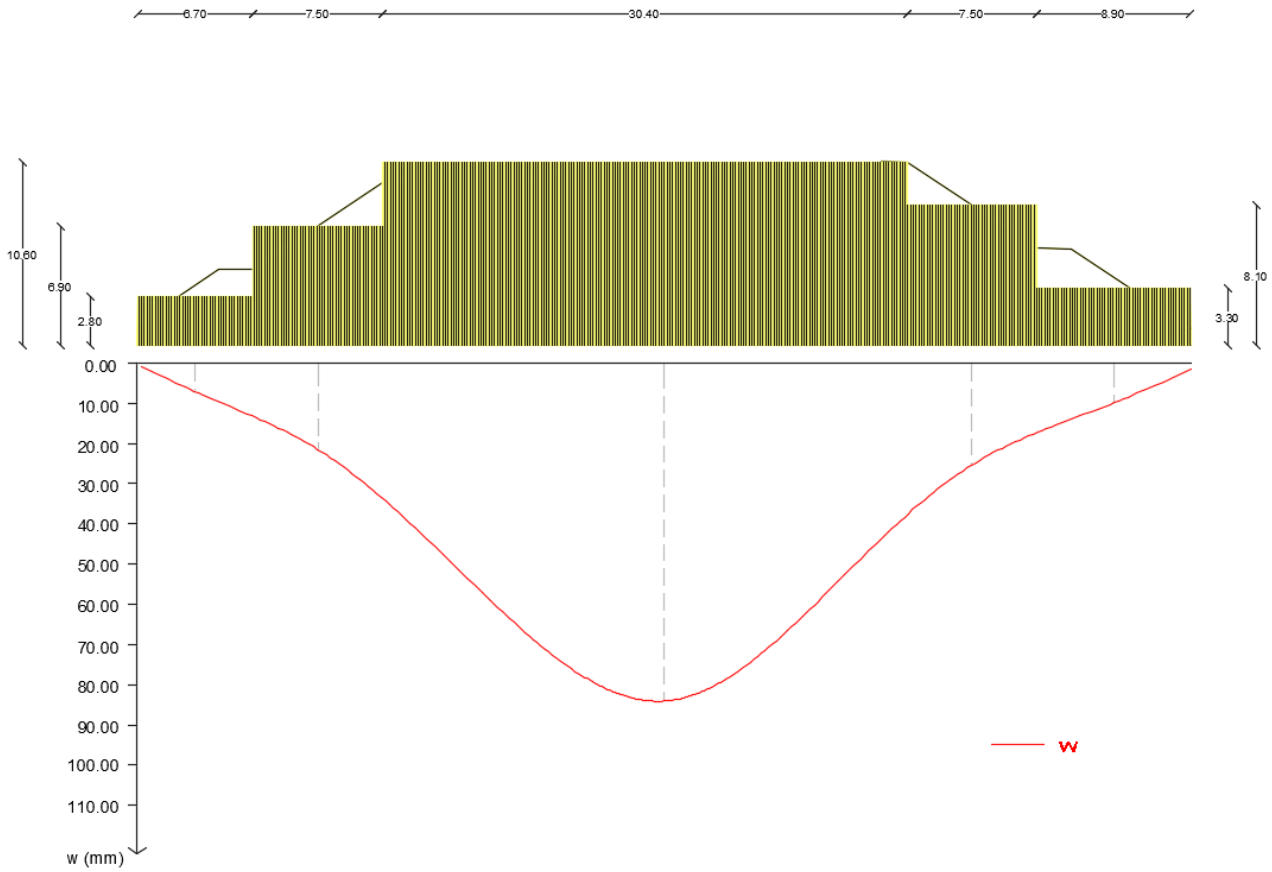


Fig.2.3 - Sezione n.46 - Diagramma cedimenti (mm)

