

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO  
NODO DI CATANIA**

**U.O. INFRASTRUTTURE SUD**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA  
DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL  
TRATTO DI LINEA INTERESSATO.**

**MACROFASE FUNZIONALE 1**

**LOTTO 2**

**Terminal Merci Fase 1 - OPERE CIVILI**

**Sottovia - SL06 Sottovia asta di manovra - Relazione di calcolo sottovia**

SCALA:

-

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

RS3H    02    D    78    CL    SL0600    001    A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	L.Nani	Gennaio 2020	G. Giustino 	Gennaio 2020	S. Vanfiori 	Gennaio 2020	D. Tiberti Gennaio 2020 

File: RS3H.0.2.D.78.CL.SL.06.0.0.001.A

n. Elab.:

ITALEFERR S.p.A.  
Gruppo Ferrovie dello Stato  
Direzione Tecnica  
UO Infrastrutture Sud  
Prof. Ing. Dante Tiberti  
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10075



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3H	02	CL	SL0100 001	A	1 di 85

1	PREMESSA .....	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	6
3	MATERIALI .....	7
3.1	CALCESTRUZZO SCATOLARE .....	7
3.2	ACCIAIO D'ARMATURA .....	7
3.3	VERIFICA S.L.E. ....	8
3.3.1	<i>Verifica tensioni</i> .....	8
3.3.2	<i>Verifica a fessurazione</i> .....	9
4	INQUADRAMENTO GEOTECNICO .....	11
4.1	TERRENO DI RICOPRIMENTO .....	11
4.2	TERRENO DI FONDAZIONE .....	11
5	CARATTERIZZAZIONE SISMICA .....	12
5.1	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO .....	12
5.2	PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA .....	12
6	MODELLAZIONE ADOTTATA .....	17
7	ANALISI DEI CARICHI .....	20
7.1	PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA .....	20
7.2	CARICHI PERMANENTI PORTATI .....	20
7.3	BALLAST .....	21
7.4	SPINTA DEL TERRENO .....	22
7.5	SOVRACCARICO FERROVIARIO .....	24
7.5.1	<i>Azioni variabili verticali</i> .....	24
7.5.2	<i>Azioni variabili orizzontali</i> .....	30
7.6	SOVRACCARICO ACCIDENTALE SULLA SOLETTA INFERIORE .....	33
7.7	AZIONI TERMICHE .....	33
7.8	RITIRO .....	34



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	2 di 85

7.9	AZIONE SISMICA .....	35
8	COMBINAZIONI DI CARICO .....	40
9	RISULTATI E VERIFICHE .....	49
9.1	VERIFICA SOLETTA SUPERIORE.....	51
9.1.1	<i>Verifica in condizioni statiche</i> .....	53
9.1.2	<i>Verifica in condizioni sismiche</i> .....	59
9.2	VERIFICA PIEDRITTI.....	63
9.2.1	<i>Verifica in condizioni statiche</i> .....	64
9.2.2	<i>Verifica in condizioni sismiche</i> .....	71
9.3	VERIFICA SOLETTA INFERIORE .....	74
9.3.1	<i>Verifica in condizioni statiche</i> .....	76
9.3.2	<i>Verifica in condizioni sismiche</i> .....	82



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

RS3H

02

CL

SL0100 001

A

3 di 85

## 1 PREMESSA

La seguente relazione di calcolo riguarda la progettazione di una struttura scatolare, costituente il sottovia SL06 posto alla progressiva km 1+647.78 dell' Asse di riferimento del Terminal Merci. L'opera è inquadrata entro il progetto dell'interramento della linea per il prolungamento della pista dell'aeroporto di Fontanarossa.

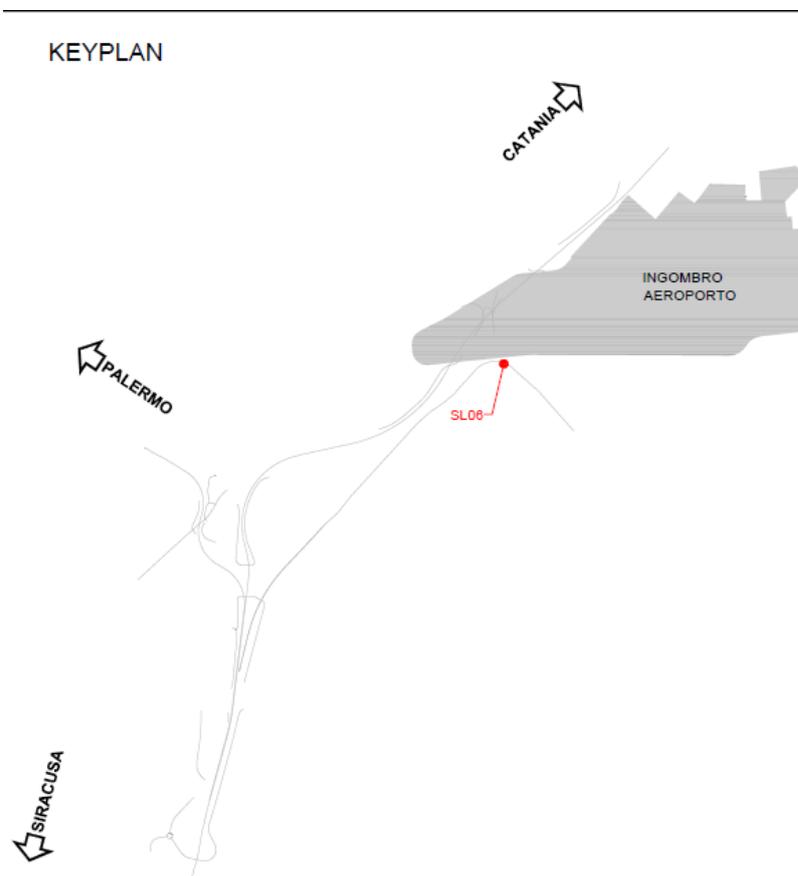


Figura 1 – Keyplan

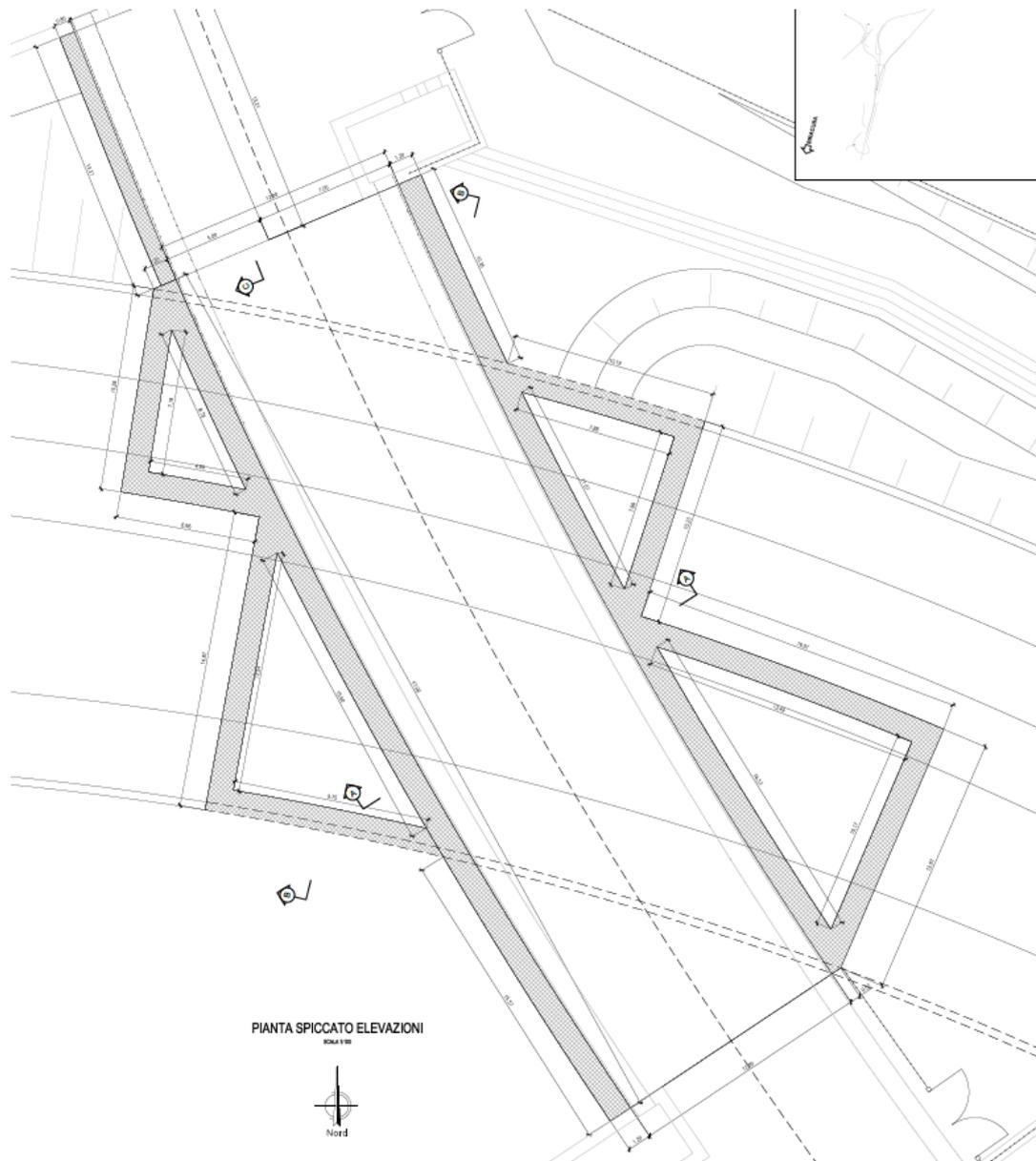


Figura 2 – Pianta spiccato

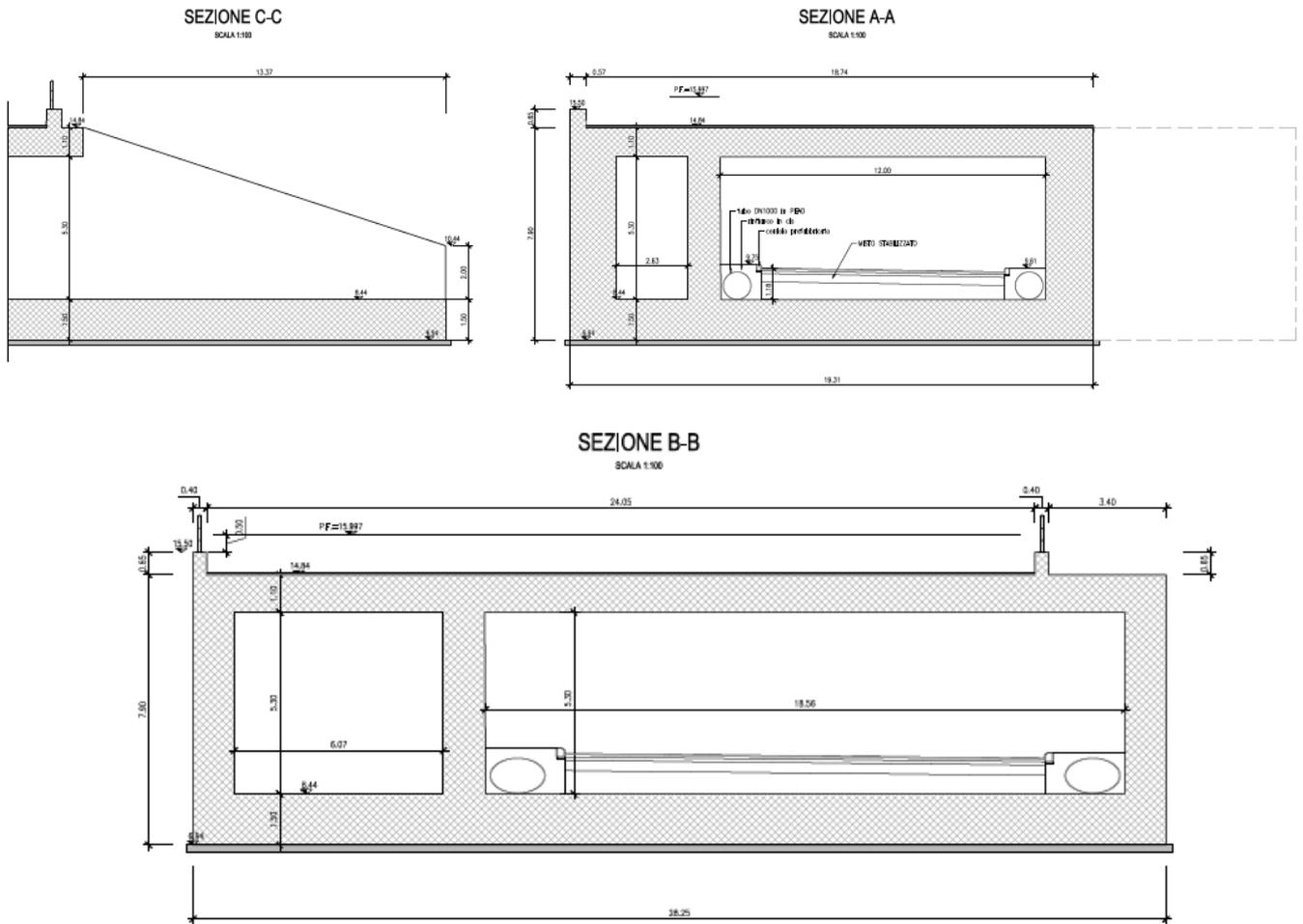


Figura 3 – Sezioni

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02					
	RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06	COMMESSA <b>RS3H</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>SL0100 001</b>	REV. <b>A</b>

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le prescrizioni contenute nelle seguenti normative ed è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS:

[N.1]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);

[N.2]. Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;

[N.3]. Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione Europea.

[N.4]. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010 – Eurocodice 1 – Parte 2

[N.5]. RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21-12-18 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	7 di 85

### 3 MATERIALI

#### 3.1 Calcestruzzo scatolare

- Classe di resistenza  $C30/37 R_{ck} \geq 37 \text{ N/mm}^2$
- Classe di esposizione ambientale XC3/XA1
- Copriferro nominale minimo 40 mm

Resistenza di calcolo del calcestruzzo per la verifica agli SLU ( $\gamma_c = 1.5$ ):

Resistenza di calcolo a rottura per compressione:

- $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck}$   $30.7 \text{ N/mm}^2$
- $f_{cm} = f_{ck} + 8$   $38.7 \text{ N/mm}^2$
- $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$   $17.4 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo a rottura per trazione:

- $f_{ctm} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3}$   $2.94 \text{ N/mm}^2$
- $f_{ctk,5\%} = 0.70 \cdot f_{ctm}$   $2.06 \text{ N/mm}^2$
- $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$   $1.37 \text{ N/mm}^2$
- $f_{cfm} = 1.2 \cdot f_{ctm}$   $3.53 \text{ N/mm}^2$
- $f_{cfk,5\%} = 0.70 \cdot f_{cfm}$   $2.47 \text{ N/mm}^2$
- $E_{cm} = 22.000 [f_{cm}/10]^{0.3}$   $330169 \text{ N/mm}^2$

#### 3.2 Acciaio d'armatura

L'acciaio utilizzato è ad aderenza migliorata tipo B450C ed è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura:

- $f_{y, nom}$   $450 \text{ N/mm}^2$
- $f_{t, nom}$   $540 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo dell'acciaio per la verifica agli SLU ( $\gamma_s = 1.15$ ):

Resistenza di calcolo a rottura per trazione e deformazione corrispondente:

- $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$   $391.3 \text{ N/mm}^2$
- $\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s$   $0.186\%$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

RS3H

02

CL

SL0100 001

A

8 di 85

### 3.3 Verifica S.L.E.

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato.

#### 3.3.1 Verifica tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento "Manuale di progettazione Opere Civili RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21-12-18"

##### Strutture in c.a.

##### Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- per combinazione di carico caratteristica (rara):  $0,55 f_{ck}$ ;
- per combinazioni di carico quasi permanente:  $0,40 f_{ck}$ ;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

##### Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare  $0,75 f_{yk}$

Nel caso in esame pertanto si ha:

#### CALCESTRUZZO

Massima tensione allo SLE per combinazione caratteristica (rara):

$$\sigma_c = 0.55 \cdot f_{ck} \qquad 16.89 \text{ N/mm}^2$$

Massima tensione allo SLE per combinazione quasi permanente:

$$\sigma_c = 0.40 \cdot f_{ck} \qquad 12.28 \text{ N/mm}^2$$

#### ACCIAIO

Massima tensione allo SLE per combinazione caratteristica (rara):



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	9 di 85

$\sigma_s = 0.75 f_{yk}$

337.5 N/mm<sup>2</sup>

### 3.3.2 Verifica a fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	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	$\leq w_1$

Tabella 1 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Risultando:

$w_1 = 0.2 \text{ mm}$

$w_2 = 0.3 \text{ mm}$

$w_3 = 0.4 \text{ mm}$

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si aggiungono in tal caso quelle fornite dal "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	10 di 85

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, qual è il caso delle strutture in esame (XA1) così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.2 del DM 14.1.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

Combinazione Caratteristica (Rara)  $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

RS3H

02

CL

SL0100 001

A

11 di 85

## 4 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

### 4.1 Terreno di ricoprimento

Per il terreno di ricoprimento dell'opera sono state assunte le seguenti caratteristiche geotecniche :

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale

$\varphi' = 38^\circ$  angolo di resistenza al taglio

$c' = 0 \text{ kPa}$  coesione drenata

### 4.2 Terreno di fondazione

Le caratteristiche geotecniche del volume di terreno che interagisce con l'opera sono state desunte dalla relazione geotecnica e sono riportate sinteticamente di seguito.

