



# PROVINCIA REGIONALE DI RAGUSA

## POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA

### PROGETTO DEFINITIVO

CUP F520C05000070003

#### GRUPPO DI PROGETTAZIONE (ATI):

**SIS S.r.l. (MANDATARIA)**  
**A&S Engineering S.r.l.**  
**BONIFICA ITALIA S.r.l.**  
**CO.RE. INGEGNERIA**  
**OMNISERVICE Engineering S.r.l.**

#### RESPONSABILI DI PROGETTO:

**Prof. Ing. Antonio Bevilacqua**  
Ordine Ingegneri di Palermo n. 4058  
**Dott. Ing. Franco Persio Bocchetto**  
Ordine Ingegneri di Roma n. 8664  
**Dott. Ing. Vincenzo Calzona**  
Ordine Ingegneri di Roma n. 16656  
**Dott. Ing. Pietro Agnello**  
Ordine Ingegneri di Agrigento n. 543

RESPONS. INTEG. PREST. SPECIALISTICHE  
**Prof. Ing. Antonio Bevilacqua**




#### UFFICIO DEL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
**Dott. Ing. Vincenzo Corallo**

ASSISTENTE  
**Dott. Ing. Salvatore Dipasquale**

## OPERE D'ARTE MINORI: ATTRAVERSAMENTI IDRAULICI Tabulato di calcolo del tombino TP06


CODICE: PD-OM02-STR-RE05-B			SCALA: –	DATA: Ottobre 2011	
			NOME FILE: PD-OM02-STR-RE05-B		
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Visto	Approvato
A	Aprile 2011	EMISSIONE GIUSTO VERB. COMM. REG.LE LL. PP. DEL 11/04/2011	ALAIMO	DI CHIARA	BEVILACQUA
B	Ottobre 2011	REVISIONE GIUSTA ISTRUTTORIA PER C.d.S. OTTOBRE 2011	ALAIMO	DI CHIARA	BEVILACQUA

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

## INDICE

1. PREMESSA .....	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	3
3. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO .....	4
4. AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI .....	4
5. METODI DI CALCOLO.....	4
6. VERIFICHE STRUTTURALI .....	30
7. ELEMENTI DI COPERTURA.....	37



 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

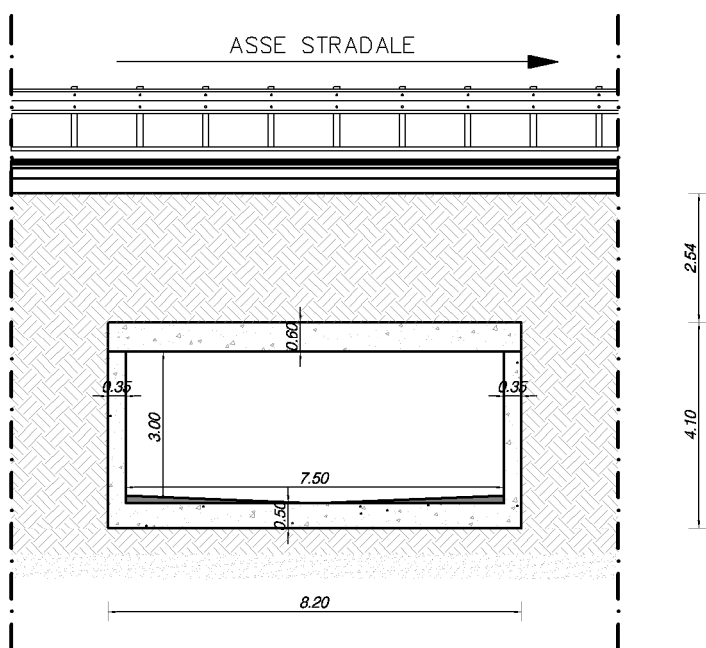



Fig. 2. Sezione trasversale di calcolo.

Il presente allegato riporta i tabulati di calcolo del manufatto.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.

La normativa cui viene fatto riferimento, nelle fasi di calcolo e progettazione, è la seguente:

- D.M. 14 gennaio 2008 – pubblicato su S.O. n. 30 alla G.U. 4 febbraio 2008, n. 29 – "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni";
- UNI EN 1992-1-1:2005: "Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per edifici";
- UNI EN 1997-1:2005: "Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali";
- UNI EN 206-1 ottobre 2006 – "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità";
- UNI EN 11104 marzo 2004 – "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità", Istruzioni complementari per l'applicazione delle EN 206-1.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

### 3. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Le elaborazioni numeriche sono state condotte attraverso software di calcolo automatico operante con il metodo degli elementi finiti (FEM), con il software Scat 10.0 vers. 10.03c della Aztec Informatica.

### 4. AFFIDABILITÀ DEI CODICI UTILIZZATI

Prima di procedere con il calcolo è stata valutata l'affidabilità attraverso la documentazione fornita dal produttore del software; tale documentazione è corredata da manuale teorico e numerosi esempi svolti e commentati per i quali è possibile riprodurre l'elaborazione.

### 5. Metodi di calcolo

#### Calcolo del carico sulla calotta

##### Pressione Geostatica

In questo caso la pressione in calotta viene calcolata come prodotto tra il peso di volume del terreno per l'altezza del ricoprimento (Spessore dello strato di terreno superiore). Quindi la pressione in calotta è fornita dalla seguente relazione:

$$P_v = \gamma H$$


Se sul profilo del piano campagna sono presenti dei sovraccarichi, concentrati e/o distribuiti, la diffusione di questi nel terreno avviene secondo un angolo, rispetto alla verticale, pari a  $0.00^\circ$ .

#### Spinta sui piedritti

##### Spinta attiva - Metodo di Coulomb

La teoria di Coulomb considera l'ipotesi di un cuneo di spinta a monte della parete che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea. Dall'equilibrio del cuneo si ricava la spinta che il terreno esercita sull'opera di sostegno. In particolare Coulomb ammette, al contrario della teoria di Rankine, l'esistenza di attrito fra il terreno e la parete, e quindi la retta di spinta risulta inclinata rispetto alla normale alla parete stesso di un angolo di attrito terra-parete.

L'espressione della spinta esercitata da un terrapieno, di peso di volume  $\gamma$ , su una parete di altezza  $H$ , risulta espressa secondo la teoria di Coulomb dalla seguente relazione (per terreno incoerente)

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

$$S = 1/2 \gamma H^2 K_a$$

$K_a$  rappresenta il coefficiente di spinta attiva di Coulomb nella versione riveduta da Muller-Breslau, espresso come

$$K_a = \frac{\sin(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left[ 1 + \frac{\sqrt{[\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)]}}{\sqrt{[\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)]}} \right]^2}$$

dove  $\phi$  è l'angolo d'attrito del terreno,  $\alpha$  rappresenta l'angolo che la parete forma con l'orizzontale ( $\alpha = 90^\circ$  per parete verticale),  $\delta$  è l'angolo d'attrito terreno-parete,  $\beta$  è l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale.

La spinta risulta inclinata dell'angolo d'attrito terreno-parete  $\delta$  rispetto alla normale alla parete.

Il diagramma delle pressioni del terreno sulla parete risulta triangolare con il vertice in alto. Il punto di applicazione della spinta si trova in corrispondenza del baricentro del diagramma delle pressioni ( $1/3 H$  rispetto alla base della parete). L'espressione di  $K_a$  perde di significato per  $\beta > \phi$ . Questo coincide con quanto si intuisce fisicamente: la pendenza del terreno a monte della parete non può superare l'angolo di natural declivio del terreno stesso.


