

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. PRODUZIONE SUD ED ISOLE

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

OPERA DI PROTEZIONE BADAGNANO - RAMO 12

RELAZIONE DI CALCOLO

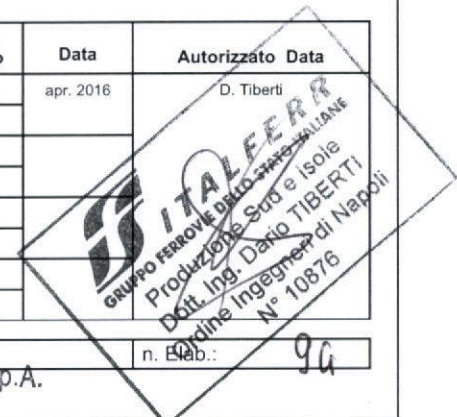
SCALA:

-

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

N7D2    01    D    78    CL    OC0700    001    A

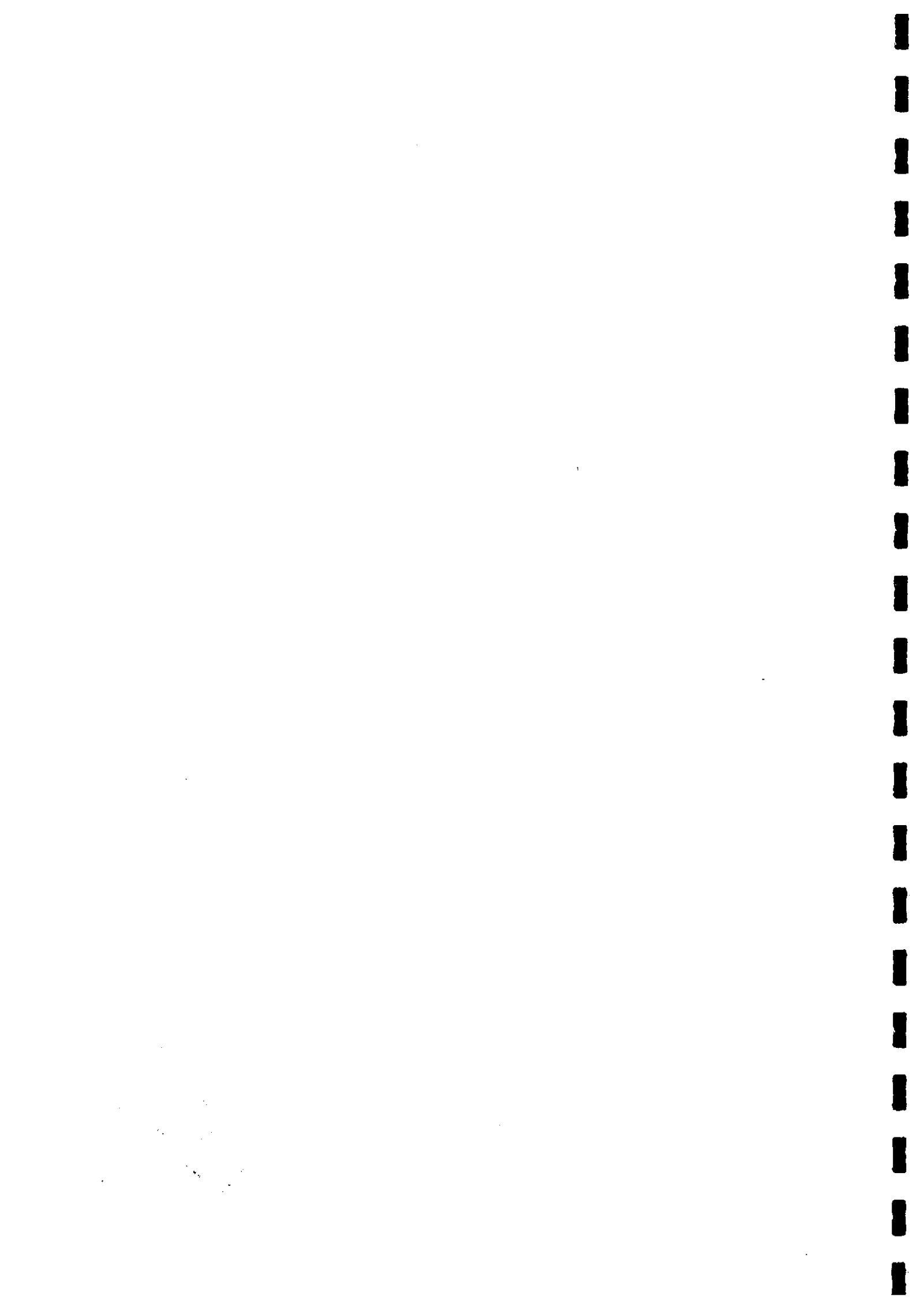
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione esecutiva	A. Ingletti	apr. 2016	G. Giustino	apr. 2016	M. Davino	apr. 2016	D. Tiberti	



File: N7D201D78CLOC0700001A.doc

Stampato dal Service  
 di plottaggio ITALFERR S.p.A.  
 ALBA s.r.l.

n. Esab.: 94





LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

**PROGETTO DEFINITIVO**

Opera di protezione Badagnano\_Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	2 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

**INDICE**

1	PREMESSA .....	5
2	SCOPO DEL DOCUMENTO .....	5
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	7
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	8
4.1	CALCESTRUZZO C25/30 .....	9
4.2	ACCIAIO B450C .....	9
5	DEFINIZIONE DEI PARAMETRI SISMICI .....	11
5.1	VITA NOMINALE .....	11
5.2	CLASSE D'USO .....	11
5.3	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA .....	11
5.4	ACCELERAZIONE DI PROGETTO .....	12
5.5	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO .....	13
5.6	CONDIZIONE TOPOGRAFICA .....	13
5.7	SPETTRI ELASTICI DI PROGETTO .....	13
6	CARATTERISTICHE DEL TERRENO .....	16
6.1	STRATIGRAFIA .....	16
6.2	PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO .....	17
6.3	INTERAZIONE PALO TERRENO .....	18
7	MODELLO DI CALCOLO .....	20
8	CALCOLO DELLE SPINTE ED ANALISI DEI CARICHI .....	21
8.1	SPINTA STATICA DEL TERRENO .....	21
8.2	SPINTA DOVUTA AL SOVRACCARICO ACCIDENTALE .....	22
8.3	SOVRASPINTA SISMICA .....	23
8.4	ANALISI DEI CARICHI .....	24



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	3 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

8.5	CARICO ACCIDENTALE DA TRAFFICO .....	28
8.6	CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO .....	31
9	SOLLECITAZIONI.....	34
9.1	PALI.....	34
9.2	SETTI E SOLETTA.....	37
10	VERIFICHE STRUTTURALI.....	43
10.1	CRITERI DI VERIFICA.....	43
10.2	PALI.....	45
10.2.1	<i>Sollecitazioni</i> .....	45
10.2.2	<i>verifica a flessione</i> .....	45
10.2.3	<i>verifica a taglio</i> .....	48
10.3	SETTI.....	50
10.3.1	<i>verifica a flessione</i> .....	50
10.3.2	<i>verifica a taglio</i> .....	51
10.4	SOLETTA.....	52
10.4.1	<i>verifica a flessione</i> .....	52
10.4.2	<i>verifica a taglio</i> .....	53
11	VERIFICHE A FESSURAZIONE.....	54
11.1	CRITERI DI VERIFICA.....	54
11.2	PALI.....	57
11.3	SETTI.....	62
11.4	SOLETTA.....	63
12	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	65
12.1	CRITERI DI CALCOLO .....	65
12.2	ALGORITMO DI CALCOLO.....	65



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

**PROGETTO DEFINITIVO**

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	4 di 71

**RELAZIONE DI CALCOLO**

12.3	ANALISI DEI CARICHI .....	66
12.4	SCHEMATIZZAZIONE DI CALCOLO .....	67
12.5	SCHEMATIZZAZIONE GEOTECNICA E PARAMETRI DI CALCOLO .....	69
12.6	RISULTATI DELLE ANALISI.....	69
12.7	PORTANZA PER CARICHI VERTICALI.....	70



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

**PROGETTO DEFINITIVO**

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	5 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

## 1 PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici relativi alla progettazione della viabilità di accesso alla stazione AV Napoli-Afragola sulla linea AV Milano-Napoli tratta Roma-Napoli di cui alla lettera b) dell'articolo 6 dell'Accordo Procedimentale RFI- Comune di Afragola".

L'opera oggetto delle analisi riportate nei paragrafi seguenti rientra fra quelle inserite nella categoria denominata "Opere civili minori".

Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento delle strutture è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza e deformabilità richiesti all'opera.

## 2 SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente relazione ha per oggetto le analisi e le verifiche dell'opera di protezione del collettore "Badagnano" sul "ramo 12" (OC07) tra le progressive 0+312.89 km e 0+300.19 km.

In particolare l'opera è realizzata con due paratie di pali  $\phi 1200$  ad interasse 1.30 m da cui spiccano setti con spessore di 1.5m e soletta di copertura con spessore di 1.20m (luce netta circa 11.10 m). In prosecuzione dello scavalco sono previsti due muri ad U (giuntati dalle paratie) a sostegno del rilevato stradale.

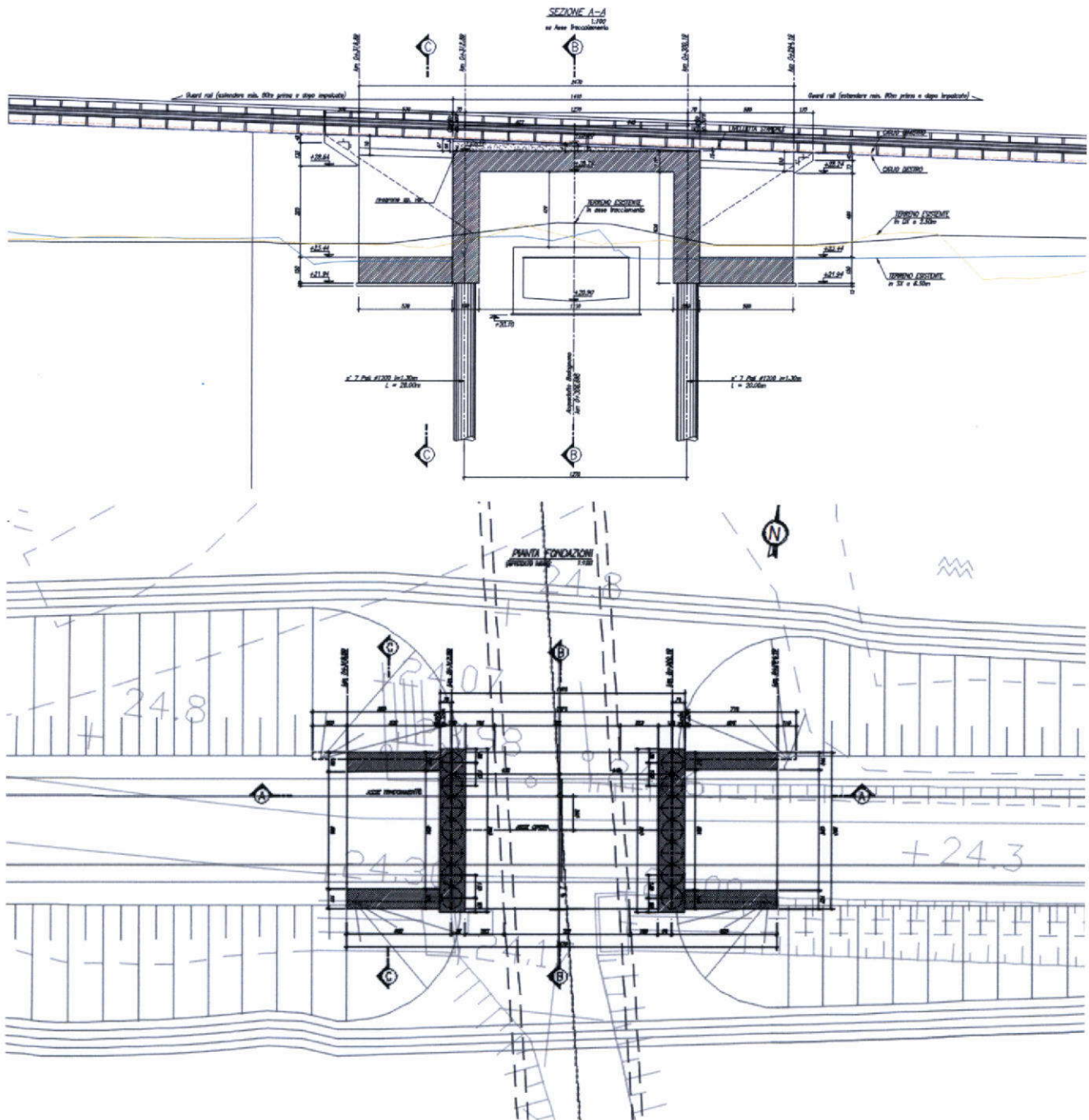
Si riporta una sezione della struttura in esame:

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	6 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO





LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	7 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

### 3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riporta nel seguito l'elenco delle leggi e dei decreti di carattere generale, assunti come riferimento.

- Legge 5-1-1971 n. 1086 - *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica;*
- Legge. 2 febbraio 1974, n. 64 - *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;*
- D.M. 14 gennaio 2008 - *Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC);*
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - *Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;*
- UNI EN 1992-1-1 - *Progettazione delle strutture di calcestruzzo;*
- UNI EN 206-1-2001 - *Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità.*



Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	8 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

#### 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per quanto concerne i materiali impiegati, si utilizza in conformità alla tabella materiali riportata al seguito, calcestruzzo di classe C25/30 ed acciaio per barre di armatura B450C.

TABELLA MATERIALI				
CALCESTRUZZO				
Classe di lavorabilità	Classe di resistenza minima $C(f_{ck}/f_{tdk})_{min}$	Classe di esposizione ambientale $(UNI EN 206)$	$d_{max}$ (mm)	Campi di Impiego
S4-S5	C45/55	XC4	20	- Impalcati ed elementi in c.a.p. prefabbricati
S5	C45/55	XC4	20	- Impalcati ed elementi in c.a.p. gettati in opera
S4	C35/45	XC4	25	- Elementi prefabbricati in c.a. per strutture fuori terra
S4	C35/45	XC4	20	- Predalles con funzioni strutturali
S3-S4	C35/45	XC4	20	- Velelte prefabbricate
S3-S4	C32/40	XC4	20	- Predalles senza funzioni strutturali
S3-S4	C32/40	XC4	25	- Elementi prefabbricati senza funzioni strutturali
S4-S5	C32/40	XC4	25	- Impalcati in c.a. ordinari
S3-S4	C32/40	XC4	25	- Solette in c.a. gettate in opera in elevazione
S3-S4	C32/40	XC4	25	- Pile e spalle
S3-S4	C32/40	XC4	25	- Baggioni e pulvini
S3-S4	C32/40	XC4	25	- Strutture in c.a. in elevazione
S3-S4	C32/40	XC4	25	- Cordola barriera bordo ponte
S3-S4	C30/37	XA1	25	- Tambini a struttura scatolare e circolare
S3-S4	C30/37	XC3	25	- Muri ad "U", di contrafforte/sottoscarpa e scatolari per opere di protezione acquedotti
S3-S4	C25/30	XC2	25	- Solette di fondazione
S3-S4	C25/30	XC2	25	- Fondazioni armate
S3-S4	C25/30	XC2	25	- Cunette, canalette e cordoli
S4-S5	C25/30	XC2	25	- Pali (di parate o opere di sostegno) e relativi cordoli di collegamento gettati in opera (incluso le solette di copertura delle opere di scavalco Nuovo Badagnano)
S4-S5	C25/30	XC2	25	- Pali/diagrammi di fondazione gettati in opera
S5-S0C	C25/30	XC2	18	- Pali ad elica continua
--	C12/15	X0	--	- Magrane e riempimento di livellamento
ACCIAIO				
ACCIAIO IN BARRE PER GETTI E RETI ELETTROSDALDATE		B450C $f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$ $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$ $1.10 \leq f_{tk}/f_{yk} < 1.35$ $f_{yk}$ = tensione caratteristica di snervamento $f_{tk}$ = tensione caratteristica di rottura		
ACCIAIO ARMONICO DI TIPO STABILIZZATO PER TRAVI E TRAVERSI		Travali $\varnothing 0,6''$ $f_{tk} 1880 \text{ MPa}$ - $f_{p(1)}$ $1670 \text{ MPa}$ a trave		
ACCIAIO PER ARMATURA MICROPALI		S275JR		

LE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI INDICATE IN TABELLA SONO REQUISITI MINIMI VALIDI PER TUTTO IL PROGETTO E DEVONO CONSIDERARSI SUPERATE DALLE PRESCRIZIONI RIPORTATE SUGLI ELABORATI DELLE SINGOLE OPERE, OVE PIU' RESTRITTIVE.

#### PRESCRIZIONI

##### COPRIFERRO NETTO

- PALI DI FONDAZIONE E PER PARATE.....	S=60 mm
- PALI AD ELICA CONTINUA.....	S=7,3 mm
- FONDAZIONI ARMATE.....	S=40 mm
- OPERE IN ELEVAZIONE IN VISTA (PILE, SPALLE, BAGGIOLI, PULVINI).....	S=40 mm
- OPERE IN ELEVAZIONE CON SUPERFICI INTERRATE O NON ISPEZIONABILI.....	S=40 mm
- SOLETTE DA PONTE - ESTRADOSSO.....	S=35 mm
- SOLETTE DA PONTE - INTRADOSSO (GETTO IN OPERA).....	S=35 mm
- SOLETTE DA PONTE - INTRADOSSO (GETTO SU PREDALLES).....	S=20 mm
- IMPALCATI - ARMATURA ORDINARIA.....	S=40 mm
- IMPALCATI IN C.A.P. - CAVI PRE-TESI.....	S=max( $3d_{max}$ , 30mm)
- IMPALCATI IN C.A.P. - CAVI POST-TESI.....	S=max( $d_{max}$ , 80mm)
- VELETTE.....	S=30 mm
- PREDALLES CON FUNZIONI STRUTTURALI.....	S=25 mm
- PREDALLES SENZA FUNZIONI STRUTTURALI.....	S=max( $d_{max}$ , 20mm)
- CUNETTE, CANALETTE E CORDOLI.....	S=40 mm



#### 4.1 CALCESTRUZZO C25/30

Calcestruzzo classe C25/30 (impiegato per i pali di fondazione, setti e soletta)

<b>CL</b>	=	<b>C25/30</b>	<b>Classe di resistenza adottata</b>
<b>R<sub>ck</sub></b>	=	<b>30 MPa</b>	<b>resistenza caratteristica cubica</b>
<b>f<sub>ck</sub></b>	=	<b>24.90 MPa</b>	<b>resistenza caratteristica cilindrica</b>
<b>f<sub>cm</sub></b>	=	<b>32.90 MPa</b>	<b>resistenza cilindrica media</b>
<b>f<sub>ctm</sub></b>	=	<b>2.56 MPa</b>	<b>resistenza media a trazione semplice</b>
<b>f<sub>tk</sub></b>	=	<b>1.79 MPa</b>	<b>resistenza caratteristica a trazione semplice</b>
<b>f<sub>ctm</sub></b>	=	<b>3.07 MPa</b>	<b>resistenza media a trazione per flessione</b>
<b>E<sub>cm</sub></b>	=	<b>31 447.16</b>	<b>modulo elastico istantaneo</b>

#### 4.2 ACCIAIO B450C

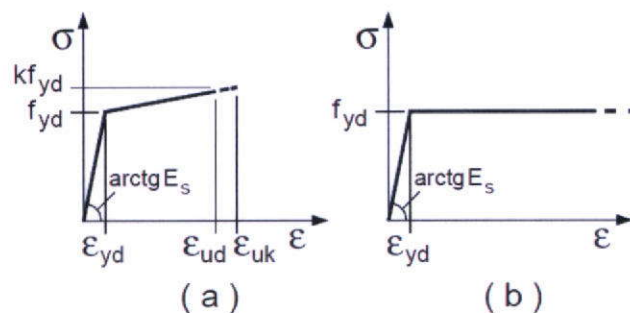
Come prescritto dalle norme, per il calcestruzzo armato deve essere utilizzato acciaio B450C. La resistenza di calcolo dell'acciaio  $f_{yd}$  è riferita alla tensione di snervamento ed il suo valore è dato da [NTC - 4.1.6]:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{450}{1.15} = 391.3 \text{ N/mm}^2$$

dove:

- $\gamma_s$  è il coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio, pari ad 1,15 per tutti i tipi di acciaio;
- $f_{yk}$  per armatura ordinaria è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio [NTC - 11.3.2].