Unità U1: Depositi alluvionali recenti – bb2: Si tratta di sabbie limose e limi sabbiosi di colore marrone e grigio, a struttura indistinta, con rare tracce di ghiaia poligenica da sub-arrotondate ad arrotondate; a luoghi si rivengono passaggi di limi argilloso-sabbioso giallastri e livelli di limi argillosi grigi.

I valori dei parametri geotecnici di progetto per l' unità geotecnica intercettata sono i seguenti:

$\gamma = 18\div 19 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale

$\varphi' = 28\div 32^\circ$  angolo di resistenza al taglio (30° valore medio)

$c' = 0\div 5 \text{ kPa}$  coesione drenata

$N_{spt} = 3\div 23$  numero di colpi da prova SPT

$G_o = 20\div 90 \text{ MPa}$  modulo di deformazione a taglio iniziale

$E_o = 60\div 225 \text{ MPa}$  modulo di deformazione elastico iniziale

$k = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$  permeabilità (valore medio)

Data la presenza di viabilità esistente si ipotizza la falda a livello fondo scavo.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02					
	RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06	COMMESSA RS3H	LOTTO 02	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL0100 001	REV. A

## 5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 17 gennaio 2018 e relativa circolare applicativa.

### 5.1 Vita nominale e classe d'uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale ( $V_N$ ), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso ( $C_U$ )

In accordo con quanto riportato al punto 2.5.1.1 del Manuale di Progettazione delle Opere Civili –Ponti e Strutture, per l'opera in oggetto si considera una vita nominale  $V_N = 75$  anni (categoria 2: "Altre opere nuove a velocità  $V < 250$  Km/h") e una classe d'uso C III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a  $C_U = 1.5$ .

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutati in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ , ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a  $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$  anni.

### 5.2 Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali), dipendono, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (periodo di riferimento per valutazione azione sismica) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

Categoria sottosuolo C

In accordo a quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottiene per il sito in esame:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	13 di 85

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:  LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:  PROVINCIA:  COMUNE:

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione:

Elaborazioni grafiche

- Grafici spettri di risposta
- Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

- Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, a "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U$   info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	68
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	113
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	1068
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	2193

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

Stato Limite	Strategia per costruzioni ordinarie (TR [anni])	Strategia scelta (TR [anni])
SLO	68	68
SLD	113	113
SLV	1068	1068
SLC	2193	2193

LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	14 di 85

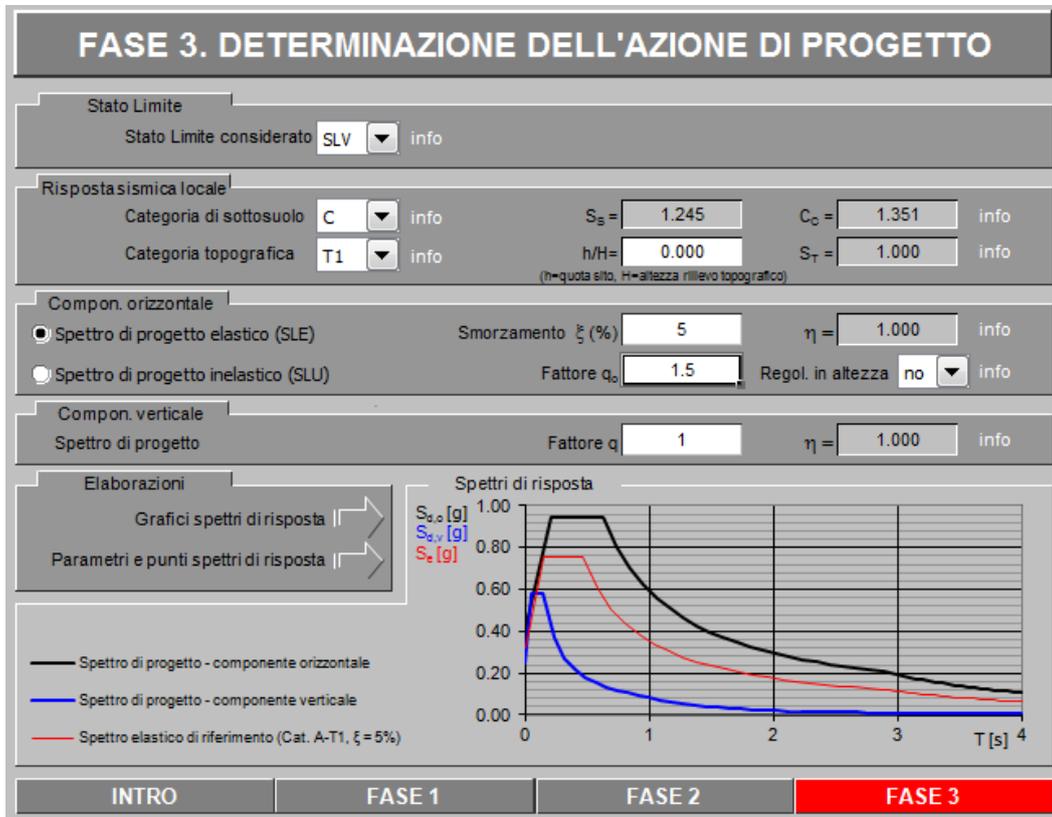
I valori delle caratteristiche sismiche ( $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$ ) per gli stati limite di normativa sono dunque:

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	68	0.080	2.494	0.281
SLD	113	0.103	2.502	0.290
SLV	1068	0.322	2.357	0.466
SLC	2193	0.460	2.354	0.526

$a_g$  → accelerazione orizzontale massima del terreno, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

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

$T_c^*$  → periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;



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

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_s$	0.322 g
$F_o$	2.357
$T_c$	0.466 s
$S_s$	1.245
$C_c$	1.351
$S_T$	1.000
$q$	1.000

#### Parametri dipendenti

$S$	1.245
$\eta$	1.000
$T_B$	0.210 s
$T_C$	0.629 s
$T_D$	2.888 s

#### Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$T_D \leq T \quad S_o(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

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	0.401
$T_B$	0.210	0.945
$T_C$	0.629	0.945
	0.737	0.807
	0.845	0.704
	0.952	0.625
	1.060	0.561
	1.167	0.509
	1.275	0.466
	1.382	0.430
	1.490	0.399
	1.597	0.372
	1.705	0.349
	1.812	0.328
	1.920	0.310
	2.028	0.293
	2.135	0.278
	2.243	0.265
	2.350	0.253
	2.458	0.242
	2.565	0.232
	2.673	0.222
	2.780	0.214
$T_D$	2.888	0.206
	2.941	0.199
	2.994	0.192
	3.047	0.185
	3.100	0.179
	3.153	0.173
	3.206	0.167
	3.259	0.162
	3.312	0.157
	3.365	0.152
	3.418	0.147
	3.470	0.143
	3.523	0.138
	3.576	0.134
	3.629	0.130
	3.682	0.127
	3.735	0.123
	3.788	0.120
	3.841	0.116
	3.894	0.113
	3.947	0.110
	4.000	0.107



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

RS3H

02

CL

SL0100 001

A

16 di 85

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	17 di 85

## 6 MODELLAZIONE ADOTTATA

Per l'analisi della struttura è stato sviluppato un modello di calcolo nel quale l'interazione struttura-terreno è stata simulata attraverso molle reagenti solo a compressione (analisi non lineare); la costante di sottofondo è stata assunta pari a 1840 kN/m<sup>3</sup> ed è stata calcolata mediante la formula:

$$k_w = \frac{E}{(1 - \nu^2) \cdot B \cdot c_t}$$

dove:

E = modulo elastico del terreno (assunto pari a E<sub>0</sub>/5, dove E<sub>0</sub> è il modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni);

n = coefficiente di Poisson;

B = larghezza della fondazione.

c<sub>t</sub> = fattore di forma, coefficiente adimensionale ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti dal Bowles, 1960 (vedasi tabella seguente).

Fondazione Rigida	c <sub>t</sub>
- rettangolare con L/B ≤ 10	c <sub>t</sub> = 0.853 + 0.534 ln(L/B)
- rettangolare con L/B > 10	c <sub>t</sub> = 2 + 0.0089 (L/B)
dove L è il lato maggiore della fondazione.	

Tabella 2: Fattore di forma per la stima del coefficiente di Winkler

unità	E	ν	B	L	L/B	c <sub>t</sub>	k <sub>w</sub>
(-)	(MPa)	(-)	(m)	(m)	(-)	(-)	(kN/m <sup>3</sup> )
U1	30	0.3	14.4	30	2.08	1.24	1839

Tabella 3: Calcolo del coefficiente di Winkler

A partire da k<sub>w</sub> si ricavano le rigidezze delle singole molle attraverso le formulazioni seguenti:

- Molle centrali: K<sub>centrale</sub> = K<sub>s</sub> \* (Sp/2 + Lint + Sp/2) / n

- Molle di spigolo: K<sub>spigolo</sub> = K<sub>s</sub> \* [(Sp/2 + Lint + Sp/2) / n/2 + (Sp/2)]



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

RS3H

02

CL

SL0100 001

A

18 di 85

dove:

$S_p$  = spessore piedritti

$L_{int}$  = larghezza netta scatolare

$n$  = numero di elementi in cui è suddivisa la soletta inferiore

Quindi nel caso in esame dividendo la soletta inferiore in  $n = 22$  elementi si ottiene:

Tipologia	Rigidezza $k$ (kN/m)
<i>Molle centrali</i>	1104
<i>Molle di spigolo</i>	1656

Tabella 4: Riepilogo molle applicate al modello

L'analisi delle strutture è stata condotta mediante il programma di calcolo agli elementi finiti SAP2000, prodotto dalla Computer and Structures inc. di Berkeley, California, USA.

Lo schema statico impiegato è quello di telaio costituito da elementi frame; in corrispondenza della intersezione tra tali elementi il programma genera in automatico dei nodi per garantire la continuità strutturale. Ad ogni elemento è assegnata la corrispondente sezione rettangolare in calcestruzzo, la cui geometria è definita dallo spessore dell'elemento stesso per una larghezza unitaria, dal momento che la struttura è risolta come piana.

Per le verifiche delle sezioni si è adottato il programma RC-SEC – Autore GEOSTRU.

La larghezza interna è di 12.00 m e l'altezza interna pari 5.30 m, con soletta superiore di spessore 1.00 m, piedritti di spessore 1.20 m e soletta inferiore di spessore 1.50 m.

In figura si riporta schematicamente la geometria dell'opera.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	19 di 85

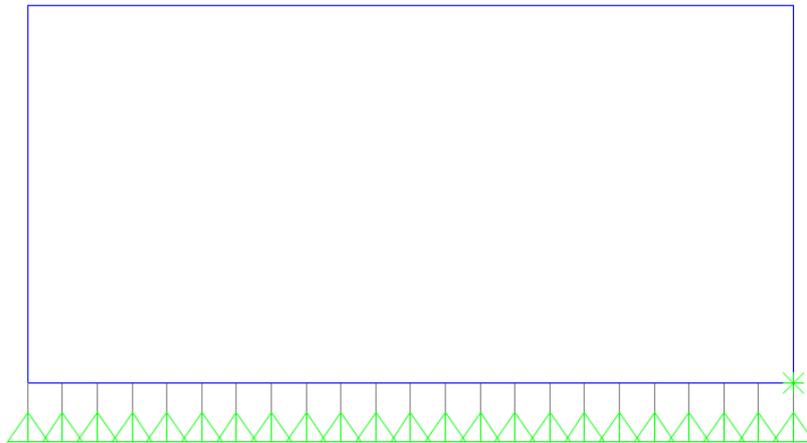


Figura 4 – Modello di calcolo.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	20 di 85

## 7 ANALISI DEI CARICHI

### 7.1 Peso proprio della struttura

Il peso proprio della struttura è valutato automaticamente dal programma di calcolo attribuendo al c.a. un peso dell'unità di volume di  $25 \text{ kN/m}^3$ .

### 7.2 Carichi permanenti portati

Il carico permanente portato è rappresentato, per la soletta inferiore, del riempimento con misto granulare stabilizzato . Nella Tabella sottostante si riportano i carichi.

PERMANENTI PORTATI							
Soletta superiore							
$\gamma$	20.0	$\text{kN/m}^3$	ricoprimento	$\gamma$	25.0	$\text{kN/m}^3$	impermeabilizzazione e massetto pendenze
s	0.04	m		s	0.10	m	
W	8.00	$\text{kN/m}^2$		W	2.5	$\text{kN/m}^2$	
Soletta inferiore							
$\gamma$	18.0	$\text{kN/m}^3$	riempimento	$\gamma$	21.0	$\text{kN/m}^3$	pavimentazione stradale
s	0.80	m		s	0.20	m	
W	14.40	$\text{kN/m}^2$		W	4.20	$\text{kN/m}^2$	



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	21 di 85

Frame Span Loads (permanenti\_soletta\_superiore) (GLOBAL Csys)

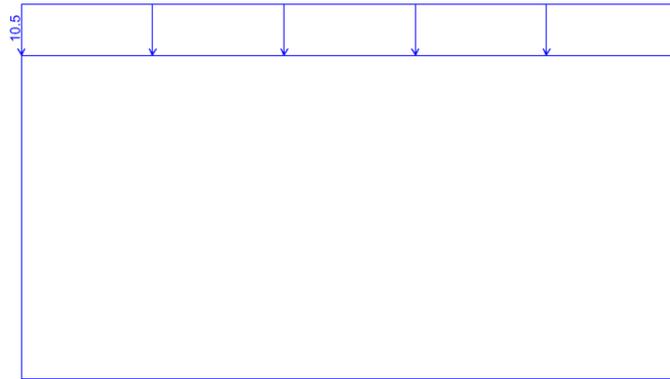


Figura 5 – Carichi permanenti sulla soletta superiore.

Frame Span Loads (permanenti\_soletta\_inferiore) (GLOBAL Csys)

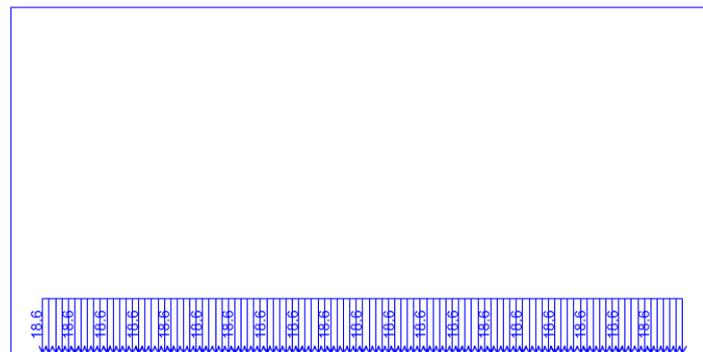


Figura 6 – Carichi permanenti sulla soletta inferiore.

### 7.3 Ballast

Il ballast è stato valutato considerando uno sviluppo in altezza di 0.8 m:  $p_b = 20 \cdot 0.8 = 16.0 \text{ kN/m}^2$

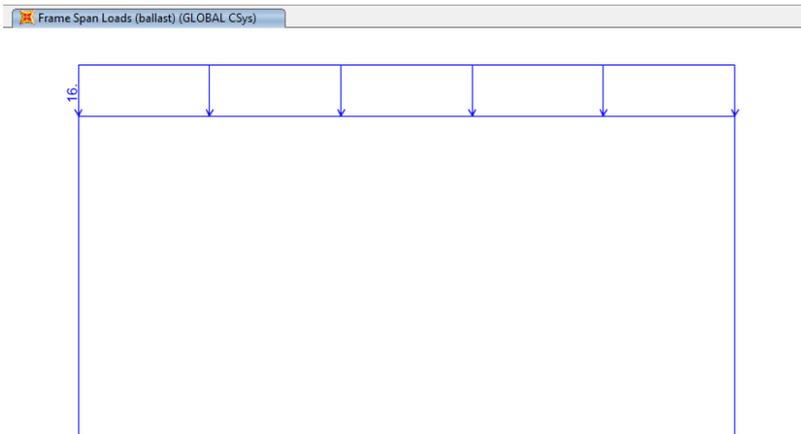


Figura 7 – Ballast.

#### 7.4 Spinta del terreno

Per la valutazione della spinta esercitata dal terreno quest'ultimo è stato considerato in condizioni di riposo pertanto il coefficiente di spinta è dato dalla relazione  $k_0 = 1 - \text{sen}\phi'$ . La spinta dell'acqua non è presente essendo la falda ipotizzata a quota fondo scavo.

