

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO**

**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA**

**U.O. INFRASTRUTTURE SUD**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)**

Gallerie Artificiali

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085

Relazione di calcolo

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 78 CL GA0800 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Gen-2020	A. Donnarumma <i>A. Donnarumma</i>	Gen-2020	A. Barreca <i>A. Barreca</i>	Gen-2020	D. Tiberti Apr-2020
B	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Apr-2020	A. Donnarumma <i>A. Donnarumma</i>	Apr-2020	A. Barreca <i>A. Barreca</i>	Apr-2020	

ITAFERR S.p.A.  
Gruppo Ferrovie dello Stato  
Direzione Generale  
UO Infrastrutture Sud  
Dist. Ing. Paolo Tiberti  
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 1187/8



	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>Gallerie Artificiali</b>					
GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	<b>COMMESSA</b> <b>RS3T</b>	<b>LOTTO</b> <b>30</b>	<b>CODIFICA</b> D 78 CL	<b>DOCUMENTO</b> GA 08 00 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 1 di 109

## INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO .....	3
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
4	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	7
5	FASE CONOSCITIVA.....	7
5.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	8
5.2	CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA .....	9
5.2.1	<i>Definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici utilizzati nelle analisi .....</i>	9
5.2.2	<i>Il regime idraulico.....</i>	9
5.3	VITA NOMINALE .....	9
5.4	CLASSE D'USO.....	9
5.5	PERIODO DI RIFERIMENTO .....	10
5.6	CARATTERISTICHE DEL SITO E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA .....	10
6	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI .....	12
7	AZIONI .....	12
8	MODELLAZIONE ADOTTATA .....	13
9	ANALISI DEI CARICHI .....	15
10	COMBINAZIONI DI CARICO.....	21
11	RISULTATI E VERIFICHE .....	24
11.1	VERIFICA DELLA CALOTTA.....	31
11.1.1	<i>Verifica a taglio.....</i>	33
11.1.2	<i>Verifica in condizioni statiche.....</i>	34
11.1.3	<i>Verifica in condizioni sismiche.....</i>	40
11.2	VERIFICA DELLA CALOTTA (SEZ. RETTILINEA 1).....	44

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	2 di 109

11.2.1	Verifica a taglio.....	46
11.2.2	Verifica in condizioni statiche.....	47
11.2.3	Verifica in condizioni sismiche.....	53
11.3	VERIFICA DELLA CALOTTA (SEZ. RETTILINEA 2).....	57
11.3.1	Verifica a taglio.....	59
11.3.2	Verifica in condizioni statiche.....	60
11.3.3	Verifica in condizioni sismiche.....	66
11.4	VERIFICA DEI PIEDRITTI (SEZ. 1) .....	70
11.4.1	Verifica a taglio.....	72
11.4.2	Verifica in condizioni statiche.....	73
11.4.3	Verifica in condizioni sismiche.....	78
11.5	VERIFICA DEI PIEDRITTI – SEZIONE 2.....	81
11.5.1	Verifica a taglio.....	83
11.5.2	Verifica in condizioni statiche.....	84
11.5.3	Verifica in condizioni sismiche.....	90
11.6	VERIFICA DELL'ARCO ROVESCIO .....	97
11.6.1	Verifica a taglio.....	99
11.6.2	Verifica in condizioni statiche.....	100
11.6.3	Verifica in condizioni sismiche.....	106

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)          Gallerie Artificiali</b>												
GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3T</td> <td>30</td> <td>D 78 CL</td> <td>GA 08 00 001</td> <td>B</td> <td>3 di 109</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	3 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	3 di 109								

## 1 PREMESSA

La presente relazione riguarda il dimensionamento della Galleria Artificiale GA08, inquadrata all'interno della Progettazione Definitiva della Direttoria Ferroviaria Messina-Catania-Palermo, nuovo collegamento Palermo-Catania, tratta Lercara DIR - Caltanissetta Xirbi (Lotto 3) dalla progressiva chilometrica 34+854 alla 35+070 km.

## 2 SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

Nella presente relazione si illustrano le soluzioni progettuali relative alla Galleria Artificiale GA08, facente parte dei lavori di costruzione del nuovo collegamento ferroviario Palermo-Catania (Lotto 3).

L'opera consiste in una galleria artificiale a sezione policentrica, con sezione trasversale a spessore variabile a seconda dell'elemento strutturale considerato (calotta, piedritti, arco rovescio) tra 0.90 m e 1.80 m.

In accordo con la Normativa vigente, al fine di valutare i parametri di azione sismica dell'area, si utilizzano le seguenti coordinate: lat = 37.556110 e long. = 13.941372

Si riporta inoltre di seguito in figura la posizione geografica dell'opera in esame.

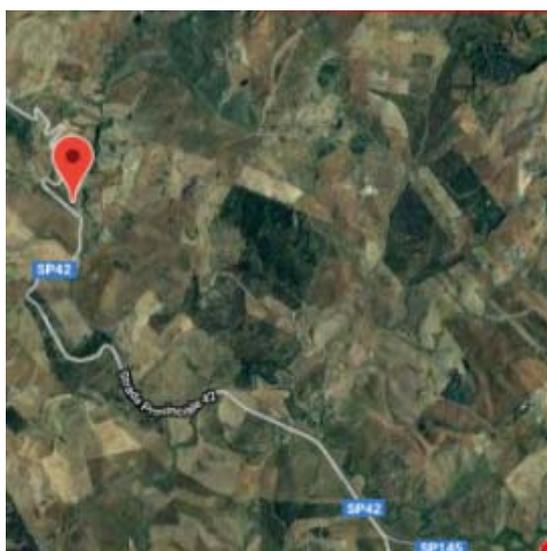


Figura 1. Posizione Geografica della GA08

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>Gallerie Artificiali</b>					
GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 001	REV. B	FOGLIO 4 di 109

Nel seguito si mostrano le principali verifiche strutturali e geotecniche delle opere di sostegno secondo normativa NTC2018.

Di seguito si riporta l'inquadramento dell'opera nel progetto, la vista planimentrica e la sezione.

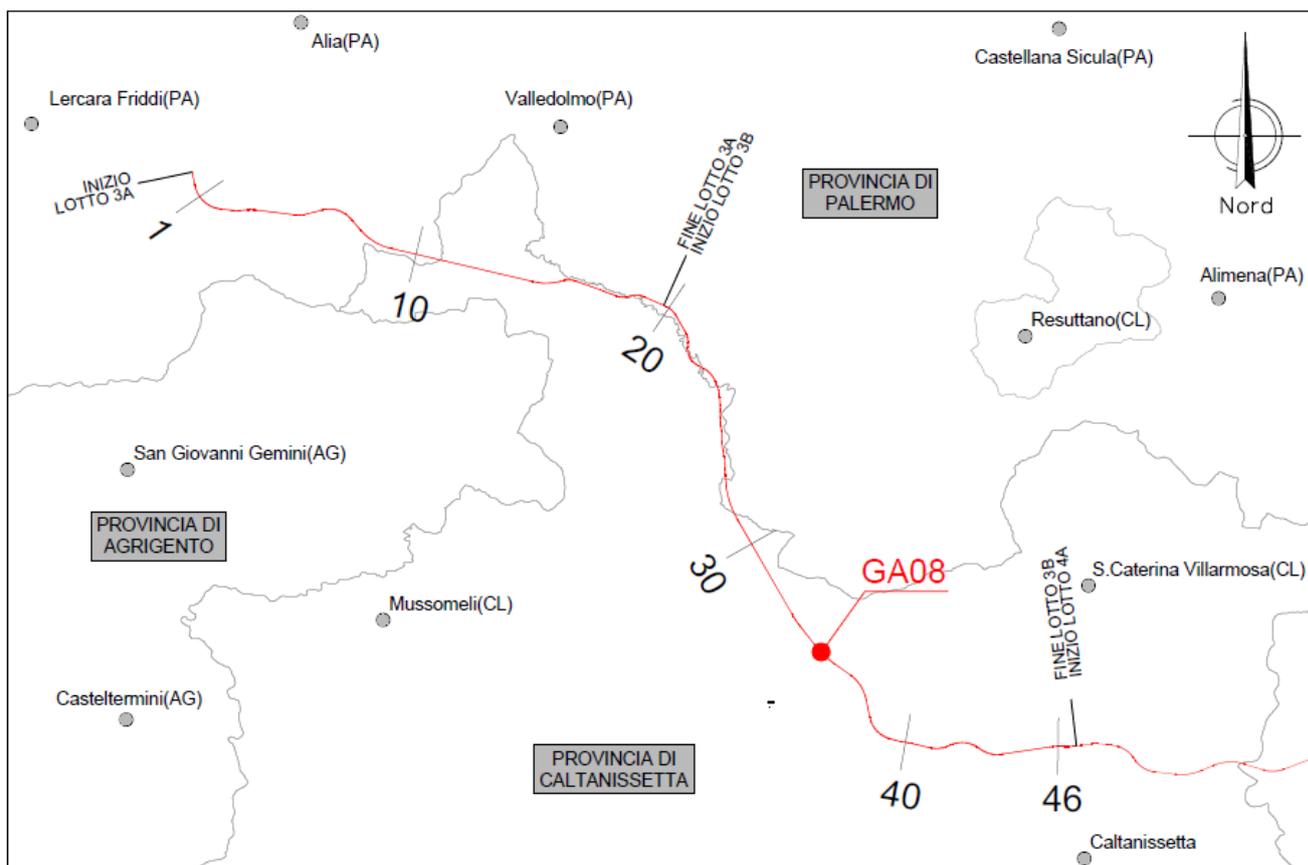


Figura 2 – Inquadramento della GA08 all'interno del lotto di progettazione.

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	5 di 109

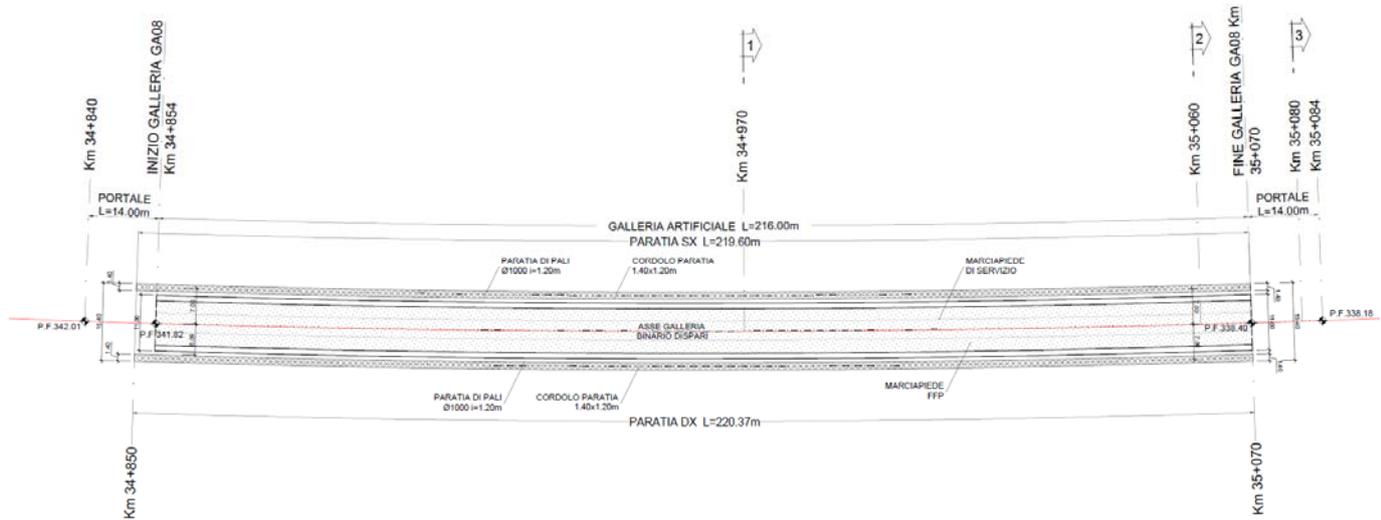


Figura 3 – Vista planimetrica della GA08.

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	6 di 109

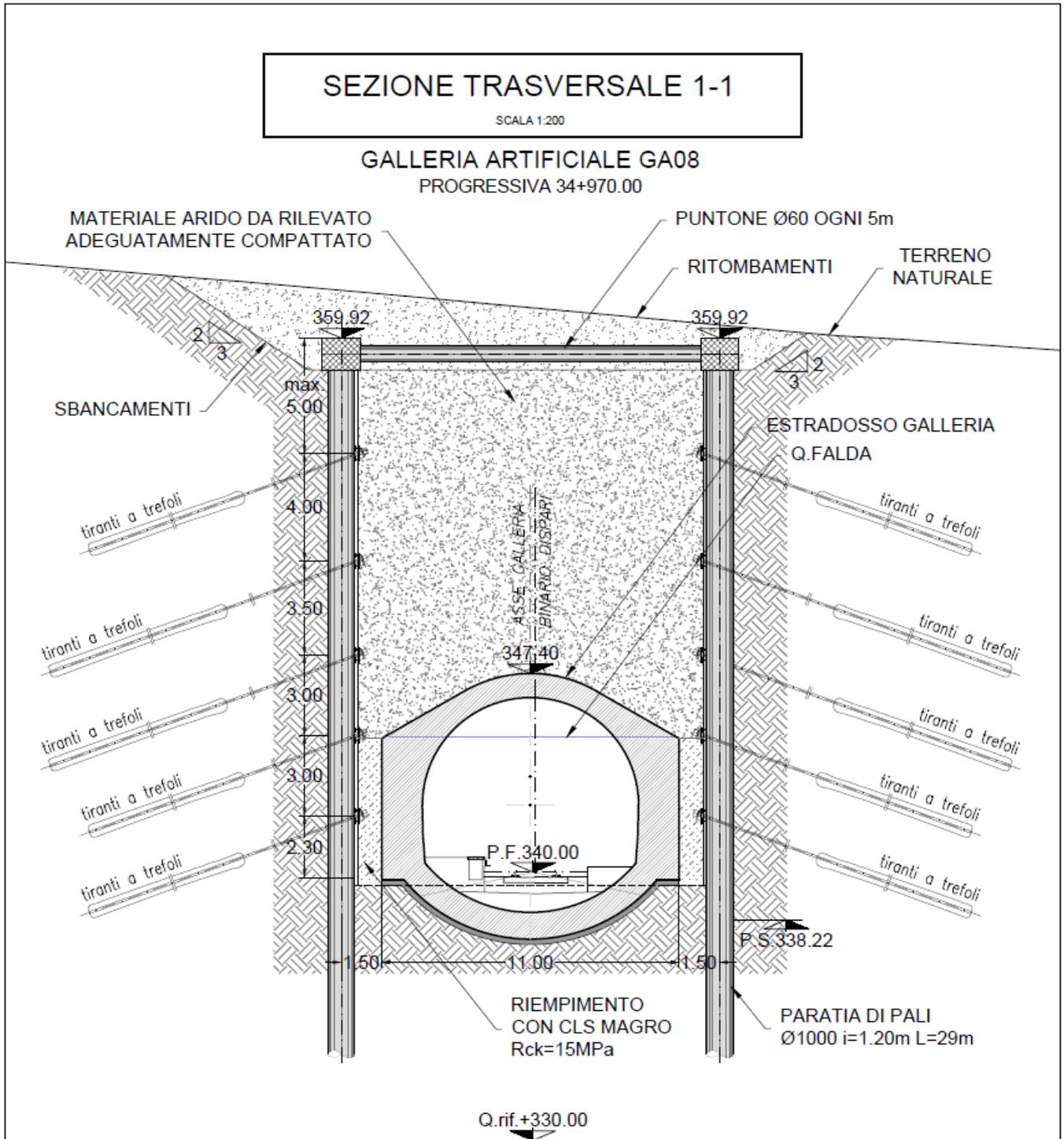


Figura 4 – Sezione trasversale della GA08.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>Gallerie Artificiali</b>												
GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>RS3T</td> <td>30</td> <td>D 78 CL</td> <td>GA 08 00 001</td> <td>B</td> <td>7 di 109</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	7 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	7 di 109								

### 3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Rif. [1] Decreto Ministero delle Infrastrutture e Trasporti 17/01/2018, Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”;
- Rif. [2] C.S.LL.PP., Circolare n°7 del 21/01/2019, Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al DM 14/01/2018”.
- Rif. [3] RFI, doc RFI DTC SI MA IFS 001 C “Manuale di progettazione delle Opere Civili” del 2019;

### 4 DESCRIZIONE DELL’OPERA

La Galleria Artificiale (GA08) si estende per una lunghezza di circa 220m, a partire dal piano campagna si incontrano le litologie del C (Coltri) e del GPQ (unità di Pasquasia). La sezione trasversale della galleria è policentrica. I raggi di curvatura della calotta e dell’arco rovescio sono rispettivamente 4.4 m e 5.4 m. Lo spessore della sezione trasversale è variabile, in particolare:

Nome sezione	Spessore (m)
Calotta	0.90
Calotta rettilineo 1	1.00
Calotta rettilineo 2	1.35
Piedritto 1	1.80
Piedritto 2	1.55
Arco rovescio	1.10

### 5 FASE CONOSCITIVA

Nella fase conoscitiva si acquisiscono gli elementi necessari alla caratterizzazione e modellazione geologica del sito e alla caratterizzazione e modellazione geotecnica del volume

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	8 di 109

significativo del mezzo interessato dall'opera. Nel seguito si riporta un breve inquadramento geologico e la sintesi della caratterizzazione e modellazione geotecnica con specifico riferimento al volume significativo interessato dalle opere di imbocco della Galleria.

## 5.1 Inquadramento geologico

La Galleria Artificiale (GA08) si estende per una lunghezza di circa 220m, a partire dal piano campagna si incontrano le litologie del C (Coltri) e del GPQ (unità di Pasquasia).

Per una dettagliata descrizione del modello geologico del sito si rimanda al documento "Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica".

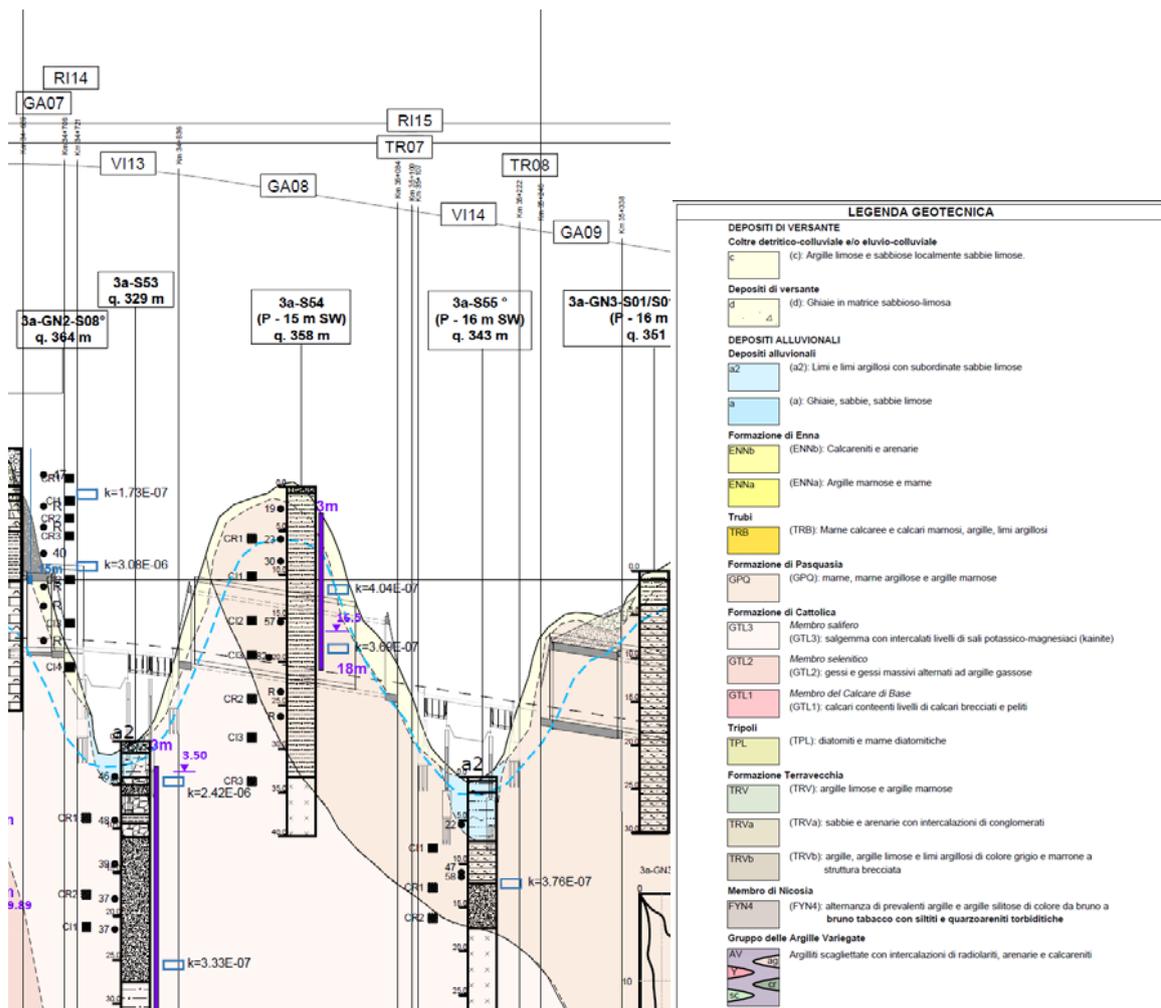


Figura 5. Profilo geologico della Galleria Artificiale GA08

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>Gallerie Artificiali</b>					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 001	REV. B

Per una dettagliata descrizione del modello geologico del sito si rimanda alla relazione geotecnica.