1.2.4 Sezione n.50\_Asse principale

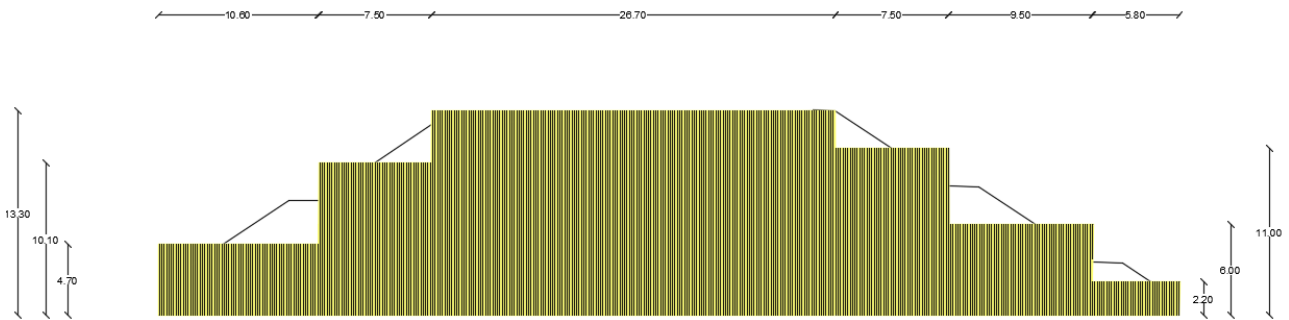


Fig.1.4 - Sezione n.50 - Schema di calcolo

Sez. 50	q (kPa)	B (m)	fs	f1	lc	Si (mm)	S (mm)
Zona 1	89.3	10.6	1.25	0.95	0.01887	10.45	17.76
Zona 2	191.9	7.5	1.25	1.00	0.01887	18.55	31.54
Zona 3	252.7	26.70	1.25	1.00	0.01887	59.42	101.02
Zona 4	209	7.5	1.25	1.00	0.01887	20.21	34.35
Zona 5	114	9.50	1.25	1.00	0.01887	13	22.11
Zona 6	41.8	5.80	1.25	0.82	0.01887	2.77	4.70

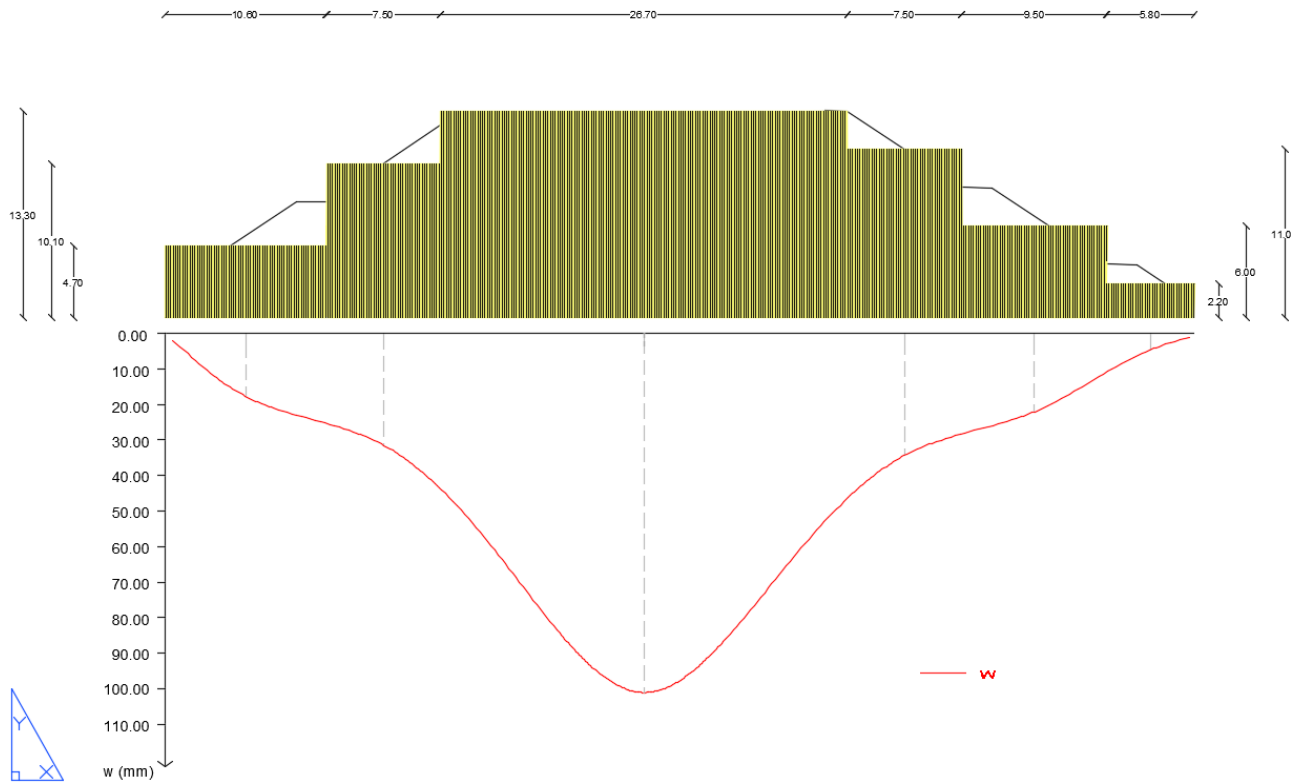


Fig.2.4 - Sezione n.50 - Diagramma cedimenti (mm)

