

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

PROGETTISTA:

DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI

Ing. Gaetano USAI

Ing. Piergiorgio GRASSO



Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE

FV02 – Stazione Telese km 26+391

Sottopasso ciclopedonale provvisorio - Relazione di calcolo

APPALTATORE	SCALA:
IMPRESA PIZZAROTTI & C. s.p.a. Dott. Ing. Sabino Del Balzo IL DIRETTORE TECNICO 23/06/2020	-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I	F	2	6	1	2	E	Z	Z	C	L	F	V	0	2	0	0	0	0	7	B
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	I. Lardani	24/02/2020	A. Tagliaferri	24/02/2020	P. Grasso	24/02/2020	Ing. Gaetano USAI
B	Emissione	I. Lardani	23/06/2020	A. Tagliaferri	23/06/2020	P. Grasso	23/06/2020	 23/06/2020

File: IF26.1.2.E.ZZ.CL.FV.02.0.0.007.B.docx

n. Elab.:

Indice

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
2.1	NORMATIVE.....	4
2.2	ELABORATI DI RIFERIMENTO	4
3	MATERIALI.....	5
3.1	CALCESTRUZZO PER ELEVAZIONE E FONDAZIONE	5
3.2	CALCESTRUZZO PER MAGRONE.....	6
3.3	ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA.....	6
4	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA	7
5	CRITERI DI CALCOLO.....	10
6	ANALISI DEI CARICHI	11
6.1	PERMANENTI STRUTTURALI	11
6.2	PERMANENTI NON STRUTTURALI	11
6.3	CARICHI VARIABILI VERTICALI	11
6.4	CARICHI VARIABILI ORIZZONTALI – AVVIAMENTO E FRENATURA	13
6.5	AZIONI SISMICHE.....	13
6.6	DATI E PARAMETRI DI INPUT.....	14
7	COMBINAZIONI DI CARICO	15
8	SOLLECITAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE SLU.....	18
8.1	SOLETTA SUPERIORE	18
8.2	PARETI	20
8.3	FONDAZIONE.....	22
9	VERIFICHE TENSIONALI SLE.....	24
9.1	SOLETTA SUPERIORE	24
9.2	PARETI	26
9.3	FONDAZIONI	28

1 PREMESSA

Nell'ambito dell'*Itinerario Napoli-Bari* si inserisce il *Raddoppio della Tratta Cancello – Benevento - 2° Lotto Funzionale Frasso Telesino - Vitulano* oggetto della Progettazione Esecutiva in esame.

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento strutturale dell'impalcato costituente il prolungamento del Sottopasso Ciclopedonale Provvisorio al km 26+319, per la Stazione di Telese.

L'opera consiste in uno scatolare in c.a. con le seguenti dimensioni in sezione:

larghezza interna	B=3.00 m;
altezza netta	H=2.70 m;
spessore platea di fondazione	s=50 cm;
spessore piedritti	s=70 cm;
spessore soletta di copertura	s=70 cm.

La lunghezza del sottopasso è di 31.20 m

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Sottopasso ciclopedonale provvisorio - Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FV0200 007</td> <td>B</td> <td>4 di 29</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	FV0200 007	B	4 di 29
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	FV0200 007	B	4 di 29								

2 NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 NORMATIVE

Sono state prese a riferimento le seguenti Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento:

- [1] *Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni»*
- [2] *Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»*
- [3] *Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE I / Aspetti Generali (RFI DTC SI MA IFS 001 A)*
- [4] *Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 1 / Ambiente e Geologia (RFI DTC SI AG MA IFS 001 A – rev 30/12/2016)*
- [5] *Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 2 / Ponti e Strutture (RFI DTC SI PS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)*
- [6] *Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 3 / Corpo Stradale (RFI DTC SI CS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)*
- [7] *Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 4 / Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)*
- [8] *Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 5 / Prescrizioni per i Marciapiedi e le Pensiline delle Stazioni Ferroviarie a servizio dei Viaggiatori (RFI DTC SI CS MA IFS 002 A– rev 30/12/2016)*
- [9] *Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 6 / Sagome e Profilo minimo degli ostacoli (RFI DTC SI CS MA IFS 003 A– rev 30/12/2016)*
- [10] *Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea*
- [11] *Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)*
- [12] *UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1*

2.2 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Vengono presi a riferimento tutti gli elaborati grafici progettuali di pertinenza.

3 MATERIALI

3.1 CALCESTRUZZO PER ELEVAZIONE E FONDAZIONE

Classe C25/30

$R_{ck} =$	30.00	MPa	Resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} = 0,83 R_{ck} =$	24.90	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	32.90	MPa	Valore medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0.85		Coeff. rid. per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1.50	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_M =$	14.11	MPa	Resistenza di progetto
$f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{(2/3)} =$	2.56	MPa	Resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm} =$	3.07	MPa	Resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} = 0,7 f_{ctm} =$	1.79	MPa	Valore caratteristico resistenza a trazione (frattile 5%)
$\sigma_c = 0,55 f_{ck} =$	13.70	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. Rara (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$\sigma_c = 0,40 f_{ck} =$	9.96	MPa	Tensione limite in esercizio in comb. quasi perm. (rif. §1.8.3.2.1 [3])
$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{(0,3)} =$	31447.00	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0.20		Coefficiente di Poisson
$G_c = E_{cm} / (2(1 + \nu)) =$	13103.00	MPa	Modulo elastico tangenziale di progetto
Condizioni ambientali =	Debolmente aggressive		
Classe di esposizione =	XC4		
$c =$	6.00	cm	Copriferro minimo

3.2 CALCESTRUZZO PER MAGRONE

Classe C12/15

$R_{ck} =$	15.00	MPa	Resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} = 0,83 R_{ck} =$	12.45	MPa	Resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	20.45	MPa	Valore medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0.85		Coeff. rid. per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1.50	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU

3.3 ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA

B450C

$f_{yk} \geq$	450.00	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq$	540.00	MPa	Tensione caratteristica di rottura
$(f_t / f_y)_{k \geq}$	1.15		
$(f_t / f_y)_{k <}$	1.35		
$\gamma_s =$	1.15	-	Coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$	391.30	MPa	Tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	210000.00	MPa	Modulo elastico di progetto
$\epsilon_{yd} =$	0.20	%	Deformazione di progetto a snervamento
$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k$	7.50	%	Deformazione caratteristica ultima
$\sigma_s = 0,75 f_{yk} =$	337.50	MPa	Tensione in esercizio in comb. Rara (rif. §1.8.3.2.1 [3])

4 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Il sottopasso ciclopedonale provvisorio della Stazione di Telese FV02, al km 23+391, consiste in uno scatolare in c.a. con le seguenti dimensioni:

larghezza interna	B=3.00 m;
altezza netta	H=2.70 m;
spessore platea di fondazione	s=50 cm;
spessore piedritti	s=70 cm;
spessore soletta di copertura	s=70 cm.

L'opera viene realizzata in due fasi: la prima porzione di scatolare, di lunghezza 17.45 m, viene realizzata a fianco della ferrovia e messa in opera a spinta ("monolite a spinta"), successivamente viene realizzata la restante parte ("sottopasso gettato in opera"), di lunghezza 13.75 m.

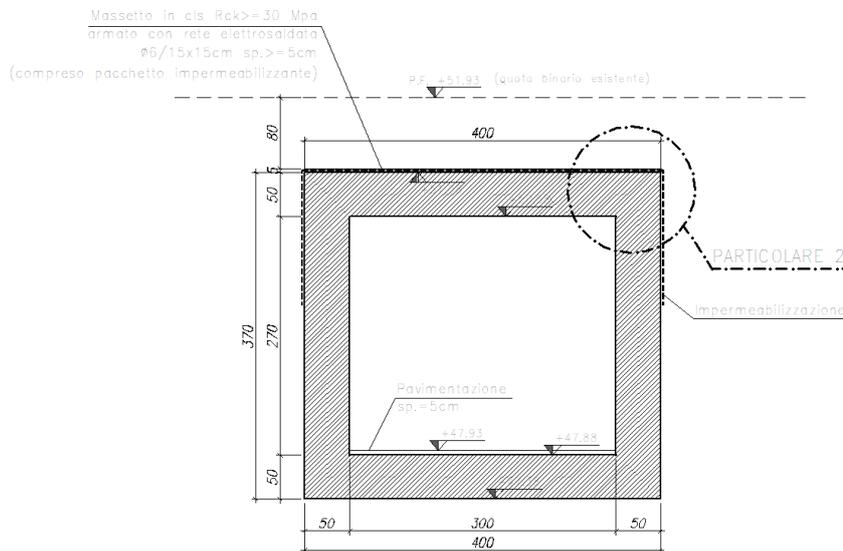
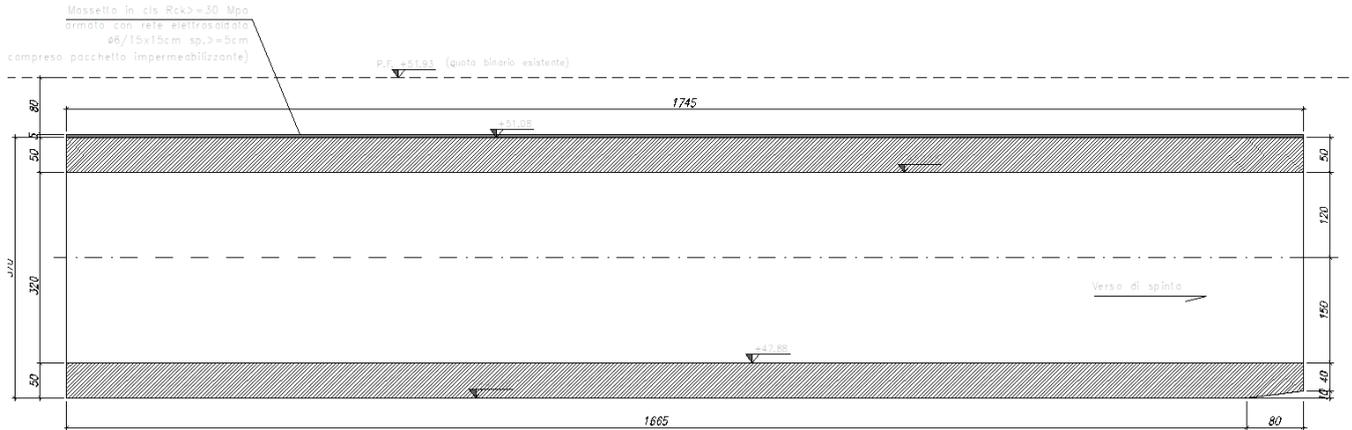