## 5.2 Caratterizzazione e modellazione geotecnica

I risultati delle indagini geotecniche, in sito e di laboratorio, hanno permesso di definire il modello geotecnico, rappresentativo delle condizioni stratigrafiche e delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni/rocce interessati dalle opere di imbocco.

### 5.2.1 Definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici utilizzati nelle analisi

Si definiscono dunque i parametri geotecnici caratteristici utilizzati nelle analisi numeriche mostrate nel seguito.

**Tabella 1. Parametri geotecnici caratteristici**

U.G.	Distanza da p.c.	$\gamma$	$c'$	$\phi'$	Eop
[-]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[MPa]
C	0-2.0	19	0	20	15
GPQ	2.0-40	21	18.5	25	110
falda a -5.22 m					

### 5.2.2 Il regime idraulico

Secondo quanto riportato sul profilo geologico, la falda di riferimento per il calcolo dell'opera esaminata può essere posta a circa 5.20 m da piano campagna.

## 5.3 Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale VN è 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. Nel presente caso l'opera viene inserita nella seguente tipologia di costruzione:

2) Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale

La cui vita nominale è pari a: 75 anni.

## 5.4 Classe d'uso

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)          Gallerie Artificiali</b>					
GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 001	REV. B	FOGLIO 10 di 109

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso, l'opera appartiene alla seguente classe d'uso:

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

Il coefficiente d'uso è pari a 1.50.

### 5.5 Periodo di riferimento

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione al periodo di riferimento  $V_R$  ricavato, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_u$ .

Pertanto  $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$  anni.

### 5.6 Caratteristiche del sito e definizione dell'azione sismica

Le opere in progetto per l'imbocco della Galleria Artificiale GA08 interessano un sito con le seguenti coordinate geografiche: lat = 37.556110 e long. = 13.941372

Con riferimento alla probabilità di superamento dell'azione sismica,  $P_{V_R}$ , attribuita allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV), nel periodo  $V_R$  dell'opera in progetto, si determina il periodo di ritorno  $T_R$  del sisma di progetto:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale è stato valutato con approccio semplificato (cfr. § 3.2.2 del DM 17/01/2018) basato sulla classificazione del sottosuolo sulla base dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, poiché le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni sono chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.3.II del DM 17/01/2018.

La categoria di suolo di riferimento per l'imbocco in esame è la categoria di suolo B, quest'ultima è stata ricavata dall'esame dell'andamento delle velocità delle onde di taglio in corrispondenza della Down Hole eseguita nel sondaggio 3a – S07, afferente alla medesima litologia dell'imbocco in esame.

Pertanto, tenendo conto dei fattori locali del sito, l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito è valutata con la relazione (cfr. cap. 7 DM 17/01/2018):

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>Gallerie Artificiali</b>					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 001	REV. B

$$a_{\max} = S_s \cdot S_T \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)$$

dove:

$a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido;

$S_s$  è il fattore di amplificazione stratigrafica del terreno, funzione della categoria del sottosuolo di fondazione e dei parametri sismici  $F_0$  e  $a_g/g$  (Tabella 3.2.IV del D.M. 17/01/2018);

$S_T$  è il fattore di amplificazione che tiene conto delle condizioni topografiche, il cui valore dipende dalla categoria topografica e dall'ubicazione dell'opera (Tabella 3.2.V del D.M. 17/01/2018).

I valori delle grandezze necessarie per la definizione dell'azione sismica sono riportati nella seguente tabella:

*Tabella 2 – Parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto*

	Galleria Artificiale GA08	
Coord. geografiche	Latitudine: 37.556110	Longitudine: 13.941372
$T_R$	124 (SLV)	
$a_g/g$	0.094	
$F_0$	2.66	
Categoria sottosuolo	C	
$S_s$	1.5	
Categoria topografica	1	
$S_T$	1.00	
$a_{\max}/g$	0.141	

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali</p>												
<p>GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>RS3T</td> <td>30</td> <td>D 78 CL</td> <td>GA 08 00 001</td> <td>B</td> <td>12 di 109</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	12 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	12 di 109								

## 6 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI

Si riportano di seguito le principali caratteristiche dei diversi materiali impiegati nelle opere in progetto, con l'indicazione dei valori adottati nelle verifiche, nel rispetto delle indicazioni del DM 17/01/2018 e del "Manuale di progettazione delle opere civili" RFI DTC SI MA IFS 001 C .

<b>Calcestruzzo</b>	
Classe di resistenza	C30/37
Resistenza di progetto a compressione a 28 giorni	$f_{cd} = 0.85 f_{ck}/1.5 = 17 \text{ MPa}$
Modulo elastico a 28 giorni	$E_{cm} = 22000(f_{cm}/10)^{0.3} = 32836 \text{ MPa}$

<b>Acciaio per barre di armatura</b>	
Tipo	B450C
Resistenza di progetto	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 391.3 \text{ MPa}$
Tensione massima di compressione in esercizio (DM 17/01/2018 Rif. [1]).	$\sigma_{lim} = 0.8 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

## 7 AZIONI

Le azioni considerate per la verifica della galleria sono le seguenti:

- **azioni permanenti:** peso proprio degli elementi strutturali, carico verticale del terreno di ritombamento, spinta indotta dal terreno di ricoprimento sui fianchi della galleria.
- **azioni variabili:** sovraccarico laterale destro e sinistro generato dal carico variabile in copertura
- **azione sismica:** l'accelerazione orizzontale massima attesa al suolo è definita nel paragrafo 7.7.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>Gallerie Artificiali</b>					
GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	<b>COMMESSA</b> RS3T	<b>LOTTO</b> 30	<b>CODIFICA</b> D 78 CL	<b>DOCUMENTO</b> GA 08 00 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 13 di 109

## 8 MODELLAZIONE ADOTTATA

Per la verifica strutturale è stato implementato un modello agli elementi finiti mediante il programma SAP2000, si è considerata una sezione di galleria di lunghezza unitaria, definendo per la struttura un modello costituito da conci monodimensionali (elementi beam). Gli spessori delle diverse aste sono variabili secondo l'elemento strutturale considerato (calotta, piedritti e arco rovescio). Nel modello di calcolo è stata implementata la sezione di calcolo corrispondente alle condizioni più gravose sia in termini di copertura, sia in termini di caratteristiche geologiche – geotecniche.

L'altezza di ritombamento ha un valore massimo di circa 16.20 metri. La sezione ritombata ha una geometria di rinterro pressoché simmetrica. In funzione della variabilità degli elementi strutturali si sono individuate le seguenti sezioni tipologiche:

- Arco rovescio (h=1.10 m)
- Calotta (variabile h=0.90 m – 1.35 m)
- Piedritto (variabile h=1.55 m – 1.80 m)

In particolare gli elementi beam:

- Dal n° 1 al n° 5 e dal n° 31 al n° 35, schematizzano le sezioni di piedritto 1
- Il n° 6 e il n° 36, schematizzano le sezioni di piedritto 2
- Il n° 13,15, 17, 20, 22, 24, schematizzano le sezioni di calotta
- Il n° 11 e il n° 26 schematizzano le sezioni di calotta rettilinea 1
- Il n° 9 e il n° 28 schematizzano le sezioni di calotta rettilinea 2
- Il n° 10, 12, 14, 16, 18, 19, 21, 23, 25, 27, schematizzano le sezioni di arco rovescio

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)          Gallerie Artificiali</b>												
GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3T</td> <td>30</td> <td>D 78 CL</td> <td>GA 08 00 001</td> <td>B</td> <td>14 di 109</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	14 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	14 di 109								

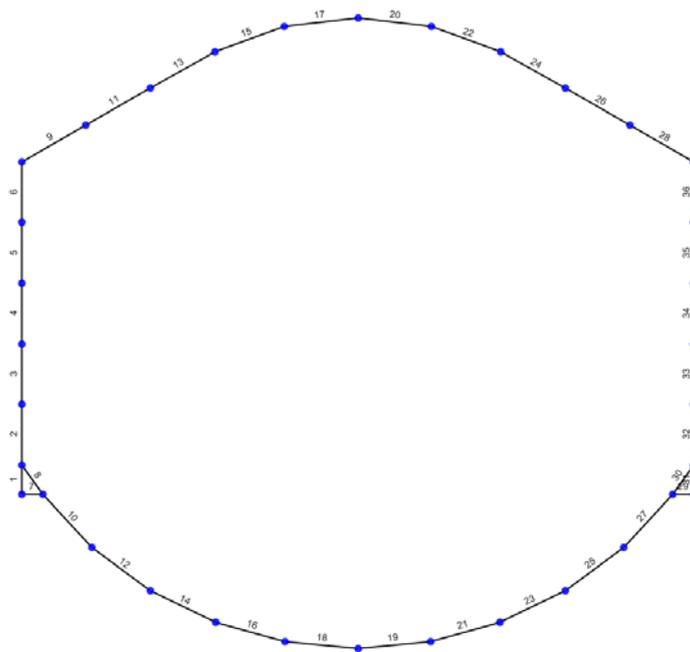


Figura 6: Schema del modello di calcolo agli elementi finiti: elementi frames

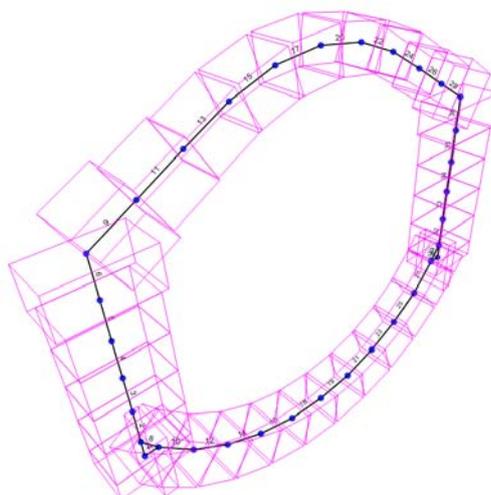


Figura 7: Schema tridimensionale del modello

L'interazione tra terreno e struttura è simulata attraverso un vincolo elasto-plastico (elementi link frame), assegnato ai vari elementi "frame", lungo il loro sviluppo. Il vincolo applicato è di tipo non lineare in quanto rappresenta la capacità del terreno di dare una reazione solo se soggetto a compressione.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>Gallerie Artificiali</b>					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 001	REV. B

Le molle sono calcolate secondo la seguente formulazione:

- per i tratti curvilinei di rivestimento:

$$K_n = \frac{E}{(1 + \nu) \times R}$$

Dove:

- R è il raggio di curvatura del tratto di carpenteria curvilineo considerato;
- i è l'interasse delle bielle
- $\nu$  ed E sono il coefficiente di Poisson e il modulo elastico del mezzo al contorno delle aste (terreno di fondazione, terreno di ricoprimento).

Di seguito i valori della rigidità delle molle utilizzati per vari elementi:

<b>Elemento</b>	<b>R</b>	<b>K</b>	<b>i</b>	<b>K SAP2000</b>
[-]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[m]	[kN/m]
Arco rovescio (elementi interni)	5.4	17777	1	17777
Arco rovescio (elementi di bordo)	5.4	17777	2	35555

Tabella 3: Riepilogo della rigidità delle molle implementata nel modello

## 9 ANALISI DEI CARICHI

Le ipotesi di carico applicate considerano sia i carichi verticali, che quelli orizzontali calcolati in funzione dello spessore del terreno di copertura. In particolare, la galleria artificiale è stata verificata considerando una copertura in asse calotta pari a circa 16.30 m (in modo da considerare i carichi derivanti dal massimo ricoprimento previsto dalla struttura).

I carichi applicati al modello di calcolo sono di seguito riassunti:

- Azioni permanenti strutturali**
  - Peso proprio della struttura, computato in automatico dal programma di calcolo;
  - Carico verticale (PERM), rappresentato dal terreno di ricoprimento;  
 Ritombamento verticale =  $\gamma \times H_{rit} = 20 \text{ kN/m}^3 \times H$  (variabile tra 14.00 e 16.30 m)

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	16 di 109

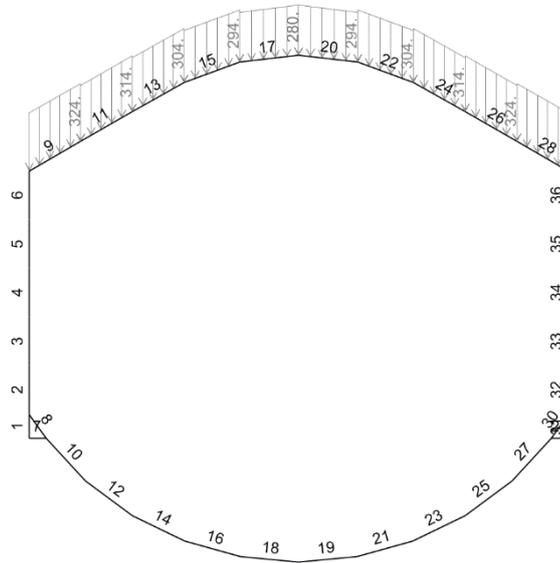


Figura 8: Carico permanente in copertura

- Spinte del terreno sui fianchi della galleria (SPsx e SPdx); la spinta è valutata considerando un peso del terreno pari a  $21 \text{ kN/m}^3$ , un angolo di attrito di  $25^\circ$  e un coefficiente di spinta a riposo pari a 0,57. Il carico è stato assegnato variabile con la profondità sui due lati della struttura come mostra la figura seguente:

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>Gallerie Artificiali</b>												
GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3T</td> <td>30</td> <td>D 78 CL</td> <td>GA 08 00 001</td> <td>B</td> <td>17 di 109</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	17 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	17 di 109								

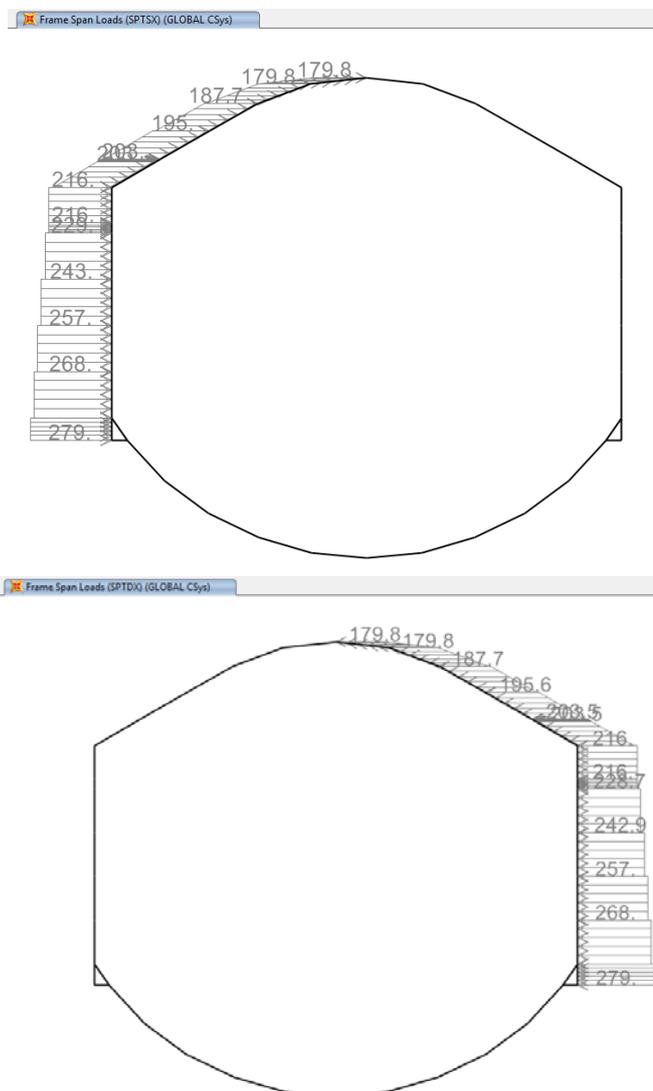


Figura 9: Spinte del terreno di ritombamento

- **Azione sismica:** l'accelerazione orizzontale massima attesa al suolo è definita nel paragrafo 5.6. In presenza di sisma è necessario considerare gli effetti inerziali indotti da entrambe le componenti del moto sismico sui carichi. I carichi considerati sono:
  - Incremento di spinta del terreno sui fianchi della galleria ( $\pm\Delta Sh$ ); l'incremento di spinta può valutarsi secondo la teoria di Wood, per cui la risultante dell'azione sismica orizzontale può calcolarsi secondo:

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	18 di 109

$$\Delta S_H = \left( \frac{a_{max}}{g} \right) \cdot \gamma \cdot (H + h)$$

La spinta viene applicata solo su un lato dell'anello di rivestimento. Per i piedritti è uniformemente distribuita lungo l'altezza dell'opera:

$$\Delta S_{Hsx} = \left( \frac{a_{max}}{g} \right) \cdot \gamma \cdot (H + h) = 0.141 \cdot 21 \cdot (14 + 7.8) = 64.5 \text{ kN/m}$$

$$\Delta S_{Hdx} = \left( \frac{a_{max}}{g} \right) \cdot \gamma \cdot (H + h) = 0.141 \cdot 21 \cdot (14 + 7.8) = 64.5 \text{ kN/m}$$

Alla calotta, a fini cautelativi, si applica una spinta del terreno uguale a quella sul piedritto:

$$\Delta S_{HSX} = \left( \frac{a_{max}}{g} \right) \cdot \gamma \cdot (H + h) = 0.141 \cdot 21 \cdot (14 + 7.8) = 64.5 \text{ kN/m}$$

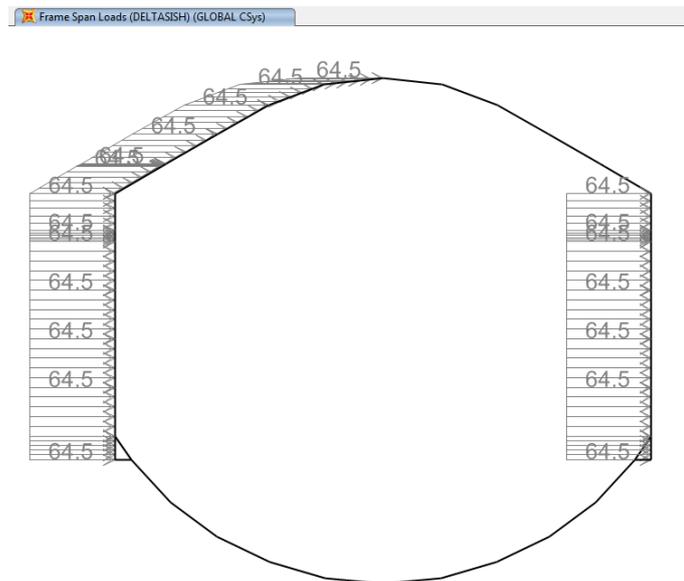


Figura 10: Carico sismico orizzontale

- Variazione del peso del terreno di ritombamento ( $\pm \Delta S_V$ ); l'incremento di spinta può valutarsi secondo la teoria di Wood, per cui la risultante dell'azione sismica verticale può calcolarsi secondo:

$$\Delta S_V = 0.5 \cdot \left( \frac{a_{max}}{g} \right) \cdot \gamma \cdot A$$

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali</p>												
<p>GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3T</td> <td>30</td> <td>D 78 CL</td> <td>GA 08 00 001</td> <td>B</td> <td>19 di 109</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	19 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	19 di 109								