1.2.5 Sezione n.A-7\_Svincolo SCIARE': Rampa A



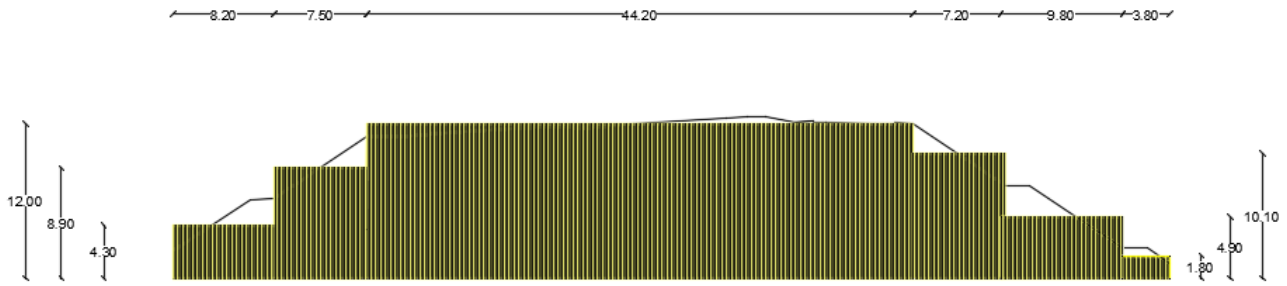


Fig.1.5 - Sezione n.A-7 - Schema di calcolo

Sez. A-7	q (kPa)	B (m)	fs	f1	lc	Si (mm)	S (mm)
Zona 1	81.7	8.20	1.25	0.98	0.01887	8.25	14.07
Zona 2	169.1	7.50	1.25	1.00	0.01887	16.35	27.79
Zona 3	228	44.20	1.25	0.89	0.01887	67.81	115.27
Zona 4	191.9	7.20	1.25	1.00	0.01887	18.03	30.65
Zona 5	93.1	9.80	1.25	0.98	0.01887	10.64	18.08
Zona 6	34.2	3.80	1.25	0.88	0.01887	1.80	3.06