Nel caso di terreno dotato di attrito e coesione  $c$  l'espressione della pressione del terreno ad una generica profondità  $z$  vale

$$\sigma_a = \gamma z K_a - 2 c \sqrt{K_a}$$

## Spinta in presenza di falda

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento

$$\gamma_a = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

dove  $\gamma_{\text{sat}}$  è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e  $\gamma_w$  è il peso di volume dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

## Spinta a Riposo

Si assume che sui piedritti agisca la spinta calcolata in condizioni di riposo.

Il coefficiente di spinta a riposo è espresso dalla relazione

$$K_0 = 1 - \sin\phi$$

dove  $\phi$  rappresenta l'angolo d'attrito interno del terreno di rinfianco.

Quindi la pressione laterale, ad una generica profondità  $z$  e la spinta totale sulla parete di altezza  $H$  valgono

$$\sigma = \gamma z K_0 + p_v K_0$$

$$S = 1/2 \gamma H^2 K_0 + p_v K_0 H$$

dove  $p_v$  è la pressione verticale agente in corrispondenza della calotta.

## Spinta in presenza di sisma - Metodo di Mononobe-Okabe


Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parete pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

dove  $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$  essendo  $k_h$  il coefficiente sismico orizzontale e  $k_v$  il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di  $k_h$ .

Detta  $S$  la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente  $A$  vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cos\theta}$$

Tale incremento di spinta deve essere applicato ad una distanza dalla base pari a 1/3 dell'altezza della parete.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali che si destano per effetto del sisma. Tale forza viene valutata come

$$F_i = CW$$

dove  $W$  è il peso della parete e dei relativi sovraccarichi permanenti e va applicata nel baricentro dei pesi.

## Strategia di soluzione


A partire dal tipo di terreno, dalla geometria e dai sovraccarichi agenti il programma è in grado di conoscere tutti i carichi agenti sulla struttura per ogni combinazione di carico.

La struttura scatolare viene schematizzata come un telaio piano e viene risolta mediante il metodo degli elementi finiti (FEM). Più dettagliatamente il telaio viene discretizzato in una serie di elementi connessi fra di loro nei nodi.

Il terreno di rinfianco e di fondazione viene invece schematizzato con una serie di elementi molle non reagenti a trazione (modello di Winkler). L'area della singola molla è direttamente proporzionale alla costante di Winkler del terreno e all'area di influenza della molla stessa.

A partire dalla matrice di rigidità del singolo elemento,  $K_e$ , si assembla la matrice di rigidità di tutta la struttura  $K$ . Tutti i carichi agenti sulla struttura vengono trasformati in carichi nodali (reazioni di incastro perfetto) ed inseriti nel vettore dei carichi nodali  $p$ .

Indicando con  $u$  il vettore degli spostamenti nodali (incogniti), la relazione risolutiva può essere scritta nella forma

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

$$K u = p$$

Da questa equazione matriciale si ricavano gli spostamenti incogniti  $u$

$$u = K^{-1} p$$

Noti gli spostamenti nodali è possibile risalire alle sollecitazioni nei vari elementi.

La soluzione del sistema viene fatta per ogni combinazione di carico agente sullo scatolare. Il successivo calcolo delle armature nei vari elementi viene condotto tenendo conto delle condizioni più gravose che si possono verificare nelle sezioni fra tutte le combinazioni di carico.

## Impostazioni di progetto

Si illustrano di seguito i criteri di verifica strutturale delle membrature in cemento armato.

### Criteri di verifica delle sezioni in calcestruzzo

Le verifiche strutturali sono condotte agli stati limite ultimi e di esercizio.

## Verifiche agli Stati limite ultimi per pressoflessione e taglio

Per il calcolo della resistenza delle sezioni si assumono le seguenti ipotesi:


- conservazione delle sezioni piane con assenza di scorrimento relativo tra acciaio e calcestruzzo;
- deformazione limite nel calcestruzzo pari al 3,5‰;
- deformazione limite nell'acciaio ordinario pari al 10‰.

Per quanto attiene la legge  $\sigma$ - $\epsilon$  del calcestruzzo si utilizza una curva parabola-rettangolo, considerando solo la porzione compressa. Il vertice della parabola corrisponde ad una deformazione di -2‰, mentre l'estremità del tratto orizzontale ha ascissa pari al -3,5‰.

L'ordinata massima del diagramma è pari a:

$$0,85 \cdot f_{cd} = 0,85 \cdot \frac{f_{ck}}{g_c} = 18.13 \text{ MPa.}$$

Per l'acciaio dell'armatura ordinaria si impiega una bilatera simmetrica rispetto all'origine, con ordinata massima e minima pari a  $f_{yd}$  e modulo elastico di 200000 MPa:

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{g_s} = \frac{450}{1,15} = 390 \text{ MPa.}$$

Allo stato limite ultimo, la verifica a pressoflessione è condotta confrontando il momento flettente  $M_{Sd}$  (derivante dall'analisi) ed il momento resistente  $M_{Rd}$  della sezione.

Per ogni sezione si verifica che il punto identificativo dello stato di sollecitazione per ciascuna combinazione risulti interno al dominio di rottura e dunque che la verifica porti ad esito positivo. A partire da questo punto, si ipotizza che la rottura possa avvenire mantenendo costante sia lo sforzo normale sia il rapporto dei momenti nelle due direzioni. Il coefficiente di sicurezza FS convenzionale, per una generica combinazione delle azioni, è stato calcolato nel modo seguente:

$$FS = \frac{M_{Rd}}{M_{Sd}}$$


La verifica allo stato limite ultimo per azioni di taglio è condotta secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 1992-1-1:2005, per elementi con armatura a taglio verticali.

Si fa, pertanto, riferimento ai seguenti valori della resistenza di calcolo:

- $V_{Rd,c} = \max \left\{ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d; (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \}$   
, resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura a taglio;
- $V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot J$ , valore di progetto dello sforzo di taglio che può essere  
sopportato dall'armatura a taglio alla tensione di snervamento;
- $V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot J + \tan J}$ , valore di progetto del massimo sforzo di taglio che  
può essere sopportato dall'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse.

Nelle espressioni precedenti, i simboli hanno i seguenti significati:

- $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0$  con d in mm;
- $\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0,02$ ;
- $A_{sl}$  è l'area dell'armatura tesa;
- $b_w$  è la larghezza minima della sezione in zona tesa;

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

- $\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} < 0,2 \cdot f_{cd}$  ;
- $N_{Ed}$  è la forza assiale nella sezione dovuta ai carichi;
- $A_c$  è l'area della sezione di calcestruzzo;
- $C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c}$  ;
- $k_1 = 0,15$  ;
- $v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$  ;
- $v = 0,5$  per calcestruzzi fino a C70/85;
- $1 \leq \cot J \leq 2,5$  ;
- $A_{sw}$  è l'area della sezione trasversale dell'armatura a taglio;
- $s$  è il passo delle staffe;
- $f_{ywd}$  è la tensione di snervamento di progetto dell'armatura a taglio;
- $n_1 = n$  è il coefficiente di riduzione della resistenza del calcestruzzo fessurato per taglio;
- $a_{cw} = 1$  è un coefficiente che tiene conto dell'interazione tra la tensione nel corrente compresso e qualsiasi tensione di compressione assiale.


## Verifiche agli Stati limite di Esercizio

Si effettuano le seguenti verifiche agli stati limite di esercizio:

- stato limite delle tensioni in esercizio
- stato limite di fessurazione.