In cui A rappresenta l'altezza del carico di ricoprimento (variabile in questo caso) al di sopra della calotta. La spinta viene applicata sulla calotta, uniformemente distribuita sulla larghezza dell'opera; a tale scopo sul modello sono state inserite le altezze medie di carico verticale, mentre nelle combinazioni è stato inserito il moltiplicatore comune, pertanto il carico sismico verticale assunto è pari a:

$$\Delta S_v = 0.5 \cdot 0.141 \cdot 21 \cdot A$$

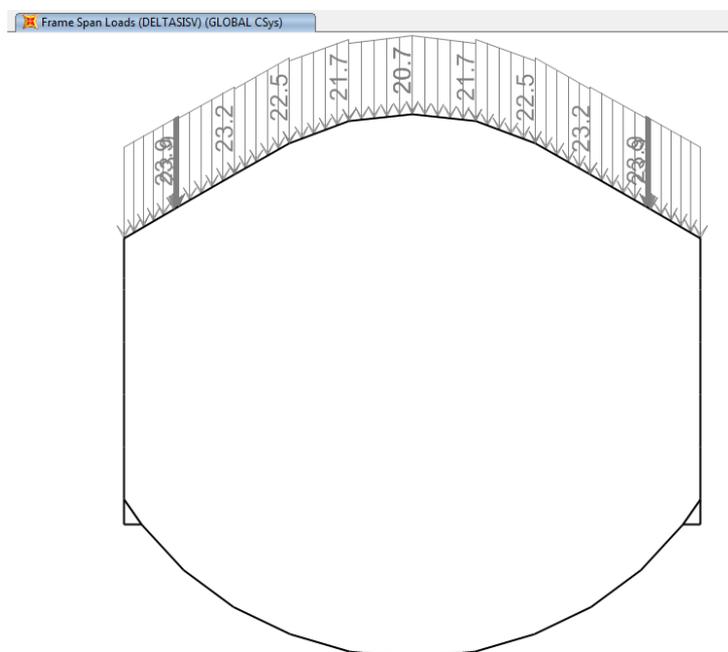


Figura 11: Carico sismico verticale

- Per considerare gli effetti inerziali generati dal peso proprio, si applicano alla struttura carichi distribuiti verticali e orizzontali calcolati nel seguente modo:

Effetti inerziali della struttura della galleria nella direzione orizzontale (Inerzia H), si applica un carico gravitazionale in direzione X e accelerazione pari a:

$$k_h = \beta_m \cdot \left( \frac{a_{max}}{g} \right) = 1 \cdot 0.141 = 0.141$$

$\beta_m = 1$  per strutture non in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno



GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	21 di 109

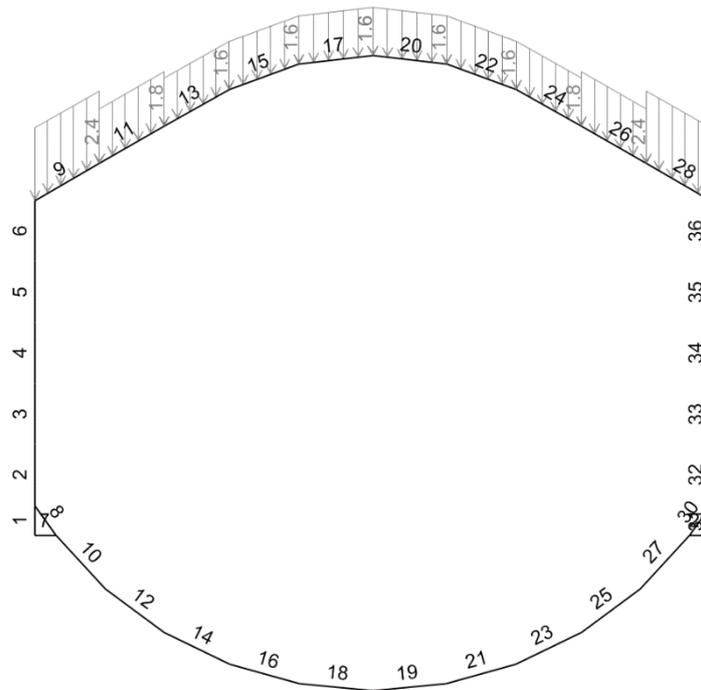


Figura 13: Inerzia V

## 10 COMBINAZIONI DI CARICO

Di seguito si riportano le combinazioni di carico implementate nel modello di calcolo.

- Combinazioni caratteristiche agli stati limite di esercizio

<b>SLE – Caratteristica (rara)</b>			
Carico	RAR1	RAR2	RAR3
DEAD	1	1	1
PERM	1	1	1
SPTSX	1	1	1
SPTDX	1	1	1
ACC	1	0	0

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>Gallerie Artificiali</b>					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 001	REV. B

SPACCSX	0	1	0
SPACCDX	0	0	1

<b>SLE – Frequente (rara)</b>			
Carico	FREQ1	FREQ2	FREQ3
DEAD	1	1	1
PERM	1	1	1
SPTSX	1	1	1
SPTDX	1	1	1
ACC	0.8	0	0
SPACCSX	0	0.8	0
SPACCDX	0	0	0.8

<b>SLE – Quasi permanente</b>	
Carico	RAR1
DEAD	1
PERM	1
SPTSX	1
SPTDX	1
ACC	0
SPACCSX	0
SPACCDX	0

➤ Combinazioni caratteristiche agli stati limite ultimi

<b>SLU</b>							
Carico	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7
DEAD	1.35	1.35	1	1.35	1	1.35	1
PERM	1.35	1.35	1	1.35	1	1.35	1

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	23 di 109

SPTSX	1.35	1	1.35	1.35	1.35	1	1
SPTDX	1.35	1	1.35	1	1	1.35	1.35
ACC	1.5	1.5	0	1.5	0	1.5	0
SPACCSX	1.5	0	1.5	1.5	1.5	0	0
SPACCDX	1.5	0	1.5	0	0	1.5	1.5

➤ Combinazioni caratteristiche agli stati limite ultimi Sismici (SLV)

Carico	SLU S1	SLU S2	SLU S3	SLU S4	SLU S5	SLU S6	SLU S7	SLU S8	SLU S9	SLU S10	SLU S11	SLU S12	SLU S13	SLU S14	SLU S15	SLU S16
DEAD	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PERM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SPTSX	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SPTDX	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ACC	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
SPACCSX	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
SPACCDX	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
DELTAS ISH	1	-1	1	-1	0.3	-0.3	0.3	-0.3	1	-1	0.2	-1	0.3	-0.3	0.3	-0.3
DELTAS ISV	-0.3	-0.3	0.3	0.3	-1	-1	1	1	-0.3	-0.3	0.3	0.3	-1	-1	1	1
INERZI AH	1	-1	1	-1	0.3	-0.3	0.3	-0.3	-1	1	-1	1	-0.3	0.3	-0.3	0.3
INERZI AV	-0.3	-0.3	0.3	0.3	-1	-1	1	1	0.3	0.3	-0.3	-0.3	1	1	-1	-1

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	24 di 109

## 11 RISULTATI E VERIFICHE

Nel presente paragrafo si riportano i risultati ottenuti dall'analisi condotta in termini di SLU, SLV e SLE. Nelle immagini di seguito si sono riepilogati i diagrammi delle caratteristiche delle sollecitazioni per tutte le combinazioni implementate nel modello. Si vuole specificare che lì dove sono presenti più combinazioni si sono riportati i diagrammi involuppo delle combinazioni applicate al modello.

- Stato limite ultimo condizioni statiche (SLU)

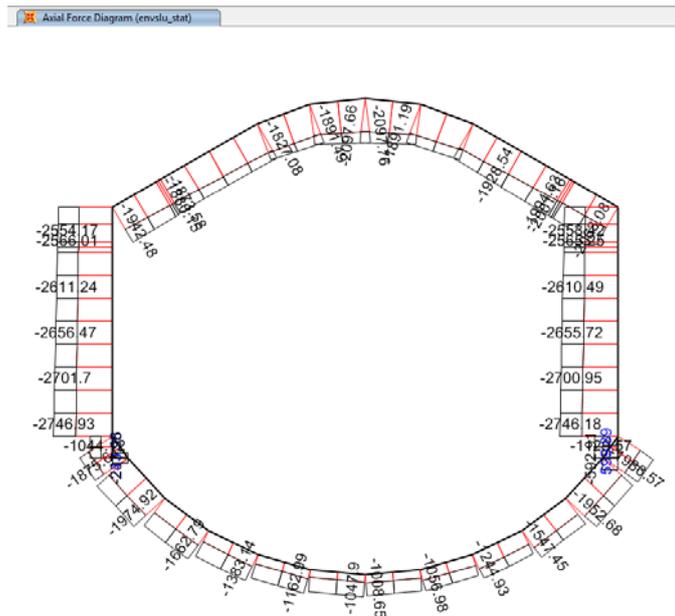


Figura 14: Sollecitazioni enve-SLU – Sforzo Assiale



GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	26 di 109

➤ Stato limite ultimo condizioni sismiche (SLV)

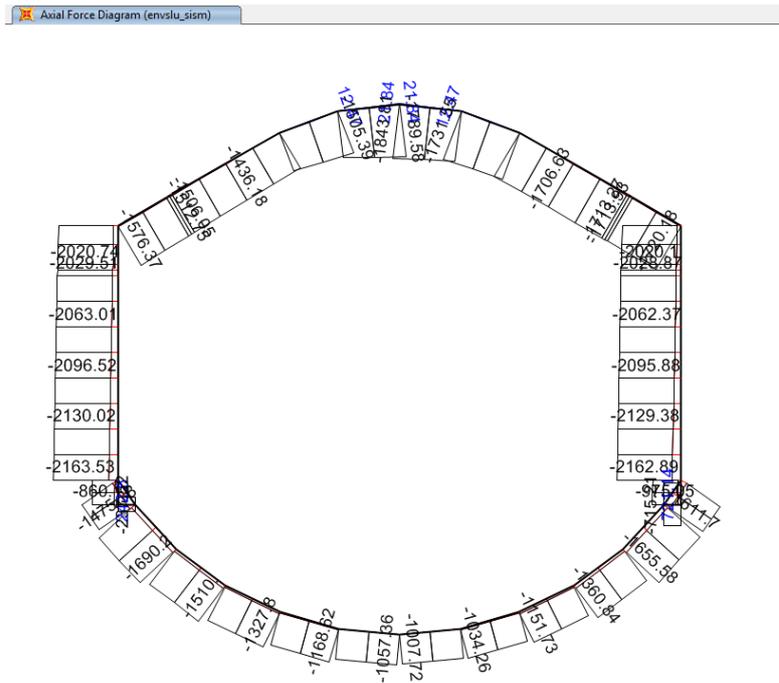
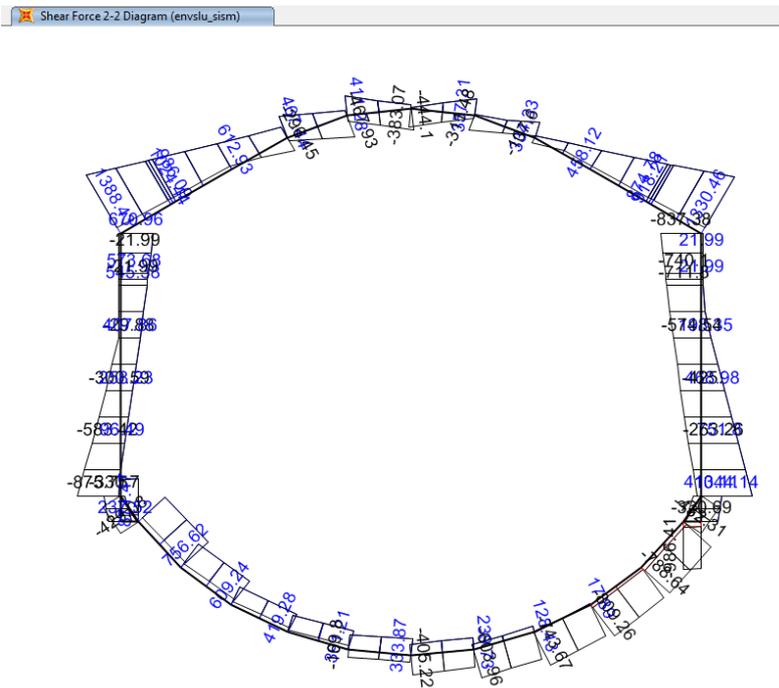


Figura 17: Sollecitazioni enve-SLV – Sforzo assiale





GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	28 di 109

➤ Stato limite esercizio (SLE)

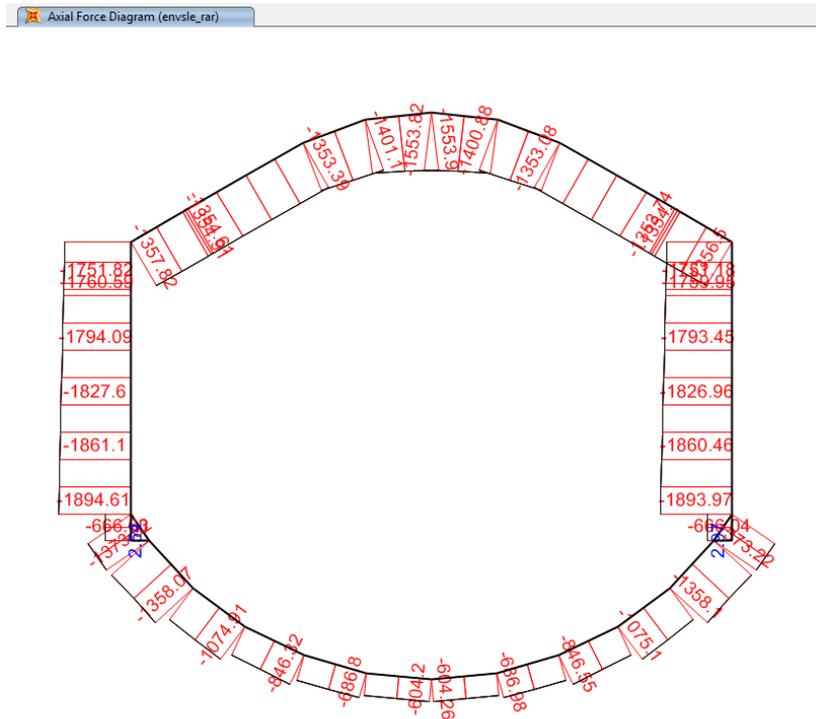


Figura 20: Sollecitazioni enve-SLE rara – Sforzo Assiale

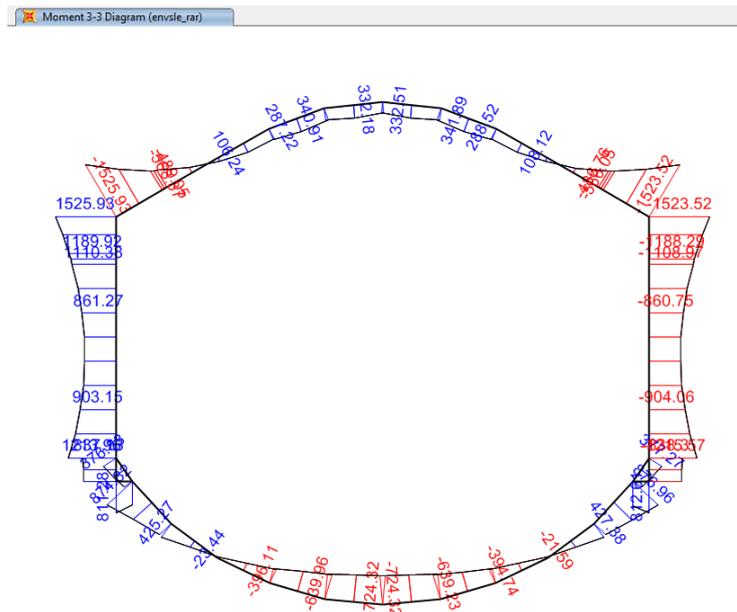


Figura 21: Sollecitazioni enve-SLE rara: Momento flettente

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	29 di 109

Axial Force Diagram (envsle\_freq)

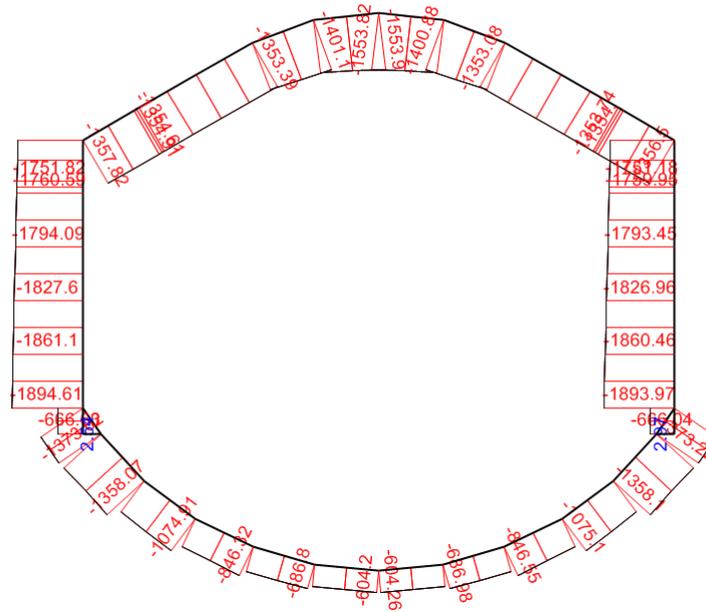


Figura 22: Sollecitazioni envsle-freq: Sforzo assiale

Moment 3-3 Diagram (envsle\_freq)

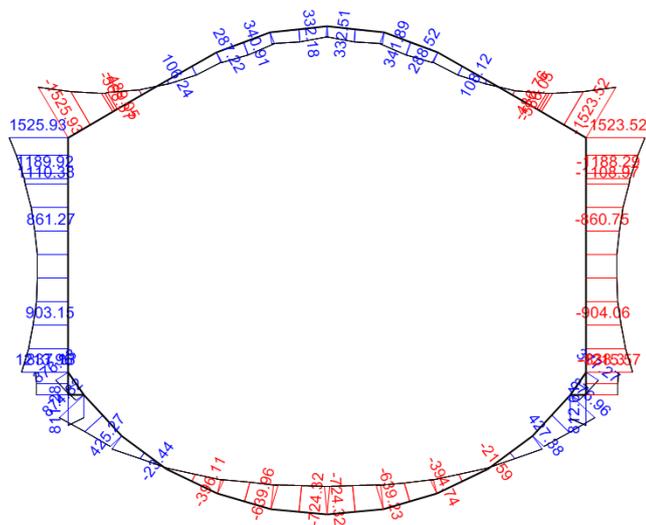


Figura 23: Sollecitazioni envsle-freq – Momento flettente

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	30 di 109

Axial Force Diagram (QPE1)

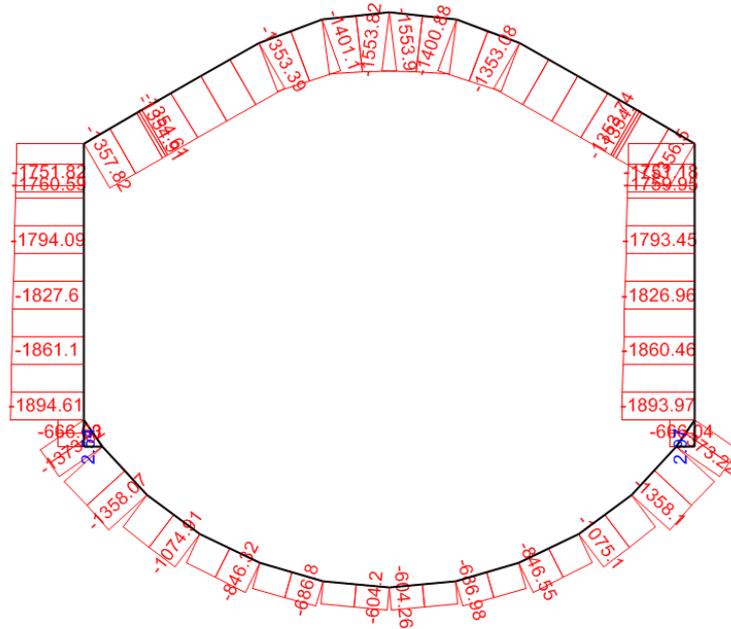


Figura 24: Sollecitazioni SLE quasi permanente – Sforzo assiale

Moment 3-3 Diagram (QPE1)

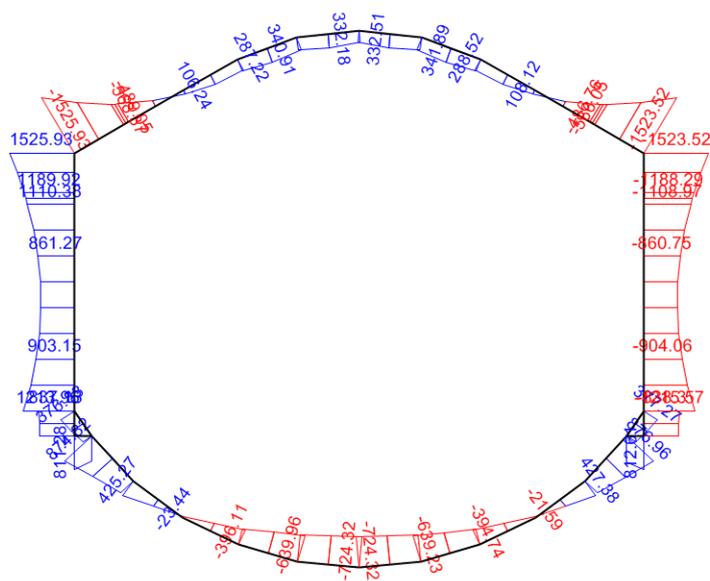


Figura 25: Sollecitazioni SLE quasi permanente – Momento flettente

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) <b>Gallerie Artificiali</b>					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 001	REV. B

Le verifiche strutturali SLU/SLV del rivestimento definitivo vengono eseguite per confronto tra le sollecitazioni di calcolo (ottenute dai risultati del modello numerico applicando gli opportuni coefficienti parziali) e le resistenze di calcolo.