SPINTA A RIPOSO			
$\gamma$	20	kN/m <sup>3</sup>	peso di volume terreno
$\phi'_k$	38	°	angolo attrito caratteristico
$\phi'_d$	38	°	angolo attrito di progetto
$k_0$	0.38	-	
$H_1$	0.55	m	metà spessore soletta superiore
$p_1$	14.41	kN/m <sup>2</sup>	
$H_2$	6.55	m	distanza assi soletta superiore-inferiore
$p_2$	64.76	kN/m <sup>3</sup>	
$F_{\text{sup}}$	6.76	kN/m	spinta su metà spessore soletta superiore



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	23 di 85

$F_{inf}$	50.73	kN/m	spinta su metà spessore soletta inferiore
-----------	-------	------	---

Frame Span Loads (spinta\_sx\_k0) (GLOBAL CSys)



Figura 8 – Spinta del terreno sul piedritto sinistro.

Frame Span Loads (spinta\_dx\_k0) (GLOBAL CSys)



Figura 9 – Spinta del terreno sul piedritto destro.

## 7.5 Sovraccarico ferroviario

### 7.5.1 Azioni variabili verticali

Per la valutazione dei carichi verticali si è fatto riferimento a dei modelli di carico “teorici”, come indicato dalla normativa vigente. In particolare sono stati considerati il treno di carico LM71, rappresentativo del traffico normale, e il treno di carico SW/2 rappresentativo del traffico pesante.

Il treno di carico LM71, schematizzato in Figura 10, è costituito da 4 assi da 250 kN disposti ad interasse di 1.6 m e da un carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni per un'estensione illimitata, a partire da 0.8 m dagli assi di estremità.

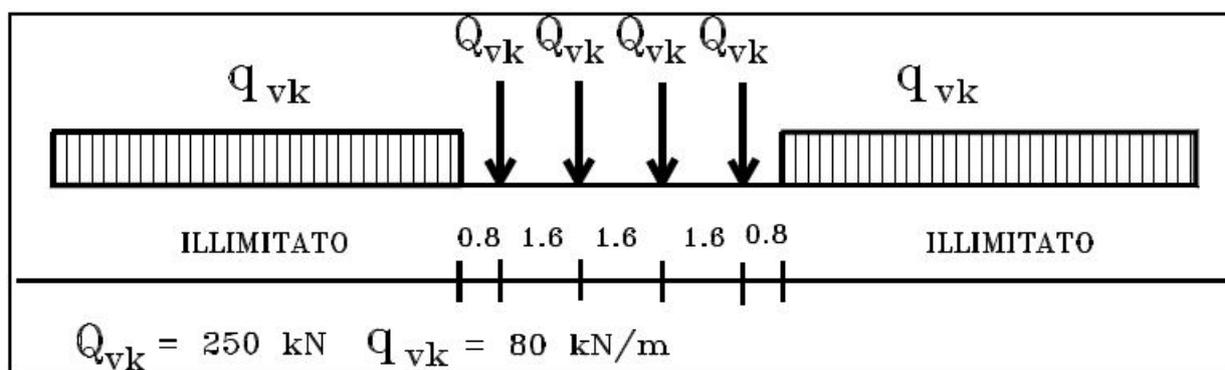
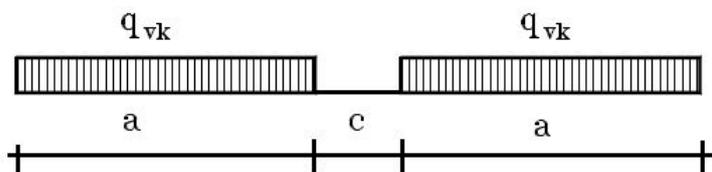


Figura 10 – Treno di carico LM71

Il treno di carico SW/2 invece è costituito da due carichi distribuiti di 150 kN/m aventi un'estensione di 25 m posti ad una distanza, c, di 7.0 m (Figura 11).



tipo di carico	$q_{vk}$ [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/2	150	25.0	7.0

Figura 11 – Treno di carico SW/2.

I valori caratteristici dei carichi sono stati moltiplicati per il coefficiente di adattamento  $\alpha$ , il cui valore è riportato nella Figura 12.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	25 di 85

modello di carico	coefficiente di adattamento $\alpha$
LM71	1.1
SW/2	1.0

Figura 12 – Coefficiente di adattamento  $\alpha$

Le sollecitazioni e gli spostamenti determinati sulle strutture dall'applicazione statica dei treni di carico devono essere incrementati per tenere conto della natura dinamica del transito dei convogli.

I coefficienti di incremento dinamico  $\phi$  che aumentano l'intensità dei modelli di carico teorici si assumono pari a  $\phi_2$  o  $\phi_3$ , in dipendenza del livello di manutenzione della linea. Nel caso in esame si è assunto il coefficiente  $\phi_3$  corrispondente a linee con ridotto standard manutentivo:

$$\phi_3 = 2.16 / (\sqrt{L_\phi} - 0.2) + 0.73, \text{ con la limitazione } 1.00 \leq \phi_3 \leq 2.00,$$

in cui  $L_\phi$  è la lunghezza caratteristica valutata secondo quanto riportato nella tab 5.2.II delle NTC18.

Nella tipologia in esame rientrata nel caso di *solette ed altri elementi di scotolari per uno o più binari (sottovia di altezza libera  $\leq 5,00$  m e luce  $\leq 8,0$  m)* si adotta  $\Phi_3=1.32$ .

Il coefficiente di incremento dinamico, invece, non è stato considerato nella valutazione dell'incremento di spinta dovuto ai carichi variabili verticali, così come specificato al paragrafo 5.2.2.2.1.5 delle NTC18.

Trasversalmente i carichi sono stati ripartiti secondo una pendenza di 1 a 4 all'interno del ballast, secondo un angolo di diffusione pari all'angolo di attrito interno nel rilevato ed secondo una pendenza di 1 a 1 all'interno della soletta in c.a. La ripartizione dei carichi è stata effettuata considerando un solo binario caricato in quanto non esiste sovrapposizione tra le zone di influenza dei binari. Pertanto, alla quota del piano medio della soletta superiore, considerando per la traversa una larghezza di 2.40 m, si ha:

$$L_d = 2.40 + (s_b/4 + s_{rf} \cdot \tan \varphi_{rf} + s_{ss}/2) \cdot 2 = 2.4 + (0.35/4 + 0.4 \tan 38^\circ + 1.1/2) \cdot 2 = 4.30 \text{ m}$$

Longitudinalmente, invece, i carichi assiali del modello di carico LM71 sono stati distribuiti uniformemente su 6.4 m. I carichi utilizzati sono riepilogati nella Tabella seguente:

	carico variabile verticale agente alla quota del piano medio della soletta superiore	incremento di spinta dovuto al carico variabile verticale
LM71	$q_{v1} = 4 \cdot 250 \cdot 1.1 \cdot \phi_3 / 6.4 / L_d$ [kN/m <sup>2</sup> ] ( $q_{v1}$ agente su 6.4 m) $q_{v2} = 80 \cdot 1.1 \cdot \phi_3 / L_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\Delta \sigma_h(q_{v2}) = k_0 \cdot 80 \cdot 1.1 / L_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

RS3H

02

CL

SL0100 001

A

26 di 85

SW/2

$$q_v = 150 \cdot 1.0 \cdot \phi_3 / L_d \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

$$\Delta\sigma_h (q_v) = k_0 \cdot 150 \cdot 1.0 / L_d \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

SOVRACCARICO ACCIDENTALE			
Treno di carico LM71			
$q_{vk, equi}$	156.25	kN/m	carico distribuito equivalente ai 4 assi da 250 kN
$q_{vk}$	80	kN/m	carico distribuito esterno
$\alpha$	1.1	-	coeff. adattamento
$\phi_3$	1.32	-	coeff. incremento dinamico
$L_d$	4.30	m	lunghezza di ripartizione trasversale
$q_{v1}$	52.76	kN/m <sup>2</sup>	assi
$q_{v2}$	27.01	kN/m <sup>2</sup>	esterno
Treno di carico SW/2			
$q_{vk}$	150	kN/m	
$\alpha$	1	-	coeff. adattamento
$\phi_3$	1.32	-	coeff. incremento dinamico
$L_d$	4.30	m	lunghezza di ripartizione trasversale
$q_v$	46.05	kN/m <sup>2</sup>	

INCREMENTO SPINTA SOVRACC. ACCIDENTALE			
Treno di carico LM71			
$q_{vk}$	80	kN/m	carico distribuito esterno



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	27 di 85

$\alpha$	1.1	-	coeff. adattamento
$\phi_3$	-	-	coeff. incremento dinamico
$L_d$	2.58	m	lunghezza di ripartizione trasversale
$\Delta\sigma_h$	13.13	$\text{kN/m}^2$	
$F_{sup}$	7.22	$\text{kN/m}$	spinta su metà spessore soletta superiore
$F_{inf}$	9.85	$\text{kN/m}$	spinta su metà spessore soletta inferiore
Treno di carico SW/2			
$q_{vk}$	150	$\text{kN/m}$	
$\alpha$	1	-	coeff. adattamento
$\phi_3$	-	-	coeff. incremento dinamico
$L_d$	2.58	m	lunghezza di ripartizione trasversale
$\Delta\sigma_h$	22.39	$\text{kN/m}^2$	
$F_{sup}$	12.31	$\text{kN/m}$	spinta su metà spessore soletta superiore
$F_{inf}$	16.79	$\text{kN/m}$	spinta su metà spessore soletta inferiore



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	28 di 85

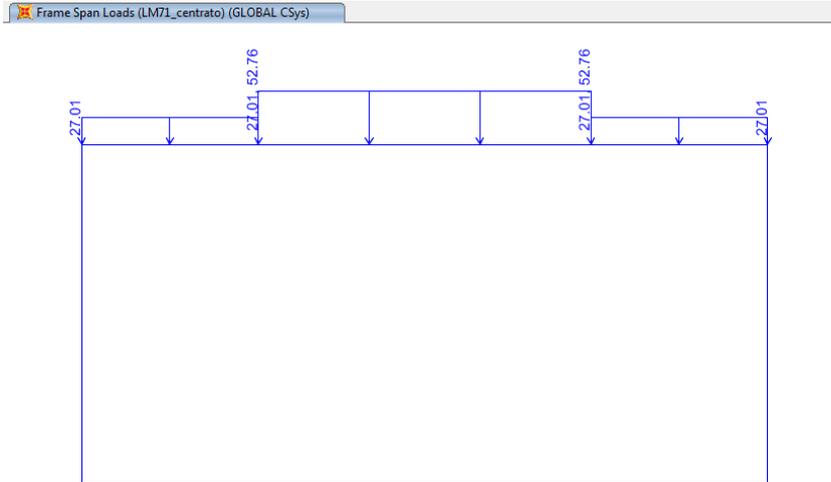


Figura 13 – Treno di carico LM71 in posizione centrale.

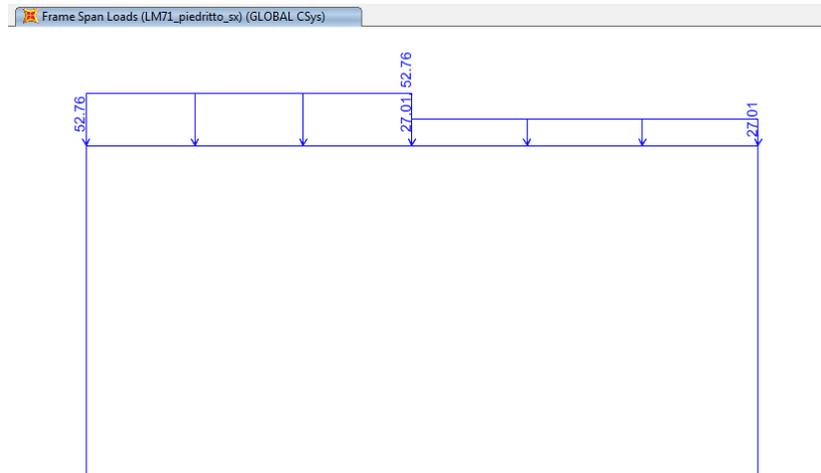


Figura 14 – Treno di carico LM71 in corrispondenza del piedritto sx.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	29 di 85

Frame Span Loads (SW/2) (GLOBAL CSys)

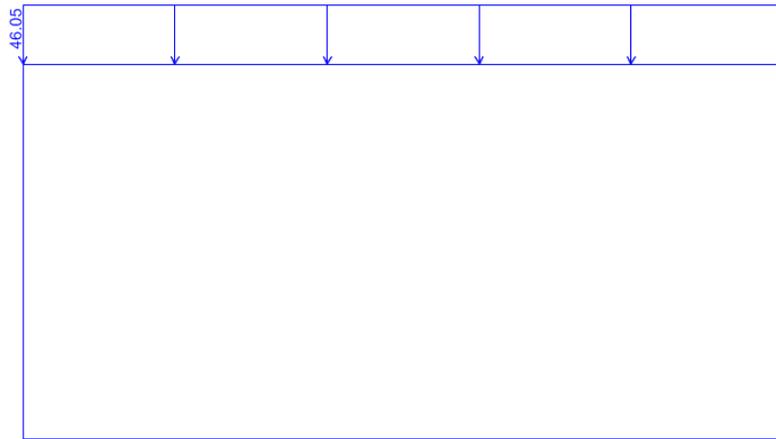


Figura 15 – Treno di carico SW/2.

Frame Span Loads (spinta\_LM71\_sx) (GLOBAL CSys)



Figura 16 – Incremento di spinta sul piedritto sinistro dovuto al treno di carico LM71.



Figura 17 – Incremento di spinta sulla spalla sinistra dovuto al treno di carico SW/2.

### 7.5.2 Azioni variabili orizzontali

In direzione longitudinale al binario sono state considerate le forze di frenatura e di avviamento, che agiscono sulla sommità del binario stesso. Dette forze sono da considerarsi uniformemente distribuite su una lunghezza di binario L determinata per ottenere l'effetto più gravoso sull'elemento strutturale. I valori caratteristici da considerare sono i seguenti:

avviamento  $Q_{ia,k} = 33 \text{ [kN/m]} \cdot L \text{ [kN]} \leq 1000 \text{ kN}$  per modelli di carico LM71 e SW/2

frenatura  $Q_{ib,k} = 20 \text{ [kN/m]} \cdot L \text{ [kN]} \leq 6000 \text{ kN}$  per modello di carico LM71

$Q_{ib,k} = 35 \text{ [kN/m]} \cdot L \text{ [kN]}$  per modello di carico SW/2

Per ciascun modello di carico è stata valutata l'azione più gravosa e pertanto si è considerato l'avviamento per il modello LM71 e la frenatura per il modello SW/2. Entrambe le azioni, moltiplicate per il coefficiente di adattamento  $\alpha$ , sono state considerate distribuite su tutta la lunghezza dell'opera e sono state combinate con i relativi carichi verticali come indicato nella tabella 5.2.IV delle NTC18.

tipo di carico	azioni verticali		azioni orizzontali			commenti
	carico verticale <sup>(1)</sup>	treno scarico	frenatura e avviamento	centrifuga	serpeggio	
gruppo di carico						
gruppo 1 <sup>(2)</sup>	1.00	-	0.5 (0.0)	1.0 (0.0)	1.0 (0.0)	massima azione verticale e laterale
gruppo 2 <sup>(2)</sup>	-	1.00	0.0	1.0 (0.0)	1.0 (0.0)	stabilità



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	31 di 85

						laterale
gruppo 3 <sup>(2)</sup>	1.0 (0.5)	.	1.0	0.5 (0.0)	0.5 (0.0)	massima azione longitudinale
gruppo 4	0.8 (0.6; 0.4)	.	0.8 (0.6; 0.4)	0.8 (0.6; 0.4)	0.8 (0.6; 0.4)	fessurazione
	azione dominante					

(1) includendo tutti i fattori ad essi relativi (F, a, etc...)

(2) la simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1, 2, 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali

Figura 18 – Tabella 5.2.IV NTC18 Valutazione carichi da traffico.

AVVIAMENTO LM71		
$Q_{la,k}$	33	kN/m
$L_d$	4.30	m
q	7.67	kN/m <sup>2</sup>
FRENATURA SW/2		
$Q_{lb,k}$	35	kN/m
$L_d$	4.30	m
q	8.14	kN/m <sup>2</sup>



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	32 di 85

Frame Span Loads (avviamento\_LM71) (GLOBAL CSys)

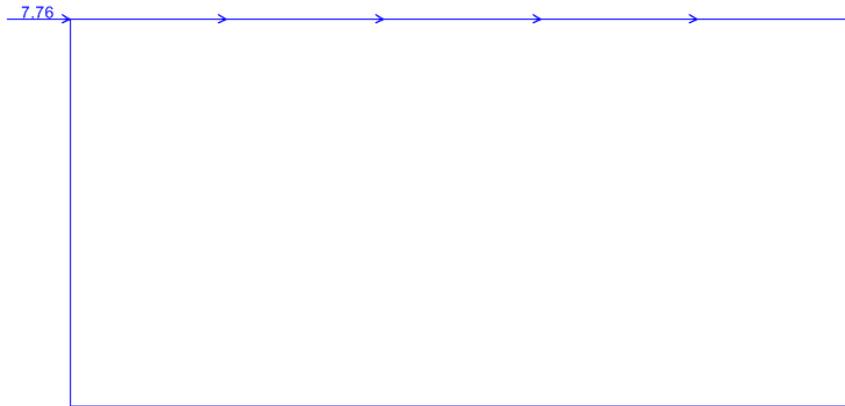


Figura 19 – Avviamento LM71.