Figura 1 – Sezione trasversale sottopasso

Sottopasso ciclopedonale provvisorio - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	FV0200 007	B	8 di 29

CARPENTERIA SCATOLARE A SPINTA - SEZ. LONGITUDINALE IN ASSE
Scala 1:50



CARPENTERIA SCATOLARE A SPINTA - ORIZZONTALE
Scala 1:50

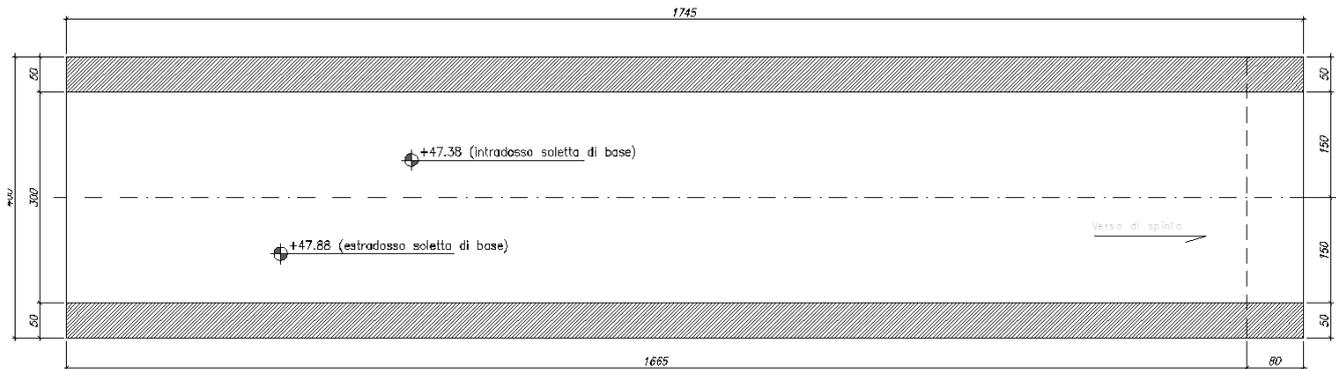


Figura 2 – Pianta e sezione longitudinale monolite a spinta

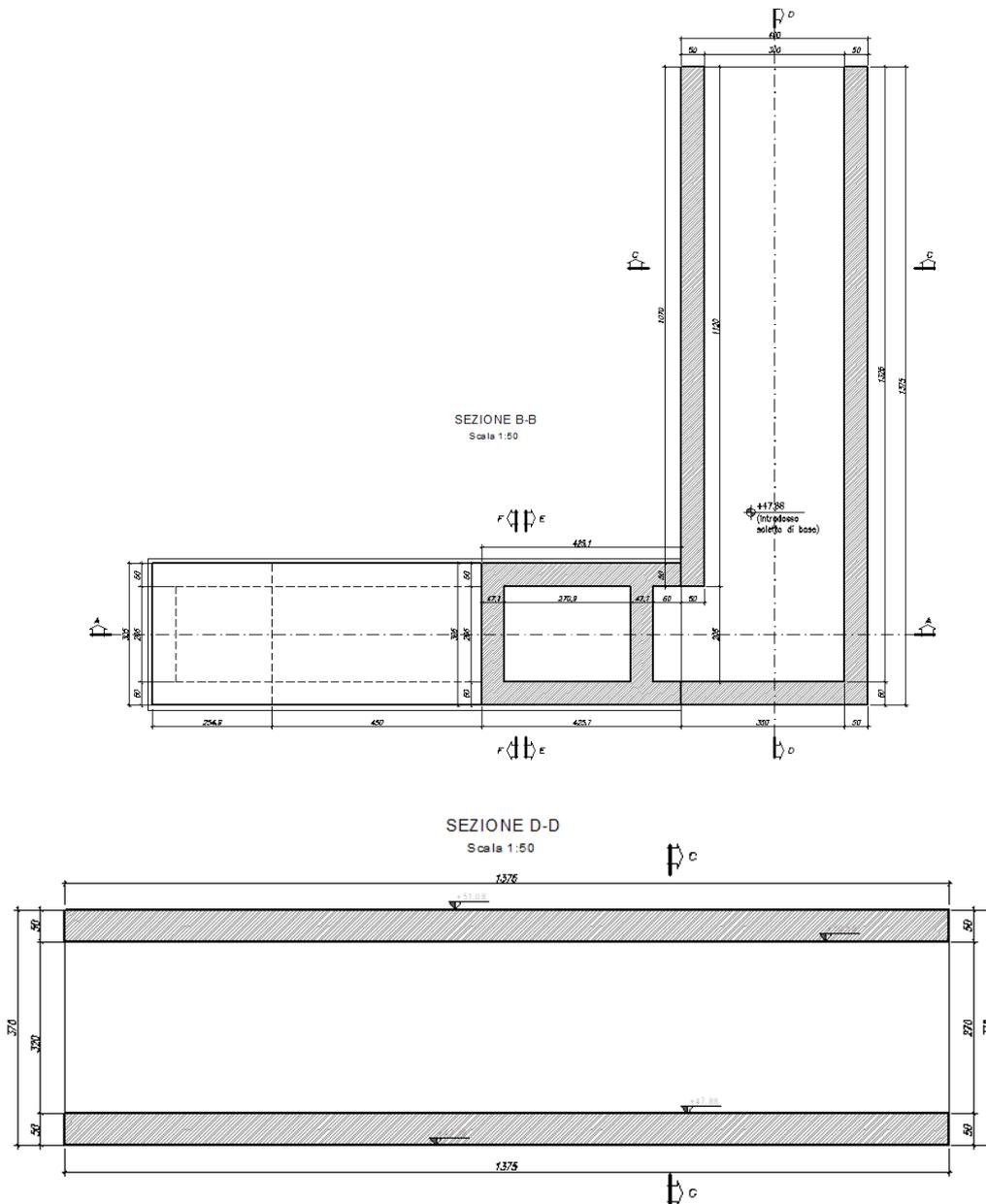


Figura 3 – Pianta e sezione longitudinale sottopasso gettato in opera

  	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO												
Sottopasso ciclopedonale provvisorio - Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FV0200 007</td> <td>B</td> <td>10 di 29</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	FV0200 007	B	10 di 29
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	FV0200 007	B	10 di 29								

5 CRITERI DI CALCOLO

Lo schema di calcolo adottato è quello di un modello piano, essendo l'opera sufficientemente lunga da poter trascurare gli effetti di bordo.

Il sistema si riduce ad un insieme di aste che interagiscono con il terreno, modellato attraverso un letto di molle elastiche verticali (modello ala Winkler).

Le spinte del terreno sono calcolate considerando le pareti impedito di muoversi, quindi facendo riferimento al coefficiente di spinta a riposo k_0 .

I carichi accidentali sulla soletta di copertura sono quelli previsti dalla normativa per i ponti ferroviari. Le azioni puntuali o ripartite sull'area di impronta, sono poi diffuse fino all'asse della soletta.

Trattando il problema con modelli piani è necessario ridurre questi carichi alla lunghezza unitaria. La ripartizione avviene sia in direzione longitudinale che in direzione trasversale.

6 ANALISI DEI CARICHI

Di seguito si riporta l'analisi dei carichi degli impalcati.

6.1 PERMANENTI STRUTTURALI

I carichi permanenti sono calcolati in automatico dal foglio di calcolo in funzione della geometria della struttura e del peso di volume del calcestruzzo:

$$\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$$

6.2 PERMANENTI NON STRUTTURALI

Sullo scatolare agisce il peso di ricoprimento e ballast per uno spessore medio di 90 cm.

$$\gamma_{cls} = 20 \text{ kN/m}^3$$

6.3 CARICHI VARIABILI VERTICALI

Per i sovraccarichi mobili agenti sulla struttura si considerano gli effetti prodotti dai modelli di carico rappresentativi del traffico normale (LM71) e pesante (SW/2). Tali effetti sono amplificati per il coefficiente di adattamento α e per il coefficiente dinamico ϕ_3 .