### 11.1 Verifica della calotta

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

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-1474.64	-52.54	<b>875.31</b>	22	0.52335	SLU6
<b>M3</b>	<b>min</b>	-1928.54	657.49	<b>-405.88</b>	24	1.04904	SLU4
<b>V2</b>	<b>max</b>	-1806.54	<b>727.86</b>	-392.12	13	1.04904	SLU6
<b>V2</b>	<b>min</b>	-1583.07	<b>-448.25</b>	304.90	15	0	SLU5
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-1247.56</b>	210.84	659.96	24	1.04904	SLU7
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-2097.76</b>	-248.00	378.10	17	0	SLU1

SLE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-1369.97	7.99	<b>341.89</b>	22	0.52335	RAR1
<b>M3</b>	<b>min</b>	-1351.85	370.06	<b>106.24</b>	13	1.04904	RAR1
<b>V2</b>	<b>max</b>	-1351.85	<b>370.06</b>	106.24	13	1.04904	RAR1
<b>V2</b>	<b>min</b>	-1553.82	<b>-184.34</b>	280.07	20	0	RAR1
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-1339.05</b>	195.97	288.52	22	1.0467	RAR1
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-1553.90</b>	-183.70	280.07	17	0	RAR1

SLE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-1369.97	7.99	<b>341.89</b>	22	0.52335	FREQ1
<b>M3</b>	<b>min</b>	-1351.85	370.06	<b>106.24</b>	13	1.04904	FREQ1
<b>V2</b>	<b>max</b>	-1351.85	<b>370.06</b>	106.24	13	1.04904	FREQ1
<b>V2</b>	<b>min</b>	-1553.82	<b>-184.34</b>	280.07	20	0	FREQ1
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-1339.05</b>	195.97	288.52	22	1.0467	FREQ1
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-1553.90</b>	-183.70	280.07	17	0	FREQ1

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	32 di 109

SLE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1369.97	7.99	<b>341.89</b>	22	0.52335	QPE1
M3	min	-1351.85	370.06	<b>106.24</b>	13	1.04904	QPE1
V2	max	-1351.85	<b>370.06</b>	106.24	13	1.04904	QPE1
V2	min	-1553.82	<b>-184.34</b>	280.07	20	0	QPE1
P	max	<b>-1339.05</b>	195.97	288.52	22	1.0467	QPE1
P	min	<b>-1553.90</b>	-183.70	280.07	17	0	QPE1

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1020.43	82.75	<b>808.61</b>	22	1.0467	SIS4
M3	min	-1436.18	612.93	<b>-533.90</b>	13	1.04904	SIS4
V2	max	-1436.18	<b>612.93</b>	-533.90	13	1.04904	SIS4
V2	min	-1495.87	<b>-467.93</b>	373.82	15	0	SIS1
P	max	<b>21.84</b>	2.59	109.93	17	0	SIS11
P	min	<b>-1843.81</b>	13.80	134.35	20	0	SIS3

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 001	REV. B

### 11.1.1 Verifica a taglio

Si esegue la verifica per elementi non armati a taglio:

VERIFICA A TAGLIO			
<b>Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio</b>			
<p>È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio <math>V_{Rd}</math> di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.</p>			
$V_{Rd} \geq V_{Ed}$ $V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$			
Sollecitazioni Agenti:		$V_{Ed}$	728 kN
		$N_{Ed}$	1806 kN
Calcestruzzo	<b>C35/45</b>	$R_{ck}$	45 N/mm <sup>2</sup>
		$f_{ck}$	37.35 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		$f_{cd}$	21.17 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		$\gamma_c$	1.5
Altezza sezione		h	900 mm
Copriferro		c	93 mm
Larghezza minima della sezione (in mm)		$b_w$	1000 mm
Altezza utile della sezione (in mm)		d	807 mm
Area Calcestruzzo		$A_c$	900000 mm <sup>2</sup>
Armatura longitudinale tesa	n <b>10</b>	$\varnothing$	26 mm
		$A_{sl}$	5306.6 mm <sup>2</sup>
Rapporto geometrico di armatura longitudinale		$\rho_1$	0.0066 ≤ 0.02 <b>ok</b>
Tensione media di compressione nella sezione		$\sigma_{cp}$	2.0067 ≤ 0.2 $f_{cd}$ <b>ok</b>
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		k	1.50 ≤ 2 <b>ok</b>
$v_{\min} = 0.035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$		$v_{\min}$	0.28
		$V_{Rd}$	664.53 kN
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>NON VERIFICATA</b>

La verifica non è soddisfatta per cui la sezione necessita dell'armatura a taglio inserita nel programma di verifica RC-SEC.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>Gallerie Artificiali</b>					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 001	REV. B

### 11.1.2 Verifica in condizioni statiche

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

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C35/45
	Resis. compr. di progetto fcd:	198.30 daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	99.15 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:	340770 daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	32.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	192.50 daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	210.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	140.00 daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 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 β1*β2 :	1.00
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	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:	C35/45	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	90.0
3	50.0	90.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
---------	--------	--------	-----------



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)  
 Gallerie Artificiali**

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	35 di 109

1	-45.0	9.3	26
2	-45.0	80.7	26
3	45.0	80.7	26
4	45.0	9.3	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

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm  
 Passo staffe: 10.0 cm

#### Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	4	7	15	3
2	10	1	2	18

#### Coordinate Barre generate di risvolto delle staffe:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
7	-15.0	9.3
15	-15.0	80.7
10	15.0	9.3
18	15.0	80.7

#### 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:	C35/45		
Condizioni ambientali:	Ordinarie		
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:	60	[mm]
-----------------------------------	----	------

##### Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali:	80	[mm]
--	----	------

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale:	93	[mm]	Dato da assegnare nell'input delle sezioni
---	----	------	--

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	36 di 109

**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 princ. d'inerzia  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	147464	87531	0	-5254	0
2	192854	-40588	0	65749	0
3	180654	-39212	0	72786	0
4	158307	30490	0	-44825	0
5	124756	65996	0	21084	0
6	209776	37810	0	-24800	0

**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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	136997	34189	0
2	135185	10624	0
3	135185	10624	0
4	155382	28007	0
5	133905	28852	0
6	155390	28007	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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	136997	34189 (180859)	0 (0)
2	135185	10624 (-282410)	0 (0)
3	135185	10624 (-282410)	0 (0)
4	155382	28007 (1016888)	0 (0)
5	133905	28852 (273338)	0 (0)
6	155390	28007 (1017717)	0 (0)

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>Gallerie Artificiali</b>												
GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>RS3T</td> <td>30</td> <td>D 78 CL</td> <td>GA 08 00 001</td> <td>B</td> <td>37 di 109</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	37 di 109
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	37 di 109								

### 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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	136997	34189 (180859)	0 (0)
2	135185	10624 (-282410)	0 (0)
3	135185	10624 (-282410)	0 (0)
4	155382	28007 (1016888)	0 (0)
5	133905	28852 (273338)	0 (0)
6	155390	28007 (1017717)	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:	7.4 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 Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
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 [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	147464	87531	0	147452	208722	0	2.38	53.1(16.6)
2	S	192854	-40588	0	192852	-224218	0	5.52	53.1(16.6)
3	S	180654	-39212	0	180635	-220085	0	5.61	53.1(16.6)
4	S	158307	30490	0	158320	212459	0	6.97	53.1(16.6)
5	S	124756	65996	0	124742	200848	0	3.04	53.1(16.6)
6	S	209776	37810	0	209762	229899	0	6.08	53.1(16.6)

### 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.)

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	38 di 109

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	0.176	-50.0	90.0	0.00120	-45.0	80.7	-0.01643	-45.0	9.3
2	0.00350	0.193	-50.0	0.0	0.00141	-45.0	9.3	-0.01460	-45.0	80.7
3	0.00350	0.188	-50.0	0.0	0.00136	-45.0	9.3	-0.01508	-45.0	80.7
4	0.00350	0.180	-50.0	90.0	0.00126	-45.0	80.7	-0.01598	-45.0	9.3
5	0.00350	0.167	-50.0	90.0	0.00109	-45.0	80.7	-0.01742	-45.0	9.3
6	0.00350	0.200	-50.0	90.0	0.00149	-45.0	80.7	-0.01397	-45.0	9.3

### 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	0.000246987	-0.018728839	0.176	0.700
2	0.000000000	-0.000224327	0.003500000	0.193	0.700
3	0.000000000	-0.000230178	0.003500000	0.188	0.700
4	0.000000000	0.000241393	-0.018225339	0.180	0.700
5	0.000000000	0.000259203	-0.019828226	0.167	0.700
6	0.000000000	0.000216423	-0.015978063	0.200	0.700

### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm  
 Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
 Ved Taglio di progetto [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale 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	5254	389814	128570	80.7	100.0	1.000	1.083	1.8	45.2(0.0)
2	S	65749	398971	128570	80.7	100.0	1.000	1.108	23.1	45.2(0.0)
3	S	72786	396510	128570	80.7	100.0	1.000	1.101	25.6	45.2(0.0)
4	S	44825	392002	128570	80.7	100.0	1.000	1.089	15.8	45.2(0.0)
5	S	21084	385233	128570	80.7	100.0	1.000	1.070	7.4	45.2(0.0)
6	S	24800	402386	128570	80.7	100.0	1.000	1.118	8.7	45.2(0.0)

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	39 di 109

**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	32.9	-50.0	90.0	-63	-45.0	9.3	950	53.1
2	S	18.7	-50.0	90.0	121	-35.0	9.3	----	----
3	S	18.7	-50.0	90.0	121	-35.0	9.3	----	----
4	S	30.2	-50.0	90.0	34	-45.0	9.3	0	0.0
5	S	29.0	50.0	90.0	-11	-45.0	9.3	950	53.1
6	S	30.2	-50.0	90.0	34	-45.0	9.3	0	0.0

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$ 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; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ 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 = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00006	0	0.500	26.0	37	0.00002 (0.00002)	205	0.004 (0.20)	180859	0
2	S	-0.00007	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	-282410	0
3	S	-0.00007	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	-282410	0
4	S	-0.00001	0	0.500	26.0	37	0.00002 (0.00002)	0	0.002 (0.20)	1016888	0
5	S	-0.00003	0	0.500	26.0	37	0.00000 (0.00000)	205	0.001 (0.20)	273338	0
6	S	-0.00001	0	0.500	26.0	37	0.00000 (0.00000)	0	0.002 (0.20)	1017717	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	32.9	-50.0	90.0	-63	-45.0	9.3	950	53.1
2	S	18.7	-50.0	90.0	121	-35.0	9.3	----	----
3	S	18.7	-50.0	90.0	121	-35.0	9.3	----	----
4	S	30.2	-50.0	90.0	34	-45.0	9.3	0	0.0
5	S	29.0	50.0	90.0	-11	-45.0	9.3	950	53.1
6	S	30.2	-50.0	90.0	34	-45.0	9.3	0	0.0



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)  
Gallerie Artificiali**

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	40 di 109

#### 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	-0.00006	0	0.500	26.0	37	0.00002 (0.00002)	205	0.004 (0.40)	180859	0
2	S	-0.00007	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.40)	-282410	0
3	S	-0.00007	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.40)	-282410	0
4	S	-0.00001	0	0.500	26.0	37	0.00002 (0.00002)	0	0.002 (0.40)	1016888	0
5	S	-0.00003	0	0.500	26.0	37	0.00000 (0.00000)	205	0.001 (0.40)	273338	0
6	S	-0.00001	0	0.500	26.0	37	0.00000 (0.00000)	0	0.002 (0.40)	1017717	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	90.0	-63	-45.0	9.3	950	53.1
2	S	18.7	-50.0	90.0	121	-35.0	9.3	----	----
3	S	18.7	-50.0	90.0	121	-35.0	9.3	----	----
4	S	30.2	-50.0	90.0	34	-45.0	9.3	0	0.0
5	S	29.0	50.0	90.0	-11	-45.0	9.3	950	53.1
6	S	30.2	-50.0	90.0	34	-45.0	9.3	0	0.0

#### 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	-0.00006	0	0.500	26.0	37	0.00002 (0.00002)	205	0.004 (0.30)	180859	0
2	S	-0.00007	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	-282410	0
3	S	-0.00007	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	-282410	0
4	S	-0.00001	0	0.500	26.0	37	0.00002 (0.00002)	0	0.002 (0.30)	1016888	0
5	S	-0.00003	0	0.500	26.0	37	0.00000 (0.00000)	205	0.001 (0.30)	273338	0
6	S	-0.00001	0	0.500	26.0	37	0.00000 (0.00000)	0	0.002 (0.30)	1017717	0

### 11.1.3 Verifica in condizioni sismiche

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

Descrizione Sezione:  
 Metodo di calcolo resistenza: Resistenze in campo sostanzialmente elastico  
 Tipologia sezione: Sezione generica di Trave  
 Normativa di riferimento: N.T.C.  
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C35/45
	Resis. compr. di progetto fcd:	198.30 daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	99.15 daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	41 di 109

Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	340770 daN/cm <sup>2</sup>
Resis. media a trazione fctm:	32.00 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:	C35/45

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	90.0
3	50.0	90.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	9.3	26
2	-45.0	80.7	26
3	45.0	80.7	26
4	45.0	9.3	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

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	12 mm
Passo staffe:	10.0 cm

#### Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	4	7	15	3
2	10	1	2	18

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	42 di 109

Coordinate Barre generate di risvolto delle staffe:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
7	-15.0	9.3
15	-15.0	80.7
10	15.0	9.3
18	15.0	80.7

### 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 princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	102043	80861	0	8275	0
2	143618	-53390	0	61293	0
3	143618	-53390	0	61293	0
4	149587	37382	0	-46793	0
5	-2184	10993	0	259	0
6	184381	13435	0	1380	0

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4 cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.5 cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
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 [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	102043	80861	0	102034	183618	0	2.27	53.1(16.6)
2	S	143618	-53390	0	143635	-196578	0	3.68	53.1(16.6)
3	S	143618	-53390	0	143635	-196578	0	3.68	53.1(16.6)
4	S	149587	37382	0	149606	198412	0	5.31	53.1(16.6)
5	N	-2184	10993	0	-2174	149612	0	13.61	53.1(16.6)
6	S	184381	13435	0	184395	208953	0	15.55	53.1(16.6)

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	43 di 109

**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	0.00103	0.346	-50.0	90.0	0.00069	-45.0	80.7	-0.00196	-45.0	9.3
2	0.00113	0.366	-50.0	0.0	0.00078	-45.0	9.3	-0.00196	-45.0	80.7
3	0.00113	0.366	-50.0	0.0	0.00078	-45.0	9.3	-0.00196	-45.0	80.7
4	0.00115	0.369	-50.0	90.0	0.00079	-45.0	80.7	-0.00196	-45.0	9.3
5	0.00078	0.286	50.0	90.0	0.00047	45.0	80.7	-0.00196	-45.0	9.3
6	0.00123	0.385	-50.0	90.0	0.00086	-45.0	80.7	-0.00196	-45.0	9.3

**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	0.000037052	-0.002301081	0.346	0.872
2	0.000000000	-0.000038261	0.001131135	0.366	0.898
3	0.000000000	-0.000038261	0.001131135	0.366	0.898
4	0.000000000	0.000038434	-0.002313938	0.369	0.902
5	0.000000000	0.000033955	-0.002272278	0.286	0.797
6	0.000000000	0.000039443	-0.002323317	0.385	0.922

**VERIFICHE A TAGLIO**

Diam. Staffe: 12 mm  
 Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [daN] = proiez. di $V_x$ e $V_y$ sulla normale 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-

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	44 di 109

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	8275	380650	128570	80.7	100.0	1.000	1.057	2.9	45.2(0.0)
2	S	61293	389038	128570	80.7	100.0	1.000	1.080	21.6	45.2(0.0)
3	S	61293	389038	128570	80.7	100.0	1.000	1.080	21.6	45.2(0.0)
4	S	46793	390242	128570	80.7	100.0	1.000	1.084	16.5	45.2(0.0)
5	S	259	360063	128570	80.7	100.0	1.000	1.000	0.1	45.2(0.0)
6	S	1380	397262	128570	80.7	100.0	1.000	1.103	0.5	45.2(0.0)

## 11.2 Verifica della calotta (sez. rettilinea 1)

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

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-1248.75	203.66	<b>659.96</b>	26	0	SLU7
<b>M3</b>	<b>min</b>	-1873.59	1235.54	<b>-1416.59</b>	11	1.04913	SLU6
<b>V2</b>	<b>max</b>	-1873.59	<b>1235.54</b>	-1416.59	11	1.04913	SLU6
<b>V2</b>	<b>min</b>	-1371.10	<b>133.89</b>	641.78	11	0	SLU5
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-1186.66</b>	650.18	212.07	26	1.04913	SLU7
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-1994.63</b>	1164.79	-1355.96	26	1.04913	SLU4
SLE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-1353.63	361.72	<b>108.12</b>	26	0	RAR1
<b>M3</b>	<b>min</b>	-1354.61	772.56	<b>-489.05</b>	11	1.04913	RAR1
<b>V2</b>	<b>max</b>	-1354.61	<b>772.56</b>	-489.05	11	1.04913	RAR1
<b>V2</b>	<b>min</b>	-1353.63	<b>361.72</b>	108.12	26	0	RAR1
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-1353.63</b>	361.72	108.12	26	0	RAR1
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-1354.61</b>	772.56	-489.05	11	1.04913	RAR1
SLE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-1353.63	361.72	<b>108.12</b>	26	0	FREQ1
<b>M3</b>	<b>min</b>	-1354.61	772.56	<b>-489.05</b>	11	1.04913	FREQ1
<b>V2</b>	<b>max</b>	-1354.61	<b>772.56</b>	-489.05	11	1.04913	FREQ1
<b>V2</b>	<b>min</b>	-1353.63	<b>361.72</b>	108.12	26	0	FREQ1
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-1353.63</b>	361.72	108.12	26	0	FREQ1
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-1354.61</b>	772.56	-489.05	11	1.04913	FREQ1

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	45 di 109

SLE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1353.63	361.72	<b>108.12</b>	26	0	QPE1
M3	min	-1354.61	772.56	<b>-489.05</b>	11	1.04913	QPE1
V2	max	-1354.61	<b>772.56</b>	-489.05	11	1.04913	QPE1
V2	min	-1353.63	<b>361.72</b>	108.12	26	0	QPE1
P	max	<b>-1353.63</b>	361.72	108.12	26	0	QPE1
P	min	<b>-1354.61</b>	772.56	-489.05	11	1.04913	QPE1
SLU E SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1268.23	119.89	<b>746.38</b>	11	0	SIS1
M3	min	-1506.05	986.10	<b>-1368.35</b>	11	1.04913	SIS4
V2	max	-1506.05	<b>986.10</b>	-1368.35	11	1.04913	SIS4
V2	min	-16.30	<b>72.21</b>	-12.76	11	0	SIS11
P	max	<b>-16.30</b>	72.21	-12.76	11	0	SIS11
P	min	<b>-1713.27</b>	865.71	-1168.66	26	1.04913	SIS3