Nel primo caso, si esegue il controllo delle tensioni nei materiali supponendo una legge costitutiva tensioni-deformazioni di tipo lineare. In particolare si controlla la tensione massima di compressione del calcestruzzo e di trazione dell'acciaio, verificando che:

- $\sigma_c < 0,60 f_{ck} = 19.2 \text{ MPa}$  per combinazione rara delle azioni
- $\sigma_c < 0,45 f_{ck} = 14.4 \text{ MPa}$  per combinazione quasi permanente delle azioni
- $\sigma_s < 0,70 f_{yk} = 315 \text{ MPa}$  per combinazione rara delle azioni.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

Nel secondo caso, si assume che le condizioni ambientali del sito in cui sorge l'opera siano normali e si verifica che il valore limite di apertura della fessura, calcolato per armature poco sensibili, sia al più pari ai seguenti valori nominali:

- $w_1 = 0,2 \text{ mm}$  , per combinazione FI-FIII
- $w_2 = 0,3 \text{ mm}$  , per combinazione FII.

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

$g$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$Y$	Coefficiente di combinazione della condizione
$C$	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

### Norme Tecniche 2008

### Simbologia adottata

$\gamma_{G1sfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{G1fav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{G2sfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
$\gamma_{G2fav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali
$\gamma_Q$	Coefficiente parziale sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_{c'}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo


### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

#### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1fav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1sfav}$	1.35	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevole	$\gamma_{G2fav}$	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	$\gamma_{G2sfav}$	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.35	1.15

#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

Coesione efficace	$\gamma_c'$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

##### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1fav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1sfav}$	1.00	1.00
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G2fav}$	0.00	0.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G2sfav}$	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	0.00	0.00

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_c'$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00


#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

##### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1fav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1sfav}$	1.35	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevole	$\gamma_{G2fav}$	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	$\gamma_{G2sfav}$	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.35	1.15

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_c'$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00

### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

#### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1fav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1sfav}$	1.00	1.00
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G2fav}$	0.00	0.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G2sfav}$	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	0.00	0.00

#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00


Coeff. di combinazione  $\Psi_0 = 0.75$   $\Psi_1 = 0.75$   $\Psi_2 = 0.00$

#### Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1)

	<i>g</i>	<i>Y</i>	<i>C</i>
Peso Proprio	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	1.35	1.00	1.35
Sovrastrutture stradale	1.50	1.00	1.50

#### Combinazione n° 2 SLU (Caso A1-M1)

	<i>g</i>	<i>Y</i>	<i>C</i>
Peso Proprio	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	1.35	1.00	1.35
Sovrastrutture stradale	1.50	1.00	1.50
Q1k+q1k	1.35	1.00	1.35

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

#### Combinazione n° 3 SLU (Caso A1-M1)

	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	1.35	0.70	0.94
Spinta terreno destra	1.35	1.00	1.35
Sovrastrutture stradale	1.50	1.00	1.50
Q1k+q1k	1.35	1.00	1.35

#### Combinazione n° 4 SLU (Caso A1-M1)

	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	1.35	0.70	0.94
Sovrastrutture stradale	1.50	1.00	1.50
Q1k+q1k	1.35	1.00	1.35

#### Combinazione n° 5 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo


	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 6 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 7 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

#### Combinazione n° 8 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 9 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 10 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00


#### Combinazione n° 11 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 12 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 13 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	0.70	0.70
Sisma da sinistra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	0.70	0.70
Sisma da sinistra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	0.70	0.70
Sisma da sinistra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo


	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	0.70	0.70
Sisma da sinistra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	0.70	0.70
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 18 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

Spinta terreno sinistra	1.00	0.70	0.70
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 19 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	0.70	0.70
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 20 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	0.70	0.70
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 21 SLE (Quasi Permanente)


	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 22 SLE (Frequente)

	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00
Q1k+q1k	1.00	0.75	0.75

Combinazione n° 23 SLE (Rara)

	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

Q1k+q1k 1.00 1.00 1.00

## Geometria scatolare

Descrizione:	Scatolare semplice	
Altezza esterna	4.10	[m]
Larghezza esterna	8.20	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0.00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0.00	[m]
Spessore piedritto sinistro	0.35	[m]
Spessore piedritto destro	0.35	[m]
Spessore fondazione	0.50	[m]
Spessore traverso	0.60	[m]

## Caratteristiche strati terreno

### Strato di ricoprimento

Descrizione	Rilevato Stradale	
Spessore dello strato	1.30	[m]
Peso di volume	19.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	30.00	[°]
Coesione	0.000	[MPa]

### Strato di rinfiacco

Descrizione	Rilevato Stradale	
Peso di volume	19.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	30.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	20.00	[°]
Coesione	0.000	[MPa]
Costante di Winkler	0.0	[kg/cm³]


### Strato di base

Descrizione	Sabbia	
Peso di volume	19.0000	[kN/mc]
Peso di volume saturo	19.0000	[kN/mc]
Angolo di attrito	32.00	[°]
Angolo di attrito terreno struttura	21.00	[°]
Coesione	0.000	[MPa]
Costante di Winkler	4.0	[kg/cm³]
Tensione ammissibile	0.500	[MPa]

## Caratteristiche materiali utilizzati

### Materiale calcestruzzo

R <sub>ck</sub> calcestruzzo	40.000	[MPa]
Peso specifico calcestruzzo	25.0000	[kN/mc]
Modulo elastico E	33345.760	[MPa]

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

Tensione ammissibile acciaio	255.000	[MPa]
Tensione ammissibile cls ( $\sigma_{amm}$ )	12.207	[MPa]
Tensione tang.ammissibile cls ( $\tau_{c0}$ )	0.729	[MPa]
Tensione tang.ammissibile cls ( $\tau_{c1}$ )	2.096	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione cls teso/compresso (n')	0.50	
Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls (n)	15.00	
Coefficiente dilatazione termica	0.0000100	
<b>Materiale calcestruzzo traverso</b>		
R <sub>ck</sub> calcestruzzo	55.000	[MPa]
Peso specifico calcestruzzo	15.3500	[kN/mc]
Modulo elastico E	38214.210	[MPa]
Tensione ammissibile acciaio	255.000	[MPa]
Tensione ammissibile cls ( $\sigma_{amm}$ )	15.957	[MPa]
Tensione tang.ammissibile cls ( $\tau_{c0}$ )	0.929	[MPa]
Tensione tang.ammissibile cls ( $\tau_{c1}$ )	2.524	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione cls teso/compresso (n')	0.50	
Coeff. omogeneizzazione acciaio/cls (n)	15.00	
Coefficiente dilatazione termica	0.0000120	

## Condizioni di carico

### Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Carichi verticali positivi se diretti verso il basso

Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra

Coppie concentrate positive se antiorarie

Ascisse X (esprese in m) positive verso destra

Ordinate Y (esprese in m) positive verso l'alto

Carichi concentrati espressi in kN

Coppie concentrate espressi in kNm

Carichi distribuiti espressi in kN/m

### Simbologia adottata e unità di misura


#### Forze concentrate

X	ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati
Y	ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati
F <sub>y</sub>	componente Y del carico concentrato
F <sub>x</sub>	componente X del carico concentrato
M	momento