Per il diagramma tensione-deformazione dell'acciaio è possibile adottare opportuni modelli rappresentativi del reale comportamento del materiale. Di seguito sono rappresentati i modelli  $\sigma$ - $\epsilon$  per l'acciaio



Modelli rappresentativi del comportamento dell'acciaio proposti dalla norma



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	10 di 71

[NTC - 11.3.4.1] In sede di progettazione si può assumere convenzionalmente il valore nominale del modulo elastico, pari a:

$$E_s = 210000 \text{ MPa}$$

Nelle verifiche allo stato limite di esercizio, la massima tensione di trazione dell'acciaio  $\sigma_s$  deve rispettare la seguente limitazione [NTC - 4.1.2.2.5.2]:

$$\sigma_s = 0.75 f_{yk} = 337.5 \text{ MPa}$$

	LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO PROCEDIMENTALE RFI – COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012					
	PROGETTO DEFINITIVO					
Opera di protezione Badagnano Ramo 12 RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA N7D2	LOTTO 01	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO OC 07 00 001	REV. A	FOGLIO 11 di 71

## 5 DEFINIZIONE DEI PARAMETRI SISMICI

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali e quelli non strutturali. L'azione sismica di seguito definita è stata effettuata con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia alla vita (SLV).

Poichè la viabilità in oggetto rappresenterà la rete viaria principale di accesso alla Stazione AV Napoli Afragola per tutte le opere d'arte di progetto vengono utilizzati, a vantaggio di sicurezza, i seguenti valori:  $V_n=75$  anni e classe d'uso III a cui corrisponde un coefficiente d'uso  $CU = 1.50$ .

### 5.1 Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.

La vita nominale assegnata  $V_N = 75$ anni.

### 5.2 Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un'eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Nel caso in oggetto si fa riferimento alla Classe III:

“Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.”

Con riferimento alla classe d'uso sopra definita il coefficiente d'uso è  $C_u=1.5$ .

### 5.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ .

$$V_R = V_N \times C_U = 75 \text{ anni} \times 1.5 = 112.5 \text{ anni}$$

La vita di riferimento  $V_R$  è quindi pari a 112.5 anni.

Tale valore di  $V_r$  risulta superiore a quanto previsto dalla normativa vigente per l'Asse Mediano (strada di categoria B). Per esso infatti si avrebbe:  $V_n = 50$  anni e  $c_u = 2.0$  da cui:  $V_r=100\text{anni}<112.5$ .



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	12 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

#### 5.4 Accelerazione di progetto

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle N.T.C. 2008, dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle N.T.C. 2008 sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

$a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno;

$F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$TC^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno TR considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50-esimo percentile ed attribuendo ad:

$a_g$  il valore previsto dalla pericolosità sismica

$F_0$  e  $TC^*$  i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica.

Le forme spettrali previste dalle NTC08 sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vita di riferimento. A tal fine occorre fissare:

la vita di riferimento VR della costruzione,

le probabilità di superamento nella vita di riferimento PVR associate agli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

A tal fine è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica TR, espresso in anni. Fissata la vita di riferimento VR, i due parametri TR e PVR sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

I valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $TC^*$  relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell'ALLEGATO B delle NTC08.

I punti del reticolo di riferimento sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine ed ordinati a Latitudine e Longitudine crescenti, facendo variare prima la Longitudine e poi la Latitudine. L'accelerazione al sito  $a_g$  è espressa in  $g$  ( $=9.81m/sec^2$ );  $F_0$  è adimensionale,  $TC^*$  è espresso in secondi.

L'opera è ubicata nel comune di Afragola alla quale corrispondono i parametri di pericolosità sismica riportati in tabella sotto.



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	13 di 71

### Valori dei parametri $a_g$ , $F_0$ , $T_C^*$ per i periodi di ritorno $T_R$ associati a ciascuno

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	68	0.070	2.346	0.324
SLD	113	0.090	2.354	0.335
SLV	1068	0.214	2.471	0.354
SLC	2193	0.265	2.559	0.356

#### 5.5 Categoria di sottosuolo

Sulla base di quanto si desume dalle indagini effettuate nel sito in oggetto il suolo presente è classificabile in *Categoria C*.

#### 5.6 Condizione topografica

Le condizioni topografiche superficiali dell'area nella quale ricade l'opera in esame sono ascrivibili nella categoria topografica T1.

#### 5.7 Spettri elastici di progetto

Si riportano di seguito lo spettro di progetto utilizzato per le azioni orizzontali e quello per le azioni verticali: in entrambi i casi il fattore di struttura utilizzato è  $q=1$ .

### Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato \$SLV\$

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.214 g
$F_D$	2.471
$T_C$	0.354 s
$S_S$	1.382
$C_C$	1.479
$S_T$	1.000
$q$	1.000

#### Parametri dipendenti

$S$	1.382
$\eta$	1.000
$T_B$	0.175 s
$T_C$	0.524 s
$T_D$	2.457 s

#### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

#### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_o(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_o(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

#### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.296
$T_B$	0.175	0.732
$T_C$	0.524	0.732
	0.616	0.623
	0.708	0.542
	0.800	0.479
	0.892	0.430
	0.984	0.390
	1.076	0.356
	1.168	0.328
	1.260	0.304
	1.353	0.284
	1.445	0.265
	1.537	0.250
	1.629	0.235
	1.721	0.223
	1.813	0.212
	1.905	0.201
	1.997	0.192
	2.089	0.184
	2.181	0.176
	2.273	0.169
	2.365	0.162
$T_D$	2.457	0.156
	2.531	0.147
	2.604	0.139
	2.678	0.131
	2.751	0.124
	2.825	0.118
	2.898	0.112
	2.972	0.107
	3.045	0.102
	3.119	0.097
	3.192	0.092
	3.265	0.088
	3.339	0.085
	3.412	0.081
	3.486	0.078
	3.559	0.074
	3.633	0.071
	3.706	0.069
	3.780	0.066
	3.853	0.063
	3.927	0.061
	4.000	0.059

### Spettro SLV azioni orizzontali



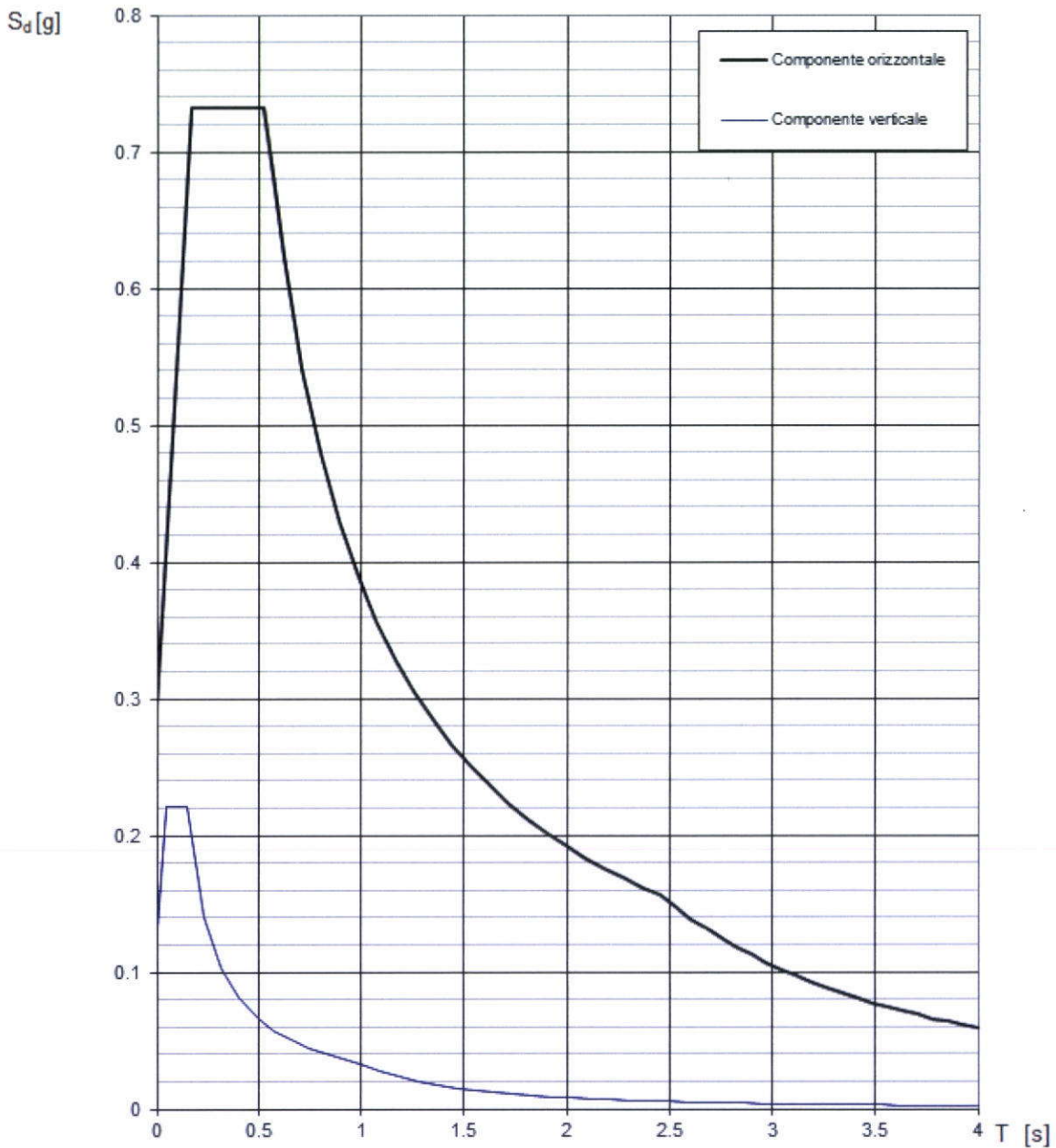
LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	15 di 71

### Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



Spettri SLV orizzontali e verticali





LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

**PROGETTO DEFINITIVO**

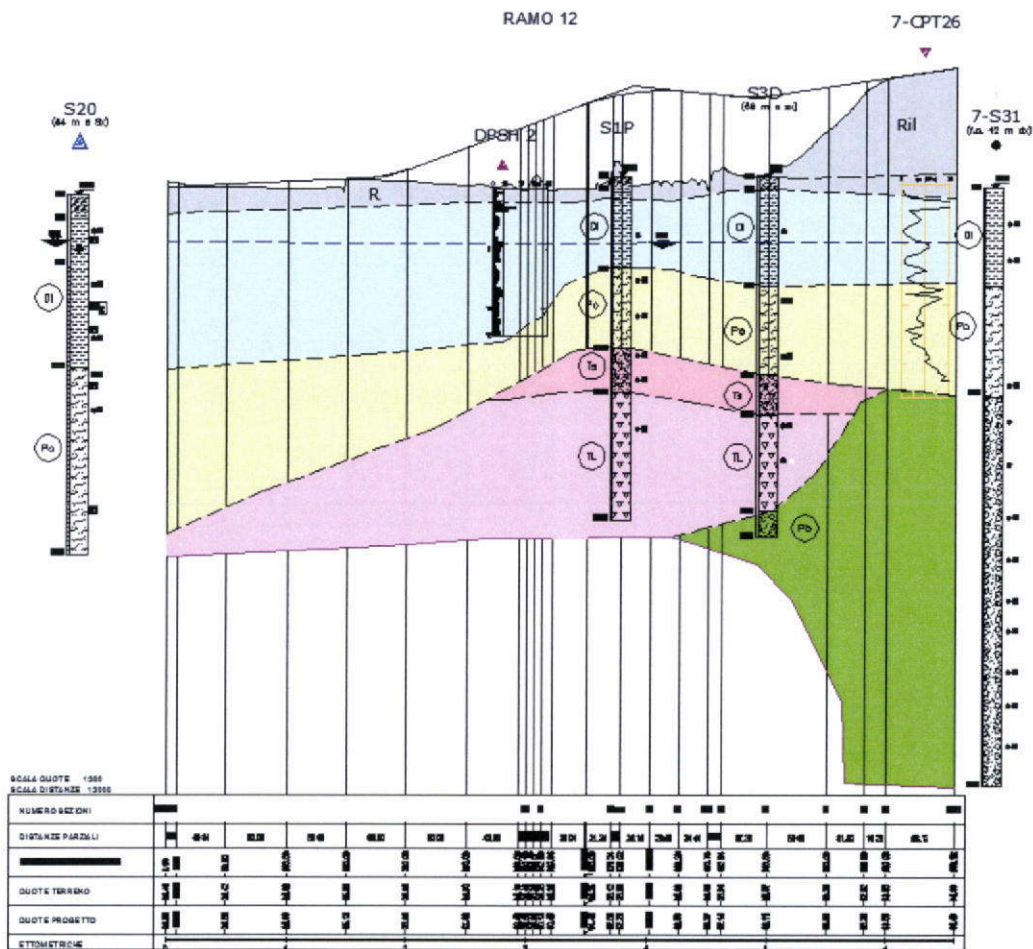
Opera di protezione Badagnano Ramo 12  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	16 di 71

**6 CARATTERISTICHE DEL TERRENO**

**6.1 stratigrafia**

Il profilo geologico di riferimento per l'opera in oggetto è riportato di seguito:





LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12  
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	17 di 71

## PARAMETRI GEOTECNICI

	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$E_o$ [MPa]	$E$ [MPa]
R	17-19	0	25-30	50-200	
Di	15-17	5-15	27-32		4-10
Po	15-17	0	35-40		8-17
TL	15-16	50-100	35-40	200-400*	
TS	15-16	0-5	32-38		

Dove:

$\gamma$  = peso di volume naturale

$c_u$  = resistenza al taglio in condizioni non drenate

$c'$  = coesione drenata

$\phi'$  = angolo di resistenza al taglio

$E$  = modulo di elasticità (ottenuto da correlazioni con prove SPT)

$E_o$  = modulo di deformazione elastico iniziale, ovvero a piccole deformazioni

$E'_{op,1}$  =  $E_o/3$  modulo di deformazione operativo per il calcolo dei cedimenti delle opere di sostegno e delle fondazioni dirette

$E'_{op,2}$  =  $E_o/10$  modulo di deformazione operativo per il calcolo dei cedimenti dei rilevati.

### 6.2 Parametri geotecnici di progetto

Nella progettazione dell'opera si considerano i seguenti parametri geotecnici:

Terreno spingente

$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$  Peso di volume

$\phi' = 30^\circ$  Angolo di attrito interno

$c' = 0$  Coesione

$\delta = 0^\circ$  Angolo di attrito terreno - muro

In via cautelativa nella scelta dei parametri meccanici del terreno spingente non si è fatta distinzione tra terreno di rilevato a tergo dei setti e terreno in sito a tergo dei pali, ma si è scelto di adottare un'unica caratterizzazione meccanica.



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	18 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

### 6.3 Interazione palo terreno

#### Interazione orizzontale

L'interazione palo terreno viene modellata mediante molle elastiche lineari con rigidità crescente con la profondità in accordo alla formulazione (Reese e Matlock 1956):

$$K_h = n_h \times z/d$$

Con

$$n_h = 5000 \text{ kN/m}^3 \text{ (stato di addensamento medio)}$$

$$\text{diametro} = 1.2 \text{ m}$$

$z$  = misurata a partire dal piano campagna del piano campagna

In previsione delle opere di manutenzione del collettore, le molle sui fusti dei pali sono state schematizzate a partire dall'intradosso dello scatolare stesso.

### Interazione verticale

In corrispondenza della punta dei pali sono state assegnate molle lineari con rigidezza pari a 200000 kN/m.

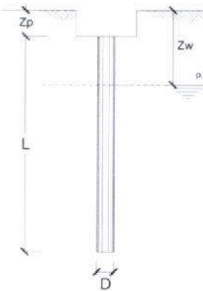
Il calcolo è stato eseguito a partire dal cedimento calcolato dovuto ad una forza unitaria verticale applicata in testa palo. Le stratigrafie ed relativi parametri del terreno utilizzati nel calcolo sono evidenziati nei fogli di calcolo riportati al seguito.

Diametro del Palo (D)	1.20 (m)	Area del Palo (Ap)	1.131 (m <sup>2</sup> )
Quota testa Palo dal p.c. (z <sub>p</sub> )	3.50 (m)	Quota falda dal p.c. (z <sub>w</sub> )	3.80 (m)
Carico Assiale Permanente (G)	2050 (kN)	Carico Assiale variabile (Q)	0 (kN)

Numero di strati  $5 \frac{1}{2}$  Lpalo = 18.00 (m)

coefficienti parziali	azioni		resistenza laterale e di base		
	permanenti	variabili	$\gamma_b$	$\gamma_s$	$\gamma_{res}$
Metodo di calcolo	$\gamma_b$	$\gamma_s$			
A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
A2+M1+R2	1.00	1.30	1.70	1.45	1.60
A1+M1+R3	1.30	1.50	1.35	1.15	1.25
SISMA	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25
DM88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25

n	1	2	3	4	5	7	≥10	TA	prog
$\gamma_b$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\gamma_s$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00



Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	PARAMETRI MEDI			
			$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\sigma'_{vert}$ (kPa)	$\varphi_{med}$ (°)	$c_{u,med}$ (kPa)
1	0.30	Di	16.00			
2	3.20	Di	16.00			
3	5.50	PU	16.00			
4	3.70	Ts	15.00			
5	5.30	Ti	15.00	50.0	38.0	

Coefficienti di Calcolo			
k	$\beta$	a	$\alpha$
(-)	(-)	(-)	(-)
0.00	0.00		
0.00	0.00		
0.00	0.00		
0.00	0.00		
0.38	0.78		

(n. 5): lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del pileto.