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	46 di 109

### 11.2.1 Verifica a taglio

#### VERIFICA A TAGLIO

##### Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:

$V_{Ed}$	1236 kN
$N_{Ed}$	1873 kN

Calcestruzzo

**C35/45**

$R_{ck}$	45 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ck}$	37.35 N/mm <sup>2</sup>
$f_{cd}$	21.17 N/mm <sup>2</sup>

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

$\gamma_c$	1.5
------------	-----

Altezza sezione

$h$	1000 mm
-----	---------

Copriferro

$c$	93 mm
-----	-------

Larghezza minima della sezione (in mm)

$b_w$	1000 mm
-------	---------

Altezza utile della sezione (in mm)

$d$	907 mm
-----	--------

Area Calcestruzzo

$A_c$	1000000 mm <sup>2</sup>
-------	-------------------------

Armatura longitudinale tesa

 n **10**

$\emptyset$	26 mm
-------------	-------

$A_{sl}$	5306.6 mm <sup>2</sup>
----------	------------------------

Rapporto geometrico di armatura longitudinale

$\rho_1$	0.0059 ≤ 0.02	ok
----------	---------------	----

Tensione media di compressione nella sezione

$\sigma_{cp}$	1.8730 ≤ 0.2 $f_{cd}$	ok
---------------	-----------------------	----

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

$k$	1.47 ≤ 2	ok
-----	----------	----

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

$v_{\min}$	0.28
------------	------

$V_{Rd}$	702.00 kN
----------	-----------

**Verifica:**
 $V_{Rd} > V_{Ed}$ 
**NON VERIFICATA**

La verifica non è soddisfatta per cui la sezione necessita dell'armatura a taglio inserita nel programma di verifica RC-SEC.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>Gallerie Artificiali</b>					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 001	REV. B

## 11.2.2 Verifica in condizioni statiche

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

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C35/45	
	Resis. compr. di progetto fcd:	198.30	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	99.15	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:	340770	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	32.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	192.50	daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	210.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	140.00	daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	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 β1*β2 :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	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:	C35/45

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	100.0
3	50.0	100.0
4	50.0	0.0

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	48 di 109

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	9.3	26
2	-45.0	90.7	26
3	45.0	90.7	26
4	45.0	9.3	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	2	3	8	26
2	1	4	8	26

### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm  
 Passo staffe: 10.0 cm

Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	4	15	7	3
2	18	1	2	10

Coordinate Barre generate di risvolto delle staffe:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
15	-15.0	9.3
7	-15.0	90.7
18	15.0	9.3
10	15.0	90.7

### 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:	C35/45		
Condizioni ambientali:	Ordinarie		
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:	60	[mm]
-----------------------------------	----	------

Copriferro barre longitudinali:

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	49 di 109

Copriferro nominale Netto barre longitudinali: 80 [mm]

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 93 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni

#### 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 princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	124875	65996	0	20366	0
2	187359	-141659	0	123554	0
3	187359	-141659	0	123554	0
4	137110	64178	0	13389	0
5	118666	21207	0	65018	0
6	199463	-135596	0	116479	0

#### 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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	135363	10812	0
2	135461	-48905	0
3	135461	-48905	0
4	135363	10812	0
5	135363	10812	0
6	135461	-48905	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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	135363	10812 (180859)	0 (0)
2	135461	-48905 (-147611)	0 (0)
3	135461	-48905 (-147611)	0 (0)
4	135363	10812 (1016888)	0 (0)
5	135363	10812 (273338)	0 (0)



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)  
Gallerie Artificiali**

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	50 di 109

6                      135461                      -48905 (-147611)                      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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My                      Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	135363	10812 (180859)	0 (0)
2	135461	-48905 (-147611)	0 (0)
3	135461	-48905 (-147611)	0 (0)
4	135363	10812 (1016888)	0 (0)
5	135363	10812 (273338)	0 (0)
6	135461	-48905 (-147611)	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:                      7.4 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 Sn                      Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
Mx Sn                      Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Sn                      Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res                      Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
Mx Res                      Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My res                      Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
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 [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	124875	65996	0	124882	227916	0	3.45	53.1(18.5)
2	S	187359	-141659	0	187334	-252495	0	1.78	53.1(18.5)
3	S	187359	-141659	0	187334	-252495	0	1.78	53.1(18.5)
4	S	137110	64178	0	137095	232770	0	3.63	53.1(18.5)
5	S	118666	21207	0	118645	225433	0	10.63	53.1(18.5)
6	S	199463	-135596	0	199491	-257206	0	1.90	53.1(18.5)

#### 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.)

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	51 di 109

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	100.0	0.00109	45.0	90.7	-0.02000	-45.0	9.3
2	0.00350	0.170	-50.0	0.0	0.00139	-45.0	9.3	-0.01709	-45.0	90.7
3	0.00350	0.170	-50.0	0.0	0.00139	-45.0	9.3	-0.01709	-45.0	90.7
4	0.00350	0.153	50.0	100.0	0.00115	45.0	90.7	-0.01940	-45.0	9.3
5	0.00350	0.147	50.0	100.0	0.00106	45.0	90.7	-0.02031	-45.0	9.3
6	0.00350	0.174	-50.0	0.0	0.00144	-45.0	9.3	-0.01656	-45.0	90.7

#### 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	0.000259126	-0.022412561	0.149	0.700
2	0.000000000	-0.000226971	0.003500000	0.170	0.700
3	0.000000000	-0.000226971	0.003500000	0.170	0.700
4	0.000000000	0.000252485	-0.021748469	0.153	0.700
5	0.000000000	0.000262526	-0.022752595	0.147	0.700
6	0.000000000	-0.000221174	0.003500000	0.174	0.700

#### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 14 mm  
 Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
 Ved Taglio di progetto [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale 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.[cm²/m]  
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/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	20366	430165	196682	90.7	100.0	1.000	1.063	6.4	61.6(0.0)
2	S	123554	442916	196682	90.7	100.0	1.000	1.094	38.7	61.6(0.0)
3	S	123554	442916	196682	90.7	100.0	1.000	1.094	38.7	61.6(0.0)
4	S	13389	432661	196682	90.7	100.0	1.000	1.069	4.2	61.6(0.0)
5	S	65018	428897	196682	90.7	100.0	1.000	1.060	20.4	61.6(0.0)
6	S	116479	445386	196682	90.7	100.0	1.000	1.101	36.5	61.6(0.0)

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	52 di 109

**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	16.6	-50.0	100.0	115	-45.0	9.3	----	----
2	S	36.9	-50.0	0.0	-210	5.0	90.7	1150	53.1
3	S	36.9	-50.0	0.0	-210	5.0	90.7	1150	53.1
4	S	16.6	-50.0	100.0	115	-45.0	9.3	----	----
5	S	16.6	-50.0	100.0	115	-45.0	9.3	----	----
6	S	36.9	-50.0	0.0	-210	5.0	90.7	1150	53.1

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$ 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 = $0.6 S_{max} / E_s$ [(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	-0.00006	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	180859	0
2	S	-0.00014	0	0.500	26.0	80	0.00006 (0.00006)	368	0.023 (0.20)	-147611	0
3	S	-0.00014	0	0.500	26.0	80	0.00006 (0.00006)	368	0.023 (0.20)	-147611	0
4	S	-0.00001	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	1016888	0
5	S	-0.00003	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	273338	0
6	S	-0.00014	0	0.500	26.0	80	0.00006 (0.00006)	368	0.023 (0.20)	-147611	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	16.6	-50.0	100.0	115	-45.0	9.3	----	----
2	S	36.9	-50.0	0.0	-210	5.0	90.7	1150	53.1
3	S	36.9	-50.0	0.0	-210	5.0	90.7	1150	53.1
4	S	16.6	-50.0	100.0	115	-45.0	9.3	----	----
5	S	16.6	-50.0	100.0	115	-45.0	9.3	----	----



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)  
Gallerie Artificiali**

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	53 di 109

6 S 36.9 -50.0 0.0 -210 5.0 90.7 1150 53.1

#### 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	-0.00006	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.40)	180859	0
2	S	-0.00014	0	0.500	26.0	80	0.00006 (0.00006)	368	0.023 (0.40)	-147611	0
3	S	-0.00014	0	0.500	26.0	80	0.00006 (0.00006)	368	0.023 (0.40)	-147611	0
4	S	-0.00001	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.40)	1016888	0
5	S	-0.00003	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.40)	273338	0
6	S	-0.00014	0	0.500	26.0	80	0.00006 (0.00006)	368	0.023 (0.40)	-147611	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	16.6	-50.0	100.0	115	-45.0	9.3	----	----
2	S	36.9	-50.0	0.0	-210	5.0	90.7	1150	53.1
3	S	36.9	-50.0	0.0	-210	5.0	90.7	1150	53.1
4	S	16.6	-50.0	100.0	115	-45.0	9.3	----	----
5	S	16.6	-50.0	100.0	115	-45.0	9.3	----	----
6	S	36.9	-50.0	0.0	-210	5.0	90.7	1150	53.1

#### 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	-0.00006	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	180859	0
2	S	-0.00014	0	0.500	26.0	80	0.00006 (0.00006)	368	0.023 (0.30)	-147611	0
3	S	-0.00014	0	0.500	26.0	80	0.00006 (0.00006)	368	0.023 (0.30)	-147611	0
4	S	-0.00001	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	1016888	0
5	S	-0.00003	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	273338	0
6	S	-0.00014	0	0.500	26.0	80	0.00006 (0.00006)	368	0.023 (0.30)	-147611	0

### 11.2.3 Verifica in condizioni sismiche

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

Descrizione Sezione:  
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi  
Tipologia sezione: Sezione generica di Trave  
Normativa di riferimento: N.T.C.  
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C35/45  
Resis. compr. di progetto fcd: 198.30 daN/cm<sup>2</sup>  
Resis. compr. ridotta fcd': 99.15 daN/cm<sup>2</sup>  
Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	54 di 109

	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	340770	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	32.00	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:	C35/45

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	100.0
3	50.0	100.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	9.3	26
2	-45.0	90.7	26
3	45.0	90.7	26
4	45.0	9.3	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

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	14 mm
Passo staffe:	10.0 cm

#### Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	4	7	15	3
2	10	1	2	18

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	55 di 109

Coordinate Barre generate di risvolto delle staffe:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
7	-15.0	9.3
15	-15.0	90.7
10	15.0	9.3
18	15.0	90.7

### 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 princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	126823	74638	0	11989	0
2	150605	-136836	0	98610	0
3	150605	-136836	0	98610	0
4	1630	-1276	0	7221	0
5	1630	-1276	0	7221	0
6	171327	-116866	0	86571	0

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4 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 Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
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 (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	126823	74638	0	126832	228692	0	3.06	53.1(18.5)
2	S	150605	-136836	0	150587	-238109	0	1.74	53.1(18.5)
3	S	150605	-136836	0	150587	-238109	0	1.74	53.1(18.5)
4	N	1630	-1276	0	1630	-178082	0	139.57	53.1(18.5)
5	N	1630	-1276	0	1630	-178082	0	139.57	53.1(18.5)
6	S	171327	-116866	0	171300	-246243	0	2.11	53.1(18.5)

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	56 di 109

**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	0.150	50.0	100.0	0.00110	45.0	90.7	-0.01991	-45.0	9.3
2	0.00350	0.157	-50.0	0.0	0.00122	-45.0	9.3	-0.01875	-45.0	90.7
3	0.00350	0.157	-50.0	0.0	0.00122	-45.0	9.3	-0.01875	-45.0	90.7
4	0.00350	0.115	-50.0	0.0	0.00039	-45.0	9.3	-0.02684	-45.0	90.7
5	0.00350	0.115	-50.0	0.0	0.00039	-45.0	9.3	-0.02684	-45.0	90.7
6	0.00350	0.164	-50.0	0.0	0.00132	-45.0	9.3	-0.01780	-45.0	90.7

**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	0.00000000	0.000258053	-0.022305302	0.150	0.700
2	0.00000000	-0.000245319	0.003500000	0.157	0.700
3	0.00000000	-0.000245319	0.003500000	0.157	0.700
4	0.00000000	-0.000334481	0.003500000	0.115	0.700
5	0.00000000	-0.000334481	0.003500000	0.115	0.700
6	0.00000000	-0.000234821	0.003500000	0.164	0.700

**VERIFICHE A TAGLIO**

Diam. Staffe: 14 mm  
 Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale 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.

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	57 di 109

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	11989	430562	196682	90.7	100.0	1.000	1.064	3.8	61.6(0.0)
2	S	98610	435415	196682	90.7	100.0	1.000	1.076	30.9	61.6(0.0)
3	S	98610	435415	196682	90.7	100.0	1.000	1.076	30.9	61.6(0.0)
4	S	7221	405013	196682	90.7	100.0	1.000	1.001	2.3	61.6(0.0)
5	S	7221	405013	196682	90.7	100.0	1.000	1.001	2.3	61.6(0.0)
6	S	86571	439644	196682	90.7	100.0	1.000	1.086	27.1	61.6(0.0)

### 11.3 Verifica della calotta (sez. rettilinea 2)

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

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-1309.74	579.98	<b>267.31</b>	39	0	SLU5
<b>M3</b>	<b>min</b>	-1880.15	1287.52	<b>-1542.74</b>	39	0.1	SLU6
<b>V2</b>	<b>max</b>	-1880.15	<b>1287.52</b>	-1542.74	39	0.1	SLU6
<b>V2</b>	<b>min</b>	-1309.74	<b>579.98</b>	267.31	39	0	SLU5
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-1180.75</b>	694.89	144.82	41	0.1	SLU7
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-2001.16</b>	1216.79	-1475.04	41	0.1	SLU4

SLE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-1353.74	772.32	<b>-486.76</b>	41	0	RAR1
<b>M3</b>	<b>min</b>	-1354.91	813.70	<b>-568.37</b>	39	0.1	RAR1
<b>V2</b>	<b>max</b>	-1354.91	<b>813.70</b>	-568.37	39	0.1	RAR1
<b>V2</b>	<b>min</b>	-1353.74	<b>772.32</b>	-486.76	41	0	RAR1
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-1353.74</b>	772.32	-486.76	41	0	RAR1
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-1354.91</b>	813.70	-568.37	39	0.1	RAR1

SLE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-1353.74	772.32	<b>-486.76</b>	41	0	FREQ1
<b>M3</b>	<b>min</b>	-1354.91	813.70	<b>-568.37</b>	39	0.1	FREQ1
<b>V2</b>	<b>max</b>	-1354.91	<b>813.70</b>	-568.37	39	0.1	FREQ1
<b>V2</b>	<b>min</b>	-1353.74	<b>772.32</b>	-486.76	41	0	FREQ1
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-1353.74</b>	772.32	-486.76	41	0	FREQ1
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-1354.91</b>	813.70	-568.37	39	0.1	FREQ1

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	58 di 109

SLE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1353.74	772.32	<b>-486.76</b>	41	0	QPE1
M3	min	-1354.91	813.70	<b>-568.37</b>	39	0.1	QPE1
V2	max	-1354.91	<b>813.70</b>	-568.37	39	0.1	QPE1
V2	min	-1353.74	<b>772.32</b>	-486.76	41	0	QPE1
P	max	<b>-1353.74</b>	772.32	-486.76	41	0	QPE1
P	min	<b>-1354.91</b>	813.70	-568.37	39	0.1	QPE1

SLU E SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1203.17	559.03	<b>390.25</b>	39	0	SIS1
M3	min	-1512.75	1024.44	<b>-1468.88</b>	39	0.1	SIS4
V2	max	-1512.75	<b>1024.44</b>	-1468.88	39	0.1	SIS4
V2	min	-29.41	<b>94.92</b>	-100.43	39	0	SIS11
P	max	<b>-29.41</b>	94.92	-100.43	39	0	SIS11
P	min	<b>-1713.93</b>	907.55	-1257.33	41	0.1	SIS3

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>Gallerie Artificiali</b>					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 001	REV. B

### 11.3.1 Verifica a taglio

Si esegue la verifica per elementi non armati a taglio:

<b>VERIFICA A TAGLIO</b>			
<b>Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio</b>			
È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio $V_{Rd}$ di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.			
$V_{Rd} \geq V_{Ed}$ $V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$			
Sollecitazioni Agenti:	$V_{Ed}$	<b>1287</b> kN	
	$N_{Ed}$	<b>1880</b> kN	
Calcestruzzo	<b>C35/45</b>	$R_{ck}$	<b>45</b> N/mm <sup>2</sup>
		$f_{ck}$	<b>37.35</b> N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		$f_{cd}$	<b>21.17</b> N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		$\gamma_c$	<b>1.5</b>
Altezza sezione		$h$	<b>1350</b> mm
Copriferro		$c$	<b>93</b> mm
Larghezza minima della sezione (in mm)		$b_w$	<b>1000</b> mm
Altezza utile della sezione (in mm)		$d$	<b>1257</b> mm
Area Calcestruzzo		$A_c$	<b>1350000</b> mm <sup>2</sup>
Armatura longitudinale tesa	$n$	<b>10</b>	$\emptyset$
			<b>26</b> mm
		$A_{sl}$	<b>5306.6</b> mm <sup>2</sup>
Rapporto geometrico di armatura longitudinale		$\rho_1$	<b>0.0042</b> ≤ 0.02 <b>ok</b>
Tensione media di compressione nella sezione		$\sigma_{cp}$	<b>1.3926</b> ≤ 0.2 $f_{cd}$ <b>ok</b>
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		$k$	<b>1.40</b> ≤ 2 <b>ok</b>
$v_{\min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$		$v_{\min}$	<b>0.27</b>
		$V_{Rd}$	<b>791.70</b> kN
<b>Verifica:</b>	$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>NON VERIFICATA</b>	

La verifica non è soddisfatta per cui la sezione necessita dell'armatura a taglio inserita nel programma di verifica RC-SEC.