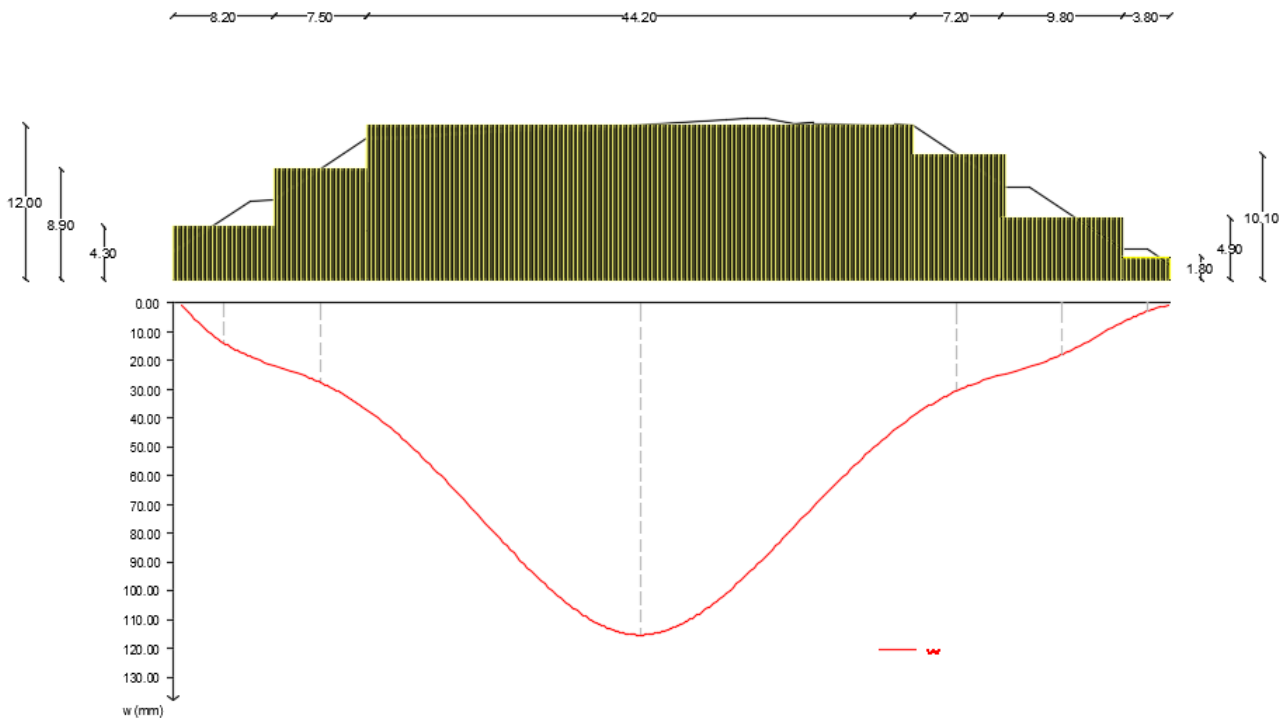


Fig.2.5 - Sezione n.A-7 - Diagramma cedimenti (mm)

### 1.2.6 Sezione n. B-27\_Svincolo SCIARE': Rampa B

CALCOLO CEDIMENTI

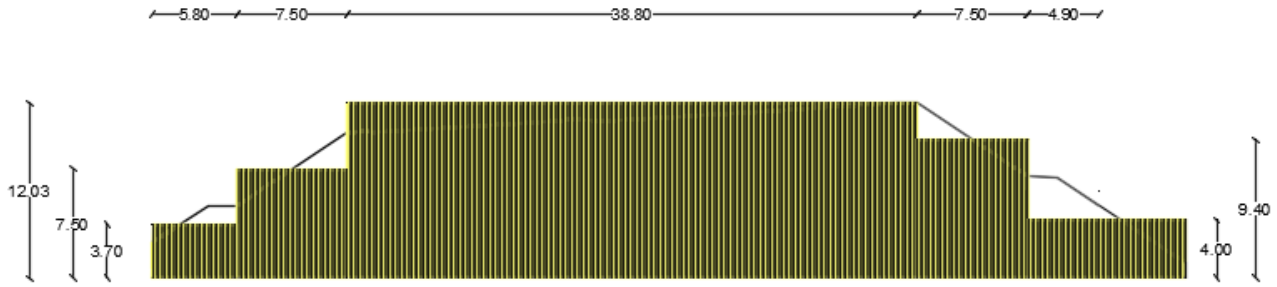


Fig.1.6 - Sezione n.B-27 - Schema di calcolo

Sez. B-9	q (kPa)	B (m)	fs	f1	lc	Si (mm)	S (mm)
Zona 1	95	5.8	1.25	1.00	0.01887	5.67	9.64
Zona 2	142.5	7.5	1.25	0.63	0.01887	13.78	23.42
Zona 3	209.57	38.80	1.25	0.825	0.01887	57.32	97.44
Zona 4	178.6	7.50	1.25	1.00	0.01887	17.27	29.35
Zona 5	76	4.90	1.25	0.96	0.01887	5.45	9.27