### CALCOLO DEL CEDIMENTO DELLA PALIFICATA

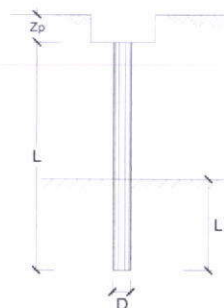
OPERA: 0

#### DATI DI INPUT:

Diametro del Palo (D):	1.20 (m)
Carico sul palo (P):	1000.0 (kN)
Lunghezza del Palo (L):	18.00 (m)
Lunghezza Utile del Palo (Lu):	5.30 (m)
Modulo di Deformazione (E):	50.00 (MPa)
Numero di pali della Palificata (n):	1 (-)
Spadatura dei pali (s):	(m)

#### CEDIMENTO DEL PALO SINGOLO:

$\delta = \beta \cdot P / E \cdot L_{utile}$	
Coefficiente di forma	
$\beta = 0.5 + \text{Log}(L_{utile} / D)$ :	1.15 (-)
Cedimento del palo	
$\delta = \beta \cdot P / E \cdot L_{utile}$	= 4.32 (mm)



$$K = P / \delta = 1000 \text{ kN} / 0.00432 \text{ m} = 231480 \text{ kN/m, si assume } 200000 \text{ kN/m}$$

**PROGETTO DEFINITIVO**

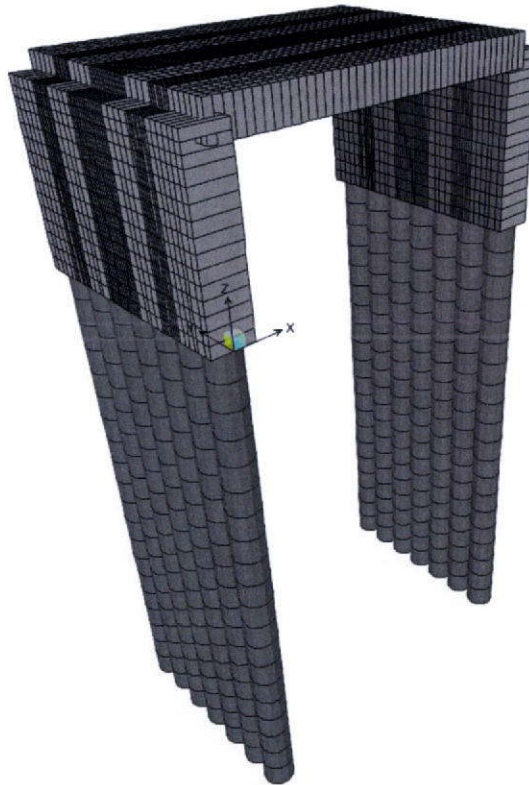
Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	20 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

## 7 MODELLO DI CALCOLO

La struttura viene analizzata mediante un modello FEM tridimensionale con il software di calcolo Sap2000. I setti e la soletta sono stati implementati mediante elementi shell, invece i pali con elementi beam. L'opera è stata vincolata mediante molle elastiche lineari a rigidità crescente lungo il fusto del palo e con molle elastiche in corrispondenza della punta dei pali.

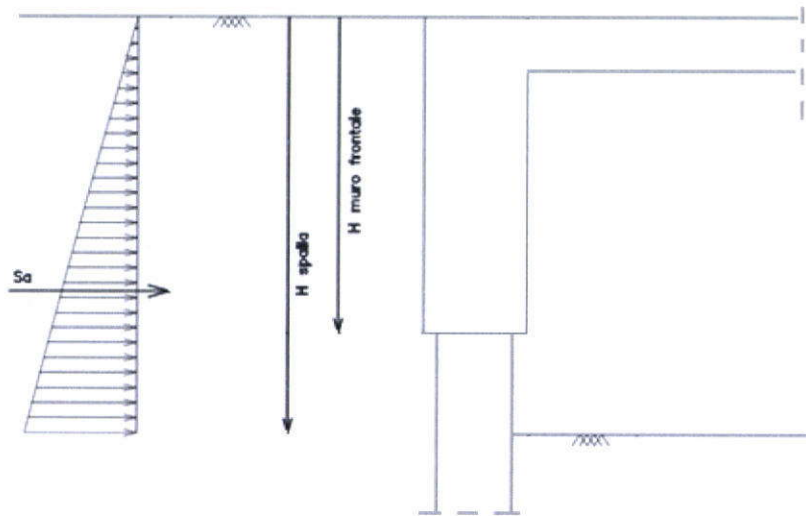


**Modelli di calcolo**

## 8 CALCOLO DELLE SPINTE ED ANALISI DEI CARICHI

### 8.1 Spinta statica del terreno

Le spinte del terreno a monte degli elementi verticali della spalla sono calcolate con la teoria di Rankine, con distribuzione triangolare delle tensioni e conseguente risultante della spinta al metro pari a  $S=1/2 \cdot k_0 \cdot \gamma \cdot H^2$ , applicata ad 1/3 dal basso.

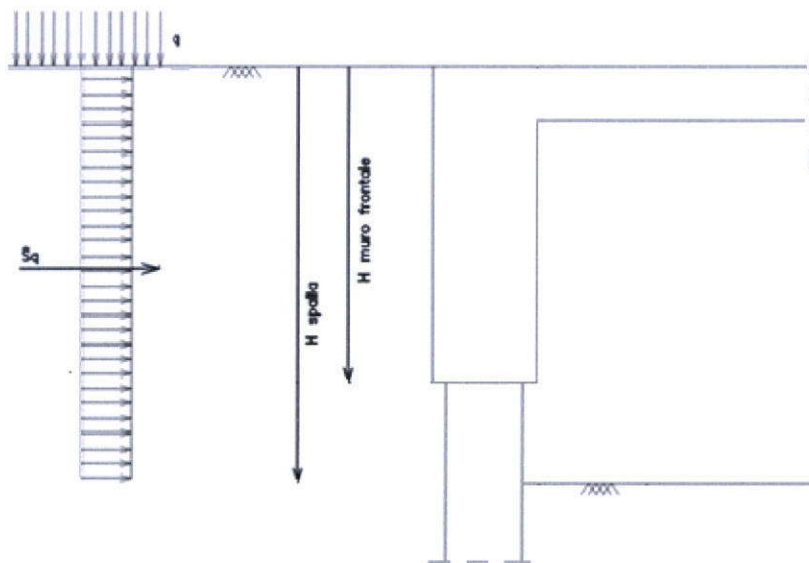


Schema per il calcolo degli effetti della spinta statica del terreno

Si deve notare che essendo presente una fondazione su pali si ipotizza che la spalla sia impedita di traslare rispetto al terreno. La spinta in condizioni di esercizio viene calcolata con il coefficiente di spinta in quiete  $k_0$ .

## 8.2 Spinta dovuta al sovraccarico accidentale

Per considerare la presenza di un sovraccarico da traffico gravante sulla spalla e a tergo di essa, si considera un carico uniformemente distribuito di lunghezza indefinita con valore pari a  $q_{acc}=20\text{KN/m}^2$

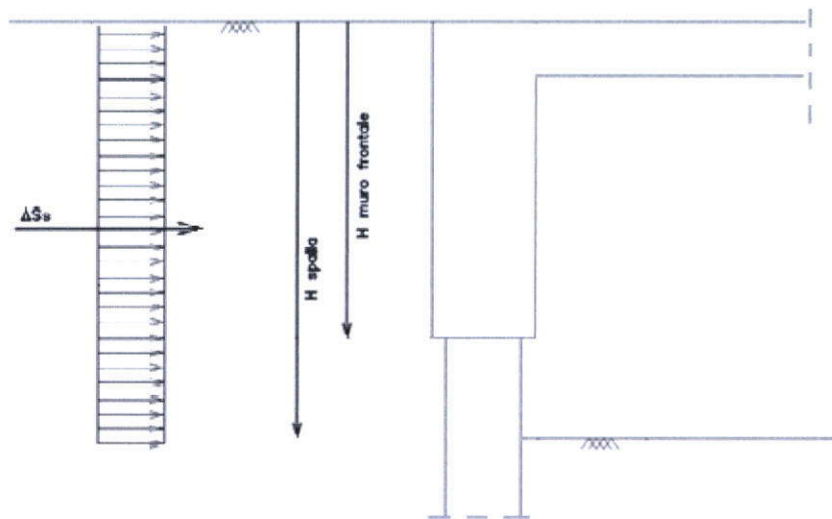


Schema per il calcolo degli effetti della spinta dovuta al sovraccarico accidentale

Il valore della spinta risultante al metro è dunque pari a  $S=k_0 \cdot q_{acc} \cdot H$ , con punto di applicazione posizionato a metà dell'altezza dell'elemento su cui insiste. Tale forza si considera agente in senso longitudinale su una larghezza pari a quella della spalla.

### 8.3 Sovraspinta sismica

In condizione sismica si considera un incremento della spinta del terreno rispetto alla condizione statica in esercizio. La sovraspinta sismica può essere calcolata con la teoria di Wood, risultando in un valore di spinta al metro pari a  $\Delta S_{ac} = a_{max}/g \cdot \gamma \cdot H_2$ , da applicare ad una quota pari ad  $H/2$  nel caso di muro impedito di traslare.



Schema per il calcolo degli effetti della sovraspinta sismica





LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	24 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

## 8.4 Analisi dei carichi

### (a) Caratteristiche materiali e terreno

Calcestruzzo armato - Peso specifico	$\gamma$	25	kN/m <sup>3</sup>
Calcestruzzo armato - Res. caratteristica	$R_{ck}$	30	N/mm <sup>2</sup>
Pacchetto stradale - Peso specifico	$\gamma$	25	kN/m <sup>3</sup>
Terreno del rilevato - Peso specifico	$\gamma$	19	kN/m <sup>3</sup>
Terreno del rilevato - Angolo di attrito	$\phi$	30	°

### b) Geometria

Spessore soletta superiore	$S_s$	1.2	m
Spessore piedritti	$S_p$	1.5	m
Altezza netta piedritti	$H_{int}$	6.2	m
Altezza pali interassata dalla spinta	$H_{pali}$	2.00	m
Altezza totale spinta	$H_{spinta} = S_s + H_{int} + H_{pali} = 1.2 + 6.2 + 2$	9.4	m
Lunghezza totale	$L_{int}$	14.10	m
Diametro pali	$d$	1.2	m
Lunghezza pali	$L$	20.0	m
Larghezza totale impalcato	$L_{tot}$	9.00	m
Larghezza carreggiata	$L_{car}$	6.00	m
Larghezza cordoli in dx e sx	$L_{cor}$	1.5	m

### (c) Pesi propri e Carichi permanenti (condizioni PERM)

Pesi propri	Volume cls x $\gamma_{cls}$ (calcolato in modo automatico dal programma)		
Peso pacchetto stradale	$q_{ps} = H \times \gamma = 0.6 \times 25 =$	15.0	kN/m <sup>2</sup>
Peso cordoli	$q_{pc} = H_{cordolo} \times \gamma_{cls} = 0.60 \times 25 =$	15.00	kN/m <sup>2</sup>

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	25 di 71

(d) Carichi accidentali

$Q_{ik}$  e  $q_{ik}$

Si seguono le disposizioni contenute nelle NTC cap. 5.1.3.3 con riferimento a ponti di I categoria. Nel caso in esame, la carreggiata, di larghezza utile pari a **10.50 m**, è in grado di ospitare 3 corsie di carico di larghezza convenzionale pari a 3 m, la larghezza rimanente è interessata da un carico di superficie di 2.5 kN/m<sup>2</sup>.

Corsia di carico 1 costituita da:

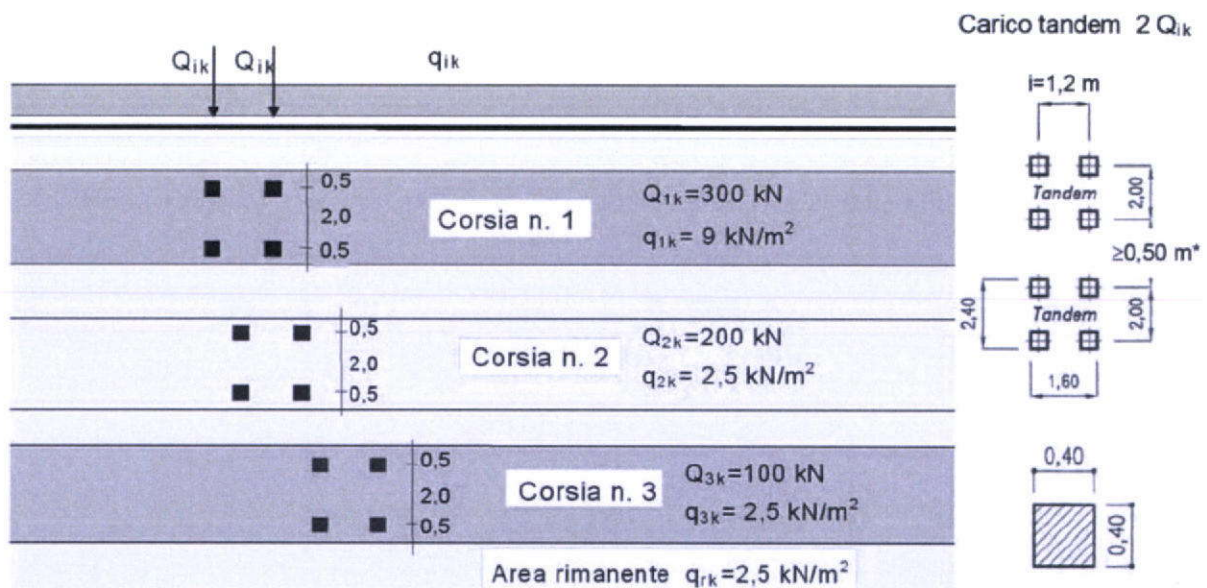
schema di carico 1: n. 4 carichi concentrati da 150 KN cadauno disposti ad interasse 1.20 m in direzione longitudinale al cavalcavia e 2.00 m in direzione trasversale;

carico uniformemente ripartito di intensità 9.0 su una larghezza di 3.00 m.

Corsia di carico 2 costituita da:

schema di carico 1 ridotto: 4 carichi concentrati da 100 KN cadauno disposti ad interasse 1.20 m in direzione longitudinale al cavalcavia e 2.00 m in direzione trasversale;

carico uniformemente ripartito di intensità 2.5 kN/m<sup>2</sup> su una larghezza di 3.00 m.



**PROGETTO DEFINITIVO**

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	26 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

(e) **Frenamento q3**

$w_l$	=	3.00 m	larghezza corsie convenzionali
$Q_{1k}$	=	300.00 kN	singolo asse Q1k
$q_{1k}$	=	9.00 kPa	carico uniformemente distribuito
L	=	12.70 m	lunghezza impalcato
$F_x$	=	394.3 kN	azione longitudinale

(f) **Azione termica**

Variazione termica uniforme	$\Delta T_U$	15 °
Variazione termica a farfalla	$\Delta T_F$	5 °

(g) <b>Ritiro</b> (applicato alla soletta superiore)	$\Delta T_R$	-10 °
--	--------------	-------

(h) **Spinta del terreno in fase statica (Condizioni SPTSX e SPTDX)**

Peso terreno	$\gamma$	19 kN/m <sup>3</sup>
angolo di attrito	$\phi$	30 °
Angolo di attrito terra muro	$\delta$	0 °
$K_0$	$1 - \tan(30^\circ) =$	0.500
Larghezza interessata dalla spinta	B	1 m
Interasse pali	i	1.3 m
Spinta alla quota di estradosso sol. sup.	$p_1 \quad k_0 \cdot q \cdot ps = 0.500 \times 15.00 =$	7.50 kN/m <sup>2</sup>
Spinta in asse sol. sup.	$p_2 \quad K_0 \times (q \cdot ps + \gamma \times z) \cdot B = 0.500 \times (15.00 + 19 \times 1.20/2) =$	13.20 kN/m <sup>2</sup>
Spinta alla quota di intradosso sotto/	$P_3 \quad K_0 \times (q \cdot ps + \gamma \times z) \cdot B = 0.500 \times [15 + 19 \times (1.2/2 + 6.8)] =$	77.8 kN/m <sup>2</sup>
Spinta alla quota inizio pali (interasse pali 1.3m)	$p_4 \quad K_0 \times (q \cdot ps + \gamma \times z) \cdot i = 0.500 \times [15 + 19 \times (1.2/2 + 6.8)] \cdot 1.3 =$	101.14 kN/m
Spinta alla quota fine pali (interasse pali 1.3m)	$P_5 \quad K_0 \times (q \cdot ps + \gamma \times z) \cdot i = 0.500 \times [15 + 19 \times (1.2/2 + 8.80)] \cdot 1.3 =$	125.84 kN/m



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	27 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

Spinta semispessore sol. sup.

$$F1 \quad (p1+p2)/2 \times (Ss/2) = (7.50+13.20)/2 \times 1.20/2$$

6.21 kN/m

**(i) Spinta del carico accidentale (Condizioni SPACCSX e SPACCDX)**

setti	Spinta dovuta al q1 - setti	$p \quad K0 \times q_{acc} \times \Delta z \cdot B = 0.5 \cdot 20 \cdot 1 =$	10	kN/m <sup>2</sup>
pali	Spinta dovuta al q1 - setti	$p \quad K0 \times q_{acc} \times \Delta z \cdot i = 0.5 \cdot 20 \cdot 1.3$	13	kN/m

**(l) Sisma orizzontale (Condizione SISMAH)**

Stato limite		Salvaguardia della vita - SLU -	SLV	
Vita nominale	VN		75	anni
Classe d'uso			III	
Coefficiente CU	CU		1.5	
Periodo di riferimento	VR		112.5	anni
Accelerazione orizzontale	ag/g		0.216	
Amplificazione spettrale	Fo		2.440	
Categoria sottosuolo		A, B, C, D, E	C	
Coeff. Amplificazione stratigrafica	Ss		1.384	
Coeff. Amplificazione topografica	St		1	
Coefficiente S	S	=Ss · St	1.384	
accelerazione orizzontale max	amax/g	=ag/g · S	0.299	
Fattore di struttura	q		1.00	
Coeff. sismico orizzontale	kh	=amax/g	0.299	
Coeff. sismico verticale	kv	=±0.5 · kh	0.149	

**(m) Spinta del terreno in fase sismica (Condizione SPSDX)**

	Risultante della spinta sismica	$\Delta SE = (amax/g) \cdot \gamma \cdot (H)^2 = 0.299 \cdot 19 \cdot 9.4^2$	502	kN
setti	Pressione uniforme risultante	$\Delta pE = \Delta SE / H_{calcolo} = 502 / 8.8$	57	kN/m <sup>2</sup>
pali	Carico uniforme risultante	$\Delta pE = \Delta SE / H_{calcolo} \cdot i = 502 / 8.8 \cdot 1.3$	74.16	kN/m



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	28 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

### 8.5 Carico accidentale da traffico

I carichi mobili su rilevato stradale in generale vengono considerati con la seguente intensità:

$$Q_{acc} = 20 \text{ kN/m}^2$$

Per l'opera in oggetto viene calcolato il sovraccarico uniformemente distribuito sul rilevato considerando l'accidentale definito al punto 5.1.3.3.5 NTC 2008 e punto 5.1.3.3.7.1 Circolare 2 febbraio 2009 n.617 e calcolando la ripartizione in base all'altezza del muro.