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	60 di 109

### 11.3.2 Verifica in condizioni statiche

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

Descrizione Sezione:  
 Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi  
 Tipologia sezione: Sezione generica di Trave  
 Normativa di riferimento: N.T.C.  
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive  
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

**CALCESTRUZZO -** Classe: C35/45  
 Resis. compr. di progetto fcd: 198.30 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resis. compr. ridotta fcd': 99.15 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: 340770 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resis. media a trazione fctm: 32.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00  
 Sc limite S.L.E. comb. Rare: 192.50 daN/cm<sup>2</sup>  
 Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: 210.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: 0.400 mm  
 Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 140.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.300 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 β1\*β2: 1.00  
 Coeff. Aderenza differito β1\*β2: 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: C35/45

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	135.0
3	50.0	135.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
---------	--------	--------	-----------



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)  
 Gallerie Artificiali**

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	61 di 109

1	-45.0	9.3	26
2	-45.0	125.7	26
3	45.0	125.7	26
4	45.0	9.3	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

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm  
 Passo staffe: 10.0 cm

#### Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	4	7	15	3
2	10	1	2	18

#### Coordinate Barre generate di risvolto delle staffe:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
7	-15.0	9.3
15	-15.0	125.7
10	15.0	9.3
18	15.0	125.7

#### 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:	C35/45		
Condizioni ambientali:	Ordinarie		
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:	60	[mm]
-----------------------------------	----	------

##### Copriferro barre longitudinali:

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	62 di 109

Copriferro nominale Netto barre longitudinali: 80 [mm]

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 93 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni

**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 princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	130974	26731	0	57998	0
2	188015	-154274	0	128752	0
3	188015	-154274	0	128752	0
4	130974	26731	0	57998	0
5	118075	14482	0	69489	0
6	200116	-147504	0	121679	0

**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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	135374	-48676	0
2	135491	-56837	0
3	135491	-56837	0
4	135374	-48676	0
5	135374	-48676	0
6	135491	-56837	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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	135374	-48676 (-419030)	0 (0)
2	135491	-56837 (-311625)	0 (0)
3	135491	-56837 (-311625)	0 (0)
4	135374	-48676 (-419030)	0 (0)
5	135374	-48676 (-419030)	0 (0)



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)  
Gallerie Artificiali**

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	63 di 109

6                      135491                      -56837 (-311625)                      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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
My                      Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	135374	-48676 (-419030)	0 (0)
2	135491	-56837 (-311625)	0 (0)
3	135491	-56837 (-311625)	0 (0)
4	135374	-48676 (-419030)	0 (0)
5	135374	-48676 (-419030)	0 (0)
6	135491	-56837 (-311625)	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:                      7.4 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 Sn                      Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
Mx Sn                      Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My Sn                      Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
N Res                      Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
Mx Res                      Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
My res                      Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
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 [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	130974	26731	0	130997	325988	0	12.20	53.1(25.0)
2	S	188015	-154274	0	188037	-358387	0	2.32	53.1(25.0)
3	S	188015	-154274	0	188037	-358387	0	2.32	53.1(25.0)
4	S	130974	26731	0	130997	325988	0	12.20	53.1(25.0)
5	S	118075	14482	0	118105	318600	0	22.00	53.1(25.0)
6	S	200116	-147504	0	200135	-365191	0	2.48	53.1(25.0)

#### 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.)

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	64 di 109

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	0.109	-50.0	135.0	0.00112	-45.0	125.7	-0.02865	-45.0	9.3
2	0.00350	0.123	-50.0	0.0	0.00139	-45.0	9.3	-0.02499	-45.0	125.7
3	0.00350	0.123	-50.0	0.0	0.00139	-45.0	9.3	-0.02499	-45.0	125.7
4	0.00350	0.109	-50.0	135.0	0.00112	-45.0	125.7	-0.02865	-45.0	9.3
5	0.00350	0.106	-50.0	135.0	0.00106	-45.0	125.7	-0.02954	-45.0	9.3
6	0.00350	0.126	-50.0	0.0	0.00145	-45.0	9.3	-0.02426	-45.0	125.7

#### 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	0.00000000	0.000255746	-0.031025702	0.109	0.700
2	0.00000000	-0.000226636	0.003500000	0.123	0.700
3	0.00000000	-0.000226636	0.003500000	0.123	0.700
4	0.00000000	0.000255746	-0.031025702	0.109	0.700
5	0.00000000	0.000262818	-0.031980407	0.106	0.700
6	0.00000000	-0.000220880	0.003500000	0.126	0.700

#### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm  
 Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
 Ved Taglio di progetto [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale 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.[cm²/m]  
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/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	57998	588281	200263	125.7	100.0	1.000	1.049	13.1	45.2(0.0)
2	S	128752	600231	200263	125.7	100.0	1.000	1.070	29.1	45.2(0.0)
3	S	128752	600231	200263	125.7	100.0	1.000	1.070	29.1	45.2(0.0)
4	S	57998	588281	200263	125.7	100.0	1.000	1.049	13.1	45.2(0.0)
5	S	69489	585579	200263	125.7	100.0	1.000	1.044	15.7	45.2(0.0)
6	S	121679	602766	200263	125.7	100.0	1.000	1.075	27.5	45.2(0.0)

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	65 di 109

**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	22.2	-50.0	0.0	-49	-35.0	125.7	950	53.1
2	S	25.2	-50.0	0.0	-108	15.0	125.7	1250	53.1
3	S	25.2	-50.0	0.0	-108	15.0	125.7	1250	53.1
4	S	22.2	-50.0	0.0	-49	-35.0	125.7	950	53.1
5	S	22.2	-50.0	0.0	-49	-35.0	125.7	950	53.1
6	S	25.2	-50.0	0.0	-108	15.0	125.7	1250	53.1

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$ 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	-0.00004	0	0.500	26.0	80	0.00001 (0.00001)	351	0.005 (0.20)	-419030	0
2	S	-0.00007	0	0.500	26.0	80	0.00003 (0.00003)	376	0.012 (0.20)	-311625	0
3	S	-0.00007	0	0.500	26.0	80	0.00003 (0.00003)	376	0.012 (0.20)	-311625	0
4	S	-0.00004	0	0.500	26.0	80	0.00001 (0.00001)	351	0.005 (0.20)	-419030	0
5	S	-0.00004	0	0.500	26.0	80	0.00001 (0.00001)	351	0.005 (0.20)	-419030	0
6	S	-0.00007	0	0.500	26.0	80	0.00003 (0.00003)	376	0.012 (0.20)	-311625	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	22.2	-50.0	0.0	-49	-35.0	125.7	950	53.1
2	S	25.2	-50.0	0.0	-108	15.0	125.7	1250	53.1
3	S	25.2	-50.0	0.0	-108	15.0	125.7	1250	53.1
4	S	22.2	-50.0	0.0	-49	-35.0	125.7	950	53.1
5	S	22.2	-50.0	0.0	-49	-35.0	125.7	950	53.1



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)  
Gallerie Artificiali**

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	66 di 109

6 S 25.2 -50.0 0.0 -108 15.0 125.7 1250 53.1

#### 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	-0.00004	0	0.500	26.0	80	0.00001 (0.00001)	351	0.005 (0.40)	-419030	0
2	S	-0.00007	0	0.500	26.0	80	0.00003 (0.00003)	376	0.012 (0.40)	-311625	0
3	S	-0.00007	0	0.500	26.0	80	0.00003 (0.00003)	376	0.012 (0.40)	-311625	0
4	S	-0.00004	0	0.500	26.0	80	0.00001 (0.00001)	351	0.005 (0.40)	-419030	0
5	S	-0.00004	0	0.500	26.0	80	0.00001 (0.00001)	351	0.005 (0.40)	-419030	0
6	S	-0.00007	0	0.500	26.0	80	0.00003 (0.00003)	376	0.012 (0.40)	-311625	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	22.2	-50.0	0.0	-49	-35.0	125.7	950	53.1
2	S	25.2	-50.0	0.0	-108	15.0	125.7	1250	53.1
3	S	25.2	-50.0	0.0	-108	15.0	125.7	1250	53.1
4	S	22.2	-50.0	0.0	-49	-35.0	125.7	950	53.1
5	S	22.2	-50.0	0.0	-49	-35.0	125.7	950	53.1
6	S	25.2	-50.0	0.0	-108	15.0	125.7	1250	53.1

#### 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	-0.00004	0	0.500	26.0	80	0.00001 (0.00001)	351	0.005 (0.30)	-419030	0
2	S	-0.00007	0	0.500	26.0	80	0.00003 (0.00003)	376	0.012 (0.30)	-311625	0
3	S	-0.00007	0	0.500	26.0	80	0.00003 (0.00003)	376	0.012 (0.30)	-311625	0
4	S	-0.00004	0	0.500	26.0	80	0.00001 (0.00001)	351	0.005 (0.30)	-419030	0
5	S	-0.00004	0	0.500	26.0	80	0.00001 (0.00001)	351	0.005 (0.30)	-419030	0
6	S	-0.00007	0	0.500	26.0	80	0.00003 (0.00003)	376	0.012 (0.30)	-311625	0

### 11.3.3 Verifica in condizioni sismiche

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

Descrizione Sezione:  
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze in campo sostanzialmente elastico  
Tipologia sezione: Sezione generica di Trave  
Normativa di riferimento: N.T.C.  
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C35/45

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	67 di 109

Resis. compr. di progetto fcd:	198.30	daN/cm <sup>2</sup>
Resis. compr. ridotta fcd':	99.15	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:	340770	daN/cm <sup>2</sup>
Resis. media a trazione fctm:	32.00	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:	C35/45

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	135.0
3	50.0	135.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	9.3	26
2	-45.0	125.7	26
3	45.0	125.7	26
4	45.0	9.3	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

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	12 mm
Passo staffe:	10.0 cm

Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)  
Gallerie Artificiali**

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	68 di 109

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	4	7	15	3
2	10	1	2	18

Coordinate Barre generate di risvolto delle staffe:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
7	-15.0	9.3
15	-15.0	125.7
10	15.0	9.3
18	15.0	125.7

### 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 princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ. d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ. d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	120317	39025	0	55903	0
2	151275	-146888	0	102444	0
3	151275	-146888	0	102444	0
4	2941	-10043	0	9492	0
5	2941	-10043	0	9492	0
6	171393	-125733	0	90755	0

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4 cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.5 cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
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 [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	120317	39025	0	120341	302390	0	7.75	53.1(25.0)
2	S	151275	-146888	0	151295	-317736	0	2.16	53.1(25.0)
3	S	151275	-146888	0	151295	-317736	0	2.16	53.1(25.0)
4	N	2941	-10043	0	2955	-241832	0	24.08	53.1(25.0)

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	69 di 109

5	N	2941	-10043	0	2955	-241832	0	24.08	53.1(25.0)
6	S	171393	-125733	0	171392	-327572	0	2.61	53.1(25.0)

**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	0.00082	0.296	-50.0	135.0	0.00062	-45.0	125.7	-0.00196	-45.0	9.3
2	0.00088	0.309	-50.0	0.0	0.00067	-45.0	9.3	-0.00196	-45.0	125.7
3	0.00088	0.309	-50.0	0.0	0.00067	-45.0	9.3	-0.00196	-45.0	125.7
4	0.00062	0.240	-50.0	0.0	0.00043	-45.0	9.3	-0.00196	-45.0	125.7
5	0.00062	0.240	-50.0	0.0	0.00043	-45.0	9.3	-0.00196	-45.0	125.7
6	0.00091	0.317	-50.0	0.0	0.00070	-45.0	9.3	-0.00196	-45.0	125.7

**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	0.000022119	-0.002162206	0.296	0.810
2	0.000000000	-0.000022533	0.000875885	0.309	0.827
3	0.000000000	-0.000022533	0.000875885	0.309	0.827
4	0.000000000	-0.000020473	0.000617012	0.240	0.740
5	0.000000000	-0.000020473	0.000617012	0.240	0.740
6	0.000000000	-0.000022799	0.000909330	0.317	0.837

**VERIFICHE A TAGLIO**

Diam. Staffe: 12 mm  
 Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [daN] = proiez. di $V_x$ e $V_y$ sulla normale 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	Colangente 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.

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	70 di 109

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	55903	586048	200263	125.7	100.0	1.000	1.045	12.6	45.2(0.0)
2	S	102444	592534	200263	125.7	100.0	1.000	1.057	23.1	45.2(0.0)
3	S	102444	592534	200263	125.7	100.0	1.000	1.057	23.1	45.2(0.0)
4	S	9492	561458	200263	125.7	100.0	1.000	1.001	2.1	45.2(0.0)
5	S	9492	561458	200263	125.7	100.0	1.000	1.001	2.1	45.2(0.0)
6	S	90755	596749	200263	125.7	100.0	1.000	1.064	20.5	45.2(0.0)

#### 11.4 Verifica dei piedritti (Sez. 1)

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

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-2554.17	647.11	<b>2516.82</b>	44	0	SLU6
<b>M3</b>	<b>min</b>	-2553.42	-786.79	<b>-2288.51</b>	46	0	SLU4
<b>V2</b>	<b>max</b>	-2554.17	<b>647.11</b>	2516.82	44	0	SLU6
<b>V2</b>	<b>min</b>	-2553.42	<b>-786.79</b>	-2288.51	46	0	SLU4
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-1561.85</b>	-219.00	-503.96	46	0	SLU7
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-2566.01</b>	605.01	2394.80	44	0.1949	SLU6

SLE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-1751.82	429.15	<b>1189.92</b>	44	0	RAR1
<b>M3</b>	<b>min</b>	-1751.18	-428.00	<b>-1188.29</b>	46	0	RAR1
<b>V2</b>	<b>max</b>	-1751.82	<b>429.15</b>	1189.92	44	0	RAR1
<b>V2</b>	<b>min</b>	-1751.18	<b>-428.00</b>	-1188.29	46	0	RAR1
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-1751.18</b>	-428.00	-1188.29	46	0	RAR1
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-1760.59</b>	387.05	1110.38	44	0.1949	RAR1

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	71 di 109

SLE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1751.82	429.15	<b>1189.92</b>	44	0	FREQ1
M3	min	-1751.18	-428.00	<b>-1188.29</b>	46	0	FREQ1
V2	max	-1751.82	<b>429.15</b>	1189.92	44	0	FREQ1
V2	min	-1751.18	<b>-428.00</b>	-1188.29	46	0	FREQ1
P	max	<b>-1751.18</b>	-428.00	-1188.29	46	0	FREQ1
P	min	<b>-1760.59</b>	387.05	1110.38	44	0.1949	FREQ1

SLE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1751.82	429.15	<b>1189.92</b>	44	0	QPE1
M3	min	-1751.18	-428.00	<b>-1188.29</b>	46	0	QPE1
V2	max	-1751.82	<b>429.15</b>	1189.92	44	0	QPE1
V2	min	-1751.18	<b>-428.00</b>	-1188.29	46	0	QPE1
P	max	<b>-1751.18</b>	-428.00	-1188.29	46	0	QPE1
P	min	<b>-1760.59</b>	387.05	1110.38	44	0.1949	QPE1

SLU E SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-2020.74	573.68	<b>2196.99</b>	44	0	SIS4
M3	min	-2020.10	-740.10	<b>-1778.71</b>	46	0	SIS3
V2	max	-2020.74	<b>573.68</b>	2196.99	44	0	SIS4
V2	min	-2020.10	<b>-740.10</b>	-1778.71	46	0	SIS3
P	max	<b>-162.44</b>	-21.99	230.82	44	0	SIS11
P	min	<b>-2029.51</b>	545.38	2087.94	44	0.1949	SIS4

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>Gallerie Artificiali</b>					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 001	REV. B

### 11.4.1 Verifica a taglio

Si esegue la verifica per elementi non armati a taglio:

<b>VERIFICA A TAGLIO</b>			
<b>Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio</b>			
È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio $V_{Rd}$ di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.			
$V_{Rd} \geq V_{Ed}$ $V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$			
Sollecitazioni Agenti:		$V_{Ed}$	<b>787</b> kN
		$N_{Ed}$	<b>2553</b> kN
Calcestruzzo	<b>C35/45</b>	$R_{ck}$	<b>45</b> N/mm <sup>2</sup>
		$f_{ck}$	<b>37.35</b> N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		$f_{cd}$	<b>21.17</b> N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		$\gamma_c$	<b>1.5</b>
Altezza sezione		$h$	<b>1800</b> mm
Copriferro		$c$	<b>93</b> mm
Larghezza minima della sezione (in mm)		$b_w$	<b>1000</b> mm
Altezza utile della sezione (in mm)		$d$	<b>1707</b> mm
Area Calcestruzzo		$A_c$	<b>1800000</b> mm <sup>2</sup>
Armatura longitudinale tesa	$n$ <b>10</b>	$\varnothing$	<b>26</b> mm
		$A_{sl}$	<b>5306.6</b> mm <sup>2</sup>
Rapporto geometrico di armatura longitudinale		$\rho_1$	<b>0.0031</b> ≤ 0.02 <b>ok</b>
Tensione media di compressione nella sezione		$\sigma_{cp}$	<b>1.4183</b> ≤ 0.2 $f_{cd}$ <b>ok</b>
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		$k$	<b>1.34</b> ≤ 2 <b>ok</b>
$v_{\min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$		$v_{\min}$	<b>0.26</b>
		$V_{Rd}$	<b>985.78</b> kN
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>VERIFICATA</b>

La verifica è soddisfatta per cui la sezione non necessita di armatura a taglio.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>Gallerie Artificiali</b>					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 001	REV. B

## 11.4.2 Verifica in condizioni statiche

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

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C35/45	
	Resis. compr. di progetto fcd:	198.30	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:	340770	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	32.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	12.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	192.50	daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	210.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	140.00	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 β1*β2 :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	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:	C35/45	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	180.0
3	50.0	180.0
4	50.0	0.0

### DATI BARRE ISOLATE

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	74 di 109

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	9.3	26
2	-45.0	170.7	26
3	45.0	170.7	26
4	45.0	9.3	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	2	3	8	26
2	1	4	8	26

### 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: C35/45  
 Condizioni ambientali: Ordinarie  
 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: 60 [mm]

#### Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali: 80 [mm]

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 93 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni

### 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 princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ. d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ. d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
---------	---	----	----	----	----

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	75 di 109

1	255417	251682	0	64711	0
2	255342	-228851	0	-78679	0
3	255417	251682	0	64711	0
4	255342	-228851	0	-78679	0
5	156185	-50396	0	-21900	0
6	256601	239480	0	60501	0

**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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	175182	118992	0
2	175118	-118829	0
3	175182	118992	0
4	175118	-118829	0
5	175118	-118829	0
6	176059	111038	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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	175182	118992 (391227)	0 (0)
2	175118	-118829 (-391596)	0 (0)
3	175182	118992 (391227)	0 (0)
4	175118	-118829 (-391596)	0 (0)
5	175118	-118829 (-391596)	0 (0)
6	176059	111038 (421536)	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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	175182	118992 (391227)	0 (0)
2	175118	-118829 (-391596)	0 (0)
3	175182	118992 (391227)	0 (0)
4	175118	-118829 (-391596)	0 (0)
5	175118	-118829 (-391596)	0 (0)

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	76 di 109

6

176059

111038 (421536)

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:	7.4 cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
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 (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	255417	251682	0	255409	546846	0	2.17	53.1(33.3)
2	S	255342	-228851	0	255348	-546800	0	2.39	53.1(33.3)
3	S	255417	251682	0	255409	546846	0	2.17	53.1(33.3)
4	S	255342	-228851	0	255348	-546800	0	2.39	53.1(33.3)
5	S	156185	-50396	0	156212	-469008	0	9.31	53.1(33.3)
6	S	256601	239480	0	256623	547784	0	2.29	53.1(33.3)

## 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	0.104	-50.0	180.0	0.00167	-45.0	170.7	-0.03007	-45.0	9.3
2	0.00350	0.104	-50.0	0.0	0.00167	-45.0	9.3	-0.03007	-45.0	170.7
3	0.00350	0.104	-50.0	180.0	0.00167	-45.0	170.7	-0.03007	-45.0	9.3
4	0.00350	0.104	-50.0	0.0	0.00167	-45.0	9.3	-0.03007	-45.0	170.7
5	0.00350	0.085	-50.0	0.0	0.00125	-45.0	9.3	-0.03789	-45.0	170.7
6	0.00350	0.105	-50.0	180.0	0.00168	-45.0	170.7	-0.02998	-45.0	9.3

## 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

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	77 di 109

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000196636	-0.031894402	0.104	0.700
2	0.000000000	-0.000196660	0.003500000	0.104	0.700
3	0.000000000	0.000196636	-0.031894402	0.104	0.700
4	0.000000000	-0.000196660	0.003500000	0.104	0.700
5	0.000000000	-0.000242470	0.003500000	0.085	0.700
6	0.000000000	0.000196152	-0.031807283	0.105	0.700

### 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	32.4	-50.0	180.0	-245	-15.0	9.3	2300	53.1
2	S	32.3	-50.0	0.0	-244	35.0	170.7	2300	53.1
3	S	32.4	-50.0	180.0	-245	-15.0	9.3	2300	53.1
4	S	32.3	-50.0	0.0	-244	35.0	170.7	2300	53.1
5	S	32.3	-50.0	0.0	-244	35.0	170.7	2300	53.1
6	S	30.1	-50.0	180.0	-189	-45.0	9.3	2250	53.1

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata = 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; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ 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 = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00014	0	0.500	26.0	80	0.00007 (0.00007)	463	0.034 (0.20)	391227	0
2	S	-0.00014	0	0.500	26.0	80	0.00007 (0.00007)	463	0.034 (0.20)	-391596	0
3	S	-0.00014	0	0.500	26.0	80	0.00007 (0.00007)	463	0.034 (0.20)	391227	0
4	S	-0.00014	0	0.500	26.0	80	0.00007 (0.00007)	463	0.034 (0.20)	-391596	0
5	S	-0.00014	0	0.500	26.0	80	0.00007 (0.00007)	463	0.034 (0.20)	-391596	0
6	S	-0.00011	0	0.500	26.0	37	0.00006 (0.00006)	313	0.018 (0.20)	421536	0

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

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	78 di 109

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	32.4	-50.0	180.0	-245	-15.0	9.3	2300	53.1
2	S	32.3	-50.0	0.0	-244	35.0	170.7	2300	53.1
3	S	32.4	-50.0	180.0	-245	-15.0	9.3	2300	53.1
4	S	32.3	-50.0	0.0	-244	35.0	170.7	2300	53.1
5	S	32.3	-50.0	0.0	-244	35.0	170.7	2300	53.1
6	S	30.1	-50.0	180.0	-189	-45.0	9.3	2250	53.1

**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	-0.00014	0	0.500	26.0	80	0.00007 (0.00007)	463	0.034 (0.30)	391227	0
2	S	-0.00014	0	0.500	26.0	80	0.00007 (0.00007)	463	0.034 (0.30)	-391596	0
3	S	-0.00014	0	0.500	26.0	80	0.00007 (0.00007)	463	0.034 (0.30)	391227	0
4	S	-0.00014	0	0.500	26.0	80	0.00007 (0.00007)	463	0.034 (0.30)	-391596	0
5	S	-0.00014	0	0.500	26.0	80	0.00007 (0.00007)	463	0.034 (0.30)	-391596	0
6	S	-0.00011	0	0.500	26.0	37	0.00006 (0.00006)	313	0.018 (0.30)	421536	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	32.4	-50.0	180.0	-245	-15.0	9.3	2300	53.1
2	S	32.3	-50.0	0.0	-244	35.0	170.7	2300	53.1
3	S	32.4	-50.0	180.0	-245	-15.0	9.3	2300	53.1
4	S	32.3	-50.0	0.0	-244	35.0	170.7	2300	53.1
5	S	32.3	-50.0	0.0	-244	35.0	170.7	2300	53.1
6	S	30.1	-50.0	180.0	-189	-45.0	9.3	2250	53.1