Frame Span Loads (frenatura\_SW/2) (GLOBAL CSys)

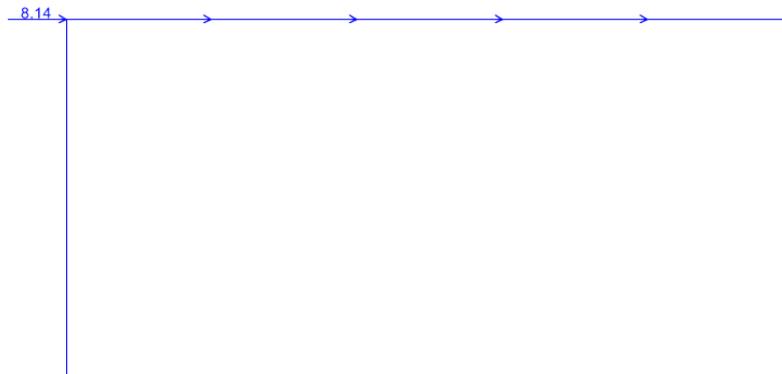


Figura 20 – Frenatura SW/2.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	33 di 85

## 7.6 Sovraccarico accidentale sulla soletta inferiore

Il carico variabile sulla soletta inferiore si pone pari a  $q = 20 \text{ kN/m}^2$ .

Frame Span Loads (accidentale\_inferiore) (GLOBAL CSys)

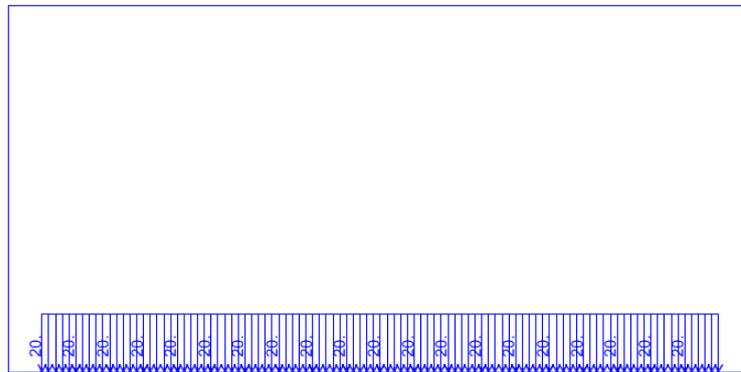


Figura 21 – Sovraccarico accidentale sulla soletta inferiore in posizione centrata.

Frame Span Loads (accidentale\_inferiore\_sx) (GLOBAL CSys)

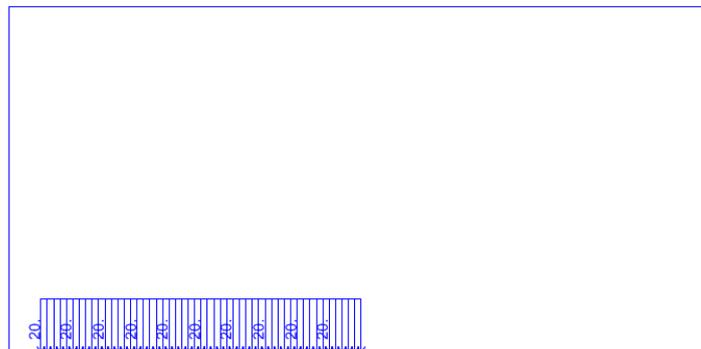


Figura 22 – Sovraccarico accidentale sulla soletta inferiore in posizione decentrata.

## 7.7 Azioni termiche



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	34 di 85

Alla soletta superiore è stata applicata una variazione termica uniforme  $\Delta T = \pm 15^\circ\text{C}$  ed un gradiente di temperatura tra estradosso ed intradosso pari a  $\pm 5^\circ\text{C}$ , come indicato dalla normativa vigente.

## 7.8 Ritiro

Gli effetti del ritiro sono stati valutati a lungo termine attraverso il calcolo dei coefficienti di ritiro finale  $\varepsilon_{cs}(t, t_0)$  e di viscosità  $\varphi(t, t_0)$ . Tali effetti sono stati considerati agenti solo sulla soletta superiore ed applicati nel modello come una variazione termica uniforme equivalente.

La deformazione totale da ritiro è formata da due componenti: la deformazione da ritiro per essiccamento e la deformazione da ritiro autogeno

Classe cls =	C30/37	
$f_{ck} =$	30 Mpa	
$f_{cm} =$	37 Mpa	
Tipo di cemento =	R	
$A_c =$	1 000 000 mm <sup>2</sup>	area della sezione in cls
$u =$	1 000 mm	perimetro della sezione in cls a contatto con l'atmosfera
$h_0 = 2 A_c / u =$	2 000 mm	dimensione fittizia
RH =	75 %	umidità relativa ambientale
$t =$	25 550 giorni	età del cls nel momento considerato
$t_s =$	2 giorni	età del cls a partire dalla quale si considera l'effetto del ritiro da essiccamento

### Deformazione per ritiro da essiccamento ( $\varepsilon_{cd}$ )

La deformazione da ritiro per essiccamento si sviluppa lentamente, dal momento che è funzione della migrazione dell'acqua attraverso il cls in

$$\varepsilon_{cd,\infty} = k_h \varepsilon_{cd,0}$$

Prospetto 3.3 - Valori di  $k_h$

$h_0$ (mm)	$k_h$
100	1.0
200	0.85
300	0.75
$\geq 500$	0.70

Per valori intermedi del parametro  $h_0$  si procede con interpolazione lineare.

$k_h =$	0.70	
$\varepsilon_{cd,0} = -0,85 [(220 + 110 \alpha_{ds1}) \exp(-\alpha_{ds2} f_{cm} / f_{cm0})] 10^{-6} \beta_{RH}$		
$\alpha_{ds1} =$	6	
$\alpha_{ds2} =$	0.11	
$f_{cm0} =$	10 Mpa	
$\beta_{RH} = 1,55 [1 - (RH / RH_0)^3]$ con $RH_0 = 100\%$		
$\beta_{RH} =$	0.896	
$\varepsilon_{cd,0} =$	-0.446 ‰	
$\varepsilon_{cd,\infty} =$	-0.312 ‰	deformazione per ritiro da essiccamento a tempo infinito
$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) \varepsilon_{cd,\infty}$		
$\beta_{ds}(t, t_s) = (t - t_s) / [(t - t_s) + 0,04 h_0^{3/2}] =$	0.877	
$\varepsilon_{cd}(t) =$	-0.274 ‰	deformazione per ritiro da essiccamento al tempo "t"



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	35 di 85

### Deformazione per ritiro autogeno ( $\epsilon_{ca}$ )

La deformazione da ritiro autogeno si sviluppa durante l'indurimento del cls: la maggior parte si sviluppa quindi nei primi giorni successivi al getto.

$$\epsilon_{ca,\infty} = -2,5 (f_{ck} - 10) 10^{-6} = -0.050 \text{ ‰} \quad \text{deformazione per ritiro autogeno a tempo infinito}$$

$$\epsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \epsilon_{ca,\infty}$$

$$\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0,2 t^{0,5}) = 1.000$$

$$\epsilon_{ca}(t) = -0.050 \text{ ‰} \quad \text{deformazione per ritiro autogeno al tempo "t"}$$

### Deformazione totale da ritiro ( $\epsilon_{cs}$ )

$$\epsilon_{cs}(t) = \epsilon_{cd}(t) + \epsilon_{ca}(t) = -0.324 \text{ ‰} \quad \text{deformazione totale da ritiro al tempo "t"}$$

$$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty} = -0.362 \text{ ‰} \quad \text{deformazione totale da ritiro a tempo infinito}$$

### VARIAZIONE TERMICA UNIFORME EQUIVALENTE AL RITIRO

$$\Delta T_{ritiro} = \epsilon_{cs}(t) / [(1 + \varphi(t, t_0)) \alpha]$$

$$\varphi(t, t_0) = 2.097$$

$$\alpha = 1.00E-05 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\Delta T_{ritiro} = -10.46 \text{ } ^\circ\text{C}$$

## 7.9 Azione sismica

L'azione sismica agente sulle masse strutturali è stata considerata con un approccio di tipo pseudo-statico. Esso consente di rappresentare il sisma mediante una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k. Le forze sismiche sono pertanto:

$$F_h = k_h \cdot W$$

$$F_v = k_v \cdot W$$

con  $k_h$  e  $k_v$ , rispettivamente, coefficiente sismico orizzontale e verticale, pari a

$$k_h = \beta_m \cdot a_{max} / g \quad \text{coefficiente sismico orizzontale}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \quad \text{coefficiente sismico verticale}$$

Nelle espressioni precedenti  $a_{max}$  rappresenta l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito mentre  $\beta_m$  è il coefficiente di riduzione di tale accelerazione valutato in funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti relativi rispetto al terreno. Per l'analisi delle strutture scatolari, pertanto,  $\beta_m$  è stato posto pari ad 1. L'accelerazione orizzontale massima è stata valutata con la relazione:

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

in cui  $a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido e S un coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ ).



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	36 di 85

Gli effetti dell'azione sismica sono stati valutati tenendo conto, oltre che della massa associata al peso proprio, delle masse associate al carico permanente e ad un'aliquota del 20% del carico variabile da traffico considerando il treno di carico SW/2.

Inoltre, l'incremento di spinta dovuto al sisma è stato valutato utilizzando la teoria di Wood. Secondo tale teoria la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma, su una parete di altezza  $H_s$ , viene determinato attraverso la relazione  $\Delta S_E = (a_{max}/g) \cdot \gamma \cdot H_{tot} \cdot H_s$  ( $H_{tot}$  = distanza p.c. – intradosso soletta inferiore).

$a_g$	0.323	g
$S_s$	1.24	
$S_T$	1	
$a_{max}$	0.401	g
$\beta_m$	1	
$k_h$	0.401	
$k_v$	0.200	

INERZIA VERTICALE			
Soletta superiore			
$k_v \cdot W_P$	10.81	kN/m <sup>2</sup>	peso proprio, perm. portati e ballast
$k_v \cdot Q$	1.84	kN/m <sup>2</sup>	20% treno di carico SW/2
INERZIA ORIZZONTALE			
Soletta superiore			
$k_h \cdot W_P$	21.63	kN/m <sup>2</sup>	peso proprio, perm. portati e ballast
$k_h \cdot Q$	3.69	kN/m <sup>2</sup>	20% treno di carico SW/2
Piedritti			



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	37 di 85

$k_h \cdot W_p$	12.02	kN/m <sup>2</sup>	peso proprio
SOVRASPINTA SISMICA (WOOD)			
$h_{tot}$	9.00	m	altezza scatolare + ricoprimento + ballast
$\Delta p_d$	72.09	kN/m <sup>2</sup>	incremento di spinta
$F_{pd}$	39.65	kN/m	forza concentrata agente su metà spessore soletta sup.

Frame Span Loads (sisma\_orizzontale) (GLOBAL CSys)

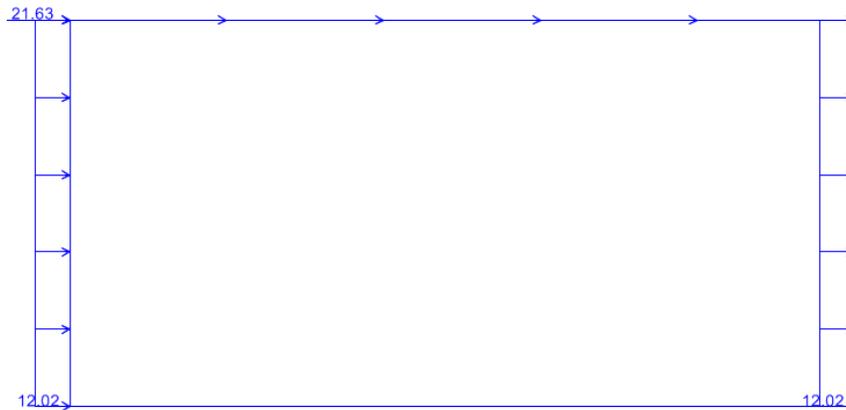


Figura 23 – Sisma orizzontale.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	38 di 85

Frame Span Loads (inerzia\_treno\_orizzontale) (GLOBAL CSys)

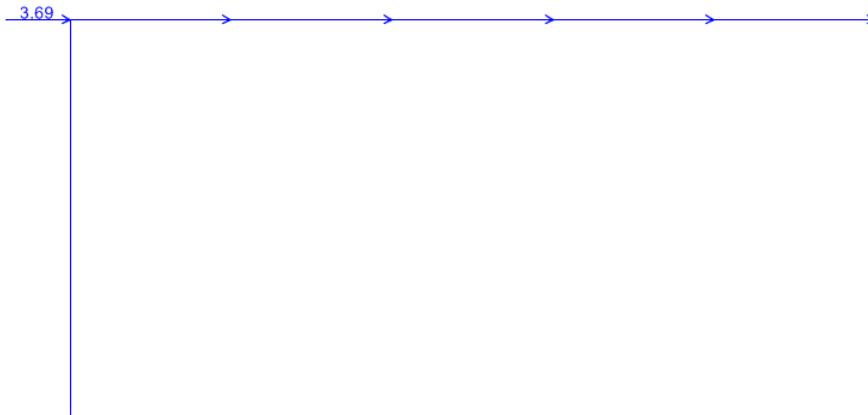


Figura 24 – Inerzia sismica orizzontale del treno di carico SW/2.

Frame Span Loads (sisma\_verticale) (GLOBAL CSys)

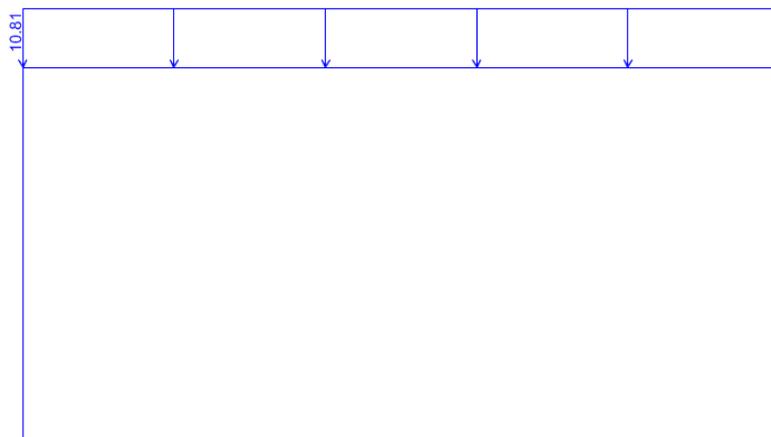


Figura 25 – Sisma verticale.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	39 di 85

Frame Span Loads (inerzia\_treno\_verticale) (GLOBAL CSys)

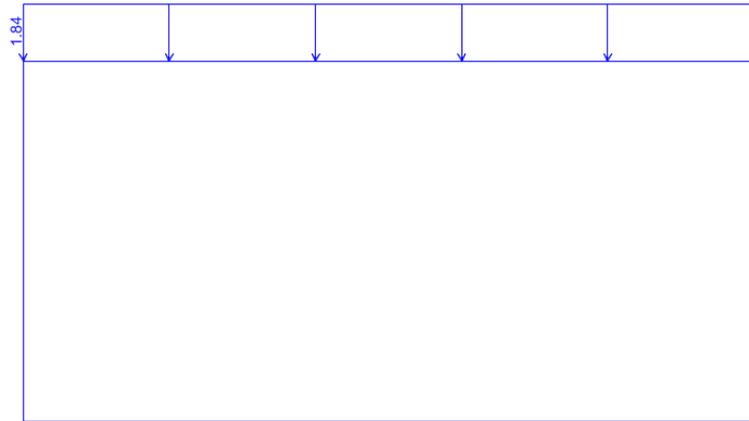


Figura 26 – Inerzia sismica verticale del treno di carico SW/2.

Frame Span Loads (sovraspinta\_sismica) (GLOBAL CSys)



Figura 27 – Incremento di spinta dovuto al sisma.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	40 di 85

## 8 COMBINAZIONI DI CARICO

Ai fini delle verifiche degli stati limite si è fatto riferimento alle seguenti combinazioni delle azioni.