#### Forze distribuite

X <sub>i</sub> , X <sub>f</sub>	ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali
Y <sub>i</sub> , Y <sub>f</sub>	ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali
V <sub>ni</sub>	componente normale del carico distribuito nel punto iniziale
V <sub>nf</sub>	componente normale del carico distribuito nel punto finale
V <sub>ti</sub>	componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale
V <sub>tf</sub>	componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale
D <sub>te</sub>	variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi
D <sub>ti</sub>	variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

### Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandatara) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	---

Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

Condizione di carico n° 7 (Sovrastrutture stradale)

Distr	Terreno	$X_i = -4.10$	$X_f = 12.30$	$V_{ni} = 43.00$	$V_{nf} = 43.00$
-------	---------	---------------	---------------	------------------	------------------

Condizione di carico n° 8 (Q1k+q1k)

Distr	Terreno	$X_i = -4.10$	$X_f = 12.30$	$V_{ni} = 9.00$	$V_{nf} = 9.00$
-------	---------	---------------	---------------	-----------------	-----------------

Conc	Traverso	$X = 4.70$	$F_y = 42.86$	$F_x = 0.00$	$M = 0.00$
------	----------	------------	---------------	--------------	------------

Conc	Traverso	$X = 3.50$	$F_y = 42.86$	$F_x = 0.00$	$M = 0.00$
------	----------	------------	---------------	--------------	------------

## Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

Stato Limite Ultimo

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo $\gamma_c$	1.50
---	------

Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
---	------

Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
---	------

Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
-----------------------------------	------

Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00
--	------

Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 \cdot k \cdot (100.0 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d > (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

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

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd} \cdot (\cot(\theta) + \cot(\alpha)) / (1.0 + \cot \theta^2)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
$b_w$	larghezza minima sezione [mm]
$\sigma_{cp}$	tensione media di compressione [N/mm <sup>2</sup> ]
$\rho_l$	rapporto geometrico di armatura
$A_{sw}$	area armatura trasversale [mm <sup>2</sup> ]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
$\alpha_c$	coefficiente maggiorativo, funzione di fcd e $\sigma_{cp}$

$$f_{cd}' = 0.5 \cdot f_{cd}$$

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

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


Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2008 - Approccio 1

Copriferro sezioni 4 [cm]

## Descrizione combinazioni di carico

*Simbologia adottata*

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

$g$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $Y$  Coefficiente di combinazione della condizione  
 $C$  Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Norme Tecniche 2008

*Simbologia adottata*

$\gamma_{G1sfav}$  Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti  
 $\gamma_{G1fav}$  Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti  
 $\gamma_{G2sfav}$  Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali  
 $\gamma_{G2fav}$  Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali  
 $\gamma_Q$  Coefficiente parziale sulle azioni variabili  
 $\gamma_{tan\phi'}$  Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato  
 $\gamma_{c'}$  Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata  
 $\gamma_{cu}$  Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata  
 $\gamma_{qu}$  Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

**Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche**

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1fav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1sfav}$	1.35	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevole	$\gamma_{G2fav}$	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	$\gamma_{G2sfav}$	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.35	1.15


Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1.00	1.00

**Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche**

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1fav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1sfav}$	1.00	1.00
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G2fav}$	0.00	0.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G2sfav}$	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	0.00	0.00

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$	1.00	1.00

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1fav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1sfav}$	1.35	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevole	$\gamma_{G2fav}$	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	$\gamma_{G2sfav}$	1.50	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.35	1.15

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$	1.00	1.00


Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1fav}$	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1sfav}$	1.00	1.00
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G2fav}$	0.00	0.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G2sfav}$	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	0.00	0.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$	1.00	1.00

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

Coeff. di combinazione  $\Psi_0 = 0.75$   $\Psi_1 = 0.75$   $\Psi_2 = 0.00$

Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1)

	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	1.35	1.00	1.35
Sovrastrutture stradale	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 2 SLU (Caso A1-M1)

	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	1.35	1.00	1.35
Sovrastrutture stradale	1.50	1.00	1.50
Q1k+q1k	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 3 SLU (Caso A1-M1)

	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	1.35	0.70	0.94
Spinta terreno destra	1.35	1.00	1.35
Sovrastrutture stradale	1.50	1.00	1.50
Q1k+q1k	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 4 SLU (Caso A1-M1)


	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno sinistra	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno destra	1.35	0.70	0.94
Sovrastrutture stradale	1.50	1.00	1.50
Q1k+q1k	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 5 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	<b>g</b>	<b>Y</b>	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	g	Y	C
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

	g	Y	C
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da sinistra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo


	g	Y	C
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 10 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	g	Y	C
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	g	Y	C
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

#### Combinazione n° 12 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo

	g	Y	C
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 13 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	g	Y	C
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	0.70	0.70
Sisma da sinistra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 14 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

	g	Y	C
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	0.70	0.70
Sisma da sinistra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 15 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo


	g	Y	C
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	0.70	0.70
Sisma da sinistra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 16 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	g	Y	C
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	0.70	0.70
Sisma da sinistra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 17 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. negativo

	g	Y	C
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

Spinta terreno sinistra	1.00	0.70	0.70
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 18 SLU (Caso A1-M1) - Sisma Vert. positivo

	g	Y	C
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	0.70	0.70
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 19 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. positivo

	g	Y	C
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	0.70	0.70
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 20 SLU (Caso A2-M2) - Sisma Vert. negativo


	g	Y	C
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	0.70	0.70
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sisma da destra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 21 SLE (Quasi Permanente)

	g	Y	C
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 22 SLE (Frequente)

	g	Y	C
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00
Q1k+q1k	1.00	0.75	0.75

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

### Combinazione n° 23 SLE (Rara)

	g	Y	C
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno sinistra	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno destra	1.00	1.00	1.00
Sovrastrutture stradale	1.00	1.00	1.00
Q1k+q1k	1.00	1.00	1.00

### **Analisi della spinta e verifiche**

*Simbologia adottata ed unità di misura*

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso

*X* ascisse (espresse in m) positive verso destra

*Y* ordinate (espresse in m) positive verso l'alto

*M* momento espresso in kNm

*V* taglio espresso in kN

*SN* sforzo normale espresso in kN

*ux* spostamento direzione X espresso in m

*uy* spostamento direzione Y espresso in m

*si* pressione sul terreno espressa in MPa

Tipo di analisi

Pressione in calotta

Pressione geostatica

Spinta sui piedritti

a Riposo [combinazione da 1 a 23]

Sisma

**Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g =$	2.96 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.12
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	1.00
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * Ss) = 33.68$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 16.84$
Forma diagramma incremento sismico	Stessa forma diagramma statico
Spinta sismica	Mononobe-Okabe

Pressione in calotta(solo peso terreno)


0.0333450

Angolo diffusione sovraccarico

0.00 [°]

Coefficienti di spinta

N°combinazione	Statico	Sismico
1	0.500	0.000
2	0.500	0.000
3	0.500	0.000
4	0.500	0.000

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandatara) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	---

5	0.500	0.768
6	0.500	0.723
7	0.581	0.986
8	0.581	0.964
9	0.500	0.768
10	0.500	0.723
11	0.581	0.986
12	0.581	0.964
13	0.500	0.723
14	0.500	0.768
15	0.581	0.964
16	0.581	0.986
17	0.500	0.723
18	0.500	0.768
19	0.581	0.986
20	0.581	0.964
21	0.500	0.000
22	0.500	0.000
23	0.500	0.000

#### Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	80
Numero elementi trasverso	41
Numero elementi piedritto sinistro	36
Numero elementi piedritto destro	36
Numero molle fondazione	81
Numero molle piedritto sinistro	37
Numero molle piedritto destro	37