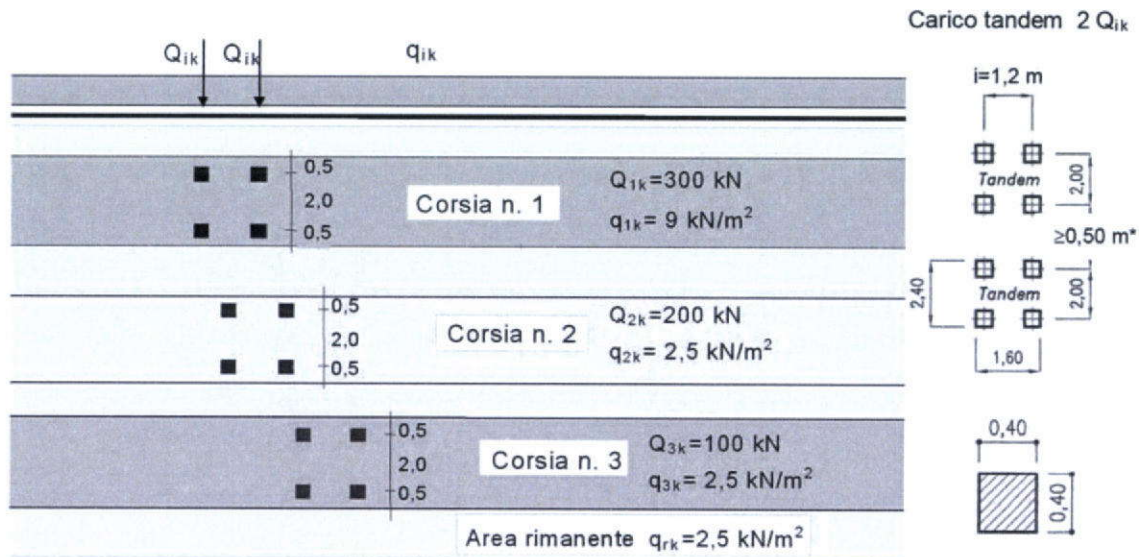
Si può considerare applicato lo schema di carico 1, in cui per semplicità i carichi tandem possono essere sostituiti da carichi uniformemente distribuiti equivalenti, applicati su una superficie rettangolare larga  $a=3.0\text{m}$  e lunga  $b=2.2\text{m}$ .

Inoltre in un rilevato correttamente consolidato, sempre secondo le Norme precedentemente citate, si può assumere una diffusione del carico con un angolo di  $30^\circ$ . Lo schema di carico 1 prevede la presenza di carichi su due assi in tandem, per un totale di 600kN.

I carichi mobili per ponti di prima categoria che consistono in colonne di carico della seguente intensità:

Posizione	Carico Asse	Qik [kN]	qik[kN/mq]
Corsia	Numero 1	300	9.00
Corsia	Numero 2	200	2.50
Corsia	Numero 3	100	2.50
Altre	corsie	0.00	2.50

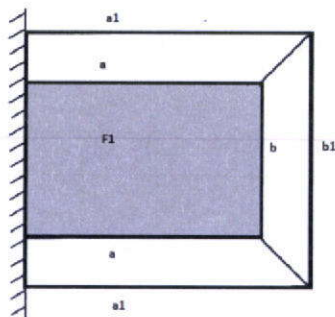
La distribuzione, gli interassi tra le forze concentrate e gli ingombri delle colonne di carico sono riportate nella figura seguente.



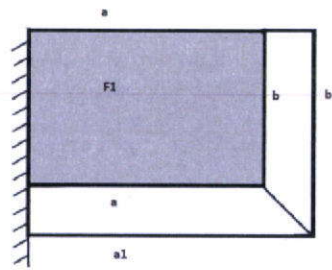
Schema di carico 1 (dimensioni in [m])

\*per  $w_i \leq 2,90\text{ m}$

Considerata la tipologia di opera, costituita da muri di limitata altezza la verifica viene eseguita considerando il sovraccarico convenzionale della corsia n.1.



Schema di diffusione 1



Schema di diffusione 2

Si considera per il calcolo lo schema di diffusione n.2 in quanto, la diffusione su un lato è impedita dall'opera in adiacenza.



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	30 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

Considerando lo schema di diffusione n.2 con un'altezza muro di 7m ed una diffusione dei carichi a 30° nel terreno si ottiene:

$$a1 = a + 7 \cdot \tan 30 = 3 + 4.04 = 7.04$$

$$b1 = b + 7 \cdot \tan 30 = 2.2 + 4.04 = 6.24$$

$$Q1k = 600 / (7.04 \cdot 6.24) = 600 / 43.92 = 13.66 \text{ kN/m}^2$$

$$q1k = 9 \text{ kN/m}^2$$

considerata la combinazione più gravosa, costituita dal carico tandem come principale, il carico distribuito  $q1k$  secondario ed adottando un Coefficiente di combinazione pari a 0.40 si ha

$$q = q1k \cdot 0.4 = 9 \cdot 0.4 = 3.6 \text{ kN/m}^2$$

$$Qacc = 13.66 + 3.6 = 17.26 \text{ kN/m}^2 < 20.00 \text{ kN/m}^2;$$

Si assume pertanto il valore di 20.00 kN/m<sup>2</sup>.



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	31 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

## 8.6 condizioni e combinazioni di carico

condizioni e combinazioni di carico

Nel modello di calcolo vengono considerate le seguenti condizioni di carico elementari:

PERM:	Carichi permanenti e peso proprio
Q1k-M:	Carichi mobili - disposizione massimo momento flettente
Q1k-T:	Carichi mobili - disposizione massimo taglio
Q3:	Frenamento
SPTSX:	Spinta del terreno sul piedritto di sinistra
SPTDX:	Spinta del terreno sul piedritto di sinistra
SPACCSX:	Spinta del carico accidentale sul piedritto di sinistra
SPACCDX:	Spinta del carico accidentale sul piedritto di destra
TERM:	Variazione termica
RITIRO:	Ritiro della soletta superiore
SISMAH:	Azione sismica
SPSDX:	Incremento sismico di spinta del terreno sul piedritto di destra

N	PERM	Q1k-M	Q1k-T	Q2	Q3	SPTSX	SPTDX	SPACCSX	SPACCDX	TERM	RITIRO	SISMAH	SPSDX
S 01	1.35	1.35	0	1.35	0	1.00	1.00	0	0	0.72	0	0	0
S 02	1.35	0	1.35	1.35	0	1.00	1.00	0	0	0.72	0	0	0
S 03	1.35	1.35	0	1.35	0	1.35	1.35	1.35	1.35	0.72	0	0	0
S 04	1.35	0	1.35	1.35	0	1.35	1.35	1.35	1.35	0.72	0	0	0
S 05	1.35	1.35	0	1.35	0	1.00	1.35	0	1.35	0.72	0	0	0
S 06	1.35	0	1.35	1.35	0	1.00	1.35	0	1.35	0.72	0	0	0
S 07	1.35	0	0	0	0	1.35	1.35	1.35	1.35	0.72	0	0	0
S 08	1.35	0	0	0	0	1.00	1.35	0	1.35	0.72	0	0	0
S 09	1.35	1.35	0	1.35	0	1.00	1.00	0	0	-0.72	1.2	0	0
S 10	1.35	0	1.35	1.35	0	1.00	1.00	0	0	-0.72	1.2	0	0
S 11	1.35	1.35	0	1.35	0	1.35	1.35	1.35	1.35	-0.72	1.2	0	0
S 12	1.35	0	1.35	1.35	0	1.35	1.35	1.35	1.35	-0.72	1.2	0	0
S 13	1.35	1.35	0	1.35	0	1.00	1.35	0	1.35	-0.72	1.2	0	0
S 14	1.35	0	1.35	1.35	0	1.00	1.35	0	1.35	-0.72	1.2	0	0
S 15	1.35	0	0	0	0	1.35	1.35	1.35	1.35	-0.72	1.2	0	0
S 16	1.35	0	0	0	0	1.00	1.35	0	1.35	-0.72	1.2	0	0
S 17	1.35	1.01	0	0.54	0	1.00	1.00	0	0	1.2	0	0	0
S 18	1.35	0	1.01	0.54	0	1.00	1.00	0	0	1.2	0	0	0





LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
 N7D2 01 D 78 CL OC 07 00 001 A 32 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

S	19	1.35	1.01	0	0.54	0	1.35	1.35	1.0125	1.0125	1.2	0	0	0
S	20	1.35	0	1.01	0.54	0	1.35	1.35	1.0125	1.0125	1.2	0	0	0
S	21	1.35	1.01	0	0.54	0	1.00	1.35	0	1.0125	1.2	0	0	0
S	22	1.35	0	1.01	0.54	0	1.00	1.35	0	1.0125	1.2	0	0	0
S	23	1.35	0	0	0	0	1.35	1.35	1.0125	1.0125	1.2	0	0	0
S	24	1.35	0	0	0	0	1.00	1.35	0	1.0125	1.2	0	0	0
S	25	1.35	1.01	0	0.54	0	1.00	1.00	0	0	-1.2	1.2	0	0
S	26	1.35	0	1.01	0.54	0	1.00	1.00	0	0	-1.2	1.2	0	0
S	27	1.35	1.01	0	0.54	0	1.35	1.35	1.0125	1.0125	-1.2	1.2	0	0
S	28	1.35	0	1.01	0.54	0	1.35	1.35	1.0125	1.0125	-1.2	1.2	0	0
S	29	1.35	1.01	0	0.54	0	1.00	1.35	0	1.0125	-1.2	1.2	0	0
S	30	1.35	0	1.01	0.54	0	1.00	1.35	0	1.0125	-1.2	1.2	0	0
S	31	1.35	0	0	0	0	1.35	1.35	1.0125	1.0125	-1.2	1.2	0	0
S	32	1.35	0	0	0	0	1.00	1.35	0	1.0125	-1.2	1.2	0	0
S	33	1.35	1.01	0	0.54	1.35	1.00	1.00	0	0	0.72	0	0	0
S	34	1.35	0	1.01	0.54	1.35	1.00	1.00	0	0	0.72	0	0	0
S	35	1.35	1.01	0	0.54	1.35	1.35	1.35	1.01	1.01	0.72	0	0	0
S	36	1.35	0	1.01	0.54	1.35	1.35	1.35	1.01	1.01	0.72	0	0	0
S	37	1.35	1.01	0	0.54	1.35	1.00	1.35	0	1.01	0.72	0	0	0
S	38	1.35	0	1.01	0.54	1.35	1.00	1.35	0	1.01	0.72	0	0	0
S	39	1.35	1.01	0	0.54	1.35	1.00	1.00	0	0	-0.72	1.2	0	0
S	40	1.35	0	1.01	0.54	1.35	1.00	1.00	0	0	-0.72	1.2	0	0
S	41	1.35	1.01	0	0.54	1.35	1.35	1.35	1.01	1.01	-0.72	1.2	0	0
S	42	1.35	0	1.01	0.54	1.35	1.35	1.35	1.01	1.01	-0.72	1.2	0	0
S	43	1.35	1.01	0	0.54	1.35	1.00	1.35	0	1.01	-0.72	1.2	0	0
S	44	1.35	0	1.01	0.54	1.35	1.00	1.35	0	1.01	-0.72	1.2	0	0
S	45	1.35	1.01	0	0.54	0	1.00	1.00	0	0	1.2	0	0	0
S	46	1.35	0	1.01	0.54	0	1.00	1.00	0	0	1.2	0	0	0
S	47	1.35	1.01	0	0.54	0	1.35	1.35	1.01	1.01	1.2	0	0	0
S	48	1.35	0	1.01	0.54	0	1.35	1.35	1.01	1.01	1.2	0	0	0
S	49	1.35	1.01	0	0.54	0	1.00	1.35	0	1.01	1.2	0	0	0
S	50	1.35	0	1.01	0.54	0	1.00	1.35	0	1.01	1.2	0	0	0
S	51	1.35	1.01	0	0.54	0	1.00	1.00	0	0	-1.2	1.2	0	0
S	52	1.35	0	1.01	0.54	0	1.00	1.00	0	0	-1.2	1.2	0	0
S	53	1.35	1.01	0	0.54	0	1.35	1.35	1.01	1.01	-1.2	1.2	0	0
S	54	1.35	0	1.01	0.54	0	1.35	1.35	1.01	1.01	-1.2	1.2	0	0
S	55	1.35	1.01	0	0.54	0	1.00	1.35	0	1.01	-1.2	1.2	0	0



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
 N7D2 01 D 78 CL OC 07 00 001 A 33 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

S	56	1.35	0	1.01	0.54	0	1.00	1.35	0	1.01	-1.2	1.2	0	0
S	57	1	0.2	0	0.2	0	0.7	1	0	0	0.5	0	1	1
S	58	1	0.2	0	0.2	0	0.7	1	0	0	-0.5	1	1	1
Q	59	1	0	0	0	0	0.7	0.7	0	0	0.5	0	0	0
Q	60	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0.5	0	0	0
Q	61	1	0	0	0	0	0.7	1	0	0	0.5	0	0	0
Q	62	1	0	0	0	0	0.7	0.7	0	0	-0.5	1	0	0
Q	63	1	0	0	0	0	1	1	0	0	-0.5	1	0	0
Q	64	1	0	0	0	0	0.7	1	0	0	-0.5	1	0	0
F	65	1	0.75	0	0.4	0	0.7	0.7	0	0	0.5	0	0	0
F	66	1	0	0.75	0.4	0	0.7	0.7	0	0	0.5	0	0	0
F	67	1	0.75	0	0.4	0	1	1	0.75	0.75	0.5	0	0	0
F	68	1	0	0.75	0.4	0	1	1	0.75	0.75	0.5	0	0	0
F	69	1	0.75	0	0.4	0	0.7	1	0	0.75	0.5	0	0	0
F	70	1	0	0.75	0.4	0	0.7	1	0	0.75	0.5	0	0	0
F	71	1	0	0	0	0	1	1	0.75	0.75	0.5	0	0	0
F	72	1	0	0	0	0	0.7	1	0	0.75	0.5	0	0	0
F	73	1	0.75	0	0.4	0	0.7	0.7	0	0	-0.5	1	0	0
F	74	1	0	0.75	0.4	0	0.7	0.7	0	0	-0.5	1	0	0
F	75	1	0.75	0	0.4	0	1	1	0.75	0.75	-0.5	1	0	0
F	76	1	0	0.75	0.4	0	1	1	0.75	0.75	-0.5	1	0	0
F	77	1	0.75	0	0.4	0	0.7	1	0	0.75	-0.5	1	0	0
F	78	1	0	0.75	0.4	0	0.7	1	0	0.75	-0.5	1	0	0
F	79	1	0	0	0	0	1	1	0.75	0.75	-0.5	1	0	0
F	80	1	0	0	0	0	0.7	1	0	0.75	-0.5	1	0	0



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

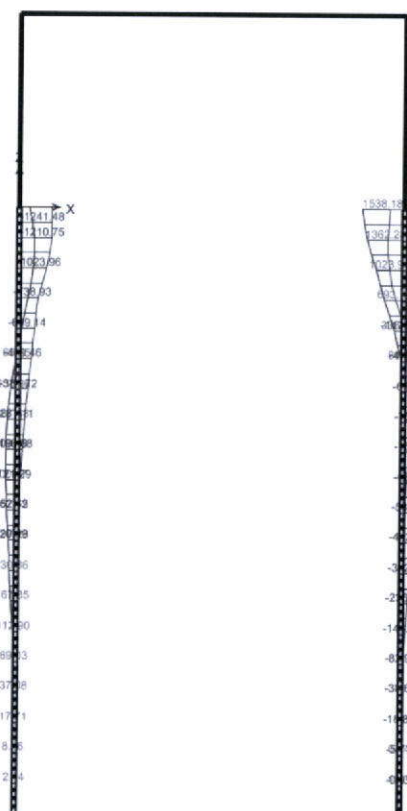
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	34 di 71

## 9 SOLLECITAZIONI

### 9.1 pali

Nelle figure seguenti si riportano gli involuipi delle sollecitazioni nei pali.



ENV\_SLU involucro momenti flettenti



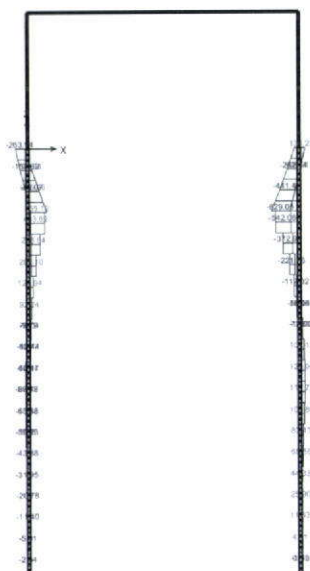
LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

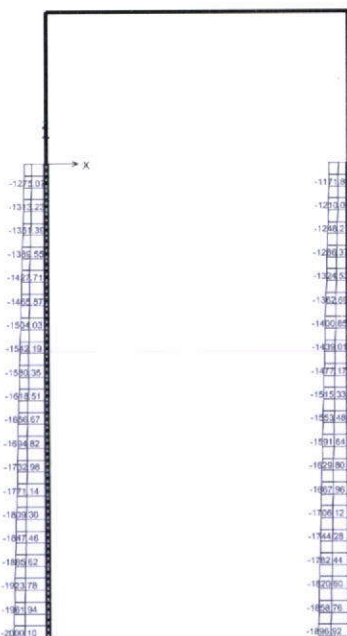
Opera di protezione Badagnano Ramo 12

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	35 di 71



ENV\_SLU involucro tagli



ENV\_SLU involucro sforzi assiali



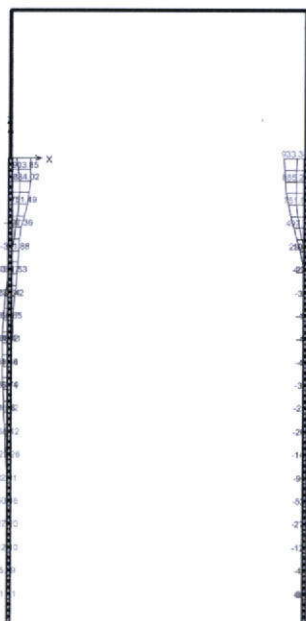
LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

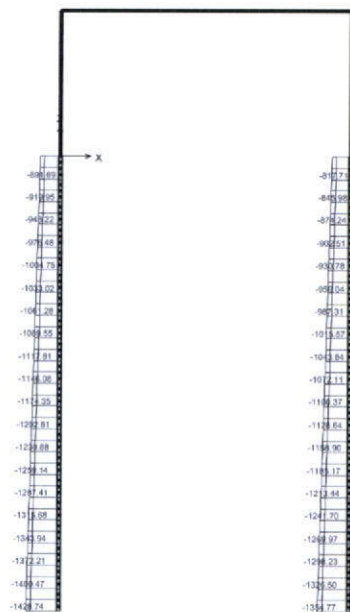
Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	36 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO



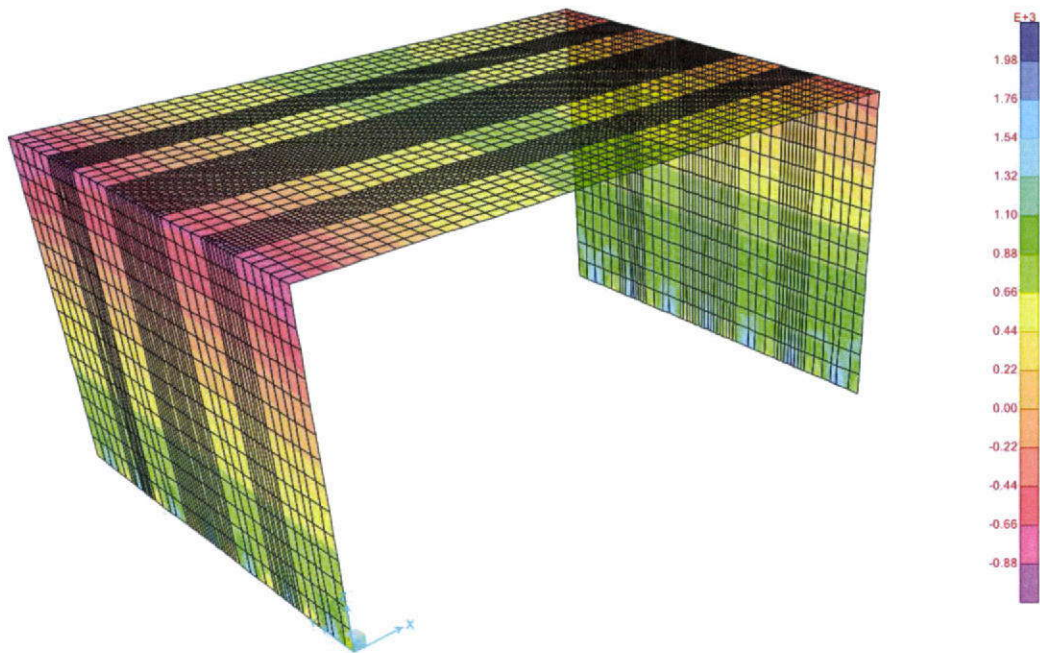
ENV\_SLE inviluppo momenti flettenti



ENV\_SLE inviluppo sforzi assiale

## 9.2 setti e soletta

Nelle figure seguenti si riportano gli involuپی delle sollecitazioni nei setti e nella soletta.