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

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

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, utilizzata nella verifica a Fessurazione:

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

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine;

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

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

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

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.3 \times E_Z$$

avendo indicato con  $E_Y$  e  $E_Z$  rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

I coefficienti di amplificazione dei carichi  $\gamma$  e i coefficienti di combinazione  $\psi$  sono riportati nelle tabelle seguenti.

coefficiente			EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO
Azioni permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0.90	1.00	1.00
	sfavorevoli		1.10	1.35	1.00
Azioni permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.50	1.50	1.30
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	0.90	1.00	1.00
	sfavorevoli		1.50	1.50	1.30
Azioni variabili	favorevoli	$\gamma_Q$	0.00	0.00	0.00

da traffico <sup>(4)</sup>	sfavorevoli		1.45	1.45	1.25
Azioni variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.50	1.50	1.30
precompressione	favorevoli	$\gamma_P$	0.90	1.00	1.00
	sfavorevoli		1.00	1.00	1.00
Ritiro, viscosità e cedimenti non impost appositamente	favorevoli	$\gamma_{Ced}$	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.20	1.20	1.00

Tabella 5 – Tab. 5.2.V delle NTC18 – coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU.

azioni		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
azioni singole da traffico	carico sul rilevato a tergo delle spalle	0.80	0.50	0.00
	azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0.80	0.50	0.00
gruppi di carico	gr1	0.80 <sup>(2)</sup>	0.80 <sup>(1)</sup>	0.00
	gr2	0.80 <sup>(2)</sup>	0.80 <sup>(1)</sup>	-
	gr3	0.80 <sup>(2)</sup>	0.80 <sup>(1)</sup>	0.00
	gr4	1.00	1.00 <sup>(1)</sup>	0.00
azioni del vento	FWk	0.60	0.50	0.00
azioni da neve	in fase di esecuzione	0.80	0.00	0.00
	SLU e SLE	0.00	0.00	0.00
azioni termiche	Tk	0.60	0.60	0.50

 Tabella 6 – Tab. 5.2.VI delle NT18 – coefficienti di combinazione  $\psi$  delle azioni.

Le azioni impiegate nella definizione delle combinazioni di carico sono riepilogate nella Tabella 7.

azione	Load Case Name
peso proprio	DEAD
carichi permanenti sulla soletta superiore (escluso il ballast)	perm_sol_sup
carichi permanenti sulla soletta inferiore	perm_sol_inf
ballast	ballast
spinta a riposo del terreno sulla spalla sinistra	spinta_sx_k0
spinta a riposo del terreno sulla spalla destra	spinta_dx_k0
azione verticale sulla soletta superiore dovuta al treno di carico LM7 in posizione centrata	LM71_centrato



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	42 di 85

azione verticale sulla soletta superiore dovuta al treno di carico LM71 in corrispondenza del piedritto sinistro.	LM71_piedritto_sx
azione verticale sulla soletta superiore dovuta al treno di carico SW/2	SW/2
incremento di spinta dovuta al treno di carico LM71 sul piedritto sinistro	spinta_LM71_sx
incremento di spinta dovuta al treno di carico SW/2 sul piedritto sinistro	spinta_SW/2_sx
azione orizzontale di avviamento del treno di carico LM71 sulla soletta superiore	avviamento_LM71
azione orizzontale di frenatura del treno di carico SW/2 sulla soletta superiore	frenatura_SW/2
variazione termica uniforme	termica_uniforme
variazione termica a farfalla sulla soletta superiore	termica_farfalla
ritiro della soletta superiore	ritiro
azione verticale dovuta al sovraccarico stradale agente sulla parte sinistra della soletta inferiore	acc_sol_inf_sx
azione verticale dovuta al sovraccarico stradale agente su tutta la soletta inferiore	acc_sol_inf
azione sismica orizzontale dovuta al peso proprio e ai carichi permanenti	sisma_H
azione sismica orizzontale dovuta al treno di carico SW2	inerzia_treno_H
incremento di spinta sul piedritto sinistro dovuto al sisma	sovraspinta_sismica
azione sismica orizzontale dovuta al peso proprio e ai carichi permanenti	sisma_V
azione sismica orizzontale dovuta al treno di carico SW2	inerzia_treno_V

Tabella 7 –Riepilogo carichi.

Nelle Tabelle seguenti sono elencate le combinazioni di carico impiegate nelle verifiche.

combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche										
	slu1	slu2	slu3	slu4	slu5	slu6	slu7	slu8	slu9	slu10
DEAD	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
perm_sol_sup	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
perm_sol_inf	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ballast	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
spinta_sx_k0	1	1	1	1	1	1	1	1.35	1.35	1.35
spinta_dx_k0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LM71_centrato	1.45	0	0	1.45	0	1.45	0	1.45	0	0
LM71_piedritto_sx	0	1.45	0	0	0	0	0	0	1.45	0

SW/2	0	0	1.45	0	1.45	0	1.45	0	0	1.45
spinta_LM71_sx	1.45	1.45	0	0	0	0	0	1.45	1.45	0
spinta_SW/2_sx	0	0	1.45	0	0	0	0	0	0	1.45
avviamento_LM71	1.45	1.45	0	1.45	0	1.45	0	1.45	1.45	0
frenatura_SW/2	0	0	1.45	0	1.45	0	1.45	0	0	1.45
termica_uniforme	0	0	0	-0.9	-0.9	0	0	0	0	0
termica_farfalla	0	0	0	0.9	0.9	0	0	0	0	0
ritiro	0	0	0	1.2	1.2	0	0	0	0	0
acc_sol_inf_sx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
acc_sol_inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 8 – Combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche (parte 1/3).

combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche										
	slu11	slu12	slu13	slu14	slu15	slu16	slu17	slu18	slu19	slu20
DEAD	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1
perm_sol_sup	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1
perm_sol_inf	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ballast	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1	1	1
spinta_sx_k0	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
spinta_dx_k0	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1
LM71_centrato	1.45	0	0	0	1.45	0	0	0	0	0
LM71_piedritto_sx	0	1.45	0	0	0	1.45	0	0	0	0
SW/2	0	0	1.45	0	0	0	1.45	0	0	0
spinta_LM71_sx	1.45	1.45	0	1.45	1.45	1.45	0	1.45	1.45	1.45
spinta_SW/2_sx	0	0	1.45	0	0	0	1.45	0	0	0
avviamento_LM71	1.45	1.45	0	0	1.45	1.45	0	0	0	0
frenatura_SW/2	0	0	1.45	0	0	0	1.45	0	0	0
termica_uniforme	0	0	0	0	-0.9	-0.9	-0.9	0	-0.9	0.9
termica_farfalla	0	0	0	0	0.9	0.9	0.9	0	0.9	-0.9
ritiro	0	0	0	0	1.2	1.2	1.2	0	1.2	0
acc_sol_inf_sx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8
acc_sol_inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0

Tabella 9 – Combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche (parte 2/3).







DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	46 di 85

spinta_SW/2_sx	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0
avviamento_LM71	0	0	0	0	0	0	0	0	0
frenatura_SW/2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
termica_uniforme	0	0	0	0.5	-0.5	0.5	-0.5	0.5	-0.5
termica_farfalla	0	0	0	-0.5	0.5	-0.5	0.5	-0.5	0.5
ritiro	0	0	0	0	1	0	1	0	1
acc_sol_inf_sx	0	0	0	0	0	0	0	0	0
acc_sol_inf	0.2	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0
sisma_H	1	0.3	0.3	1	1	1	1	0.3	0.3
inerzia_treno_H	1	0.3	0.3	1	1	1	1	0.3	0.3
sovraspinta_sismica	1	0.3	0.3	1	1	1	1	0.3	0.3
sisma_V	-0.3	1	-1	0.3	0.3	-0.3	-0.3	1	1
inerzia_treno_V	-0.3	1	-1	0.3	0.3	-0.3	-0.3	1	1

Tabella 12 – Combinazioni di carico agli SLV (parte 2/2).

combinazioni di carico agli SLE RARA FESSURAZIONE

	fes1	fes2	fes3	fes4	fes5	fes6	fes7	fes8	fes9	fes10	fes11	fes12	fes13
DEAD	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
perm_sol_sup	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
perm_sol_inf	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ballast	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_sx_k0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_dx_k0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0.8	0.8
LM71_centrato	0	0	0	0	0.8	0	0.8	0.8	0.8	0	0	0.8	0.8
LM71_piedritto_sx	0	0	0	0	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0
SW/2	0.8	0.8	0.8	0.8	0	0	0	0	0	0.8	0.8	0	0
spinta_LM71_sx	0	0	0	0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0	0	0.8	0.8
spinta_SW/2_sx	0.8	0.8	0.8	0.8	0	0	0	0	0	0.8	0.8	0	0
avviamento_LM71	0	0	0	0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0	0	0.8	0.8
frenatura_SW/2	0.8	0.8	0.8	0.8	0	0	0	0	0	0.8	0.8	0	0
termica_uniforme	0	-0.6	0.6	0	0	-0.6	0	-0.6	0.6	-0.6	0.6	-0.6	0.6



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	47 di 85

termica_farfalla	0	0.6	-0.6	0	0	0.6	0	0.6	-0.6	0.6	-0.6	0.6	-0.6
ritiro	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0
acc_sol_inf_sx	0	0	0.8	0	0	0	0	0	0.8	0	0.8	0	0.8
acc_sol_inf	0	0	0	0.8	0	0	0.8	0	0	0	0	0	0

Tabella 13 – Combinazioni di carico agli SLE RARA FESSURAZIONE.

combinazioni di carico agli SLE RARA TENSIONI													
	rar1	rar2	rar3	rar4	rar5	rar6	rar7	rar8	rar9	rar10	rar11	rar12	rar13
DEAD	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
perm_sol_sup	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
perm_sol_inf	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ballast	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_sx_k0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_dx_k0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.8	0.8	0.8	0.8
LM71_centrato	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1
LM71_piedritto_sx	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
SW/2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
spinta_LM71_sx	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1
spinta_SW/2_sx	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
avviamento_LM71	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1
frenatura_SW/2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
termica_uniforme	0	-0.6	0.6	0	0	-0.6	0	-0.6	0.6	-0.6	0.6	-0.6	0.6
termica_farfalla	0	0.6	-0.6	0	0	0.6	0	0.6	-0.6	0.6	-0.6	0.6	-0.6
ritiro	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0
acc_sol_inf_sx	0	0	0.8	0	0	0	0	0	0.8	0	0.8	0	0.8
acc_sol_inf	0	0	0	0.8	0	0	0.8	0	0	0	0	0	0

Tabella 14 – Combinazioni di carico agli SLE RARA TENSIONI.

combinazioni di carico agli SLE QUASI PEGANENTE						
	qpe1	qpe2	qpe3	qpe4	qpe5	qpe6
DEAD	1	1	1	1	1	1
perm_sol_sup	1	1	1	1	1	1



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	48 di 85

perm_sol_inf	1	1	1	1	1	1
ballast	1	1	1	1	1	1
spinta_sx_k0	1	1	1	1	1	1
spinta_dx_k0	1	1	1	0.8	0.8	0.8
LM71_centrato	0	0	0	0	0	0
LM71_piedritto_sx	0	0	0	0	0	0
SW/2	0	0	0	0	0	0
spinta_LM71_sx	0	0	0	0	0	0
spinta_SW/2_sx	0	0	0	0	0	0
avviamento_LM71	0	0	0	0	0	0
frenatura_SW/2	0	0	0	0	0	0
termica_uniforme	0	-0.5	0.5	0	-0.5	0.5
termica_farfalla	0	0.5	-0.5	0	0.5	-0.5
ritiro	0	1	0	0	1	0
acc_sol_inf_sx	0	0	0	0	0	0
acc_sol_inf	0	0	0	0	0	0

Tabella 15 – Combinazioni di carico agli SLE QUASI PERMANENTE.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	49 di 85

## 9 RISULTATI E VERIFICHE

Nelle immagini a seguire si riportano i digrammi di involuppo delle sollecitazioni per gli stati limite ultimi statici e sismici e per gli stati limite d'esercizio.

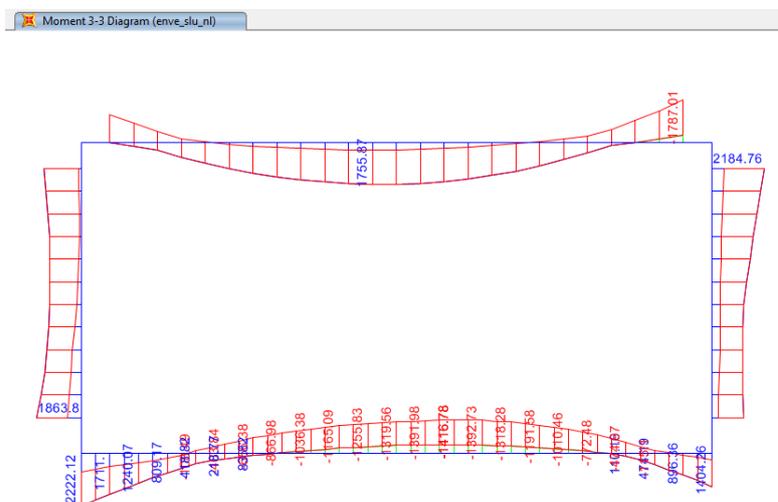


Figura 28 – Momento flettente enve-SLU.

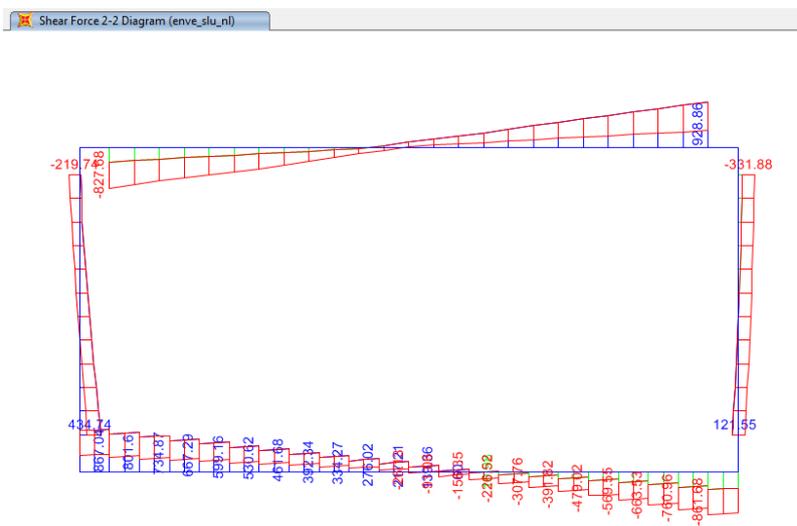


Figura 29 – Taglio enve-SLU.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	50 di 85

Moment 3-3 Diagram (enve\_slusis\_nl)

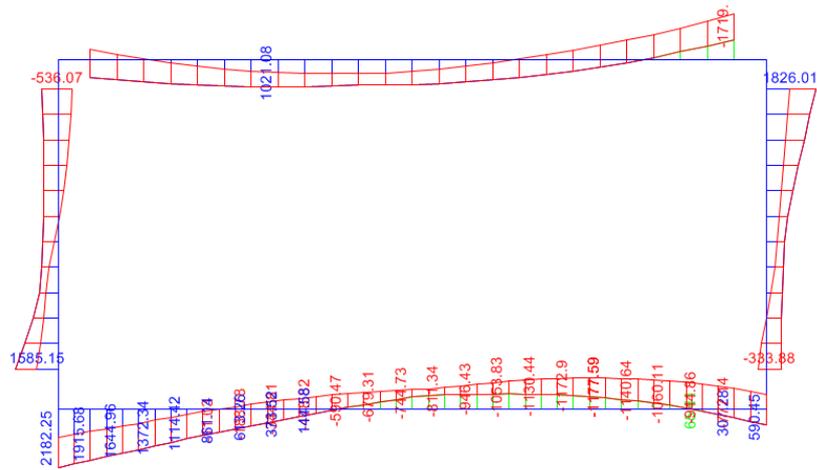


Figura 30 – Momento flettente enve-SLV.

Shear Force 2-2 Diagram (enve\_slusis\_nl)

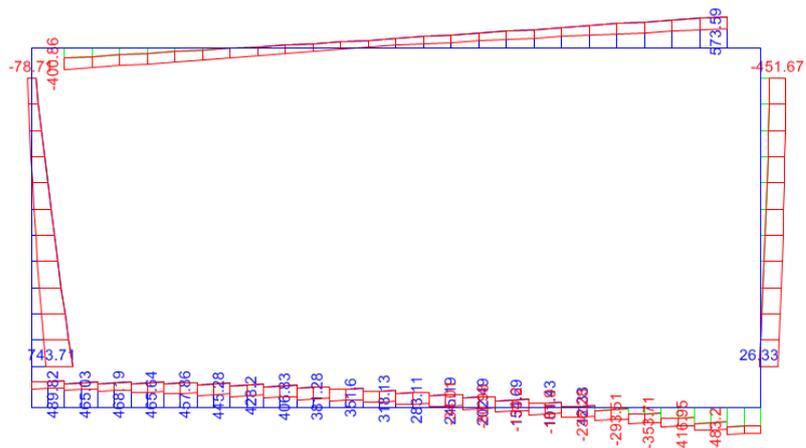


Figura 31 – Taglio enve-SLV.