#### Inviluppo spostamenti nodali

##### Inviluppo spostamenti fondazione

X [m]	u <sub>Xmin</sub> [m]	u <sub>Xmax</sub> [m]	u <sub>Ymin</sub> [m]	u <sub>Ymax</sub> [m]
0.18	-0.030450	0.030626	0.000372	0.009149
2.13	-0.030495	0.030584	0.001751	0.003706
4.10	-0.030540	0.030540	0.000960	0.001510
6.07	-0.030584	0.030495	0.001751	0.003706
7.94	-0.030626	0.030450	0.000372	0.009149

##### Inviluppo spostamenti trasverso

X [m]	u <sub>Xmin</sub> [m]	u <sub>Xmax</sub> [m]	u <sub>Ymin</sub> [m]	u <sub>Ymax</sub> [m]
0.18	-0.053216	0.053253	0.000471	0.009319

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

2.12	-0.053226	0.053244	0.006164	0.016389
4.10	-0.053235	0.053235	0.009519	0.019174
6.08	-0.053244	0.053226	0.006164	0.016389
8.02	-0.053253	0.053216	0.000471	0.009319

#### Inviluppo spostamenti piedritto sinistro

Y [m]	u <sub>Xmin</sub> [m]	u <sub>Xmax</sub> [m]	u <sub>Ymin</sub> [m]	u <sub>Ymax</sub> [m]
0.25	-0.030450	0.030626	0.000372	0.009149
2.02	-0.039852	0.040779	0.000423	0.009236
3.80	-0.053216	0.053253	0.000471	0.009319

#### Inviluppo spostamenti piedritto destro

Y [m]	u <sub>Xmin</sub> [m]	u <sub>Xmax</sub> [m]	u <sub>Ymin</sub> [m]	u <sub>Ymax</sub> [m]
0.25	-0.030626	0.030450	0.000372	0.009149
2.02	-0.040779	0.039852	0.000423	0.009236
3.80	-0.053253	0.053216	0.000471	0.009319

#### Inviluppo sollecitazioni nodali

#### Inviluppo sollecitazioni fondazione


X [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0.18	-780.41	193.05	-566.36	-308.06	164.14	410.96
2.13	-182.48	414.79	-245.57	47.68	164.14	402.74
4.10	188.18	403.37	-149.25	154.43	164.14	394.43
6.07	-182.48	414.79	-36.57	253.26	164.14	402.74
8.02	-780.41	193.05	308.06	566.36	164.14	410.96

#### Inviluppo sollecitazioni traverso

X [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0.18	0.00	0.00	295.78	538.39	14.03	130.78
2.12	433.04	816.16	149.07	300.04	14.03	124.74
4.10	580.47	1135.43	0.00	0.00	14.03	118.60
6.08	433.04	816.16	-300.04	-149.07	14.03	124.74
8.02	0.00	0.00	-538.39	-295.78	14.03	130.78

#### Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

Y [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
-------	------------------------	------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

0.25	-780.41	193.05	25.78	723.95	321.61	580.33
2.02	-79.77	160.48	-58.44	172.15	308.70	559.36
3.80	0.00	0.00	-130.78	-14.03	295.78	538.39

#### Involuppo sollecitazioni piedritto destro

Y [m]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]	V <sub>min</sub> [kN]	V <sub>max</sub> [kN]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]
0.25	-780.41	193.05	-723.95	-25.78	321.61	580.33
2.02	-79.77	160.48	-172.15	58.44	308.70	559.36
3.80	0.00	0.00	14.03	130.78	295.78	538.39

#### Involuppo pressioni terreno


##### Involuppo pressioni sul terreno di fondazione

X [m]	S <sub>tmin</sub> [MPa]	S <sub>tmax</sub> [MPa]
0.18	0.089	0.240
2.13	0.075	0.104
4.10	0.038	0.043
6.07	0.075	0.104
8.02	0.089	0.240

## 6. Verifiche strutturali

Le verifiche strutturali sono state condotte per tutte le sezioni dello scatolare, discretizzate nel modello. Per semplicità, nei tabulati di verifica dei paragrafi successivi, si riportano le sezioni significative.

Nello schema di figura successiva si riportano le sezioni di verifica.

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

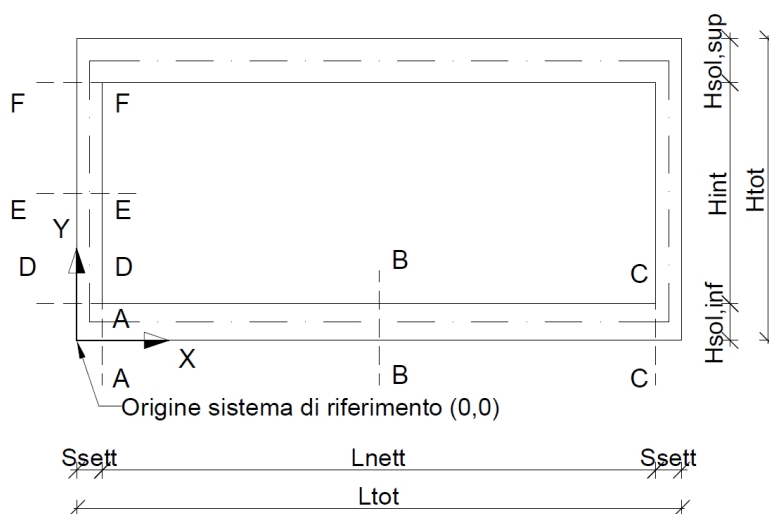



Fig. 3. Geometria dello scatolare con indicazione delle sezioni di verificate.

Rispetto all'origine del sistema di riferimento le sezioni hanno coordinate:

Sezione	x m	y m
AA	0.35	0.25
BB	4.10	0.25
CC	7.85	0.25
DD	0.175	0.45
EE	0.175	1.43
FF	0.175	3.50

Le verifiche sono state condotte sia allo stato limite ultimo sia allo stato limite di esercizio. Le notazioni ed i simboli riportati nei paragrafi successivi sono riportati nella seguente legenda:

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

Elem = Codice dell'elemento da verificare

Part = Parte dell'elemento in cui effettuare la verifica

Comb = Combinazione di riferimento per la verifica

b = Larghezza della sezione

h = Altezza della sezione

d = Altezza utile della sezione trasversale

$A_s$  = Area dell'armatura longitudinale

$(c+\phi/2)$  = Distanza tra il lembo della sezione e l'asse dei ferri longitudinali

$\phi$  = Diametro medio delle barre d'armatura longitudinali

$A_{sw/s}$  = Area dell'armatura trasversale

$\alpha$  = Angolo tra l'armatura a taglio e l'asse longitudinale dell'elemento

$\theta_{staffe}$  = Angolo tra le bielle di calcestruzzo e l'asse longitudinale dell'elemento

$N_{Ed}$  = Sforzo normale di calcolo

$M_{Ed}$  = Momento flettente di calcolo

$V_{Ed}$  = Taglio di calcolo

$T_{Ed}$  = Momento torcente di calcolo

$A_{s, nec}$  = Area dell'armatura longitudinale necessaria

$A_{s, min}$  = Area dell'armatura longitudinale minima


$A_{s, disp}$  = Area dell'armatura longitudinale disposta

$A_{sw/s, nec}$  = Area dell'armatura trasversale necessaria

$A_{sw/s, min}$  = Area dell'armatura trasversale minima

$A_{sw/s, disp}$  = Area dell'armatura trasversale disposta

(segue)