Le azioni verticali associate ai convogli ferroviari si schematizzano mediante i modelli di carico teorici LM71 e SW/2.

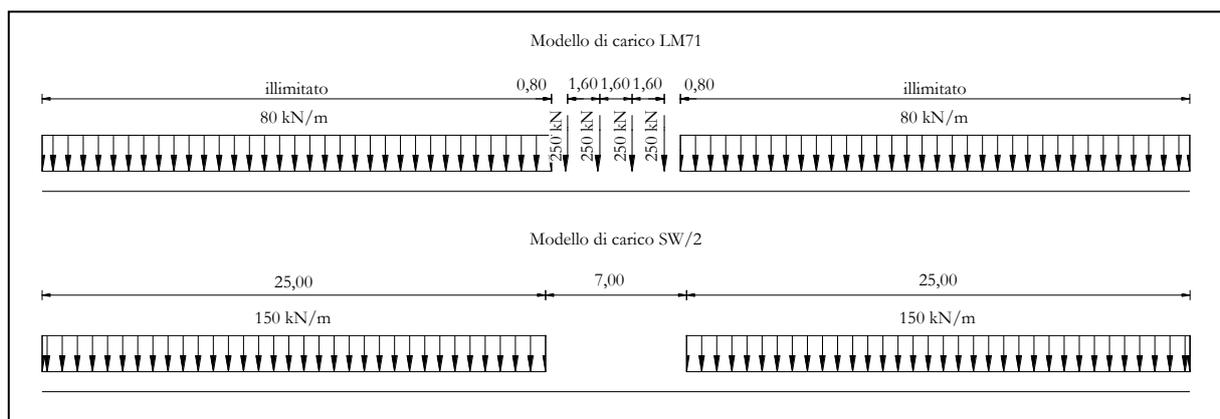
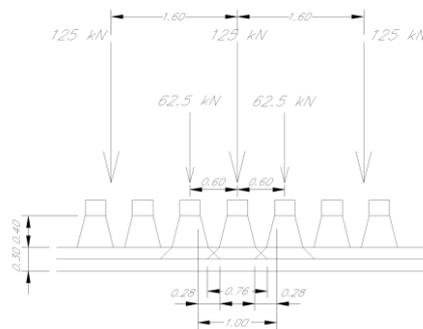


Figura 4 – Modelli di carico teorici LM71 e SW/2

I valori caratteristici dei carichi attribuiti ai modelli di carico devono essere moltiplicati per il coefficiente α che deve assumersi come da tabella seguente:

Modello di carico	Coefficiente α
LM71	1,10
SW/2	1,00

Nella seguente figura è indicata la distribuzione longitudinale dei carichi assiali Q_{vk} nell'ipotesi di ripartizione nel ballast 4:1 e nella soletta 1:1.



carico su ricoprimenti laterali

B diffusione trasv	2.85 m
alfa LM71	1.1 -
ϕ_3	1.35 -
q acc	81.4 kN/m²

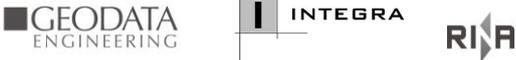
carico su scatolare

L = B diffusione trasv	2.4 m
alfa LM71	1.1 -
ϕ_3	1.35 -
q acc	232.0 kN/m

Dove ϕ_3 è stato definito in base a quanto segue:

5.4 Solette ed altri elementi di scatolari per uno o più binari (sottovia di altezza libera $\leq 5,00$ m e luce ≤ 8 m)
Per gli scatolari che non rispettano i precedenti limiti vale il punto 5.3, trascurando la presenza della soletta inferiore e considerando un coefficiente riduttivo pari a 0,9, da applicare al coefficiente Φ .

$$\Phi_2 = 1,20 = \Phi_3 = 1,35$$

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Sottopasso ciclopedonale provvisorio - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV0200 007	REV. B	FOGLIO 13 di 29

6.4 CARICHI VARIABILI ORIZZONTALI – AVVIAMENTO E FRENATURA

Le azioni di frenatura e avviamento sono costituite da forze uniformemente distribuite su una lunghezza di binario L determinata per ottenere l'effetto più gravoso sull'elemento strutturale considerato. I valori da considerare sono i seguenti:

- avviamento: $Q_{la,k} = 33 \text{ kN/m} \cdot L \leq 1000 \text{ kN}$ per i modelli di carico LM71, SW/2
- frenatura: $Q_{lb,k} = 20 \text{ kN/m} \cdot L \leq 6000 \text{ kN}$ per i modelli di carico LM71
 $Q_{lb,k} = 35 \text{ kN/m}$ per i modelli di carico SW/2

I valori caratteristici dell'azione di frenatura e di avviamento devono essere moltiplicati per α e **non** devono essere moltiplicati per Φ .

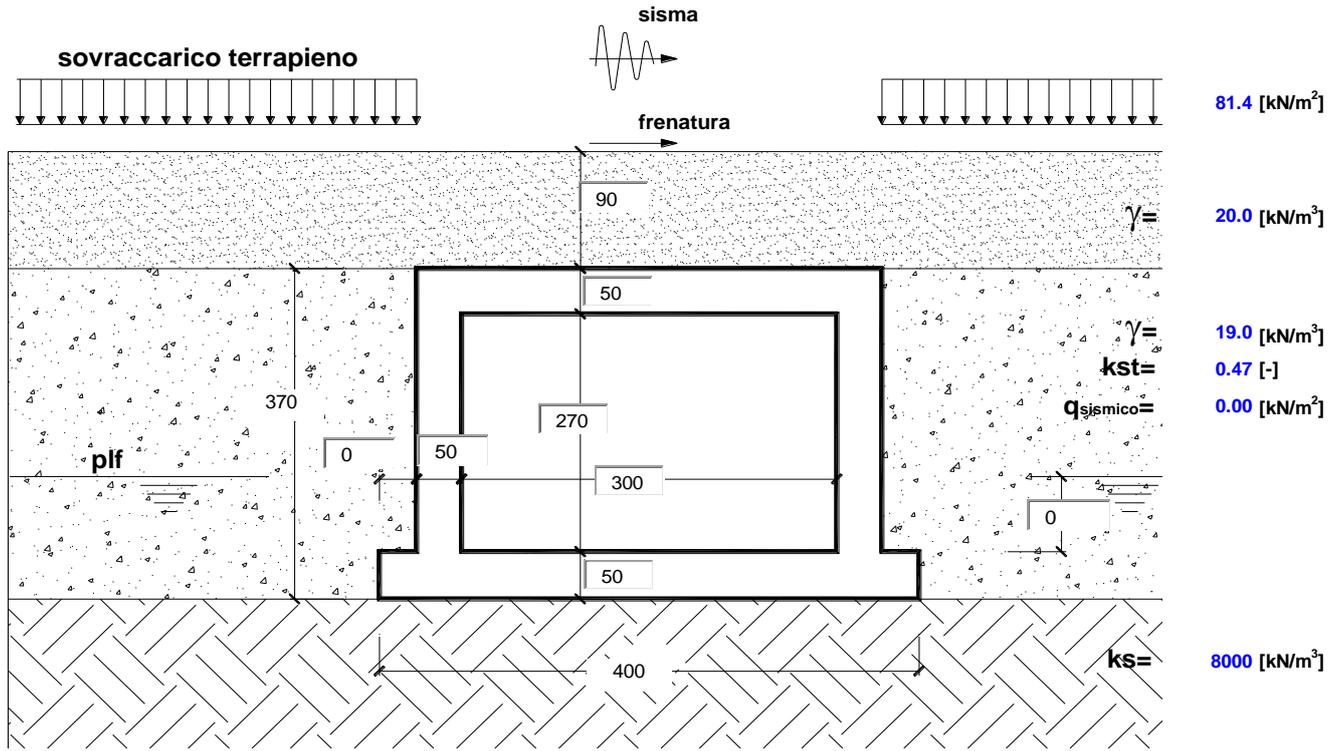
Si ottiene, pertanto:

L	4 m
Avviamento	
LM71	145.2 kN
SW/2	132 kN
Frenatura	
LM71	88 kN
SW/2	140 kN
L diffusione	3.5 m
Fren/avv	285.2 kN
q fren/avv	81.5 kN/m

6.5 AZIONI SISMICHE

Trattandosi di un'opera provvisoria la cui durata è inferiore a 2 anni (vedasi paragrafo 2.4.1 delle NTC 2008) le verifiche sismiche sono omesse.