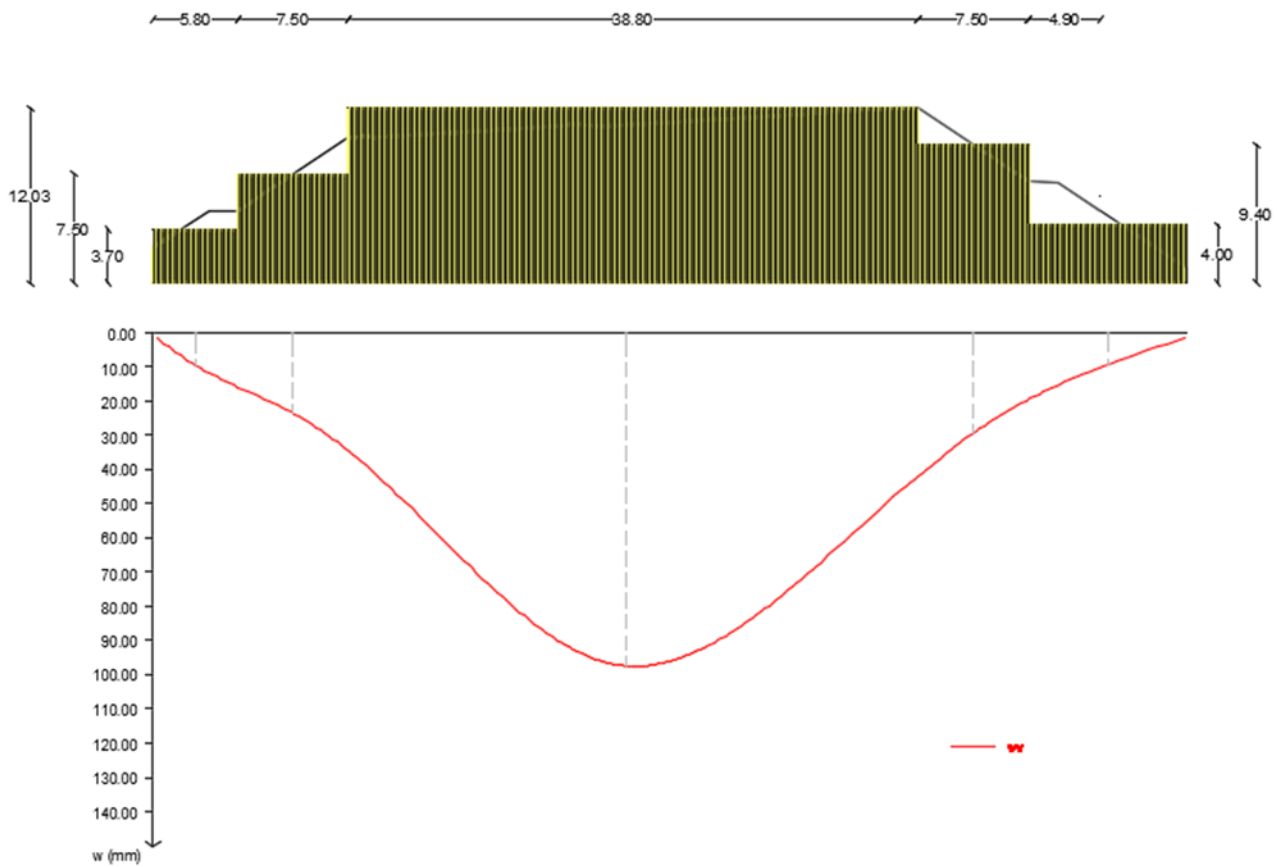


Fig.2.6 - Sezione n.B-27 - Diagramma cedimenti (mm)

1.2.7 Sezione n. A-9\_Svincolo A8/PEDEMONTANA: Rampa A

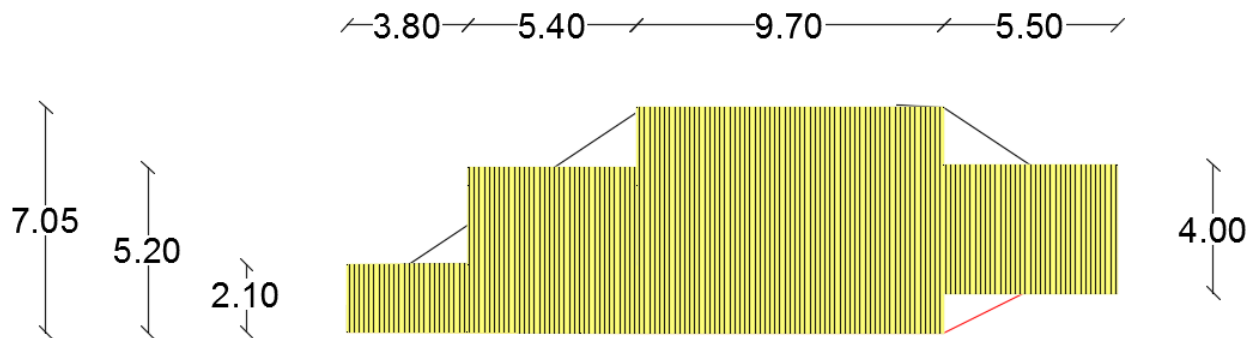


Fig.1.7 - Sezione n.A-9 - Schema di calcolo

Sez. B-9	q (kPa)	B (m)	fs	f1	lc	Si (mm)	S (mm)
Zona 1	39.9	3.80	1.25	0.94	0.01887	2.26	3.84
Zona 2	98.8	5.40	1.25	0.81	0.01887	7.59	12.90
Zona 3	133.95	9.70	1.25	0.99	0.01887	15.4	26.18
Zona 4	76.00	5.50	1.25	1.00	0.01887	5.91	10.05