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

#### Verifiche allo stato limite ultimo

- $\mu_{sd}$  = Momento flettente ridotto  
 $\omega_0$  = Rapporto meccanico della sola armatura tesa  
 $\Delta\omega$  = Rapporto meccanico della sola armatura compressa, se necessaria  
 $\nu$  = Sforzo normale ridotto  
 $(c+\phi/2)_t$  = Distanza tra il lembo teso della sezione e l'asse dei ferri longitudinali tesi  
 $V_{Rd,c}$  = Resistenza a taglio di calcolo della sezione priva di armatura a taglio  
 $V_{Rd,max}$  = Massima forza di taglio di calcolo che può essere sopportata dall'elemento

#### Verifiche allo stato limite delle tensioni in esercizio

- $\sigma_c$  = Tensione di compressione nel calcestruzzo  
 $\sigma_s$  = Tensione di trazione nelle barre d'armatura

#### Verifiche allo stato limite di fessurazione


- $M_{fess}$  = Momento flettente che induce la prima fessura  
 $x$  = Distanza del lembo compresso dall'asse neutro  
 $A_{c, eff}$  = Area di trazione efficace  
 $\sigma_s$  = Tensione nell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata  
 $\sigma_{sr}$  = Tensione nell'armatura tesa calcolata nella sezione fessurata e nella  
 $\rho_r$  = Rapporto di armatura efficace  
 $\epsilon_{sm}$  = Deformazione media nell'armatura sotto la combinazione di carico  
 $\epsilon_{cm}$  = Deformazione media del calcestruzzo tra le fessure  
 $s_{rm}$  = Distanza media finale tra le fessure  
 $w_k$  = Ampiezza di calcolo delle fessure

## Verifiche allo stato limite ultimo

La Tabella riporta i dati geometrici delle sezioni di verifica più significative, con indicate le quantità di armatura trasversale a metro disposta.

**Tabella 1 - Dati geometrici delle sezioni di verifica agli stati limite**

Elem	Part	Sezione		Armatura inferiore			Armatura superiore			Armatura a taglio	
		b [cm]	h [cm]	$A_s$ [cm <sup>2</sup> ]	$(c+\phi/2)$ [cm]	$\phi_{eq}$ [mm]	$A_s$ [cm <sup>2</sup> ]	$(c+\phi/2)$ [cm]	$\phi_{eq}$ [mm]	$A_{sw/s}$ [cm <sup>2</sup> /m]	$\alpha$ [°]
A	0.35	100.0	50.0	49.17	6.7	25	12.72	6.3	18	19.2	90.0
B	4.1	100.0	50.0	22.62	6.6	24	25.45	6.3	18	9.6	90.0
C	7.85	100.0	50.0	49.17	6.7	25	12.72	6.3	18	19.2	90.0
D	0.45	100.0	35.0	38.01	6.9	22	128.81	7.1	26	31.8	90.0
E	1.43	100.0	35.0	19.01	6.9	22	22.62	7.0	24	15.9	90.0
F	3.5	100.0	35.0	19.01	6.9	22	22.62	7.0	24	15.9	90.0

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

Le tabelle seguenti sono relative alle verifiche flessionali e taglianti allo stato limite ultimo nelle sezioni considerate nel modello; come si può notare le verifiche risultano soddisfatte in tutte le sezioni nei confronti del comportamento flessionale e allo sforzo di taglio. Per la sezione di base del piedritto DD si riporta la verifica a SLU a flessione per la massima sollecitazione di momento flettente derivante dal calcolo. La sezione risulta verificata essendo il momento resistente maggiore del momento sollecitante  $M_{Rd} = 723 \text{ kN m} > M_{Sd} = 645 \text{ kN m}$ .

**Tabella 2 Verifica SLU - Flessione**

Comb	Elem	Part	Sollecitazioni		Caratteristiche geometriche				Sollecitazioni adimensionali					Lembo teso			Lembo compresso	
			$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$(c+\phi/2)_t$ [cm]	b [cm]	h [cm]	d [cm]	$\mu_{sd}$	$\mu_{sd} \mu_{lim}$	$\omega_b$	$\Delta\omega$	v	$A_{s, nec}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s, min}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s, disp}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s, nec}$ [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s, disp}$ [cm <sup>2</sup> ]
11	B	4.1	-231.6	-403.4	6.3	100.0	50.0	43.7	0.1290	0.0000	0.1456	0.0000	-0.0255	24.3	7.6	25.4	0.0	22.6
46	A	0.35	-358.0	720.2	6.7	100.0	50.0	43.3	0.2307	0.0000	0.2839	0.0000	-0.0395	<b>49.1</b>	7.6	49.2	0.0	12.7
57	C	7.85	-358.0	720.2	6.7	100.0	50.0	43.3	0.2307	0.0000	0.2839	0.0000	-0.0395	<b>49.1</b>	7.6	49.2	0.0	12.7
33	F	3.5	-311.0	36.9	6.9	100.0	35.0	28.1	0.0488	0.0000	0.0512	0.0000	-0.0490	0.3	4.9	19.0	0.0	22.6
56	E	1.43	-332.2	187.7	6.9	100.0	35.0	28.1	0.1557	0.0000	0.1799	0.0000	-0.0523	16.6	4.9	19.0	0.0	22.6

**Titolo:** Comb 46 Sez D Parte 0.45 - Piede piedritto

N° figure elementari:  Zoom N° strati barre:  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	35

N°	As [cm²]	d [cm]
1	19.01	6.6
2	128.81	28.4

**Sollecitazioni**  
S.L.U. Metodo n  
N<sub>Ed</sub> 358 0 kN  
M<sub>Ed</sub> 645 0 kNm  
M<sub>xEd</sub> 0 0  
M<sub>yEd</sub> 0 0

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord. [cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Acciaio elastico

**Materiali**  
B450C C32/40  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200,000 N/mm²  $f_{cd}$  18.13 ‰  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12.25 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.7333  
 $\tau_{c1}$  2.114


**M<sub>xRd</sub>** 722.8 kN m  
 $\sigma_c$  -18.13 N/mm²  
 $\sigma_s$  264.8 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  1.324 ‰  
d 28.4 cm  
x 20.61 x/d 0.7256  
 $\delta$  1

**Tipo Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Metodo di calcolo**  
☒ S.L.U. + ☐ S.L.U. -  
☐ Metodo n

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello  
☐ Precompresso

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

**Tabella 3 Verifica SLU - Taglio**

Comb	Elem	Part	Sollecitazioni			Caratteristiche geometriche						Verifiche a taglio e torsione					
			N <sub>Ed</sub> [kN]	V <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	(c+φ/2) <sub>t</sub> [cm]	b [cm]	h [cm]	d [cm]	α [°]	θ [°]	V <sub>Rd,c</sub> [kN]	V <sub>Rd,max</sub> [kN]	S(S <sub>Ed</sub> /S <sub>Rd,max</sub> ) [kN*m]	A <sub>sw/s, nec</sub> [cm²/m]	A <sub>sw/s, min</sub> [cm²/m]	A <sub>sw/s, disp</sub> [cm²/m]
9	C	7.85	-231.6	542.0	319.7	6.7	100.0	50.0	43.3	90.0	21.8	319.3	1219.7	0.44	<b>14.20</b>	10.06	19.23
10	A	0.35	-231.6	-513.6	319.7	6.7	100.0	50.0	43.3	90.0	21.8	319.3	1219.7	0.42	13.46	10.06	19.23
56	B	4.1	-373.8	154.4	-204.3	6.3	100.0	50.0	43.7	90.0	21.8	282.1	1229.6	0.13	0.00	<b>10.06</b>	9.62
33	F	3.5	-311.0	-118.6	36.9	6.9	100.0	35.0	28.1	90.0	21.8	210.7	790.7	0.15	0.00	<b>10.06</b>	15.90
46	D	0.45	-342.2	648.5	-645.1	7.1	100.0	35.0	27.9	90.0	21.8	288.4	785.6	0.83	<b>26.38</b>	10.06	31.79
47	E	1.43	-332.2	324.3	-172.6	7.0	100.0	35.0	28.0	90.0	21.8	223.2	787.9	0.41	13.16	10.06	15.90

Avendo calcolato il manufatto come striscia trasversale, in direzione longitudinale, si deve considerare un'armatura secondaria, pari al 25% dell'armatura principale disposta.