6.6 DATI E PARAMETRI DI INPUT

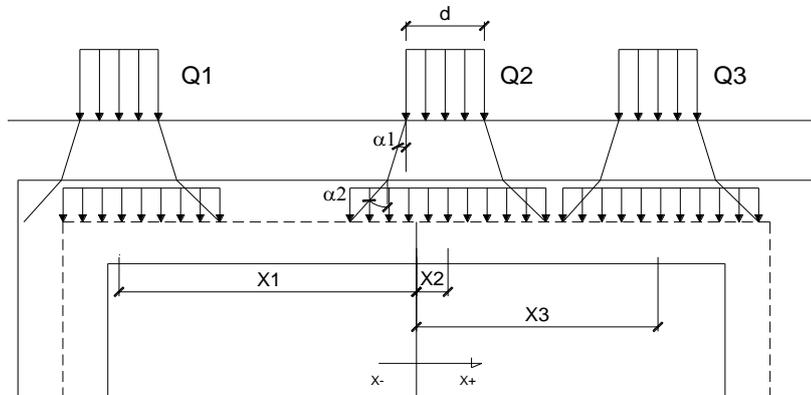


(dimensioni in cm)

modulo elastico cls	E	3.14E+07 [kN/m²]	γcls	25 [kN/m³]
acc. sismica or.	kh	0.00 [-]	γw	10 [kN/m³]

SOVRACCARICHI

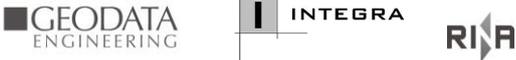
angolo di diffusione nel ricoprimento	α1 [°]	14	
angolo di diffusione nella soletta	α2 [°]	45	
CONDIZIONI DI CARICO		A	B
impronta del carico	d [m]	0.00	0.00
area influenza long.	l [m]	2.40	1.00
Carico 1	Q1 [kN]	0	0
	X1 [m]	0	0
Carico 2	Q2 [kN]	0	0
	X2 [m]	0	0
Carico 3	Q3 [kN]	0	0
	X3 [m]	0	0
Carico distribuito	[kN/m]	223	0



Iniezione terreno ricoprimento SI NO

F frenatura 81.5 [kN/m]

CALCOLO

	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
Sottopasso ciclopedonale provvisorio - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV0200 007	REV. B	FOGLIO 15 di 29

7 COMBINAZIONI DI CARICO

La determinazione delle Sollecitazioni di Progetto utili al dimensionamento strutturale e geotecnico delle opere oggetto del presente documento, è stata condotta utilizzando il metodo agli stati limite, secondo quanto specificato a riguardo al paragrafo 2.6 del DM 14.01.08, con riferimento all'Approccio 2.

Per la definizione dei criteri di combinazione degli effetti prodotti dalle singole condizioni elementari di carico previste sull'opera, si è fatto inoltre riferimento a quanto prescritto al prg 2.5.3 dello stesso DM, di seguito riproposto per completezza:

2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omissi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

Trattandosi nel caso in esame di opere ferroviarie, la definizione dei coefficienti parziali di combinazione (γ) e di partecipazione (ψ) è stata effettuata seguendo a riguardo le specifiche di cui al paragrafo 5.2.3 del DM 14.01.08 nonché quanto indicato nel relativo manuale di progettazione RFI già citato al paragrafo dei documenti di riferimento; nel seguito un estratto significativo sul tema dei documenti citati.

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_p	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.
⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.
⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.
⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

Tabella 1 – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni agli SLU

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

	Azioni	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Azioni singole da traffico	Treno di carico LM 71	0,80 ⁽³⁾	⁽¹⁾	0,0
	Treno di carico SW /0	0,80 ⁽³⁾	0,80	0,0
	Treno di carico SW/2	0,0 ⁽³⁾	0,80	0,0
	Treno scarico	1,00 ⁽³⁾	-	-
	Centrifuga	⁽²⁾ ⁽³⁾	⁽²⁾	⁽²⁾
	Azione laterale (serpeggio)	1,00 ⁽³⁾	0,80	0,0

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Si usano gli stessi coefficienti Ψ adottati per i carichi che provocano dette azioni.

(3) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti Ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Tabella 2 – Coefficienti di combinazione ψ delle azioni

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,00	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,00	0,00	1,0 (0,0)	1,0(0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,00	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6; 0,4)	-	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	0,8 (0,6; 0,4)	fessurazione

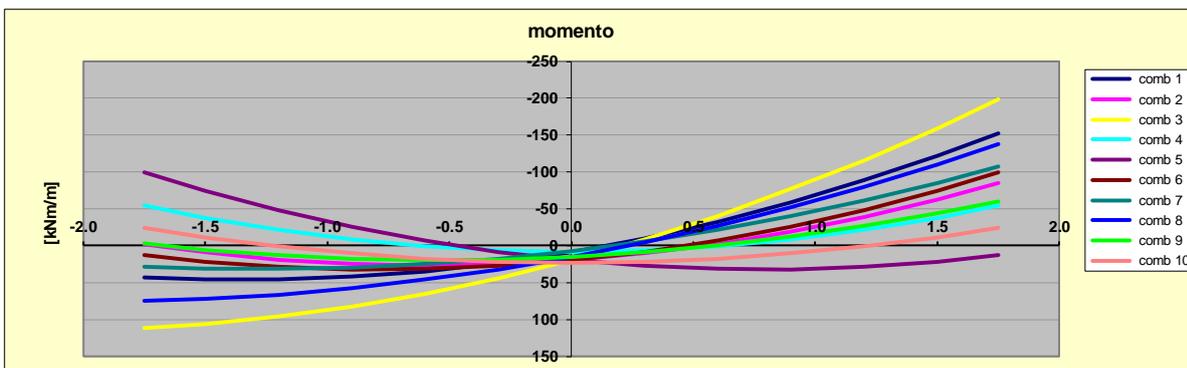
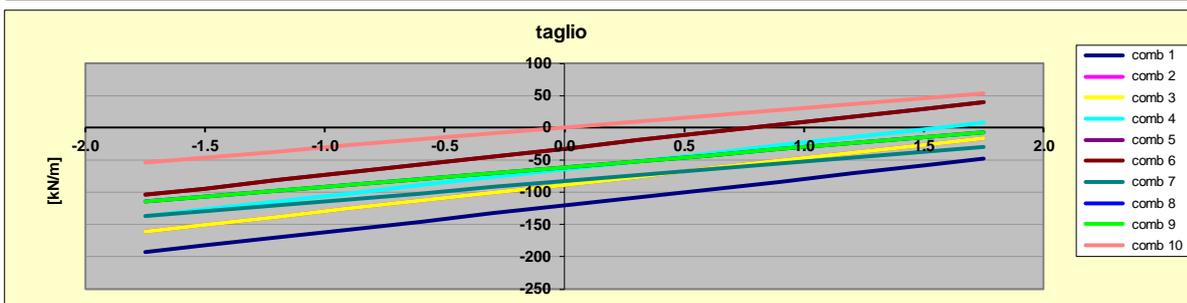
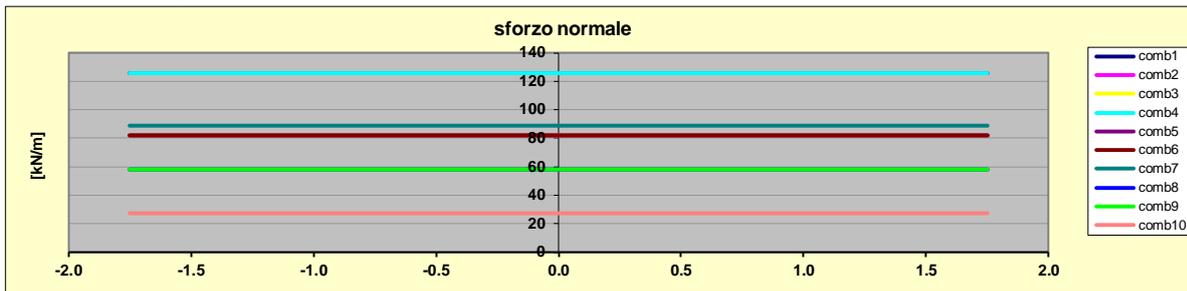
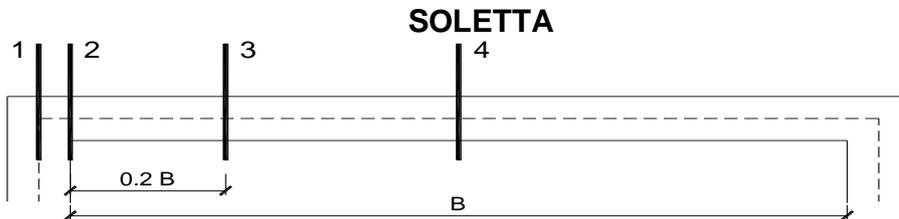
Azione dominante
 (1) Includendo tutti i fattori ad essi relativi (Φ, α , ecc...)
 (2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali.

Tabella 3 – Definizione dei gruppi di carico

8 SOLLECITAZIONI DI CALCOLO E VERIFICHE SLU

Sulla base dell'analisi dei carichi precedentemente esposta, si valutano i massimi momenti flettenti e i massimi sforzi di taglio agenti nelle differenti sezioni dello scatolare per le diverse combinazioni di carico considerate.