Moment 3-3 Diagram (enve\_sle\_nl)

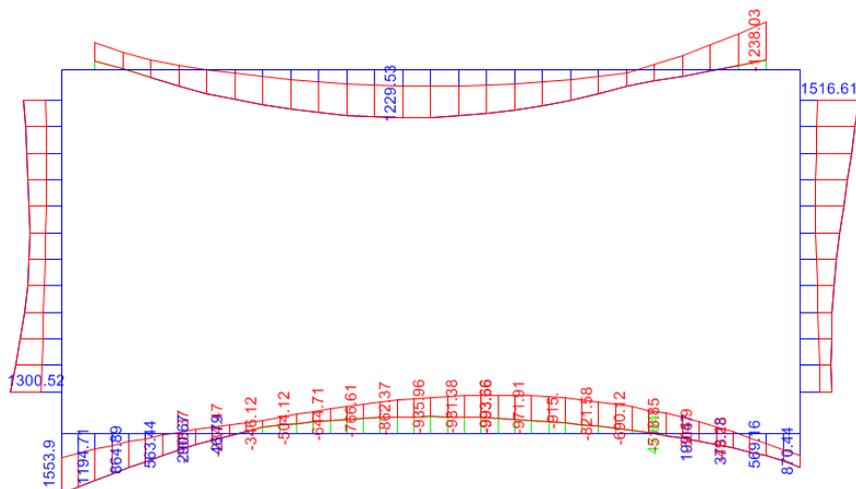


Figura 32 – Momento flettente enve-SLE.

### 9.1 Verifica soletta superiore

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-145.98	4.12	<b>1021.08</b>	3	4.10	sis14_nl
M3	min	-444.74	573.59	<b>-1719.00</b>	3	12.60	sis13_nl
V2	max	-419.90	<b>573.59</b>	-1607.57	3	12.60	sis5_nl
V2	min	-101.03	<b>-400.86</b>	-286.56	3	0.60	sis3_nl
P	max	<b>-48.01</b>	-184.83	682.82	3	0.60	sis16_nl
P	min	<b>-444.74</b>	573.59	-1719.00	3	12.60	sis13_nl

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-68.64	-37.56	<b>1755.87</b>	3	6.10	slu4_nl
<b>M3</b>	<b>min</b>	-340.64	928.87	<b>-1787.01</b>	3	12.60	slu27_nl
<b>V2</b>	<b>max</b>	-340.64	<b>928.87</b>	-1787.01	3	12.60	slu27_nl
<b>V2</b>	<b>min</b>	-132.46	<b>-827.68</b>	-632.87	3	0.60	slu29_nl
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>6.45</b>	-812.15	-578.97	3	0.60	slu5_nl
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-340.64</b>	928.87	-1787.01	3	12.60	slu27_nl

SLE - RARA TENSIONI		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-94.09	-11.72	<b>1229.53</b>	3	6.10	rar12_nl
<b>M3</b>	<b>min</b>	-241.33	651.82	<b>-1238.03</b>	3	12.60	rar11_nl
<b>V2</b>	<b>max</b>	-241.33	<b>651.82</b>	-1238.03	3	12.60	rar11_nl
<b>V2</b>	<b>min</b>	-51.65	<b>-562.04</b>	-319.64	3	0.60	rar6_nl
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-51.41</b>	-526.76	-348.62	3	0.60	rar12_nl
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-251.96</b>	647.47	-1215.42	3	12.60	rar3_nl

SLE - RARA FESSURAZIONE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-83.99	-13.91	<b>1130.37</b>	3	6.10	fes12_nl
<b>M3</b>	<b>min</b>	-218.49	587.31	<b>-1109.85</b>	3	12.60	fes11_nl
<b>V2</b>	<b>max</b>	-218.49	<b>587.31</b>	-1109.85	3	12.60	fes11_nl
<b>V2</b>	<b>min</b>	-52.16	<b>-514.42</b>	-303.13	3	0.60	fes6_nl
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-49.84</b>	-485.33	-320.38	3	0.60	fes12_nl
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-229.13</b>	582.96	-1087.24	3	12.60	fes3_nl

SLE - Q.P. TENSIONI		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-48.54	4.36	<b>716.01</b>	3	6.60	qpe5_nl
<b>M3</b>	<b>min</b>	-118.24	328.31	<b>-566.78</b>	3	12.60	qpe6_nl
<b>V2</b>	<b>max</b>	-93.40	<b>328.31</b>	-455.35	3	12.60	qpe4_nl
<b>V2</b>	<b>min</b>	-104.04	<b>-323.95</b>	-432.74	3	0.60	qpe1_nl
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-48.54</b>	-319.60	-229.72	3	0.60	qpe5_nl
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-128.88</b>	-323.95	-544.17	3	0.60	qpe3_nl



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3H	02	CL	SL0100 001	A	53 di 85

Si riassume di seguito l'armatura adottata.

As = 15Φ26

As' = 15Φ26

Staffe : Φ14/20 a 4 bracci

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

### 9.1.1 Verifica in condizioni statiche

#### CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

##### Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	26	[mm]	
Diametro staffe:	20	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C30/37		
Condizioni ambientali:	Aggressive		
Vita nominale costruzione:	100	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	

##### Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe: 50 [mm]

##### Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali: 70 [mm]

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 83 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni

#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: sol\_sup

(Percorso File: \\oceanoc16\Lavoro\Modelli di calcolo\SL06\_LOTTO 2 (C16)\SL06\_rc\_seclsol\_sup.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe:

C30/37



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	54 di 85

Resis. compr. di progetto fcd:	170.00	daN/cm <sup>2</sup>
Resis. compr. ridotta fcd':	85.00	daN/cm <sup>2</sup>
Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
Modulo Elastico Normale Ec:	328360	daN/cm <sup>2</sup>
Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm <sup>2</sup>
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	165.00	daN/cm <sup>2</sup>
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	165.00	daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	120.00	daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -

Tipo:	B450C	
Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3375.0	daN/cm <sup>2</sup>

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	110.0
3	50.0	110.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	8.3	26
2	-45.0	101.7	26
3	45.0	101.7	26
4	45.0	8.3	26
5	40.0	13.5	26
6	-40.0	13.5	26
7	-40.0	96.5	26
8	40.0	96.5	26

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	55 di 85

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	26
2	2	3	8	26
3	5	6	3	26
4	7	8	3	26

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm

Passo staffe: 20.0 cm

Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	14	1	2	22
2	4	11	19	3

Coordinate Barre generate di risvolto delle staffe:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
14	15.0	8.3
22	15.0	101.7
11	-15.0	8.3
19	-15.0	101.7

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	6864	175587	-3756
2	34064	-178701	92887
3	34064	-178701	92887
4	13246	-63287	-82768
5	-645	-57897	-81215
6	34064	-178701	92887

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	9409	122953	0
2	24133	-123803	0
3	24133	-123803	0
4	5165	-31964	0
5	5141	-34862	0
6	25196	-121542	0

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	56 di 85

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx	My
1	8399	113037 (85405)	0 (0)
2	21849	-110985 (-87771)	0 (0)
3	21849	-110985 (-87771)	0 (0)
4	5216	-30313 (-87281)	0 (0)
5	4984	-32038 (-86959)	0 (0)
6	22913	-108724 (-88047)	0 (0)

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx	My
1	4854	71601 (85282)	0 (0)
2	11824	-56678 (-88004)	0 (0)
3	9340	-45535 (-87935)	0 (0)
4	10404	-43274 (-88643)	0 (0)
5	4854	-22972 (-88058)	0 (0)
6	12888	-54417 (-88571)	0 (0)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.6 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 2.3 cm

#### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
Mx Componente momento flettente assegnato [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
As Tesa Area armature trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC]

N° Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	6864	175587	6850	294106	1.67	79.6(22.0)
2	S	34064	-178701	34094	-306135	1.71	79.6(22.0)
3	S	34064	-178701	34094	-306135	1.71	79.6(22.0)
4	S	13246	-63287	13258	-296938	4.69	79.6(22.0)
5	S	-645	-57897	-618	-290798	5.02	79.6(22.0)
6	S	34064	-178701	34094	-306135	1.71	79.6(22.0)

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

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere  $< 0.45$   
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	57 di 85

es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 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 compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.130	-50.0	110.0	0.00131	-45.0	101.7	-0.02333	-45.0	8.3
2	0.00350	0.137	-50.0	0.0	0.00141	-45.0	8.3	-0.02214	-45.0	101.7
3	0.00350	0.137	-50.0	0.0	0.00141	-45.0	8.3	-0.02214	-45.0	101.7
4	0.00350	0.132	-50.0	0.0	0.00133	-45.0	8.3	-0.02305	-45.0	101.7
5	0.00350	0.129	-50.0	0.0	0.00128	-45.0	8.3	-0.02366	-45.0	101.7
6	0.00350	0.137	-50.0	0.0	0.00141	-45.0	8.3	-0.02214	-45.0	101.7

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]; deve essere < 0.45  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000263771	-0.025514840	0.130	0.700
2	0.000000000	-0.000252079	0.003500000	0.137	0.700
3	0.000000000	-0.000252079	0.003500000	0.137	0.700
4	0.000000000	-0.000261026	0.003500000	0.132	0.700
5	0.000000000	-0.000267086	0.003500000	0.129	0.700
6	0.000000000	-0.000252079	0.003500000	0.137	0.700

#### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 14 mm  
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
 Ved Taglio di progetto [daN] =  $V_y$  ortogonale all'asse neutro  
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
 Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe  
 Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore  $L/d_{max}$  con  $L$ =lunghezza legatura proiettata sulla direzione del taglio e  $d_{max}$ = massima altezza utile nella direzione del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	3756	390430	110268	101.7	100.0	1.000	1.004	1.0	30.8(0.0)
2	S	92887	396089	110268	101.7	100.0	1.000	1.018	25.9	30.8(0.0)
3	S	92887	396089	110268	101.7	100.0	1.000	1.018	25.9	30.8(0.0)
4	S	82768	391758	110268	101.7	100.0	1.000	1.007	23.1	30.8(0.0)
5	S	81215	389003	110268	101.7	100.0	1.000	1.000	22.7	30.8(0.0)
6	S	92887	396089	110268	101.7	100.0	1.000	1.018	25.9	30.8(0.0)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	58 di 85

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	56.5	-50.0	110.0	-1714	-25.0	8.3	2500	79.6
2	S	57.9	-50.0	0.0	-1641	35.0	101.7	2500	79.6
3	S	57.9	-50.0	0.0	-1641	35.0	101.7	2500	79.6
4	S	14.9	-50.0	0.0	-430	35.0	101.7	2500	79.6
5	S	16.2	-50.0	0.0	-472	35.0	101.7	2500	79.6
6	S	57.0	-50.0	0.0	-1602	35.0	101.7	2500	79.6

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$

Ver. Esito della verifica  
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata  
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata  
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]  
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]  
 k2 = 0.5 per flessione;  $= (e1 + e2) / (2 * e1)$  per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]  
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]  
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]  
 Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]  
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]  
 wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max \* (e\_sm - e\_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi  
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]  
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00096	0	0.500	26.0	70	0.00053 (0.00051)	377	0.200 (0.20)	85446	0
2	S	-0.00092	0	0.500	26.0	70	0.00049 (0.00049)	377	0.186 (0.20)	-87732	0
3	S	-0.00092	0	0.500	26.0	70	0.00049 (0.00049)	377	0.186 (0.20)	-87732	0
4	S	-0.00024	0	0.500	26.0	70	0.00013 (0.00013)	377	0.049 (0.20)	-87076	0
5	S	-0.00026	0	0.500	26.0	70	0.00014 (0.00014)	377	0.053 (0.20)	-86801	0
6	S	-0.00090	0	0.500	26.0	70	0.00048 (0.00048)	377	0.181 (0.20)	-87978	0

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	51.9	-50.0	110.0	-1577	-35.0	8.3	2500	79.6
2	S	51.9	-50.0	0.0	-1470	35.0	101.7	2500	79.6
3	S	51.9	-50.0	0.0	-1470	35.0	101.7	2500	79.6
4	S	14.1	-50.0	0.0	-406	35.0	101.7	2500	79.6
5	S	14.9	-50.0	0.0	-432	35.0	101.7	2500	79.6
6	S	51.0	-50.0	0.0	-1431	35.0	101.7	2500	79.6

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	59 di 85

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00088	0	0.500	26.0	70	0.00047 (0.00047)	377	0.178 (0.20)	85405	0
2	S	-0.00083	0	0.500	26.0	70	0.00044 (0.00044)	377	0.166 (0.20)	-87771	0
3	S	-0.00083	0	0.500	26.0	70	0.00044 (0.00044)	377	0.166 (0.20)	-87771	0
4	S	-0.00023	0	0.500	26.0	70	0.00012 (0.00012)	377	0.046 (0.20)	-87281	0
5	S	-0.00024	0	0.500	26.0	70	0.00013 (0.00013)	377	0.049 (0.20)	-86959	0
6	S	-0.00081	0	0.500	26.0	70	0.00043 (0.00043)	377	0.162 (0.20)	-88047	0

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	32.9	-50.0	110.0	-1002	-35.0	8.3	2500	79.6
2	S	26.6	-50.0	0.0	-747	35.0	101.7	2500	79.6
3	S	21.3	-50.0	0.0	-601	35.0	101.7	2500	79.6
4	S	20.4	-50.0	0.0	-562	35.0	101.7	2450	79.6
5	S	10.8	-50.0	0.0	-302	35.0	101.7	2500	79.6
6	S	25.6	-50.0	0.0	-708	35.0	101.7	2450	79.6

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00056	0	0.500	26.0	70	0.00030 (0.00030)	377	0.113 (0.20)	85282	0
2	S	-0.00042	0	0.500	26.0	70	0.00022 (0.00022)	377	0.084 (0.20)	-88004	0
3	S	-0.00034	0	0.500	26.0	70	0.00018 (0.00018)	377	0.068 (0.20)	-87935	0
4	S	-0.00032	0	0.500	26.0	70	0.00017 (0.00017)	374	0.063 (0.20)	-88643	0
5	S	-0.00017	0	0.500	26.0	70	0.00009 (0.00009)	377	0.034 (0.20)	-88058	0
6	S	-0.00040	0	0.500	26.0	70	0.00021 (0.00021)	374	0.079 (0.20)	-88571	0

### 9.1.2 Verifica in condizioni sismiche

#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: sol\_sup\_sisma

(Percorso File: \\ocean016\Lavoro\Modelli di calcolo\SL06\_LOTTO 2 (C16)\SL06\_rc\_sec\sol\_sup\_sisma.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Resistenze in campo sostanzialmente elastico

Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro

Normativa di riferimento: N.T.C.

Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante

Tipo di sollecitazione: Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)

Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia

Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resis. compr. di progetto fcd:	170.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	85.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	60 di 85

Def.unit. ultima ecu: 0.0035  
 Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo  
 Modulo Elastico Normale Ec: 328360 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resis. media a trazione fctm: 29.00 daN/cm<sup>2</sup>

ACCIAIO - Tipo: B450C  
 Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. caratt. rottura ftk: 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. snerv. di progetto fyd: 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. ultima di progetto ftd: 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Deform. ultima di progetto Epu: 0.068  
 Modulo Elastico Ef: 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
 Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
 Classe Conglomerato: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	110.0
3	50.0	110.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	8.3	26
2	-45.0	101.7	26
3	45.0	101.7	26
4	45.0	8.3	26
5	40.0	13.5	26
6	40.0	96.5	26
7	-40.0	13.5	26
8	-40.0	96.5	26

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	26
2	2	3	8	26
3	5	7	3	26
4	6	8	3	26

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm  
 Passo staffe: 20.0 cm

Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	61 di 85

N° Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	14	1	2	22
2	4	11	19	3

Coordinate Barre generate di risvolto delle staffe:

N° Barra	X[cm]	Y[cm]
14	15.0	8.3
22	15.0	101.7
11	-15.0	8.3
19	-15.0	101.7

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N° Comb.	N	Mx	Vy
1	14598	102108	412
2	44474	-171900	57359
3	41990	-160757	57359
4	10103	-28656	-40086
5	4801	68282	-18483
6	44474	-171900	57359

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	4.6 cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.3 cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
Mx Componente momento flettente assegnato [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
As Totale Area totale barre longitudinali [cm<sup>2</sup>]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N° Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	14598	102108	14594	277447	2.72	159.3(33.0)
2	S	44474	-171900	44457	-289201	1.68	159.3(33.0)
3	S	41990	-160757	41973	-288230	1.79	159.3(33.0)
4	S	10103	-28656	10092	-275659	9.62	159.3(33.0)
5	S	4801	68282	4817	273560	4.01	159.3(33.0)
6	S	44474	-171900	44457	-289201	1.68	159.3(33.0)

### METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	62 di 85

es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 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 compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00092	-50.0	110.0	0.00069	-45.0	101.7	-0.00196	-45.0	8.3
2	0.00098	-50.0	0.0	0.00074	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	101.7
3	0.00098	-50.0	0.0	0.00074	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	101.7
4	0.00091	-50.0	0.0	0.00068	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	101.7
5	0.00090	-50.0	110.0	0.00067	-45.0	101.7	-0.00196	-45.0	8.3
6	0.00098	-50.0	0.0	0.00074	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	101.7

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]; deve essere < 0.45  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000028318	-0.002191541	----	----
2	0.000000000	-0.000028906	0.000983225	----	----
3	0.000000000	-0.000028857	0.000978274	----	----
4	0.000000000	-0.000028229	0.000914402	----	----
5	0.000000000	0.000028125	-0.002189935	----	----
6	0.000000000	-0.000028906	0.000983225	----	----

#### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 14 mm  
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
 Ved Taglio di progetto [daN] =  $V_y$  ortogonale all'asse neutro  
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
 Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe  
 d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]  
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d\_max con L=lungh.legat.proietta-  
 ta sulla direz. del taglio e d\_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d   z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	412	379729	106806101.7	88.7	100.0	1.000	1.008	0.1	30.8(0.0)
2	S	57359	383304	106129101.7	88.1	100.0	1.000	1.024	16.6	30.8(0.0)
3	S	57359	383005	106184101.7	88.1	100.0	1.000	1.022	16.6	30.8(0.0)
4	S	40086	379196	106911101.7	88.7	100.0	1.000	1.005	11.5	30.8(0.0)
5	S	18483	378565	107035101.7	88.8	100.0	1.000	1.003	5.3	30.8(0.0)
6	S	57359	383304	106129101.7	88.1	100.0	1.000	1.024	16.6	30.8(0.0)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	63 di 85

## 9.2 Verifica piedritti

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-630.29	-451.67	<b>1826.01</b>	2	6.00	sis13_nl
M3	min	-236.97	74.84	<b>-536.07</b>	1	6.00	sis16_nl
V2	max	-394.42	<b>743.71</b>	1519.94	1	0.75	sis16_nl
V2	min	-630.29	<b>-451.67</b>	1826.01	2	6.00	sis13_nl
P	max	<b>-236.97</b>	29.97	-387.37	1	6.00	sis6_nl
P	min	<b>-787.74</b>	-286.15	-236.04	2	0.75	sis5_nl

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1036.37	-331.88	<b>2184.76</b>	2	6.00	slu27_nl
M3	min	-367.00	-7.77	<b>82.91</b>	1	5.05	slu22_nl
V2	max	-1097.75	<b>434.74</b>	1863.80	1	0.75	slu17_nl
V2	min	-1036.37	<b>-331.88</b>	2184.76	2	6.00	slu27_nl
P	max	<b>-337.41</b>	-177.02	526.19	1	6.00	slu23_nl
P	min	<b>-1248.93</b>	-128.09	884.65	2	0.75	slu27_nl

SLE - RARA TENSIONI		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-728.34	-233.53	<b>1516.61</b>	2	6.00	rar11_nl
M3	min	-640.48	5.73	<b>624.80</b>	1	5.52	rar10_nl
V2	max	-783.62	<b>306.61</b>	1300.52	1	0.75	rar10_nl
V2	min	-723.99	<b>-241.00</b>	1486.76	2	6.00	rar3_nl
P	max	<b>-590.89</b>	-100.03	944.93	1	6.00	rar13_nl
P	min	<b>-885.80</b>	-70.50	644.35	2	0.75	rar11_nl



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	64 di 85

SLE - RARA FESSURAZIONE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-658.31	-209.72	<b>1361.16</b>	2	6.00	fes11_nl
<b>M3</b>	<b>min</b>	-588.94	1.00	<b>575.86</b>	1	5.52	fes10_nl
<b>V2</b>	<b>max</b>	-732.08	<b>280.50</b>	1177.97	1	0.75	fes10_nl
<b>V2</b>	<b>min</b>	-653.95	<b>-217.18</b>	1331.31	2	6.00	fes3_nl
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-546.22</b>	-102.28	890.02	1	6.00	fes13_nl
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-815.76</b>	-46.69	613.94	2	0.75	fes11_nl

SLE - Q.P. TENSIONI		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-377.20	-105.56	<b>713.34</b>	2	6.00	qpe6_nl
<b>M3</b>	<b>min</b>	-411.43	1.88	<b>386.67</b>	1	4.57	qpe5_nl
<b>V2</b>	<b>max</b>	-525.94	<b>171.10</b>	681.24	1	0.75	qpe5_nl
<b>V2</b>	<b>min</b>	-372.84	<b>-113.03</b>	683.49	1	6.00	qpe3_nl
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-368.49</b>	-77.55	559.31	1	6.00	qpe4_nl
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-534.65</b>	82.31	545.57	2	0.75	qpe4_nl

Si riassume di seguito l'armatura adottata.

As = 15Φ26

As' = 10Φ26

Staffe : Φ12/20 a 4 bracci

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

### 9.2.1 Verifica in condizioni statiche

#### CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	26	[mm]	
Diametro staffe:	20	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C30/37		
Condizioni ambientali:	Aggressive		
Vita nominale costruzione:	100	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	

Copriferro staffe:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	65 di 85

Copriferro nominale Netto Staffe: 50 [mm]

Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali: 70 [mm]

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 83 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni

#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: pied

(Percorso File: \\oceano\C16\lavoro\Modelli di calcolo\SL06\_LOTTO 2 (C16)\SL06\_rc\_sec\pied.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi  
 Tipologia sezione: Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica  
 Normativa di riferimento: N.T.C.  
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive  
 Tipo di sollecitazione: Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)  
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C30/37  
 Resis. compr. di progetto fcd: 170.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resis. compr. ridotta fcd': 85.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020  
 Def.unit. ultima ecu: 0.0035  
 Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo  
 Modulo Elastico Normale Ec: 328360 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resis. media a trazione fctm: 29.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00  
 Sc limite S.L.E. comb. Rare: 165.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: 165.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: 0.200 mm  
 Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 120.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C  
 Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. caratt. rottura ftk: 4500.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. snerv. di progetto fyd: 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resist. ultima di progetto ftd: 3913.0 daN/cm<sup>2</sup>  
 Deform. ultima di progetto Epu: 0.068  
 Modulo Elastico Ef: 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
 Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito  
 Coeff. Aderenza istantaneo B1\*B2 : 1.00  
 Coeff. Aderenza differito B1\*B2 : 0.50  
 Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 3375.0 daN/cm<sup>2</sup>

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
 Classe Conglomerato: C30/37



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	66 di 85

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	8.3	26
2	-45.0	111.7	26
3	45.0	111.7	26
4	45.0	8.3	26
5	40.0	13.5	26
6	-40.0	13.5	26

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	26
2	2	3	8	26
3	5	6	3	26

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm  
 Passo staffe: 20.0 cm

Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	12	1	2	20
2	4	9	17	3

Coordinate Barre generate di risvolto delle staffe:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
12	15.0	8.3
20	15.0	111.7
9	-15.0	8.3
17	-15.0	111.7

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
---------	---	----	----



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	67 di 85

1	103637	218476	-33188
2	36700	8291	-777
3	109775	186380	43474
4	103637	218476	-33188
5	33741	52619	-17702
6	124893	88465	-12809

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	72834	151661	0
2	64048	62480	0
3	78362	130052	0
4	72399	148676	0
5	59089	94493	0
6	88580	64435	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	65831	136116 (108064)	0 (0)
2	58894	57586 (125013)	0 (0)
3	73208	117797 (111945)	0 (0)
4	65395	133131 (108270)	0 (0)
5	54622	89002 (111719)	0 (0)
6	81576	61394 (137231)	0 (0)

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	37720	71334 (109305)	0 (0)
2	41143	38667 (126534)	0 (0)
3	52594	68124 (116515)	0 (0)
4	37284	68349 (109772)	0 (0)
5	36849	55931 (113045)	0 (0)
6	53465	54557 (123478)	0 (0)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	68 di 85

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.6 cm  
Copriferro netto minimo staffe: 2.5 cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
Mx Componente momento flettente assegnato [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate  
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
As Tesa Area armature trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	103637	218476	103637	373558	1.70	79.6(24.0)
2	S	36700	8291	36710	340502	37.98	79.6(24.0)
3	S	109775	186380	109789	376544	2.01	79.6(24.0)
4	S	103637	218476	103637	373558	1.70	79.6(24.0)
5	S	33741	52619	33736	339010	6.38	79.6(24.0)
6	S	124893	88465	124866	383822	4.25	79.6(24.0)

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

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45  
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
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)  
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
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 compress.)  
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.149	-50.0	120.0	0.00175	-45.0	111.7	-0.01999	-45.0	8.3
2	0.00350	0.127	-50.0	120.0	0.00145	-45.0	111.7	-0.02413	-45.0	8.3
3	0.00350	0.151	-50.0	120.0	0.00178	-45.0	111.7	-0.01965	-45.0	8.3
4	0.00350	0.149	-50.0	120.0	0.00175	-45.0	111.7	-0.01999	-45.0	8.3
5	0.00350	0.126	-50.0	120.0	0.00143	-45.0	111.7	-0.02433	-45.0	8.3
6	0.00350	0.157	-50.0	120.0	0.00184	-45.0	111.7	-0.01883	-45.0	8.3

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000210340	-0.021740775	0.149	0.700
2	0.000000000	0.000247374	-0.026184874	0.127	0.700
3	0.000000000	0.000207249	-0.021369878	0.151	0.700
4	0.000000000	0.000210340	-0.021740775	0.149	0.700
5	0.000000000	0.000249188	-0.026402526	0.126	0.700
6	0.000000000	0.000199883	-0.020485944	0.157	0.700

### VERIFICHE A TAGLIO



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	69 di 85

Diam. Staffe: 12 mm  
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
 Ved Taglio di progetto [daN] =  $V_y$  ortogonale all'asse neutro  
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
 Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe  
 Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.  
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d\_max con L=lungh.legat.proietta-  
 ta sulla direz. del taglio e d\_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	33188	448958	88979	111.7	100.0	1.000	1.051	8.4	22.6(0.0)
2	S	777	434939	88979	111.7	100.0	1.000	1.018	0.2	22.6(0.0)
3	S	43474	450244	88979	111.7	100.0	1.000	1.054	11.1	22.6(0.0)
4	S	33188	448958	88979	111.7	100.0	1.000	1.051	8.4	22.6(0.0)
5	S	17702	434319	88979	111.7	100.0	1.000	1.017	4.5	22.6(0.0)
6	S	12809	453410	88979	111.7	100.0	1.000	1.061	3.3	22.6(0.0)

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	68.1	-50.0	120.0	-1566	-45.0	8.3	2500	79.6
2	S	29.7	-50.0	120.0	-474	-35.0	8.3	2200	79.6
3	S	59.3	-50.0	120.0	-1259	-25.0	8.3	2450	79.6
4	S	66.8	-50.0	120.0	-1530	15.0	8.3	2500	79.6
5	S	43.2	-50.0	120.0	-903	-15.0	8.3	2450	79.6
6	S	31.5	-50.0	120.0	-388	-25.0	8.3	1950	79.6

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$

Ver. Esito della verifica  
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata  
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata  
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]  
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]  
 k2 = 0.5 per flessione;  $= (e1 + e2) / (2 * e1)$  per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]  
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali  
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]  
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	70 di 85

e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]  
Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]  
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]  
wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max\*(e\_sm - e\_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi  
Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]  
My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00088	0	0.500	26.0	37	0.00047 (0.00047)	265	0.124 (0.20)	107972	0
2	S	-0.00027	0	0.500	26.0	70	0.00014 (0.00014)	360	0.051 (0.20)	125099	0
3	S	-0.00071	0	0.500	26.0	70	0.00038 (0.00038)	374	0.141 (0.20)	111395	0
4	S	-0.00086	0	0.500	26.0	70	0.00046 (0.00046)	377	0.173 (0.20)	108154	0
5	S	-0.00051	0	0.500	26.0	70	0.00027 (0.00027)	374	0.101 (0.20)	112057	0
6	S	-0.00023	0	0.500	26.0	70	0.00012 (0.00012)	346	0.040 (0.20)	139276	0

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	61.2	-50.0	120.0	-1403	-45.0	8.3	2500	79.6
2	S	27.4	-50.0	120.0	-437	-15.0	8.3	2200	79.6
3	S	53.8	-50.0	120.0	-1128	15.0	8.3	2450	79.6
4	S	59.9	-50.0	120.0	-1367	-45.0	8.3	2500	79.6
5	S	40.6	-50.0	120.0	-856	-25.0	8.3	2450	79.6
6	S	29.9	-50.0	120.0	-382	-45.0	8.3	2000	79.6

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00079	0	0.500	26.0	37	0.00042 (0.00042)	265	0.111 (0.20)	108064	0
2	S	-0.00025	0	0.500	26.0	70	0.00013 (0.00013)	360	0.047 (0.20)	125013	0
3	S	-0.00064	0	0.500	26.0	70	0.00034 (0.00034)	374	0.127 (0.20)	111945	0
4	S	-0.00077	0	0.500	26.0	37	0.00041 (0.00041)	265	0.108 (0.20)	108270	0
5	S	-0.00048	0	0.500	26.0	70	0.00026 (0.00026)	374	0.096 (0.20)	111719	0
6	S	-0.00022	0	0.500	26.0	37	0.00011 (0.00011)	237	0.027 (0.20)	137231	0

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	32.2	-50.0	120.0	-718	5.0	8.3	2500	79.6
2	S	18.5	-50.0	120.0	-286	5.0	8.3	2150	79.6
3	S	31.7	-50.0	120.0	-600	-45.0	8.3	2350	79.6
4	S	31.0	-50.0	120.0	-682	-15.0	8.3	2500	79.6
5	S	25.7	-50.0	120.0	-525	35.0	8.3	2400	79.6
6	S	25.9	-50.0	120.0	-425	-35.0	8.3	2200	79.6

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00040	0	0.500	26.0	70	0.00022 (0.00022)	377	0.081 (0.20)	109305	0
2	S	-0.00016	0	0.500	26.0	70	0.00009 (0.00009)	357	0.031 (0.20)	126534	0
3	S	-0.00034	0	0.500	26.0	37	0.00018 (0.00018)	256	0.046 (0.20)	116515	0
4	S	-0.00038	0	0.500	26.0	70	0.00020 (0.00020)	377	0.077 (0.20)	109772	0
5	S	-0.00030	0	0.500	26.0	70	0.00016 (0.00016)	371	0.058 (0.20)	113045	0
6	S	-0.00024	0	0.500	26.0	70	0.00013 (0.00013)	360	0.046 (0.20)	123478	0



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	71 di 85

## 9.2.2 Verifica in condizioni sismiche

### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: pied\_sis

(Percorso File: \\oceano\C16\Lavoro\Modelli di calcolo\SL06\_LOTTO 2 (C16)\SL06\_rc\_sec\pied\_sis.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	170.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	85.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360	daN/cm <sup>2</sup>
Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm <sup>2</sup>	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito		

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	8.3	26
2	-45.0	111.7	26
3	45.0	111.7	26
4	45.0	8.3	26
5	40.0	13.5	26





DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	73 di 85

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Componente momento flettente assegnato [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 As Tesa Area armature trave [cm<sup>2</sup>] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC]

N° Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	47530	173163	47521	320906	1.85	79.6(24.0)
2	S	67675	-80491	67691	-243172	3.05	53.1(24.0)
3	S	42699	168963	42713	318880	1.88	79.6(24.0)
4	S	56611	152482	56618	324726	2.12	79.6(24.0)
5	S	26803	-8352	26819	-224455	28.54	53.1(24.0)
6	S	72506	-69692	72500	-245347	3.57	53.1(24.0)

#### METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere  $< 0.45$   
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 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)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 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 compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N° Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00100	0.339	-50.0	120.0	0.00078	-45.0	111.7	-0.00196	-45.0	8.3
2	0.00079	0.288	-50.0	0.0	0.00059	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	111.7
3	0.00099	0.337	-50.0	120.0	0.00077	-45.0	111.7	-0.00196	-45.0	8.3
4	0.00102	0.343	-50.0	120.0	0.00080	-45.0	111.7	-0.00196	-45.0	8.3
5	0.00071	0.267	-50.0	0.0	0.00051	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	111.7
6	0.00080	0.291	-50.0	0.0	0.00060	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	111.7

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere  $< 0.45$   
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N° Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000026493	-0.002176393	0.339	0.864
2	0.000000000	-0.000024616	0.000793055	0.288	0.801
3	0.000000000	0.000026406	-0.002175666	0.337	0.861
4	0.000000000	0.000026659	-0.002177766	0.343	0.869
5	0.000000000	-0.000023897	0.000712761	0.267	0.774
6	0.000000000	-0.000024699	0.000802352	0.291	0.804

#### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm  
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
 Ved Taglio di progetto [daN] =  $V_y$  ortogonale all'asse neutro