### Verifiche allo stato limite delle tensioni di esercizio

Tali verifiche si eseguono calcolando le tensioni di esercizio, nelle combinazioni di carico rara e quasi permanente.


Di seguito si riportano le Tabelle con i risultati relativi alle due combinazioni. Come si può notare, vengono rispettati i limiti di tensione.

**Tabella 4 Verifiche allo stato limite delle tensioni di esercizio - Combinazione di carico**

**rara**

$\sigma_{c,lim} = -19.2$  [N/mm²] Tensione limite nel calcestruzzo  
 $\sigma_{s,lim} = 360.0$  [N/mm²] Tensione limite nell'acciaio

Comb	Elem	Part	Sollecitazioni		Caratteristiche geometriche			Armatura tesa		Arm. compressa		Tensioni in esercizio	
			N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	b [cm]	h [cm]	x [cm]	A <sub>s</sub> [cm²]	(c+φ/2) [cm]	A <sub>s</sub> [cm²]	(c+φ/2) [cm]	σ <sub>c</sub> [N/mm²]	σ <sub>s</sub> [N/mm²]
67	A	0.35	-184.0	185.2	100.0	50.0	20.7	49.2	6.7	12.7	6.30	-5.14	84.51
68	B	4.1	-184.0	-282.5	100.0	50.0	15.0	25.4	6.3	22.6	6.60	-8.79	252.24
69	C	7.85	-184.0	185.2	100.0	50.0	20.7	49.2	6.7	12.7	6.30	-5.14	84.51
67	D	0.45	-409.4	-218.7	100.0	35.0	19.2	128.8	7.1	38.0	6.90	-9.23	63.11
68	E	1.43	-400.8	-85.2	100.0	35.0	15.5	22.6	7.0	19.0	6.90	-6.04	72.61
69	F	3.5	-382.6	4.6	100.0	35.0	35.0	19.0	6.9	22.6	7.00	-1.09	-12.39

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

**Tabella 5 Verifiche allo stato limite delle tensioni di esercizio - Combinazione di carico quasi permanente**

$\sigma_{c,lim} = -14.4$  [N/mm<sup>2</sup>] Tensione limite nel calcestruzzo  
 $\sigma_{s,lim} = 360.0$  [N/mm<sup>2</sup>] Tensione limite nell'acciaio

Comb	Elem	Part	Sollecitazioni		Caratteristiche geometriche			Armatura tesa		Arm. compressa		Tensioni in esercizio	
			N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	b [cm]	h [cm]	x [cm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	(c+ $\phi$ /2) [cm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	(c+ $\phi$ /2) [cm]	$\sigma_c$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]
61	A	0.35	-164.1	155.9	100.0	50.0	20.8	49.2	6.7	12.7	6.30	-4.34	70.36
62	B	4.1	-164.1	-226.4	100.0	50.0	15.2	25.4	6.3	22.6	6.60	-7.06	199.09
63	C	7.85	-164.1	155.9	100.0	50.0	20.8	49.2	6.7	12.7	6.30	-4.34	70.36
61	D	0.45	-331.2	-180.3	100.0	35.0	19.1	128.8	7.1	38.0	6.90	-7.60	52.25
62	E	1.43	-322.6	-63.3	100.0	35.0	16.1	22.6	7.0	19.0	6.90	-4.48	49.51
63	F	3.5	-304.5	5.9	100.0	35.0	35.0	19.0	6.9	22.6	7.00	-0.96	-9.00

## Verifica allo stato limite di fessurazione

Secondo il p.to 4.1.2.2.4.5 delle NTC in condizioni ambientali aggressive, con armatura poco sensibile le combinazioni di carico da considerare per il calcolo delle aperture delle fessure sono la combinazioni di carico frequente e quasi permanente.


L'apertura limite delle fessure in combinazione frequente è pari a 0.3 mm, mentre in combinazione quasi permanente è pari a 0.2 mm.

Di seguito si riportano le Tabelle con i risultati relative alle due combinazioni. Come si può notare, vengono rispettati i limiti di aperture imposti.

**Tabella 6 Verifiche allo stato limite di fessurazione - Combinazione di carico frequente**

$w_{k,s} = 0.3$  [mm] Apertura massima teorica delle fessure all'estradosso  
 $w_{k,i} = 0.3$  [mm] Apertura massima teorica delle fessure all'intradosso

			Sollecitazioni			Caratteristiche geometriche			Armatura tesa			Arm. compressa		Ampiezza delle fessure								
Comb	Elem	Part	N <sub>Ed</sub> [kN]	M <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>I,ess</sub> [kNm]	b [cm]	h [cm]	d [cm]	A <sub>s</sub> [cm²]	(c+φ/2) [cm]	φ [mm]	A <sub>s</sub> [cm²]	(c+φ/2) [cm]	x [cm]	A <sub>c, eff</sub> [cm²]	σ <sub>s</sub> [N/mm²]	σ <sub>sf</sub> [N/mm²]	ρ <sub>t</sub>	ε <sub>sm</sub> - ε <sub>cm</sub> ‰	s <sub>rm</sub> [mm]	w <sub>k</sub> [mm]	
64	A	0.35	-179.0	177.9	191.1	100.0	50.0	43.3	49.2	6.7	25.0	12.7	6.3	20.7	1663	81.0	88.1	0.03	0.0002	327.58	0.076	
65	B	4.1	-179.0	-268.5	173.2	100.0	50.0	43.7	25.4	6.3	18.0	22.6	6.6	15.0	1575	239.0	142.7	0.02	0.0007	372.99	0.255	
66	C	7.85	-179.0	177.9	191.1	100.0	50.0	43.3	49.2	6.7	25.0	12.7	6.3	20.7	1663	81.0	88.1	0.03	0.0002	327.58	0.076	
64	D	0.45	-389.8	-209.1	145.0	100.0	35.0	27.9	128.8	7.1	25.6	38.0	6.9	19.2	1770	60.4	37.7	0.07	0.0002	257.07	0.044	
65	E	1.43	-381.2	-79.7	97.0	100.0	35.0	28.0	22.6	7.0	24.0	19.0	6.9	15.7	1750	66.8	96.8	0.01	0.0002	512.86	0.098	
66	F	3.5	-363.1	4.9	94.5	100.0	35.0	28.1	19.0	6.9	22.0	22.6	7.0	35.0	1725	-11.5	111.6	0.01	0.0000	536.63	0.018	

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

**Tabella 7 Verifiche allo stato limite di fessurazione - Combinazione di carico quasi permanente**

$w_{k,s} = 0.2$  [mm] Apertura massima teorica delle fessure all'estradosso  
 $w_{k,i} = 0.2$  [mm] Apertura massima teorica delle fessure all'intradosso