**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	-0.00014	0	0.500	26.0	80	0.00007 (0.00007)	463	0.034 (0.20)	391227	0
2	S	-0.00014	0	0.500	26.0	80	0.00007 (0.00007)	463	0.034 (0.20)	-391596	0
3	S	-0.00014	0	0.500	26.0	80	0.00007 (0.00007)	463	0.034 (0.20)	391227	0
4	S	-0.00014	0	0.500	26.0	80	0.00007 (0.00007)	463	0.034 (0.20)	-391596	0
5	S	-0.00014	0	0.500	26.0	80	0.00007 (0.00007)	463	0.034 (0.20)	-391596	0
6	S	-0.00011	0	0.500	26.0	37	0.00006 (0.00006)	313	0.018 (0.20)	421536	0

**11.4.3 Verifica in condizioni sismiche**
**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.**

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	79 di 109

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C35/45	
	Resis. compr. di progetto fcd:	198.30	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:	340770	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	32.00	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:	C35/45	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	180.0
3	50.0	180.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	9.3	26
2	-45.0	170.7	26
3	45.0	170.7	26
4	45.0	9.3	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

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

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	80 di 109

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	202074	219699	0	57368	0
2	202010	-177871	0	-74010	0
3	202074	219699	0	57368	0
4	202010	-177871	0	-74010	0
5	16244	23082	0	-2199	0
6	202951	208794	0	54538	0

## RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
 Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 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 (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	202074	219699	0	202090	471628	0	2.15	53.1(33.3)
2	S	202010	-177871	0	201998	-471566	0	2.65	53.1(33.3)
3	S	202074	219699	0	202090	471628	0	2.15	53.1(33.3)
4	S	202010	-177871	0	201998	-471566	0	2.65	53.1(33.3)
5	S	16244	23082	0	16227	342354	0	14.83	53.1(33.3)
6	S	202951	208794	0	202964	472211	0	2.26	53.1(33.3)

## 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.)

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	81 di 109

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00080	0.290	-50.0	180.0	0.00065	-45.0	170.7	-0.00196	-45.0	9.3
2	0.00080	0.290	-50.0	0.0	0.00065	-45.0	9.3	-0.00196	-45.0	170.7
3	0.00080	0.290	-50.0	180.0	0.00065	-45.0	170.7	-0.00196	-45.0	9.3
4	0.00080	0.290	-50.0	0.0	0.00065	-45.0	9.3	-0.00196	-45.0	170.7
5	0.00054	0.217	-50.0	180.0	0.00041	-45.0	170.7	-0.00196	-45.0	9.3
6	0.00080	0.291	-50.0	180.0	0.00065	-45.0	170.7	-0.00196	-45.0	9.3

#### 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	0.000016150	-0.002106698	0.290	0.803
2	0.000000000	-0.000016150	0.000800239	0.290	0.803
3	0.000000000	0.000016150	-0.002106698	0.290	0.803
4	0.000000000	-0.000016150	0.000800239	0.290	0.803
5	0.000000000	0.000014636	-0.002092611	0.217	0.711
6	0.000000000	0.000016157	-0.002106760	0.291	0.803

### 11.5 Verifica dei piedritti – Sezione 2

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

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
<b>M3</b>	<b>max</b>	-2566.01	605.01	<b>2394.80</b>	5	0	SLU6
<b>M3</b>	<b>min</b>	-2367.64	972.38	<b>-2620.67</b>	32	0.8649	SLU6
<b>V2</b>	<b>max</b>	-1704.64	<b>1001.48</b>	-1852.02	32	0.8649	SLU7
<b>V2</b>	<b>min</b>	-1705.39	<b>-859.55</b>	1108.47	2	0.8649	SLU5
<b>P</b>	<b>max</b>	<b>-419.31</b>	-150.65	-1294.13	31	0.42151	SLU7
<b>P</b>	<b>min</b>	<b>-2746.93</b>	-257.30	1744.33	2	0.8649	SLU6

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	82 di 109

SLE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1894.61	-475.25	<b>1213.96</b>	2	0.8649	RAR1
M3	min	-1893.97	476.06	<b>-1215.57</b>	32	0.8649	RAR1
V2	max	-1893.97	<b>476.06</b>	-1215.57	32	0.8649	RAR1
V2	min	-1894.61	<b>-475.25</b>	1213.96	2	0.8649	RAR1
P	max	<b>-649.72</b>	119.76	-838.30	31	0.42151	RAR1
P	min	<b>-1894.61</b>	-475.25	1213.96	2	0.8649	RAR1

SLE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1894.61	-475.25	<b>1213.96</b>	2	0.8649	FREQ1
M3	min	-1893.97	476.06	<b>-1215.57</b>	32	0.8649	FREQ1
V2	max	-1893.97	<b>476.06</b>	-1215.57	32	0.8649	FREQ1
V2	min	-1894.61	<b>-475.25</b>	1213.96	2	0.8649	FREQ1
P	max	<b>-649.72</b>	119.76	-838.30	31	0.42151	FREQ1
P	min	<b>-1894.61</b>	-475.25	1213.96	2	0.8649	FREQ1

SLE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1894.61	-475.25	<b>1213.96</b>	2	0.8649	QPE1
M3	min	-1893.97	476.06	<b>-1215.57</b>	32	0.8649	QPE1
V2	max	-1893.97	<b>476.06</b>	-1215.57	32	0.8649	QPE1
V2	min	-1894.61	<b>-475.25</b>	1213.96	2	0.8649	QPE1
P	max	<b>-649.72</b>	119.76	-838.30	31	0.42151	QPE1
P	min	<b>-1894.61</b>	-475.25	1213.96	2	0.8649	QPE1

SLU E SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-2029.51	545.38	<b>2087.94</b>	5	0	SIS4
M3	min	-1701.14	1039.17	<b>-2323.92</b>	32	0.8649	SIS4
V2	max	-1625.05	<b>1044.14</b>	-2233.73	32	0.8649	SIS2
V2	min	-1625.69	<b>-875.75</b>	1203.05	2	0.8649	SIS1
P	max	<b>-97.60</b>	-51.97	216.05	1	0.42151	SIS11
P	min	<b>-2163.53</b>	-74.76	1224.86	2	0.8649	SIS4

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>Gallerie Artificiali</b>					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 001	REV. B

### 11.5.1 Verifica a taglio

Si esegue la verifica per elementi non armati a taglio:

<b>VERIFICA A TAGLIO</b>			
<b>Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio</b>			
È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio $V_{Rd}$ di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.			
$V_{Rd} \geq V_{Ed}$ $V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$			
Sollecitazioni Agenti:		$V_{Ed}$	<b>1001 kN</b>
		$N_{Ed}$	<b>1704 kN</b>
Calcestruzzo	<b>C35/45</b>	$R_{ck}$	<b>45 N/mm<sup>2</sup></b>
		$f_{ck}$	<b>37.35 N/mm<sup>2</sup></b>
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		$f_{cd}$	<b>21.17 N/mm<sup>2</sup></b>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		$\gamma_c$	<b>1.5</b>
Altezza sezione		$h$	<b>1550 mm</b>
Copriferro		$c$	<b>93 mm</b>
Larghezza minima della sezione (in mm)		$b_w$	<b>1000 mm</b>
Altezza utile della sezione (in mm)		$d$	<b>1457 mm</b>
Area Calcestruzzo		$A_c$	<b>1550000 mm<sup>2</sup></b>
Armatura longitudinale tesa	$n$ <b>10</b>	$\varnothing$	<b>26 mm</b>
		$A_{sl}$	<b>5306.6 mm<sup>2</sup></b>
Rapporto geometrico di armatura longitudinale		$\rho_1$	<b>0.0036 ≤ 0.02</b> <span style="float: right;"><b>ok</b></span>
Tensione media di compressione nella sezione		$\sigma_{cp}$	<b>1.0994 ≤ 0.2 f<sub>cd</sub></b> <span style="float: right;"><b>ok</b></span>
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		$k$	<b>1.37 ≤ 2</b> <span style="float: right;"><b>ok</b></span>
$v_{\min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$		$v_{\min}$	<b>0.26</b>
		$V_{Rd}$	<b>812.27 kN</b>
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>NON VERIFICATA</b>

La verifica non è soddisfatta per cui la sezione necessita dell'armatura a taglio inserita nel programma di verifica RC-SEC.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR- CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>Gallerie Artificiali</b>					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 001	REV. B

## 11.5.2 Verifica in condizioni statiche

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

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C35/45	
	Resis. compr. di progetto fcd:	198.30	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	99.15	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:	340770	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	32.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	192.50	daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	210.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	140.00	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 β1*β2 :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	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:	C35/45	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	140.0
3	50.0	140.0
4	50.0	0.0

### DATI BARRE ISOLATE

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	85 di 109

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.7	9.3	26
2	-40.7	130.7	26
3	40.7	130.7	26
4	40.7	9.3	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

### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm  
 Passo staffe: 10.0 cm  
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

### 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: C35/45  
 Condizioni ambientali: Ordinarie  
 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: 60 [mm]

#### Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali: 80 [mm]

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 93 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni

### 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 princ. d'inerzia  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	86 di 109

 Vy  
 Vx

 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	256601	239480	0	60501	0
2	236764	-262067	0	97238	0
3	170464	-185202	0	100148	0
4	170539	110847	0	-85955	0
5	41931	-129413	0	-15065	0
6	274693	174433	0	-25730	0

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

 N  
 Mx  
 My

 Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	189461	121396	0
2	189397	-121557	0
3	189397	-121557	0
4	189461	121396	0
5	64972	-83830	0
6	189461	121396	0

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

 N  
 Mx  
 My

 Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	189461	121396 (222977)	0 (0)
2	189397	-121557 (-222718)	0 (0)
3	189397	-121557 (-222718)	0 (0)
4	189461	121396 (222977)	0 (0)
5	64972	-83830 (-165035)	0 (0)
6	189461	121396 (222977)	0 (0)

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

 N  
 Mx  
 My

 Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
---------	---	----	----

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	87 di 109

1	189461	121396 (222977)	0 (0)
2	189397	-121557 (-222718)	0 (0)
3	189397	-121557 (-222718)	0 (0)
4	189461	121396 (222977)	0 (0)
5	64972	-83830 (-165035)	0 (0)
6	189461	121396 (222977)	0 (0)

### RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.4 cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.6 cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
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 (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	256601	239480	0	256625	413360	0	1.73	53.1(25.9)
2	S	236764	-262067	0	236776	-401921	0	1.53	53.1(25.9)
3	S	170464	-185202	0	170435	-363094	0	1.96	53.1(25.9)
4	S	170539	110847	0	170564	363170	0	3.28	53.1(25.9)
5	S	41931	-129413	0	41918	-285996	0	2.21	53.1(25.9)
6	S	274693	174433	0	274683	423682	0	2.43	53.1(25.9)

### 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	0.137	-50.0	140.0	0.00168	-40.7	130.7	-0.02214	-40.7	9.3
2	0.00350	0.131	-50.0	0.0	0.00160	-40.7	9.3	-0.02322	-40.7	130.7
3	0.00350	0.114	-50.0	0.0	0.00131	-40.7	9.3	-0.02725	-40.7	130.7
4	0.00350	0.114	-50.0	140.0	0.00131	-40.7	130.7	-0.02724	-40.7	9.3
5	0.00350	0.087	-50.0	0.0	0.00063	-40.7	9.3	-0.03678	-40.7	130.7
6	0.00350	0.142	-50.0	140.0	0.00174	-40.7	130.7	-0.02120	-40.7	9.3

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	88 di 109

**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	0.000196151	-0.023961122	0.137	0.700
2	0.000000000	-0.000204470	0.003500000	0.131	0.700
3	0.000000000	-0.000235246	0.003500000	0.114	0.700
4	0.000000000	0.000235183	-0.029425551	0.114	0.700
5	0.000000000	-0.000308153	0.003500000	0.087	0.700
6	0.000000000	0.000188955	-0.022953701	0.142	0.700

**VERIFICHE A TAGLIO**

Diam. Staffe:                    14 mm  
 Passo staffe:                    10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver                    S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
 Ved                    Taglio di progetto [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale 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.[cm²/m]  
 A.Eff                  Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/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	60501	637051	141711	130.7	100.0	1.000	1.092	13.1	30.8(0.0)
2	S	97238	632884	141711	130.7	100.0	1.000	1.085	21.1	30.8(0.0)
3	S	100148	618957	141711	130.7	100.0	1.000	1.061	21.8	30.8(0.0)
4	S	85955	618973	141711	130.7	100.0	1.000	1.061	18.7	30.8(0.0)
5	S	15065	591958	141711	130.7	100.0	1.000	1.015	3.3	30.8(0.0)
6	S	25730	640851	141711	130.7	100.0	1.000	1.099	5.6	30.8(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/cm²]  
 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/cm²]  
 Xs min, Ys min      Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff.                Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff.                Area barre [cm²] 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.
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	89 di 109

1	S	49.1	-50.0	140.0	-548	-4.5	9.3	2150	53.1
2	S	49.2	-50.0	0.0	-550	31.7	130.7	2150	53.1
3	S	49.2	-50.0	0.0	-550	31.7	130.7	2150	53.1
4	S	49.1	-50.0	140.0	-548	-4.5	9.3	2150	53.1
5	S	33.5	50.0	0.0	-790	31.7	130.7	2350	53.1
6	S	49.1	-50.0	140.0	-548	-4.5	9.3	2150	53.1

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
e <sub>sm</sub> - e <sub>cm</sub>	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	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 <sub>sm</sub> - e <sub>cm</sub>	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00032	0	0.500	26.0	80	0.00016 (0.00016)	451	0.074 (0.20)	222977	0
2	S	-0.00032	0	0.500	26.0	80	0.00017 (0.00017)	451	0.074 (0.20)	-222718	0
3	S	-0.00032	0	0.500	26.0	80	0.00017 (0.00017)	451	0.074 (0.20)	-222718	0
4	S	-0.00032	0	0.500	26.0	80	0.00016 (0.00016)	451	0.074 (0.20)	222977	0
5	S	-0.00044	0	0.500	26.0	80	0.00024 (0.00024)	468	0.111 (0.20)	-165035	0
6	S	-0.00032	0	0.500	26.0	80	0.00016 (0.00016)	451	0.074 (0.20)	222977	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	49.1	-50.0	140.0	-548	-4.5	9.3	2150	53.1
2	S	49.2	-50.0	0.0	-550	31.7	130.7	2150	53.1
3	S	49.2	-50.0	0.0	-550	31.7	130.7	2150	53.1
4	S	49.1	-50.0	140.0	-548	-4.5	9.3	2150	53.1
5	S	33.5	50.0	0.0	-790	31.7	130.7	2350	53.1
6	S	49.1	-50.0	140.0	-548	-4.5	9.3	2150	53.1

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e <sub>sm</sub> - e <sub>cm</sub>	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00032	0	0.500	26.0	80	0.00016 (0.00016)	451	0.074 (0.30)	222977	0
2	S	-0.00032	0	0.500	26.0	80	0.00017 (0.00017)	451	0.074 (0.30)	-222718	0
3	S	-0.00032	0	0.500	26.0	80	0.00017 (0.00017)	451	0.074 (0.30)	-222718	0
4	S	-0.00032	0	0.500	26.0	80	0.00016 (0.00016)	451	0.074 (0.30)	222977	0
5	S	-0.00044	0	0.500	26.0	80	0.00024 (0.00024)	468	0.111 (0.30)	-165035	0
6	S	-0.00032	0	0.500	26.0	80	0.00016 (0.00016)	451	0.074 (0.30)	222977	0

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	90 di 109

**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	49.1	-50.0	140.0	-548	-4.5	9.3	2150	53.1
2	S	49.2	-50.0	0.0	-550	31.7	130.7	2150	53.1
3	S	49.2	-50.0	0.0	-550	31.7	130.7	2150	53.1
4	S	49.1	-50.0	140.0	-548	-4.5	9.3	2150	53.1
5	S	33.5	50.0	0.0	-790	31.7	130.7	2350	53.1
6	S	49.1	-50.0	140.0	-548	-4.5	9.3	2150	53.1

**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	-0.00032	0	0.500	26.0	80	0.00016 (0.00016)	451	0.074 (0.20)	222977	0
2	S	-0.00032	0	0.500	26.0	80	0.00017 (0.00017)	451	0.074 (0.20)	-222718	0
3	S	-0.00032	0	0.500	26.0	80	0.00017 (0.00017)	451	0.074 (0.20)	-222718	0
4	S	-0.00032	0	0.500	26.0	80	0.00016 (0.00016)	451	0.074 (0.20)	222977	0
5	S	-0.00044	0	0.500	26.0	80	0.00024 (0.00024)	468	0.111 (0.20)	-165035	0
6	S	-0.00032	0	0.500	26.0	80	0.00016 (0.00016)	451	0.074 (0.20)	222977	0

**11.5.3 Verifica in condizioni sismiche**
**DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.**

Descrizione Sezione:  
 Metodo di calcolo resistenza: Resistenze in campo sostanzialmente elastico  
 Tipologia sezione: Sezione generica di Trave  
 Normativa di riferimento: N.T.C.  
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
 Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive  
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

**CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI**

CALCESTRUZZO - Classe: C35/45  
 Resis. compr. di progetto fcd: 198.30 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resis. compr. ridotta fcd': 99.15 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: 340770 daN/cm<sup>2</sup>  
 Resis. media a trazione fctm: 32.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00  
 Sc limite S.L.E. comb. Rare: 192.50 daN/cm<sup>2</sup>  
 Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: 210.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: 0.300 mm

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	91 di 109

	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	140.00	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: C35/45

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	140.0
3	50.0	140.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	9.3	26
2	-45.0	130.7	26
3	45.0	130.7	26
4	45.0	9.3	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

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm  
 Passo staffe: 10.0 cm  
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

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

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	92 di 109

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	202951	208794	0	54538	0
2	170114	-232392	0	103917	0
3	162505	-223373	0	104414	0
4	162569	120305	0	-87575	0
5	9760	21605	0	-5197	0
6	216353	122486	0	-7476	0

**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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	168223	89519	0
2	171463	79175	0
3	168223	89519	0
4	171463	79175	0
5	168223	89519	0
6	171463	79175	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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	168223	89519 (259980)	0 (0)
2	171463	79175 (305583)	0 (0)
3	168223	89519 (259980)	0 (0)
4	171463	79175 (305583)	0 (0)
5	168223	89519 (259980)	0 (0)
6	171463	79175 (305583)	0 (0)

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	93 di 109

Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	168223	89519 (259980)	0 (0)
2	171463	79175 (305583)	0 (0)
3	168223	89519 (259980)	0 (0)
4	171463	79175 (305583)	0 (0)
5	168223	89519 (259980)	0 (0)
6	171463	79175 (305583)	0 (0)

## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 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 Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
 Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 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 [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	202951	208794	0	202958	357149	0	1.71	53.1(25.9)
2	S	170114	-232392	0	170113	-340599	0	1.47	53.1(25.9)
3	S	162505	-223373	0	162493	-336719	0	1.51	53.1(25.9)
4	S	162569	120305	0	162568	336757	0	2.80	53.1(25.9)
5	N	9760	21605	0	9765	255683	0	11.83	53.1(25.9)
6	S	216353	122486	0	216382	363837	0	2.97	53.1(25.9)

## 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
--------	--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	94 di 109

1	0.00094	0.324	-50.0	140.0	0.00073	-45.0	130.7	-0.00196	-45.0	9.3
2	0.00089	0.312	-50.0	0.0	0.00068	-45.0	9.3	-0.00196	-45.0	130.7
3	0.00087	0.309	-50.0	0.0	0.00067	-45.0	9.3	-0.00196	-45.0	130.7
4	0.00087	0.309	-50.0	140.0	0.00067	-45.0	130.7	-0.00196	-45.0	9.3
5	0.00062	0.239	-50.0	140.0	0.00043	-45.0	130.7	-0.00196	-45.0	9.3
6	0.00096	0.329	-50.0	140.0	0.00075	-45.0	130.7	-0.00196	-45.0	9.3