8.1 SOLETTA SUPERIORE



ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE
PROGETTO ESECUTIVO

Sottopasso ciclopedonale provvisorio - Relazione
di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	FV0200 007	B	19 di 29

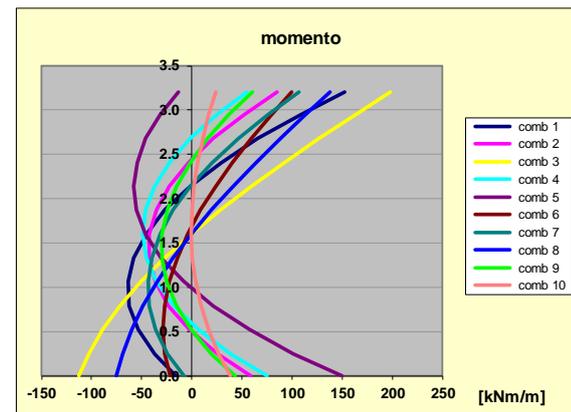
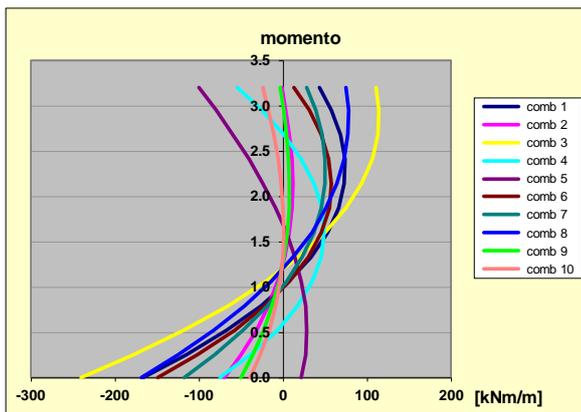
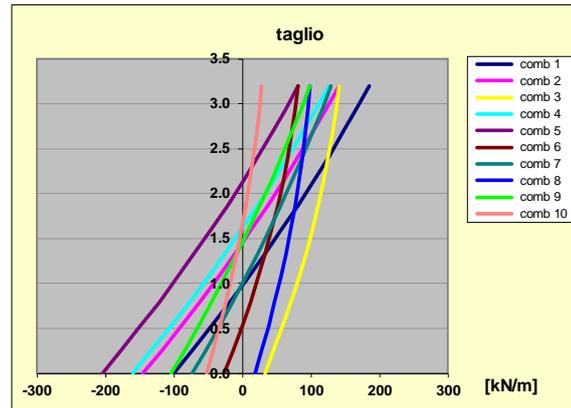
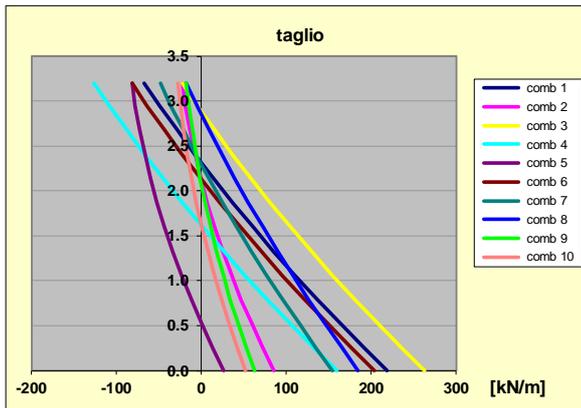
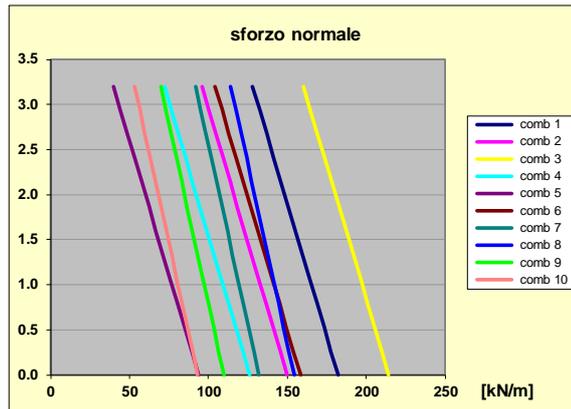
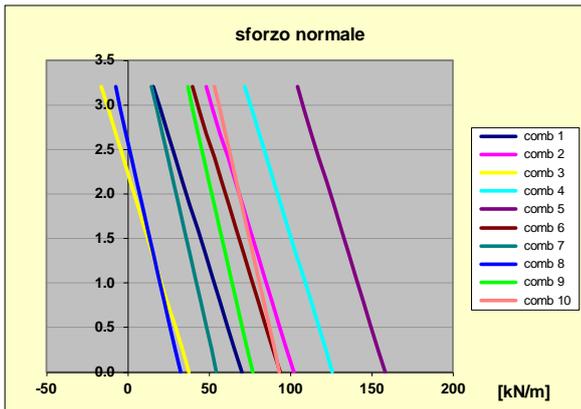
sez.	M	N	Af	A'f	Mu
	[kNm/m]	[kN/m]	[cmq/m]	[cmq/m]	[kNm/m]
1	-197.9	81.6	15.7	5.7	282.0
2	-159.1	81.6	15.7	5.7	282.0
3 min	-76.4	81.6	10.1	5.7	192.0
3 max	82.5	81.6	10.1	5.7	192.0
4	65.3	81.6	10.1	5.7	192.0

Verifica soletta

Sez.	V _{Ed}	V _{rd}	ø staffe	i orizz.	i vert.	θ	V _{Rsd}	
(-)	(kN/m)	(kN/m)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN/m)	
1	192.6	202.30	10	40.0	40.0	21.80	223.65	Armatura a taglio non necessaria
2	182.3	202.30	10	40.0	40.0	21.80	223.65	Armatura a taglio non necessaria
3	157.6	186.45	10	40.0	40.0	21.80	223.65	Armatura a taglio non necessaria
4	120.6	186.45	10	40.0	40.0	21.80	223.65	Armatura a taglio non necessaria

8.2 PARETI

PARETI

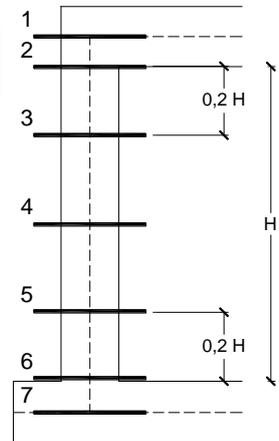


Sottopasso ciclopedonale provvisorio - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	FV0200 007	B	21 di 29

sez.	M	N	Af	A'f	Mu
	[kNm/m]	[kN/m]	[cmq/m]	[cmq/m]	[kNm/m]
1	-197.9	160.4	15.7	5.7	298.1
2	-163.2	164.6	15.7	5.7	298.9
3 min	-92.2	173.7	10.1	5.7	211.1
3 max	106.2	-2.9	10.1	5.7	174.4
4 min	-28.2	182.8	10.1	5.7	213.0
4 max	74.7	6.2	10.1	5.7	176.3
5 min	-65.6	24.4	10.1	5.7	180.1
5 max	71.2	201.0	10.1	5.7	216.8
6	-178.0	33.5	15.7	5.7	272.1
7	-240.4	37.7	31.4	5.7	516.9