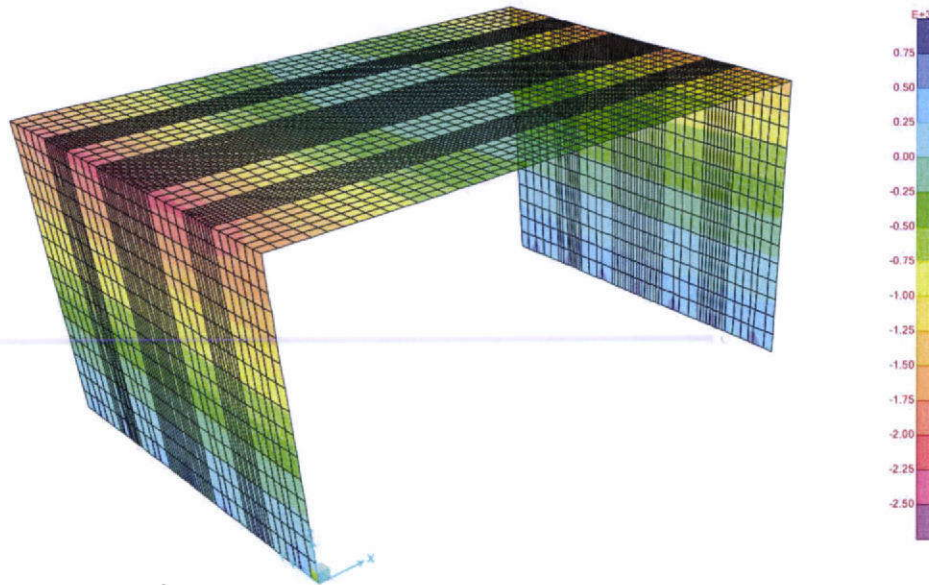
ENV\_SLU involucro M1-1\_max

**PROGETTO DEFINITIVO**

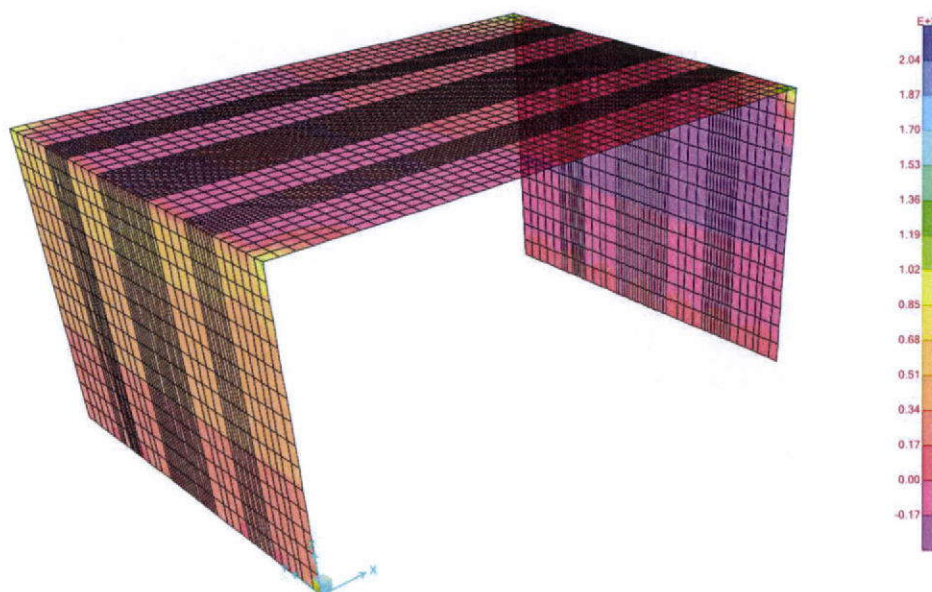
Opera di protezione Badagnano Ramo 12

RELAZIONE DI CALCOLO

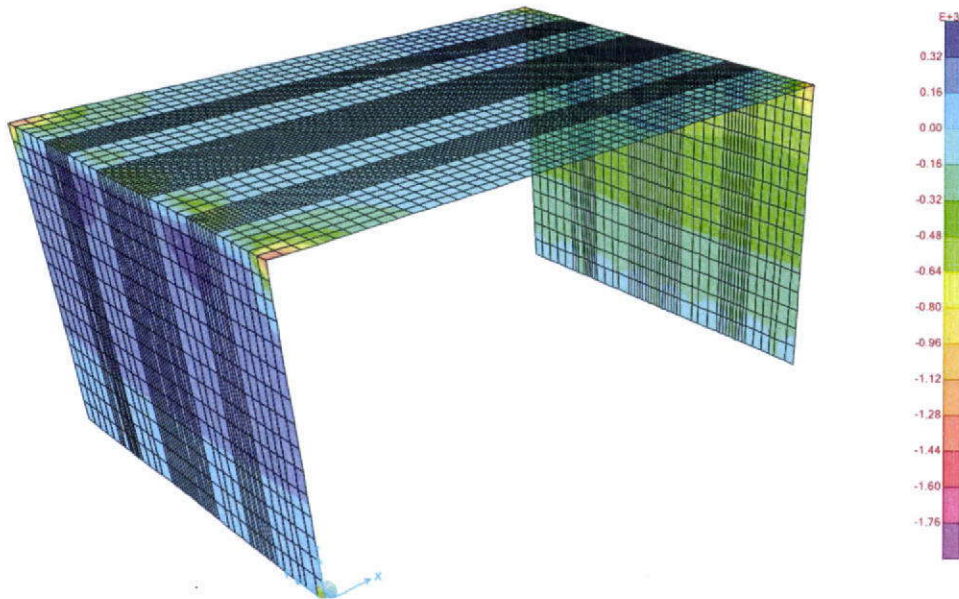
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N702	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	38 di 71



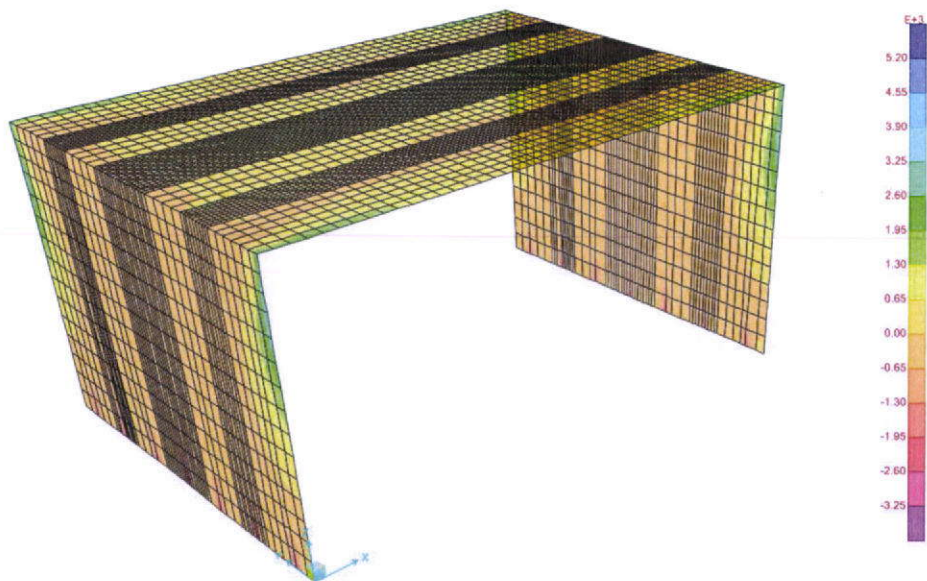
ENV\_SLU involucro M1-1\_min



ENV\_SLU involucro V1-3\_max

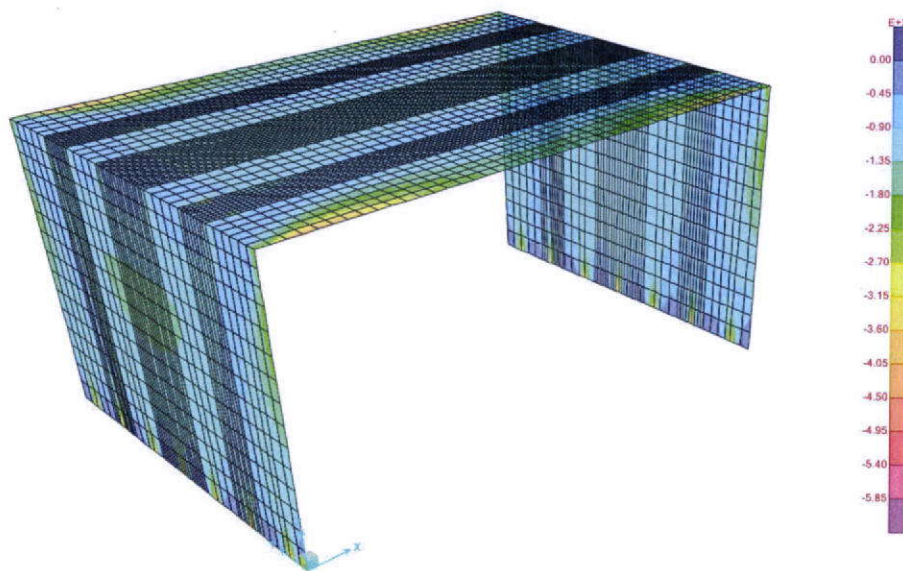


ENV\_SLU inviluppo V1-3\_min

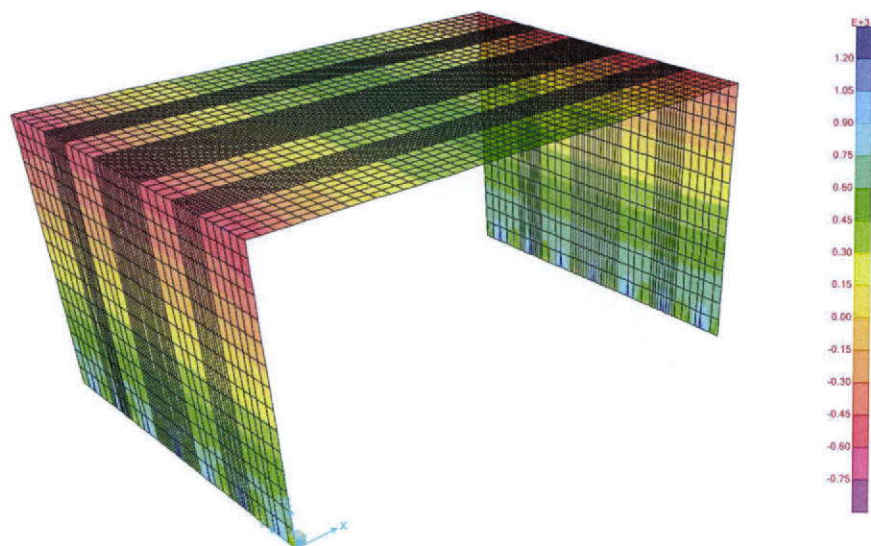


ENV\_SLU inviluppo sforzi assiali\_max

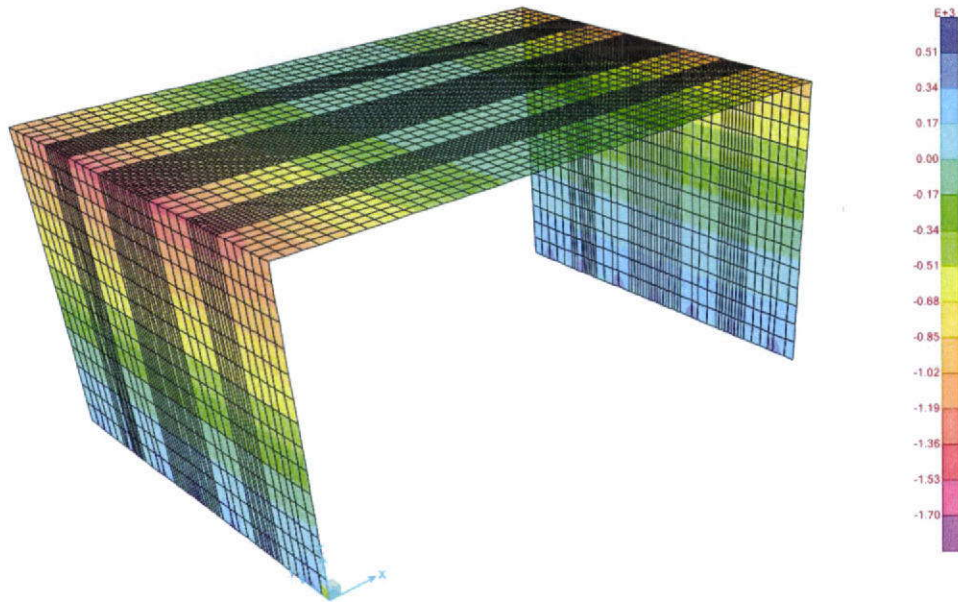




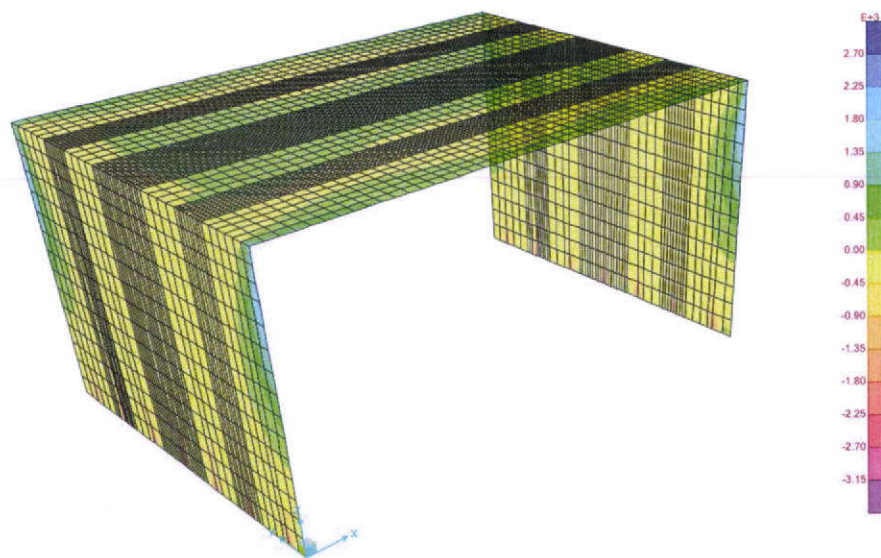
ENV\_SLU inviluppo sforzi assiali\_min



ENV\_SLE inviluppo M1-1\_max



ENV\_SLE involucro M1-1\_min



ENV\_SLE involucro sforzi assiali\_max



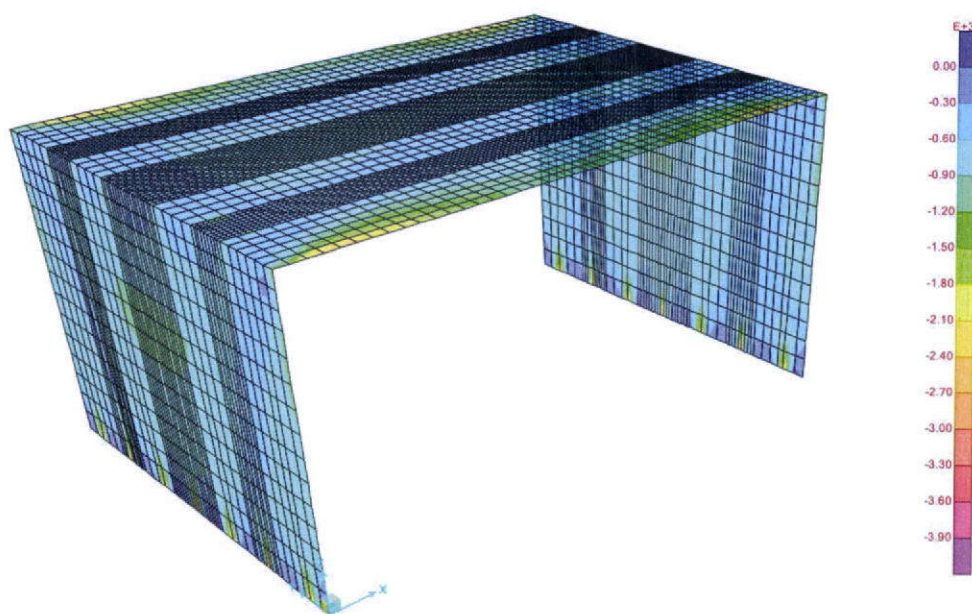
LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	42 di 71



ENV\_SLE involucro sforzi assiali\_min



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	43 di 71

## 10 VERIFICHE STRUTTURALI

La verifica di resistenza delle sezioni nei vari elementi strutturali, viene condotta tenendo conto delle condizioni più gravose che si individuano dall'involuppo delle sollecitazioni agenti nelle diverse combinazioni di carico.

Le combinazioni e i coefficienti moltiplicativi delle singole azioni vengono definiti in base a quanto indicato al paragrafo 6.2.3.1.1 del D.M.14/01/08.

### 10.1 Criteri di verifica

#### Verifica a pressoflessione

La verifica sugli elementi viene condotta calcolando il momento resistente massimo della sezione in presenza o meno di sforzo assiale di compressione. Il calcolo si basa sull'assunzione dei diagrammi di calcolo a tensione-deformazione del calcestruzzo e dell'acciaio previsti dalla normativa.

Con riferimento alla sezione presso inflessa, sotto rappresentata assieme ai diagrammi di deformazione e di sforzo così come dedotti dalle ipotesi e dai modelli  $\sigma - \epsilon$  di definiti ai paragrafi 4.1.2.1.2.2 e 4.1.2.1.2.3 del D.M.14/01/08, la verifica di resistenza (SLU) si esegue controllando che:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove:

$N_{Ed}$  è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;

$M_{Rd}$  è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a  $N_{Ed}$ ;

$M_{Ed}$  è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

#### Verifica a taglio

La verifica a taglio viene condotta per gli elementi senza armature trasversali resistenti a taglio mediante l'espressione fornita dalla normativa:

$$V_{Rd} = \left\{ 0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

dove:

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{\min} = 0.035k^3 / 2f_{ck}^{1/2}$$

d altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_l = A_{sl} / (bwd)$  rapporto geometrico di armatura longitudinale ( $\leq 0,02$ );



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	44 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

$\sigma_{cp} = N_{Ed}/Ac$  tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0,2 f_{cd}$ );

$b_w$  larghezza minima della sezione (in mm).