Comb	Elem	Part	Sollecitazioni			Caratteristiche geometriche			Armatura tesa			Arm. compressa		Ampiezza delle fessure							
			$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed}$ [kNm]	$M_{ess}$ [kNm]	b [cm]	h [cm]	d [cm]	$A_s$ [cm <sup>2</sup> ]	(c+ $\phi$ /2) [cm]	$\phi$ [mm]	$A_s$ [cm <sup>2</sup> ]	(c+ $\phi$ /2) [cm]	x [cm]	$A_{c,eff}$ [cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{sr}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\rho_r$	$\epsilon_{sm} \cdot \epsilon_{cm}$ ‰	$S_{rm}$ [mm]	$w_k$ [mm]
61	A	0.35	-164.1	155.9	189.7	100.0	50.0	43.3	49.2	6.7	25.0	12.7	6.3	20.8	1663	70.4	88.7	0.03	0.0002	327.58	0.066
62	B	4.1	-164.1	-226.4	171.9	100.0	50.0	43.7	25.4	6.3	18.0	22.6	6.6	15.2	1575	199.1	144.0	0.02	0.0006	372.99	0.2
63	C	7.85	-164.1	155.9	189.7	100.0	50.0	43.3	49.2	6.7	25.0	12.7	6.3	20.8	1663	70.4	88.7	0.03	0.0002	327.58	0.066
61	D	0.45	-331.2	-180.3	141.1	100.0	35.0	27.9	128.8	7.1	25.6	38.0	6.9	19.1	1770	52.2	38.4	0.07	0.0001	257.07	0.038
62	E	1.43	-322.6	-63.3	93.5	100.0	35.0	28.0	22.6	7.0	24.0	19.0	6.9	16.1	1750	49.5	102.2	0.01	0.0001	512.86	0.073
63	F	3.5	-304.5	5.9	91.0	100.0	35.0	28.1	19.0	6.9	22.0	22.6	7.0	35.0	1725	-9.0	118.4	0.01	0.0000	536.63	0.014


## 7. ELEMENTI DI COPERTURA.

Gli elementi di copertura verranno realizzati con elementi in c.a.p. prefabbricati; per ciò che riguarda i calcoli strutturali si rimanda alla ditta fornitrice.

In via indicativa si fa riferimento a coperture realizzate con pannelli precompressi tipo VIAcap realizzati dal Gruppo Fauci. Nelle seguenti tabelle sono riportate le caratteristiche fisico-meccaniche delle suddette coperture.

**CARATTERISTICHE DEI PANNELLI**

ALTEZZA PANNELLI		H	30		40		50		30		40		50	
Armatura da precompressione	Tipo	---	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	Sezione	$A_p$ cm <sup>2</sup>	17,07	21,53	19,15	23,61	19,97	27,33	6,73	11,27	10,45	12,31	10,45	16,85
Peso		$P_0$ KN/ml	5,40		6,05		6,70		3,30		3,95		4,60	
Dist. del baricentro dal lembo sup.		$X_i$ cm	19,72	19,75	27,16	27,22	34,14	34,27	17,58	17,67	24,02	24,11	30,05	30,20
Momento d'inerzia		J cm <sup>4</sup>	126825	127336	275926	276975	531296	537035	94358	97098	213178	214905	409389	416612
Precompres. finale al lembo sup.		$\sigma_{ops}$ N/mm <sup>2</sup>	-0,28	-0,65	-0,20	+0,07	-0,54	+0,10	+0,21	-0,01	-0,60	+0,60	-0,29	-0,68
Precompres. finale al lembo inf.		$\sigma_{cpi}$ N/mm <sup>2</sup>	-12,01	-14,35	-11,69	-13,97	-10,90	-14,32	-9,32	-14,16	-10,93	-13,23	-9,71	-14,29
Momenti di rottura		$M_r$ KNm	22872	23549	35843	36968	53914	57023	15245	19158	27978	30779	40393	46952
(valori riferiti a B = 120 cm)							(valori riferiti a B = 60 cm)							

 Provincia Regionale di Ragusa	POTENZIAMENTO DEI COLLEGAMENTI STRADALI FRA LA S.S. N. 115 TRATTO COMISO-VITTORIA, IL NUOVO AEROPORTO DI COMISO E LA S.S. N. 514 RAGUSA-CATANIA  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione di calcolo della pavimentazione	SIS S.r.l. (Mandataria) A&S Engineering S.r.l. BONIFICA ITALIA S.r.l. CO.RE. INGEGNERIA OMNISERVICE Engineering S.r.l.
--	---	--

MATERIALI	RESISTENZE CARATTERISTICHE N/mm <sup>2</sup>
Calcestruzzo pannelli	C45/55
Armatura pannello (acciaio stabilizzato per c.a.p.)	$f_{ptk} \geq 1860$
Calcestruzzo getti in opera	C25/30
Armatura lenta (Acciaio per cemento armato B450C)	$f_{yk} \geq 450$

La sollecitazione di flessione allo SLU sugli elementi di copertura vale:

$$M_{Ed} = 1135.43 \text{ kNm.}$$

CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DEI SOLETTONI (valori riferiti al metro)														
ALTEZZA			Larghezza pannelli	SEZIONE PARZIALIZZATA						SEZIONE TUTTA REAGENTE				
				Peso proprio	Volume congl.	Dist. asse neutro dal lembo sup.	Momento d'inerzia	Moduli resistenti		Distanza asse baricentrico	Area sezione	Momento d'inerzia baricentrico	Momento di rottura solaio finito	
								Inferiore solaio	Superiore solaio				T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
Pannello	Soletta	Totale												
h cm	s cm	H cm	B cm	P KN/m <sup>2</sup>	V l/m <sup>2</sup>	X cm	J cm <sup>4</sup>	W <sub>l</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>s</sub> cm <sup>3</sup>	X <sub>c</sub> cm	A <sub>c</sub> cm <sup>2</sup>	J <sub>c</sub> cm <sup>4</sup>	M <sub>r</sub> KNcm	M <sub>r</sub> KNcm
30	20	50	120	12,50	319	26,72	1236085	35042	46256	27,36	5953	1268072	72749	84453
			60		279	26,99	1244976	36071	46127	27,36	6155	1268769	59342	85313
	30	60	120	15,00	419	31,47	2085885	48741	66282	32,70	6953	2172859	94518	112315
			60		379	32,14	2122274	50778	66039	32,84	7155	2177967	76841	114301
40	20	60	120	15,00	398	31,35	2091239	48665	66702	32,59	7067	2181982	100052	116787
			60		335	31,91	2134757	50656	66909	32,64	7390	2199614	101268	116526
	30	70	120	17,50	498	35,95	3226870	63187	89749	37,93	8067	3428307	124520	146624
			60		435	37,02	3325729	67220	89845	38,15	8390	3455752	127748	147505
50	20	70	120	17,50	476	35,78	3240560	63123	90581	37,76	8177	3449168	124584	159437
			60		392	36,67	3357931	67175	91560	37,81	8607	3495359	122657	169006
	30	80	120	20,00	576	40,27	4689096	78677	116450	43,10	9177	5086438	150339	193537
			60		492	41,76	4899132	85398	117331	43,35	9607	5145578	149399	210915

Si utilizza il tipo H=30+30 T2. La resistenza di calcolo per semplice flessione vale:

$$M_{Rd} = 1143.01 \text{ kNm.}$$