Verifica pareti

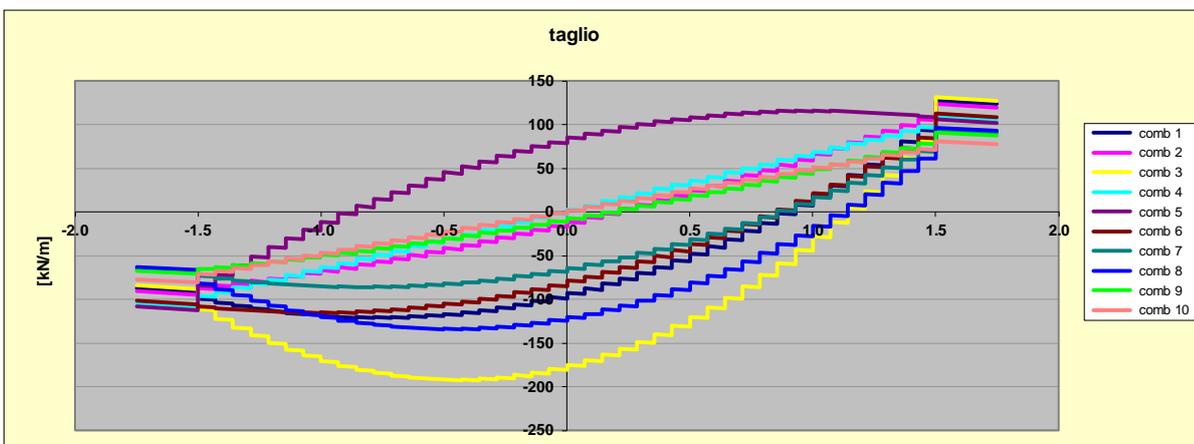
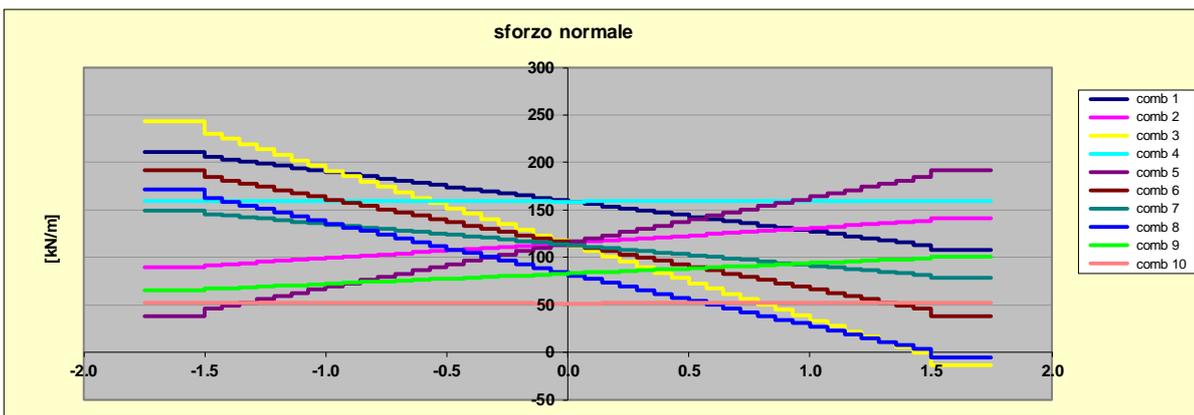
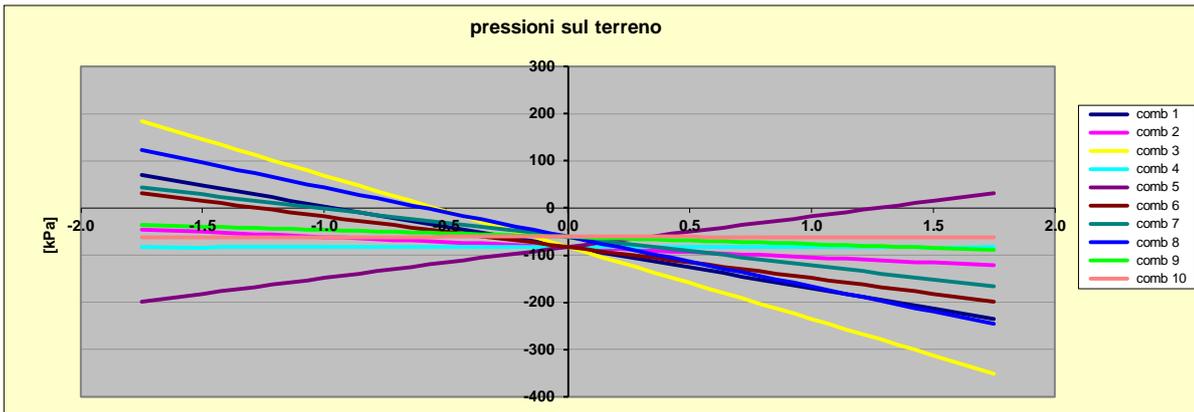


Sez.	V _{Ed}	V _{rd}	ø staffe	i orizz.	i vert.	θ	V _{Rsd}
(-)	(kN/m)	(kN/m)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN/m)
1	185.1	202.59	10	40.0	40.0	21.80	223.65
2	167.2	203.16	10	40.0	40.0	21.80	223.65
3	126.1	188.54	10	40.0	40.0	21.80	223.65
4	104.7	170.89	10	40.0	40.0	21.80	223.65
5	180.9	172.74	10	20.0	40.0	21.80	447.31
6	236.1	189.82	10	20.0	40.0	21.80	447.31
7	262.9	238.55	10	20.0	40.0	21.80	447.31

Armatura a taglio non necessaria
Sezione verificata
Sezione verificata
Sezione verificata

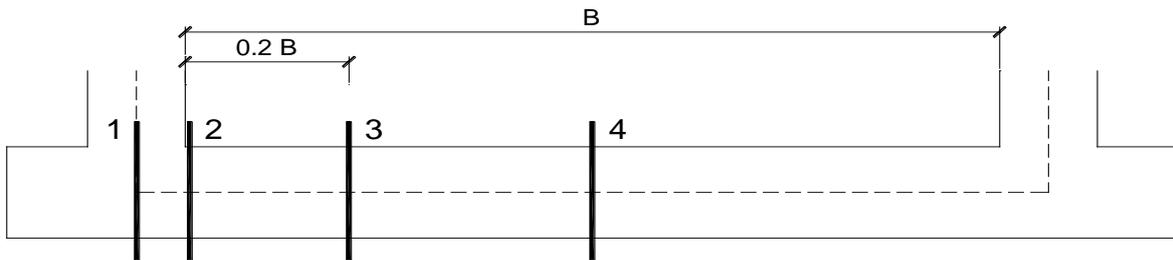
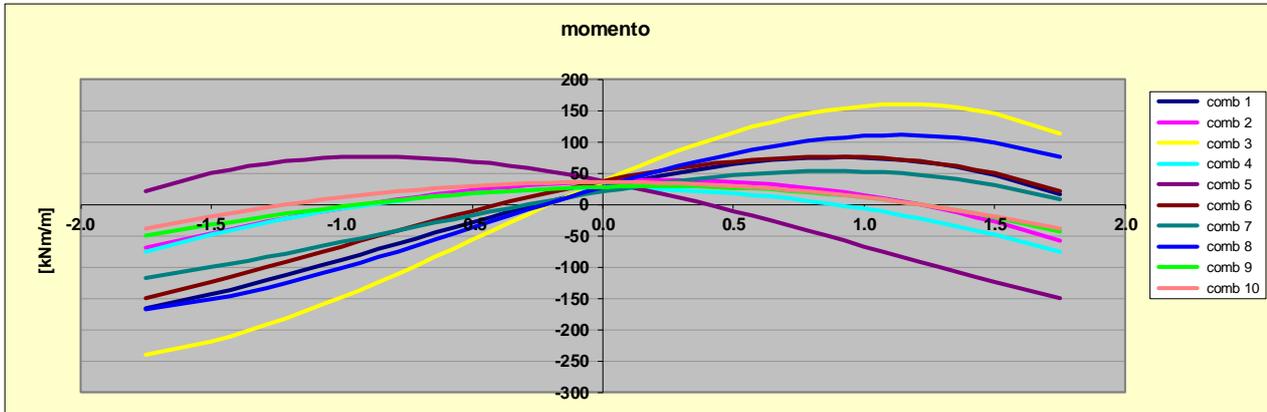
8.3 FONDAZIONE

FONDAZIONE



Sottopasso ciclopedonale provvisorio - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	FV0200 007	B	23 di 29



sez.	M	N	Af	A'f	Mu
	[kNm/m]	[kN/m]	[cmq/m]	[cmq/m]	[kNm/m]
1	-240.4	243.2	31.42	5.65	553.9
2	-218.9	243.2	15.71	5.65	314.8
3 min	-136.4	185.4	10.05	5.65	213.5
3 max	153.9	44.6	15.71	5.65	274.4
4	84.7	89.6	15.71	5.65	283.6

Verifica fondazione

Sez.	V _{Ed}	V _{rd}	ø staffe	i orizz.	i vert.	θ	V _{Rsd}
(-)	(kN/m)	(kN/m)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN/m)
1	126.6	231.69	10	40.0	40.0	21.80	223.65
2	130.8	183.52	10	40.0	40.0	21.80	223.65
3	175.9	194.47	10	40.0	40.0	21.80	223.65
4	189.1	203.48	10	40.0	40.0	21.80	223.65

Armatura a taglio non necessaria
Armatura a taglio non necessaria
Armatura a taglio non necessaria
Armatura a taglio non necessaria

9 VERIFICHE TENSIONALI SLE

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

coeff.omogeneizzazione acciaio $n = 15$

Copriferro (distanza asse armatura-bordo)

$c = 5.00$ (cm)

$\gamma_s = 1.15$ -

$f_{yk} = 450$ (MPa)

$\sigma_{c,max} = 15.00$ (MPa)

$\sigma_{s,max} = f_{yk}/\gamma_{m,s} = 360.0$ (MPa)

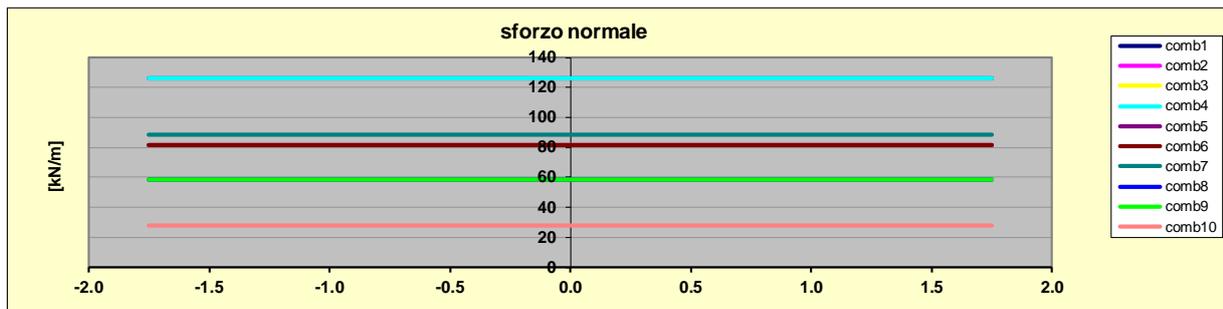
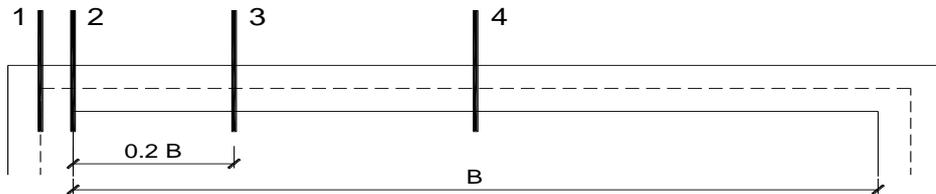
$0.6 \cdot f_{ck}$