Nel caso in cui tale verifica non sia soddisfatta, occorre procedere alla seconda verifica, quella prevista per gli elementi con armatura trasversali resistenti a taglio.

In tal caso la resistenza a taglio ultima è fornita dal valore minore delle due resistenze secondo il meccanismo taglio-trazione o taglio-compressione forniti da normativa. Più precisamente:

per la resistenza a "taglio trazione":

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}(\alpha) + \text{ctg}(\theta)) \cdot \sin(\alpha)$$

per la resistenza a "taglio compressione":

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}(\alpha) + \text{ctg}(\theta)) / (1 + \text{ctg}^2(\theta))$$

La resistenza al taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

dove  $d$ ,  $b_w$  e  $\sigma_{cp}$  hanno il significato già visto e inoltre si è posto:

$A_{sw}$  area dell'armatura trasversale;

$s$  interasse tra due armature trasversali consecutive;

$\alpha$  angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;

$f'_{cd}$  resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ( $f'_{cd} = 0,5 f_{cd}$ );

$\alpha_c$  coefficiente maggiorativo pari a: 1 per membrature non compresse

$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$  per  $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$

1,25 per  $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$

$2,5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$  per  $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

L'inclinazione  $\theta$  dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5.$$

## 10.2 Pali

### 10.2.1 Sollecitazioni

Riepilogo massime sollecitazioni

	$N_{Ed}$ [kN]	$M2_{Ed}$ [kNm]	$M3_{Ed}$ [kNm]	$V2_{Ed}$ [kN]	$V3_{Ed}$ [kN]
$N_{min}$	<b>-580</b>	7	1570	136	1
$N_{max}$	<b>-2050.1</b>	0	0	-3	0
$M3_{max}^{(-)}$	-1306	-5	<b>-1263</b>	-216	-1
$M3_{max}^{(+)}$	-591	2	<b>1571</b>	137	3
$M2_{max}^{(-)}$	-1431	<b>-6</b>	-393	64	-1
$M2_{max}^{(+)}$	-945	<b>8</b>	68	201	0
$V3_{max}$	-885	4	-369	462	<b>3</b>
$V2_{max}$	-1288	-2	312	<b>-638</b>	<b>-1</b>

combinazioni di verifica

	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$V_{Ed}$ [kN]
comb 1	-580	1570	136
comb 2	-2050	0	3
comb 3	-1306	1263	216
comb 4	-591	1571	137
comb 5	-1431	393	64
comb 6	-945	69	201
comb 7	-885	369	462
comb 8	-1288	312	638

### 10.2.2 verifica a flessione

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita
Forma della sezione:	Circolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

**PROGETTO DEFINITIVO**

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	46 di 71

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Condizioni Ambientali: Poco aggressive  
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
 Riferimento alla sismicit : Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resistenza compress. di calcolo fcd:	14.16	MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	7.080	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.000	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.000	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.250	MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.300	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$ :	0.50	
	Comb. Rare - Sf Limite:	360.00	MPa

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Diametro sezione:	120.0	cm
Barre circonferenza:	32Ø24	(144.8 cm <sup>2</sup> )
Coprif.(dal baric. barre):	8.6	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N° Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	580.00	1570.00	136.00	0.00
2	2050.00	0.10	3.00	0.00
3	1306.00	1263.00	216.00	0.00
4	591.00	1571.00	137.00	0.00
5	1431.00	393.00	64.00	0.00
6	945.00	69.00	201.00	0.00
7	885.00	369.00	462.00	0.00
8	1288.00	312.00	638.00	0.00



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

**PROGETTO DEFINITIVO**

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	47 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	591.00	933.00
2	1452.00	0.00
3	901.00	920.00
4	596.00	954.00
5	887.00	913.00
6	816.00	38.00
7	754.00	259.00
8	890.00	258.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	591.00	933.00 (620.03)
2	1452.00	0.00 (0.00)
3	901.00	920.00 (661.12)
4	596.00	954.00 (619.07)
5	887.00	913.00 (660.13)
6	816.00	38.00 (0.00)
7	754.00	259.00 (1049.51)
8	890.00	258.00 (1255.00)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	591.00	933.00 (620.03)
2	1452.00	0.00 (0.00)
3	901.00	920.00 (661.12)
4	596.00	954.00 (619.07)
5	887.00	913.00 (660.13)
6	816.00	38.00 (0.00)
7	754.00	259.00 (1049.51)
8	890.00	258.00 (1255.00)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.7 cm  
 Copriferro netto minimo staffe: 6.0 cm





LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

**PROGETTO DEFINITIVO**

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
N7D2 01 D 78 CL OC 07 00 001 A 48 di 71

**RELAZIONE DI CALCOLO**

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)  
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
N ult Sforzo normale ultimo [kN] nella sezione (positivo se di compress.)  
Mx ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult) e (N, Mx)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
Yneuro Ordinata [cm] dell'asse neutro a rottura nel sistema di rif. X,Y,O sez.  
Mx sn. Momento flettente allo snervamento [kNm]  
x/d Rapp. di duttilità a rottura solo se N = 0 (travi)  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N ult	Mx ult	Mis.Sic.	Yn	M sn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	580.00	1570.00	579.95	2666.67	1.699	27.1	1930.50	---	---	---
2	S	2050.00	0.10	2049.89	3049.86	30498.609	19.8	2370.76	---	---	---
3	S	1306.00	1263.00	1305.74	2867.47	2.270	23.5	2154.12	---	---	---
4	S	591.00	1571.00	590.86	2669.75	1.699	27.0	1934.00	---	---	---
5	S	1431.00	393.00	1431.23	2901.17	7.382	22.9	2191.44	---	---	---
6	S	945.00	69.00	944.82	2768.78	40.127	25.3	2044.44	---	---	---
7	S	885.00	369.00	885.24	2752.25	7.459	25.6	2025.91	---	---	---
8	S	1288.00	312.00	1288.03	2862.69	9.175	23.6	2148.69	---	---	---

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00197	60.0	0.00259	51.4	-0.00835	-51.4
2	0.00350	-0.00098	60.0	0.00275	51.4	-0.00620	-51.4
3	0.00350	-0.00143	60.0	0.00268	51.4	-0.00718	-51.4
4	0.00350	-0.00196	60.0	0.00259	51.4	-0.00833	-51.4
5	0.00350	-0.00135	60.0	0.00269	51.4	-0.00700	-51.4
6	0.00350	-0.00169	60.0	0.00263	51.4	-0.00774	-51.4
7	0.00350	-0.00173	60.0	0.00262	51.4	-0.00784	-51.4
8	0.00350	-0.00144	60.0	0.00267	51.4	-0.00721	-51.4

**10.2.3 verifica a taglio**

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	49 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	-0.00197	60.0	0.00259	51.4	-0.00835	-51.4
2	0.00350	-0.00098	60.0	0.00275	51.4	-0.00620	-51.4
3	0.00350	-0.00143	60.0	0.00268	51.4	-0.00718	-51.4
4	0.00350	-0.00196	60.0	0.00259	51.4	-0.00833	-51.4
5	0.00350	-0.00135	60.0	0.00269	51.4	-0.00700	-51.4
6	0.00350	-0.00169	60.0	0.00263	51.4	-0.00774	-51.4
7	0.00350	-0.00173	60.0	0.00262	51.4	-0.00784	-51.4
8	0.00350	-0.00144	60.0	0.00267	51.4	-0.00721	-51.4

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 14 mm  
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]  
 N.Bracci staffe: 2  
 Area staffe/m : 15.4 cm<sup>2</sup>/m [Area Staffe Minima NTC = 2.3 cm<sup>2</sup>/m]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors / N = comb. non verificata  
 Vsdu Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)  
 Vrd Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.14)NTC]  
 Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.19)NTC]  
 Vwd Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.18)NTC]  
 bw Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro  
 Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm<sup>2</sup>/m]

N°Comb	Ver	Vsdu	Vrd	Vcd	Vwd	bw	Teta	Acw	Ast
1	S	136.00	504.92	2274.41	1296.77	104.4	21.80	1.036	1.6
2	S	3.00	690.30	2534.65	1277.41	108.5	21.80	1.128	0.0
3	S	216.00	605.48	2394.78	1290.07	105.9	21.80	1.082	2.6
4	S	137.00	506.38	2275.92	1296.77	104.4	21.80	1.037	1.6
5	S	64.00	622.19	2412.06	1290.07	105.9	21.80	1.089	0.8
6	S	201.00	553.28	2324.44	1296.77	104.4	21.80	1.059	2.4
7	S	462.00	545.33	2316.21	1296.77	104.4	21.80	1.055	5.5
8	S	638.00	603.08	2392.29	1290.07	105.9	21.80	1.080	7.6

Opera di protezione Badagnano Ramo 12  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	50 di 71

### 10.3 setti

#### 10.3.1 verifica a flessione

Il massimo momento flettente sui setti si rileva in corrispondenza dell'attacco con la soletta; tale valore è pari a 2050 kNm

Si predispongono Ø26/10 su entrambi i lati della sezione.

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	150	1	53.09	5.3
			2	53.09	144.7

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U.  Metodo n

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

Tipo rottura  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Tipo flessione  
 Retta  Deviata

N° rett.

Calcola MRd

L<sub>0</sub>  cm

Precompresso

Materiali

B450C		C25/30	
ε <sub>su</sub>	67.5 ‰	ε <sub>c2</sub>	2 ‰
f <sub>yd</sub>	391.3 N/mm²	ε <sub>cu</sub>	3.5 ‰
E <sub>s</sub>	200.000 N/mm²	f <sub>cd</sub>	14.17
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub>	0.8
ε <sub>syd</sub>	1.957 ‰	σ <sub>c,adm</sub>	9.75
σ <sub>s,adm</sub>	255 N/mm²	τ <sub>co</sub>	0.6
		τ <sub>c1</sub>	1.829

M<sub>xRd</sub>  kNm

σ<sub>c</sub>  N/mm²

σ<sub>s</sub>  N/mm²

ε<sub>c</sub>  ‰

ε<sub>s</sub>  ‰

d  cm

x  x/d

δ

La sezione risulta verificata.

### 10.3.2 verifica a taglio

Calcestruzzo		Sollecitazioni		V
Tipo	C25/30	$V_{Ed}$	kN	<b>800</b>
$R_{ck}$	30 N/mm <sup>2</sup>	$N_{Ed}$	kN	<b>0</b>
$f_{ck}$	24.9 N/mm <sup>2</sup>	<b>Armatura a taglio</b>		
$\gamma_c$	1.5	Diametro	mm	20
$\alpha_{cc}$	0.85	Numero barre		2.5
$f_{cd}$	14.1 N/mm <sup>2</sup>	$A_{sw}$	cm <sup>2</sup>	7.85
<b>Acciaio</b>		Passo s	cm	40
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>	Angolo $\alpha$	°	90
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>	<b>Armatura longitudinale</b>		
$\gamma_s$	1.15	$n_1$		10
$f_{yd}$	391 N/mm <sup>2</sup>	$\varnothing_1$	mm	26
		$n_2$		
		$\varnothing_2$	mm	
		$A_{sl}$	cm <sup>2</sup>	53.09
		<b>Sezione</b>		
		$b_w$	cm	100
		H	cm	150
		c	cm	5.3
		d	cm	144.7
		k	N/mm <sup>2</sup>	1.37
		$v_{min}$	N/mm <sup>2</sup>	0.28
		$\rho$		0.0037
		$\sigma_{cp}$	N/mm <sup>2</sup>	0.00
		$\alpha_c$		1.00
		<b>Resistenza senza armatura a taglio</b>		
		$V_{Rd}$	kN	<b>498</b>
		<b>Resistenza con armatura a taglio</b>		
		Inclinazione puntone $\theta$	°	40
		$V_{RSd}$	kN	1192
		$V_{RCd}$	kN	4524
		<b><math>V_{Rd}</math></b>	kN	<b>1192</b>

La sezione risulta verificata.



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
N7D2 01 D 78 CL OC 07 00 001 A 52 di 71

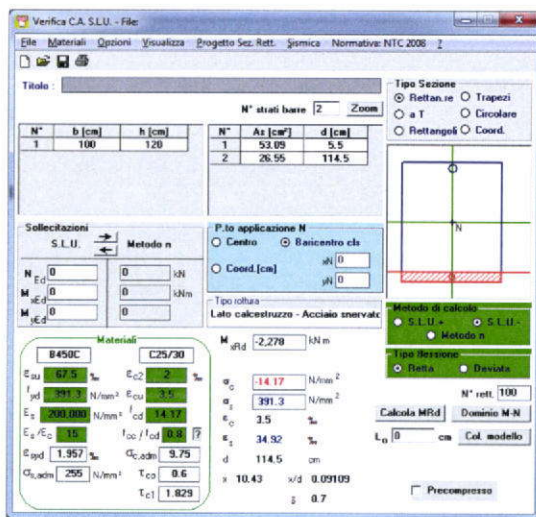
RELAZIONE DI CALCOLO

10.4 soletta

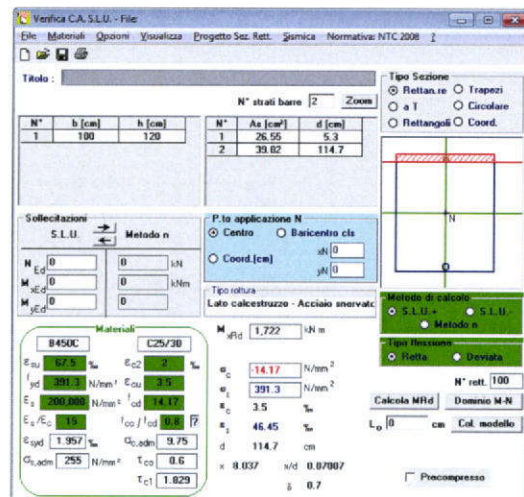
10.4.1 verifica a flessione

Il massimo momento flettente sulla soletta si rileva in corrispondenza dell'attacco con i setti; tale valore è pari a 2080 kNm; in campata il massimo momento risulta 800 kNm

In corrispondenza dell'attacco con i setti si predispongono Ø26/10 in estradosso soletta e Ø26/20 in intradosso.



In corrispondenza della mezzeria si predispongono Ø26/20 in estradosso e Ø26/20+ Ø26/40 in intradosso sezione.



Le verifiche risultano soddisfatte.

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	53 di 71

10.4.2 verifica a taglio

Calcestruzzo			Sollecitazioni		V
Tipo	C25/30		$V_{Ed}$	kN	<b>1150</b>
$R_{ck}$	30	N/mm <sup>2</sup>	$N_{Ed}$	kN	<b>0</b>
$f_{ck}$	24.9	N/mm <sup>2</sup>	<b>Armatura a taglio</b>		
$\gamma_c$	1.5		Diametro	mm	20
$\alpha_{cc}$	0.85		Numero barre		2.5
$f_{cd}$	14.1	N/mm <sup>2</sup>	$A_{sw}$	cm <sup>2</sup>	7.85
<b>Acciaio</b>			Passo s	cm	40
$f_{tk}$	540	N/mm <sup>2</sup>	Angolo $\alpha$	°	90
$f_{yk}$	450	N/mm <sup>2</sup>	<b>Armatura longitudinale</b>		
$\gamma_s$	1.15		$n_1$		10
$f_{yd}$	391	N/mm <sup>2</sup>	$\varnothing_1$	mm	26
			$n_2$		
			$\varnothing_2$	mm	
			$A_{sl}$	cm <sup>2</sup>	53.09
			<b>Sezione</b>		
			$b_w$	cm	100
			H	cm	120
			c	cm	5.3
			d	cm	114.7
			k	N/mm <sup>2</sup>	1.42
			$v_{min}$	N/mm <sup>2</sup>	0.29
			$\rho$		0.0046
			$\sigma_{cp}$	N/mm <sup>2</sup>	0.00
			$\alpha_c$		1.00
			<b>Resistenza senza armatura a taglio</b>		
			$V_{Rd}$	kN	<b>441</b>
			<b>Resistenza con armatura a taglio</b>		
			Inclinazione puntone $\theta$	°	30
			$V_{RSd}$	kN	1374
			$V_{RCd}$	kN	3154
			$V_{Rd}$	kN	<b>1374</b>

La sezione risulta verificata.



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	54 di 71

## 11 VERIFICHE A FESSURAZIONE

### 11.1 Criteri di verifica

#### Verifiche di fessurazione

Si valuterà lo stato limite di apertura delle fessure; per la combinazione di azioni prescelta, il valore limite di apertura della fessura calcolato al livello considerato è pari ad uno dei seguenti valori nominali:

$$w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

Lo stato limite di fessurazione deve essere fissato in funzione delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature alla corrosione.

Di seguito si riporta la tabella del paragrafo 4.1.2.2.4.3 del DM 14/01/2008, con i limiti di fessure per lo stato limite di esercizio considerato,

Tabella 4.1.IV – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	$w_d$	Stato limite	$w_d$
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Il valore di calcolo di apertura delle fessure ( $w_d$ ) non deve superare i valori nominali  $w_1$ ,  $w_2$ ,  $w_3$  secondo quanto riportato nella Tab. 4.1.IV. Il valore di calcolo è dato da:

$$1,7 w_m$$

dove  $w_m$ , rappresenta l'ampiezza media delle fessure, calcolata come prodotto della deformazione media delle barre d'armatura  $\epsilon_{sm}$  per la distanza media delle fessure  $\Delta_{sm}$ :

$$w_m = \epsilon_{sm} * \Delta_{sm}$$

$\epsilon_{sm}$  e  $\Delta_{sm}$  sono calcolati secondo le disposizioni della letteratura tecnica. In alternativa il valore di  $w_d$  può essere calcolato con la seguente espressione:

$$w_d = \epsilon_{sm} * \Delta_{smax}$$

dove:

$\Delta_{smax}$  è la distanza massima tra le fessure.



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	55 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

La deformazione unitaria media delle esm può essere calcolata con l'espressione:

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ctm}}{\rho_{eff}} (1 + \alpha_e \rho_{eff})}{E_s} \leq \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$\sigma_s$  è la tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata;

$\alpha_e$  è il rapporto  $E_s/E_{cm}$ ;

$\rho_{eff}$  è pari a  $A_s / A_{c,eff}$

$A_{c,eff}$  è l'area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura, di altezza  $h_{c,e_f}$ , dove  $h_{c,e_f}$  è

il minore tra  $2,5 (h - d)$ ,  $(h - x) / 3$  o  $h / 2$  (vedere figura C4.1.9);

$k_t$  è un fattore dipendente dalla durata del carico e vale:

$k_t = 0,6$  per carichi di breve durata,

$k_t = 0,4$  per carichi di lunga durata.

La distanza massima tra le fessure,  $\Delta_{smax}$ , può essere valutata con l'espressione:

$$\Delta_{smax} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \frac{\phi}{\rho_{eff}}$$

Dove  $\phi$  è il diametro delle barre.