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	74 di 85

Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe  
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.  
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d\_max con L=lungh.legat.proietta-  
ta sulla direz. del taglio e d\_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	70225	437207	88979	111.7	100.0	1.000	1.023	17.9	22.6(0.0)
2	S	33574	441426	88979	111.7	100.0	1.000	1.033	8.5	22.6(0.0)
3	S	71067	436195	88979	111.7	100.0	1.000	1.021	18.1	22.6(0.0)
4	S	48315	439109	88979	111.7	100.0	1.000	1.028	12.3	22.6(0.0)
5	S	1493	432866	88979	111.7	100.0	1.000	1.013	0.4	22.6(0.0)
6	S	31716	442438	88979	111.7	100.0	1.000	1.036	8.1	22.6(0.0)

### 9.3 Verifica soletta inferiore

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-907.00	437.37	<b>1915.68</b>	49	0.00	sis14_nl
M3	min	-373.61	122.86	<b>-744.73</b>	67	0.60	sis17_nl
V2	max	-907.00	<b>468.19</b>	1372.34	51	0.60	sis14_nl
V2	min	-410.60	<b>90.06</b>	-435.42	67	0.00	sis4_nl
P	max	<b>-373.61</b>	423.25	912.61	49	0.00	sis17_nl
P	min	<b>-910.65</b>	403.93	1875.71	49	0.00	sis16_nl

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-614.57	768.18	<b>1711.00</b>	49	0.00	slu17_nl
M3	min	-490.56	217.21	<b>-1319.56</b>	67	0.60	slu27_nl
V2	max	-614.57	<b>801.61</b>	1240.07	49	0.60	slu17_nl
V2	min	-402.14	<b>35.34</b>	-715.38	67	0.00	slu14_nl
P	max	<b>-248.03</b>	699.28	1144.43	49	0.00	slu6_nl
P	min	<b>-614.57</b>	768.18	1711.00	49	0.00	slu17_nl



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	75 di 85

SLE - RARA TENSIONI		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-437.33	535.86	<b>1194.71</b>	49	0.00	rar10_nl
<b>M3</b>	<b>min</b>	-353.76	143.61	<b>-935.96</b>	67	0.60	rar11_nl
<b>V2</b>	<b>max</b>	-437.33	<b>563.51</b>	864.89	49	0.60	rar10_nl
<b>V2</b>	<b>min</b>	-372.85	<b>60.99</b>	-700.72	67	0.00	rar6_nl
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-278.89</b>	464.15	834.26	49	0.00	rar9_nl
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-437.33</b>	535.86	1194.71	49	0.00	rar10_nl

SLE - RARA FESSURAZIONE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-404.50	491.84	<b>1078.97</b>	49	0.00	fes10_nl
<b>M3</b>	<b>min</b>	-320.94	126.66	<b>-862.73</b>	67	0.60	fes11_nl
<b>V2</b>	<b>max</b>	-404.50	<b>519.50</b>	775.57	49	0.60	fes10_nl
<b>V2</b>	<b>min</b>	-350.79	<b>49.27</b>	-644.46	67	0.00	fes6_nl
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-258.91</b>	426.85	742.14	49	0.00	fes9_nl
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-404.50</b>	491.84	1078.97	49	0.00	fes10_nl

SLE - Q.P. TENSIONI		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-268.24	315.40	<b>605.96</b>	49	0.00	qpe5_nl
<b>M3</b>	<b>min</b>	-198.53	38.55	<b>-579.10</b>	67	0.60	qpe6_nl
<b>V2</b>	<b>max</b>	-268.24	<b>343.06</b>	408.42	49	0.60	qpe5_nl
<b>V2</b>	<b>min</b>	-187.90	<b>1.63</b>	-565.66	67	0.00	qpe3_nl
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-187.90</b>	306.35	400.58	49	0.00	qpe3_nl
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-268.24</b>	315.40	605.96	49	0.00	qpe5_nl

Si riassume di seguito l'armatura adottata.

As = 10Φ24

As' = 15Φ24

Staffe : Φ12/20 a 4 bracci

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	76 di 85

### 9.3.1 Verifica in condizioni statiche

#### CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

##### Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	24	[mm]	
Diametro staffe:	18	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C30/37		
Condizioni ambientali:	Aggressive		
Vita nominale costruzione:	100	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	

##### Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe: 50 [mm]

##### Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali: 68 [mm]

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 80 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni

#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: sol\_inf

(Percorso File: \\oceano\C16\Lavoro\Modelli di calcolo\SL06\_LOTTO 2 (C16)\SL06\_rc\_sec\sol\_inf.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	170.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	85.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	165.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	165.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	120.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	77 di 85

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3375.0	daN/cm <sup>2</sup>

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	150.0
3	50.0	150.0
4	50.0	0.0

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	8.0	24
2	-45.0	142.0	24
3	45.0	142.0	24
4	45.0	8.0	24
5	40.0	137.2	24
6	-40.0	137.2	24

### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	24
2	2	3	8	24
3	5	6	3	24

### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm  
Passo staffe: 20.0 cm

Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	12	1	2	20
2	4	9	17	3

Coordinate Barre generate di risvolto delle staffe:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	78 di 85

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
12	15.0	8.0
20	15.0	142.0
9	-15.0	8.0
17	-15.0	142.0

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	61457	171100	76818
2	49056	-131956	21721
3	61457	124007	80161
4	40214	-71538	3534
5	24803	114443	69928
6	61457	171100	76818

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	43733	119471	0
2	35376	-93596	0
3	43733	86489	0
4	37285	-70072	0
5	27889	83426	0
6	43733	119471	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	40450	107897 (151565)	0 (0)
2	32094	-86273 (-155593)	0 (0)
3	40450	77557 (159205)	0 (0)
4	35079	-64446 (-164291)	0 (0)
5	25891	74214 (150286)	0 (0)
6	40450	107897 (151565)	0 (0)

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	79 di 85

con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx	My
1	26824	60596 (155003)	0 (0)
2	19853	-57910 (-154210)	0 (0)
3	26824	40842 (166965)	0 (0)
4	18790	-56566 (-153712)	0 (0)
5	18790	40058 (156384)	0 (0)
6	26824	60596 (155003)	0 (0)

## RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	4.5 cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.6 cm

## VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx	Componente momento flettente assegnato [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)
	Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
As Tesa	Area armature trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC]

N° Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	61457	171100	61472	284305	1.67	45.2(30.0)
2	S	49056	-131956	49033	-388844	2.93	67.9(30.0)
3	S	61457	124007	61472	284305	2.30	45.2(30.0)
4	S	40214	-71538	40189	-383056	5.31	67.9(30.0)
5	S	24803	114443	24811	260441	2.28	67.9(30.0)
6	S	61457	171100	61472	284305	1.67	45.2(30.0)

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

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere $< 0.45$
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
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)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
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 compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N° Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.081	-50.0	150.0	0.00107	-45.0	142.0	-0.03959	-45.0	8.0
2	0.00350	0.095	-50.0	0.0	0.00142	-45.0	8.0	-0.03334	-45.0	142.0
3	0.00350	0.081	-50.0	150.0	0.00107	-45.0	142.0	-0.03959	-45.0	8.0
4	0.00350	0.093	-50.0	0.0	0.00138	-45.0	8.0	-0.03422	-45.0	142.0
5	0.00350	0.076	-50.0	150.0	0.00091	-45.0	142.0	-0.04248	-45.0	8.0
6	0.00350	0.081	-50.0	150.0	0.00107	-45.0	142.0	-0.03959	-45.0	8.0

## POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	80 di 85

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000303416	-0.042012360	0.081	0.700
2	0.000000000	-0.000259456	0.003500000	0.095	0.700
3	0.000000000	0.000303416	-0.042012360	0.081	0.700
4	0.000000000	-0.000265623	0.003500000	0.093	0.700
5	0.000000000	0.000323810	-0.045071533	0.076	0.700
6	0.000000000	0.000303416	-0.042012360	0.081	0.700

#### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm  
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata / N = comb. non verificata  
Ved Taglio di progetto [daN] =  $V_y$  ortogonale all'asse neutro  
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe  
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.  
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d\_max con L=lungh.legat.proietta-  
ta sulla direz. del taglio e d\_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	76818	556240	113116	142.0	100.0	1.000	1.024	15.4	22.6(0.0)
2	S	21721	553599	113116	142.0	100.0	1.000	1.019	4.3	22.6(0.0)
3	S	80161	556240	113116	142.0	100.0	1.000	1.024	16.0	22.6(0.0)
4	S	3534	551716	113116	142.0	100.0	1.000	1.016	0.7	22.6(0.0)
5	S	69928	548433	113116	142.0	100.0	1.000	1.010	14.0	22.6(0.0)
6	S	76818	556240	113116	142.0	100.0	1.000	1.024	15.4	22.6(0.0)

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm<sup>2</sup>]  
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]  
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	41.2	-50.0	150.0	-1569	15.0	8.0	2000	45.2
2	S	30.6	-50.0	0.0	-863	35.0	142.0	2400	67.9
3	S	30.2	-50.0	150.0	-1020	-25.0	8.0	2000	45.2
4	S	23.4	-50.0	0.0	-580	35.0	142.0	2400	67.9



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	81 di 85

5	S	28.7	-50.0	150.0	-1121	-5.0	8.0	2000	45.2
6	S	41.2	-50.0	150.0	-1569	15.0	8.0	2000	45.2

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Ver.	Esito della verifica
e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
sr max	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
wk	Massima distanza tra le fessure [mm]
Mx fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max * (e\_sm - e\_cm)$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00085	0	0.500	24.0	68	0.00047 (0.00047)	412	0.194 (0.20)	151128	0
2	S	-0.00047	0	0.500	24.0	68	0.00026 (0.00026)	376	0.097 (0.20)	-155878	0
3	S	-0.00055	0	0.500	24.0	68	0.00031 (0.00031)	412	0.126 (0.20)	158340	0
4	S	-0.00032	0	0.500	24.0	68	0.00017 (0.00017)	376	0.065 (0.20)	-163642	0
5	S	-0.00060	0	0.500	24.0	68	0.00034 (0.00034)	412	0.138 (0.20)	149578	0
6	S	-0.00085	0	0.500	24.0	68	0.00047 (0.00047)	412	0.194 (0.20)	151128	0

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	37.3	-50.0	150.0	-1407	15.0	8.0	2000	45.2
2	S	28.2	-50.0	0.0	-799	35.0	142.0	2400	67.9
3	S	27.1	-50.0	150.0	-903	5.0	8.0	2000	45.2
4	S	21.5	-50.0	0.0	-529	35.0	142.0	2400	67.9
5	S	25.6	-50.0	150.0	-987	-15.0	8.0	2000	45.2
6	S	37.3	-50.0	150.0	-1407	15.0	8.0	2000	45.2

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00076	0	0.500	24.0	68	0.00042 (0.00042)	412	0.174 (0.20)	151565	0
2	S	-0.00043	0	0.500	24.0	68	0.00024 (0.00024)	376	0.090 (0.20)	-155593	0
3	S	-0.00049	0	0.500	24.0	68	0.00027 (0.00027)	412	0.112 (0.20)	159205	0
4	S	-0.00029	0	0.500	24.0	68	0.00016 (0.00016)	376	0.060 (0.20)	-164291	0
5	S	-0.00053	0	0.500	24.0	68	0.00030 (0.00030)	412	0.122 (0.20)	150286	0
6	S	-0.00076	0	0.500	24.0	68	0.00042 (0.00042)	412	0.174 (0.20)	151565	0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	21.1	-50.0	150.0	-751	-15.0	8.0	2000	45.2
2	S	18.9	-50.0	0.0	-547	35.0	142.0	2400	67.9
3	S	14.4	-50.0	150.0	-425	5.0	8.0	2000	45.2



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	82 di 85

4	S	18.4	-50.0	0.0	-538	35.0	142.0	2400	67.9
5	S	13.9	-50.0	150.0	-486	-25.0	8.0	2000	45.2
6	S	21.1	-50.0	150.0	-751	-15.0	8.0	2000	45.2

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00041	0	0.500	24.0	68	0.00023 (0.00023)	412	0.093 (0.20)	155003	0
2	S	-0.00030	0	0.500	24.0	68	0.00016 (0.00016)	376	0.062 (0.20)	-154210	0
3	S	-0.00023	0	0.500	24.0	68	0.00013 (0.00013)	412	0.052 (0.20)	166965	0
4	S	-0.00029	0	0.500	24.0	68	0.00016 (0.00016)	376	0.061 (0.20)	-153712	0
5	S	-0.00026	0	0.500	24.0	68	0.00015 (0.00015)	412	0.060 (0.20)	156384	0
6	S	-0.00041	0	0.500	24.0	68	0.00023 (0.00023)	412	0.093 (0.20)	155003	0

### 9.3.2 Verifica in condizioni sismiche

#### DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: sol\_inf\_sisma

(Percorso File: \\oceano\C16\Lavoro\Modelli di calcolo\SL06\_LOTTO 2 (C16)\SL06\_rc\_sec\sol\_inf\_sisma.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

Tipologia sezione:

Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica

Normativa di riferimento:

N.T.C.

Percorso sollecitazione:

A Sforzo Norm. costante

Tipo di sollecitazione:

Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)

Riferimento Sforzi assegnati:

Assi x,y principali d'inerzia

Riferimento alla sismicità:

Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resis. compr. di progetto fcd:	170.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	85.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360 daN/cm <sup>2</sup>
Resis. media a trazione fctm:	29.00 daN/cm <sup>2</sup>	

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C30/37

N°vertice: X [cm] Y [cm]



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	83 di 85

1	-50.0	0.0
2	-50.0	150.0
3	50.0	150.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	8.0	24
2	-45.0	142.0	24
3	45.0	142.0	24
4	45.0	8.0	24
5	40.0	137.2	24
6	-40.0	137.2	24

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	24
2	2	3	8	24
3	5	6	3	24

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 10 mm  
 Passo staffe: 20.0 cm

Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	12	1	2	20
2	4	9	17	3

Coordinate Barre generate di risvolto delle staffe:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
12	15.0	8.0
20	15.0	142.0
9	-15.0	8.0
17	-15.0	142.0

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	90700	191568	43737
2	37361	-74473	12286



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	84 di 85

3	90700	137234	46819
4	41060	-43542	9006
5	37361	91261	42325
6	91065	187571	40393

## RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	4.5 cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.8 cm

## VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx	Componente momento flettente assegnato [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
As Tesa	Area armature trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	90700	191568	90701	287330	1.50	45.2(30.0)
2	S	37361	-74473	37360	-356217	4.75	67.9(30.0)
3	S	90700	137234	90701	287330	2.11	45.2(30.0)
4	S	41060	-43542	41066	-358276	8.11	67.9(30.0)
5	S	37361	91261	37365	255959	2.82	45.2(30.0)
6	S	91065	187571	91085	287552	1.54	45.2(30.0)

## METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
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)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
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 compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00070	0.264	-50.0	150.0	0.00055	-45.0	142.0	-0.00196	-45.0	8.0
2	0.00080	0.289	-50.0	0.0	0.00064	-45.0	8.0	-0.00196	-45.0	142.0
3	0.00070	0.264	-50.0	150.0	0.00055	-45.0	142.0	-0.00196	-45.0	8.0
4	0.00080	0.291	-50.0	0.0	0.00065	-45.0	8.0	-0.00196	-45.0	142.0
5	0.00061	0.237	-50.0	150.0	0.00046	-45.0	142.0	-0.00196	-45.0	8.0
6	0.00070	0.264	-50.0	150.0	0.00055	-45.0	142.0	-0.00196	-45.0	8.0

## POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
--------	---	---	---	-----	--------



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO - SOTTOVIA SL06

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	CL	SL0100 001	A	85 di 85

1	0.000000000	0.000018713	-0.002106204	0.264	0.770
2	0.000000000	-0.000019380	0.000795470	0.289	0.801
3	0.000000000	0.000018713	-0.002106204	0.264	0.770
4	0.000000000	-0.000019427	0.000802111	0.291	0.803
5	0.000000000	0.000018048	-0.002100881	0.237	0.736
6	0.000000000	0.000018718	-0.002106241	0.264	0.770

### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 10 mm  
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
 Ved Taglio di progetto [daN] =  $V_y$  ortogonale all'asse neutro  
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]  
 Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe  
 Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.  
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.  
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.  
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro  
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.  
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato  
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm<sup>2</sup>/m]  
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm<sup>2</sup>/m]  
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.  
 L'area della legatura è ridotta col fattore  $L/d_{max}$  con  $L$ =lungh.legat.proietta-  
 ta sulla direz. del taglio e  $d_{max}$ = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	43737	562469	78553	142.0	100.0	1.000	1.036	8.7	15.7(0.0)
2	S	12286	551108	78553	142.0	100.0	1.000	1.015	2.5	15.7(0.0)
3	S	46819	562469	78553	142.0	100.0	1.000	1.036	9.4	15.7(0.0)
4	S	9006	551896	78553	142.0	100.0	1.000	1.016	1.8	15.7(0.0)
5	S	42325	551108	78553	142.0	100.0	1.000	1.015	8.5	15.7(0.0)
6	S	40393	562547	78553	142.0	100.0	1.000	1.036	8.1	15.7(0.0)