$0.8 \cdot f_{yk}$

$f_{ck} = 25.00$ (MPa)

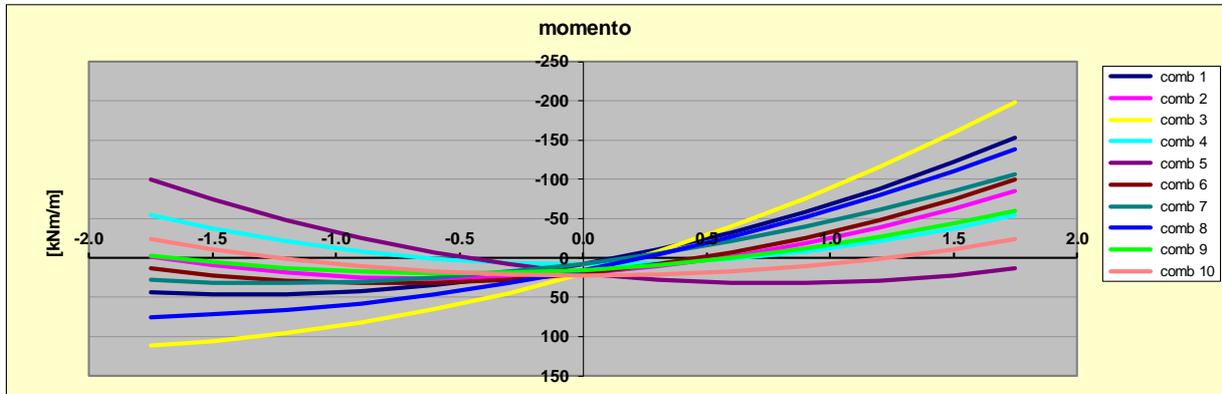
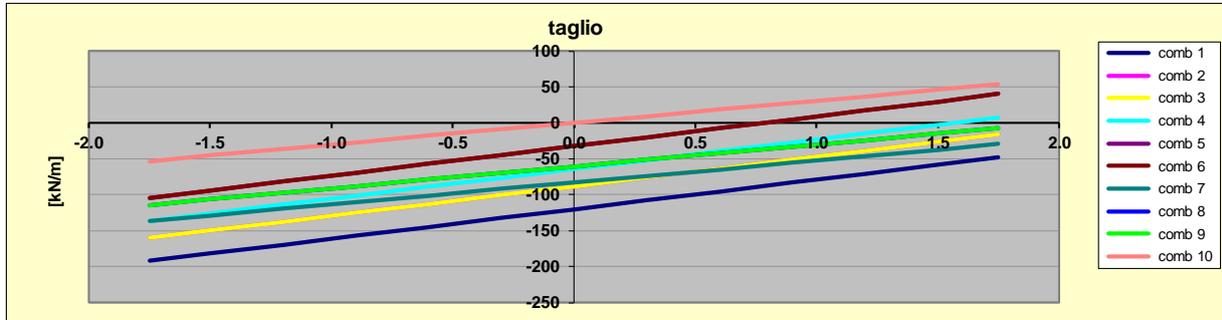
9.1 SOLETTA SUPERIORE

SOLETTA



Sottopasso ciclopedonale provvisorio - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	FV0200 007	B	25 di 29

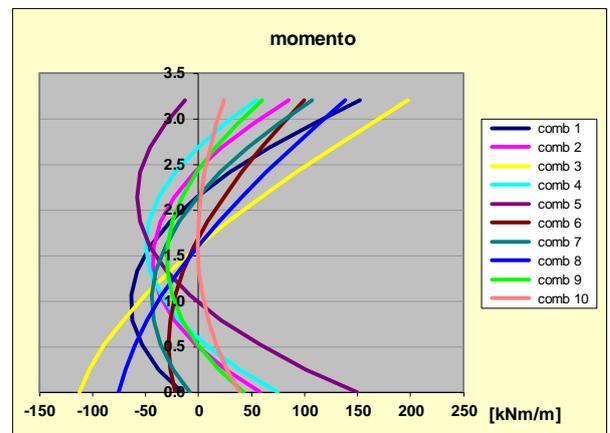
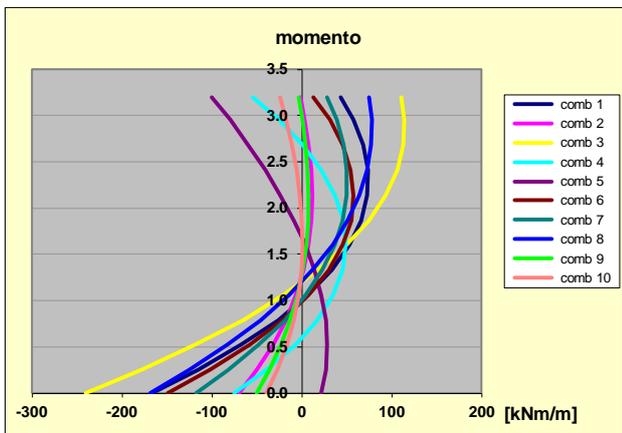
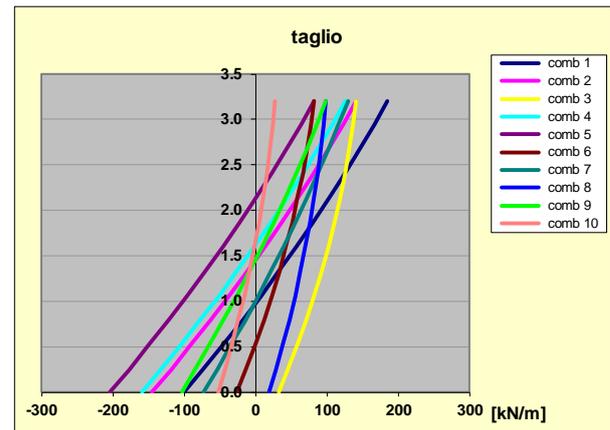
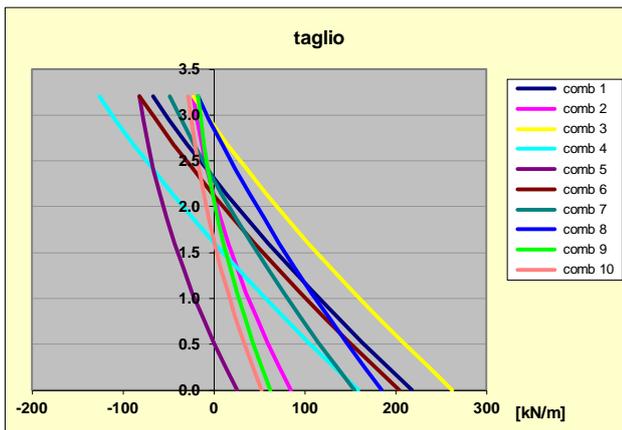
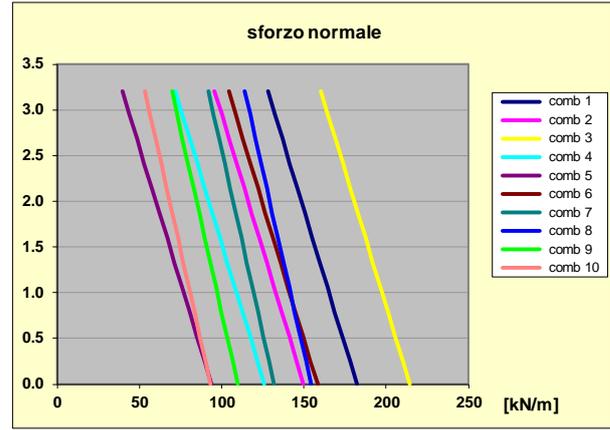
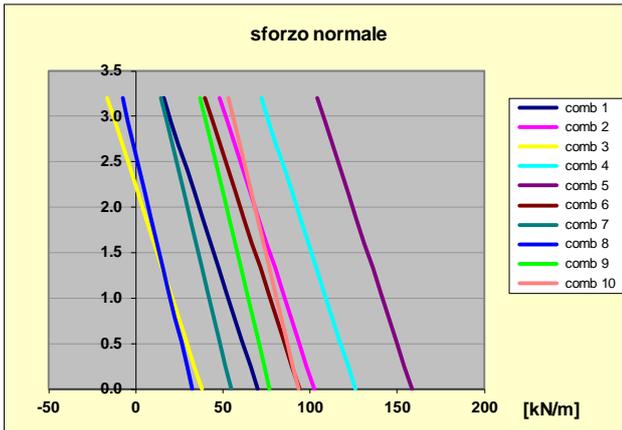


sez.	M [kNm/m]	N [kN/m]	Af [cmq/m]	A'f [cmq/m]	σ_c [Mpa]	σ_f [Mpa]
1	-197.9	81.6	31.4	5.7	5.97	147.21
2	-159.1	81.6	15.7	5.7	6.11	223.17
3 min	-76.4	81.6	10.1	5.7	3.49	144.27
3 max	82.5	81.6	15.7	5.7	3.21	104.41
4	65.3	81.6	15.7	5.7	2.55	77.79