Se nella sezione considerata sono impiegate barre di diametro diverso, si raccomanda di adottare un opportuno diametro equivalente,  $\phi_{eq}$ . Se  $n_1$  è il numero di barre di diametro  $\phi_1$  ed  $n_2$  è il numero di barre di diametro  $\phi_2$ , si raccomanda di utilizzare l'espressione seguente:

$$\phi_{eq} = \frac{n_1 \phi_1^2 + n_2 \phi_2^2}{n_1 \phi_1 + n_2 \phi_2}$$

$c$  è il ricoprimento dell'armatura;

$k_1 = 0,8$  per barre ad aderenza migliorata,

$= 1,6$  per barre lisce;

$k_2 = 0,5$  nel caso di flessione semplice,

$= 1,0$  nel caso di trazione semplice.

In caso di trazione eccentrica, o per singole parti di sezione, si raccomanda di utilizzare valori intermedi di  $k_2$ , che possono essere calcolati con la relazione:

$$k_2 = (\varepsilon_1 + \varepsilon_2) / 2\varepsilon_1$$





LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12  
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	56 di 71

in cui  $\varepsilon_1$  ed  $\varepsilon_2$  sono rispettivamente la più grande e la più piccola deformazione di trazione alle estremità della sezione considerata, calcolate per sezione fessurata.

$$k_3 = 3,4;$$

$$k_4 = 0,425.$$

### Verifiche delle tensioni di esercizio

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni caratteristica e quasi permanente delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si deve verificare che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti di seguito riportati.

Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio

Per calcestruzzo classe

combinazione rara

$$\sigma_{c,ad} = 0.60f_{ck}$$

combinazione quasi permanente

$$\sigma_{c,ad} = 0.45f_{ck}$$

Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio

la tensione massima  $\sigma_s$ , per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_s < 0.80f_{yk} = 0,80 \cdot 450 = 360 \text{ MPa}$$

## 11.2 Pali

### Riepilogo massime sollecitazioni

	$N_{Ed}$ [kN]	$M2_{Ed}$ [kNm]	$M3_{Ed}$ [kNm]	$V2_{Ed}$ [kN]	$V3_{Ed}$ [kN]
$N_{min}$	<b>-591</b>	0	933	89	0
$N_{max}$	<b>-1452.4</b>	0	0	-2	0
$M3_{max}^{(-)}$	-901	-3	<b>-920</b>	-140	0
$M3_{max}^{(+)}$	-596	0	<b>954</b>	90	2
$M2_{max}^{(-)}$	-887	<b>-4</b>	-913	-176	0
$M2_{max}^{(+)}$	-816	<b>5</b>	37	147	0
$V3_{max}$	-754	2	-259	336	<b>2</b>
$V2_{max}$	-890	-1	258	<b>-381</b>	0

### combinazioni di verifica

	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]
comb 1	-591	933
comb 2	-1452	0
comb 3	-901	920
comb 4	-596	954
comb 5	-887	913
comb 6	-816	38
comb 7	-754	259
comb 8	-890	258



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

**PROGETTO DEFINITIVO**

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	58 di 71

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Descrizione Sezione:  
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi  
 Normativa di riferimento: N.T.C.  
 Tipologia sezione: Sezione predefinita  
 Forma della sezione: Circolare  
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive  
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x, y principali d'inerzia  
 Riferimento alla sismicit : Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

**CALCESTRUZZO -**

Classe:	C25/30	
Resistenza compress. di calcolo fcd:	14.16	MPa
Resistenza compress. ridotta fcd':	7.080	MPa
Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.000	MPa
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.000	MPa
Ap. Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q. Permanenti:	11.250	MPa
Ap. Fessure limite S.L.E. comb. Q. Permanenti:	0.300	mm

**ACCIAIO -**

Tipo:	B450C	
Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
Resist. a snerv. di calcolo fyd:	391.30	MPa
Resist. ultima di calcolo ftd:	391.30	MPa
Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \beta_2$ :	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$ :	0.50	
Comb. Rare - Sf Limite:	360.00	MPa

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE**

Diametro sezione:	120.0	cm
Barre circonferenza:	32Ø24	(144.8 cm <sup>2</sup> )
Coprif. (dal baric. barre):	8.6	cm

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			

N° Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	580.00	1570.00	136.00	0.00
2	2050.00	0.10	3.00	0.00



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

**PROGETTO DEFINITIVO**

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	59 di 71

**RELAZIONE DI CALCOLO**

3	1306.00	1263.00	216.00	0.00
4	591.00	1571.00	137.00	0.00
5	1431.00	393.00	64.00	0.00
6	945.00	69.00	201.00	0.00
7	885.00	369.00	462.00	0.00
8	1288.00	312.00	638.00	0.00

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	591.00	933.00
2	1452.00	0.00
3	901.00	920.00
4	596.00	954.00
5	887.00	913.00
6	816.00	38.00
7	754.00	259.00
8	890.00	258.00

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	591.00	933.00 (620.03)
2	1452.00	0.00 (0.00)
3	901.00	920.00 (661.12)
4	596.00	954.00 (619.07)
5	887.00	913.00 (660.13)
6	816.00	38.00 (0.00)
7	754.00	259.00 (1049.51)
8	890.00	258.00 (1255.00)

**COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	591.00	933.00 (620.03)
2	1452.00	0.00 (0.00)
3	901.00	920.00 (661.12)
4	596.00	954.00 (619.07)
5	887.00	913.00 (660.13)
6	816.00	38.00 (0.00)
7	754.00	259.00 (1049.51)
8	890.00	258.00 (1255.00)



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	60 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.7 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 6.0 cm

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
Sc max Massima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sc min Minima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])  
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]  
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre  
Ac eff. Area di congl. [cm<sup>2</sup>] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)  
As eff. Area Barre tese di acciaio [cm<sup>2</sup>] ricadente nell'area efficace (verifica fess.)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	7.16	-60.0	0.00	60.0	-161.8	51.4	25.4	2815	49.8	---
2	S	1.08	-60.0	1.08	60.0	16.2	-10.0	0.0	0	0.0	---
3	S	7.05	-60.0	0.00	60.0	-137.0	51.4	25.4	2815	49.8	---
4	S	7.32	-60.0	0.00	60.0	-166.0	51.4	25.4	2815	49.8	---
5	S	6.99	-60.0	0.00	60.0	-136.4	51.4	25.4	2815	49.8	---
6	S	0.78	-60.0	0.43	60.0	6.8	51.4	0.0	0	0.0	---
7	S	1.94	-60.0	0.00	60.0	-12.5	51.4	25.4	1792	31.7	---
8	S	1.96	-60.0	0.00	60.0	-8.4	51.4	25.4	1280	22.6	---

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
ScImax Massima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]  
ScImin Minima tensione nel conglomerato nello STATO I non fessurato [Mpa]  
K3 = 0,125 per flessione; = 0,25 (ScImin + ScImax)/(2 ScImin) per trazione eccentrica  
Beta12 Prodotto dei Coeff. di aderenza Beta1\*Beta2  
Psi = 1-Beta12\*(Ssr/Ss)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(fctm/ScImin)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(Mfess/M)<sup>2</sup> [B.6.6 DM96]  
e sm Deformazione unitaria media tra le fessure. Tra parentesi il valore minimo = 0.4 Ss/Es  
srm Distanza media in mm tra le fessure  
wk Apertura delle fessure in mm = 1,7\*Eps\*Srm. Tra parentesi è indicato il valore limite.  
M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	ScImax	ScImin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	4.73	-3.85	---	0.125	1.00	0.558	0.000452 (0.000324)	236	0.181	620.03
2	S	1.08	1.08	---	---	---	0.000	---	0	---	---
3	S	4.90	-3.56	---	0.125	1.00	0.484	0.000331 (0.000274)	236	0.133	661.12
4	S	4.83	-3.95	---	0.125	1.00	0.579	0.000481 (0.000332)	236	0.193	619.07
5	S	4.86	-3.54	---	0.125	1.00	0.477	0.000326 (0.000273)	236	0.131	660.13
6	S	0.78	0.43	---	---	---	0.000	---	0	---	---
7	S	1.75	-0.63	---	0.125	1.00	0.400	0.000025 (0.000025)	236	0.010	1049.51
8	S	1.85	-0.53	---	0.125	1.00	0.400	0.000017 (0.000017)	236	0.007	1255.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
N7D2 01 D 78 CL OC 07 00 001 A 61 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	7.16	-60.0	0.00	60.0	-161.8	51.4	25.4	2815	49.8	----
2	S	1.08	-60.0	1.08	60.0	16.2	-10.0	0.0	0	0.0	----
3	S	7.05	-60.0	0.00	60.0	-137.0	51.4	25.4	2815	49.8	----
4	S	7.32	-60.0	0.00	60.0	-166.0	51.4	25.4	2815	49.8	----
5	S	6.99	-60.0	0.00	60.0	-136.4	51.4	25.4	2815	49.8	----
6	S	0.78	-60.0	0.43	60.0	6.8	51.4	0.0	0	0.0	----
7	S	1.94	-60.0	0.00	60.0	-12.5	51.4	25.4	1792	31.7	----
8	S	1.96	-60.0	0.00	60.0	-8.4	51.4	25.4	1280	22.6	----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	4.73	-3.85	---	0.125	0.50	0.779	0.000630 (0.000324)	236	0.253 (0.40)	620.03
2	S	1.08	1.08	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
3	S	4.90	-3.56	---	0.125	0.50	0.742	0.000508 (0.000274)	236	0.204 (0.40)	661.12
4	S	4.83	-3.95	---	0.125	0.50	0.789	0.000655 (0.000332)	236	0.263 (0.40)	619.07
5	S	4.86	-3.54	---	0.125	0.50	0.739	0.000504 (0.000273)	236	0.202 (0.40)	660.13
6	S	0.78	0.43	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
7	S	1.75	-0.63	---	0.125	0.50	0.400	0.000025 (0.000025)	236	0.010 (0.40)	1049.51
8	S	1.85	-0.53	---	0.125	0.50	0.400	0.000017 (0.000017)	236	0.007 (0.40)	1255.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	7.16	-60.0	0.00	60.0	-161.8	51.4	25.4	2815	49.8	----
2	S	1.08	-60.0	1.08	60.0	16.2	-10.0	0.0	0	0.0	----
3	S	7.05	-60.0	0.00	60.0	-137.0	51.4	25.4	2815	49.8	----
4	S	7.32	-60.0	0.00	60.0	-166.0	51.4	25.4	2815	49.8	----
5	S	6.99	-60.0	0.00	60.0	-136.4	51.4	25.4	2815	49.8	----
6	S	0.78	-60.0	0.43	60.0	6.8	51.4	0.0	0	0.0	----
7	S	1.94	-60.0	0.00	60.0	-12.5	51.4	25.4	1792	31.7	----
8	S	1.96	-60.0	0.00	60.0	-8.4	51.4	25.4	1280	22.6	----

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sclmax	Sclmin	Sc Eff	K3	Beta12	Psi	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	4.73	-3.85	---	0.125	0.50	0.779	0.000630 (0.000324)	236	0.253 (0.30)	620.03
2	S	1.08	1.08	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
3	S	4.90	-3.56	---	0.125	0.50	0.742	0.000508 (0.000274)	236	0.204 (0.30)	661.12
4	S	4.83	-3.95	---	0.125	0.50	0.789	0.000655 (0.000332)	236	0.263 (0.30)	619.07
5	S	4.86	-3.54	---	0.125	0.50	0.739	0.000504 (0.000273)	236	0.202 (0.30)	660.13
6	S	0.78	0.43	---	---	---	0.000	---	0	---	-----
7	S	1.75	-0.63	---	0.125	0.50	0.400	0.000025 (0.000025)	236	0.010 (0.30)	1049.51
8	S	1.85	-0.53	---	0.125	0.50	0.400	0.000017 (0.000017)	236	0.007 (0.30)	1255.00



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12  
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	62 di 71

### 11.3 Setti

Il massimo momento per la verifica in esercizio si ha in corrispondenza dell'attacco con la soletta.

Si riporta di seguito una sola verifica in quanto tutto il setto è armato in modo simmetrico.

Momento negativo: -1450 kNm

Solicitazioni			
Momento flettente	M	1450	kN m
Sforzo normale	N		kN
Materiali			
Res. caratteristica cubica cls	$R_{ck}$	30	N/mm <sup>2</sup>
Res. caratteristica cilindrica cls	$f_{ck}$	24.9	N/mm <sup>2</sup>
Res. media a trazione cls	$f_{ctm}$	2.6	N/mm <sup>2</sup>
Res. caratteristica a trazione cls	$f_{ctk}$	1.8	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	
Caratteristiche geometriche			
Altezza sezione	H	150	cm
Larghezza sezione	B	100	cm
Armatura compressa (1° strato)	$AS_1'$	53.09	cm <sup>2</sup>
Armatura compressa (2° strato)	$AS_2'$	0.00	cm <sup>2</sup>
Armatura tesa (2° strato)	$AS_2$	0.00	cm <sup>2</sup>
Armatura tesa (1° strato)	$AS_1$	53.09	cm <sup>2</sup>
		10 Ø 26	$C_{s1} = 5.3$ cm
		Ø	$C_{s2} =$ cm
		Ø	$C_2 =$ cm
		10 Ø 26	$C_{s1} = 5.3$ cm
Tensioni nei materiali			
Compressione max nel cls.	$\sigma_c$	4.4	N/mm <sup>2</sup>
Trazione nell'acciaio (1° strato)	$\sigma_s$	202.8	N/mm <sup>2</sup>
Eccentricità	e (M)	∞	cm > H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	∞	cm
Posizione asse neutro	y (M)	35.5	cm
Area ideale (sez. int. reagente)	$A_{id}$	16487	cm <sup>2</sup>
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	$J_{id}$	3.6E+07	cm <sup>4</sup>
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	$J_{id*}$	1.2E+07	cm <sup>4</sup>
Verifica a fessurazione			
Momento di fessurazione ( $f_{ctk}$ )	$M_{fess*}$	856	kN m La sezione è fessurata
Fattore che tiene conto della durata del carico	$k_f$	0.4	
Altezza efficace	$d_{eff}$	13.3	cm
Area efficace	$AC_{eff}$	1325	cm <sup>2</sup>
Armatura nell'area efficace	$AS$	53.1	cm <sup>2</sup>
	$\rho_{p,eff}$	0.04007	
Resistenza cilindrica media	$f_{cm}$	32.9	N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico del cls	$E_{cm}$	31,447	N/mm <sup>2</sup>
	$\sigma_c$	6.7	
Deform. media dell'arm. - quella del cls	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.00081	
	$k_1$	0.8	
	$k_2$	0.5	
	$k_3$	3.4	
	$k_4$	0.425	
Copriferro netto	$c'$	4.0	cm
Diámetro equivalente delle barre	$\phi_{eq}$	26.0	mm
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	24.6	cm
Ampezza delle fessure	$w_d = w_k$	0.20	mm
Tipo di armatura		Poco sensibile	
Condizioni ambientali		Ordinarie	
Stato limite		Quasi permanente	
Valore limite di apertura delle fessure		$w_2 = 0.3$ mm	



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12  
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	63 di 71

### 11.4 Soletta

Momento negativo: -1450 kNm

Momento positivo: 500 kNm

Sollecitazioni					
Momento flettente	M	1450	kN m		
Sforzo normale	N		kN		
Materiali					
Res. caratteristica cubica cls	$R_{ck}$	30	N/mm <sup>2</sup>		
Res. caratteristica cilindrica cls	$f_{ck}$	24.9	N/mm <sup>2</sup>		
Res. media a trazione cls	$f_{ctm}$	2.6	N/mm <sup>2</sup>		
Res. caratteristica a trazione cls	$f_{ctk}$	1.8	N/mm <sup>2</sup>		
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15			
Caratteristiche geometriche					
Altezza sezione	H	120	cm		
Larghezza sezione	B	100	cm		
Armatura compressa (1° strato)	$AS_1'$	26.55	cm <sup>2</sup>	5 Ø 26	$c_{s1} = 5.3$ cm
Armatura compressa (2° strato)	$AS_2'$	0.00	cm <sup>2</sup>	Ø	$c_{s2} =$ cm
Armatura tesa (2° strato)	$AS_2$	0.00	cm <sup>2</sup>	Ø	$c_2 =$ cm
Armatura tesa (1° strato)	$AS_1$	53.09	cm <sup>2</sup>	10 Ø 26	$c_1 = 5.3$ cm
Tensioni nei materiali					
Compressione max nel cls.	$\sigma_c$	7.0	N/mm <sup>2</sup>		
Trazione nell'acciaio (1° strato)	$\sigma_s$	260.9	N/mm <sup>2</sup>		
Eccentricità	e (M)	∞	cm	> H/6 Sez. parzializzata	
	u (M)	∞	cm		
Posizione asse neutro	y (M)	32.9	cm		
Area ideale (sez. int. reagente)	$A_{id}$	13115	cm <sup>2</sup>		
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	$J_{id}$	1.8E+07	cm <sup>4</sup>		
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	$J_{id+}$	6819235	cm <sup>4</sup>		
Verifica a fessurazione					
Momento di fessurazione ( $f_{ctk}$ )	$M_{fess}^*$	536	kN m	La sezione è fessurata	
Fattore che tiene conto della durata del carico	$k_t$	0.4			
Altezza efficace	$d_{eff}$	13.3	cm		
Area efficace	$A_{C_{eff}}$	1325	cm <sup>2</sup>		
Armatura nell'area efficace	$A_s$	53.1	cm <sup>2</sup>		
	$\rho_{p,eff}$	0.04007			
Resistenza cilindrica media	$f_{cm}$	32.9	N/mm <sup>2</sup>		
Modulo elastico del cls	$E_{cm}$	31,447	N/mm <sup>2</sup>		
	$\alpha_e$	6.7			
Deform. media dell'arm. - quella del cls	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0.00109			
	$k_1$	0.8			
	$k_2$	0.5			
	$k_3$	3.4			
	$k_4$	0.425			
Copriferro netto	$c'$	4.0	cm		
Diámetro equivalente delle barre	$\varnothing_{eq}$	26.0	mm		
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	24.6	cm		
Ampiezza delle fessure	$w_d = w_k$	0.27	mm		
Tipo di armatura		Poco sensibile			
Condizioni ambientali		Ordinarie			
Stato limite		Quasi permanente			
Valore limite di apertura delle fessure		$w_2=0.3$ mm			



**PROGETTO DEFINITIVO**

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	64 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

**Sollecitazioni**

Momento flettente	M	500	kN m
Sforzo normale	N		kN

**Materiali**

Res. caratteristica cubica cls	$R_{ck}$	30	N/mm <sup>2</sup>
Res. caratteristica cilindrica cls	$f_{ck}$	24.9	N/mm <sup>2</sup>
Res. media a trazione cls	$f_{ctm}$	2.6	N/mm <sup>2</sup>
Res. caratteristica a trazione cls	$f_{ctk}$	1.8	N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente omog. acciaio-cls	n	15	

**Caratteristiche geometriche**

Altezza sezione	H	120	cm		
Larghezza sezione	B	100	cm		
Armatura compressa (1° strato)	$AS_1'$	26.55	cm <sup>2</sup>	5 Ø 26	$C_{s1} = 5.3$ cm
Armatura compressa (2° strato)	$AS_2'$	0.00	cm <sup>2</sup>	Ø	$C_{s2} =$ cm
Armatura tesa (2° strato)	$AS_2$	0.00	cm <sup>2</sup>	Ø	$C_{t2} =$ cm
Armatura tesa (1° strato)	$AS_1$	39.82	cm <sup>2</sup>	7.5 Ø 26	$C_{t1} = 5.3$ cm

**Tensioni nei materiali**

Compressione max nel cls.	$\sigma_c$	2.7	N/mm <sup>2</sup>
Trazione nell'acciaio (1° strato)	$\sigma_s$	118.6	N/mm <sup>2</sup>

Eccentricità	e (M)	∞	cm	> H/6 Sez. parzializzata
	u (M)	∞	cm	
Posizione asse neutro	y (M)	28.9	cm	
Area ideale (sez. int. reagente)	$A_{id}$	12929	cm <sup>2</sup>	
Mom. di inerzia ideale (sez. int. reag.)	$J_{id}$	1.7E+07	cm <sup>4</sup>	
Mom. di inerzia ideale (sez. parz. N=0)	$J_{id*}$	5423436	cm <sup>4</sup>	

**Verifica a fessurazione**

Momento di fessurazione ( $f_{cr}$ )	$M_{facc}^*$	519	kN m	La sezione non è fessurata
--------------------------------------	--------------	-----	------	----------------------------



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	65 di 71

## 12 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 12.1 Criteri di calcolo

Le analisi sono state effettuate secondo le NTC 08 tenendo conto di possibili SLU di tipo geotecnico. Nello specifico sono state effettuate le verifiche dei seguenti stati limite:

#### SLU di tipo geotecnico (GEO) per carichi limiti orizzontali

- collasso per raggiungimento della resistenza del terreno con rotazione attorno ad un punto della paratia stessa;

Le verifiche relative al dimensionamento geotecnico, nei confronti del meccanismo di collasso determinato dal raggiungimento della resistenza del terreno sono state effettuate con la combinazione 2 dell'approccio 1 (A2+M2+R1) che prevede l'amplificazione delle azioni variabili ( $\gamma_q=1.3$ ) e la riduzione dei parametri di resistenza a taglio  $\gamma_\phi=1.25$ , mentre risultano unitari i coefficienti  $\gamma_r$  sulla resistenza globale del terreno.