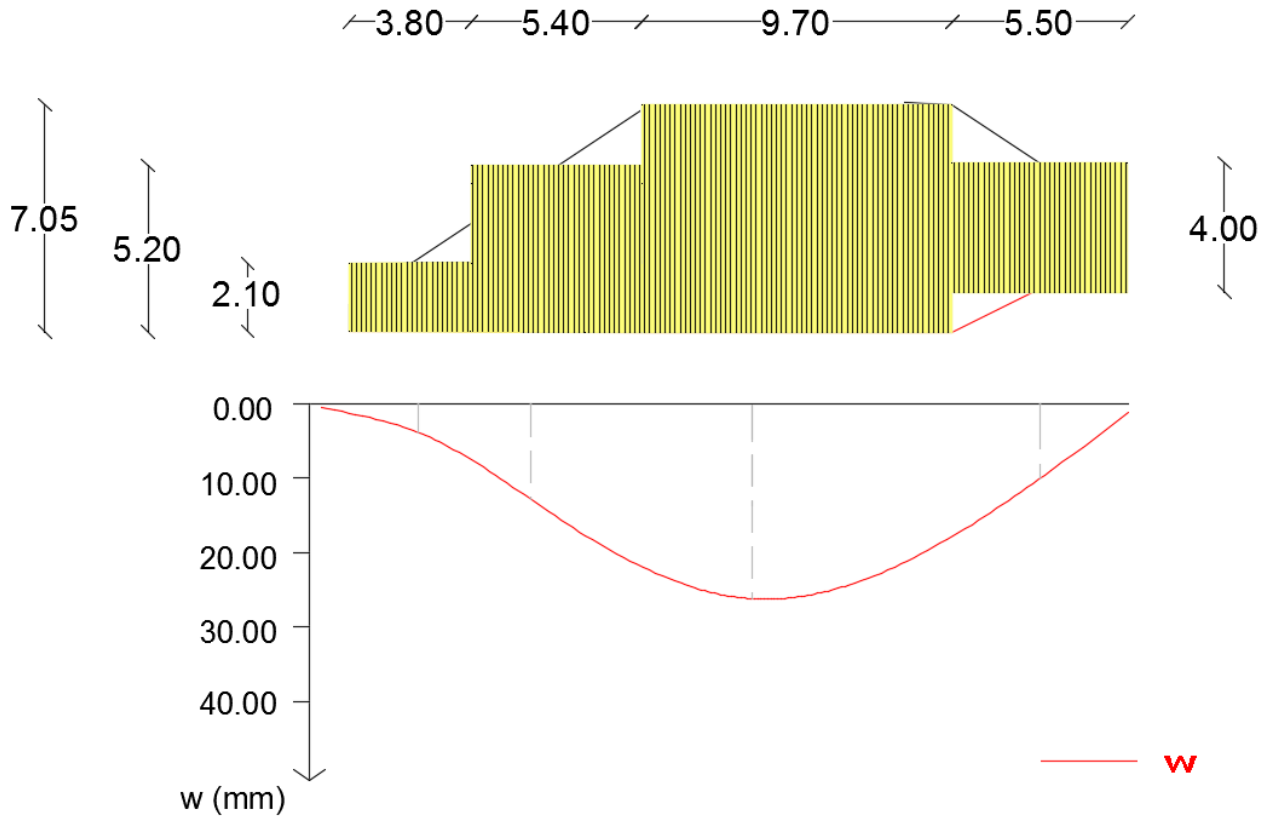


Fig.2.7 - Sezione n.A-9 - Diagramma cedimenti (mm)

## CONCLUSIONI

Nelle figure 2.1÷2.7, al di sotto dello schema di carico è riportato in diagramma l'andamento del cedimento, che, come riportato nelle tabelle precedenti, in asse ai rilevati varia da un minimo di 23.57 mm circa ad un massimo di 115.27 mm circa.

I cedimenti calcolati (invero molto modesti) dovrebbero esaurirsi nel corso della costruzione dei rilevati per cui non si ravvede la necessità di interventi finalizzati ad accelerare i cedimenti stessi.

Si osserva, infine, che, come è noto, la stima dei cedimenti di fondazioni superficiali su sabbia è sempre molto incerta, sia a causa della variabilità intrinseca dei depositi sabbiosi, sia per la natura empirica o semi-empirica dei metodi di calcolo, per cui errori dell'ordine del 50% sono molto frequenti, anche se raramente l'entità dei cedimenti è tale da creare un reale problema ingegneristico. Nel caso specifico, visti i valori ridotti di cedimento calcolati, anche un incremento del 50% degli stessi risulterebbe comunque accettabile.