Verifica soletta

9.2 PARETI

PARETI

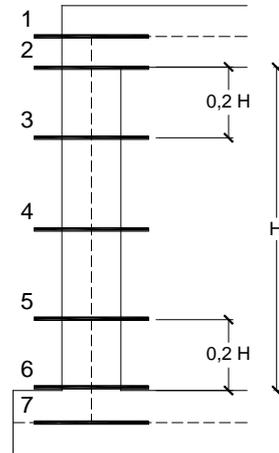


Sottopasso ciclopedonale provvisorio - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	FV0200 007	B	27 di 29

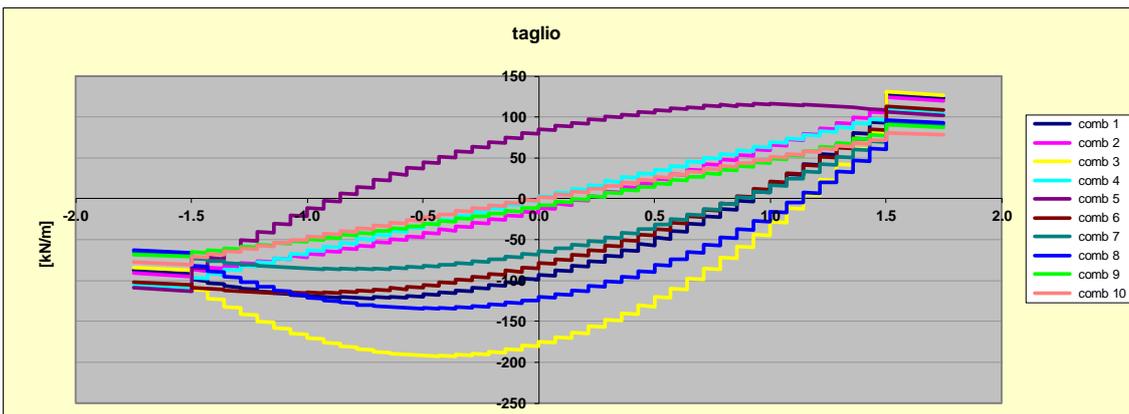
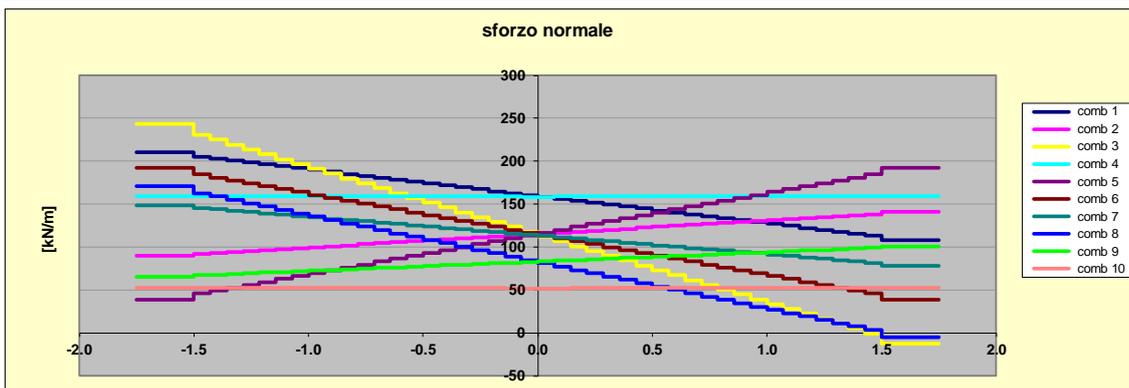
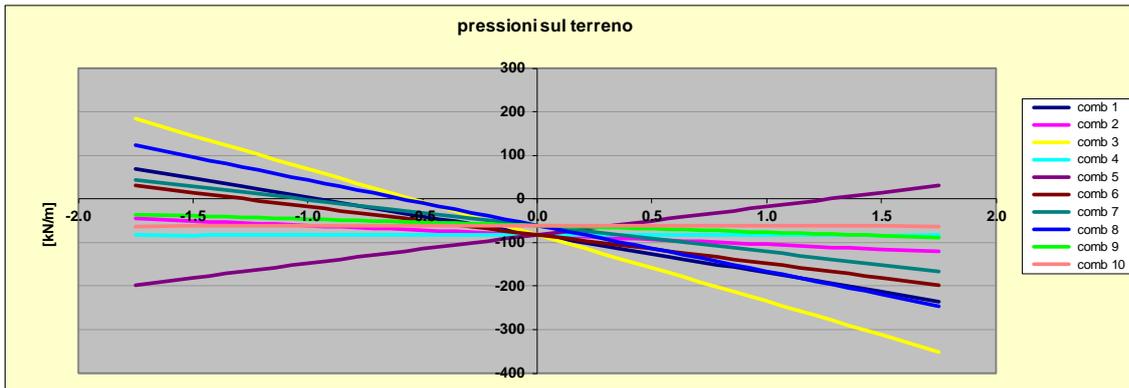
sez.	M	N	Af	A'f	σ_c	σ_f
	[kNm/m]	[kN/m]	[cmq/m]	[cmq/m]	[Mpa]	[Mpa]
1	-197.9	160.4	15.7	5.7	7.67	260.49
2	-163.2	164.6	15.7	5.7	6.35	205.54
3 min	-92.2	173.7	10.1	5.7	4.19	140.33
3 max	106.2	-2.9	10.1	5.7	-4.77	-252.69
4 min	-28.2	182.8	10.1	5.7	1.10	6.09
4 max	74.7	6.2	10.1	5.7	3.36	175.64
5 min	-65.6	24.4	10.1	5.7	2.97	145.14
5 max	71.2	201.0	10.1	5.7	3.16	80.70
6	-178.0	33.5	15.7	5.7	6.76	266.81
7	-240.4	37.7	31.4	5.7	7.14	187.41

Verifica pareti



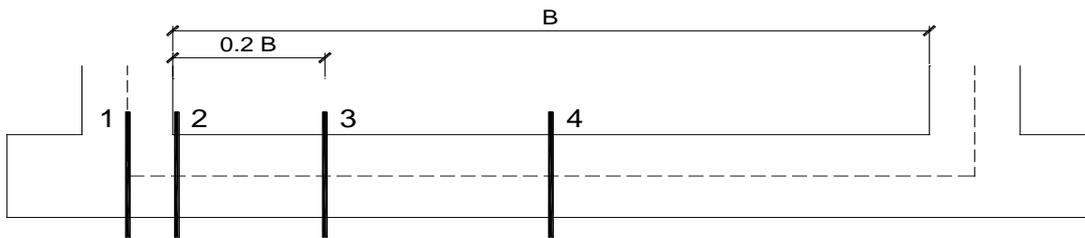
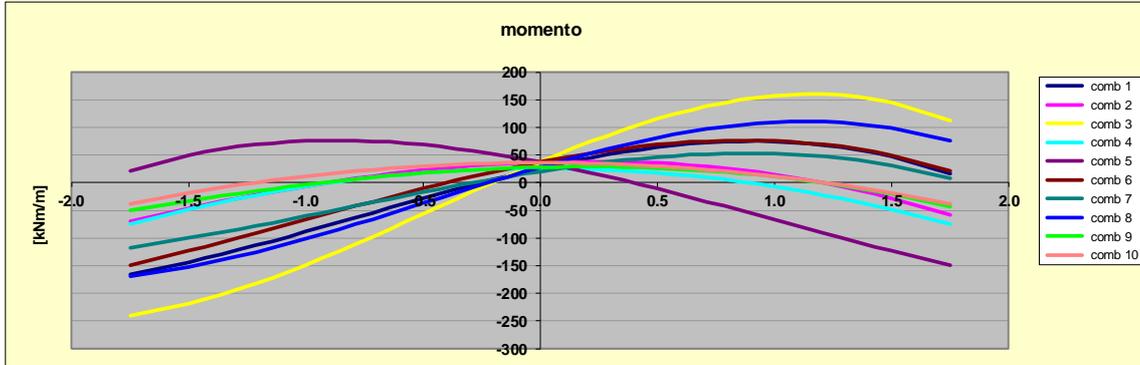
9.3 FONDAZIONI

FONDAZIONE



Sottopasso ciclopedonale provvisorio - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	FV0200 007	B	29 di 29



sez.	M	N	Af	A'f	σ_c	σ_f
	[kNm/m]	[kN/m]	[cmq/m]	[cmq/m]	[Mpa]	[Mpa]
1	-240.4	243.2	31.4	5.7	7.49	159.27
2	-218.9	243.2	15.7	5.7	8.54	269.36
3 min	-136.4	185.4	10.1	5.7	6.23	239.37
3 max	153.9	44.6	15.7	5.7	5.86	226.02
4	84.7	89.6	15.7	5.7	3.30	105.48

Verifica fondazione