#### SLU di tipo geotecnico (GEO) per carichi limiti verticali

- collasso per raggiungimento del carico limite verticale del palo;

Le verifiche relative al dimensionamento geotecnico, nei confronti del meccanismo di collasso determinato dal raggiungimento della resistenza del terreno sono state effettuate con l'approccio 2 (A1+M1+R3) che prevede l'amplificazione delle azioni variabili ( $\gamma_q=1.3$ ) e la riduzione dei coefficienti  $\gamma_b$  e  $\gamma_s$  sulla resistenza laterale ed alla base, mentre risultano unitari i parametri di resistenza a taglio del terreno.

### 12.2 Algoritmo di calcolo

Le analisi sono state effettuate in condizioni di deformazione piana (secondo un piano verticale ortogonale all'asse della strada) utilizzando il codice di calcolo agli elementi finiti PARATIE- di CEAS (ver. 7).

Nel codice di calcolo la modellazione dell'interazione terreno-struttura è del tipo "Trave su suolo elastico". La struttura viene schematizzata mediante elementi tipo "trave", definiti nel piano da un nodo iniziale ed uno finale, e dalle caratteristiche inerziali della sezione trasversale. Ogni nodo dell'elemento possiede due gradi di libertà: la traslazione in direzione orizzontale e la rotazione intorno ad un asse ortogonale al piano di riferimento.

Il terreno viene schematizzato mediante elementi monodimensionali tipo molla, connessi alla paratia in ogni suo nodo. Il comportamento meccanico della molla è di tipo elasto-plastico: essa reagisce elasticamente fino ai valori limiti della resistenza, raggiunta la quale, a seconda del verso dello spostamento, assume un valore pari alla spinta attiva o alla spinta passiva del terreno. Il criterio di resistenza adottato è quello di Mohr-Coulomb. La deformabilità della molla è funzione dello stato tensionale a cui risulta sottoposta: in campo elastico essa è definita dalla rigidezza:

$$K = E \cdot D/L$$



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	66 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

dove  $E$  è il modulo di elasticità del terreno,  $L$  la lunghezza della molla e  $D$  l'interasse tra le singole molle. La lunghezza della molla  $L$  è variabile in funzione delle dimensioni della zona di terreno coinvolta nel movimento, sia in condizioni di spinta attiva sia di spinta passiva.

Lo stato tensionale iniziale della molla, nelle condizioni che precedono le operazioni di scavo e/o all'applicazione di qualsiasi azione esterna sulla paratia, è funzione della tensione verticale litostatica secondo la relazione  $\sigma'_h = K_0 \sigma'_v$ , in cui  $K_0$  è il coefficiente di spinta a riposo. A seguito delle operazioni di scavo, o per applicazione di azioni esterne sulla struttura, le reazioni offerte dalla molla aumentano o diminuiscono (a seconda del verso della deformazione) raggiungendo al limite le tensioni corrispondenti alle condizioni di spinta attiva o passiva, rispettivamente per decrementi o incrementi di tensione.

Per la valutazione del  $K_0$  si utilizza l'espressione:  $K_0 = 1 - \text{sen} \phi'$ .

Per i coefficienti di spinta attiva e passiva  $K_a$  e  $K_p$  sono state utilizzate le espressioni fornite da Caquot e Kerisel, ipotizzando un angolo di attrito tra terreno e struttura pari a  $2/3 \phi$ .

### 12.3 Analisi dei carichi

I carichi di cui si è tenuto conto nelle analisi sono:

#### Spinta del terreno

I diagrammi di spinta delle terre vengono determinati dal codice di calcolo con riferimento alle caratteristiche geotecniche del terreno ed alle fasi di scavo.

#### Sovraccarico permanente

Il rilevato sopra l'opera, di altezza pari ad 0.6 m è stata schematizzata mediante un sovraccarico permanente di 15kPa (valore caratteristico) uniformemente distribuito.

#### Sovraccarico accidentale

A monte della paratia è stato considerato un sovraccarico accidentale di 20 kPa (valore caratteristico), uniformemente distribuito, che schematizza la presenza del carico stradale sull'asse mediano e di eventuali mezzi di lavoro.

#### Carichi sismici

In condizione sismica si considera un incremento della spinta del terreno rispetto alla condizione statica in esercizio. La sovrappinta sismica può essere calcolata con la teoria di Wood, risultando in un valore di spinta al metro pari a  $\Delta S_{ac} = a_{max} / g \cdot \gamma \cdot H_2$ , da applicare ad una quota pari ad  $H/2$  nel caso di muro impedito di traslare.

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	67 di 71

#### Spinta del terreno in fase sismica (Condizione SPSDX)

Risultante della spinta sismica	$\Delta SE = (a_{max}/g) \cdot \gamma \cdot (H)^2 = 0.299 \cdot 19 \cdot 9.4^2$	502	kN
Pressione uniforme risultante	$\Delta pE = \Delta SE / H = 502 / 9.4$	53.4	kN/m <sup>2</sup>

### 12.4 Schematizzazione di calcolo

Le analisi sono state effettuate in condizioni di deformazione piana. Il modello di calcolo utilizzato per valutare lo stato di sforzo e di deformazione nel terreno consente di simulare ogni fase di lavoro, tenendo conto, quindi, dell'evoluzione del regime tensionale e deformativo in ogni "passo" dell'analisi. In particolare nelle analisi svolte sono state schematizzate le seguenti fasi costruttive:

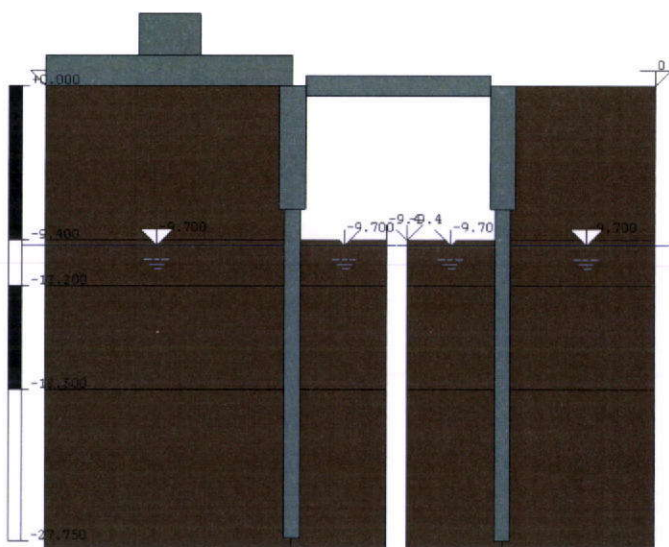
*Fase 1: Condizione iniziale geostatica;*

*Fase 2: Scavo di sbancamento fino a -3.0m da testa piedritto*

*Fase 3: Scavo di sbancamento fino a -6.0m da testa piedritto*

*Fase 4: raggiungimento fondo scavo a quota -9.4m da testa piedritto*

*Fase 5: applicazione sovraccarico accidentale e sovraccarico permanente a monte opera*





LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

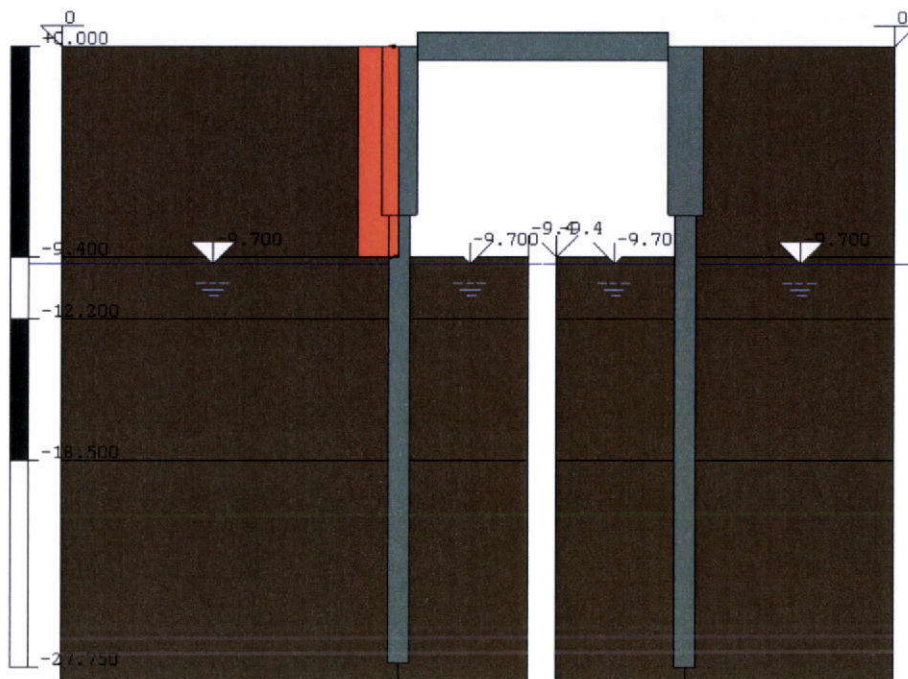
PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	68 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

Fase 6: applicazione del carico sismico





LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	69 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

## 12.5 Schematizzazione geotecnica e parametri di calcolo

I calcoli sono stati condotti utilizzando i parametri caratteristici del terreno per le analisi STR ed parametri di resistenza ridotti tramite i coefficienti parziali del gruppo M2, per le analisi GEO. Nelle tabelle sottostanti sono riportate le stratigrafie di calcolo ed i valori caratteristici dei parametri utilizzati nei calcoli di dimensionamento per le diverse sezioni tipo.

### Stratigrafia e parametri caratteristici del terreno

TERRENO	Prof. m	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	$c'$ kPa	$\phi'$ °	Evc/Eur MPa
Terreno spingente	0 ÷ -9.4	19	0	30	10/15
DI	-9.4 ÷ -12.20	16	5	27	10/15
P0	-12.2 ÷ -18.5	16	0	35	15/22.5
T (Ts e Tl)	-18.5	15.0	5	35	30/45
FALDA -9.70m da testa setti					

## 12.6 Risultati delle analisi

Nelle tabelle sono riportati i coefficienti di sicurezza, in termini di rapporto tra spinta passiva disponibile e quella mobilitata, ottenuti per le diverse fasi di scavo dalle analisi A2-M2.

Le analisi svolte per la verifica della stabilità dell'opera nei confronti del collasso per il raggiungimento della resistenza del terreno (A2-M2), mostrano la convergenza delle analisi numeriche, che garantisce le condizioni di equilibrio dell'opera.

### Coefficiente di sicurezza – Analisi A2-M2

	F
FASE 2 (condizioni statiche)	6.10
FASE 3 (condizioni statiche)	4.76
FASE 4 (condizioni statiche)	2.88
FASE 5 (condizioni statiche)	2.68
FASE 6 (condizioni sismica)	2.52



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
N7D2	01	D 78 CL	OC 07 00 001	A	70 di 71

RELAZIONE DI CALCOLO

## 12.7 Portanza per carichi verticali

La massima reazione nodale in combinazione SLU alla base dei pali risulta 2050 kN.

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F3
Text	Text	Text	Text	KN
15313	ENV_SLU	Combination	Max	2031.9
15313	ENV_SLU	Combination	Min	1369.2
15315	ENV_SLU	Combination	Max	2017.2
15315	ENV_SLU	Combination	Min	1367.9
15316	ENV_SLU	Combination	Max	1975.4
15316	ENV_SLU	Combination	Min	1361.7
15317	ENV_SLU	Combination	Max	1965.7
15317	ENV_SLU	Combination	Min	1355.0
15318	ENV_SLU	Combination	Max	2000.1
15318	ENV_SLU	Combination	Min	1364.1
<b>15364</b>	<b>ENV_SLU</b>	<b>Combination</b>	<b>Max</b>	<b>2050.1</b>
15364	ENV_SLU	Combination	Min	1366.0
15382	ENV_SLU	Combination	Max	1989.1
15382	ENV_SLU	Combination	Min	1364.4
15862	ENV_SLU	Combination	Max	1918.1
15862	ENV_SLU	Combination	Min	1159.3
15863	ENV_SLU	Combination	Max	1910.5
15863	ENV_SLU	Combination	Min	1157.3
15864	ENV_SLU	Combination	Max	1860.3
15864	ENV_SLU	Combination	Min	1151.6
15865	ENV_SLU	Combination	Max	1850.3
15865	ENV_SLU	Combination	Min	1144.9
15866	ENV_SLU	Combination	Max	1896.9
15866	ENV_SLU	Combination	Min	1153.7
15896	ENV_SLU	Combination	Max	1936.6
15896	ENV_SLU	Combination	Min	1156.3
15914	ENV_SLU	Combination	Max	1881.8
15914	ENV_SLU	Combination	Min	1153.6



LINEA AV MILANO NAPOLI - TRATTA ROMA-NAPOLI  
 VIABILITA' DI ACCESSO ALLA STAZIONE AV NAPOLI-AFRAGOLA  
 VIABILITA' DI CUI ALLA LETTERA b) DELL'ARTICOLO 6 DELL'ACCORDO  
 PROCEDIMENTALE RFI - COMUNE DI AFRAGOLA DEL 22/06/2012

PROGETTO DEFINITIVO

Opera di protezione Badagnano Ramo 12  
 RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
 N7D2 01 D 78 CL OC 07 00 001 A 71 di 71

La verifica a carico limite verticale del palo, viene effettuata facendo affidamento solo all'ultimo strato T1.

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO

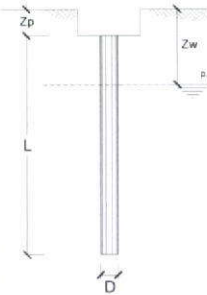
CANTIERE:

OPERA:

DATI DI INPUT:

Diametro del Palo (D): 1.20 (m) Area del Palo (Ap): 1.131 (m<sup>2</sup>)  
 Quota testa Palo dal p.c. (z<sub>p</sub>): 3.50 (m) Quota falda dal p.c. (z<sub>f</sub>): 3.80 (m)  
 Carico Assiale Permanente (G): 2050 (kN) Carico Assiale variabile (Q): 0 (kN)  
 Numero di strati: 5  $\frac{L}{D}$  Lpalo = 18.00 (m)

coefficienti parziali		azioni		resistenza laterale e di base		
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	$\gamma_s$	$\gamma_s$	$\gamma_{s, var}$
D	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	1.00	1.30	1.70	1.45	1.60
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.35	1.15	1.25
	SISMA	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25
DMB8		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		1.00	1.00	1.35	1.15	1.25



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A	prog
$\gamma_s$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\gamma_{s, var}$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

PARAMETRI MEDI

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$c_{med}$ (kPa)	$\phi_{med}$ (°)	$c_{u, med}$ (kPa)
1	0.30	DI	16.00			
2	3.20	DI	16.00			
3	5.50	PO	16.00			
4	3.70	Ts	15.00			
5	5.30	Ti	15.00	50.0	38.0	

Coefficienti di Calcolo			
k	$\mu$	$\alpha$	$\alpha$
0.00	0.00		
0.00	0.00		
0.00	0.00		
0.00	0.00		
0.38	0.78		

(n.b. lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del pileto)

PARAMETRI MINIMI (solo per SLU)

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$c_{min}$ (kPa)	$\phi_{min}$ (°)	$c_{u, min}$ (kPa)
1	0.30	DI	16.00			
2	3.20	DI	16.00			
3	5.50	PO	16.00			
4	3.70	Ts	15.00			
5	5.30	Ti	15.00	50.0	38.0	

Coefficienti di Calcolo			
k	$\mu$	$\alpha$	$\alpha$
0.00	0.00		
0.00	0.00		
0.00	0.00		
0.00	0.00		
0.38	0.78		

RISULTATI

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	media				minima (solo SLU)					
			Q <sub>cl</sub> (kN)	N <sub>q</sub> (-)	N <sub>c</sub> (-)	Q <sub>bl</sub> (kPa)	Q <sub>bl</sub> (kN)	Q <sub>cl</sub> (kN)	N <sub>q</sub> (-)	N <sub>c</sub> (-)	Q <sub>bl</sub> (kPa)	Q <sub>bl</sub> (kN)
1	0.30	DI	0.0			0.0			0.0			
2	3.20	DI	0.0			0.0			0.0			
3	5.50	PO	0.0			0.0			0.0			
4	3.70	Ts	0.0			0.0			0.0			
5	5.30	Ti	868.5	24.12	29.59	5290.4	5983.3	868.5	24.12	29.59	5290.4	5983.3

CARICO ASSIALE AGENTE

$N_d = N_g \cdot \gamma_g + N_q \cdot \gamma_q$   
 $N_d = 2050.0$  (kN)

CAPACITA' PORTANTE MEDIA

base  $R_{c, cal, med} = 5983.3$  (kN)  
 laterale  $R_{s, cal, med} = 868.5$  (kN)  
 totale  $R_{c, cal, med} = 6851.8$  (kN)

CAPACITA' PORTANTE MINIMA

base  $R_{c, cal, min} = 5983.3$  (kN)  
 laterale  $R_{s, cal, min} = 868.5$  (kN)  
 totale  $R_{c, cal, min} = 6851.8$  (kN)

CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA

$R_{c, k} = \text{Min}(R_{c, cal, med} / \gamma_s ; R_{c, cal, min} / \gamma_{s, var}) = 3519.6$  (kN)  
 $R_{s, k} = \text{Min}(R_{s, cal, med} / \gamma_s ; R_{s, cal, min} / \gamma_{s, var}) = 510.9$  (kN)  
 $R_{c, k} = R_{c, k} + R_{s, k} = 4030.5$  (kN)

CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO

$R_{c, d} = R_{c, k} / \gamma_b + R_{s, k} / \gamma_s$   
 $R_{c, d} = 3051.3$  (kN)  
 $F_s = R_{c, d} / N_d$   
 $F_s = 1.49$