### 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	0.000022154	-0.002162533	0.324	0.845
2	0.000000000	-0.000021751	0.000886389	0.312	0.830
3	0.000000000	-0.000021657	0.000874073	0.309	0.826
4	0.000000000	0.000021658	-0.002157919	0.309	0.826
5	0.000000000	0.000019683	-0.002139550	0.239	0.739
6	0.000000000	0.000022318	-0.002164053	0.329	0.852

### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:                    14 mm  
 Passo staffe:                    10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver                    S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
 Ved                    Taglio di progetto [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale 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	54538	625781	141711	130.7	100.0	1.000	1.073	11.8	30.8(0.0)
2	S	103917	618884	141711	130.7	100.0	1.000	1.061	22.6	30.8(0.0)
3	S	104414	617285	141711	130.7	100.0	1.000	1.059	22.7	30.8(0.0)
4	S	87575	617299	141711	130.7	100.0	1.000	1.059	19.0	30.8(0.0)
5	S	5197	585201	141711	130.7	100.0	1.000	1.004	1.1	30.8(0.0)
6	S	7476	628596	141711	130.7	100.0	1.000	1.078	1.6	30.8(0.0)

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

Ver                    S = comb. verificata/ N = comb. non verificata

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	95 di 109

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	36.4	-50.0	140.0	-280	-35.0	9.3	1800	53.1
2	S	32.5	-50.0	140.0	-172	-45.0	9.3	1450	53.1
3	S	36.4	-50.0	140.0	-280	-35.0	9.3	1800	53.1
4	S	32.5	-50.0	140.0	-172	-45.0	9.3	1450	53.1
5	S	36.4	-50.0	140.0	-280	-35.0	9.3	1800	53.1
6	S	32.5	-50.0	140.0	-172	-45.0	9.3	1450	53.1

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione: $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	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	-0.00017	0	0.500	26.0	80	0.00008 (0.00008)	422	0.035 (0.20)	259980	0
2	S	-0.00011	0	0.500	26.0	37	0.00005 (0.00005)	247	0.013 (0.20)	305583	0
3	S	-0.00017	0	0.500	26.0	80	0.00008 (0.00008)	422	0.035 (0.20)	259980	0
4	S	-0.00011	0	0.500	26.0	37	0.00005 (0.00005)	247	0.013 (0.20)	305583	0
5	S	-0.00017	0	0.500	26.0	80	0.00008 (0.00008)	422	0.035 (0.20)	259980	0
6	S	-0.00011	0	0.500	26.0	37	0.00005 (0.00005)	247	0.013 (0.20)	305583	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	36.4	-50.0	140.0	-280	-35.0	9.3	1800	53.1
2	S	32.5	-50.0	140.0	-172	-45.0	9.3	1450	53.1
3	S	36.4	-50.0	140.0	-280	-35.0	9.3	1800	53.1
4	S	32.5	-50.0	140.0	-172	-45.0	9.3	1450	53.1
5	S	36.4	-50.0	140.0	-280	-35.0	9.3	1800	53.1
6	S	32.5	-50.0	140.0	-172	-45.0	9.3	1450	53.1

#### 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
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	---------

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	96 di 109

1	S	-0.00017	0	0.500	26.0	80	0.00008 (0.00008)	422	0.035 (0.30)	259980	0
2	S	-0.00011	0	0.500	26.0	37	0.00005 (0.00005)	247	0.013 (0.30)	305583	0
3	S	-0.00017	0	0.500	26.0	80	0.00008 (0.00008)	422	0.035 (0.30)	259980	0
4	S	-0.00011	0	0.500	26.0	37	0.00005 (0.00005)	247	0.013 (0.30)	305583	0
5	S	-0.00017	0	0.500	26.0	80	0.00008 (0.00008)	422	0.035 (0.30)	259980	0
6	S	-0.00011	0	0.500	26.0	37	0.00005 (0.00005)	247	0.013 (0.30)	305583	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	36.4	-50.0	140.0	-280	-35.0	9.3	1800	53.1
2	S	32.5	-50.0	140.0	-172	-45.0	9.3	1450	53.1
3	S	36.4	-50.0	140.0	-280	-35.0	9.3	1800	53.1
4	S	32.5	-50.0	140.0	-172	-45.0	9.3	1450	53.1
5	S	36.4	-50.0	140.0	-280	-35.0	9.3	1800	53.1
6	S	32.5	-50.0	140.0	-172	-45.0	9.3	1450	53.1

**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	-0.00017	0	0.500	26.0	80	0.00008 (0.00008)	422	0.035 (0.20)	259980	0
2	S	-0.00011	0	0.500	26.0	37	0.00005 (0.00005)	247	0.013 (0.20)	305583	0
3	S	-0.00017	0	0.500	26.0	80	0.00008 (0.00008)	422	0.035 (0.20)	259980	0
4	S	-0.00011	0	0.500	26.0	37	0.00005 (0.00005)	247	0.013 (0.20)	305583	0
5	S	-0.00017	0	0.500	26.0	80	0.00008 (0.00008)	422	0.035 (0.20)	259980	0
6	S	-0.00011	0	0.500	26.0	37	0.00005 (0.00005)	247	0.013 (0.20)	305583	0

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	97 di 109

## 11.6 Verifica dell'arco rovescio

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

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1519.30	-892.21	<b>2358.02</b>	27	1.02829	SLU6
M3	min	-461.59	255.21	<b>-1406.82</b>	16	1.02829	SLU6
V2	max	-1525.03	<b>897.50</b>	150.76	10	1.02829	SLU6
V2	min	-1159.16	<b>-924.39</b>	492.44	25	0	SLU6
P	max	<b>-368.47</b>	-87.11	-1406.82	18	0	SLU6
P	min	<b>-1974.92</b>	476.76	1077.49	10	1.02829	SLU4

SLE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1337.33	-427.62	<b>876.96</b>	27	1.02829	RAR1
M3	min	-604.20	96.11	<b>-724.32</b>	18	1.02829	RAR1
V2	max	-1074.91	<b>447.69</b>	-23.44	12	1.02829	RAR1
V2	min	-1075.10	<b>-447.94</b>	-21.59	25	0	RAR1
P	max	<b>-601.61</b>	67.96	-639.96	18	0	RAR1
P	min	<b>-1358.10</b>	-446.80	427.38	27	0	RAR1

SLE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1337.33	-427.62	<b>876.96</b>	27	1.02829	FREQ1
M3	min	-604.20	96.11	<b>-724.32</b>	18	1.02829	FREQ1
V2	max	-1074.91	<b>447.69</b>	-23.44	12	1.02829	FREQ1
V2	min	-1075.10	<b>-447.94</b>	-21.59	25	0	FREQ1
P	max	<b>-601.61</b>	67.96	-639.96	18	0	FREQ1
P	min	<b>-1358.10</b>	-446.80	427.38	27	0	FREQ1

SLE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1337.33	-427.62	<b>876.96</b>	27	1.02829	QPE1
M3	min	-604.20	96.11	<b>-724.32</b>	18	1.02829	QPE1
V2	max	-1074.91	<b>447.69</b>	-23.44	12	1.02829	QPE1
V2	min	-1075.10	<b>-447.94</b>	-21.59	25	0	QPE1
P	max	<b>-601.61</b>	67.96	-639.96	18	0	QPE1
P	min	<b>-1358.10</b>	-446.80	427.38	27	0	QPE1



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)  
 Gallerie Artificiali

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	98 di 109

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1073.69	-769.46	<b>2285.44</b>	27	1.02829	SIS4
M3	min	-204.99	126.73	<b>-1251.47</b>	16	1.02829	SIS4
V2	max	-1059.78	<b>756.62</b>	-136.35	10	1.02829	SIS4
V2	min	-808.34	<b>-809.26</b>	663.84	25	0	SIS4
P	max	<b>-22.55</b>	5.09	-166.66	18	0	SIS11
P	min	<b>-1690.20</b>	174.92	1013.58	10	1.02829	SIS3

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 001	REV. B

### 11.6.1 Verifica a taglio

Si esegue la verifica per elementi non armati a taglio:

VERIFICA A TAGLIO			
<b>Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio</b>			
<p>È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio <math>V_{Rd}</math> di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.</p>			
$V_{Rd} \geq V_{Ed}$ $V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$			
Sollecitazioni Agenti:		$V_{Ed}$	924 kN
		$N_{Ed}$	1259 kN
Calcestruzzo	<b>C35/45</b>	$R_{ck}$	45 N/mm <sup>2</sup>
		$f_{ck}$	37.35 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		$f_{cd}$	21.17 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		$\gamma_c$	1.5
Altezza sezione		$h$	1100 mm
Copriferro		$c$	93 mm
Larghezza minima della sezione (in mm)		$b_w$	1000 mm
Altezza utile della sezione (in mm)		$d$	1007 mm
Area Calcestruzzo		$A_c$	1100000 mm <sup>2</sup>
Armatura longitudinale tesa	n <b>10</b>	$\varnothing$	26 mm
		$A_{sl}$	5306.6 mm <sup>2</sup>
Rapporto geometrico di armatura longitudinale		$\rho_1$	0.0053 ≤ 0.02 <b>ok</b>
Tensione media di compressione nella sezione		$\sigma_{cp}$	1.1445 ≤ 0.2 $f_{cd}$ <b>ok</b>
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		$k$	1.45 ≤ 2 <b>ok</b>
$v_{\min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$		$v_{\min}$	0.27
		$V_{Rd}$	644.55 kN
<b>Verifica:</b>		$V_{Rd} > V_{Ed}$	<b>NON VERIFICATA</b>

La verifica non è soddisfatta per cui la sezione necessita dell'armatura a taglio inserita nel programma di verifica RC-SEC.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>Gallerie Artificiali</b>					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 001	REV. B

## 11.6.2 Verifica in condizioni statiche

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

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C35/45	
	Resis. compr. di progetto fcd:	198.30	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	99.15	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:	340770	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	32.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	192.50	daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	210.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	140.00	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 β1*β2 :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	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:	C35/45	
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

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	101 di 109

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	9.3	26
2	-45.0	100.7	26
3	45.0	100.7	26
4	45.0	9.3	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

### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm  
 Passo staffe: 10.0 cm

#### Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	1	2	18	10
2	7	15	3	4

#### Coordinate Barre generate di risvolto delle staffe:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
18	15.0	100.7
10	15.0	9.3
7	-15.0	9.3
15	-15.0	100.7

### 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:	C35/45		
Condizioni ambientali:	Ordinarie		
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: 60 [mm]

#### Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali: 80 [mm]

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>Gallerie Artificiali</b>					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 001	REV. B

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 93 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni

#### 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 princ. d'inerzia  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	151930	235802	0	-89221	0
2	46159	-140682	0	25521	0
3	152503	15076	0	89750	0
4	115916	49244	0	-92439	0
5	36847	-140682	0	-8711	0
6	197492	107749	0	47676	0

#### 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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	133733	87696	0
2	60420	-72432	0
3	107491	-2344	0
4	107510	-2159	0
5	60161	-63996	0
6	135810	42738	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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	133733	87696 (122904)	0 (0)
2	60420	-72432 (-101516)	0 (0)
3	107491	-2344 (-311625)	0 (0)
4	107510	-2159 (-419030)	0 (0)
5	60161	-63996 (-104298)	0 (0)
6	135810	42738 (247836)	0 (0)

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>Gallerie Artificiali</b>					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 001	REV. B

### 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 princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	133733	87696 (122904)	0 (0)
2	60420	-72432 (-101516)	0 (0)
3	107491	-2344 (-311625)	0 (0)
4	107510	-2159 (-419030)	0 (0)
5	60161	-63996 (-104298)	0 (0)
6	135810	42738 (247836)	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:	7.4 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 Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
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 (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	151930	235802	0	151950	267018	0	1.13	53.1(20.3)
2	S	46159	-140682	0	46162	-219318	0	1.56	53.1(20.3)
3	S	152503	15076	0	152519	267270	0	17.73	53.1(20.3)
4	S	115916	49244	0	115939	250928	0	5.10	53.1(20.3)
5	S	36847	-140682	0	36872	-215081	0	1.53	53.1(20.3)
6	S	197492	107749	0	197517	287097	0	2.66	53.1(20.3)

### 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.)

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	104 di 109

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	0.142	-50.0	110.0	0.00122	-45.0	100.7	-0.02113	-45.0	9.3
2	0.00350	0.114	-50.0	0.0	0.00066	-45.0	9.3	-0.02726	-45.0	100.7
3	0.00350	0.142	-50.0	110.0	0.00123	-45.0	100.7	-0.02111	-45.0	9.3
4	0.00350	0.132	-50.0	110.0	0.00104	-45.0	100.7	-0.02308	-45.0	9.3
5	0.00350	0.112	-50.0	0.0	0.00061	-45.0	9.3	-0.02785	-45.0	100.7
6	0.00350	0.157	-50.0	110.0	0.00143	-45.0	100.7	-0.01886	-45.0	9.3

### 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	0.000244632	-0.023409529	0.142	0.700
2	0.000000000	-0.000305509	0.003500000	0.114	0.700
3	0.000000000	0.000244344	-0.023377888	0.142	0.700
4	0.000000000	0.000263986	-0.025538490	0.132	0.700
5	0.000000000	-0.000311283	0.003500000	0.112	0.700
6	0.000000000	0.000222073	-0.020928001	0.157	0.700

### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:                    14 mm  
 Passo staffe:                    10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver      S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
 Ved      Taglio di progetto [daN] = proiez. di  $V_x$  e  $V_y$  sulla normale 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	89221	480592	218367	100.7	100.0	1.000	1.070	25.2	61.6(0.0)
2	S	25521	458806	218367	100.7	100.0	1.000	1.021	7.2	61.6(0.0)
3	S	89750	480710	218367	100.7	100.0	1.000	1.070	25.3	61.6(0.0)
4	S	92439	473174	218367	100.7	100.0	1.000	1.053	26.1	61.6(0.0)
5	S	8711	456888	218367	100.7	100.0	1.000	1.017	2.5	61.6(0.0)
6	S	47676	489977	218367	100.7	100.0	1.000	1.091	13.4	61.6(0.0)

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>Gallerie Artificiali</b>					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 001	REV. B

### 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	54.1	-50.0	110.0	-774	-25.0	9.3	1950	53.1
2	S	43.5	50.0	0.0	-995	35.0	100.7	2300	53.1
3	S	9.4	-50.0	0.0	117	35.0	100.7	----	----
4	S	9.4	-50.0	0.0	118	35.0	100.7	----	----
5	S	38.6	50.0	0.0	-827	35.0	100.7	2300	53.1
6	S	28.1	-50.0	110.0	-75	-35.0	9.3	1050	53.1

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

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$ 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; = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ 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 = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00046	0	0.500	26.0	80	0.00023 (0.00023)	434	0.101 (0.20)	122904	0
2	S	-0.00057	0	0.500	26.0	80	0.00030 (0.00030)	463	0.138 (0.20)	-101516	0
3	S	-0.00007	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	-311625	0
4	S	-0.00004	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	-419030	0
5	S	-0.00048	0	0.500	26.0	80	0.00025 (0.00025)	463	0.115 (0.20)	-104298	0
6	S	-0.00006	0	0.500	26.0	80	0.00002 (0.00002)	359	0.008 (0.20)	247836	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	54.1	-50.0	110.0	-774	-25.0	9.3	1950	53.1
2	S	43.5	50.0	0.0	-995	35.0	100.7	2300	53.1
3	S	9.4	-50.0	0.0	117	35.0	100.7	----	----
4	S	9.4	-50.0	0.0	118	35.0	100.7	----	----
5	S	38.6	50.0	0.0	-827	35.0	100.7	2300	53.1
6	S	28.1	-50.0	110.0	-75	-35.0	9.3	1050	53.1

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>Gallerie Artificiali</b>					
	GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085: Relazione di calcolo	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30</b>	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 08 00 001	REV. B

#### 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	-0.00046	0	0.500	26.0	80	0.00023 (0.00023)	434	0.101 (0.30)	122904	0
2	S	-0.00057	0	0.500	26.0	80	0.00030 (0.00030)	463	0.138 (0.30)	-101516	0
3	S	-0.00007	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	-311625	0
4	S	-0.00004	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	-419030	0
5	S	-0.00048	0	0.500	26.0	80	0.00025 (0.00025)	463	0.115 (0.30)	-104298	0
6	S	-0.00006	0	0.500	26.0	80	0.00002 (0.00002)	359	0.008 (0.30)	247836	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	54.1	-50.0	110.0	-774	-25.0	9.3	1950	53.1
2	S	43.5	50.0	0.0	-995	35.0	100.7	2300	53.1
3	S	9.4	-50.0	0.0	117	35.0	100.7	----	----
4	S	9.4	-50.0	0.0	118	35.0	100.7	----	----
5	S	38.6	50.0	0.0	-827	35.0	100.7	2300	53.1
6	S	28.1	-50.0	110.0	-75	-35.0	9.3	1050	53.1

#### 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	-0.00046	0	0.500	26.0	80	0.00023 (0.00023)	434	0.101 (0.20)	122904	0
2	S	-0.00057	0	0.500	26.0	80	0.00030 (0.00030)	463	0.138 (0.20)	-101516	0
3	S	-0.00007	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	-311625	0
4	S	-0.00004	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	-419030	0
5	S	-0.00048	0	0.500	26.0	80	0.00025 (0.00025)	463	0.115 (0.20)	-104298	0
6	S	-0.00006	0	0.500	26.0	80	0.00002 (0.00002)	359	0.008 (0.20)	247836	0

### 11.6.3 Verifica in condizioni sismiche

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

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C35/45
	Resis. compr. di progetto fcd:	198.30 daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	99.15 daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	107 di 109

	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	340770	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. media a trazione fctm:	32.00	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:	C35/45

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	9.3	26
2	-45.0	100.7	26
3	45.0	100.7	26
4	45.0	9.3	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

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	14	mm
Passo staffe:	10.0	cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale	

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

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	108 di 109

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	107369	228544	0	-76946	0
2	20499	-125147	0	12673	0
3	105978	-13635	0	75662	0
4	80834	66384	0	-80926	0
5	2255	-16666	0	509	0
6	169020	101359	0	17492	0

## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 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 Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
 Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 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 [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	107369	228544	0	107362	234352	0	1.03	53.1(20.3)
2	N	20499	-125147	0	20491	-198892	0	1.59	53.1(20.3)
3	S	105978	-13635	0	105971	-233798	0	17.15	53.1(20.3)
4	S	80834	66384	0	80812	223708	0	3.37	53.1(20.3)
5	N	2255	-16666	0	2227	-191199	0	11.47	53.1(20.3)
6	S	169020	101359	0	169049	258476	0	2.55	53.1(20.3)

## 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.)

GA08 - Galleria Artificiale da pk 34+837 a pk 35+085:  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 08 00 001	B	109 di 109

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	0.00091	0.318	-50.0	110.0	0.00065	-45.0	100.7	-0.00196	-45.0	9.3
2	0.00074	0.273	-50.0	0.0	0.00049	-45.0	9.3	-0.00196	-45.0	100.7
3	0.00091	0.318	-50.0	0.0	0.00065	-45.0	9.3	-0.00196	-45.0	100.7
4	0.00086	0.305	-50.0	110.0	0.00060	-45.0	100.7	-0.00196	-45.0	9.3
5	0.00070	0.263	-50.0	0.0	0.00045	-45.0	9.3	-0.00196	-45.0	100.7
6	0.00104	0.346	-50.0	110.0	0.00076	-45.0	100.7	-0.00196	-45.0	9.3

### 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	0.000028503	-0.002221582	0.318	0.838
2	0.000000000	-0.000026743	0.000736547	0.273	0.782
3	0.000000000	-0.000028476	0.000911021	0.318	0.837
4	0.000000000	0.000027975	-0.002216665	0.305	0.822
5	0.000000000	-0.000026360	0.000697910	0.263	0.769
6	0.000000000	0.000029714	-0.002232845	0.346	0.873

### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 14 mm  
 Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata  
 Ved Taglio di progetto [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale 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	76946	471414	109184	100.7	100.0	1.000	1.049	21.7	30.8(0.0)
2	S	12673	453521	109184	100.7	100.0	1.000	1.009	3.6	30.8(0.0)
3	S	75662	471127	109184	100.7	100.0	1.000	1.049	21.3	30.8(0.0)
4	S	80926	465948	109184	100.7	100.0	1.000	1.037	22.8	30.8(0.0)
5	S	509	449763	109184	100.7	100.0	1.000	1.001	0.1	30.8(0.0)
6	S	17492	484113	109184	100.7	100.0	1.000	1.077	4.9	30.8(0.0)